REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

BOLETÍN Nº 120

Serie A: Carta Geológica Nacional

GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE LLOCHEGUA, RÍO PICHA Y SAN FRANCISCO

Hojas: 25-o, 25-p y 26-o

Por:

Robert Monge M.
Michael Valencia M.
Julio Sánchez M.

INGEMMET

Lima - Perú
Noviembre, 1998

REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

Boletín N° 120

Serie A: Carta Geológica Nacional

GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE LLOCHEGUA, RÍO PICHA Y SAN FRANCISCO

Hojas: 25-o, 25-p y 26-o

Por:

Robert Monge M.
Michael Valencia M.
Julio Sánchez M.

INGEMMET

Lima - Perú

Noviembre, 1998

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

DANIEL HOKAMA TOKASHIKI
Ministro de Energía y Minas

INGEMMET

JUAN CARLOS BARCELLOS MILLA
Vice-Ministro de Minas

JUAN MENDOZA MARSANO
Presidente del Consejo Directivo del INGEMMET

WALTER CASQUINO REY - ROBERTO PLENGE CANNOCK
LINDBERG MEZA CÁRDENAS - GERARDO PÉREZ DEL ÁGUILA
NICANOR VÍLCHEZ ORTIZ
Consejo Directivo

HUGO RIVERA MANTILLA
Director Técnico

FUNCIONARIOS TÉCNICOS RESPONSABLES

ÓSCAR PALACIOS MONCAYO
Director General de Geología

AGAPITO SÁNCHEZ FERNÁNDEZ
Director de Carta Geológica Nacional

FRANCISCO HERRERA ROMERO
Director de Información y Promoción

Primera Edición., INGEMMET 1998
Coordinación, Revisión y Edición
Dirección de Información y Promoción, INGEMMET
Lima - Perú

Impreso en INGEMMET

Contenido

RESUMEN 1

Capítulo I 5
INTRODUCCIÓN 5
1.1 UBICACIÓN Y EXTENSIÓN .....
1.2 ACCESIBILIDAD 7
1.3 BASE TOPOGRÁFICA Y AEROFOTOGRÁFICA 7
1.4 TRABAJOS ANTERIORES 8
1.5 METODOLOGÍA DE TRABAJO 9

Capítulo II 11
GEOGRAFÍA 11

2.1 UNIDADES MORFOESTRUCTURALES 11
2.1.1 Cordillera Oriental 11
2.1.2 Faja Subandina 13
2.1.3 Llanura Amazónica 13

2.2 REGIONES NATURALES 13
2.2.1 Región Yunga Fluvial 13
2.2.2 Región Quechua 13
2.2.3 Región Suni 15
2.2.4 Región Puna 15
2.2.5 Región Rupa Rupa o Selva Alta 15
2.2.6 Región Omagua o Selva Baja 15
2.3 CLIMA 16
2.3.1 Distribución Climática 16
2.3.1.1 Clima Templado Moderado Lluvioso (CW) 16
2.3.1.2 Clima de Sabana (AW) 16
2.3.1.3 Clima Frío (Dwb) 16
2.3.1.4 Clima de Tundra Seco de Alta Montaña 16
2.3.2 Precipitaciones 19
2.3.3 Temperaturas 19
.....

2.4 HIDROGRAFÍA 19
2.4.1 Cuenca del Río Apurímac 19
2.4.2 Cuenca del Río Urubamba 20
2.4.3 Lagunas 20
2.5 CENTROS URBANOS Y POBLADOS 20
2.6 BIODIVERSIDADES 25
2.6.1 Flora 25
2.6.2 Fauna 26
2.7 ACTIVIDADES ECONÓMICAS 26

Capítulo III 31
GEOMORFOLOGÍA 31
3.1 RELIEVE CORDILLERANO 31
3.2 LADERAS 33
3.3 COLINAS INTRACORDILLERANAS 33
3.4 MESETA ESTRUCTURAL 34
3.5 CADENA MONTAÑOSA 34
3.6 LOMAS 34
3.7 VALLES 35
3.7.1 Valles encañonados 35
3.7.2 Valles fluvio-glaciares 35

Capítulo IV 47
ESTRATIGRAFÍA 47
4.1 PROTEROZOICO 47
4.1.1 COMPLEJO METAMÓRFICO 48
GRANULITAS-GNEIS CIELO PUNKU PICHARI 48

4.2. PALEOZOICO 68
4.2.1 GRUPO SAN JOSÉ 73
4.2.2 FORMACIÓN SANDIA 79
4.2.2.1 Miembro Inferior 80
4.2.2.2 Miembro Superior 80
4.2.3 FORMACIÓN ANANEA 83
4.2.4 GRUPO CABANILLAS 84
4.2.4.1 Miembro Inferior 89
4.2.4.2 Miembro Superior 89
4.2.5 GRUPO AMBO 90
4.2.6 GRUPO TARMA 95
4.2.7 GRUPO COPACABANA 107

4.2.8 FORMACIÓN RÍO TAMBO 114
4.2.9 GRUPO MITU 117
4.3 MESOZOICO 118
4.3.1 GRUPO ORIENTE 118
4.3.2 FORMACIÓN CHONTA 122
4.3.3 FORMACIÓN VIVIAN 125
4.3.4 FORMACIÓN TAMBO 126
4.4 CENOZOICO 129
4.4.1 FORMACIÓN YAHUARANGO 130
4.4.2 FORMACIÓN CHAMBIRA 137
4.4.3 FORMACIÓN IPURURO 138
4.4.4 FORMACIÓN LA MERCED 141
4.4.5 FORMACIÓN RÍO PICHA 142
4.4.6 DEPÓSITOS ALUVIALES 142

Capítulo V 149
ROCAS INTRUSIVAS 149
5.1 MONZOGRANITO (Pi-mgb) 149
5.2 SUBVOLCÁNICOS PALEOZOICOS (Ps-d) 150
5.3 GRANITO SAN MIGUEL (PsTr-g) 160
5.4 SUBVOLCÁNICO RIOLÍTICO (PN-r) 160
5.5 STOCK DE CHOIMACOTA (N-g) 161
5.6 DIQUES 163

Capítulo VI 171
TECTÓNICA 171
6.1 DOMINIOS ESTRUCTURALES 171
6.1.1 Terrenos Proterozoicos 171
6.1.2 Terrenos del Paleozoico Inferior 172
6.1.3 Terrenos del Paleozoico superior 172
6.1.4 Terrenos del Cretáceo 172
6.1.5 Terrenos del Paleógeno-Neógeno 179
6.1.6 Terrenos Plio-Cuaternarios 179
6.2 UNIDADES ESTRUCTURALES 179
6.2.1 Zona de Bloques 179
6.2.1.1 Bloque Tambo 180
6.2.1.2 Bloque Jano-Llaclla 180
6.2.1.3 Bloque Machente - Tojate 185
6.2.1.4 Bloque San Martín-Sivia. 185
6.2.2 Anticlinorio de Vilcabamba 186

6.2.3 Plataforma Estructural 186
6.2.4 Zona de Fallas y Pliegues 187
6.2.5 Cobertura Pliocuaternaria 187
6.3 FASES TECTÓNICAS 188
6.3.1 Tectónica Proterozoica 188
6.3.2 Tectónica Hercínica 189
6.3.2.1 Fase Eohercínica 189
6.3.2.2 Fase Tardihercínica 190
6.3.3 Tectónica Andina 190
6.3.3.1 Fase Peruana 193
6.3.3.2 Fase Inca 193
6.3.3.3 Fase Quechua 194
6.3.3.4 Levantamiento Plio-cuaternario 194

Capítulo VII 197
GEOLOGÍA ECONÓMICA 197
7.1 ASPECTOS GENERALES 197
7.2 TRABAJOS ANTERIORES 198
7.3 SUSTANCIAS METÁLICAS 199
7.3.1 Distribución Regional de la Mineralización 199
7.3.2 Estudio Geoquímico 200
7.3.3 Descripción de las principales ocurrencias de minerales metálicos 205
7.3.3.1 Denuncio Colombia 205
7.3.3.2 Denuncio Iván Segundo 206
7.3.3.3 Denuncio Iván Tercero 206
7.3.3.4 Mina Río Apurímac 207
7.3.3.5 Mina Tres Marías 208
7.4 SUSTANCIAS NO METÁLICAS 208
7.5 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN 209
7.6 RECURSOS HIDROCARBURÍFEROS 210
7.6.1 Rocas Generadoras 210
7.6.1.1 Paleozoico superior 210
7.6.1.2 Cretáceo 215
7.6.2 Rocas Reservorios 215
7.6.2.1 Paleozoico superior 216
7.6.2.2 Cretáceo 216
7.6.3 Rocas Sellos 217
7.6.3.1 Paleozoico 217
7.6.3.3 Paleógeno-Neógeno 217
7.6.4 Posibilidades Hidrocarburiferas 217

7.6.5 Estructuras Prospectivas Principales 218
7.7 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS 220

Capítulo VIII 223
GEOLOGÍA AMBIENTAL 223
8.1 GENERALIDADES 223
8.1.1 Principios Ambientales 223
8.2 PROCESOS DE GEODINÁMICA EXTERNA 225
8.2.1 Deslizamientos 225
8.2.2 Desbordes e Inundaciones 227
8.2.3 Erosión Fluvial 227
8.2.4 Derrumbes 228
8.2.5 Erosión de suelos 228
8.3 CONTAMINACIÓN DE SUELOS 237
8.4 CONCLUSIONES 237

Capítulo IX 239
GEOLOGÍA HISTÓRICA 239

BIBLIOGRAFÍA 243

RESUMEN

Los cuadrángulos de Llochegua, Río Picha y San Francisco están ubicados en los departamentos de Ayacucho, Cusco y Junín, en la parte centro sur del territorio peruano y enmarcados entre la Cordillera Oriental, la Faja Subandina y la Llanura Amazónica. Comprende un área total de aproximadamente 9 000 km^2 .

La zona muestra un acceso limitado, se tiene la carretera de penetración Ayacucho-San Francisco, de donde sale un ramal que une los pueblos de la margen izquierda del río Apurímac. Este río sirve además como importante vía fluvial junto con el río Ene; mientras en el extremo nororiental el único sistema fluvial de comunicación lo constituyen los ríos Picha y Parotori, el resto de la zona se muestra extremadamente inaccesible constituyendo los ejes de la Cordillera Oriental y la de Vilcabamba, por lo que el trabajo de campo en estos lugares resultó relativamente difícil.

Geográficamente muestra seis regiones naturales: Yunga Fluvial, Quechua, Suni, Puna, Rupa Rupa y Omagua, con una amplia diversidad de climas, desde los más fríos hasta los más calurosos. Hidrográficamente comprende dos cuencas principales la cuenca del río Ene-Apurímac y la cuenca del río Urubamba. Tal ensamble geográfico ha dado como resultado una amplia diversidad en la flora y fauna, del mismo modo que las actividades económicas del poblador de la zona.

Los procesos geodinámicos ocurridos en toda el área han producido morfologías características en los terrenos estudiados, las cuales hemos clasificado, sobre la base del análisis de las formas de relieve, en una zona alta correspondiente a los ejes de cordilleras (Relieve Cordillerano, Laderas y Meseta Estructural), una zona media que se prolonga hasta la Faja Subandina (Colinas Intracordilleranas y Cadena Montañosa) y una zona baja que tiene su máxima expresión en la Llanura Amazónica (Valles y Lomas).

Estratigráficamente en el área afloran rocas de las más diversas edades que van desde el Proterozoico hasta el Holoceno. Predominan las rocas metamórficas en la parte occidental y central, mientras que las intrusivas se encuentran solamente en la parte sudoccidental; en el resto del área de estudio afloran las rocas sedimentarias de ambiente marino-continental.

Las rocas proterozoicas constituyen tres litofacies metamórficas: 1. Granulitas y gneises emplazados en dos bloques longitudinales alineados uno al lado del otro en la parte central. 2. Anfibolitas en la parte sudoccidental y 3. Esquistos y filitas, también en forma de franjas, a los lados del núcleo de anfibolitas.

Las rocas del Paleozoico inferior forman un gran alineamiento de capas de dirección preponderante NO-SE en la parte occidental, que cambia a NE-SO en la parte oriental y en la parte central, bordean a las rocas proterozoicas a manera de un gran anticlinorio. Entre estas unidades se han diferenciado secuencias: continentales y marinas del Grupo San José con sus pizarras fosilíferas (graptolites), a la Formación Sandia con sus areniscas cuarzosas, a la Formación Ananea nuevamente con pizarras y al Grupo Cabanillas con secuencias de areniscas y limoarcillitas.

El Paleozoico superior está representado por unidades de origen marinas y continentales, como el Grupo Ambo de areniscas cuarzosas y limoarcillitas, el Grupo Copacabana de calizas, el Grupo Tarma con niveles transicionales de areniscas calcáreas y calizas, la Formación Río Tambo de areniscas cuarzosas rojas y el Grupo Mitu de facies volcánico sedimentarias.

El Mesozoico está comprendido en las cuencas de los ríos Ene (Apurímac) y Ucayali del sur (Urubamba), y representado por rocas cretácicas del Grupo Oriente de areniscas cuarzosas la Formación Chonta, de limoarcillitas y calizas la Formación Vivian, de areniscas cuarzosas blancas y una secuencia de capas rojas de las formaciónes Tambo y Yahuarango cuya depositación ocurrió en el Paleógeno.

En el Cenozoico (Oligo Mioceno) prosigue la depositación de capas rojas dando lugar a las lodolitas y areniscas feldespáticas rojizas, de la Formación Chambira. Sobreyaciendo con leve discordancia descansan las areniscas gris brunáceas y conglomerados del Grupo Ipururo y finalmente los conglomerados polimícticos de la Formación La Merced en la cuenca Ene-Apurímac o Formación Río Picha en la cuenca del Urubamba.

Los depósitos aluviales de composición heterogénea, bloques, guijas, gravas, arenas, limos y arcillas, están mal clasificados y con poco transporte en las zonas intracordilleranas; mientras que, en la Llanura Amazónica muestran mejor clasificación y mayor transporte.

Los afloramientos de rocas intrusivas se circunscriben al suroeste de la hoja de San Francisco y allí se han diferenciado: monzogranito, de edad paleozoica inferior, ubicado en las inmediaciones del poblado de Ayna (carretera Jano-San Francisco); cuerpos subvolcánicos del Permo-Triásico microdioríticos que intruyen a rocas proterozoicas y de los grupos Tarma-Copacabana; granito de San Miguel también del Permo-Triásico y emplazado en el extremo suroeste de la hoja de San Francisco y reconocido en las hojas vecinas de Huanta, Ayacucho y San Miguel; un cuerpo subvolcánico riolítico de edad todavía indeterminada pero

presumiblemente comprendido entre el Oligoceno y el Plioceno; y finalmente un cuerpo granítico en Choimacota de edad neógena.

En el área de estudio se han reconocido cinco zonas estructurales: una zona de bloques basculados longitudinales de dirección NO-SE, alineados uno a continuación de otro; el anticlinorio de Vilcabamba como la principal megaestructura con alineamiento NO-SE; una plataforma estructural de capas subhorizontales; una zona muy plegada de alineamientos NE-SO a la que hemos denominado Zona de Pliegues y Fallas; y finalmente una zona de cobertura pliocuaternaria. Estas unidades son el producto de la imposición de tres tectónicas bien diferenciadas: Proterozoica, Hercínica y Andina.

El área de estudio muestra una amplia distribución en posibilidades mineras de filiación polimetálica, circunscrita al suroeste en la hoja de San Francisco, principalmente concerniente a Au, Ag, Pb, Cu y Zn, manifestada por la presencia de denuncios y minas del rango de pequeña minería. En cuanto a la explotación de sustancias no metálicas ésta es mínima, debido a la escasa necesidad de estos recursos por los pobladores de la zona y agregado a ésto la poca accesibilidad.

Otro recurso que es de gran importancia son los hidrocarburos, que en la zona de estudio presentan grandes posibilidades de emplazamiento debido a la presencia de estructuras geológicas favorables para entrampes y almacenamiento.

Los procesos de geodinámica externa constituyen agentes que afectan esta zona en la forma de desastres naturales de los que tenemos: deslizamientos, desbordes-inundaciones, derrumbes, erosión fluvial y erosión de suelos, la deforestación y las diversas actividades humanas que originan contaminación ambiental.

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

El presente informe y mapas geológicos a escala 1: 100 000 son el resultado de los estudios y levantamiento geológico de los cuadrángulos de San Francisco (26-o), Llochegua (25-o) y Río Picha (25-p), llevado a cabo dentro del programa de cartografiado geológico del territorio nacional a cargo de la Dirección de Carta Geológica Nacional del Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET).

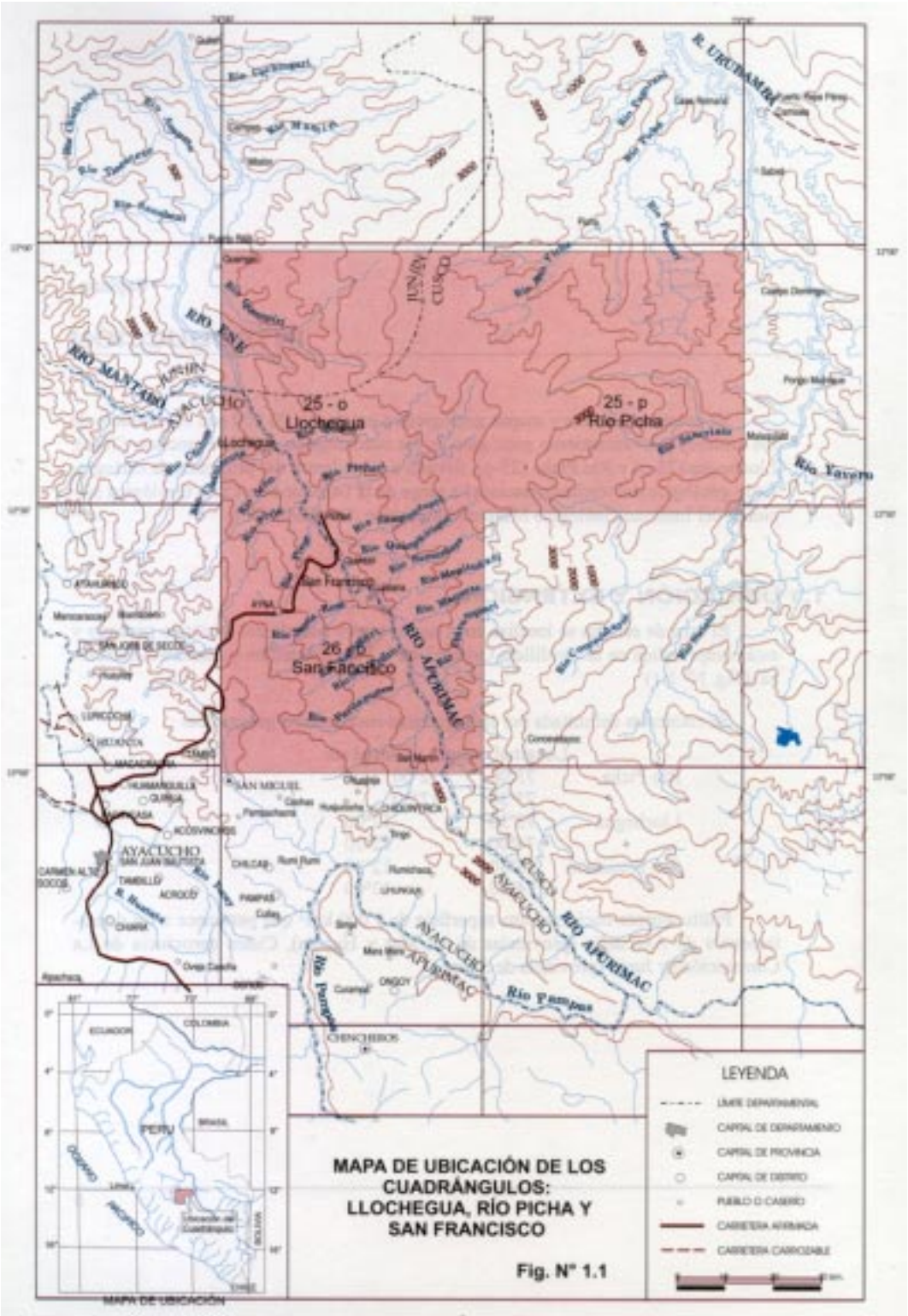
1.1 UBICACIÓN Y EXTENSIÓN

El área de estudio se localiza en el sector centro sudeste del territorio peruano y está comprendida en la Cordillera Oriental, en la Faja Subandina y Llanura Amazónica. (Fig. N° 1.1)

Se encuentra delimitada por las siguientes coordenadas geográficas :

	Longitud oeste	Latitud sur
Río Picha	73º00	12º00
	73º30	12º30
Llochegua	73º30	12º00
	74º00	12º30
San Francisco	73º30	12º30
	74º00	13º00

Políticamente encierran una superficie de 9 000 km^2 que pertenece a los departamentos de Ayacucho (provincias de La Mar y Huanta), Cusco (provincia de La Convención) y Junín (provincia de Satipo).


25 - o
Llochegua
25 - p
Río Picha
26 - b
San Francisco
RIO APURIMAC
RIO MANTARO
RIO ENE
Río Yanapu
AYACUCHO
LEYENDA
MAPA DE UBICACIÓN DE LOS CUADRÁNGULOS: LLOCHEGUA, RÍO PICHA Y SAN FRANCISCO
Fig. N° 1.1
MAPA DE UBICACIÓN

1.2 ACCESIBILIDAD

Los cuadrángulos cuentan con un acceso limitado por vía terrestre que se circunscribe en la parte occidental a la carretera de penetración Ayacucho-Tambo-San Francisco, y en la parte oriental a la carretera Quillabamba - Tintiniquiato.

El acceso terrestre desde Lima es por la carretera Panamericana Sur hasta Pisco, de donde parte la carretera los Libertadores-Huari que une Pisco-Ayacucho-Tambo o en su defecto por la carretera central que une Lima-Huancayo-Huancavelica-Ayacucho.

De Tambo con dirección a Ayna continúa la carretera hasta la hoja de San Francisco uniendo Jano-Ayna-Machente-Rosario-San Francisco-Pichari-Ccatun Rumi-Quisto Valle. De Rosario sale una trocha carrozable con dirección al norte que une los poblados de Triboline-Chuviviana-Guayaquil.

De San Francisco sale otro ramal hacia el sur, que une Santa Rosa-Palmapampa.

Otro acceso a la parte más oriental va por la Panamericana Sur hasta Arequipa de donde continúa por la carretera Arequipa-Cusco-Quillabamba, continuando por una carretera afirmada hacia Echarate-Quellouno-Alto Manguariari hasta las inmediaciones de Tintiniquiato. De esta zona salen numerosos caminos de herradura.

Cabe mencionar la existencia de campos de aterrizaje en los poblados de Quimbiri, Palmapampa y Cutivereni ubicados en las inmediaciones de los cuadrángulos, pero el principal acceso aéreo es el aeropuerto de Ayacucho que se encuentra cerca del área de estudio.

En cuanto al sistema fluvial los principales ríos navegables son: el Apurímac, Ene, Mantaro, Urubamba y algunos afluentes.

1.3 BASE TOPOGRÁFICA Y AEROFOTOGRÁFICA

Para la ejecución del presente estudio se usaron imágenes satelitales Landsat Thematic Mapper (TM) de 1986, con la combinación de bandas 7,4,2 procesadas en el Laboratorio de Imágenes del INGEMMET, a escala 1:100 000.

Asimismo se utilizaron fotografías aéreas USAF a la escala aproximadamente de 1:50 000 de 1962 que fueron adquiridas en el Servicio Aerofotográfico Nacional y que cubren un gran porcentaje del área y además mapas topográficos a escala 1:100 000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN), editados por la Defense Mapping Agency (DMA).

1.4 TRABAJOS ANTERIORES

Son pocos los estudios geológicos realizados en el área. Los primeros fueron mayormente con fines de exploración minera destacando entre ellos los siguientes:

- Evaluación de Recursos Naturales de la Selva-Colonización de la zona del río Apurímac (ONERN - 1965) .
- Estudio Geológico-Geoquímico del área de San Miguel-Ayacucho (ZELAYA A.-INGEMMET 1979).

En cuanto a relevamientos geológicos adyacentes a los cuadrángulos se efectuaron los siguientes:

- Geología del cuadrángulo de Huanta (LÓPEZ J.C. 1996).
- Geología del cuadrángulo de San Miguel (MAROCCO R. 1996).
- Geología de los cuadrángulos de Chuanquiri y Pacaypata (CÁRDENAS, J.; 1997).

Trabajos realizados por Petro Perú en el Oriente Peruano con relación al área de estudio, se mencionan:

- Evaluación Geológica del Lote 52 en la cuenca Ucayali (FUENTES, R.; PETROPERÚ S.A. 1990) .
- Posibilidades Hidrocarburíferas del Lote 52 en la cuenca Ucayali Sur (BOLAÑOS R. PETROPERÚ S.A. 1993) .

También se cuenta con trabajos geológicos generales realizados por DALMAYRAC et al. (1989), sobre carasterísticas generales de la evolución geológica de los Andes Peruanos; VALDIVIA et al. (1976) sobre la Evaluación Geológica del Potencial Petrolífero de la región selva del Perú : Cordillera Andina, Regiones Subandinas y Pacifica; MAROCCO R. (1979), sobre el Estudio Geológico de la Cordillera de Vilcabamba y MEGARD F. (1979), sobre el Estudio Geológico de los Andes del Perú Central.

1.5 METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología empleada para la ejecución de los trabajos ha sido los siguientes:

- **Gabinete 1.-** Consistió en la recopilación de la información bibliográfica y cartográfica disponible, así mismo en la interpretación de fotografías aéreas e imágenes de satélite y radar, con que se elaboró un mapa geológico preliminar.

- **Campo 1.-** Fue la primera etapa de campo entre los meses de abril a mayo por un período de 45 días. Se realizó parte del cartografiado geológico a la escala 1:100 000, se tomaron muestras para análisis petrográfico, paleontológico y geoquímico, además se hicieron travels y se midieron columnas estratigráficas.

- **Gabinete 2.-** En esta etapa se realizó la comprobación y se pasó toda la información obtenida en el campo al plano base así como la descripción de las muestras de rocas y sedimentos, la identificación de fósiles, la selección y envió de muestra a los laboratorios correspondientes.

- **Campo 2.-** Etapa en la cual, se concluye con la segunda parte del cartografiado geológico, en un lapso de 45 días, en los meses de julio-agosto. Incluyendo travels, muestreo sistemático de sedimentos, roca y recolección de fósiles.

- **Gabinete 3.-** En esta etapa se vierte toda la información de campo al mapa base. Se elaboran los mapas geológicos, perfiles, secciones geológicas, columnas estratigráficas, así como la redacción del informe final incluyendo los resultados del laboratorio para su respectiva publicación.

Capítulo II

GEOGRAFÍA

El área de estudio se encuentra ubicada en la parte centro sur del territorio peruano. Presenta una geografía, con altitudes que varían desde los 412 m en el lecho del río Quimbiri, en el extremo septentrional, hasta los 4 499 m en el pico del cerro Churca en la parte sur. En el sector noreste se tiene terrenos suaves que se propagan hasta la Llanura Amazónica; mientras que en la Cordillera Oriental se cuenta con terrenos más altos y escarpados con valles que se encañonan, morfología que es la predominante en casi todo el área de estudio a excepción de los amplios valles del Apurímac, Ene, Picha y Mantaro. Pequeñas lagunas se ubican sobre los 3 500 m principalmente en la parte SO de la hoja de San Francisco.

2.1 UNIDADES MORFOESTRUCTURALES

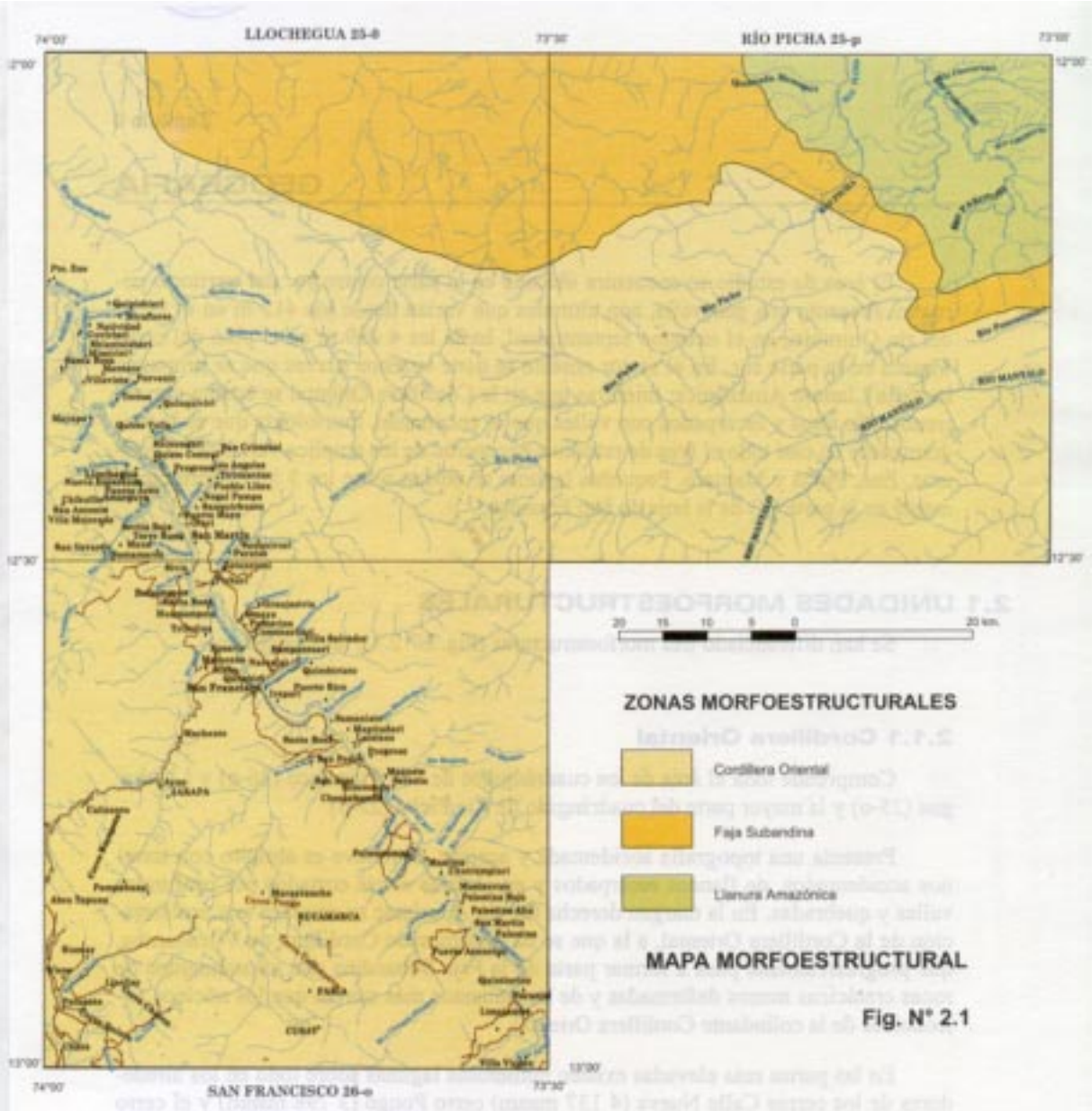
Se han diferenciado tres morfoestructuras (Fig. N° 2.1), las cuales son:

2.1.1 Cordillera Oriental

Comprende toda el área de los cuadrángulos de San Francisco (26-o) y Llochegua (25-o) y la mayor parte del cuadrángulo de Río Picha (25-p).

Presenta una topografía accidentada y agreste. El relieve es abrupto con terrenos accidentados, de flancos escarpados y en algunas zonas cortados por profundos valles y quebradas. En la margen derecha del río Apurímac se emplaza una prolongación de la Cordillera Oriental, a la que se ha denominado Cordillera de Vilcabamba, que progresivamente pasa a formar parte de la Faja Subandina con afloramientos de rocas cretácicas menos deformadas y de buzamientos más suaves que los núcleos paleozoicos de la colindante Cordillera Oriental.

En las partes más elevadas existen numerosas lagunas sobre todo en los alrededoresde los cerrosCalle Nueva (4 137 msnm) cerro Pongo (3 798 msnm) y el cerroYana Orjo desta cando la laguna de Mamacocha que da origen a numerosos ríos afluentes del río Apurímac.En esta unidad se encuentra el cerro más elevado conocido con el nombre de Churca (4 499 m).


LLOCHEGUA 25-ñ
RÍO PICHA 25-p
SAN FRANCISCO 26-o
ZONAS MORFOESTRUCTURALES
Cordillera Oriental
Faja Subandina
Llanura Amazónica
MAPA MORFOESTRUCTURAL
Fig. N° 2.1

2.1.2 Faja Subandina

La Faja Subandina se encuentra ubicada en la parte oriental y norte del área de estudio abarcando una pequeña franja angosta y más baja que contornea a la Cordillera Oriental. Presenta una topografía ondulada que se suaviza hacia el Llano Amazónico. Sus altitudes varían entre 600 y 1 000 msnm aproximadamente.

2.1.3 Llanura Amazónica

Se ubica al nororiente y abarca una pequeña parte del cuadrángulo de Río Picha. Presenta una topografía suave generalmente llana que oscila entre las altitudes de 400 y 600 msnm aproximadamente, drenada por ríos meandriformes como el Parotori y el Picha, este último de recorrido S-N.

2.2 REGIONES NATURALES

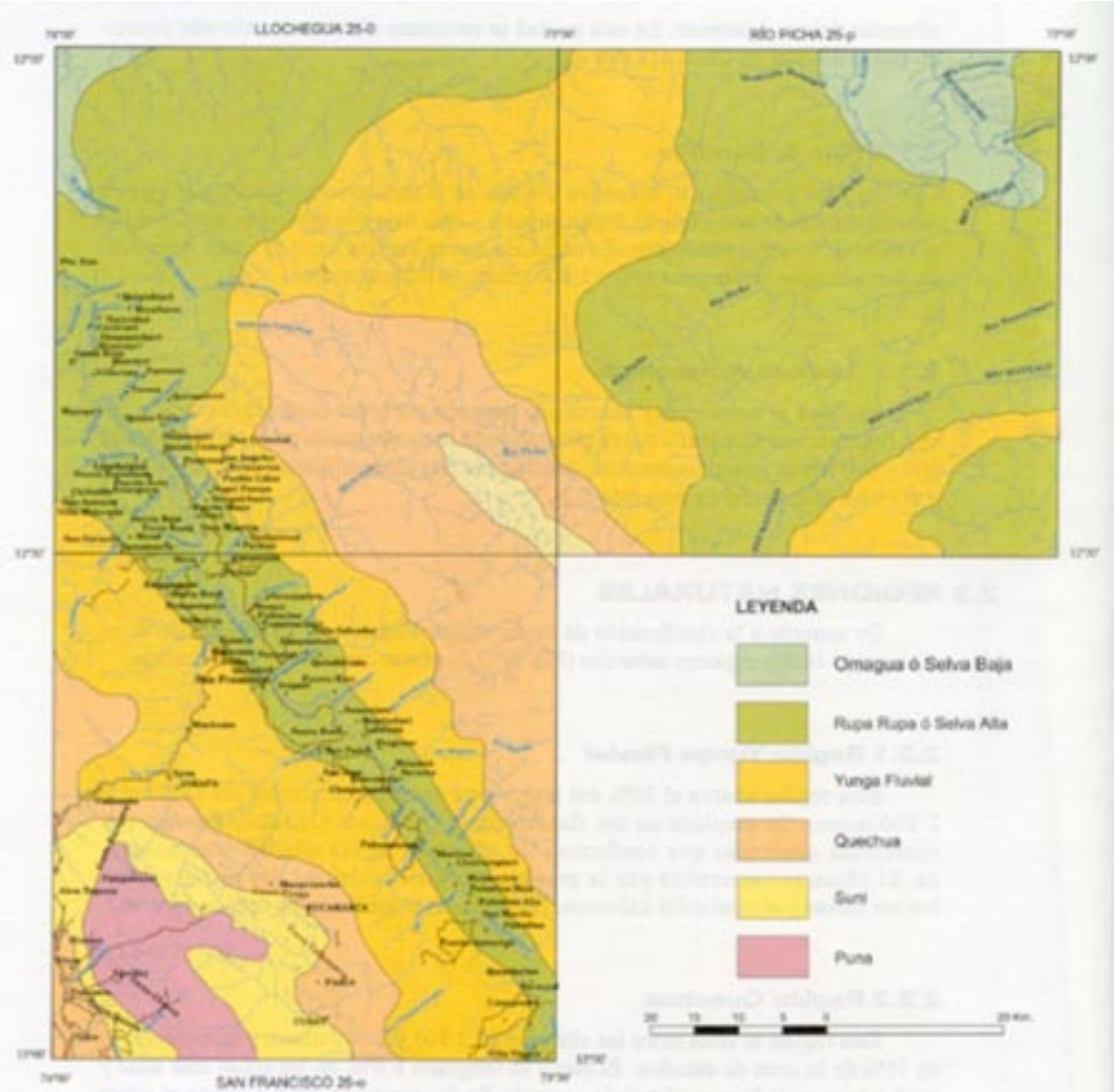
De acuerdo a la clasificación de Javier Pulgar Vidal, en el área estudiada se ha distinguido cuatro regiones naturales (Fig. N° 2.2) que se describen a continuación.

2.2.1 Región Yunga Fluvial

Esta región abarca el 30% del área y está comprendida entre los 1 200 m y 2 300 msnm. Se emplaza en los flancos de la Cordillera Oriental, drenada por numerosas quebradas que conforman los afluentes de los ríos del área estudiada. El clima se caracteriza por la presencia constante del sol, las mañanas suelen ser tibias y al mediodía caluroso, las tardes con viento y las noches frescas.

2.2.2 Región Quechua

Esta región se sitúa entre las altitudes de 2 300 y 3 500 msnm y se extiende en un 16% de la zona de estudios. El clima es templado a frío, en las zonas más altas y es el más apropiado para el trabajo agrícola. En los meses de junio a agosto el clima es frío con fuertes vientos y escasas lluvias, las épocas de mayor precipitación pluvial son de octubre a diciembre incrementándose aún más entre enero a marzo. Por lo general el aire es seco y propicio para la salud.



MAPA DE REGIONES NATURALES

Fig. N° 2.2

2.2.3 Región Suni

Esta región se sitúa entre los 3 500 y 4 000 msnm, abarcando un 6% del área total. Se aprecia una marcada diferencia de temperaturas y sensación de calor entre el sol y la sombra, siendo mayor entre el día y la noche. Presenta un relieve muy abrupto, de fuertes pendientes y quebradas profundas y prolongados acantilados. En esta zona se emplazan numerosas lagunas, nacientes de ríos Santa Rosa, Pichari, Picha y Mantalo.

2.2.4 Región Puna

Se ubica entre los 4 000 y 4 800 msnm, representa las partes más altas del área de estudio con aproximadamente el 4% del área total. El relieve muestra una topografía suave y ondulada de relieves residuales y morrenas donde se emplazan además numerosas lagunas, y que el poblador de la zona ha aprovechado para campos de cultivo. Su clima es mayormente frío, alcanzando las temperaturas mínimas entre mayo y agosto, las temperaturas máximas entre setiembre y abril. Se aprecia una fuerte oscilación de la sensación de calor entre el sol y la sombra, así como entre el día y la noche, las lluvias se presentan escasas de mayo a setiembre.

2.2.5 Región Rupa Rupa o Selva Alta

Esta región se sitúa aproximadamente entre los 600 y 1 000 msnm . Se extiende en el 39% del área de estudios. El clima es cálido y humedo, el calor es intenso en el día, pero disminuye durante la noche. Llueve copiosamente de noviembre a abril y es escasa de mayo a octubre. El relieve en esta región es algo escarpado y ondulado en las zonas bajas.

2.2.6 Región Omagua o Selva Baja

Esta región se enmarca en el área de estudios entre los 412 y 600 msnm. Abarca aproximadamente un 5 % de toda la zona de estudios. El clima es cálido y húmedo, la temperatura es casi estable a lo largo del año, con leve variación entre el día y la noche. Su relieve se caracteriza por ser una penillanura. Comprende el curso inferior de los ríos Picha, Parotori y Yamariato.

2.3 CLIMA

El clima varía de acuerdo a la altitud y geomorfología de un lugar a otro. Según la clasificación de Koeppen W. (1931) se ha diferenciado cuatro tipos de climas (Fig. N° 2.3).

2.3.1 Distribución Climática

2.3.1.1 Clima Templado Moderado Lluvioso (CW)

Este tipo de clima se extiende entre las altitudes medias de las hojas de Llochegua y San Francisco en la mayor parte de la hoja de Río Picha. Es seco en invierno; las lluvias caídas en el mes más lluvioso superan en diez veces la cantidad caída durante el mes seco. Su temperatura promedio varía entre los 16º y18ºC.

2.3.1.2 Clima de Sabana (AW)

Este clima se caracteriza por ser periódicamente húmedo y seco en invierno. Abarca los flancos de los valles Apurímac, Ene, Mantaro y el extremo nor-oriental de las hojas de estudio, ocupando las zonas más bajas del área.

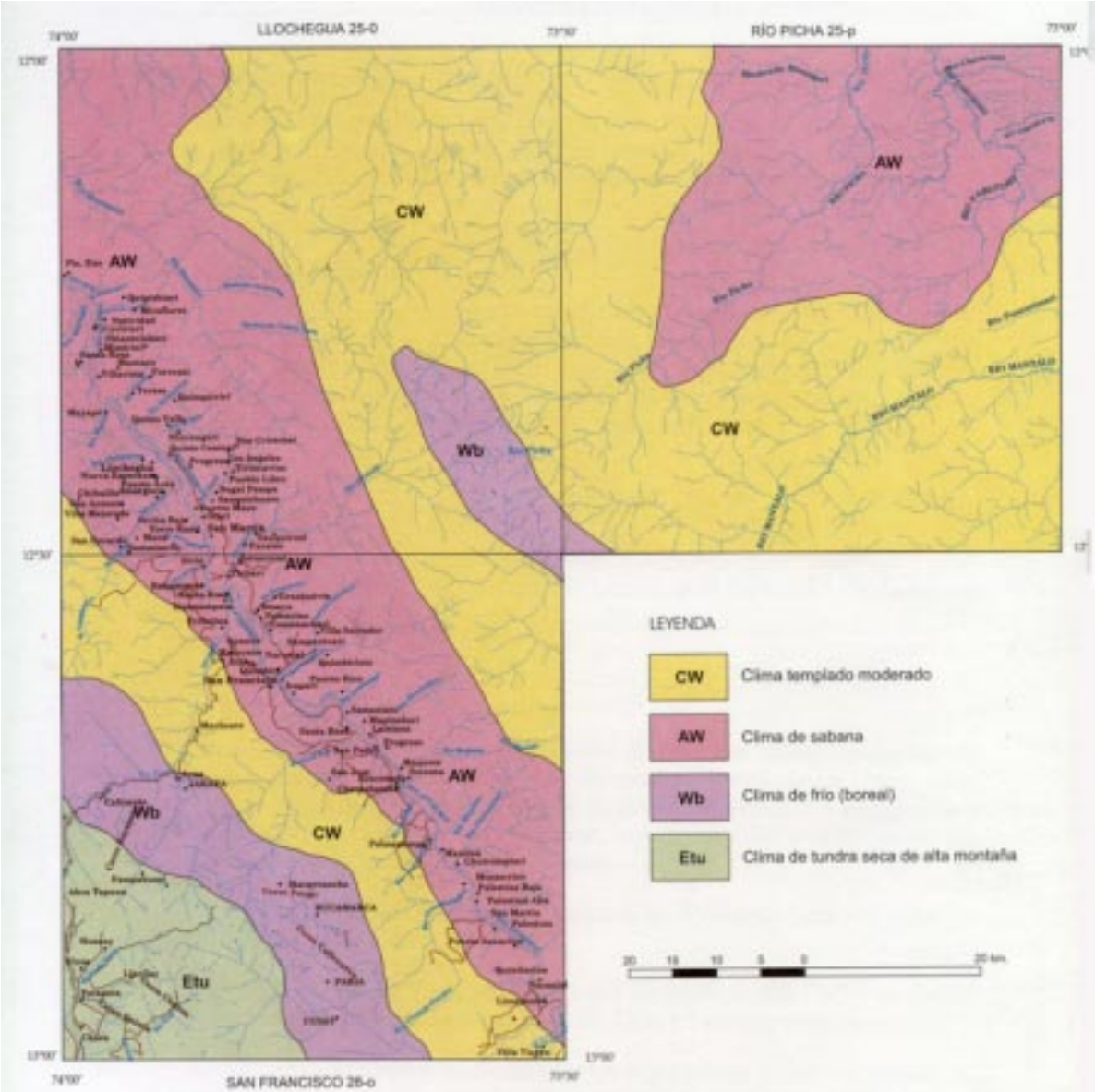
La temperatura media que tiene este clima varía aproximadamente entre 13.1ºC. y 25ºC.

2.3.1.3 Clima Frío (Dwb)

Este tipo de clima se presenta principalmente en el sector sur occidental de la zona de estudio, formando una franja que bordea las partes intermedias del área. La temperatura media que presenta este clima es superior a los 10º C. Se caracteriza por ser seco en invierno, con precipitaciones en los meses de verano.

2.3.1.4 Clima de Tundra Seco de Alta Montaña

En este tipo de clima la temperatura media del mes más cálido es superior a los 10°C. Es clima frío sin mucha vegetación; pero no supera en ningún caso el punto de congelación. Este tipo de clima se encuentra en las partes más altas del área estudiada, ubicada en el extremo sur occidental.



MAPA DE DISTRIBUCIÓN CLIMÁTICA

Fig. N° 2.3

2.3.2 Precipitaciones

Las precipitaciones por lo general se presentan en forma de lluvia la misma que en las zonas más elevadas se manifiestan en forma de granizo. Las precipitaciones pluviales se registran de octubre a diciembre y se intensifican de enero a marzo.

2.3.3 Temperaturas

La temperatura tiene una gran variación de manera que a mayor altitud la temperatura es menor y a menor altitud la temperatura es mayor. A raíz de esto se tendrá temperaturas bajas a lo largo de las partes altas de la Cordillera Oriental (cerros Churra, Callenueva, Pongo, Rayapata, etc.), mientras que en zonas mas bajas se registrará temperaturas altas con un promedio de 25.1ºC aproximadamente. (Fig. N° 2.4)

2.4 HIDROGRAFÍA

El área presenta dos cuencas hidrográficas la primera es el río Apurímac y la segunda es la del río Urubamba, que discurren hacia la gran cuenca del río Amazonas (Fig. N° 2.5)

2.4.1 Cuenca del Río Apurímac

Esta cuenca se ubica en el sector occidental del área, con una topografía variada de pequeños valles en garganta, con laderas abruptas que concluyen en los estrechos cauces de río como el Apurímac. El drenaje es dendrítico, paralelo y subparalelo y tiene como principal colector al río Apurímac, está conformado principalmente por las subcuencas de los ríos Quimbiri y Torobamba.

La subcuenca del río Quimbiri tiene un curso relativamente recto con dirección SE - NO y drenaje dendrítico y subparalelo.

La subcuenca del río Torobamba sigue una dirección de NE - SO y se ubica a más de 3 500 msnm. Esta alimentada por los ríos Uras y Paucayjo principalmente.

El río Apurímac límita a los departamentos de Ayacucho y Cusco y penetra hacia la selva formando un valle profundo que poco a poco se va ampliando. En el área recibe numerosos afluentes por ambas márgenes, todos de drenaje dendrítico y paralelo, entre las cuales los ríos Itigalo, Sinquivini, Chunchubamba, Chirumpiari, Manitea, Piene, Sivia etc, y las quebradas Rucamarca y Quimbiri.

El río Apurímac al confluir con el río Mantaro en las inmediaciones del poblado de Natividad forma el río Ene.

2.4.2 Cuenca del Río Urubamba

Esta cuenca se ubica en la parte nororiental del área de estudio y está conformada principalmente por las subcuencas de los ríos Parotori, Picha, Mantalo y Urubamba propiamente dicho.

La subcuenca del río Parotori presenta un drenaje dendrítico y ramificado. El río nace a más de 1 000 m de altura y en su trayecto es alimentado por los ríos Yamariato, Chocoruari etc., y luego va ensanchando su cauce hasta desembocar en el río Urubamba.

La subcuenca del río Picha tiene un drenaje ramificado a subparalelo. El río se origina en las lagunas y valles ubicadas al sureste del cuadrángulo de Llochegua, posee un curso relativamente recto con dirección SO-NE para luego cambiar de dirección en la parte superior del cuadrángulo del río Picha y seguir de sur a norte.

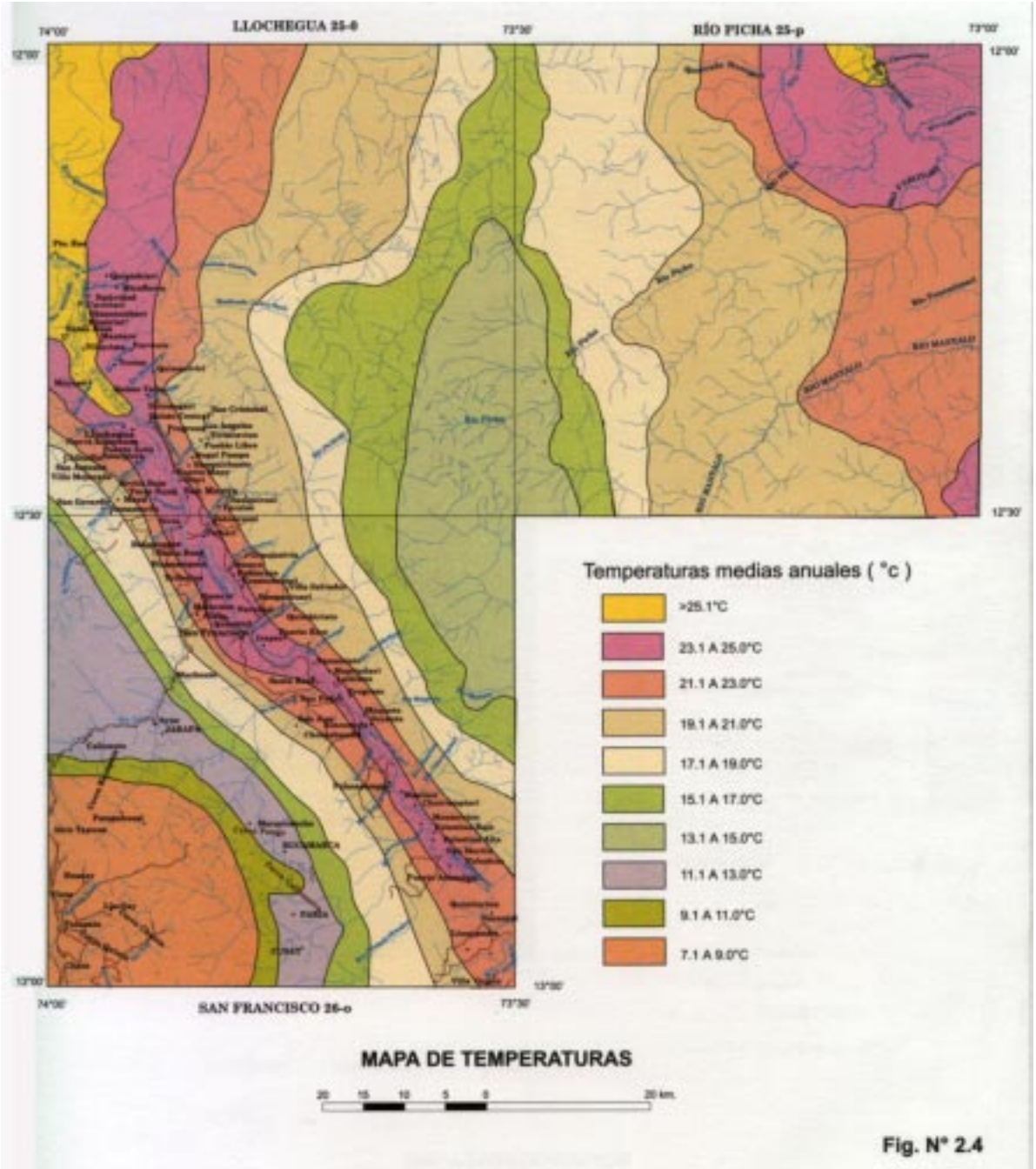
La subcuenca del río Mantalo posee un drenaje paralelo, subparalelo y ramificado, está ubicado en la parte SE del cuadrángulo de Río Picha. El río Mantalo tiene un curso de dirección SO-NE, luego cambia ligeramente de dirección al este para desembocar en el río Urubamba. Discurre por valles ligeramente encañonados y entre sus principales afluentes se encuentra el río Igoritoshiari.

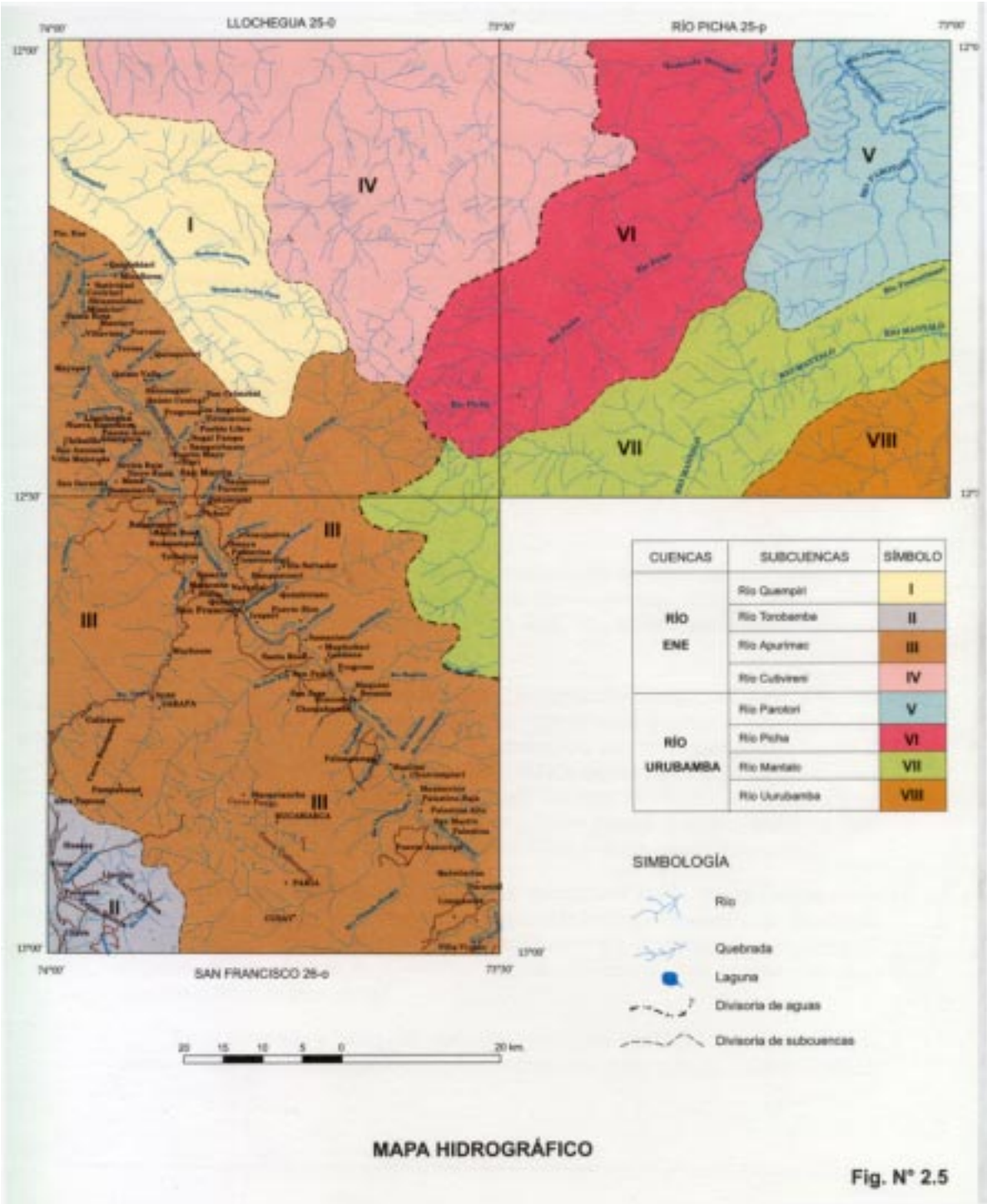
2.4.3 Lagunas

Las lagunas se ubican en la parte sur-occidental del cuadrángulo de San Francisco, generalmente sobre los 3 500 msnm, disperso al pie de los cerros Callenueva, Pongo, Churca y en la parte oriental del cerro Rayapata. Una de las principales es la laguna Mamacocha (Foto N° 2.1) que da origen al río Santa Rosa. Las lagunas ubicadas alrededor del cerro Callenueva alimentan a las aguas del río Chunchubamba que desemboca en la cuenca del río Apurímac.

2.5 CENTROS URBANOS Y POBLADOS

Dentro de los centros poblados y urbanos más importantes podemos destacar al distrito de Ayna-San Francisco, con los poblados de Jano, Machente, Ayna, Rosario y San


LLOCHEGUA 25-0
RÍO PICHA 25-p
SAN FRANCISCO 26-o
Temperaturas medias anuales (°c)
>25.1°C
23.1 A 25.0°C
21.1 A 23.0°C
19.1 A 21.0°C
17.1 A 19.0°C
15.1 A 17.0°C
13.1 A 15.0°C
11.1 A 13.0°C
9.1 A 11.0°C
7.1 A 9.0°C
MAPA DE TEMPERATURAS
Fig. N° 2.4



MAPA HIDROGRÁFICO

Fig. N° 2.5

Francisco (Foto N° 2.2); del distrito de Santa Rosa los de Palmapampa, Pichihuilca; dentro del distrito de Tambo los de Usmay, Llaclla, Huayao; todos estos en la provincia de La Mar.

En el distrito de Sivia, provincia de Huanta, destacan los poblados de Sivia, Llochegua y Canaire.

En el distrito de Quimbiri, (Provincia de la Convención-Cusco), los de Quimbiri, Ccatu Rumi y Quisto Valle.

Mientras que en la provincia de Satipo, en el extremo NO, el poblado de Pampa Alegre.

2.6 BIODIVERSIDADES

Debido a la variedad climática y de su medio geográfico se ha podido observar biodiversidad variada en la zona de estudio:

2.6.1 Flora

En la región Yunga generalmente prevalecen las xerofitas con un dominio leve de las cactáceas: pitajaya (*crus sp*), chuná *(novuespuestoa-lúnata*), tuna (*opuntia tuna*), cabaya blanca (*forrcroge sp*), cabaya azul, etc., otros como el molle (*schunus moll*), etc.

En la región Quechua, el dominio de la vegetación disminuye debido al aumento de la altitud y la presencia de poblados para ganar áreas de cultivo, aumentando las zonas agrícolas mediante procesos de deforestación, tala de árboles y el quemado de áreas boscosas, métodos que se han incrementado en los últimos 30 años, haciendo retroceder el límite del área de la selva en por lo menos de 10-15 km. Destacan cultivos como papa, trigo, cebada, hortalizas, etc. De las plantas forestales podemos mencionar al aliso como el más representativo así como al molle, chachacoma, etc.

En cuanto a la región Suni los más representativos son la quinua (*polilepys racemosa*), papa, ocas, ollucos y la mahua, sauco (*sanbucos peruviana*) y las plantas silvestres más importantes son el taure silvestre (*lupino* sp), la cañagua (*empodium palidicaule*), diferenciándose de la puna por la poca presencia de ichu y ocsha y la totora que son plantas de gran altitud.

En la selva alta y baja predomina una vegetación densa del tipo forestal como: cedro, caoba, tornillo, mohena, etc., plantas frutículas como naranja, castaña, mandarina y plantas medicinales de diversos usos como el ayahuasca, bejunco (produce efectos narcóticos).

2.6.2 Fauna

De igual forma la fauna es variada y abundante según las regiones:

En la región Yunga existe una reducida población animal y sólo son típicas algunas aves como el chaucato, tauringuray y shipillicpo, aquí prospera la cochinilla. El zorsal gris llamado también chihuaco o yukish, es el mejor representante de la región Quechua; mientras que en la región Suni la más común es el cuy o conejillo de indias. En la puna se tienen aves como el huachhu o hallata (berniota melanoptera), el pito o acacllo (coleoptero rupicola puna) y otros como el conejo silvestre.

La selva es mucho más variada destacando en esta zona como el mamífero de mayor tamaño la sachavaca, además del añuje. Entre las aves destacan el paujil (mitu mitu), tan grande como el pavo doméstico, la pava de monte, el gallito de las rocas o tunque (ripicola peruana), el guacharo o lechuza de la gruta, guacamayo, tucanes, pihuichos. Además abundantes especies de reptiles como la challgua-lagarto (caiman sderops), la shushupe (aquesis muta), el gergón y muchas otras especies más.

2.7 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Las actividades económicas de los pobladores son múltiples y variadas según la región donde se encuentren:

En la sierra el agricultor se dedica en especial al cultivo de productos alimenticios como el trigo, la papa y la cebada.

En las zonas de selva alta el poblador es fruticultor. Cultiva frutas aborígenes como chirimoya, lúcuma, guayaba, palta así como productos aclimatados como son los higos, uvas, manzanas; pero sobre todo destaca la producción del café y la hoja de coca.

En la selva baja el poblador es cazador, pescador, agricultor e incipiente recolector y principalmente extractor de productos maderables, como el cedro, tornillo. A esto se agrega los productos producidos de la caza de animales de monte, los cuales producen carne, pieles y cueros.

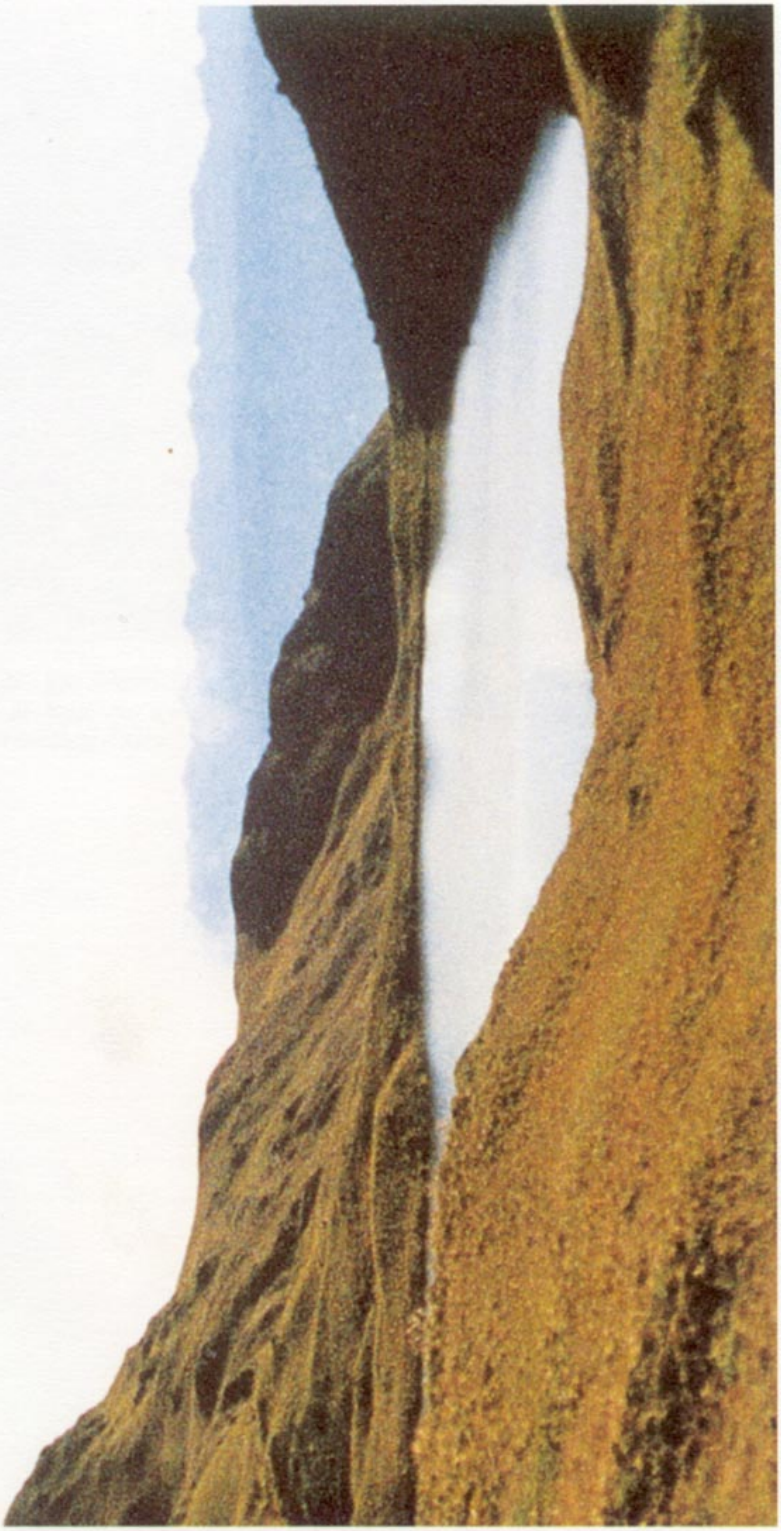


Foto Nº 2.1 Laguna Mamacocha en las nacientes del río Santa Rosa, emplazada en el relieve abrupto de la Cordillera Oriental, vista al NE.

Foto Nº2.2 Ciudades de San Francisco y Quimbiri emplazadas en ambas márgenes del valle del río Apurímac. Al fondo se aprecia la cordillera de Vilcabamba y la zona de laderas. Vista al SE desde la carretera al Naranjal.

Capítulo III

GEOMORFOLOGÍA

En el área estudiada se han diferenciado 7 unidades geomorfológicas (Fig. N° 3.1) sobre la base del análisis de las formas del relieve en los mapas topográficos y en las imágenes de satélite.

3.1 RELIEVE CORDILLERANO

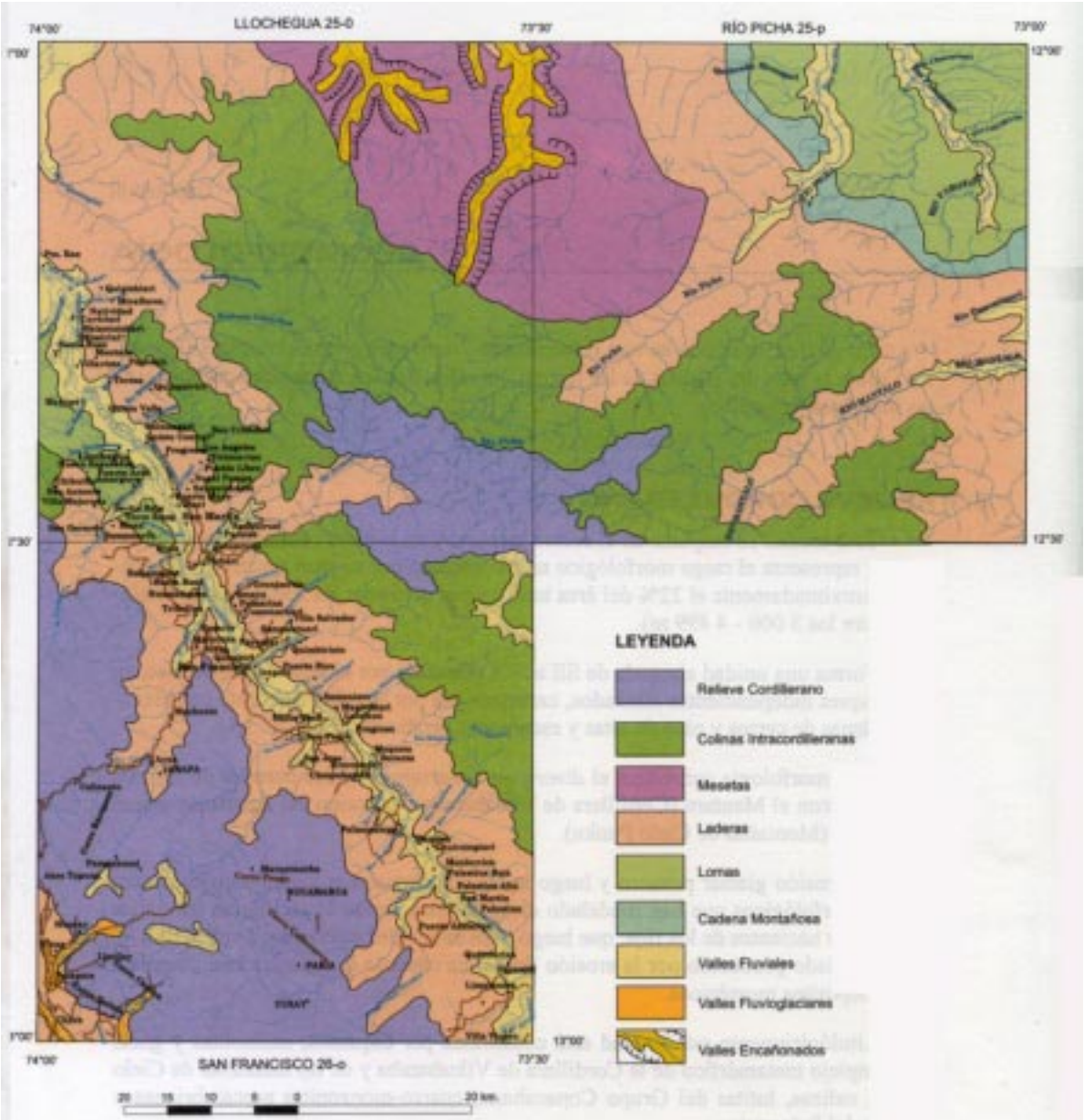
Esta unidad se emplaza en el sector suroeste y en la parte central del área de estudio y representa el rasgo morfológico más conspícuo por su gran desarrollo superficial (aproximadamente el 22% del área total), y por presentar las zonas de mayor altitud (entre los 3 000 - 4 499 m).

Forma una unidad alargada de SE a NO, disectada por el valle del Apurímac, en dos bloques independientes alineados, caracterizado por su relieve abrupto con elevadas cadenas de cerros y pico de altas y escarpadas pendientes (Foto N° 3.1).

Esta morfología constituye el *divortium acuarium* entre las cuencas de los ríos Apurímac con el Mantaro (Cordillera de Vilcabamba), así como del Apurímac con el Urubamba (Montañas de Cielo Punku).

La erosión glaciar primero y luego la erosión fluvial son los principales procesos geomorfológicos que han modelado estos terrenos, como lo atestiguan los valles en U de las nacientes de los ríos, que luego pasa en niveles inferiores, a valles tipo V. El remodelado producido por la erosión fluvial ha causado la ausencia casi completa de los depósitos morrénicos.

Litológicamente esta unidad está constituida por esquistos, anfibolitas y gneis del complejo metamórfico de la Cordillera de Vilcabamba y de las montañas de Cielo Punku; calizas, lutitas del Grupo Copacabana; cuarzo-monzonitas precambrianas y dioritas del Paleozoico.



MAPA GEOMORFOLÓGICO

Fig. N° 3.1

3.2 LADERAS

Esta unidad tiene amplia distribución (32% del área total) emplazada en las laderas de los principales valles que a su vez tienen un control estructural, formando flancos de pliegues, como se observa en el valle del río Apurímac. En el área se observan laderas a manera de franjas alargadas con una dirección SE-NO en la parte occidental y otras de dirección SO-NE de una amplia distribución en la zona oriental.

Esta unidad forma un nexo entre la zona más alta (relieve cordillerano, 2 000 msnm) y la zona más baja (valle y llanura amazónica, 500 msnm) caracterizándose por ser terrenos de cambios bruscos de relieve, que forman en ocasiones crestas pronunciadas.

La erosión fluvial es el rasgo distintivo de esta unidad como lo evidencian los valles abruptos y en forma de V, de Santa Rosa, Piene, Quimbiri y Mantalo.

El valle del río Apurímac recorre los cuadrángulos de San Francisco y Llochegua y presenta flancos con pendientes muy fuertes a moderados así como crestas pronunciadas de alta pendiente (Foto N° 3.2).

El valle del río Quimbiri muestra una morfología similar a la del Apurímac pero con pendientes más moderadas y altitudes entre 1 000-2 300 msnm, que se prolongan hacia el norte al anticlinal de Quimbiri, formado de una conspícua sucesión de cuestas buzantes que acaban en el amplio valle del río Ene.

En la parte oriental las laderas se emplazan como flancos de los principales ríos: Picha, Parotori, Mantalo y Manogali, caracterizadas por sus pendientes altas y abruptas de direcciones SO-NE.

3.3 COLINAS INTRACORDILLERANAS

Se encuentran en la parte central del área de estudio (aproximadamente 26% del área total) y comprende un gran alineamiento de cerros de altitud moderada de dirección preponderante SE-NO, cortada por profundos valles.

Esta unidad forma un nexo entre el relieve cordillerano, la meseta y los niveles interme dios como son los flancos, caracterizándose por presentar un relieve moderado de terrenosde evolución multicíclica de ríos rejuvenecidos, que ha dado lugar a que los procesos de profundización de valles por erosión fluvial sean los preponderantes (Foto N° 3.3).

Las colinas se han desarrollado en rocas de diversas litologías destacando las del Paleozoico inferior en la parte occidental, mientras que en la parte oriental destancan las rocas del Paleozoico superior.

3.4 MESETA ESTRUCTURAL

En la parte norte aparece una zona con superficie ligeramente plana (aprox. 8% del área total) con tendencia a una suave pendiente (Fig. N° 3.2), compuesta de rocas del Paleozoico superior. Presenta un drenaje dendrítico formado por profundos cañones como el del río Cutivireni.

La evidencia de un control estructural es la presencia del nivel de base de la erosión, coincidente con los gruesos estratos subhorizontales de areniscas de la Formación Río Tambo y las calizas del Grupo Copacabana y coronando las partes más altas, algunos relictos de las areniscas cuarzosas del Grupo Oriente.

3.5 CADENA MONTAÑOSA

Al noreste de la hoja de río Picha destaca la presencia de una cadena montañosa (4% del área total) en el borde de la peneplanicie amazónica, con altitudes que oscilan entre los 1600-1000 msnm, que corresponde a la prolongación de la Faja Subandina entre la Llanura Amazónica y la Cordillera Oriental.

Presenta un relieve abrupto de fuerte pendiente donde se observan cañones labrados en rocas permianas y cretácicas como es el caso de los afluentes de los ríos Parotori (Foto N° 3.4) y Picha.

3.6 LOMAS

En el extremo NE de la hoja del Río Picha se tiene como expresión de borde de la Llanura Amazónica a un relieve suave y ondulado (2% del área total), de pequeñas elevaciones de terreno, con perfiles convexos y de bordes alargados y redondeados a la que se les ha denominado Lomadas y que son drenadas por las aguas de las cuencas de los ríos Picha y Parotori.

Geoformas parecidas formadas en capas rojas cenozoicas se aprecian en la confluencia de los valles de los ríos Mantaro y Apurímac (Foto N° 3.5) y representan una prolongación del amplio valle del Ene.

3.7 VALLES

Se encuentran distribuidos en todo el área de estudio y comprenden el 6% del área total.

Se caracterizan por su sección transversal en V, pendientes moderadas y de fondo plano. Rellenados con depósitos fluviales de gravas, arenas y presencia de terrazas. Destacan estos valles en ríos importantes como el Apurímac (Foto N° 3.6), Mantaro, Piene, Quimbiri, Pichari, Acón, Picha, Parotori, Mantalo y Urubamba.

3.7.1 Valles encañonados

En el extremo norte y atravesando a la unidad meseta estructural, se tienen valles profundos de paredes escarpadas e impresionantes acantilados con caídas y cataratas, labrados en estratos subhorizontales, con fondo en forma de V. Este tipo de valle caracterizan a los afluentes del río Cutivireni al norte de la hoja de Llochegua y a los valles de los ríos Chirumpiari, Maquete, Quimbiri, Pichari, Santa Rosa etc, afluentes del río Apurímac.

3.7.2 Valles fluvio-glaciares

Se encuentra al extremo suroccidental del área de estudio, en la unidad relieve cordillerano (cerros Churca, Yana Orjo, Rayapata, Abra de Tapuna etc.) donde se emplaza una serie de valles amplios de forma típica de U con fondo curvo a planar y en mucho de los casos valles truncado (Foto N° 3.7); sin embargo, aparte de la geoforma típica glaciar del valle, actualmente existe pocas evidencias de dichos valles por constante erosión de tipo fluvial originándose de esta forma valles amplios donde se emplazan numerosas lagunas.

Foto Nº 3.1 Relieve cordillerano en la Qda. Santa Rosa. Vista hacia el SO en las inmediaciones del poblado homónimo.

Foto Nº 3.2 Laderas estructurales sobre las areniscas cuarzosas de la Fm. Ananea. Margen derecha del río Apurímac, en las inmediaciones de Los Ángeles, al SE de San Francisco.

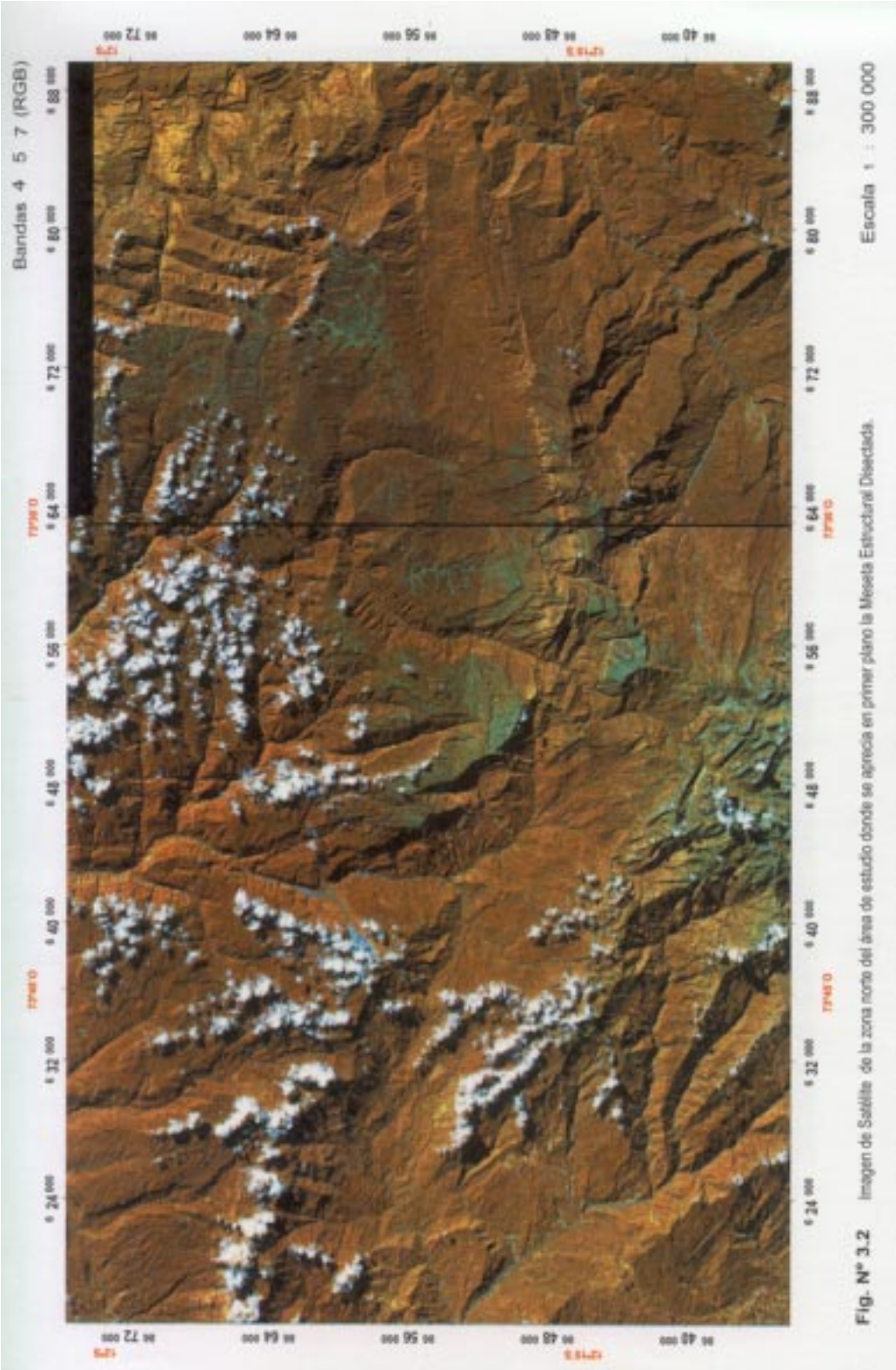


Fig. N° 3.2 Imagen de Satélite de la zona norte del área de estudio donde se aprecia en primer plano la Meseta Estructural Disectada.

Foto Nº3.3 Colinas Intracordilleranas en las nacientes del río Mantalo. Obsérvese la profundización de los valles por la intensa erosión fluvial.

Foto Nº 3.4 Cadena montañosa en las inmediaciones del curso medio del río Parotori. Nótese el aspecto abrupto y encañonado.

Foto Nº 3.5 Lomadas en las inmediaciones de Llochegua. Margen izquierda del río Apurímac.

Foto Nº 3.6 Valle fluvial del río Apurímac en las inmediaciones de San Francisco. Vista al NO.

Capítulo IV

ESTRATIGRAFÍA

En el área de estudio afloran rocas que van desde el Neoproterozoico hasta el Holoceno. Predominan las rocas metamórficas que conforman el basamento y suprayaciendo a éstas en discordancia angular descansan las secuencias del Paleozoico inferior y superior conformadas por el Grupo San José, Formación Sandia, Formación Ananea, Grupo Cabanillas, el Grupo Ambo, Grupo Tarma, Grupo Copacabana, Formación Río Tambo y Grupo Mitu, respectivamente.

La secuencuencia del Mesozoico corresponde al Cretáceo inferior y superior que cubre con ligera discordancia a las rocas del Paleozoico y está formado por el Grupo Oriente, Formación Chonta y Formación Vivian expuestas al norte y noreste del área de estudio. En el extremo SO de la hoja de San Francisco aflora una secuencia de capas rojas circunscrita dentro de una cuenca intra Andina, denominada Formación Tambo del Cretáceo superior y que llega hasta el Paleógeno.

Las unidades cenozoicas están representadas por las formaciones Yahuarango, Ipururo, La Merced, Río Picha y por depósitos aluviales.

El grosor de toda la secuencia estratigráfica expuesta supera los 8 000 m. (Fig. N° 4.1 A, 4.1 B)

4.1 PROTEROZOICO

Son rocas metamórficas del basamento de probable edad proterozoica, que constituyen la Cordillera Oriental y algunas partes de la Faja Subandina, cuyas secuencias han sido afectadas por un tectonismo polifásico (DALMAYRAC, B. 1970) y por un metamorfismo de intensidad variable (AUDEBAUD et, al., 1971), que han dado origen a gneises, esquistos y filitas. Se describen como el Complejo Metamórfico.

4.1.1 COMPLEJO METAMÓRFICO GRANULITAS-GNEIS CIELO PUNKU PICHARI

Este complejo metamórfico se emplaza conformando parte del bloque denominado Pichari-Cielo Punku como el basamento y el núcleo del anticlinorio de Vilcabamba, cuyas rocas han sido afectadas por un tectonismo polifásico (DALMAYRAC B. 1970), En el área de estudio esta unidad aflora siguiendo una dirección andina, principalmente en los cuadrángulos de San Francisco y Llochegua.

DALMAYRAC B. et al. 1977, 1988, describen un complejo metamórfico sobre la base de unas muestras tomadas en el río Pichari afluente del río Apurímac localizado en el departamento de Cusco, donde menciona la existencia de un gneis charnoquítico de estructura granoblástica, con una ligera orientación. De acuerdo a las descripciones microscópicas se tiene cuarzo en grandes playas con extinción ondulante, feldespato alcalino predominante con respecto a las plagioclasas, que muestran dos trazas de deformación cataclástica, la presencia de granates aislados, con inclusiones de cuarzo, así como agujas finas de rutilo y ortopiroxeno que alteran a productos cloritosos.

En la Fig N° 4.2, en el diagrama concordia Pb^{206}/U^{238}/-Pb^{208}/U^{235} se observa los puntos agrupados, en las que se interpretan lo siguiente:

Una edad de cristalización a 1,140 ± 30 Ma, los puntos experimentales corresponden a los dos sistemas U/Pb, que no hayan sufrido pérdidas en plomo dada su deformación.

En las quebradas Pichari, Quimbiri, Maquete, Chirumpiari, todas ellas afluentes principales de la margen derecha del río Apurímac aflora esta unidad infrayaciendo discordantemente a la secuencia pizarrosa del Grupo San José.

La característica más saltante que se observa es su naturaleza de cuerpo macizo, bien compactos, en algunos casos con deformación plástica, en pliegues pequeños (Foto N° 4.1), los que siguen una tendencia lineal ligeramente ondulante, para luego ser afectados por una deformación más intensa que dio lugar a un lineamiento bien marcado (planar); se observa también una marcada orientación de los cristales (Fotos N° 4.2, 4.3), esta estructura corresponde a una foliación que estaría relacionada a un metamorfismo elevado y una esquistosidad de flujo.

Bajo el microscopio se describe a una muestra como granulita de feldespatos, granates, biotita; de textura granoblástica y antipertítica, con minerales esenciales de feldespatos potásicos, granates y cuarzo; minerales accesorios de biotita, cloritas y cuarzo (venas). Ade-

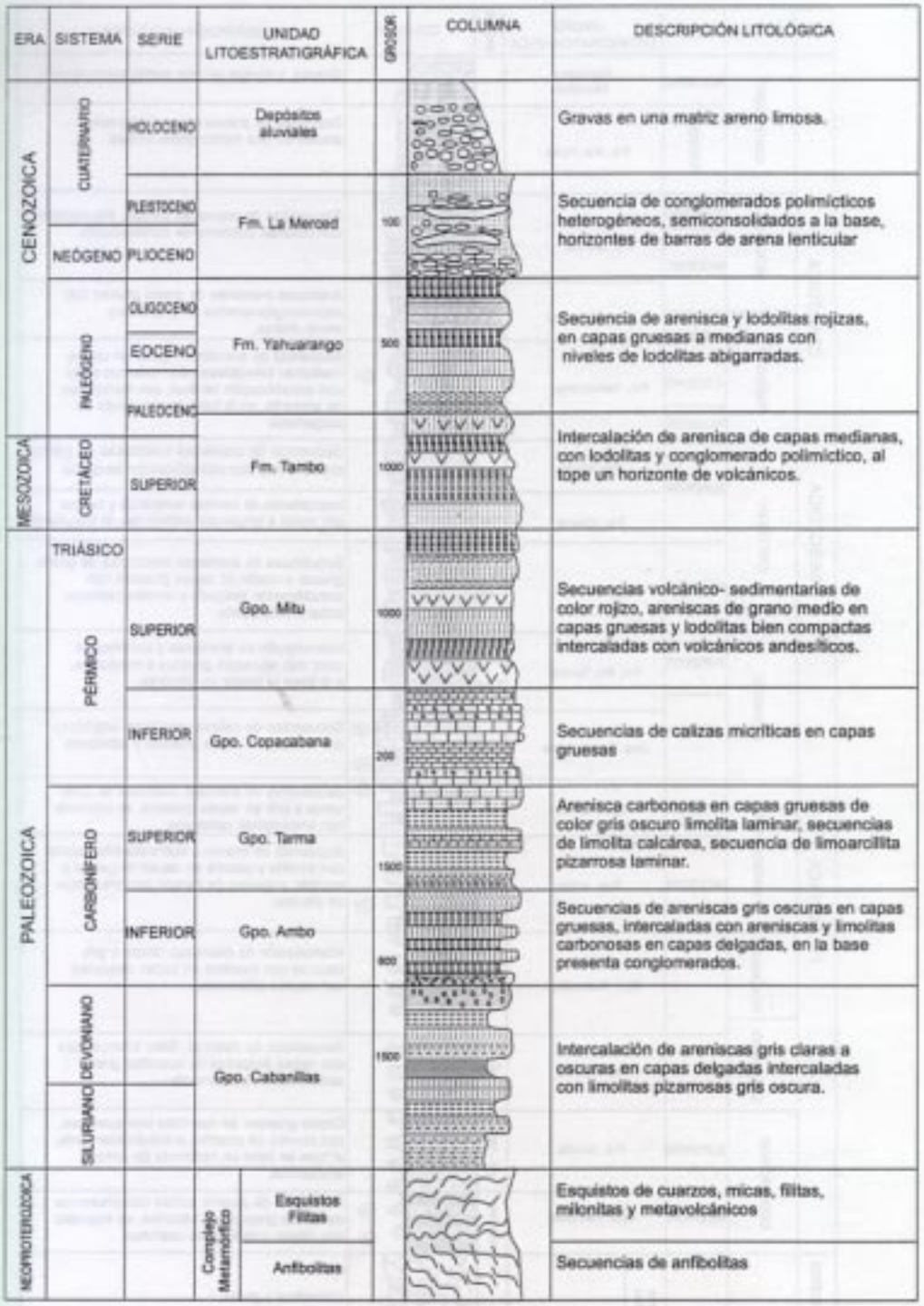


Fig. N° 4.1a Columna Estratigráfica de los cuadrángulos de Llochegua (25-o), Río Picha (25-p) y San Francisco (26-o) (zona oeste del área de estudio)

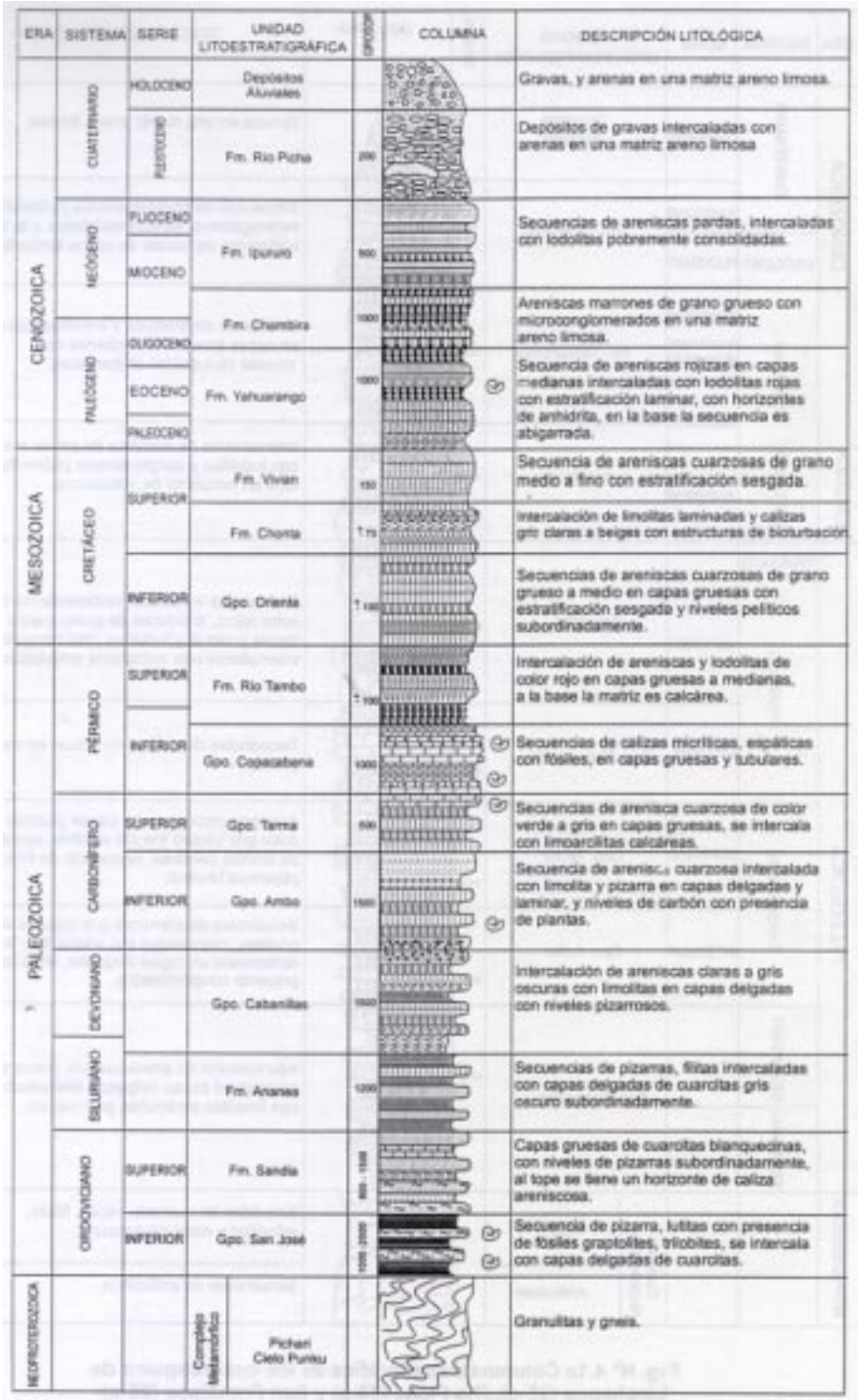


Fig. N° 4.1b Columna Estratigráfica de los cuadrángulos de Llochegua (25-o), Río Picha (25-p) y San Francisco (26-o) (Zona este del área de estudio)

más se observa una selección retrógrada a cloritas, como intercrecimiento entre feldespatos antipertíticos, las cloritas alteran a las biotitas. En sectores se notan fracturas de feldespatos y granates rellenados por cloritas, el cuarzo que rellena venas forma un agregado microgranular alotriomórfico recristalizado. (Microfoto N° 4.1)

Otra granulita de feldespatos potásicos, ortopiroxeno y cuarzo, muestra alteración retrógrada a calcita, alterando a fenoblastos, parece haber tenido una textura porfirítica relíctica (Microfoto N° 4.2).

Un gneis de feldespato potásico, cuarzo-granates, con predominancia de feldespatos potásicos, menor proporción cuarzo y poco piroxeno, muestra además relictos de zircón (Microfoto N° 4.3).

Otra granulita de ortopiroxeno-cuarzo grueso, plagioclasas, cuarzo, piroxenos, escasos feldespatos potásicos; las plagioclasas se encuentran deformadas y recristalizadas con el cuarzo incluido dentro, minerales opacos intersticiales. (Microfoto N° 4.4).

En la Fig. N°4.3 se muestra el diagrama de facies metamórficas donde se puede graficar el punto A en base a la descripción petrográfica, la cual nos indica una presión media a baja y una temperatura alta por lo que a las muestras se le designa como granulitas, gneis.

La edad de las granulitas, está marcada por un evento cuya naturaleza exacta no está bien conocida y que se situaría alrededor de 1 000 Ma. Este hecho es interesante porque este evento no se registra en la región de la costa, donde la orogénesis de 600 Ma, se superpone directamente a la de 2 000 Ma. Por lo tanto el metamórfico de Cielo Punku - Pichari no está afectado por las orogénesis de 600 Ma. Estos nos indicaría que esta región se encuentra en el borde la Cadena Brasileña-Peruana, la que constituye el substrato de la cuenca amazónica al norte de la inflexión de Abancay. (DALMAYRAC B. et al. 1977,1988).

Por otro lado en Brasil se reporta un substrato similar precambriano denominado Formación Uatumá, datado en 1 100 ± 100 Ma. (BIGARELLA 1973).

ANFIBOLITAS

Han sido descritas por HEIM (1948) y EGELER & DE BOOY (1957, 1961), en la Cordillera de Vilcabamba, atribuyéndole una edad del Precambriano. En el cuadrángulo de San Francisco aflora una secuencia similar, localizada en los alrededores de la laguna Mamacocha, en los cerros Pongo y Calle Nueva, que corresponden a parte de un macizo estructural, que se encuentra expuesto a manera de una franja alargada, limitados discordantemente por unidades más jóvenes y fallados. Se asume esta relación de contacto, puesto que es difícil ver las estructuras por la densa vegetación y la escasa accesibilidad.

Morfológicamente, presenta relieves abruptos y escarpados, las rocas mantienen una orientación y foliación bien marcada de NO-SE (dirección Andina), las que estructuralmente forman parte del núcleo del bloque Machente-Tojate.

Petrográficamente la secuencia está compuesta de una serie metamórfica de anfibolitas y en menor proporción de esquistos, con una foliación ondulante y lenticular bien marcada, con fenocristales de cuarzo lechoso elípticos alineados que alcanzan tamaños de hasta 1,5 cm (Fotos N° 4.4, 4.5).

En sección delgada las anfibolitas presentan una textura granoblástica, con presencia de minerales esenciales de anfíboles, plagioclasas, epídota, zeolitas; minerales accesorios tenemos cloritas, esfena, opacos, cuarzo, biotita y minerales secundarios de óxidos de Fe. Entre las observaciones más saltantes se tiene a la esfena que reemplaza a opacos, algunas veces se observa esfena con núcleos de opacos. Las plagioclasas se presentan alteradas a epídota, a veces se presentan en pequeños cristales incluidos dentro de las plagioclasas. El cuarzo que se observa es de origen secundario, rellenando intersticios, y las biotitas reemplazan a los anfíboles. (Microfoto N° 4.5)

En la Fig. N° 4.3 se muestra el diagrama de facies metamórficas donde el punto B se grafica, en base a la presión y temperatura, en el rango de anfibolitas

Debido a las características del grado de deformación y mineralogía, a las observaciones de campo, a los procesos de metamorfismo y las relaciones de contacto, podemos asignarle una edad del Proterozoico terminal.

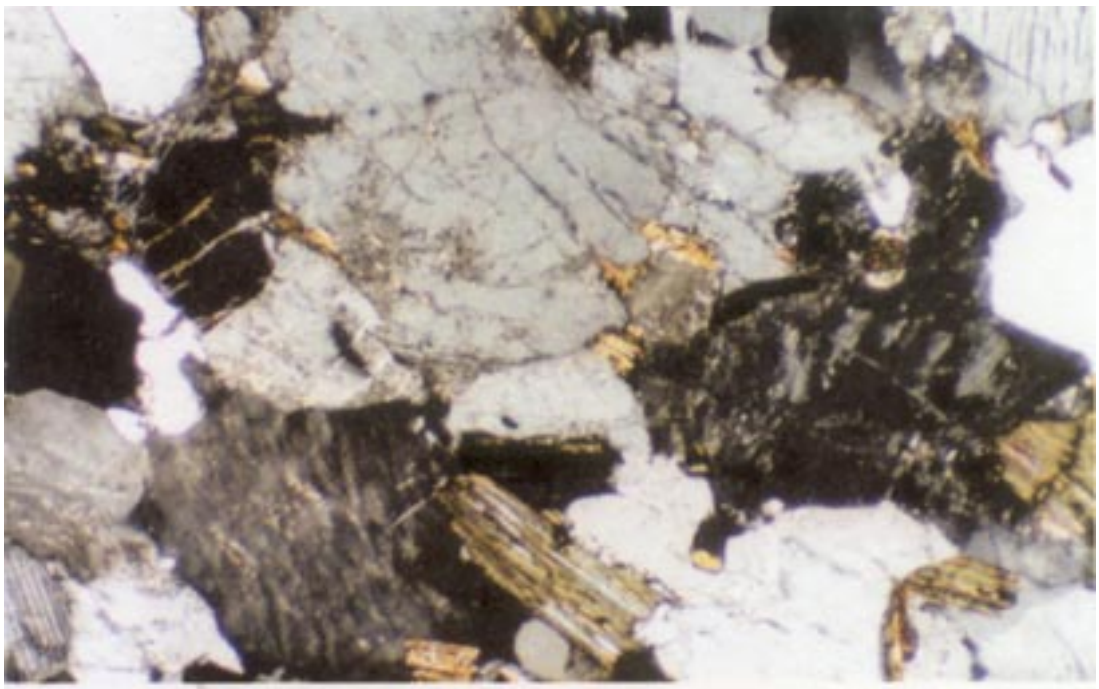
ESQUISTOS-FILITAS

MAROCCO R. (1996), en el cuadrángulo de San Miguel le atribuye a una secuencia similar, una edad Paleozoico inferior indiviso; del mismo modo MEGARD F. (1979), entre los ríos Choimacota y Acón describe a la misma secuencia denominándola Grupo Excélsior.

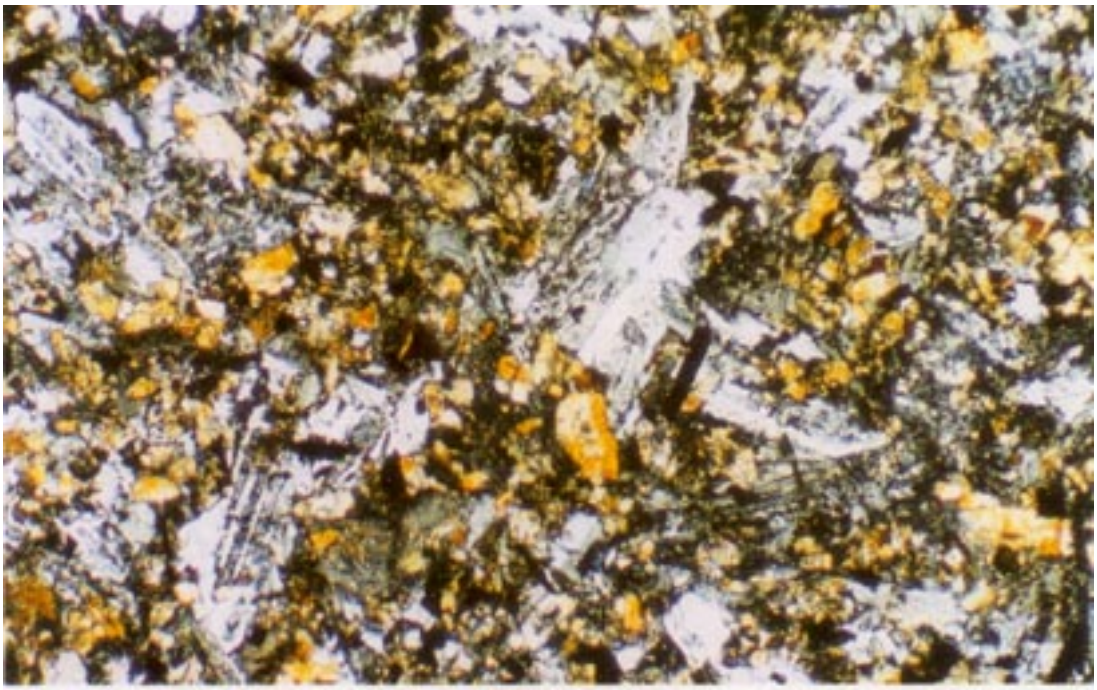
Este complejo metamórfico se emplaza formando una franja de dirección andina (NO-SE), conforme a la Cordillera Oriental en el cuadrángulo de San Francisco y se prolonga hacia los cuadrángulos de Huanta y San Miguel.

Morfológicamente esta unidad es relativamente moderada, con lomadas extensas y alargadas. En algunos lugares, principalmente en las quebradas, es inestable, originando deslizamientos, como consecuencia de la fuerte deformación que presenta.

Foto Nº 4.1 Vista parcial del gneis del complejo metamórfico de Pichari-Cielo Punku localizado en la quebrada Pichari, donde se observa una deformación intensa.



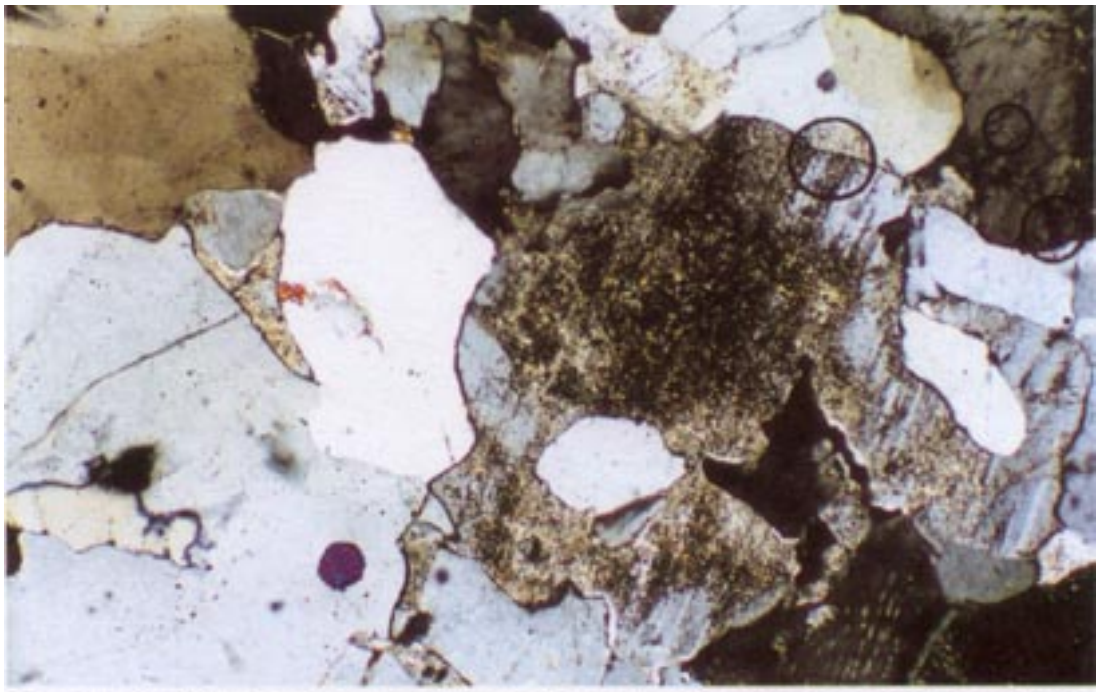
Microfoto Nº4.1 Vista en sección delgada (x 75) de una granulita de feldespatos granates y biotitas de textura granoblástica, con minerales de feldespato potásico, granate y cuarzo (hoja de San Francisco).



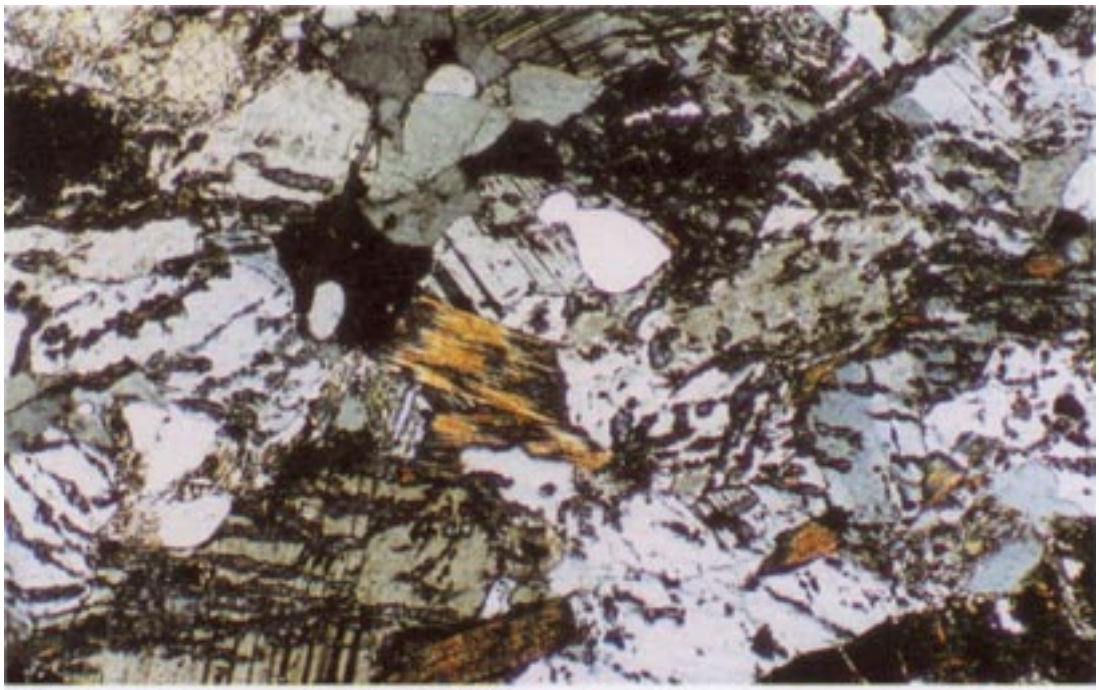
Microfoto Nº4.2 Vista en sección delgada (x 75) de una granulita de feldespato potásico, ortopiroxeno y cuarzo (hoja de San Francisco).

Foto Nº 4.2 Complejo metamórfico de granulitas Pichari-Cielo Punku, donde se observa una deformación plástica, ligeramente ondulante localizada en la Qda. Quimbiri (hoja de San Francisco).

Foto Nº4.3 Granulitas Pichari-Cielo Punku, nótese la deformación planar como consecuencia de un fuerte metamorfismo, localizado en la Qda. Chirumpiari,(hoja de San Francisco).



Microfoto Nº 4.3 Vista en sección delgada (x 75) del gneis-granulita de feldespato potásico, poco cuarzo y piroxeno (hoja de San Francisco).



Microfoto Nº4.4 Vista en sección delgada (x 75) de granulitas de feldespato, ortopiroxeno, cuarzo y plagioclasas (hoja de San Francisco).

Foto Nº4.4 Secuencia de anfibolitas localizada al este de la laguna Mamacocha (San Francisco),nótense los cuarzos elípticos de hasta 15 cm alineados.

Foto Nº4.5 Anfibolitas con una foliación bien marcada, con lentes de cuarzo alineados indicando el grado de metamorfismo intenso localizado al este de la laguna Mamacocha.

Microfoto Nº 4.5 Vista en sección delgada (x 150) de una anfibolita, de textura porfidoblástica, con minerales como anfiboles, plagioclasas, epidota, zeolitas y minerales accesorios como clorita, esfena, opacos, cuarzo, biotita, (este de la laguna Mamacocha de San Francisco).

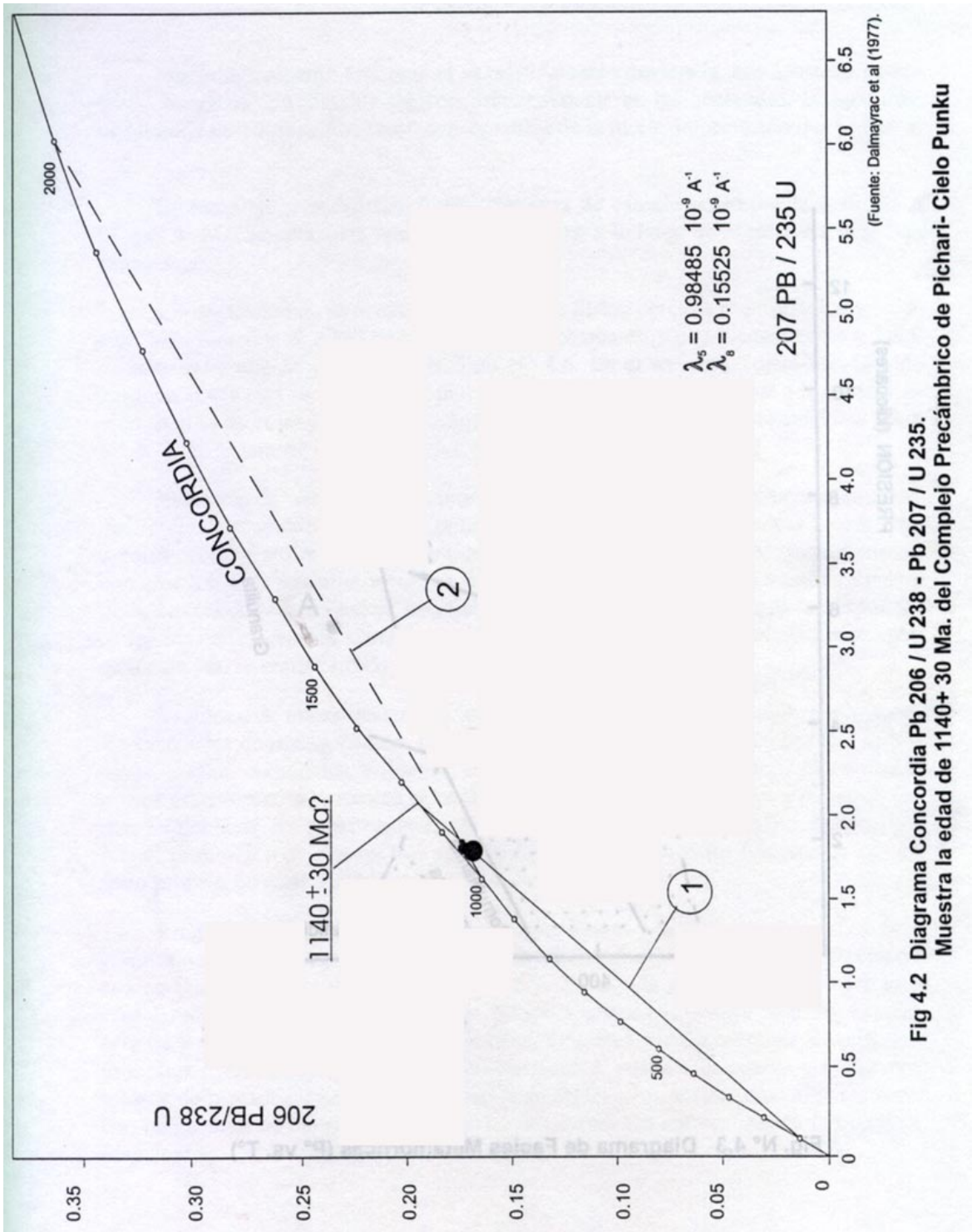


Fig 4.2 Diagrama Concordia Pb 206 / U 238 - Pb 207 / U 235.
Muestra la edad de 1140+ 30 Ma. del Complejo Precámbrico de Pichari- Cielo Punku

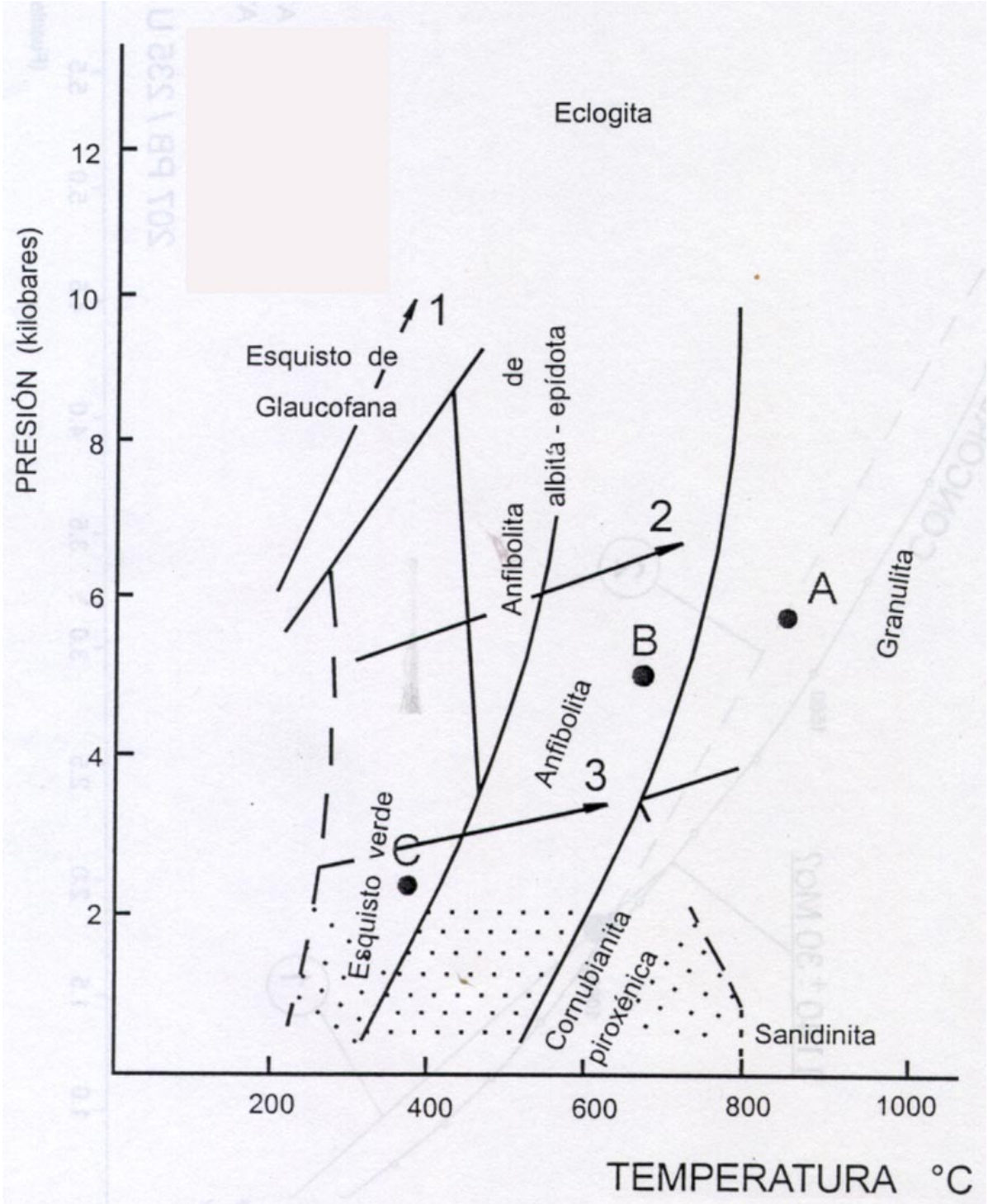


Fig. N° 4.3 Diagrama de Facies Metamórficas (P° vs. T°)

El complejo metamórfico dentro del área de estudio corresponde también al bloque de Machente-Tojate, que se puede apreciar a lo largo de la carretera Jano-San Francisco.

Litológicamente, se distinguen esquistos y filitas, con una esquistosidad y foliación bien marcada N a NO de alto grado de buzamiento y con plegamientos y fallamientos tal como se muestra en la Foto N° 4.6. En el trayecto Tojate-San Martín, también aflora esta secuencia, con una foliación bien marcada paralela a la estratificación. Allí es de color gris verduzco, intercalada con capas delgadas de cuarcitas (Foto N° 4.7). En secciones delgadas se han descrito las siguientes rocas:

Esquistos de cuarzo micas (sericita muscovita), de grano afanítico, esquistosa, parcialmente porfidoblástica; con minerales esenciales de cuarzo, micas y como minerales accesorios opacos, plagioclasas y limonitas. La roca se presenta deformada con alto grado de metamorfismo, las limonitas se presentan en finas venillas siguiendo la dirección de la foliación, las micas muestran cierto paralelismo, además formas alargadas de feldespatos alterados incipientemente por sericita. Otras contienen agregados de cuarzo recristalizado.

Esquistos de micas-cuarzo-cloritas presentan una textura bandeada, con minerales esenciales de micas, cuarzo, cloritas y como minerales accesorios opacos, feldespatos, grafito, carbonatos, anfíboles, cordierita y limonitas. Los granos de cuarzo de mayor granulometría presentan extinción ondulante, bordes suturados y micas en formas lenticulares. Se observan además bandas de micas cloritas, grafito, opacos, con menor proporción de cuarzo, hay porfidoblastos de opacos y los feldespatos han sufrido proceso de rotación (Microfoto N° 4.6).

En general, esta unidad se ve afectada por diques y lacolitos de metavolcánicos, y milonitas, como consecuencia del fuerte diastrofismo se observan milonitas de cuarzo-feldespatos, de textura porfidoblástica constituida por cuarzo, feldespatos recristalizados, en una matriz esquistosa, presenta además minerales esenciales micas, sericita y como minerales accesorios opacos, limonitas, zircón, se observa vetillas de limonitas siguiendo la dirección de la esquistosidad, cristales de cuarzo y feldespatos rotos y deformados, como también granos de feldespatos antipertítico algunas veces con inclusiones de burbujas de cuarzo, las micas parecen corresponder a la flogopita, caso contrario se trataría de biotita parcialmente ondulada (Microfoto N° 4.7).

Según el diagrama de facies metamórficas (P vs T), en base al grado de metamorfismo de baja presión y temperatura se tiene el punto C dentro de las facies de esquistos verdes (Fig. N° 4.3)

Debido a la ausencia de dataciones no es posible asignarle una edad precisa, pero por sus relaciones de campo, el grado de metamorfismo y su posición estratigráfica se asume una edad de neoproterozoica terminal e incluso un paleozoica inferior (MAROCCO, B. 1978).

4.2. PALEOZOICO

En los cuadrángulos de San Francisco, Llochegua y Río Picha, se expone toda la secuencia principalmente sedimentaria del Paleozoico, mientras que el nivel superior, volcano-sedimentario, se expone en forma restringida en el extremo SO.

Estas unidades forman parte de la cadena hercínica del ramal peruano-boliviano cuyas características son marcadamente similares desde la Cordillera Vilcabamba hasta Apolobamba (frontera Perú-Bolivia), que afloran formando grandes secuencias alargadas orientadas en dirección andina, que constituyen macizos los que de alguna manera controlaron la sedimentación del Mesozoico.

En la secuencia del Paleozoico inferior se pueden distinguir tres grandes períodos sedimentarios:

La secuencia ordoviciana inferior-media con una sedimentación predominantemente constituida de pizarras con graptolites.

La secuencia ordoviciana superior, constituida principalmente de una sedimentitas detríticas marinas, que corresponden a facies de regresión.

Las rocas siluro-devonianas que son intercalaciones de areniscas y lutitas con escasa fauna.

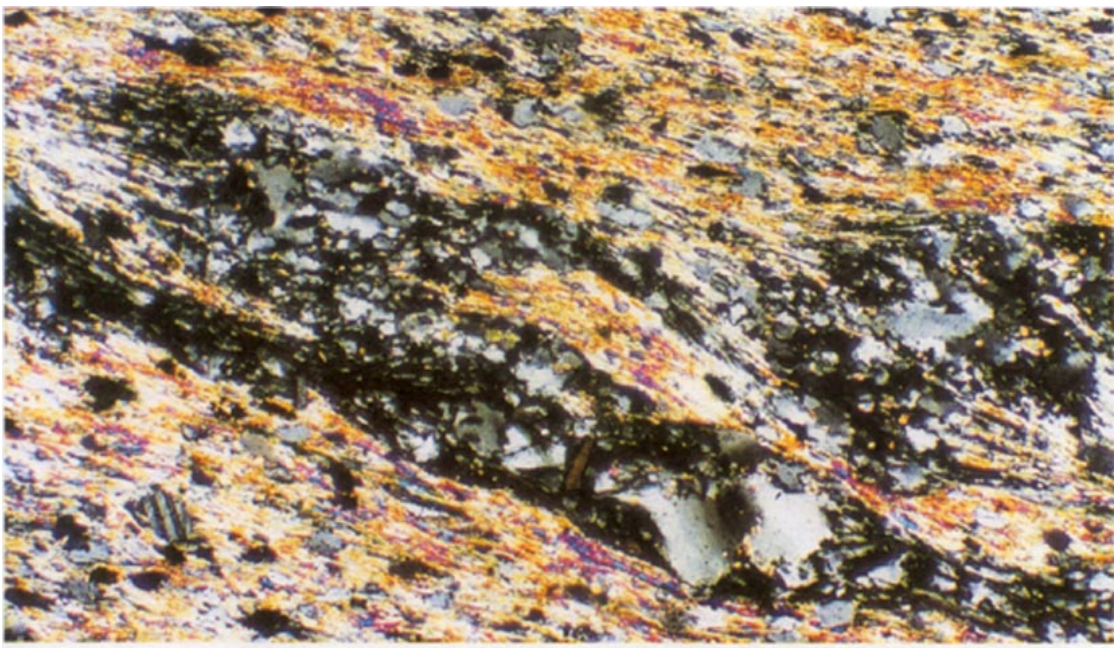
El Paleozoico superior presenta dos eventos separados por una discordancia debido a la tectónica Tardihercínica.

El primero se caracteriza por una secuencia permo-carbonífera que corresponde a depósitos marinos y continentales; y por la abundante presencia de fósiles.

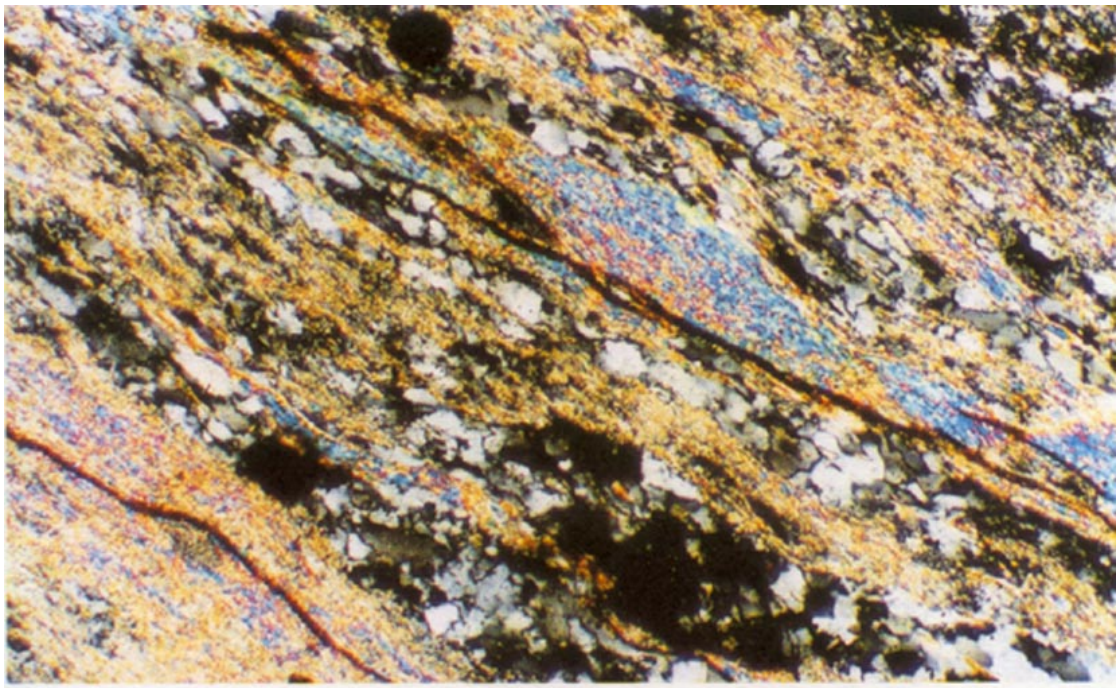
El segundo evento es una secuencia permo-triásica, que corresponde a una secuencia volcano-sedimentario y detrítica continental.

Foto Nº 4.6 Secuencia de esquistos de cuarzo y micas, con una foliación bien marcada localizada en la carretera Jano-San Francisco.

Foto Nº 4.7 Secuencia de esquistos de micas- cuarzo- cloritas, con una foliación paralela bien característica, localizada entre Tojate y San Martín, al sur de la hoja de San Francisco.



Microfoto Nº4.6 Vista en sección delgada (x 150) de una roca metamórfica de facies de esquistos de micas, cuarzo, cloritas con minerales como cuarzo, micas, clorita y minerales accesorios como opacos, feldespatos, grafito, carbonatos, anfíboles etc. (carretera Jano-Machente, hoja de San Francisco).



Microfoto Nº4.7 Vista en sección delgada (x150) de una milonita de cuarzo, feldespato, textura de porfidoblastos de cuarzo, feldespato, con minerales de cuarzo, feldespatos, micas, sericita; se nota la esquistosidad bien marcada, (carretera Jano-Machente).

4.2.1 GRUPO SAN JOSÉ

LAUBACHER G. (1973), designa como Formación San José a una secuencia de pizarras que se encuentra expuesta a lo largo del valle del río Sandia. Esta unidad ha sido elevada a la categoría de grupo por DE LA CRUZ N. (1996), quien ha examinado la sección de los valles de Sandia, Huari Huari y Tambopata (cuadrángulos de Sandia y San Ignacio) describiendo preliminarmente las formaciones Iparo y Purumpata basándose en diferencias litológicas y paleontológicas.

Esta secuencia se prolonga desde Bolivia a lo largo del flanco este de la Cordillera Oriental y Faja Subandina. En el área de estudio el Grupo San José aflora a lo largo de los flancos del gran anticlinorio.

DOUGLAS (1920) reporta una secuencia similar a la cual definió como Ordoviciano medio, en el río Chaquimayo afluente del río San Gabán. Así mismo BULMAN, (1932), DÁVILA, PONCE DE LEÓN (1971), LAUBACHER (1974), DALMAYRAC (1980), reportan lutitas fosilífera del Llanvirniano en esta parte de la Cordillera Oriental. En trabajos realizados por la Universidad del Cusco en los cuadrángulos de Urubamba, Calca, Chuanquiri y Pacaypata también reportan esta unidad como una secuencia de pizarras.

El Grupo San José en el área de estudio está expuesto principalmente en la margen derecha del río Apurímac y afluentes como río Pichari, Quimbiri, Chirumpiari, Maquete (hoja de San Francisco), del mismo modo aflora en las nacientes de los ríos Picha, Mantalo (hoja de Río Picha), río Quimbiri (hoja de Llochegua).

En las quebradas de Chirumpiari y Quimbiri se tiene la mejor exposición, debido a su accesibilidad y a la presencia de fósiles. Litológicamente en el Grupo San José se puede diferenciar dos unidades, una inferior constituida por una secuencia homogénea de pizarras ampelíticas, en capas delgadas tabulares, característicamente con laminación interna paralela, con fuerte fracturamiento y que tiene algunos niveles de filitas y con una foliación ligeramente marcada. Esta secuencia presenta una coloración característicamente oscura, con pátina por oxidación de la pirita diseminada (Foto N° 4.8.)

En sección delgada en las pizarras del Grupo San José se puede observar la orientación bien marcada de las micas en una matriz arcillosa, que indicaría el grado de foliación de estas rocas (Microfoto N° 4.8).

La unidad superior del Grupo San José, está constituida de una secuencia de pizarras en capas delgadas con laminación interna paralela, intercalada con capas delgadas a medianas tabulares de areniscas de color beige a gris oscuro, de grano fino, con presencia de fósiles. En la margen derecha del río Apurímac a la altura de Naranjal, Limatambo se observan pizarras bastante fisibles, con niveles de areniscas en capas delgadas y algunos lentes de

areniscas de grano fino. Al igual que en el nivel inferior, esta secuencia presenta conspícuamente una diseminación de pirita, que genera una pátina de color amarillo-rojiza como consecuencia de la alteración de estos sulfuros. (Foto N° 4.9).

Por su litología esta unidad presenta una morfología suave, excepto cuando las capas alcanzan alto buzamiento, en los cortes de quebradas y valles profundos se forman gargantas y escarpas casi verticales e incluso ocasionan zonas de inestabilidad por la baja competencia de la roca, esto se observa aguas arriba del río Apurímac a la altura de Limatambo, Naranjal.

El Grupo San José subreyace en discordancia angular, en muchos casos con fallamiento inverso de alto ángulo al basamento metamórfico del Neoproterozoico, e infrayace aparentemente en concordancia a la Formación Sandia.

El grosor que se estima al Grupo San José es de 2 000 m, pero los afloramientos hacia el lado occidental se adelgazan, tal como se observa en las quebradas Quimbiri, Maquete y Chirumpiari, alcanzan grosores de 1 000 m.

Esta unidad por su posición estratigráfica y abundante contenido fosilífero se le data desde el Arenigiano al Llanvirniano que corresponden al Ordoviciano inferior.

Los fósiles que a continuación se reportan fueron estudiados por M. Aldana del departamento de Paleontología del INGEMMET:

Didymograptus cf. *D. sagatticaulis* GURLEY.
Edad Llanvirniano LLandeiliano
Dydimigraptus serratulus (HALL).
Edad Llanvirniano LLandeiliano
Hoekaspis megacantha (LEANZA).
Edad Llanvirniano
Phyllograptus angustofolius (HALL).
Edad Llanvirniano
Hoekaspis cf. *H. matacensis* (HOEK).
Edad Llanvirniano
Synhomalonotus cf. *S. tristani* (BRONGNIART).
Edad Ordovícico inferior
Bergamia sp
Edad Arenigiano Llanvirniano inferior
Dinorthis sp.
Edad Arenigiano Llanvirniano inferior
Orthis sf. *O. swanensis* (ULRICH & COOPER).
Edad Llanvirniano
Multicostella cf. *M. semiculata* (COOPER)

Foto Nº 4.8 Vista parcial del Gpo. San José, donde se observa la secuencia de pizarras característicamente laminar, con pátinas de óxido de Fe y presencia de pirita, localizado en la Qda. Quimbiri.

Foto Nº4.9 Secuencia de pizarras fuertemente fracturadas con diseminación de pirita del Gpo. San José, localizado en la margen derecha del río Apurímac frente a El Naranjal.

Edad Llanvirniano
Pigidium de un Trilobite ind.
Edad Llanvirniano
Quadrilobella cf. *Q. recta* (IVANOVA)
Edad Llanvirniano Llandeilliano
Harknessella sp.
Edad Llanvirniano Llandeilliano
Sowerbyella sp.
Edad Llanvirniano Llandeilliano
Glossograptus ciliatus (EMMONS)
Edad Llanvirniano superior
Didymograptus cf. *D. muschisoni* (BECK)
Edad Llanvirniano superior
Climacograptus ruedemanni (STEINMANN)
Edad Llanvirniano superior

La mayoría de éstos corresponde al Llanvirniano inferior de ambiente marino pelágico.

Estratigráficamente predomina la secuencia superior del Grupo San José de acuerdo con los datos paleontológicos, por lo que se correlacionaría con la Formación Purumpata en la Cordillera Oriental del sur del Perú, Formación Contaya del Oriente Peruano y en Bolivia con la Formación Capinota del Llanvirniano de Bolivia.

Según las evidencias paleontológicas, esta unidad se habría depositado desde el Llanvirniano posiblemente hasta el Caradociano inferior.

4.2.2 FORMACIÓN SANDIA

Nombre dado por LAUBACHER G. (1973) a una secuencia de cuarcitas y pizarras que afloran en el valle del río Sandia y en la Cordillera Oriental.

En el área de estudio afloran en la margen derecha del río Apurímac, cuadrángulos de San Francisco, Llochegua y en el S y SO del cuadrángulo de Río Picha formando parte del anticlinorio del bloque de Pichari-Cielo Punku. Esta unidad morfológicamente es bien conspícua debido a su competencia, siendo un nivel guía en las interpretaciones en las imágenes de satélite, fotografías aéreas y en el campo, presenta estructuras continuas de carácter regional.

Las mejores afloramientos y más accesibles se localizan a lo largo de la margen derecha del río Apurímac siguiendo un rumbo NO, que corresponde a parte del flanco oeste

del anticlinorio tal como se observa en la Foto N° 4.10. Así mismo en la quebrada Quimbiri, Maquete y al NO de San Martín, (cuadrángulo de San Francisco). También en las cabeceras del río Picha, en el cuadrángulo del mismo nombre, se pudo diferenciar dos miembros:

4.2.2.1 Miembro Inferior

Constituye hacia la base un paquete conspícuo y resistente de cuarcitas de color gris claro, a blanquecino, en capas gruesas y medianas, tabulares, que varían en grosor desde 1 a 0.2 m, de grano fino a grueso, como se observa alrededor del poblado de Roca (Foto N° 4.11). Presentan estructuras sedimentarias de estratificación sesgada de mediana y pequeña escala de bajo ángulo. Se intercala con arenisca micácea con laminación interna paralela, en capas delgadas y se presentan en forma muy subordinada. Hacia el tope predomina una intercalación de capas delgadas de cuarcitas gris oscura, verde grisácea y gris clara, de grano fino, en capas de contacto ondulante y niveles lenticulares de arenisca producto de las estructuras de sobrecarga.

Este miembro inferior presenta con mayor frecuencia vetillas y vetas de cuarzo lechozo y alguna capas con presencia de micas.

A esta secuencia se le estima un grosor aproximado de 700 m e infrayace en aparente concordancia al Grupo San José.

4.2.2.2 Miembro Superior

La secuencia superior de la Formación Sandia está representada por una intercalación de areniscas y cuarcitas de grano fino de colores que varían de gris claro a gris oscuro y blanquecinos en capas delgadas a medianas tabulares, de contacto ondulante y de 2 a 20 cm de grosor. Limolitas con estratificación interna paralela y un nivel delgado de calizas espáticas, con cristales de calcita espática recristalizada. Hacia la parte superior se intercala cuarcitas, limolitas y areniscas de grano fino en capas delgadas y en el tope un paquete conspícuo de areniscas en capas gruesas. El grosor estimado en el río Picha es de 800 m.

En la Formación Sandia, del área de estudio, no se han reportado evidencias paleontológicas, pero se le estima una edad del Ordoviciano superior al Caradociano por su posición estratigráfica, ya que suprayace al Grupo San José e infrayace a la Formación Ananea en la parte oriental del área.

Un estudio petrográfico en sección delgada evidencia una textura con escasos granos subredondeados de cuarzo y feldespatos en una matriz microgranular de cuarzo, feldespatos,

micas y anfíboles. El mineral principal es el cuarzo, los minerales accesorios son feldespatos, sericita, carbonatos, opacos, zircón, rutilo, limonitas y arcillas. Además se observa granos de cuarzo con inclusiones de rutilo en forma de agujas con tamaños de 60 micrones (Microfoto N° 4.9)

Se correlaciona con la Formación Calapuja inferior del Altiplano del sur del Perú y con la Formación Mizqui y Formación Amutara de Bolivia (LAUBACHER, 1977).

Según MAROCCO R. (1978), el ambiente regional de sedimentación es marino sílico-aluminoso del Arenigiano-Llanvirniano (Grupo San José) y luego continua una sedimentación marina detrítica atribuida al Caradociano (Formación Sandia).

4.2.3 FORMACIÓN ANANEA

Nombre asignado por LAUBACHER G. (1973), a una gruesa y continua secuencia pizarrosa, pelítico-samítica, que aflora en la localidad del mismo nombre al NE del departamento de Puno, formando parte de la Cordillera Oriental, la cual se prolonga a Bolivia donde se le conoce como Cordillera Real.

En el área de estudio esta unidad aflora como una gruesa secuencia de pizarras, pizarras-limolíticas y areniscas cuarzosas muy subordinadas en capas delgadas.

Las pizarras afloran principalmente en el extremo sur del cuadrángulo de Río Picha y se prolongan hacia la hoja de Llochegua; en la quebrada Manogali y quebrada Toro Bravo, se tienen las mejores exposiciones y su acceso es factible. En esta zona la secuencia está fuertemente plegada formando anticlinales y sinclinales apretados.

La Formación Ananea morfológicamente se caracteriza por presentar relieves suaves con buena cobertura, en muchos casos inestables debido a las pendientes pronunciadas y la constante deforestación que originan deslizamientos.

En la quebrada Toro Bravo (cuadrángulo de Río Picha), afloran esta unidad formando parte del núcleo del anticlinal y consiste de pizarras, limoarcillitas pizarrosas y pizarras micáceas de colores gris oscuros, gris azulados y negros, distinguiéndose por una marcada foliación paralela a la estratificación preferentemente y una meteorización esferoidal tal como se muestra en la Foto N° 4.12. Presenta pátinas de óxidos como consecuencia de la alteración de los sulfuros de Fe que se encuentran diseminados. Además se observa intercalaciones de capas delgadas de 5 a 10 cm de areniscas de grano fino con pizarras. Las areniscas presentan estructuras sedimentarias de estratificación sesgada y laminación interna de pequeña escala. Hacia el tope de esta unidad se observa una secuencia continua de pizarras, cuan-

do están muy deformadas, en algunos niveles, los rasgos de estratificación han desaparecido y se ha desarrollado una marcada foliación, ligeramente discordante.

En sección delgada se puede observar, limoarcillitas pizarrosas con una ligera orientación, y la presencia de minerales de cuarzo, micas, limonitas, en sectores con predominio de las micas. (Microfoto N° 4.10)

La Formación Ananea suprayace a la Formación Sandia aparentemente en concordancia e infrayace a la secuencia samítico-pelítica de la Formación Cabanillas en una ligera discordancia. En algunas áreas sus relaciones de contacto infra y suprayaciente son por lo general de falla inversa. El grosor es aproximadamente de 1 200 m, medido en el cuadrángulo de Chuanquiri (UNSAAC) y cuya estructura se prolonga al área de trabajo.

En el área de estudio no se han encontrado evidencias paleontológicas, pero los estudios realizados por la UNSAAC reportan en la misma secuencia briozoarios y equinoideos como *Rhombopora* sp., *Penniretepora* sp., *Fistulipora* sp., *Fenestellidae* indeterminada, cuyos rangos de edad van desde el Siluriano al Permiano. Del mismo modo MAROCCO (1978), ha reportado en la misma secuencia (hoja de Quillabamba) quitinozoarios y escolenodontes devonianos. En tal sentido la edad que se asume para la Formación Ananea es del Silúrico-Devoniano inferior.

Esta unidad se le correlaciona con la Formación Chagrapi del Altiplano (KLINCK, B., PALACIOS, O. 1993); con la Formación Urcos, del cuadrángulo del Cusco (MENDÍVIL & DÁVILA) y con las formaciones Vila Vila y Santa Rosa de Bolivia.

4.2.4 GRUPO CABANILLAS

Fue definido en el sur del Perú como grupo por NEWELL (1949). PALACIOS O., et. al (1993) vuelve a definirlo como grupo, esta vez incluyendo las formaciones Chagrapi y Lampa, del Siluro-Devónico respectivamente.

En el área de estudio el Grupo Cabanillas se encuentra bien expuesto en el cuadrángulo de San Francisco, principalmente en las riberas del río Apurímac en el cuadrángulo de Llochegua aflora en el río Quimbiri y en la hoja del Río Picha se encuentra más completo principalmente a lo largo de la quebrada Manogali. Esta unidad se prolonga al sur formando parte del sinclinorio.

Foto Nº 4.12 Vista parcial de la secuencia de pizarras característicamente laminar de la Formación Ananea, localizada en la Qda. Toro Bravo, afluente de la margen izquierda del río Manogali, cuadrángulo de Río Picha.

El Grupo Cabanillas se caracteriza por una intercalación de capas delgadas que van de 5 a 20 cm de areniscas y limolitas, diferenciándose dos miembros en la quebrada Manogali.

4.2.4.1 Miembro Inferior

Esta secuencia consiste de una alternancia de areniscas cuarzosas y limolitas pizarrosas. Los niveles psamíticos son de grano fino en capas delgadas y tabulares que van de 5 a 20 cm, de color gris claro, verde grisáceo; se observaron algunas capas lenticulares (Foto N° 4.13) de areniscas gris claras. En menor proporción alternan las limolitas pizarrosas, estratificadas en capas delgadas característicamente laminares de color negro y beige con presencia de micas. A esta unidad se le estima un grosor de 200 m, (Foto N° 4.14). Su sección inferior aflora en la parte occidental del área, en el trayecto de San Francisco a Pichari, en la quebradas Uviato, Omaya, donde consiste de una secuencia preferentemente de areniscas cuarzosas de grano fino con presencia de micas, de color gris oscuro a gris claro en capas delgadas, que alterna esporádicamente con areniscas de capas gruesas a medianas y limolitas pizarrosas de capas delgadas con laminación interna paralela. Se observa también estructuras sedimentarias en los niveles pelíticos de ondulitas simétricas de pequeña escala. (Foto N° 4.15)

4.2.4.2 Miembro Superior

La miembro superior de la unidad hacia la parte oriental consiste de una intercalación de limolitas pizarrosas de color negro característicamente laminar, micácea y en menor proporción niveles delgados de arenisca cuarzosa con estructuras sedimentarias de estratificación sesgada en pequeña escala. En el sector occidental del área que comprende el trayecto de San Francisco a Santa Rosa, esta secuencia principalmente consiste de limolitas pizarrosas en capas delgadas de color negro, fuertemente fracturadas generando una disyunción en lápiz. Además esta secuencia presenta una superficie alterada de una coloración amarillenta bien característica. (Foto N° 4.16)

El estudio petrográfico de las areniscas y limolitas pizarrosas muestra lo siguiente:

- Limolita pizarrosa, con abundantes micas y cuarzo, escasos minerales opacos, pequeñas capas alteradas a arcillas, un bandeamiento ligeramente marcado, con cierta orientación de los minerales (Microfoto N° 4.11).

- Areniscas cuarzosas micáceas, de color gris, con minerales esenciales de cuarzo y micas, el 80% de fragmentos son redondeados, las micas se presentan orientadas, así como las cloritas y limonitas. (Microfoto N° 4.12).

A la secuencia en su conjunto se le estima un grosor de 1 500 m. El Grupo Cabanillas en la parte oriental suprayace en concordancia a la Formación Ananea e infrayace en aparente concordancia al Grupo Tarma, mientras que en la parte occidental está en contacto fallado a la Formación Sandia e infrayace al Grupo Copacabana tal como se observa en el río Ene a la altura de Valle Esmeralda y en el río Quimbiri. En el estudio realizado por la UNSAAC, en la misma secuencia se reportan algunos datos paleontológicos como bivalvos *Modiomorpha* cf. *M.* concéntrica (CONRAD) y *Nuculana* cf. N. *inorata* (SHARPE), y braquiópodos de las especies de *Capularostrum* cf. *C. macrosta* (BOUCOT) y *Tropidoleptus carinatus* (CONRAD) del Devoniano medio (ALDANA M.), sobre la base de estos datos se le asigna una edad del Devoniano medio a superior.

4.2.5 GRUPO AMBO

Nombre dado por NEWELL, N; CHRONIC, J. y ROBERTS, T. (1949) a una secuencia cuya localidad típica se encuentra en los alrededores de Ambo en el departamento de Huánuco. En el sur del Perú fue descrita por KLINCK y PALACIOS O. et al. 1993 en los cuadrángulos de Puno, LÓPEZ J.C. et al. en el cuadrángulo de Huanta (1996), CÁRDENAS J, CARLOTO V. en los cuadrángulos de Chuanquiri y Pacaypata (1997).

El Grupo Ambo consiste de una secuencia clástica samito-pelítica y de ambiente continental que sobreyace en aparente continuidad sobre la secuencia pizarrosa de la Formación Cabanillas, al igual que las secuencias anteriores el Grupo Ambo conforma parte de los flancos del gran anticlinorio de Vilcabamba con un grosor estimado en 1500 m.

Aflora en forma regular a lo largo de la margen izquierda del río Apurímac, en la desembocadura del río Mantaro y parte del río Ene (hoja de Llochegua), prolongándose hacia el NO, para luego hacer un giro en dirección NE (hoja de Río Picha) y muy subordinadamente aflora en el extremo NO del cuadrángulo de San Francisco.

Se ha podido diferenciar dos unidades: inferior y superior, la secuencia inferior consiste principalmente de una intercalación de areniscas cuarzosas, micáceas, de grano fino, de color gris oscuro, estratificadas en capas delgadas, intercaladas con limolitas pizarrosas micáceas en capas delgadas, característicamente laminar (Foto N° 4.17), con estructuras sedimentarias de ondulitas simétricas de pequeña y mediana escala (Foto N° 4.18), con niveles de lutitas carbonosas en capas delgadas. En el río Quimbiri se observa un bloque de conglomerados polimícticos, posiblemente en la base de esta unidad (Foto N° 4.19).

Foto Nº 4.13 Secuencia de areniscas en capas lenticulares de color gris claro, grano fino intercaladas con pizarras en capas delgadas del Gpo. Cabanillas, localizada en el Pte. Manogali. Hoja de Río Picha.

Foto Nº 4.14 Vista parcial del Gpo. Cabanillas, en las márgenes del río Manogali, muestra una intercalación de pizarras y areniscas en capas delgadas (hoja de Río Picha).

Foto Nº 4.15 Vista parcial de la intercalación de capas delgadas de areniscas y limolitas laminar- tabulares del Gpo. Cabanillas, localizado en la carretera San Francisco-Jatun Rumi.

Foto Nº 4.16 Secuencia superior del Gpo. Cabanillas, consta de pizarras con fuerte fracturamiento característicamente laminar, con disyunción en lápiz, localizado en la carretera San Francisco- San Agustín-Santa Rosa.

La secuencia superior del Grupo Ambo es predominantemente pelítica, en el río Parotori se tiene limolitas pizarrosas en capas delgadas, con laminación interna paralela y limolitas carbonosas intercaladas con algunas capas delgadas de arenisca de grano fino, de color gris oscuro, con estratificación sesgada de pequeña escala. De igual forma próximo al poblado de Rosario de Acón (hoja de San Francisco) se tiene a una secuencia conspícua de limolitas carbonosas (Foto N° 4.20) que se intercalan con areniscas y pizarras, con restos de plantas, además de un alto contenido de azufre.

Un el estudio de sección delgada tiene las siguientes características:

Areniscas cuarzosa sub feldespática, con abundantes granos de cuarzo y en menor cantidad feldespatos, biotita, sericita y opacos, todos estos minerales son de forma subangulosa. Se observan los cristales fracturados por presión, abundante limolitas con cordierita con inclusión de micas. El cuarzo está presente en 80%, ferromagnesianos 5%, feldespatos 5% y matriz 10%. (Microfoto N° 4.13). La roca madre es metamórfica.

El Grupo Ambo infrayace en concordancia al Grupo Tarma-Copacabana.

Sobre la base de la identificación de los siguientes fósiles por ALDANA M.

Tallos de probable *Rhacopteris* sp.
Rhodea sp.
Sphenopteris cf. *S. White* (BERRY)
Rhodea sp.,

y teniendo en cuenta su posición estratigráfica se asume una edad misisipiana y un ambiente continental.

4.2.6 GRUPO TARMA

Es una secuencia pelítico-samítica calcárea denominada así por DUNBAR G., NEWELL N. (1946), en el Perú Central.

LÓPEZ J.C. et al. (1996) en el noreste el cuadrángulo de Huanta describe una secuencia similar, que se prolonga a la hoja de San Francisco, como una faja gruesa de 10 a 15 km de ancho y al sur hacia la hoja de San Miguel, MAROCCO R. (1996). También aflora hacia la parte oriental del área cuyas características litológicas corresponden a otro ambiente de sedimentación.

En general la morfología que presenta es relativa dependiendo de la posición y buzamiento de las capas, ya que pueden mostrar morfología suave o abrupta. La cobertura que se forma tiene un desarrollo moderado dando coloraciones gris oscuras, beiges y en algunos casos brunáceas.

En la parte occidental del área comprendida en el trayecto de San Miguel a Llaclla y de Tambo a Husmay, se observa gran parte de una gruesa y continua secuencia de limoarcillitas recristalizadas o corneanas de color negro, característicamente laminar, estratificadas en capas gruesas a medianas de aspecto macizo, que se intercalan con calizas micríticas y espáticas de un color negro, de formas tabulares y lenticulares en capas gruesas (Foto N° 4.21), además horizontes de areniscas calcáreas. Hacia la parte media y superior se tiene una predominancia de calizas espáticas, negras en capas gruesas, con diseminación de pirita y en menor proporción limolitas macizas, el grosor estimado en la parte occidental supera los 1 000 m.

En la parte oriental del área de estudio, específicamente en las quebradas del río Mantalo y Parotori, aflora gran parte del grupo y se le puede separar hasta tres secuencias.

La secuencia inferior constituida por una intercalación de areniscas rojizas de grano medio en capas gruesas y subordinadamente de capas delgadas de areniscas verdes, que presentan estructuras sedimentaria de estratificación sesgada de gran escala. A toda esta secuencia se le estima un grosor de 20 m.

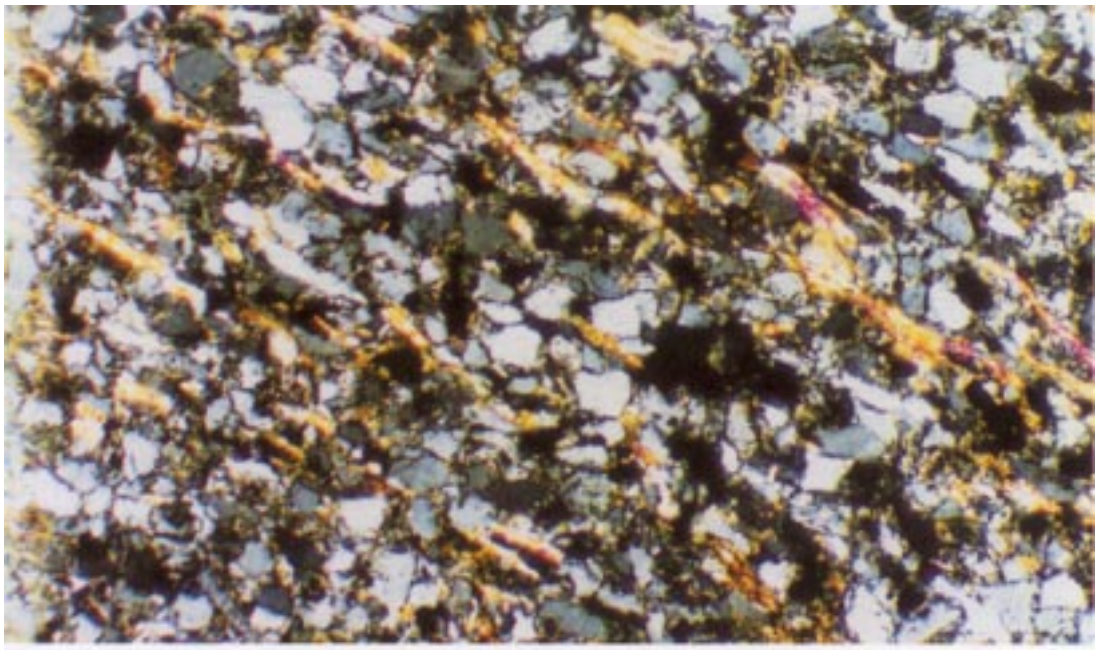
La parte media de la secuencia se caracteriza por presentar un conjunto de capas delgadas de limoarcillitas gris oscuras con laminación interna paralela y algunos niveles delgados de arenisca de grano fino de color biege. El grosor de esta secuencia es de 30 m.

La secuencia superior es la que tiene mayor representatividad, consiste de una intercalación de areniscas cuarzosas de grano medio a grueso en capas gruesas de aspecto macizo con estratificación sesgada de mediana y gran escala (Foto N° 4.22) con areniscas calcáreas en capas gruesas gris claras a beige y calizas en capas delgadas fosilíferas. Al tope de esta secuencia el grosor de las capas de arenisca disminuye y predominan las calizas areniscosas en capas gruesas (Foto N° 4.23).

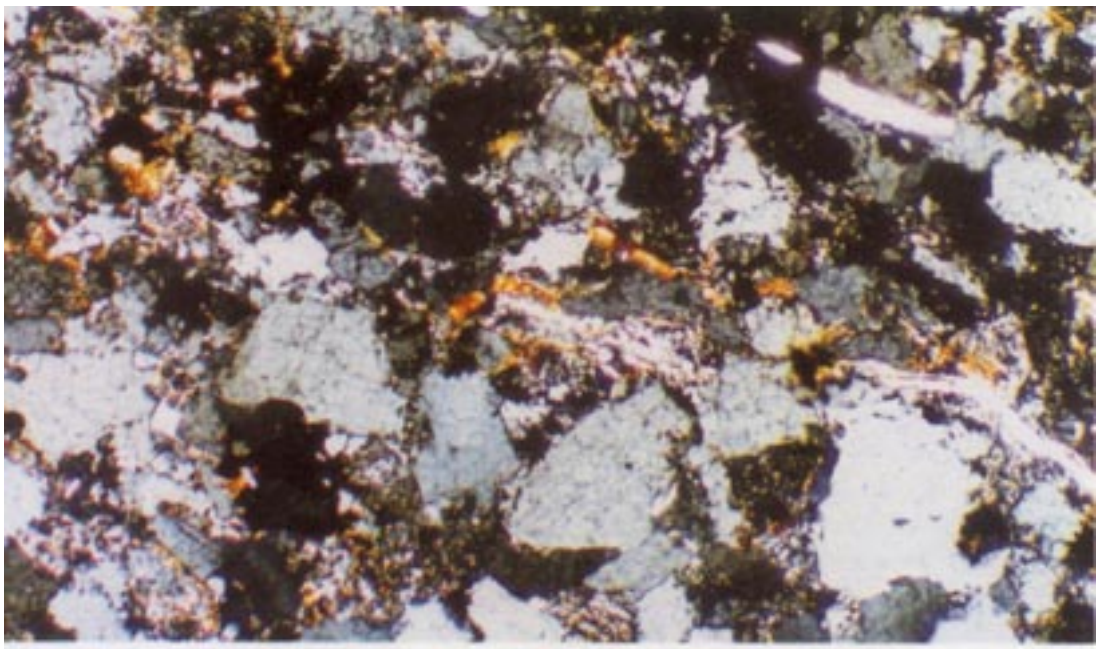
En el estudio en secciones delgadas de muestras de arenisca se tiene lo siguiente:

- Arenisca limonítica, con granos de cuarzo bien desarrollados, fragmentos de cuarcita subredondeada y óxidos de Fe. La matriz es arcillosa con presencia de materia orgánica.

- Arenisca verde, con granos de cuarzo, feldespatos subangulosos a angulosos en una matriz de sericita (Microfoto N° 4.14).



Microfoto Nº4.12 Sección delgada de una arenisca cuarzosa-micácea pizarrosa del Gpo. Cabanillas muestra (Sf-980402) recolectada en Fortaleza al SE de San Francisco. Se aprecia una textura areniscosa relíctica con orientación de las micas y cloritas. (x 150).



Microfoto Nº4.13 Sección delgada de una arenisca cuarzosa subfeldespática del Gpo. Ambo, de una muestra de la Qda. Los Pongos, en las inmediaciones del río Mantalo. Abundantes granos de cuarzo subanguloso, en algunos casos suturados por presión, además de feldespatos y limos con inclusiones de micas. (x 150).

Foto Nº 4.17 Vista parcial de la secuencia de areniscas y limolitas pizarrosas del Gpo. Ambo en la margen derecha del río Quempiri, hoja de Llochegua, nótense las capas delgadas característicamente laminares.

Foto Nº 4.18 Estructura sedimentaria característica del Gpo. Ambo, donde se tienen ondulitas simétricas de pequeña a mediana escala, próximo al poblado de Rosario de Acón (hoja de San Francisco).

Foto Nº4.19 Bloques de conglomerados de hasta 3 m de diámetro localizados en el lecho del río Quempiri, próximo a los afloramientos del Gpo. Ambo, posiblemente de la base.

Foto Nº4.21 Secuencia continua de limolitas negras en capas gruesas tabulares y niveles lenticulares del Gpo. Tarma, en la carretera a Husmay, hoja de San Francisco.

Foto Nº4.22 Secuencia de areniscas del Gpo. Tarma, color gris claro a verde grisáceo en capas gruesas con estratificación sesgada de gran escala y laminación interna paralela, aflora en la Qda. Mantalo, hoja de Río Picha.

Foto Nº 4.23 Secuencia superior del Gpo. Tarma donde las capas de arenisca verde son más delgadas y las areniscas calcáreas predominan en capas gruesas y niveles de calizas con fósiles, localizado en el río Parotori, hoja de Río Picha.

Los contactos infra y suprayaciente son concordantes con los grupos Ambo y Copacabana, respectivamente.

Las características de sedimentación indican que se ha depositado es un ambiente proximal de la plataforma marina.

En los ríos Mantalo y Parotori se reportaron los siguientes fósiles, los cuales fueron estudiados por ALDANA M. (INGEMMET):

- *Linoproductus cora* (DORBIGNY)
- *Neospirifer cameratus* (MORTON)
- *Kozlouskia capaci* (DORBIGNY)
- *Phricodothyris guadalupensis peruensis* (CHRONIC)
- *Hustedia* cf. *H. sicuaniensis* (CHRONIC)
- *Composita* cf. *C. subtilita peruviana* (CHRONIC)
- *Wilkingia* cf. *W. Barringtoni* (THOMAS)
- *Hustedia* sp.

Además AGRAMONTE J. (1979) colectó especies similares como *Productus semireticulatus* y *Linoproductus cora* en la localidad de Huatuscalla (hoja de Huanta); todas las evidencias paleontológicas encontradas y la posición estratigráfica, sugieren que el Grupo Tarma debe haberse depositado durante Pensilvaniano-Carbonífero superior.

4.2.7 GRUPO COPACABANA

DOUGLAS J. (1914) describió como tal a una secuencia calcáreo-pelítica que aflora en los alrededores de la península de Copacabana, en el lago Titicaca. Posteriormente KING (1930) lo asigna al Permiano inferior; a su vez CABRERA LA ROSA A. y PETERSEN G. (1936) la describen como Formación Copacabana. DUNBAR y NEWELL N. (1946) la elevan a la categoría de grupo y LÓPEZ J.C. (1996), describe a la misma secuencia en el cuadrángulo de Huanta

En 1953, NEWELL N. CHRONIC J. y ROBERTS T., establecen 4 zonas de fusulínidos en la unidad:

Zona de Silvaseptopora, zona de Tritictes opimus, zona de Pseudoschwagerina uddeni y zona de Parafusulina.

Una de las características más resaltantes de esta unidad es su expresión morfológica, por cuanto presenta escarpas verticales con una marcada estratificación en capas gruesas y generan un suelo de color amarillento.

Otra característica son las superficies cársticas y el replegamiento discontinuo en el área cordillerana, específicamente en los alrededores de Llaclla, Usmay y Chiquintirca.

Al SO del área de estudio (cuadrángulo de San Francisco) las exposiciones son muy aisladas y pequeñas, de poca continuidad, replegadas y siguen una dirección andina (Foto N° 4.24). Por razones de escala y escasa accesibilidad el cartografiado se generaliza como Grupo Tarma-Copacabana.

En el cuadrángulo de San Francisco los afloramientos en gran parte obedecen a núcleos de los sinclinales, litológicamente son calizas en capas gruesas de color gris oscuro, de textura micrítica y en menor proporción calizas espáticas, de aspecto macizo, además se tiene niveles de dolomías y caliza areniscosas. En el tramo de Guayaquil a Rosario de Acón aflora una secuencia de calizas espáticas de color gris claro a oscuro, en capas gruesas a medianas, tabulares intercalándose con capas delgadas de limoarcillitas calcáreas con laminación interna paralela (Foto N° 4.25), atravesadas por vetillas de calcita. En esta zona no se encontró evidencias paleontológicas.

En los cuadrángulos de Llochegua y Río Picha se tiene la mejor exposición de a esta unidad con afloramientos contínuos de carácter regional, y con la presencia de fósiles. El grosor aproximado es de 1 000 m, en las quebradas Quimbiri y Parotori donde se pudo definir dos subunidades, inferior y superior.

La secuencia inferior está constituida por calizas micríticas de color gris oscuro, estratificadas en capas gruesas a medianas, de forma tabular y lenticular, que se intercalan con horizontes de calizas recristalizadas, dolomitas en capas gruesas, calizas bioclásticas y areniscas calcáreas de capas gruesas a medianas (Fotos N° 4.26, 4.27). Además subordinadamente se tienen capas delgadas de limoarcillitas calcáreas de color gris, con laminación interna paralela, y presencia de vetillas entrecruzadas de calcita.

Por ser la base se puede observar la relación estratigráfica en posición concordante sobre el Grupo Tarma, con una secuencia de calizas micríticas a espáticas en capas gruesas de 0.50 a 1 m color gris oscuro, en superficie alterada presenta una coloración beige a gris claro.

La secuencia superior consta de una intercalación de calizas micríticas de color gris oscuro a gris claro en capas gruesas que van de 30 a 40 cm, de forma tabular, de contacto ondulante y limoarcillitas calcáreas característicamente laminar, de color beige y gris oscuro en capas delgadas (Foto N° 4.28). En la parte superior del Grupo Copacabana se halla una secuencia bioclástica, con intercalaciones de areniscas calcáreas ferruginosas en capas delgadas a medianas.

Foto Nº4.24 Vista panorámica del Gpo. Copacabana, replegado en capas gruesas de calizas micríticas formando parte del núcleo de los sinclinales, se localiza al N de Llaclla (hoja de San Francisco).

Foto Nº4.25 Vista parcial del Gpo. Copacabana de calizas espáticas, capas gruesas y niveles de limoarcillitas calcáreas, localizado al E del poblado de Rosario de Acón (hoja de San Francisco).

Foto Nº 4.26 Secuencia inferior del Gpo. Copacabana, calizas espáticas areniscosas en capas gruesas, con fósiles, río Quempiri (Llochegua).

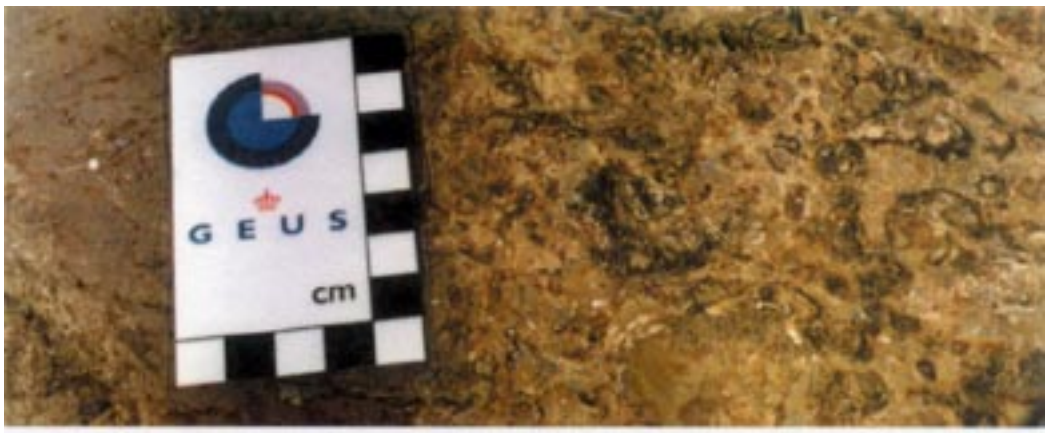


Foto Nº 4.27 Caliza bioclástica del Grupo Copacabana localizado en la Qda. Parotori (hoja de Río Picha).

Foto Nº 4.28 Parte superior del Gpo. Copacabana, intercalación de calizas micríticas con limoarcillitas calcáreas en la margen derecha del río Ene. (Este de la hoja de Llochegua).

De acuerdo al estudio petrográfico se tiene:

Caliza recristalizada, de textura espática con mineral esencial de calcita, minerales accesorios de cuarzo, feldespatos, cloritas, opacos, limonitas, donde se observa fragmentos o clastos de origen metamórfico a veces alterando a cloritas, el cuarzo se presenta también en agregados con bordes recristalizados o como fragmentos con extinción ondulante, los opacos están alterados por las limonitas, los que también rellenan intersticios. Ocurren restos fósiles remplazados por carbonatos (Microfoto N° 4.15)

En el contacto superior, en unos casos se observa una ligera discordancia y en otros un paso gradual a las areniscas rojizas de la Formación Río Tambo.

La secuencia del Grupo Copacabana en general es fosilífera; tanto en la secuencia inferior como en la superior de donde se han recolectado fósiles que fueron estudiados por ALDANA M. (INGEMMET :

- *Waagenoconcha* cf. *W. Humboldti* (DORBIGNY).
- *Derby* a sp.
- *Composita* .
- Braquiópodo ind.
- *Neospirifer cóndor* (DORBIGNY).
- *Hustedia* cf. *H. meridionalis* (CHRONIC)
- *Derbya* cf. *D. buchi* (DORBIGNY)
- *Leptagonia* sp.
- *Neospirifer cameratus* (MORTON)
- *Sterochia inca* (DORBIGNY).
- *Linoproductus* sp
- *Lophophyllidium* sp.
- *Phricodothyris* cf. *P. perplexa* (Mc CHESNEY)
- Artículos de Crinoideos

De acuerdo al estudio son mayormente braquiópodos y moluscos que nos indican el ambiente marino bentónico donde se depositó esta secuencia.

NEWELL N. et al. (1953), reporta en el Cerro Razuhuilca gran cantidad de fauna, así mismo LÓPEZ J.C. (1996) en la hoja de Huanta en una secuencia similar reporta especies como *Neospirifer cóndor, Stereochia inca, Composita subtilita peruviana, Dervya* sp., *Punctospirifer patulus, Paleotextularia* sp *y* variedad de briozoarios como *Fenestrellina* cf. *F. picchuensis, Polypora splissa, Rhombopora* sp., *etc.* Esta fauna, permite asignarle a la parte inferior una edad wolfcampiana, y a la parte superior leonardiana.

4.2.8 FORMACIÓN RÍO TAMBO

Esta unidad fue descrita por los petroleros (inédito) y posteriormente por LEÓN W. (en edición), quien la define y le asigna el nombre de Formación del Río Tambo, porque su localidad tipo se localiza en las márgenes del río del mismo nombre en la selva central del departamento de Junín.

Esta secuencia en el áreas de estudio aflora en los cuadrángulos de Llochegua (25-o) y Río Picha (25-p).

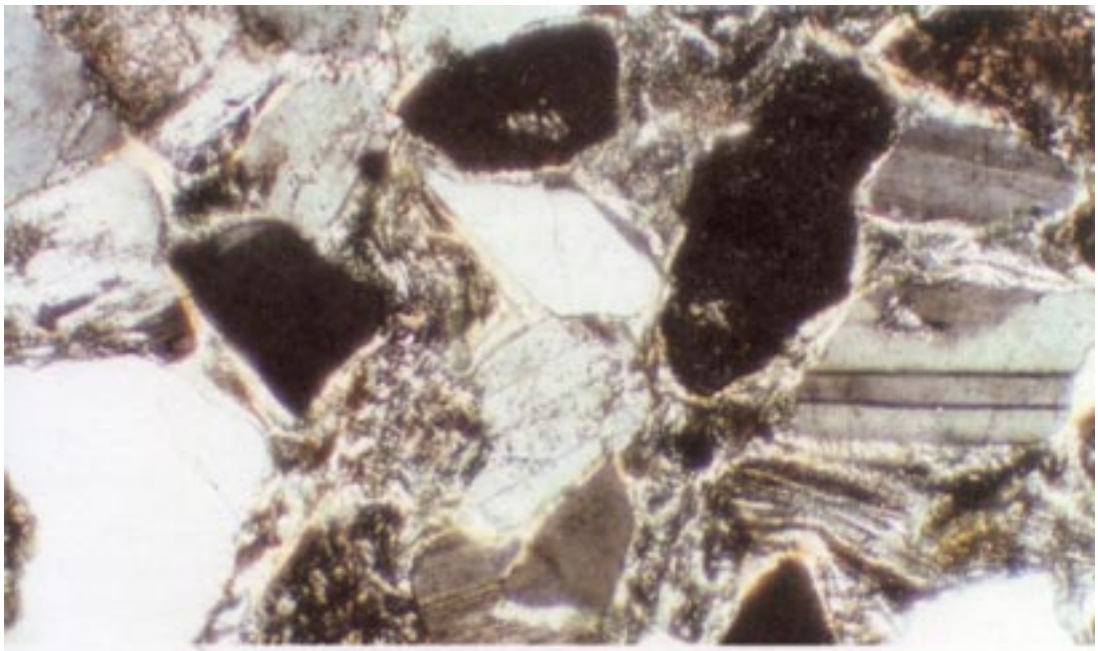
Litológicamente está conformada hacia la base de arenisca de grano medio a fino de color rojizo con una matriz calcárea, en la parte media a superior se observa una intercalación de areniscas arcósicas de grano medio a fino en capas gruesas, con estratificación sesgada de mediana escala. Su color es rojo a pardo, con horizontes de lodolitas rojizas en capas gruesas a medianas, bien compactas de un aspecto macizo. También se observan horizontes de lodolitas calcáreas de color verde con laminación interna paralela. Al norte en la hoja de Llochegua esta unidad presenta una morfología suave, formando pequeñas colinas subredondeadas, con terrenos de suave pendiente debido a las capas sub horizontales o con ligero buzamiento que van de 5° a 15° aproximadamente.

Otra característica bien marcada por la condiciones de clima, es la meteorización de las capas de areniscas y lodolitas a suelos arcillosos dando un color característico marrón rojizo.

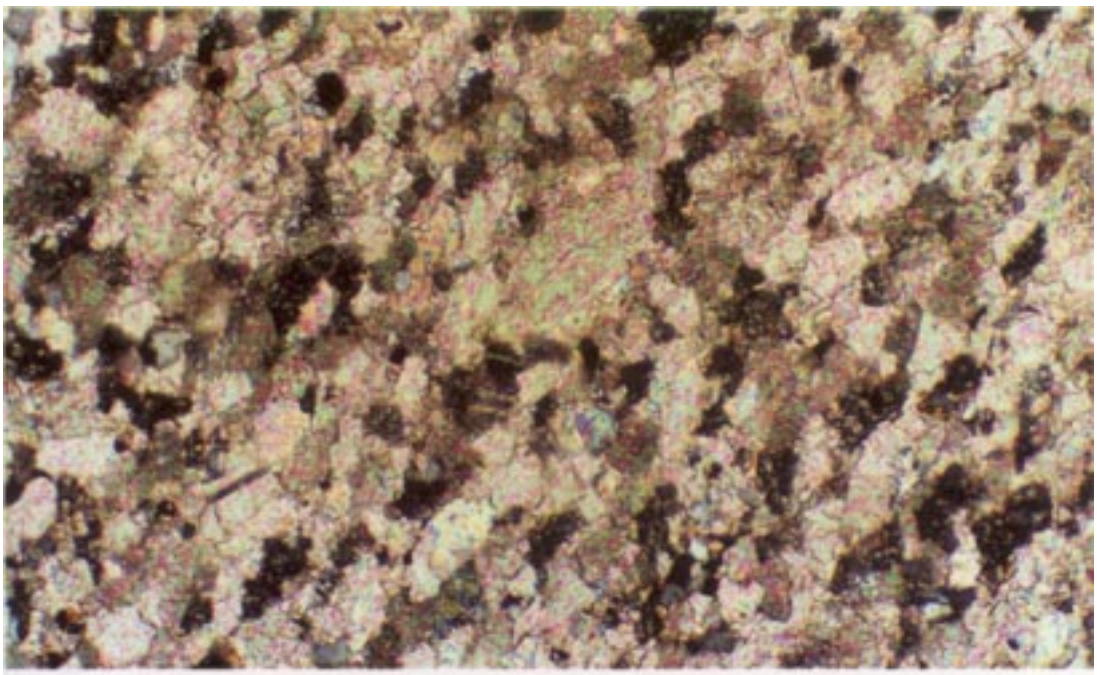
La Formación Río Tambo se encuentra suprayaciendo a la secuencia calcárea del Grupo Copacabana, el paso de una unidad a otra es de forma gradual, por lo que se le denomina secuencia límite e infrayace ligeramente concordante a la secuencia sílicoclástica del Grupo Oriente.

La edad que se le asigna está basada en datos bioestratigráficos por palinología, realizados por geólogos petroleros en el pozo Sepa en la ex Formación Esperanza y la edad que reportan es del Permiano superior.

El grosor que se le estima en el área de estudio es de aproximadamente 100 m. Esta secuencia es típica de un ambiente epicontinental o de mares marginales o lagunares de poca profundidad.



Microfoto Nº 4.14 Sección delgada de la arenisca verde del Gpo. Tarma, muestra (Rp-980717) de la Qda. Los Pongos en las inmediaciones del río Mantalo. Se observan granos de cuarzo y feldespato angulosos en cemento de sericita (x 150).



Microfoto Nº 4.15 Sección delgada de una caliza esparítica del Gpo. Copacabana, muestra (Sf-980454) recolectada en un tramo de la carretera Jano-Calicanto. Se observan clastos de origen metamórfico así como cuarzo en agregados (x 150).

La Formación Río Tambo se correlaciona con una secuencia similar descrita por LAUBACHER G. (1978) al norte del lago Titicaca como una unidad superior del Grupo Copacabana, así mismo MENDÍVIL S. y DÁVILA D. (1994) describen la Formación Yaucat en los cuadrángulos de Cusco y Livitaca, además en los cuadrángulos de Obenteni y Atalaya en la selva central LEÓN W, COSSÍO A. y GARCÍA W. (1997), describen a esta unidad como secuencia superior del Grupo Copacabana.

4.2.9 GRUPO MITU

El Grupo Mitu del Permiano superior, fue definido en el Perú central, por Mc LAUGHLIN, D. (1924), y descrito posteriormente por NEWELL N. et al. (1953), MEGARD F. (1973), MAROCCO R.(1996) en el cuadrángulo de San Miguel y LÓPEZ J.C. (1996) en el cuadrángulo de Huanta.

En el área de estudio el Grupo Mitu se encuentra restringido al extremo SO de la hoja de San Francisco, en la que se describe a un conjunto de depósitos continentales volcánico-detríticos de grosor muy variable.

En el sur del país, el Grupo Mitu tiene un gran desarrollo, sobre todo a lo largo del frente SO de la Cordillera Oriental donde ha sido datado por su situación entre el Leonardiano inferior y el Triásico inferior por KLINCK y otros (1993), quienes además han subdividido a la secuencia volcánico-sedimentaria continental.

El Grupo Mitu sirve como una unidad guía y está relacionado a un período de intensa erosión, que ha dado lugar a la acumulación de una secuencia continental detrítica y volcano-detrítica, que muestra en muchos casos el poco transporte.

Al este de San Miguel, en la quebrada Uras se localiza a esta secuencia, compuesta de areniscas arcósicas de grano medio a grueso de un color rojo, en capas gruesas de hasta 100 cm, (Foto N° 4.29) con un fuerte buzamiento hacia el NE con algunos niveles de conglomerados polimícticos cuyos líticos son principalmente de calizas, pizarras, granitos y cuarcitas.

Hacia el sur (cuadrángulo de San Miguel), se tiene en su mayoria rocas volcánicas de composición riolítica, con fenos desarrollados de cuarzo y feldespatos que se intercalan con niveles de lodolitas.

La morfología que presenta el Grupo Mitu es abrupta, e incluso presenta escarpas sub verticales, otra característica destacable es la coloración rojiza y violácea, que tipifica a las capas y sirve para diferenciarla fácilmente en el campo.

El contenido de fragmentos líticos evidencian la coetaneidad entre el volcánico y la depositación del material clástico.

Los volcánicos del Grupo Mitu se han dividido de acuerdo a criterios mineralógicos y químicos, en alcalinos, peralcalinos y shoshoníticos (KONTAK D.), así mismo pertenecen al magmatismo Arco Interno (CARLIER, 1982; KONTAK D. 1983-84) y según estos autores están relacionados a los procesos de subducción.

El Grupo Mitu sobreyace en discordancia erosional y fallado a las calizas del Grupo Copacabana en la quebrada Uras.

La edad que se le asigna al Grupo Mitu, debido a su relación estratigráfica correspondería al Permiano superior. Según KONTAK D. et al. (1985) las lavas de la Cordillera Oriental tienen un rango de edad por el método Rb-Sr entre 270-210 Ma. Edades similares han sido obtenidas por el método K-Ar entre 245 - 280 Ma para las volcanitas del NO de Bolivia (Mc BRIDE y otros 1983); por otro lado en el altiplano KLINCK B., PALACIOS O. et al. (1993), obtienen una edad K-Ar de 272 Ma para el Grupo Iscay, según estos datos las rocas varían desde el Permiano inferior al Triásico inferior.

La secuencia se correlaciona con el Grupo Mitu de su localidad típica en el Perú central (Mc LAUGHLLIN, D.H. 1924), y con las secuencias volcánicas de similar edad descritas en la Cordillera de Carabaya (LAUBACHER. G. 1978, AUDEBAUD, 1973, LÓPEZ, J.C 1996).

4.3 MESOZOICO

El Mesozoico del área de estudio comprende las cuenca de los ríos Ene y Ucayali donde se expone toda la secuencia clástica del Cretáceo constituida por el Grupo Oriente, la Formación Chonta y la Formación Vivian y, una pequeña cuenca intra andina localizada en el extremo SO del área que comprende el cuadrángulo de San Francisco, donde aflora una secuencia de capas rojas del Cretáceo superior que llega hasta el Paleógeno, denominada Formación Tambo

4.3.1 GRUPO ORIENTE

KUMMEL, B. (1946), describe como Formación Oriente, a unas areniscas que afloran en el río Cushabatay, provincia de Contamana, posteriormente es elevada a Grupo por ZEGARRA J. y OLACHEA J. (1970), dividiéndolo en las formaciones Cushabatay, Esperanza y Agua Caliente.

Foto Nº 4.29 Vista panorámica del Gpo. Mitu hacia el sur, secuencia de areniscas rojizas intercaladas con volcánicos aflorando en la Qda. Uras en el extremo SO del cuadrángulo de San Francisco, se prolonga hacia la hoja de San Miguel.

Esta secuencia sílico clástica, se encuentra aflorando al norte del cuadrángulo de Llochegua, cuyo acceso es bastante limitado y sólo es accesible por los afluentes de los ríos Cutivireni y Quimbiri. En esta área el Grupo Oriente presenta una morfología suave a manera de plataformas, con cornisas bien pronunciadas debido al buzamiento sub horizontal de las capas. En la margen derecha del río Quimbiri el buzamiento de las capas es más pronunciado, debido al cierre periclinal del anticlinorio de Vilcabamba, que a su vez se encuentra fallado.

Del mismo modo al NE del cuadrángulo de Río Picha aflora este grupo en una franja delgada y continua que bordea el flanco de la Faja Subandina, con fuerte buzamiento, formando farallones y escarpas pronunciadas.

Litológicamente, está constituido hacia la base por una delgada secuencia detrítica, con clastos de rocas metamórficas, para continuar con una secuencia contínua de areniscas cuarzosas blanquecinas, de grano fino a medio de buena clasificación, con estratificación sesgada de pequeña a mediana escala, laminación interna paralela, etc. Se intercalan muy esporádicamente limolitas en capas delgadas. En las nacientes del río Parotori cuadrángulo de Río Picha el Grupo Oriente consiste en una secuencia de capas gruesas de areniscas subcuarzosas, de color rojizo predominantemente (Foto N° 4.30) y areniscas blanquecinas de textura sacaroidea de grano medio a grueso con estratificación sesgada de mediana escala y estratificación interna paralela, intercaladas con algunas lutitas grisáceas.

En sección delgada, las areniscas tienen las siguientes características: Fragmentos de cuarzo de forma subangulosos a subredondeada, fragmentos de cuarcitas, microclina, plagioclasas, además se observa escaso crecimiento de cuarzo en los bordes. El cuarzo predomina en un 80%, los feldespatos y ferromagnesianos 2% y la matriz intersticial de limolitas menor del 8%. (Microfo N° 4.16)

Esta secuencia suprayace en concordancia a la Formación Río Tambo e infrayace concordantemente a la Formación Chonta.

El grosor que se estima al Grupo Oriente en el área de estudio es de 100 m.

Debido a la ausencia de evidencia paleontológica y tan sólo por su relación y posición estratigráfica, al Grupo Oriente se le asigna una edad del Cretáceo inferior, cuyo ambiente de sedimentación corresponde a una fase regresiva.

Se correlaciona con la parte superior del Grupo Yura de Andahuaylas, Abancay, Cotabambas, Chalhuanca, Chuquibamba. También con las areniscas cuarzosas Hualhuani y las areniscas Murco de Arequipa; además con las formaciones Oyón, Chimú, Grupo Goyllarisquizga del Perú central y en el sur con la Formación Huancané del altiplano.

4.3.2 FORMACIÓN CHONTA

Fue descrita por MORÁN R. y FYFE D. (1933) en la isla de Chonta en el río Pachitea es una secuencia intercalada de limolitas, lodolitas, y calizas. ROSENZWEIG, A. (1953) la divide un dos miembros: inferior y superior. Estudios posteriores a esta secuencia la reportan a lo largo de la Faja Subandina.

En el área de estudio la Formación Chonta se expone muy subordinadamente en el extremo NO del cuadrángulo de Llochegua, en la margen derecha del río Quimbiri y con mayor presencia al NE de la hoja de Río Picha formando una faja angosta y alargada, con un grosor que no supera los 80 m.

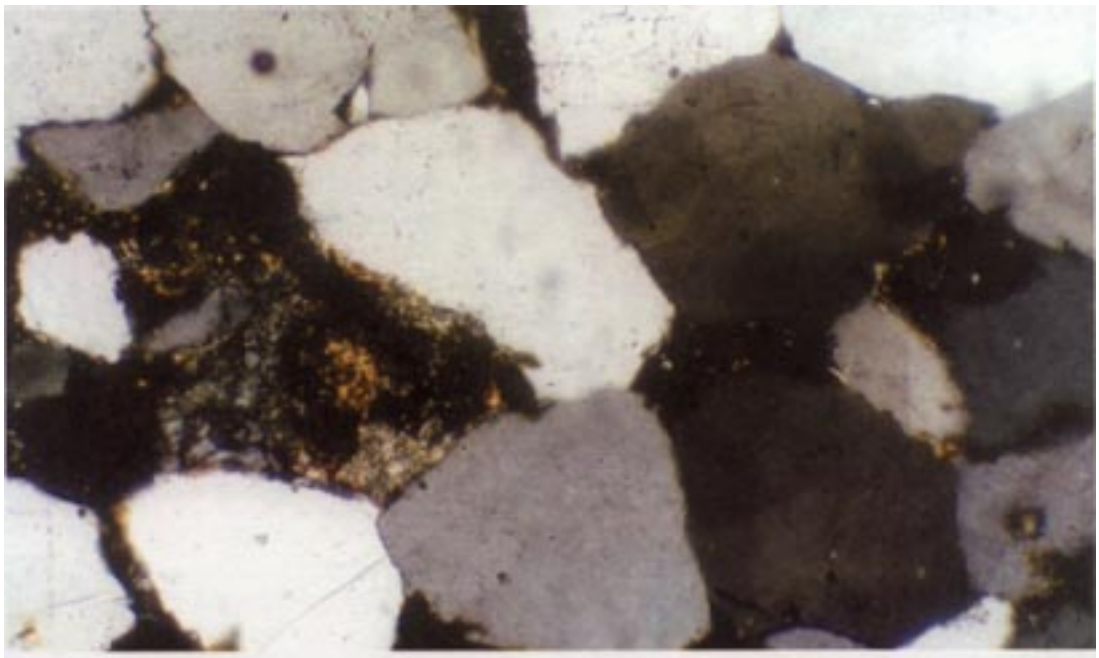
Morfológicamente presenta una superficie suave, debido a su comportamiento litológico menos resistente que las unidades infra y suprayacentes, Grupo Oriente y Formación Vivian respectivamente. Se observa hacia la base niveles calcáreos con alternancia de lumaquelas, arcillitas y niveles de areniscas con ripple mark que sugieren un pasaje progresivo de la serie clástica inferior a las facies netamente marinas de la Formación Chonta. Del mismo modo el contacto superior es concordante y gradacional con la Formación Vivian (PASTOR, 1992).

Litológicamente la Formación Chonta es predominantemente calcárea, en el área presenta capas delgadas de arcillitas grises a negras con intercalaciones de calizas oscuras en capas delgadas, limolitas oscuras, areniscas de grano fino y calizas detríticas.

Esta secuencia por sus características fosilíferas es bastante significativa en la datación del conjunto cretáceo marino, al igual de su correlación longitudinal de la cuenca. Estudios de Petro-Perú en el pongo de Mainique (1970) consideran a esta unidad de edad cenomaniana.

GUTIÉRREZ (1973), reporta *Brachyythere* sp., *Haplophragmoides* sp., *Globotruncana* sp. KUMMEL (1946), reporta la presencia de *Inoceramus Labiatus* indicador del Turoniano. RIVERA R. (1956), en el río Yanayacu encontró el Ammonite *Coilopoceras* , indicador universal del Turoniano superior. SEMINARIO y GUIZADO (1973), en el pozo Capirona identifican los siguientes fósiles *Heterohelix* sp., *Praeglobotruncana* sp., del Santoniano Coniaciano. En base a toda esta información a la Formación Chonta se le asigna una edad del Cenomaniano-Coniaciano.

El medio ambiente de depositación en la mayor parte de la cuenca es marino, que corresponde al segundo ciclo depositacional representado por la Formación Chonta, al que siguió un período de levantamiento regional que dio como resultado la acumulación de sedimentos clásticos gruesos de la Formación Vivian (RODRÍGUEZ y CHALCO 1975).



Microfoto Nº4.16 Sección delgada de arenisca cuarzosa del Gpo. Oriente, muestra (Rp-980722) recolectada en el río Parotori. Se observan clastos de cuarzo subredondeados a subangulosos con presencia de fragmentos de rocas también cuarcíticas y areniscosas (x 150).

Foto Nº4.30 Secuencia de areniscas cuarzosas del Gpo. Oriente, en capas gruesas con laminación interna paralela y estratificación sesgada, localizada en el río Parotori, hoja de Río Picha.

El antiguamente denominado Miembro Huaya que representa la zona de transición entre las areniscas de la Formación Agua Caliente y las calizas y limoarcillitas de la Formación Chonta conforma la facies de playa de esta transgresión la que finalmente es netamente marina somera a nerítica (SILVA T. 1991).

En la cordillera de Vilcabamba el mar del Cretáceo cruzó dicha cordillera, aprovechando depresiones tectónicas controladas por fallas NNO-SSE, que son contemporáneas a la sedimentación andina, cortando oblícuamente a la Cordillera Oriental (MAROCCO, 1978).

En esta zona las calizas de la Formación Chonta se correlacionan con las calizas Ayabaca y las calizas Yuncaypata (detríticas y con fragmentos de fósiles).

4.3.3 FORMACIÓN VIVIAN

Esta unidad fue definida por vez primera en la región de Santa Clara, al sur del poblado de Orellana en la provincia de Ucayali, constituída por areniscas blancas y amarillas oscuras de estratificación cruzada con lentes de limoarcillitas y estratos laminados. Contienen hojuelas de micas y fragmentos de plantas (KUMMEL B. 1946).

Al sur, en la región de Bajo Pachitea, MORÁN R. (1933) describe a unas gruesas capas de areniscas blancas, granulometría homogénea maduras y deleznables que se disgregan con la mano a las que denominó Areniscas de Azúcar.

La Formación Vivian se manifiesta como un delgado afloramiento pero muy persistente que contornea las estructuras principales en el extremo NE de la hoja de Río Picha, como todas las unidades del Cretáceo (Foto N° 4.31); en el cuadrángulo de Llochegua está limitada solamente al NO en un pequeño afloramiento, localizado en la margen derecha del río Quimbiri.

Litológicamente se compone de areniscas cuarzosas blancas de grano fino a grueso bien seleccionado, friables (sacaroidea), con poca matriz arcillosa, en estratos medianos a gruesos, con estratificación sesgada interestratificada, intercalándose con horizontes muy subordinados de lutitas y limolitas de color negro a gris, en capas delgadas, ligeramente carbonosas. En la quebrada Parotori está constituida principalmente de areniscas cuarzosas de grano fino a medio bien seleccionado, pobre porosidad, estratificadas en estratos medianos a gruesos de color blanco cremoso y niveles con tonalidad rojiza, deleznables (Foto N° 4.32), se observa además estructuras sedimentarias con estratificación sesgada de mediana escala y bajo ángulo. Se intercalan capas delgadas de limolitas y lutitas grises a gris verdosas. El grosor que se estima en el área es de 80 a 100 m.

En la cuenca Ene esta formación consiste de areniscas blancas, macizas duras, de grano fino bien seleccionado, porosidad baja, en capas medianas a gruesas, interestratificadas con intervalos de 4 m (MONTOYA, 1993).

La fase peruana provocó un plegamiento de la Cordillera Oriental del Perú y en la zona de estudio no produjo mayor deformación pero se manifestó con un levantamiento general que originó la retirada del mar, terminando la sedimentación marina en toda la región (MAROCCO R.1978), sin embargo, este autor manifiesta evidencias de un plegamiento santoniano en la región central específicamente en la zona de San Miguel y Andahuaylas.

El contacto infrayaciente con la Formación Chonta es conforme y paralelo y el contacto suprayaciente con la Formación Yahuarango es concordante.

En base a su contenido fosilífero KUMMEL, B (1946) reporta fragmentos de monocoteledonias y hojas de dicoteledonias, luego ELSIK, C. (1964-1966) encontró esporas del género nerocandaspora y esporomorfo que la describió como *Auriculiidites reticulatos* sp. Además a sus relaciones estratigráficas a esta secuencia se le asigna una edad correspondiente al Campaniano con posibilidades de llegar al Maestrichtiano.

La Formación Vivian representa la acumulación de sedimentos clásticos gruesos, representados por areniscas blancas cuarzosas de grano medio y en estratos gruesos, seguidos de interestratificaciones de lutitas grises que representan pequeñas oscilaciones del mar durante su retroceso.

La Formación Vivian se correlaciona cronoestratigráficamente con la Formación Cajamarca y las Areniscas de Azúcar de MORÁN y FYFE (1933). En el Ecuador se las conoce como Areniscas San Fernando.

4.3.4 FORMACIÓN TAMBO

Descrita por MEGARD, F. y PAREDES J. (1972); LÓPEZ J.C. et al. (1996), como una secuencia de sedimentos conglomerádicos y arenosos, en las proximidades del poblado de Tambo.

En el área de estudio esta unidad se encuentra expuesta en el extremo SO del cuadrángulo de San Francisco, formando parte del bloque Tambo-San Miguel, rellenando una depresión tectónica del Paleozoico. Esta secuencia presenta una morfología suave, además conforma un sinclinal abierto cuyo eje sigue la alineación NO-SE. (Foto N° 4.33).

En las localidades de San Miguel, Pata Pata y quebrada Usmay se tiene bien expuesta la secuencia y se pudo diferenciar dos unidades: inferior y superior.

La secuencia inferior se caracteriza por una intercalación de lodolitas, limoarcillitas y areniscas, en capas delgadas a medianas. Las lodolitas son de color rojo brunáceo en capas medianas, de aspecto macizo, las areniscas son principalmente arcósicas de grano medio a grueso de capas medianas y las limoarcillitas semi consolidadas se intercalan en capas delgadas con una laminación interna paralela muy conspícua, así mismo tenemos en forma muy subordinada capas de areniscas tobáceas. Esta secuencia inferior sobreyace en discordancia angular al Grupo Tarma-Copacabana.

En la secuencia superior se observa una predominancia de conglomerados polimícticos con una matriz areno limosa, semi consolidada de regular clasificación, con clastos subangulosos a subredondeados, lo cual indica poco transporte que correspondería a un ambiente de depositación proximal, los líticos que se observan en mayor proporción son del Grupo Tarma-Copacabana, Grupo Mitu, calizas, areniscas y volcánicos y en menor proporción de pizarras, cuarcitas e intrusivos.

También consiste de areniscas en capas delgadas a medianas que van de 20 a 40 cm, de grano medio a grueso y muy esporádicamente capas lenticulares de areniscas de grano fino. (Foto N° 4.34). En el área de estudio a toda la secuencia se le estima un grosor aproximado de 1 000 m.

Datos paleontológicos fueron reportados por MEGARD F. (1978), y LÓPEZ J. C. et al. (1996) de carofitas como, *Tectochara supraplana, Tectochara* sp y Toypella *biacuta.*

Según KOCH y BLISSENBACH (1960) y PECK y RECKER (1947) a la especie *Porochara gildemeisteri* se le asigna una edad del Cretáceo superior (Campaniano-Maestrichtiano), por consiguiente a la Formación Tambo se le asigna una edad del Cretáceo superior-Paleoceno.

4.4 CENOZOICO

El Cenozoico que se expone en el área está constituido por una secuencia clástica continental constituida por capas rojas localizadas principalmente al NE del cuadrángulo de Río Picha, que corresponden al Grupo Huayabamba con las formaciones Yahuarango y Chambira, también comprende a las formaciones Ipururo, La Merced, Río Picha y depósitos aluviales.

4.4.1 FORMACIÓN YAHUARANGO

Inicialmente KUMMEL B. (1946), la describe como Miembro Yahuarango, en la quebrada homónima, afluente de la margen derecha del río Cushabatay, dentro del Grupo Contamana. Después, WILLIAMS D. (1949) divide a los depósitos continentales en Capas Rojas superiores e inferiores, en base a una secuencia calcárea marina de la Formación Pozo, denominándolas Grupo Huayabamba. KUMMEL B. (1948) (Estudio de reconocimiento geológico en Contamana) lo redefine y lo eleva a la categoría de Formación Yahuarango, constituida de una secuencia de lodolitas, limolitas, areniscas y conglomerados, con grosores muy variables de una zona a otra.

En el área de estudio aflora principalmente al NE de la hoja de Río Picha y en menor proporción en los cuadrángulos de Llochegua y San Francisco, formando una franja de pequeñas colinas.

En la quebrada Parotori se expone la secuencia inferior, suprayaciendo concordantemente a la Formación Vivian. Litológicamente está constituida de una intercalación de limolitas rojas en capas delgadas a medianas, de forma tabular con lodolitas abigarradas en capas delgadas y laminación interna paralela, además con estratos delgados de arenisca de grano fino a medio y horizontes de capas lenticulares de anhidrita. En su conjunto esta secuencia está deformada por plegamientos con capas que buzan de 30° a 45° (Fotos N° 4.35, 4.36).

La secuencia superior se caracteriza por una intercalación de lodolitas rojizas con laminación interna paralela y areniscas feldespáticas rojizas en capas de 20 a 40 cm, (Foto N° 4.37) de grano medio a grueso, con una matriz ligeramente calcárea. En la margen derecha del río Quimbiri (hoja de Llochegua) la secuencia es predominatemente de areniscas en capas gruesas de hasta 100 cm, bien compactas y de aspecto macizo, que se intercalan muy subordinadamente con limolitas en capas delgadas. Esta unidad se encuentra infrayaciendo concordantemente a la Formación Chambira.

Al NO del cuadrángulo de San Francisco aflora una secuencia similar, específicamente en el trayecto de Guayaquil a Rosario de Acón y al SO de Limonchayoc carretera Jano-San Francisco. Litológicamente está constituida de areniscas rojas de grano fino en capas delgadas a medianas, que se intercalan con lodolitas rojas y abigarradas con característica laminación interna paralela y areniscas arcósicas de grano medio a grueso en capas de 30 a 40 cm (Foto N° 4.38). Estas Capas Rojas se encuentran principalmente falladas y discordantes con rocas del Paleozoico.

El grosor que se estima a toda la secuencia de esta formación supera los 1 000 m.

Foto Nº 4.37 Secuencia superior de la Fm. Yahuarango, muestra intercalación de areniscas con lodolitas en capas delgadas, aflorando en la Qda. Parotori.

En base a la microfauna estudiada por ALDANA M. (INGEMMET) se han identificado los siguientes géneros:

Tectochara ucayaliensis BLISSENBACH. (Paleoceno-Eoceno)

Tectochara supraplana sulcata n. subsp. (Paleoceno-Eoceno)

Además en otras áreas en la misma secuencia GUTIÉRREZ M. (1975) ha identificado la siguiente microfauna:

Porochara Gildemeisteri Costata BLISSENBACH. (Eoceno)
Sphaerochara huaroensis R.R . (Eoceno)
Sphaerochara Unfurahuensis R.R (Eoceno)

Por lo tanto la edad de sedimentación que se asigna a la Formación Yahuarango en el área de estudio va del Paleoceno al Eoceno.

Las capas rojas de de Formación Yahuarango en el flanco Subandino oriental se acumularon concordantemente sobre las rocas del Cretáceo, cuya sedimentación abarca una amplia llanura o depresión continental, dándose varios ambientes de depositación, que dieron origen a esta secuencia de capas rojas: lacustre, fluvial, eólicos y aluviales.

4.4.2 FORMACIÓN CHAMBIRA

La Formación Chambira fue descrita por KUMMEL B. (1946), en la quebrada Chambira afluente de la margen derecha del río Cushabatay, donde consiste de lodolitas limosas interestratificadas con areniscas de grano fino.

En el área de estudio la Formación Chambira se expone al NE de la hoja de Río Picha, formando colinas bajas subredondeadas, con bastante cobertura regolítica, principalmente arcillosa de color rojo característico.

Litológicamente está constituida hacia la base por una secuencia de areniscas de grano fino en capas delgadas de color gris oscuro a pardo y se intercalan con limoarcillitas de color rojo a pardo amarillentas y con algunos horizontes de arenisca calcárea de color gris. Predominantemente, esta secuencia es pelítica, como también el grado de diagénesis es bajo, estructuralmente está ligado a los ejes de los sinclinales, formando parte del núcleo de éstos, tal como se observa en el extremo NE del cuadrángulo de Río Picha entre los ríos Parotori y río Picha.

La Formación Chambira descansa ligeramente concordante sobre la Formación Yahuarango y sirve de basamento discordante a la Formación Ipururo. El grosor es muy variable, en el norte entre Picota y Buenos Aires CALDAS J. (op. cit) menciona 1 008 m, en el Huallaga Central RODRÍGUEZ A. y CHALCO A. consideran un grosor de 3 000 a 5 000 m, otros asumen un grosor de 2 000 m para las Capas Rojas e incluyendo a la Formación Ipururo. En el área de estudio no supera los 1 000 m.

La edad de esta formación no está muy bien definida, pero por sus relaciones estratigráficas con la Formación Yahuarango del Paleoceno-Eoceno y con la Formación Ipururo Mio-plioceno, se le asigna una edad del Mioceno pudiendo bajar hasta el Oligoceno.

4.4.3 FORMACIÓN IPURURO

Definido por KUMMEL B. (1946), en el tramo inferior de la quebrada Ipururo (distrito de Contamana), como una secuencia de areniscas compactas de color gris brunácea, con interestratificación de limoarcillitas rojas. En algunas áreas se han encontrado numerosos horizontes de conglomerados hacia la base.

Esta unidad se encuentra distribuida al NE del cuadrángulo de Río Picha, formando pequeñas colinas. La secuencia estratigráfica está mucho menos deformada, por lo que tiende a formar amplias terrazas muy disectadas y a veces ocupa el núcleo de los sinclinales abiertos.

En la margen derecha del río Picha, se observan dos subunidades, una inferior que se caracteriza por presentar predominantemente areniscas de color pardo amarillentas en capas gruesas que van de 50 a 150 cm, de grano medio a grueso, con estructuras sedimentarias de estratificación sesgada, de mediana y gran escala, que a la vez se intercalan subordinadamente con capas delgadas de limoarcillitas de color beige, con laminación interna paralela. La secuencia en su conjunto está semi consolidada, pero en superficie alterada es bastante deleznable (Foto N° 4.39) y las capas están subhorizontales o con un ligero buzamiento de 10° a 15°.

La secuencia superior está constituida por una alternancia de lodolitas en capas medianas, con arcillitas en capas delgadas, bastante friables y areniscas de grano medio a grueso, en capas delgadas a medianas, también se observan algunos horizontes gruesos de conglomerados polimícticos subredondeados, con una buena clasificación, en una matriz areno limosa.

El grosor que se estima para este grupo es aproximadamente de 800 m, pudiendo aumentar hacia el Llano Amazónico.

La Formación Ipururo yace ligeramente discordante sobre la Formación Chambira e infrayace discordantemente debajo de los depósitos de la Formación Río Picha. La edad no está muy bien definida pero se le asigna una edad del Mio-Plioceno por su posición estratigráfica.

El ambiente de sedimentación es continental fluvial, e incluso son similares a los sedimentos fluviátiles que se forman en la actualidad.

Se le puede correlacionar con la Formación Pebas descrita por SANZ V. (1974) en la cuenca Marañón.

4.4.4 FORMACIÓN LA MERCED

Terminología empleada inicialmente por el INGEMMET en cooperación con la Misión Japonesa en el Estudio Geológico de la Cordillera Oriental (1976), en el Perú central en los alrededores de la ciudad de San Ramón, La Merced y valle del río Chanchamayo, para describir una secuencia de conglomerados que forman pequeñas franjas discontinuas paralelas a la Faja Subandina.

En el área de estudio esta unidad aflora al SO del cuadrángulo de Llochegua y se prolonga en menor proporción hacia el cuadrángulo de San Francisco. Morfológicamente constituye colinas pequeñas de suave pendiente, que conforman una faja de 4 a 5 km de ancho, siguiendo una dirección andina NO-SE. Esta secuencia de conglomerados corresponde a depósitos de piedemonte de la Cordillera Oriental, específicamente del bloque comprendido entre Machente y Rosario de Acón.

La Formación La Merced está constituida por una gruesa secuencia de conglomerados polimícticos, bien expuesta en las quebradas Choimacota, Mayapo y Acón, donde se puede observar, una secuencia gruesa y continua de conglomerados polimícticos subredondeados a subangulosos, de regular a mala clasificación, en una matriz arenosa, tal como se muestra en la Foto N° 4.40. Los clastos alcanzan tamaños de hasta 50 cm, y provienen de formaciones paleozoicas y son de cuarcitas, pizarras silisificadas, calizas, areniscas y en menor proporción intrusivos, también se observan niveles lenticulares de barras de arenas ligeramente consolidadas e inclinadas, indicándonos la dirección de aporte, además se observan algunos niveles de gravas con imbricación.

El grado de consolidación de esta unidad varía de semi consolidado en la parte superior a consolidado hacia la base. El grosor que se le estima a toda la secuencia es de 100 a 150 m.

Los conglomerados de la Formación La Merced yacen discordantemente sobre el Grupo Ambo y la Formación Cabanillas. El grado de deformación es incipiente, puesto que se observa ligera inclinación de 5 a 10 grados y además se tienen algunos lineamientos que se observan en las imágenes de satélite.

De acuerdo a su posición estratigráfica, el grado de deformación y a su relación con los depósitos de piedemonte que se dan a lo largo de la Faja Subandina, se le asigna una edad comprendida entre el Neógeno superior y principios del Cuaternario. Se correlaciona con las formaciones Tamborapa en el norte, San Sebastián en el Cusco y Titán en el noreste de Puno.

4.4.5 FORMACIÓN RÍO PICHA

Denominación que se asigna a una secuencia intercalada de conglomerados, arenas y limos poco consolidada, que se expone específicamente en el extremo NE del cuadrángulo de Río Picha, entre los ríos Parotori y Picha, y se prolonga y extiende ampliamente hacia el N, formando la parte más distal de la Faja Subandina como depósitos de piedemonte. Morfológicamente esta unidad resalta por presentar una superficie suave, sub horizontal tal como se muestra en la Foto N° 4.41. A esta secuencia se le estima un grosor aproximado de 100 m.

La Formación Río Picha consiste de conglomerados polimícticos, en capas gruesas, con clastos de areniscas, cuarcitas, limolitas silicificadas, calizas y en menor proporción intrusivos, subredondeados, mal clasificados en una matriz areno limosa. Arenas cuarzo feldespáticas en capas gruesas semi consolidadas deleznables, de grano grueso, de color beige a gris claro. Algunos niveles lenticulares y capas delgadas de arcillas. Hacia el tope el grado de consolidación disminuye, por lo que ocurren deslizamientos y cárcavas por la acción intensa de las precipitación pluvial que ocurre en el verano austral.

Esta unidad yace discordantemente sobre la Formación Ipururo y en otros casos sobre la Formación Chambira. La edad que se asigna, por su diagénesis y posición estratigráfica es del Pleistoceno.

4.4.6 DEPÓSITOS ALUVIALES

Estos depósitos se encuentran distribuidos en todo el área de estudio rellenando el fondo de los valles o quebradas principales, la mayoría de éstos alcanzan el nivel freático.

Estos depósitos predominan principalmente a lo largo del lecho de los ríos Apurímac, Mantaro, Ene, Picha y Quimbiri etc, los materiales que lo constituyen son de composición heterogénea, constituido por bloques, guijas, gravas, arenas, limos y arcillas (Foto N° 4.42). En el área se diferencian estos depósitos en dos unidades.

La primera unidad se caracteriza por tener mayor transporte de los materiales, por consiguiente muestra regular a buena clasificación, bien redondeados y se localiza en el lecho de los ríos principales como el Apurímac, Ene, Picha y Quimbiri etc, en estos ríos es común encontrar estos depósitos formando barras de cauce, paralelo a la dirección de la corriente de agua (Foto N° 4.43) e incluso llegan a formar pequeñas islas, además terrazas que indican las fluctuaciones del caudal y la migración periódica lateralmente de las aguas. Se observan también estructuras de imbricación.

La segunda unidad a diferencia de la primera, presenta depósitos mal clasificados, con bloques que alcanzan tamaños de 1 a 2 m de diámetro de forma subángulosa a subredondeados, lo cual nos indican el poco transporte y se localizan principalmente en los valles pequeños y nacientes de algunas quebradas.

Todos estos depósitos se vienen acumulando con diferente intensidad desde el Holoceno hasta los tiempos actuales, tapizando las depresiones morfológicas. Junto con los depósitos aluviales se han cartografiado los depósitos de escombros de talud, que generalmente cubren parcialmente los flancos escarpados de las elevaciones y valles.

Foto Nº4.40 Secuencia de conglomerados polimícticos de la Formación La Merced con un horizonte de barras de arena medianamente consolidadas, esta unidad aflora en la Qda. Choimacota.

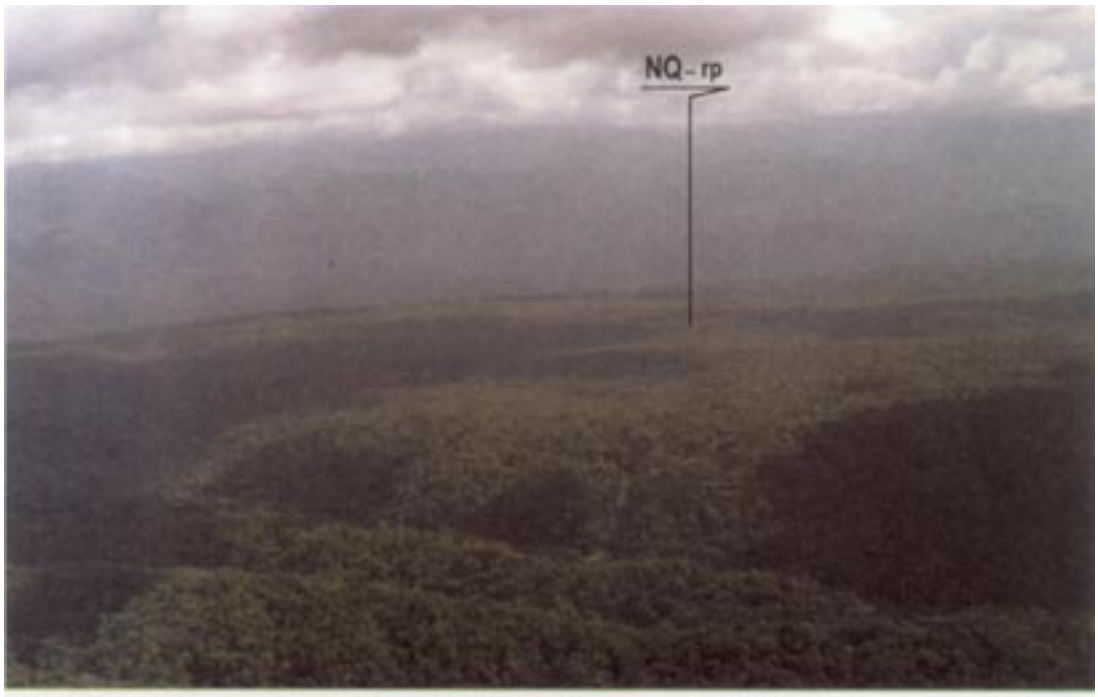


Foto Nº4.41 Vista panorámica de la Formación Río Picha, destaca por su morfología sub horizontal, localizada en el cuadrángulo del mismo nombre.

Foto Nº4.42 Depósito aluvial de conglomerados, formando terrazas a lo largo de las márgenes del río Apurímac, cuadrángulo de San Francisco.

Foto Nº4.43 Depósitos fluviales depositados en el lecho de los ríos, donde en época de estiaje dejan extensas barras de cause paralelo a la dirección de la corriente de las aguas, localizado en el río Ene, cuadrángulo de Llochegua.

Capítulo V

ROCAS INTRUSIVAS

En el área de estudio las rocas ígneas se encuentran principalmente en el cuadrángulo de San Francisco, y en forma restringida en el extremo SE de la hoja de Llochegua. En el cuadrángulo de Río Picha no se observan cuerpos intrusivos, pero si se han encontrado rodados de intrusivos y volcánicos en ríos y quebradas.

Estos cuerpos ígneos se emplazaron desde el Paleozoico inferior hasta el Paleoceno.

5.1 MONZOGRANITO (Pi-mgb)

Localizado en el corte de carretera de Jano a San Francisco, próximo al poblado de Ayna. Intruye a la secuencia metamórfica de esquistos-filitas como un stock de forma ovalada, cuya extensión es de aproximadamente 4 por 3 km. Es de aspecto macizo, afectado por una ligera foliación. El color de la roca en superficie fresca es gris verdoso a gris claro y en superficie alteradada es de color beige.

En sección se observa minerales esenciales de cuarzo, plagioclasas y feldespatos potásicos. Como minerales accesorios se tiene sericita, biotita, arcillas, epídota y cloritas. El cuarzo presenta extinción ondulante y bordes recristalizados, así como intercrecimiento pertítico entre feldespatos potásicos y plagioclasas. Los feldespatos potásicos se presentan con extinción anómala y ligeramente deformes (Microfoto N° 5.1).

Además se observan otros cuerpos pequeños en menor proporción determinados como gabros, que intruyen al monzogranito, tienen las siguientes características en sección delgada: como minerales esenciales se observa anfíboles, plagioclasas, serpentinas, y minerales accesorios epídota, sericita, cloritas, opacos, albita, esfena, epídota-ziosita, serpentina, cloritas, carbonatos, cuarzo; también se observa relictos de piroxenos que han sido reemplazado por anfíboles (uralitización). En otros sectores los anfíboles están reemplazados por carbonatos y esfena, la epídota y sericita alteran a las plagioclasas, se observa además venillas rellenas por sericita, feldespatos, cloritas, epídota-zoisita. Parece haber cuarzo de origen secundario en intersticios y rellenando venillas (Microfoto N° 5.2) .

Según el estudio de análisis químico por elementos mayores (Cuadro N° 5.1), así como por la información del diagrama T.A.S. se le ha determinado como monzogranito, en este caso su equivalente volcánico (Fig. N° 5.1)

Cuadro N° 5.1

De acuerdo a los análisis químicos y a los estudios petrográficos, la roca es de naturaleza monzogranítica y por el grado de metamorfismo estaríamos denominándola metamonzogranito, y al gabro como un metagabro.

Algunos estudios anteriores próximos al área de estudio reportan intrusivos del Paleozoico, por la relación de contacto y estructuras dentro del contexto regional con las rocas metamórficas, por lo tanto a estos cuerpos intrusivos se les asigna una edad del Paleozoico inferior.

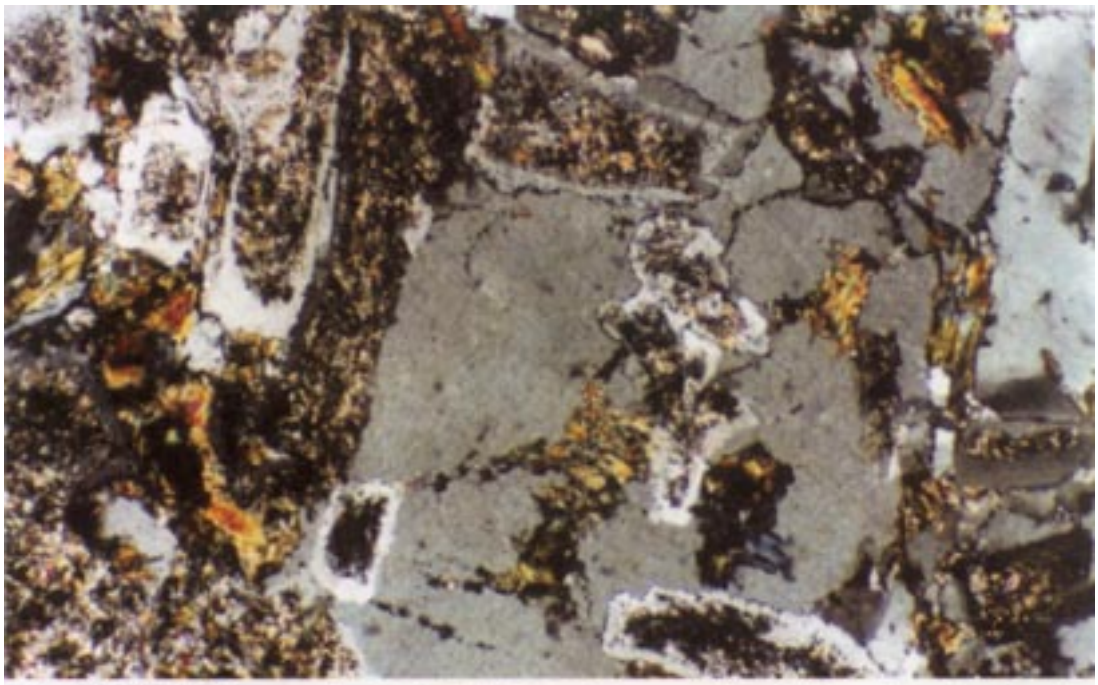
5.2 SUBVOLCÁNICOS PALEOZOICOS (Ps-d)

En el sector SO de la hoja de San Francisco (26-o), con alineamiento andino, y de forma alargada subelipsoidal. Están comprendidos entre el cerro Yana Orjo en los alrededores de la laguna Mamacocha y al N de Chiquintirca-Tojate.

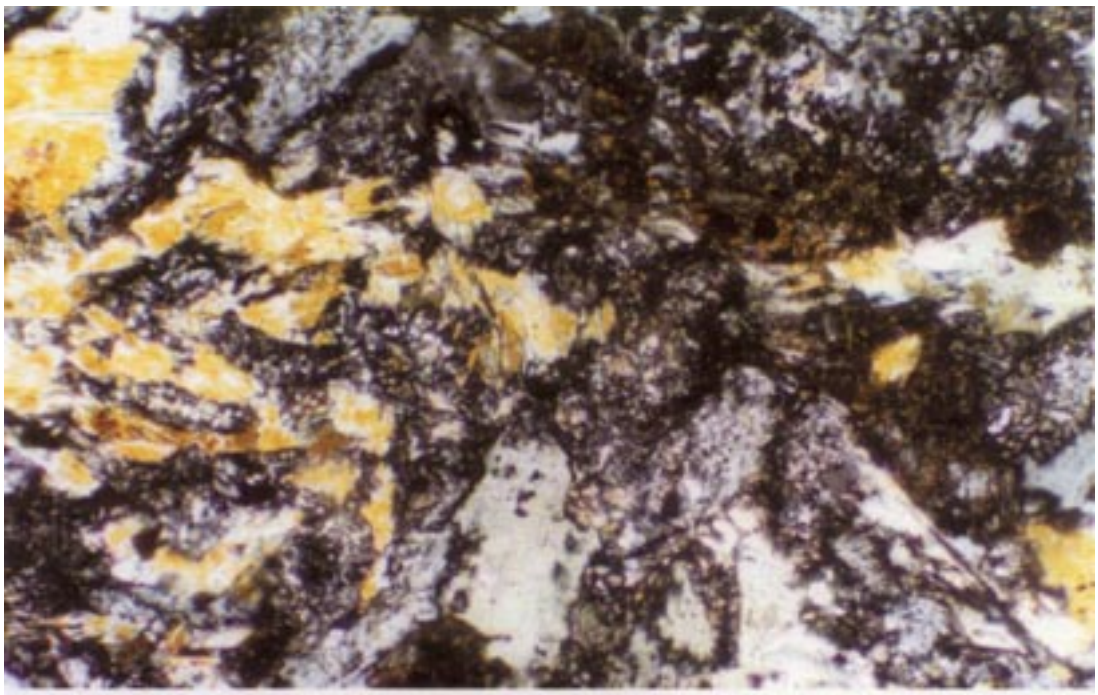
Morfológicamente presenta terrenos abruptos, laderas con pendientes fuertes e incluso escarpados, como se muestra en la Foto N° 5.1, bastante alterados, presentando un marcado fracturamiento. (Foto N° 5.2).

Estos cuerpos intruyen a secuencias del Paleozoico superior como al Grupo Tarma-Copacabana, así como a rocas metamórficas del Proterozoico. Al igual que las rocas sedimentarias y metamórficas estos cuerpo se encuentran limitados por fallas de carácter regional, principalmente las de dirección Andina.

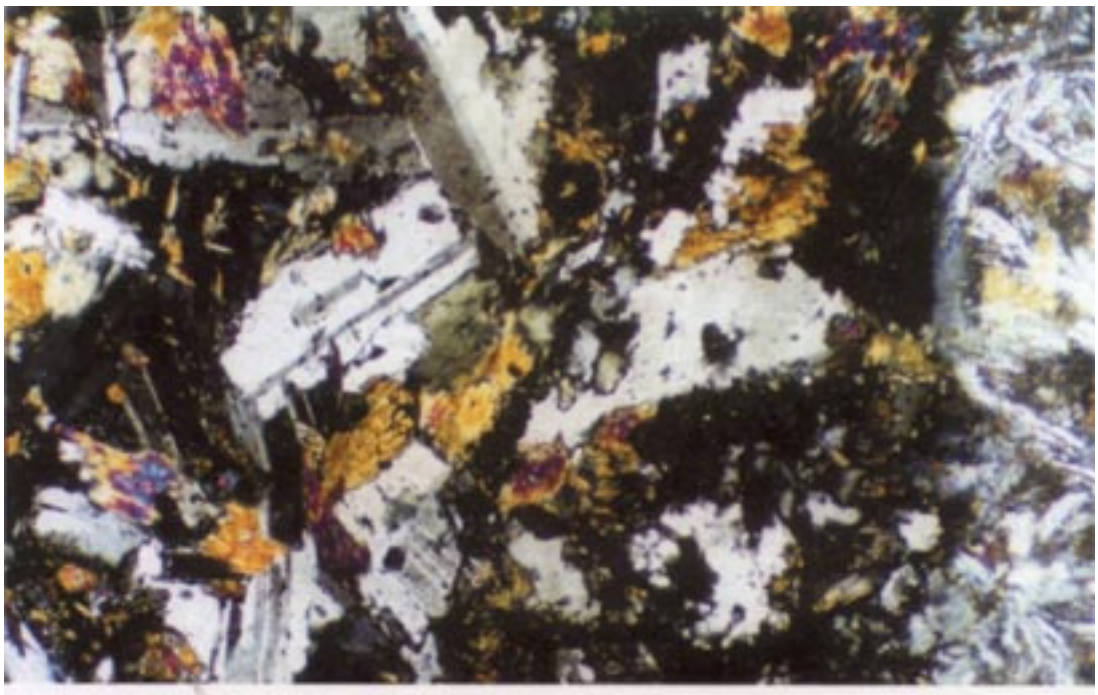
El estudio petrográfico de una roca en los alrededores de la laguna Mamacocha muestra lo siguiente: textura granular saturada interseptal, con minerales esenciales de plagioclasas, anfíboles, feldespatos potásicos, cloritas, como minerales accesorios esfena, epídota-zoisita, carbonatos, albita y como secundarios epídota, cloritas, carbonatos. Se ob-



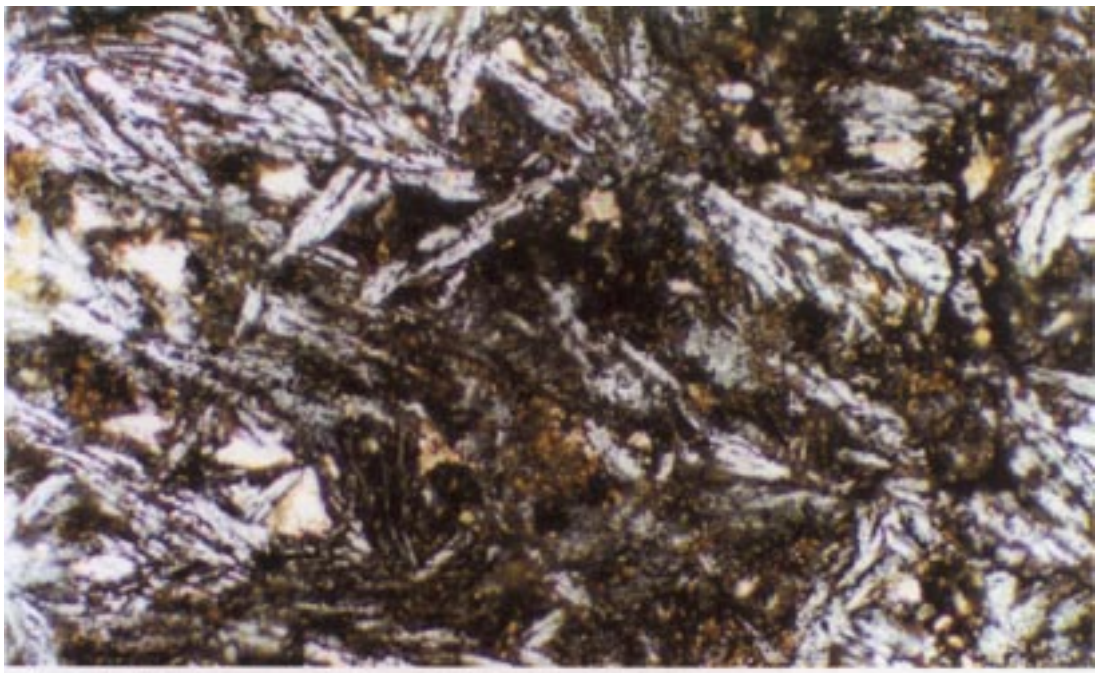
Microfoto Nº5.1 Vista en sección delgada del intrusivo metamonzogranítico del Paleozoico, entre Jano y San Francisco, se observa cuarzo, plagioclasas y feldespatos potásicos (x 75).



Microfoto Nº5.2 Vista en sección delgada (x 150) de un intrusivo metagabro del Paleozoico, donde se observan anfíboles, plagioclasas, serpentinas, epidotas, sericitas, opacos, etc.



Microfoto Nº5.3 Vista en sección delgadas de los subvolcánicos paleozoicos alrededor de la laguna Mamacocha, donde se observa la textura granular, minerales de plagioclasas, anfiboles, feldespatos potásicos y cloritas (x 75).



Microfoto Nº5.4 Vista en sección delgada (x 150) del subvolcánico diorita, alterado, con minerales de plagioclasas, carbonatos, clorita, actinolita, localizado en el cerro Yana Orjo.

servan algunos cristales de plagioclasas y anfíboles que se hallan deformados, así como feldespatos con bordes de recristalización, la esfena reemplaza a los opacos. Bajo esta características la naturaleza de la roca es una diorita o microdiorita. (Microfoto N° 5.3).

Del mismo modo la muestra tomada al sur del cerro Yana Orjo en sección delgada presenta una textura porfirítica relíctica, inicialmente poikilítica. Minerales esenciales de plagioclasas, carbonatos, cloritas, actinolita y minerales accesorios de epídota, cuarzo. Se observa que la actinolita altera a clorita, las plagioclasas se hallan alteradas a carbonatos. El cuarzo es de origen secundario y a veces se presenta en agregados; en general la roca está bastante alterada, cuya naturaleza, por las caracteristícas que se observan, es de una roca diorítica (Microfoto N° 5.4).

Una muestra del cuerpo que se localiza al sur del cuadrángulo San Francisco (26-o), especificamente al NE de Chiquintirca, próximo al poblado de Tojate, es de aspecto macizo de color verde grisáceo y en sección delgada se observa una textura ofítica, interseptal. Presenta como minerales esenciales plagioclasas, piroxenos, (orto-clinopiroxenos) y como minerales accesorios epídota, cloritas, hornblenda, esfena, óxidos de hierro, opacos; con minerales secundarios como epídota, cloritas, óxidos de hierro. Se observa además esfena con relictos de opacos, la epídota reemplazando a los piroxenos, las plagioclas y piroxenos se encuentran deformados, la hornblenda reemplaza a los piroxenos.

De acuerdo a los análisis hechos por roca total, de elementos mayores tal como se muestra en el cuadro N° 5.2 y con la descripción petrográfica, la naturaleza de la roca es de una andesita basáltica o su equivalente microdiorita, tal como se muestra en la Fig N° 5.2.

Cuadro N° 5.2

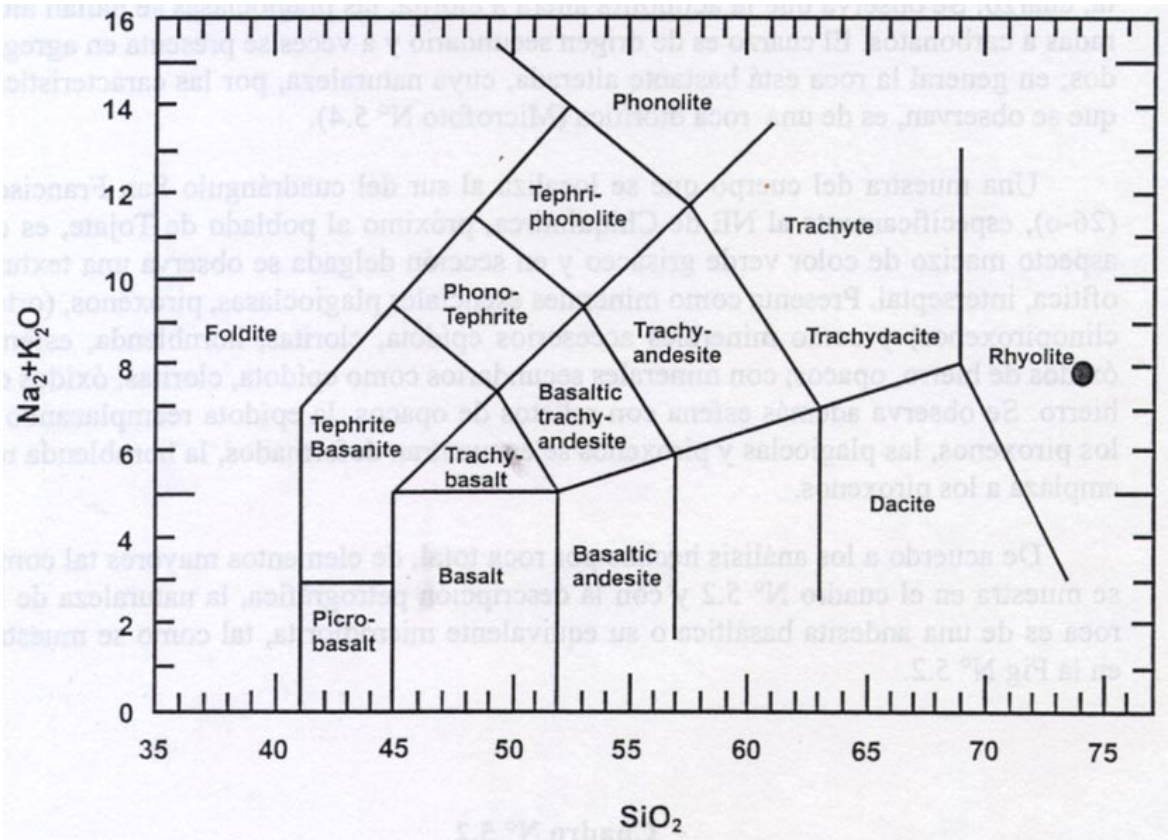


Fig. N° 5.1 Diagrama TAS según Le Bas et al 1985

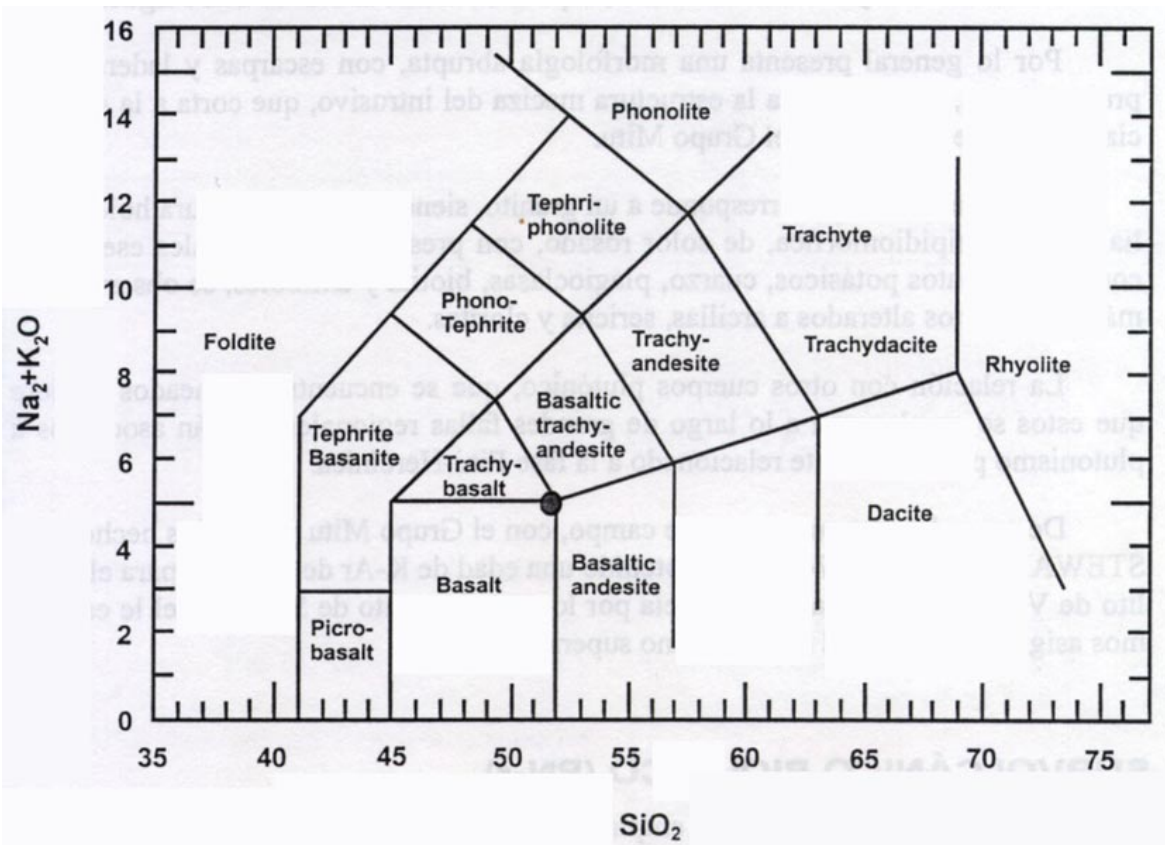


Fig. N° 5.2 Diagrama TAS según Le Bas et al 1985

5.3 GRANITO SAN MIGUEL (PsTr-g)

Descrito por LÓPEZ, J.C. (1996) en el cuadrángulo Huanta, MAROCCO, R. (1996) en el cuadrángulo de San Miguel y MORCHE, W et al. (1995) en el cuadrángulo de Ayacucho. Es un cuerpo de forma elipsoidal, de reducida exposición en el extremo SO de la hoja de San Francisco, específicamente al NO de San Miguel.

Por lo general presenta una morfología abrupta, con escarpas y laderas bien pronunciadas, donde resalta la estructura maciza del intrusivo, que corta a la secuencia volcano sedimentaria del Grupo Mitu.

Petrográficamente corresponde a un granito, sienogranito, de textura holocristalia granular hipidiomórfica, de color rosado, con presencia de minerales esenciales como feldespatos potásicos, cuarzo, plagioclasas, biotita y anfíboles, se observa además feldespatos alterados a arcillas, sericita y cloritas.

La relación con otros cuerpos plutó nico, que se encuentran alineados sugiere que estos se emplazaron a lo largo de grandes fallas regionales y están asociados a plutonismo probablemente relacionado a la fase Fini-Hercínica.

De acuerdo a las relaciones de campo, con el Grupo Mitu y estudios hechos por STEWART J. et al. (1974), se ha obtenido una edad de K-Ar de 251 Ma. para el batolito de Villa Azul, el cual se le asocia por lo que al granito de San Miguel le estaríamos asignando una edad del Permiano superior-Triásico

5.4 SUBVOLCÁNICO RIOLÍTICO (PN-r)

Cuerpo subvolcánico que se emplaza en el extremo SO del cuadrángulo de San Francisco y se prolonga hacia la hoja de San Miguel, donde MAROCCO R. (1996) lo describe como un cuerpo hipabisal, de forma alargada cuyo eje mayor tiene una dirección NO-SE. También afloran otros pequeños stock más al norte, alineados y siguiendo la misma dirección.

La unidad mejor expuesta se tiene en el cerro Quinta, al sur del poblado de Huayao y al este de Tambo-San Miguel (Foto N° 5.3).

Morfológicamente, presenta laderas con pendientes empinadas, en algunos casos escarpas bastante pronunciadas. El color de la roca fresca es blanco y rojizo por alteración (Foto N° 5.4).

En sección delgada presenta una textura porfirítica, como minerales esenciales feldespatos potásicos, cuarzo, como minerales accesorios plagioclasas, biotita, opacos, cloritas, arcillas, carbonatos y como minerales secundarios arcillas, cloritas. Se observa que los feldespatos potásicos están en mayor proporción que las plagioclasas, el cuarzo se presenta en la matriz y algunos fenos de cuarzo se hallan corroídos por la matriz. (Microfotos N° 5.5 y 5.6)

El análisis químico por elementos mayores de roca total, es mostrado en el cuadro N° 5.3, y graficado en el diagrama T.A.S., nos indica que la muestra es de naturaleza riolítica a traquidacítica (Fig. N° 5.3).

Cuadro N° 5.3

Según las relaciones de contacto estos cuerpos subvolcánicos, cortan a la secuencia del Cretáceo superior Paleógeno inferior, se les estaría asignando una edad que va desde el Oligoceno al Plioceno (MAROCCO R. et al. 1996)

5.5 STOCK DE CHOIMACOTA (N-g)

Cuerpo intrusivo que se expone en el límite NO y SO de los cuadrángulos San Francisco (26-o), Llochegua (25-o) y se prolonga hacia el cuadrángulo de Canaire (25-ñ). Tiene una forma ovalada y se considera un stock que corta a las secuencias del Proterozoico y Paleozoico superior.

La roca es de naturaleza granítica, de color gris a pardo claro, en sección delgada; muestra minerales esenciales de feldespato potásico, cuarzo y minerales accesorios de plagioclasas, anfíboles, biotita, opacos, cloritas, zeolitas, arcillas, sericita, limonitas, zircón, epídota, apatito; y minerales secundarios de cloritas, zeolitas, arcillas, sericita, epídota. Se tiene además un intercrecimiento entre feldespatos potásicos-cuarzo, las zeolitas se presentan en forma de agregados fibrosos radiales que se hallan alterando a las plagioclasas, así como microcriptocristalinos de cloritas en microfracturas y como inclusión en feldespatos potásicos los que están alterando a arcillas. Las biotitas y los anfíboles están alterados por las cloritas, también se observa inclusiones de fragmentos de roca de origen ígneo, compuestos de cristales de plagioclasas y feldespato potásico.

De acuerdo al estudio petrográfico la roca es un granito, pero cercano al límite entre sienogranito y monzogranito.

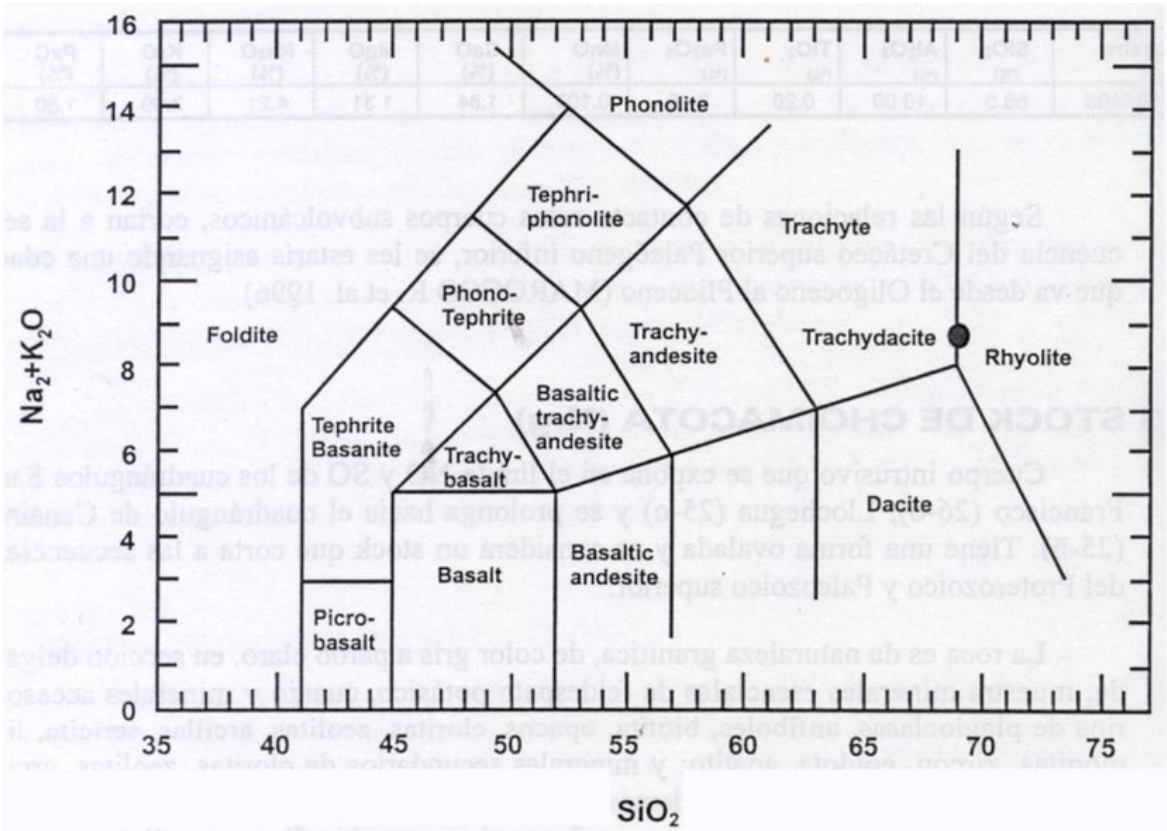


Fig. N° 5.3 Diagrama TAS según Le Bas et al 1985

La edad que le asignan por sus relaciones de emplazamiento es del Neógeno.

5.6. DIQUES

En el área de estudio, principalmente en los cuadrángulos de San Francisco y Llochegua, existe una serie de cuerpos intrusivos a manera de diques y lacolitos, que afectan o cortan principalmente a la secuencia del Paleozoico inferior y a rocas metamórficas. En la carretera Rosario-Monterríco, en el puente Matucana, se puede observan estos cuerpos de forma tabular y lenticular de grosores muy variables que van de 0.8 m, a 2 m aproximadamente. En el tramo Machente y Rosario se observan estos diques afectando principalmente a los esquistos y filitas e incluso se observan diques que se han emplazado paralelamente a la foliación (Foto N° 5.5). Todos estos cuerpo mantienen un lineamiento, por lo que estarían ligados a un control estructural.

Petrográficamente son de naturaleza microdiorítica, en sección delgada se tiene una textura granular hipidiomorfica, amigdalar e intersticial, con minerales esenciales de plagioclasas, carbonatos, cloritas; minerales accesorios como sericita, opacos, biotita, albita, cuarzo, limonitas, apatito y con minerales secundarios como carbonatos, cloritas, sericita, albita etc. Se observa algunos moldes de cristales alterados por cloritas con bordes de carbonatos a modo de corona, cavidades rellenas por cuarzo-carbonatos. Hay moldes alterados por cloritas-carbonatos con varias inclusiones diminutas de opacos siguiendo direcciones cristalográficas de anfíboles y a modo de corona con los piroxenos. También se observa esferulitos de calcedonia parcialmente cubiertos por arcillas. Los opacos están ahora limonitizados y han remplazado a las biotitas, quedando en algunos casos relíctos. (Microfoto N° 5.7)

Por sus características mineralógicas, composición química son parecidos a los cuerpos subvolcánicos del Permotriásico, a la vez por las relaciones de contacto con las rocas metamórficas y del Paleozoico inferior, a estos diques se le asigna una edad que correspondería al Permo-Triásico.

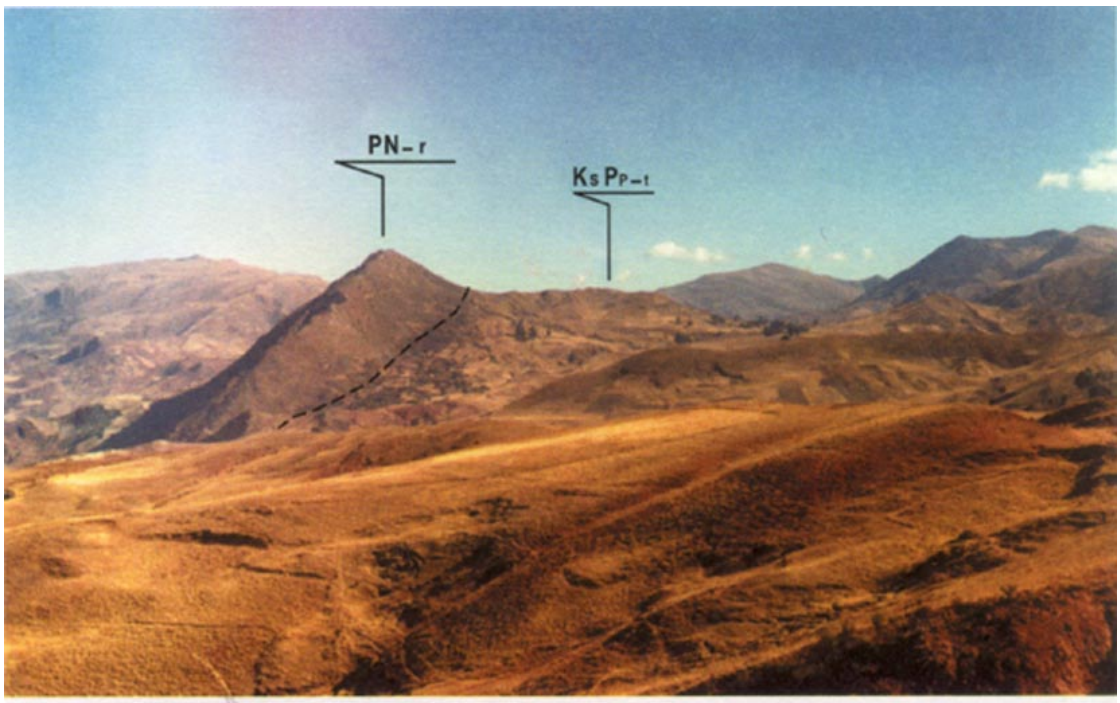
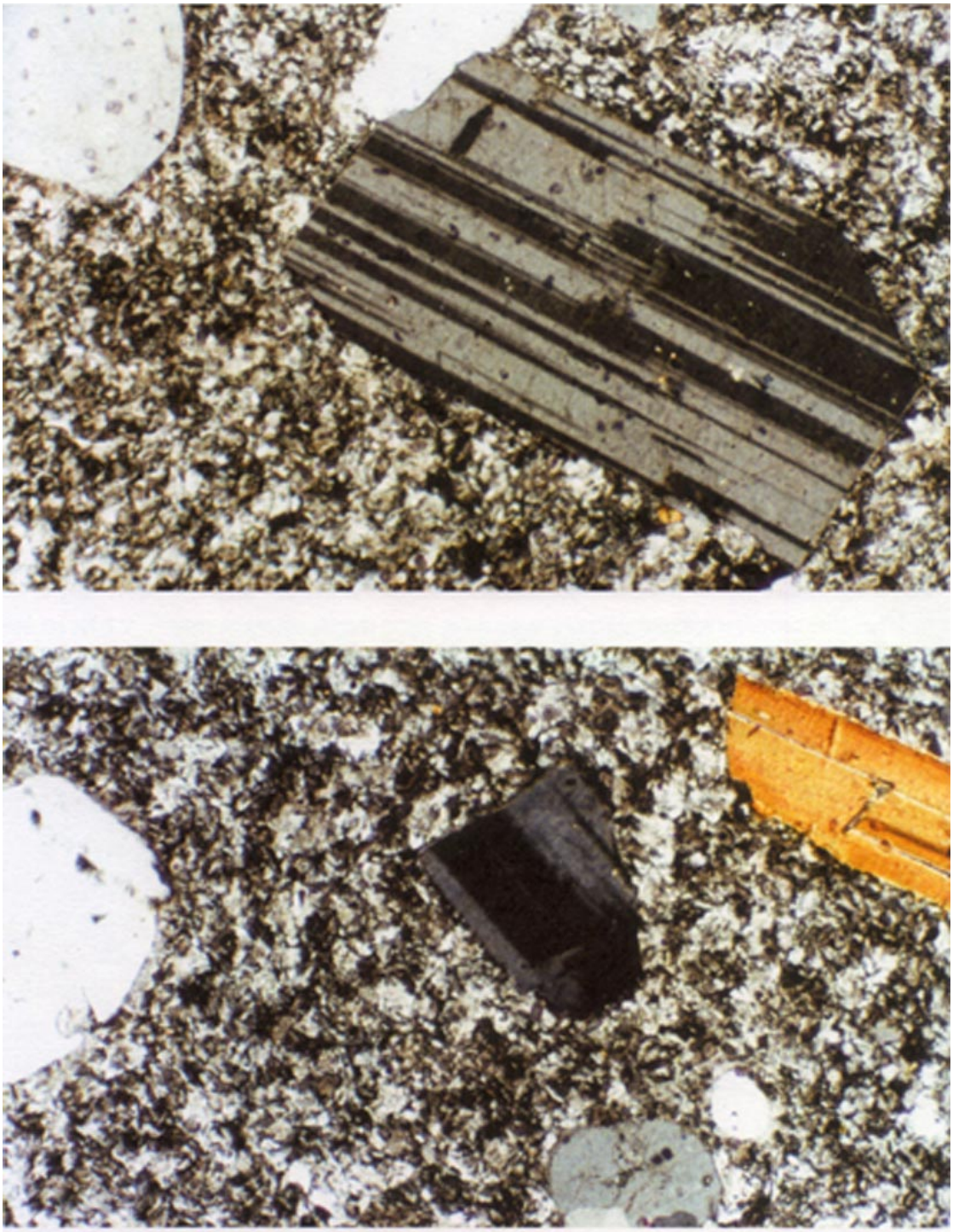
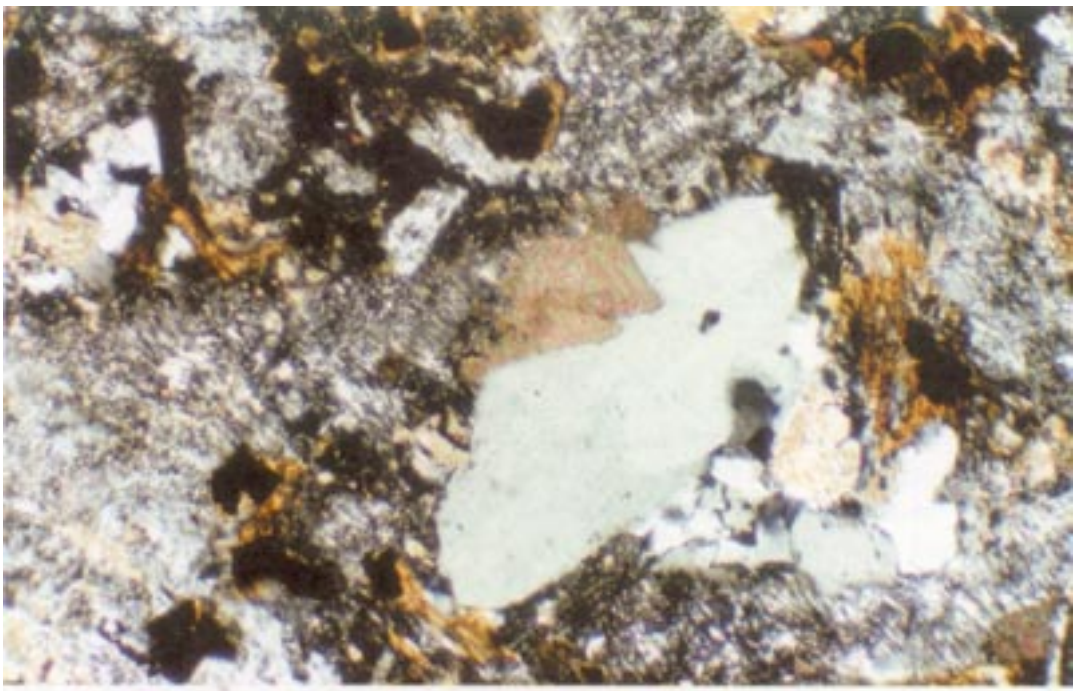


Foto Nº5.3 Vista panorámica del cuerpo subvolcánico localizado al este de Tambo, cerro Quinta, donde se observa cortando a la secuencia del Cretáceo superior-Paleógeno (hoja de San Francisco).

Foto Nº 5.4 Vista parcial del subvolcánico de aspecto macizo, en superficie fresca es blanquecino y en superficie alterada es ligeramente rojizo (hoja de San Francisco).



Microfotos Nº5.5, 5,6 Vistas de la misma muestra del cuerpo subvolcánico riolítico localizado en el cerro Quinta al este de Tambo (hoja de San Francisco) donde se observa en sección delgada (x150), una textura porfirítica, con minerales de feldespatos potásicos, cuarzo, plagioclasas, biotita, opacos, etc.



Microfoto Nº5.7 Vista en sección delgada (x150) de los diques y lacolitos próximos al poblado de Monterrico, de naturaleza microdiorítica, textura granular hipidiomórfica, con minerales esenciales de plagioclasas, carbonatos, cloritas y minerales accesorios de sericita, opacos, biotita, albita, cuarzo, etc.

Foto Nº 5.5 Vista parcial de cuerpos microdioríticos, que se emplazan a manera de lacolitos de forma lenticular, afectando a la secuencia metamórfica de esquistos, localizado cerca al poblado de Monterrico.

Capítulo VI

TECTÓNICA

Los cuadrángulos estudiados se ubican entre el límite de lo que se denomina cuenca sedimentaria del río Ene y cuenca sedimentaria del Ucayali del sur (Fig. N° 6.1). Como se puede apreciar la tectónica esta relacionada a las características litológicas y condicionada por los macizos antiguos y estructuras profundas y regionales que permiten reconocer dominios estructurales. Esto se aprecia en el esquema en detalle del área de estudio (Fig. N°6.2) donde las fallas normales despegan y afectan a las rocas paleozoicas, mientras que las fallas inversas profundas despegan desde niveles Proterozoicos afectando hasta las rocas Cenozoicas.

6.1 DOMINIOS ESTRUCTURALES

En la zona de estudio se han diferenciado seis (6) dominios estructurales (Fig.N° 6.3) en donde las estructuras han afectado a terrenos de diversas edades.

6.1.1 Terrenos Proterozoicos

Se distinguen hasta tres bloques Proterozoicos alineados en dirección NO-SE separados todos por fallas profundas, probablemente de basamento que denotan un origen muy antiguo y ponen en contacto al Proterozoico con el Paleozoico inferior. Estas fallas al parecer se reactivaron en diversas épocas basculándose, según sea el caso, de fallas normales a fallas inversas y afectaron al anticlinorio de Vilcabamba haciendo repetir la secuencia Proterozoica y del Paleozoico inferior ampliando su extensión superficial.

El bloque Machente-Tojate ubicado al SO de la hoja de San Francisco presenta un grado de metamorfismo menor que su similar de Vilcabamba y de Cielo Punku - Pichari, con diferenciación marcada en fases metamórficas por lo que podríamos estar hablando de un bloque independiente al resto de los bloques metamórficos. La litofacie de este bloque la conforman, facies anfíbolíticas con un núcleo fallado y esquistos y filitas correspondiente a la facies de esquistos verdes.

6.1.2 Terrenos del Paleozoico Inferior

Encima del Proterozoico se encuentra una amplia faja plegada y fallada de rocas, principalmente del Paleozoico inferior, con una combinación de anticlinorios y sinclinorios afectados por fallas normales longitudinales de alto ángulo, muchas de las cuales han sido reactivadas por tectónicas recientes, como fallas inversas de alto ángulo.

Los niveles de despegue parecen ser las lutitas y pizarras del Grupo San José y de la Formación Ananea.

6.1.3 Terrenos del Paleozoico superior

La zona nos muestra una faja plegada de rocas del Paleozoico superior a ambos flancos del Sinclinorio de Vilcabamba la que en su flanco occidental se encuentra recortada debido a la presencia de extensas fallas, que indican la proximidad de otra zona estructural: la zona de bloques.

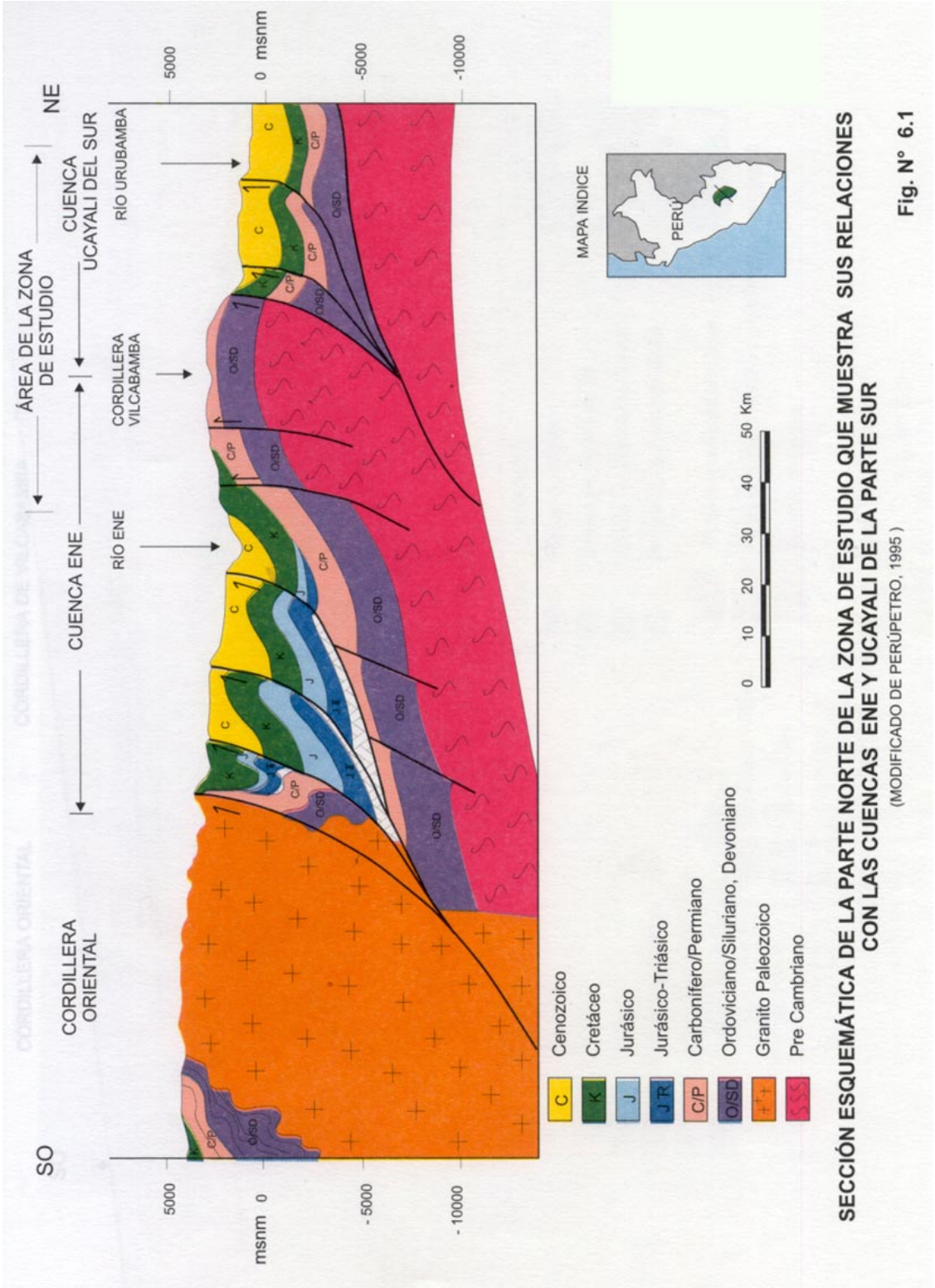
Al extremo SO de la hoja de San Francisco se distingue una faja de rocas carbonatadas del Grupo Tarma-Copacabana conformantes de un bloque tectónico con contactos fallados con el bloque Proterozoico y con el bloque del Cretáceo. Estos bloques se presenta muy deformados con pliegues asimétricos y con fallas normales de alto ángulo que se han reactivado en diversas épocas.

Al norte en cambio se encuentran extensos afloramientos de rocas del Paleozoico superior con buzamientos suaves a medios como los flancos del anticlinorio de Vilcabamba extendiéndose más septentrionalmente hacia la Plataforma estructural de Cutivireni y hacia el pongo de Mainique.

6.1.4 Terrenos del Cretáceo

Conforman unidades de poca extensión, aflorantes en la parte norte de la zona de estudio como la terminación periclinal del anticlinorio de Vilcabamba y pequeños afloramientos aislados sobre la Plataforma estructural de Cutivireni, para reaparecer en el extremo NE en la cuenca Cenozoica-Cuaternaria del río Picha.

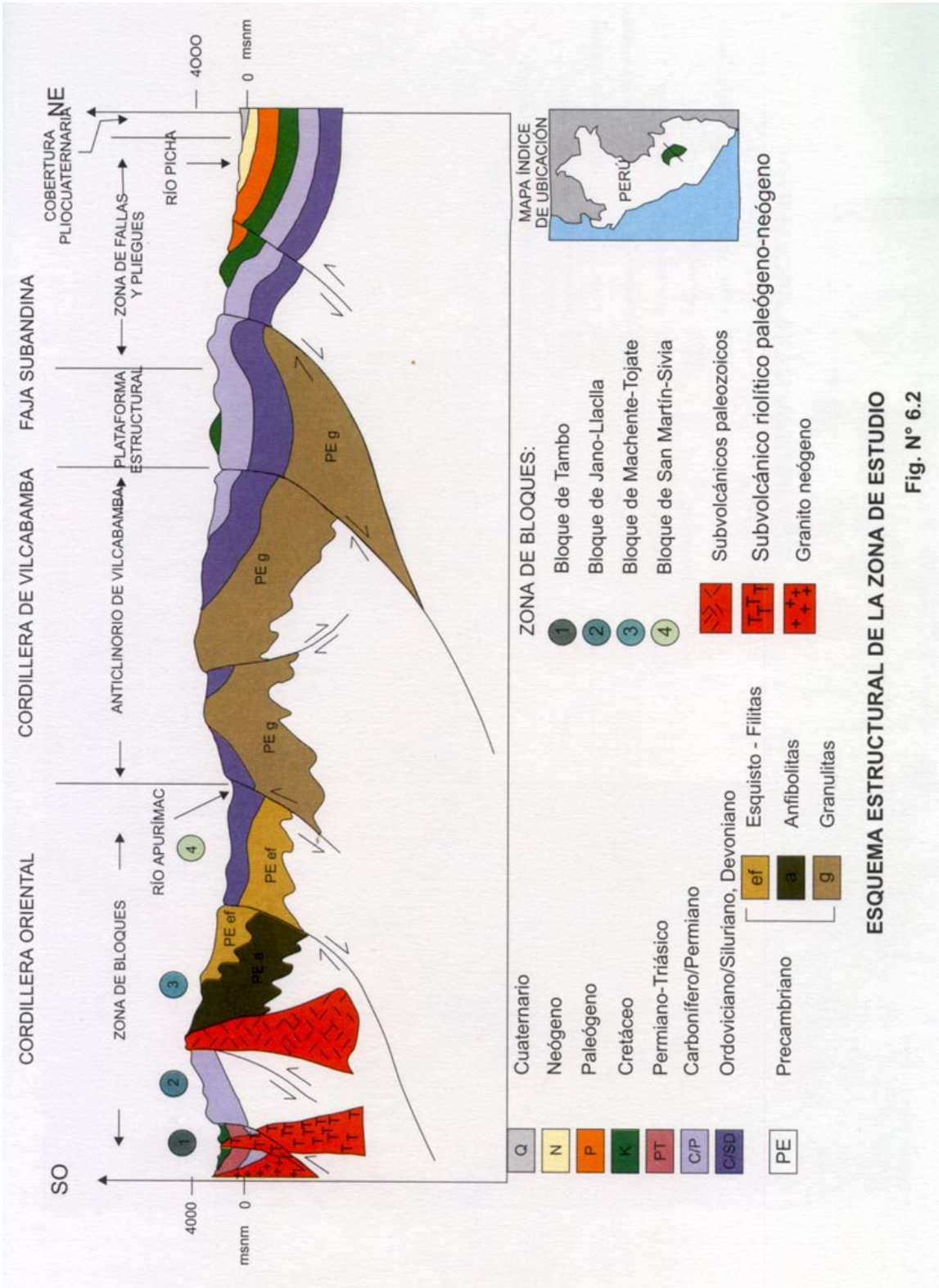
En el extremo SO se encuentra una fosa tectónica rellena con capas rojas de la Formación Tambo, cuyas últimas fases se depositaron en el Paleógeno.



SECCIÓN ESQUEMÁTICA DE LA PARTE NORTE DE LA ZONA DE ESTUDIO QUE MUESTRA SUS RELACIONES CON LAS CUENCAS ENE Y UCAYALI DE LA PARTE SUR

(MODIFICADO DE PERUPETRO, 1995)

Fig. N° 6.1



ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

Fig. N° 6.2

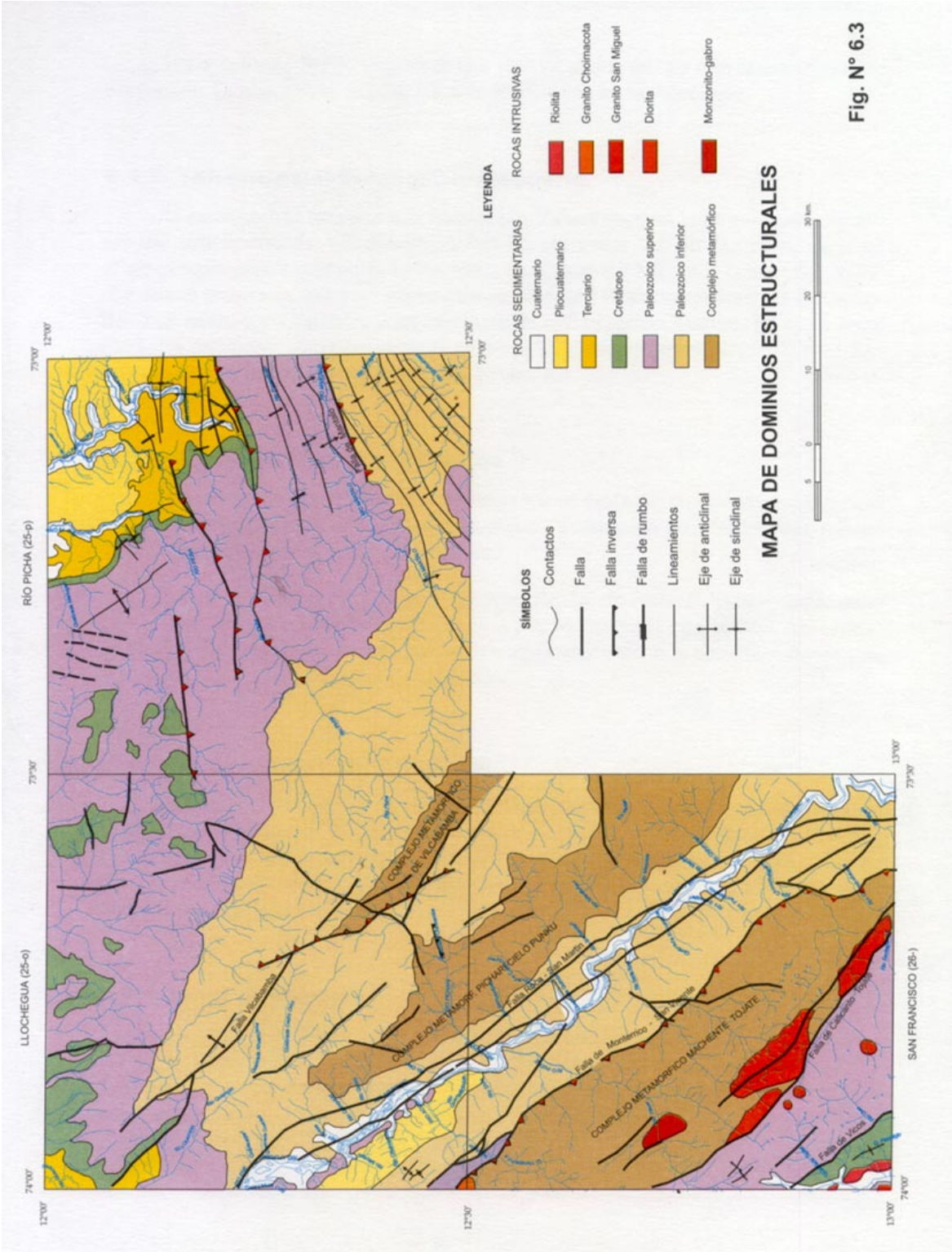

LLOCHEGUA (25-o)
RÍO PICHA (25-p)
SAN FRANCISCO (26-)
74°00'
73°30'
73°00'
12°00'
12°30'
13°00'
Falla Vocatamba
COMPLEJO METAMORFICO DE VILCABAMBA
COMPLEJO METAMORFICO PICHARI-CELO PUNKU
Falla Inca - San Martín
Falla de Montemico - San Francisco
COMPLEJO METAMORFICO MACHENTE TOJATE
Falla de Calicanto - Tojate
Falla de Vicos
LEYENDA
ROCAS SEDIMENTARIAS
Cuaternario
Pliocuaternario
Terciario
Cretáceo
Paleozoico superior
Paleozoico inferior
Complejo metamórfico
ROCAS INTRUSIVAS
Riolita
Granito Choimacota
Granito San Miguel
Diorita
Monzonito-gabro
SÍMBOLOS
Contactos
Falla
Falla inversa
Falla de rumbo
Lineamientos
Eje de anticlinal
Eje de sinclinal
MAPA DE DOMINIOS ESTRUCTURALES
5 0 10 20 30 km.

Fig. N° 6.3

6.1.5 Terrenos del Paleógeno-Neógeno

Al extremo NO tenemos a la Formación Yahuarango en la terminación periclinal del anticlinorio de Vilcabamba, sobre las márgenes del río Quimbiri; pero los afloramientos más importantes los tenemos en el extremo NE, en la cuenca del río Picha donde se aprecia una gran exposición de las capas rojas cenozoicas: las formaciones Yahuarango y Chambira y las areniscas de la Formación Ipururo. En suma estas unidades rellenaron antiguas cuencas cenozoicas, posteriormente plegadas, para formar finalmente las cuencas del río Picha-Urubamba.

6.1.6 Terrenos Plio-Cuaternarios

Dos coberturas de depósitos conglomerádicos destacan en esta zona. Una en la margen izquierda del río Apurímac, denominada Formación La Merced, que rellena una cuenca subsidente de edad pleistocénica.

El otro depósito se encuentra en la depresión del río Picha (Llanura Amazónica) que rellena una considerable extensión de la porción norte de esta cuenca, denominado Formación Río Picha. Ambas unidades conjuntamente con la cobertura fluvio aluvial, no muestran evidencias de deformación.

6.2 UNIDADES ESTRUCTURALES

En el área de estudio se reconocen hasta cinco zonas estructurales : una zona de bloques como prolongación del anticlinorio de Comas - Tambo; un anticlinorio denominado de Vilcabamba, ambos reconocidos en trabajos anteriores por MEGARD F. (1978); una Plataforma Estructural; una zona plegada y fallada y una cobertura Pliocuaternaria (Fig. N°6.4).

6.2.1 Zona de Bloques

Esta unidad se ubica en la parte suroccidental de la hoja de San Francisco (26-o) y ocupa aproximadamente el 25% del área de estudio. Es el producto de fallamientos longitudinales normales profundos producidos probablemente durante la tectónica hercíniana y que han originado un alineamiento NO-SE de estas estructuras.

Conforma las zonas altitudinalmente más conspícuas de la zona de estudio subdivididas en cuatro bloques, (de oeste a este): Bloque de Tambo, Bloque Jano-Llaclla, Bloque Machente-Tojate y Bloque Sivia-San Martín.

Estructuralmente se caracteriza por presentar fallas longitudinales que limitan estos bloques basculados de dirección predominante N35O, con áreas de diversas litologías y con abundantes pliegues de corta extensión muy replegados, en algunos casos tumbados.

6.2.1.1 Bloque Tambo

En el suroeste del área de estudio en las inmediaciones del poblado de Tambo se emplaza una pequeña fosa tectónica (LÓPEZ J. C. 1996) la cual se prolonga hacia los cuadrángulos aledaños de Huanta (26-ñ) y San Miguel (27-o). En en esta última hoja se describe una zona subsidente limitada por fallas longitudinales de rumbo NO-SE, rellenada por unas capas rojas cretáceo-paleógenas a las que se les ha denominado Formación Ongoy (MAROCCO R. 1995) que no es otra que la Formación Tambo definida en trabajos del Perú Central (MEGARD F. 1978).

El bloque se encuentra limitado por grandes fallas normales profundas de dirección NO-SE, como es el caso de la falla Vicos (Foto N°6.1) y forma un graben rellenado de Capas Rojas de la Formación Tambo, a manera de un sinclinal, intruido a su vez por un cuerpo riolítico con similar alineación estructural, intrusión que fue facilitada posiblemente por las fuerzas distensivas de la fase Quechua.

6.2.1.2 Bloque Jano-Llaclla

Es la prolongación del bloque Razuhuilca-Cobriza de la hoja de Huanta (LÓPEZ J. 1996) y que se continúa a la hoja de San Miguel (27-o) como Zona nororiental. Se encuentra constituido de rocas generalmente del Paleozoico superior: de los grupos Ambo, Tarma y Copacabana, intruidas por cuerpos subvolcánicos de naturaleza microdiorítica de edad del Permo-Triásico.

Los pliegues que se encuentran en esta megaestructura son kilométricos de flancos hectométricos con planos axiales verticales o ligeramente inclinados y en algunos casos tumbados al sudoeste debido al continuo virgamiento. Como ejemplos podemos mostrar los anticlinales de Chaca, Llaglla y Usmay, entre otros (Foto N°6.2).

El bloque está limitado el sur por la falla Vicos que es la prolongación de la falla San Miguel - Ocomba (MAROCCO R. 1996) y por la falla Calicanto-Tojate que pone en contacto a las calizas del Grupo Copacabana con los intrusivos subvolcánicos del Permo-Triásico.

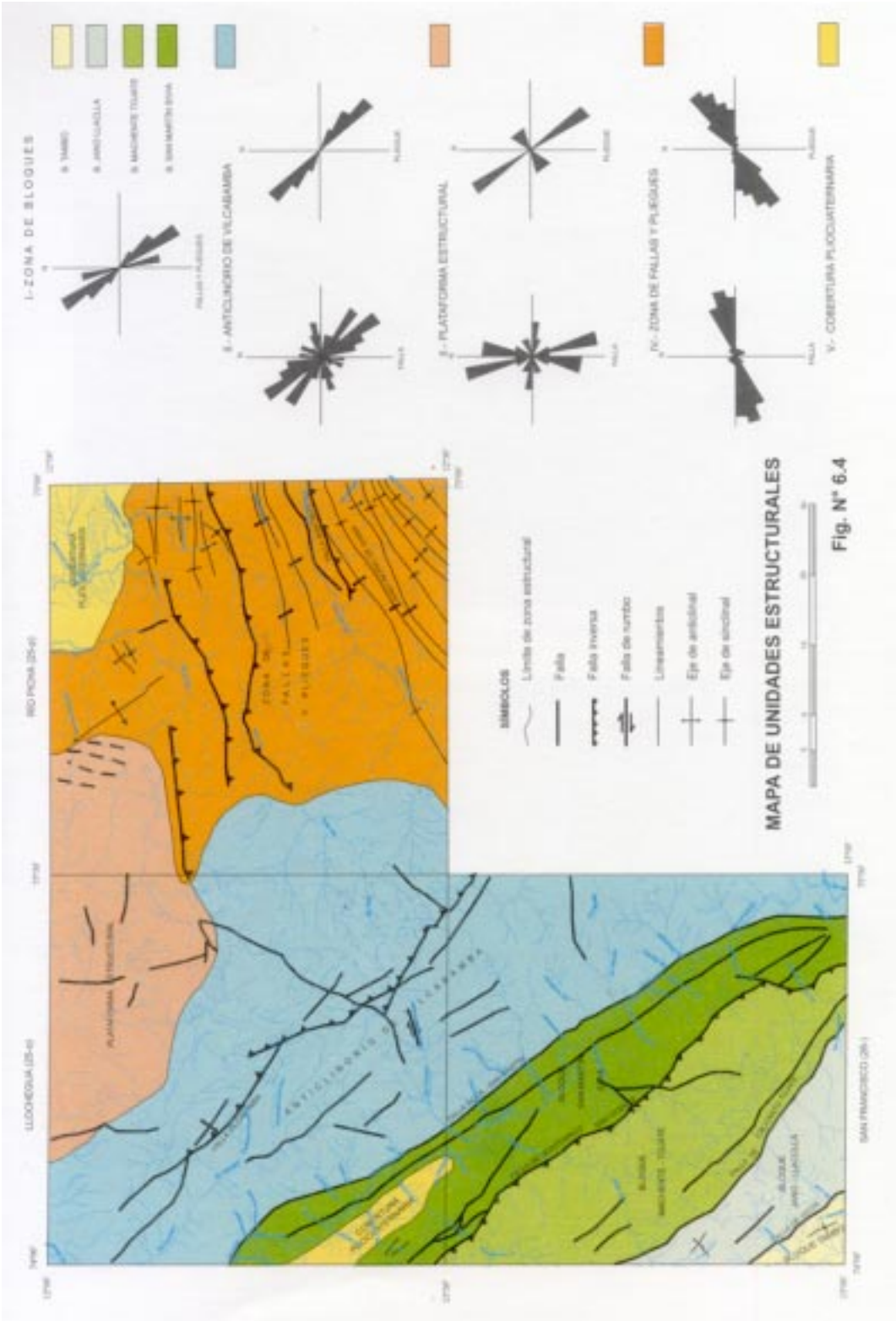

I.- ZONA DE BLOQUES
II.- ANTICLINORIO DE VILCABAMBA
III.- PLATAFORMA ESTRUCTURAL
IV.- ZONA DE FALLAS Y PLIEGUES
V.- COBERTURA PLIOCUATERNARIA
SIMBOLOS
Limite de zona estructural
Falla
Falla inversa
Falla de rumbo
Lineamientos
Eje de anticlinal
Eje de sinclinal
MAPA DE UNIDADES ESTRUCTURALES

Fig. N° 6.4

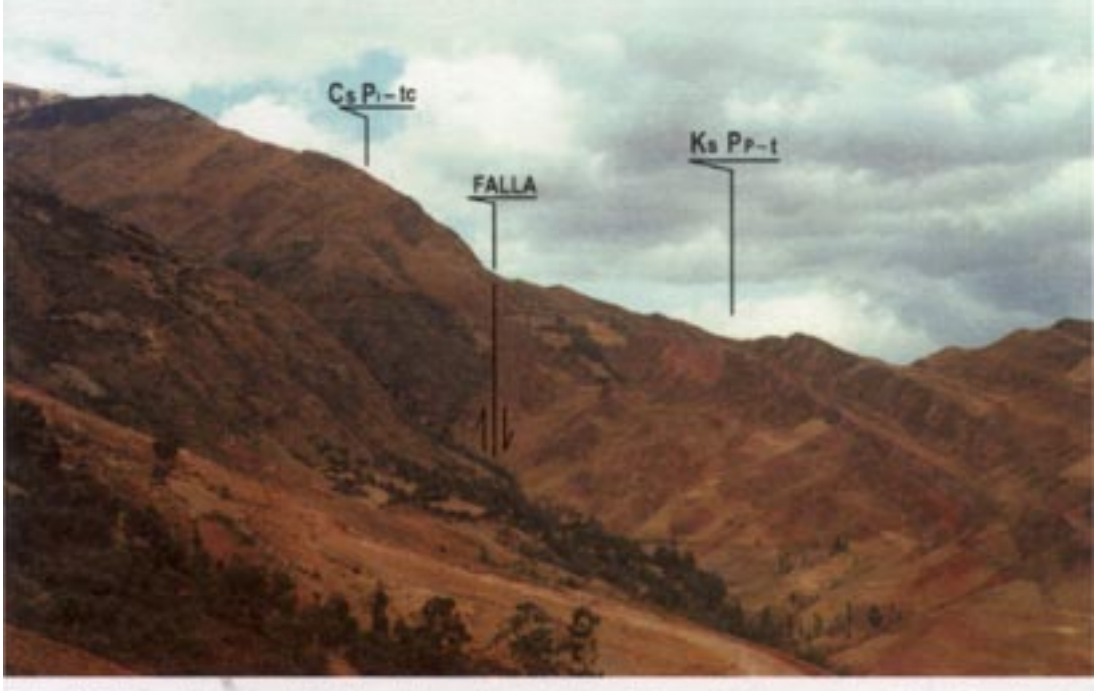


Foto Nº6.1 Contacto entre el Cretáceo (Formación Tambo) y el Paleozoico (grupos Tarma-Copacabana), en las inmediaciones de Vicos al EN de Tambo. Vista al SE.

Foto Nº 6.2 Sinclinal echado del Grupo Tarma. Qda. Husmay.

6.2.1.3 Bloque Machente - Tojate

A continuación se tiene una faja de rocas proterozoicas subdivididas en dos faccies metamórficas bien diferenciadas: anfibolitas y esquistos-gneis.

El bloque está limitado por la falla Calicanto-Tojate por el lado sur, y representa una secuencia de rocas muy deformadas y un estilo tectónico característico de terrenos deformados a gran profundidad (10 km o más) y que posteriormente debido a la erosión de los estratos suprayacientes han sido expuestos a la superficie.

El estilo tectónico evidencia la presencia de abundantes micropliegues y pliegues de corta longitud y de flancos métricos, cuyos ejes tienen un rumbo que varía de E-O a NO-SE. Estos pliegues están asociados a una esquistosidad de plano axial con un metamorfismo epitermal de rocas paraderivadas, probablemente metasedimentarias de rocas sílico clásticas (areniscas cuarzosas y cuarcitas) a las que le han afectado por lo menos dos fases de micropliegamiento: una es sinmetamórfica y contemporánea con una esquistosidad de flujo y la otra es un microplegamiento de menor intensidad, caracterizado por la presencia de una esquistosidad de fractura, de nivel estructural inferior MAROCCO R. (1996).

El conjunto de pliegues y esquistosidades que se formaron con el tectonismo hercíniano, fue afectado por la posterior orogénesis andina, que ocasionó a las estructuras ya deformadas la superposición de pliegues amplios de eje NO-SE.

6.2.1.4 Bloque San Martín-Sivia.

En la faja central de la hoja de San Francisco (26-o) se emplaza una secuencia de sedimentos en alineación NO-SE, conformando un bloque sedimentario del Paleozoico inferior y que ha funcionado a manera de bloque basculado, limitado por fallas de alto ángulo que han sufrido variados procesos de reactivación, jugando la falla a manera normal o inversa, según los procesos sean distensivos o compresivos. Tal es el caso de la falla Monterrico-San Vicente en el extremo este de la hoja donde la tectónica andina ha reactivado la falla con movimiento inverso de alto ángulo.

Los pliegues de esta unidad son plurikilométricos de dirección preponderante NO-SE, afectados por un plegamiento menos intenso de dirección NE-SO, que le acompaña una esquistosidad de fractura producto de la tectogénesis andina.

6.2.2 Anticlinorio de Vilcabamba

En el centro de la zona de estudio se emplaza una gran megaestructura que cubre cerca del 30% del área. Es un gran anticlinal fallado de probable edad eohercínica, limitado por la falla Roca-San Martín responsable del fallamiento del flanco oeste del anticlinorio, cuyo núcleo también se encuentra fallado (falla Vilcabamba), logrando una repetición de la secuencia de rocas proterozoicas muy deformadas (granulitas) infrayaciendo a la secuencia paleozoica inferior: Grupo San José, Formación Sandia y Formación Ananea.

Desplazando a esta estructura y con similar rumbo se encuentra la estructura Vilcabamba que es una falla inversa paleozoica de dirección NO-SE, segmentada a su vez por fallas transversales de rumbo. Todas estas estructuras son predominantemente kilométricas y de edad más reciente. Esta falla es la responsable de la segmentación en dos bloques del complejo proterozoico Pichari-Cielo Punku y el Complejo de Vilcabamba.

Concluimos que las estructuras más antiguas son las de dirección predominante NO-SE a ONO-ESE de extensión plurikilométrica a kilométrica, a las que se les ha sobreimpuesto estructuras más recientes de extensión kilométricas y de rumbo NE-SO.

Esta megaestructura es tectónicamente muy importante: marca el cambio gradual de las estructuras predominantemente NO-SE a las de dirección NE-SO controladas por la Inflexión de Abancay.

Al accionarse estos macizos proterozoicos a manera de zócalos muy resistentes, han atenuado la imposición de las estructuras de uno y otro frente, originan una zona muy deformada (el anticlinorio) y una zona muy poco deformada (la Plataforma Estructural).

6.2.3 Plataforma Estructural

Al norte del área de estudio se emplazan secuencias sedimentarias, generalmente del Paleozoico superior: grupos Ambo, Tarma y Copacabana y la Formación Río Tambo, así como la secuencia Cretácea del Grupo Oriente con altitudes que van de los 2 600 a los 1 600 msnm, caracterizados por exposiciones de estratos subhorizontales y de bajo buzamiento surcados por ríos que forman profundos cañones.

Esta unidad representa el 14% del área total y es la expresión de una zona positiva, fracturada por una serie de fallas normales kilométricas sin un rumbo preponderante y son nítidamente reconocibles en las imágenes de satélite.

6.2.4 Zona de Fallas y Pliegues

En la zona oriental del área de estudio se emplaza un estilo tectónico bastante homogéneo en oposición de la hetereogeniedad mostrada en las otras zonas, abarca el 23 % del área total.

No tiene límites tangibles, por lo que se le ha diferenciado en base a las estructuras en las que predominan fallas inversas y pliegues apretados de extensión plurikilométricas de rumbos preponderantes N60°-70°E emplazadas en tres terrenos:

a) Los terrenos del Siluro-devoniano, con abundantes pliegues apretados de flancos hectométricos y de extensión kilométrica, con ejes paralelos y que repliegan al Grupo Cabanillas a lo largo de toda la quebrada Manogali. (hoja de Río Picha), como un gran sinclinorio denominado en el estudio geológico de Chuanquiri (26-p) como Shima, con un núcleo de rocas del Carbonífero inferior (Grupo Ambo).

b) Los terrenos del Carbonífero-Permiano, caracterizados por un estilo tectónico de capas con buzamientos suaves y pliegues de flancos amplios y extensión plurikilométrica, como es el caso del anticlinal del Mantalo; así como fallas inversas también de extensión plurikilométrica con buzamientos al sur y sureste que han afectado preferentemente a las capas del Grupo Tarma-Copacabana, ocasionado repeticiones de sus secuencias, dando como resultado la gran extensión cartográfica de dichas unidades.

c) En los terrrenos del Cretáceo-Cenozoico, en el extremo NE de la hoja de Río Picha, se encuentran el Grupo Oriente, la Formación Chonta y la Formación Vivían con fuertes buzamientos, en algunos casos verticales y en ocasiones de contacto fallado contra las capas rojas cenozoicas (Formación Yahuarango y Formación Chambira). En cuanto el estilo tectónico, éste afecta hasta las rocas del Mioceno, correlacionables por tal motivo con la fase Quechua, con pliegues apretados de extensión plurikilométrica y de rumbo variable, debido a la poca competencia de las capas rojas ha originado la aparición de numerosas fallas de cizallamiento.

6.2.5 Cobertura Pliocuaternaria

Sobreyaciendo a todas las unidades que conforman la columna estratigráfica se emplazan unos depósitos de piedemonte: los conglomerados de la Formación Río Picha y la Formación La Merced, de relación discordante y funcionando como relleno sobre la cuenca del río Picha, así como en el curso inferior del río Apurímac. Ambas unidades presentan poca y leve deformación razón por la cual se les considera como producto del levantamiento Pliocuaternario, al igual que la cobertura inconsolidada.

6.3 FASES TECTÓNICAS

De acuerdo a lo expuesto sobre las unidades tectónicas y en base a la comparación de los estilos tectónicos y las relaciones de campo se ha determinado la actuación de tres tectónicas: Proterozoica, Hercínica y Andina.

6.3.1 Tectónica Proterozoica

Es una tectónica polifásica que ha originado un alto grado de metamorfismo como lo evidencia las granulitas del complejo metamórfico de Pichari-Cielo Punku y del complejo metamórfico de Vilcabamba que comprenden el mismo macizo, afectado por una falla profunda de basamento.

Las granulitas presentan un bandeamiento difuso, con la presencia de gneis cataclasados y ligeramente afectados por un metamorfismo posterior de baja presión (DALMAYRAC B. ET AL, 1977; 1988). Este último evento parece ser coetáneo al del complejo metamórfico de Machente -Tojate (bloque estructural de Machente - Tojate), que se caracteriza por un metamorfismo de baja presión, del grado de los esquisto verdes con un núcleo de anfibolitas asociado con numerosas intrusiones de rocas microdioríticas de edad posterior.

Los gneises bandeados del complejo de Pichari-Cielo Punku (Foto N° 6.3), indican un nivel profundo, con una foliación que estaría relacionada a un metamorfismo elevado y a una esquistosidad de flujo típica de zonas epimetamórficas, sobreimpuesta a una diferenciación metamórfica con cataclasis posterior, esto se evidencia por las bandas de deformación en los cuarzos y la presencia de numerosos gránulos de cuarzo intersticial.

Este metamorfismo posterior que afecta al complejo de Machente- Tojate tiene una esquistocidad de plano axial con un epimetamorfismo de rocas paraderivadas silicoclásticas a las que le han afectado por lo menos dos fases de micropliegamiento: uno sinmetamórfico y contemporáneo con la esquistosidad de flujo y un segundo microplegamiento de menor intensidad caracterizado por la presencia de una esquistosidad de fractura (MAROCCO R., 1996).

En cuanto a los estilos tectónicos de pliegues y micropliegues destacan dos eventos bien diferenciados : los pliegues isoclinales con planos axiales horizontales y de extensión hectométrica,que parecen estar afectados por un clivaje (metamorfismo) más antiguo y los pliegues en chevrón de escala decimétrica y edad posterior. Estos eventos tectónicos corresponderían a los dos ciclos orogénicos, distribuidos en cuatro fases de deformación: las fases 1 (FI), 2 (FII), 3 (FIII) y 4 (FIV) según los estudios geológicos de DALMAYRAC B., et al (1977) y microtectónicos de MEGARD F. (1979) del Perú central. Las últimas fases corres-

ponderían probablemente a la orogenia Brasílida de edad Neoproterozoico superior (600 Ma).

Todas las unidades suprayacientes a los terrenos Proterozoicos muestran una marcada discordancia angular.

6.3.2 Tectónica Hercínica

También se tiene en este caso una tectónica de carácter polifásico (MEGARD F. 1968) que en estudios de la cadena Hercínica del sur del Perú, le reconocen hasta tres fases de deformación: Eohercínica, Tardihercínica y Finihercínica (DALMAYRAC B., et al. op. cit.). Sin embargo evidencias del último evento tectónico no se ha determinado en la zona.

6.3.2.1 Fase Eohercínica

MAROCCO R. y GARCÍA Z. (1978) reconocen en la cordillera de Vilcabamba a la fase Eohercínica del estadío III donde los ejes de las estructuras tienen una dirección preponderante N30° a N50°.

Es una fase tectónica compresiva que ha dado lugar a un plegamiento, replegamiento y a un metamorfismo regional de la parte superior del nivel estructural inferior, ocasionando un frente de esquistocidad leve (PALACIOS O. y DÁVILA D. 1980).

Esta tectónica, datada entre el Carbonífero inferior y el Devoniano, es la principal del ciclo Hercínico; se manifiesta en la zona como una leve discordancia angular. Muestra un estilo tectónico caracterizado por pliegues métricos y hectométricos con buzamiento axial muy variable y cierta esquistosidad como en la quebrada Manogali donde se observan algunos pliegues en chevrón (Foto N° 6.4); los que en conjunto forman grandes estructuras a manera de anticlinorios como el de Vilcabamba y sinclinorios como el de Shima. En las hojas de Llochegua (25-o) y San Francisco (26-o) no se aprecia bien esta relación, el contacto se presenta fallado con las rocas del Proterozoico e igualmente fallado contra las rocas del Carbonífero; sin embargo, la presencia de una diferencia significativa en la naturaleza de los compartimientos contiguos en la falla Calicanto-Tojate que pone en contacto a las calizas del Carbonífero-Permiano (Grupo Tarma-Copacabana) con los gneis y esquistos proterozoicos prueba la exis tencia de un accidente, tipo falla normal longitudinal, que explicaría la ausencia del Grupo Ambo, y estaría vinculada a una tectónica de ruptura o fractura, descrita en los trabajos del Perú central (MEGARD F. 1979) y su equivalente en el sur del Perú (LAUBACHER G. 1978). El mismo análisis se puede aplicar a la falla Monterrico-San Vicente.

6.3.2.2 Fase Tardihercínica

Posterior a la fase Eohercínica ocurre un período de estabilidad orogénica interrumpida por un levantamiento general del territorio, que denota la presencia de unafase tectónica distensiva, fase Tardihercínica.

Es en esta época comienza a diferenciarse la zona de bloques con fallas de rumbos preponderantes NO-SE a la manera de fosas y pilares con la posible formación de sedimentos continentales, ausentes en la parte sudoeste de la zona de estudio; pero presentes en toda la zona norte con el nombre de Formación Río Tambo, unidad que al parecer no se prolongó hacia el sur debido a la presencia del alto estructural del anticlinorio de Vilcabamba, que comienza a distinguirse desde ésta época.

Posteriormente en el Permo-Triásico se deposita en el sudoeste una secuencia de molasas vulcano-detríticas (Grupo Mitu), asociadas al reinicio de una tectónica de fracturación, y a la reactivación de la zona de pilares y fosas (depresiones tectónicas), los cuales debidos a la erosión mesozoica sólo hacen evidenciar la presencia del Grupo Mitu en la zona de Tambo. Al mismo tiempo ocurre un magmatismo representado por rocas subvolcánicas microdioritas asociadas a las fallas de la zona de bloques: falla Calicanto-Tojate y la falla Monterrico-San Vicente.

6.3.3 Tectónica Andina

La falta de adecuadas exposiciones de los afloramientos meso-cenozoicos hace difícil establecer con precisión la influencia exacta de la tectónica Andina, debido presumiblemente a la presencia de una zona positiva que no permitió la posterior sedimentación de rocas jurásico-cretáceas. Sin embargo, una leve subsidencia se observa en esta unidad, subsidencia de edad incierta, probablemente cretácea, la cual permite la sedimentación de una secuencia transicional (Grupo Oriente) que abarca sólo la parte norte y noroeste de la zona de estudio.

Estos afloramientos se restringen sólamente a la parte N y NO, en especial en la hoja de Río Picha (25-p). Sin embargo es evidente la influencia de esta tectónica en las demás zonas del cuadrángulo con estructuras que se habrían superpuesto a las estructuras hercínicas.

La tectónica Andina es polifásica dividida generalmente en tres fases: fase Peruana, fase Inca y la fase Quechua (STEINMAN 1929).

Foto Nº6.3 Plieges isoclinales en rocas gnéisicas del Proterozoico en el rio Quimbiri.

Foto Nº 6.4 Plegamiento en chevrón en la Formación Cabanillas. Inmediaciones del puente Manogali.

6.3.3.1 Fase Peruana

Finalizada las últimas etapas de la Tardihercínica, en el àrea ocurre un nuevo período de subsidencia en la parte norte, tal como lo evidencia la presencia de las areniscas del Grupo Oriente, así como una transgresión marina (Formación Chonta) en la zona NE. Sin embargo el anticlinal de Vilcabamba y la zona de bloques no es invadida por el mar, al parecer debido a que siguieron representando zonas positivas; sin embargo, la plataforma estructural parece que sufrió procesos de basculamiento produciendo la trasgresión marina del Cretáceo, mientras el anticlinorio de Vilcabamba continuo plegándose desde el Tardihercínico, proceso incrementado por las tectónicas jurásico-cretáceas descritas en las hojas adyacentes de Huanta (LÓPEZ J. C. 1996) y San Miguel (MARROCO R. 1995).

En esta fase ocurre una reactivación de las fallas antiguas de origen hercínico, originando cuencas intramontañosas con presencia de nuevas depresiones tectónicas, como la depresión de Tambo, la llanura aluvial del Ene y la Llanura Amazónica (actual cuenca del Picha-Urubamba), en las que se depositaron Capas Rojas (formaciones Yahuarango y Tambo).

Esta fase es correlacionable con la fase Peruana del centro (MEGARD F.1978) que le asigna una edad Santoniana - Campaniana (Cretáceo superior).

6.3.3.2 Fase Inca

Durante el Eoceno medio a superior tiene lugar un fuerte etapa compresiva (la más importante de la tectónica Andina) que actúa de manera diversa en las diferentes unidades estructurales.

En la zona de bloques,se dà una reactivación de las antiguas fallas, en algunos casos de manera inversa (las fallas de nivel estructural profundo), como es el caso de la falla Monterrico- San Vicente. En el anticlinorio de Vilcabamba ocurre una profundización de los plegamientos al mismo tiempo que, junto con la Plataforma Estructural, actúan a la manera de zócalo rígido producto del cual se originan fallas de rumbo de dirección preponderante N70°E y N12°E, fraccionando antiguas estructuras como la falla Vilcabamba; finalmente en la zona de Fallas y Pliegues las estructuras preponderantes toman rumbos N75°-55°E, afectando a los terrenos de diversos Dominios Estructurales (Fig. N° 6.3) originando pliegues de amplitud kilométrica, como los apreciados en el río Mantalo (Fotos N°6.5 y N°6.6), en el sinclinorio de Shima y en las capa rojas cenozoicas de la cuenca del río Picha.

6.3.3.3 Fase Quechua

Entre el Mioceno inferior y el Mioceno superior Plioceno tiene lugar esta fase, que se distingue por la leve discordancia angular mostrada entre la Formación Yaguarango y la Formación Ipururo

Esta tectónica se manifiesta también de modo distinto según las unidades estructurales: reactivan las fallas de la zona de bloques a manera de fallas inversas; mientras el anticlinorio de Vilcabamba y la Plataforma Estructural de Cutivireni actúan como un zócalo rígido, originando un cambio de la dirección de las estructuras de NO-SE a E-O y NE-SO. En la zona de Fallas y Pliegues esta tectónica origina numerosos plegamientos y fallas inversas, que en algunos casos son cabalgamientos con despegue desde los niveles plásticos del Paleozoico Inferior, esto es una característica distintiva en toda la zona oriental del área de estudio.

6.3.3.4 Levantamiento Plio-cuaternario

Finalmente en el Plioceno se reactivan algunos procesos tectónicos, en especial los epirogénicos. En la zona de Bloques, en la actual cuenca del río Apurímac, ya comienzan a diferenciarse y en la cuenca del Río Picha, se depositan los conglomerados (Pie de Monte) denominados formaciones La Merced y Río Picha, respectivamente, que evidencian un levantamiento de edad probablemente finipliocénica y que continùa hasta el Pleistoceno.

Foto Nº6.5 Suave buzamiento de las areniscas cuarzosas, en estratos delgados a medios del Grupo Ambo. Qda. Mantalo.

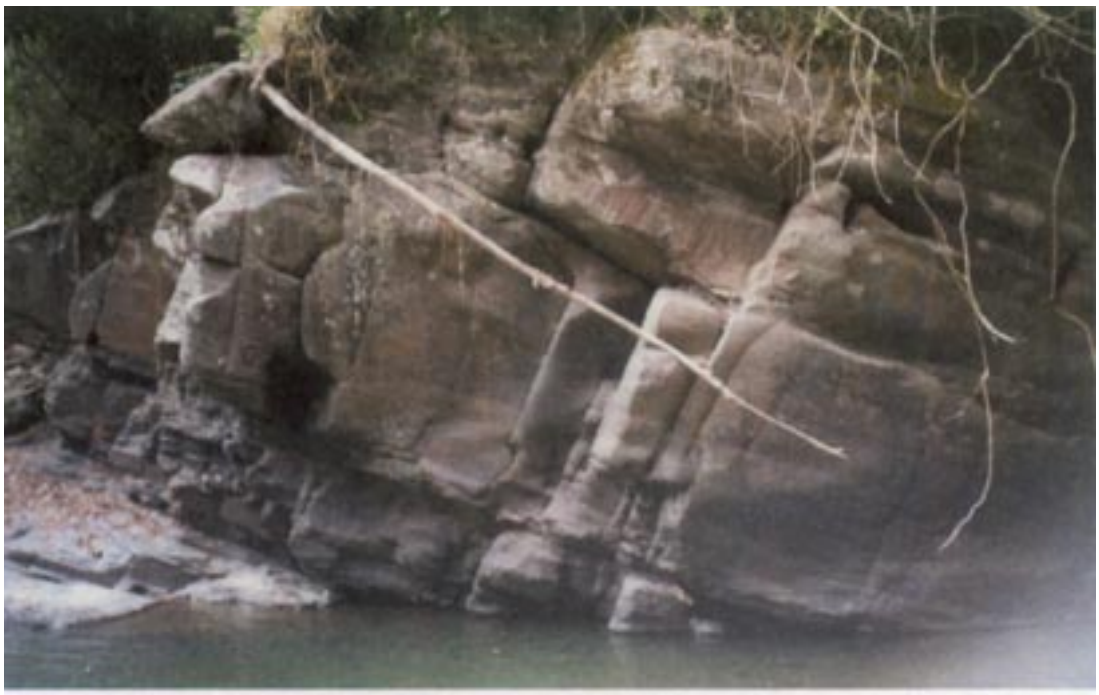


Foto Nº6.6 Estratos gruesos con interestratificaciones de niveles más finos de las areniscas cuarzosas del Gpo. Ambo. Qda. Mantalo.

Capítulo VII

GEOLOGÍA ECONÓMICA

7.1 ASPECTOS GENERALES

El estudio geológico-minero en los cuadrángulos de San Francisco (26-o), Llochegua (25-o) y Río Picha (25-p) ha comprendido el reconocimiento geológico, muestreos geoquímicos referenciales y descripción de ocurrencias minerales de interés económico, como parte de los trabajos del cartografiado geológico regional que realiza el INGEMMET.

Anteriormente se realizaron trabajos de exploración muy restringidos, debido fundamentalmente a los problemas sociales que afectaron a la industria minera.

En los cuadrángulos de San Francisco (26-o) y Llochegua (25-o) existen algunas operaciones mineras de exploración o explotadas antiguamente, que se ubican cerca a las carreteras troncales del departamento de Ayacucho, como en los alrededores de San Pedro, Machente, Jano y Usmay cuyo desarrollo incipiente. Sin embargo los resultados geoquímicos demuestran que se pueden determinar otras áreas con posibilidades de ocurrencia de mineralización. En cambio en el cuadrángulo de Río Picha (25-p), las areniscas cretáceas y rocas carbonatadas paleozoicas y mesozoicas son las unidades más importantes en cuanto a posibilidades de ocurrencia de hidrocarburos lo que permitirá señalar áreas de gran intéres en la búsqueda de petróleo preferentemente.

Durante los trabajos de campo se visitaron las diferentes zonas mineralizadas, metálicas y no metálicas, actualmente paralizadas; algunas de las cuales fueron muestreadas para análisis químicos y/o mineragráficos.

Como antecedente el INGEMMET en 1979, realizó una prospección geoquímica regional en sedimentos de quebrada para ubicar depósitos minerales polimetálicos al SO del cuadrángulo de San Francisco (26-o). Resultado de ésta operación geoquímica, se ha reconfirmado y añadido nuevos datos referenciales.

Entre los recursos auxiliares para la actividad minera, en la zona tenemos:

a) Agua abundante, existen ríos de aguas limpias con caudal y pendientes apropiadas para el uso doméstico industrial minero; pudiendo ser aprovechados en la producción de fuerza hidroeléctrica como en Quimbiri y posiblemente en los ríos Pichari, Piene, Santa Rosa y Chunchubamba. **b) La enmarañada vegetación de la selva** dificulta la exploración, pero incluye diversos tipos de madera que se pueden utilizar para la construcción y usos mineros. **c) Los recursos humanos**, actualmente están en crecimiento debido a las colonizaciones que aseguran la existencia de operarios; pero la mano de obra especializada tiene que ser foránea.

El propósito del estudio es determinar las áreas de mayores posibilidades de ocurrencia de mineralización e hidrocarburos, para contribuir al conocimiento del potencial geoeconómico de esta región e incentivar a las compañías mineras y/o petroleras a planificar mayores actividades de exploración.

7.2 TRABAJOS ANTERIORES

En 1975, el ex-Servicio de Geología y Minería conjuntamente con los técnicos de la Misión Francesa (ORSTOM), realizaron un reconocimiento geológico-minero en la región de San Miguel, cuyo informe concluye que en dicha área se debe realizar la prospección por minerales polimetálicos (Pb, Zn, Cu, Ag) especialmente en las rocas calcáreas del Grupo Copacabana.

En 1979, el INGEMMET realizó el estudio geológico-geoquímico del área de San Miguel -Ayacucho, permitiendo localizar varias anomalías geoquímicas importantes por cobre, plomo y zinc.

El Dr. René Marocco de la Misión Francesa (ORSTOM) con el apoyo de una brigada enviada por parte del INGEMMET realizó el levantamiento geológico del cuadrángulo de San Miguel, publicándose la geología del cuadrángulo de San Miguel (27-o) en 1,996.

PERUPETRO S.A., realizó una serie de estudios de evaluación, tanto locales como regionales. Así se tiene la Evaluación Geológica del Lote 52 (1990) y Posibilidades hidrocarburíferas del Lote 52 (1993), que abarcan la parte NE del cuadrángulo de Río Picha perteneciente a la cuenca Ucayali Sur del Oriente Peruano.

Recientemente la empresa contratista Chevrón Overseas Petroleum, realizó una serie de estudios de evaluación en la parte NE del cuadrángulo de Río Picha (25-p) suscribiendo un contrato de exploración y explotación en el Lote 52 de la cuenca Ucayali, con una extensión de 719 000 Hás. (según el M.E.M - 1998).

7.3 SUSTANCIAS METÁLICAS

En el cuadrángulo de San Francisco (26-o) las posibilidades mineras alcanzan amplia distribución de filiación polimetálica, principalmente Au, Ag, Pb, Cu y Zn; asì mismo existen posibilidades en el cuadrángulo de Llochegua (25-o) aunque en menor grado. En los trabajos de campo se verificó la existencia de yacimientos cuya explotación en su mayoría están paralizadas.

La actividad minera en la zona se puede ubicar en el rango de pequeña minería. Actualmente al amparo de los últimos dispositivos legales para la promoción minera, se está explorando el área preferentemente por oro y en algunos casos por mineralización polimetálica.

Se debe mencionar, que algunas muestras de sedimentos dieron como resultado valores interesantes para algunos metales pesados (V, Ti, Cr y Fe), en las quebradas de Quinquiviri, Palestina y Quimbiri, los cuales deben estar relacionados a rocas del Proterozoico y Paleozoico (ver Cuadro N° 7.1) :

Cuadro N° 7.1

7.3.1 Distribución Regional de la Mineralización

Los resultados geoquímicos nos ayudan a comprender la distribución de la mineralización metálica, por lo que el INGEMMET (1979) a través de la Dirección de Prospección Minera, realizó un programa de prospección geoquímica regional por depósitos minerales polimetálicos (SO del cuadrángulo de San Francisco) y en el presente trabajo se complementó con una prospección geoquímica referencial hacia el norte, hasta el cuadrángulo de Llochegua. Las principales zonas para explorar son las áreas de Husmay, Jano, Tojate y Corazónpata (ver Figura N° 7.1). Estas áreas deben ser objeto de estudios posteriores de prospección detallada.

La mineralización existente en el cuadrángulo de San Francisco se encuentra como filones y cuerpos de reemplazamiento metasomático (skarn), preferentemente en los contactos de los intrusivos con los horizontes calcáreos del Grupo Tarma-Copacabana como se pueden observar en depósitos minerales en Jatunmina, Rapi, Janchis y Compenja, minas al sur de Usmay. Las condiciones geológicas de éstos ambientes mineralizados parecen conti-

nuar hasta el área de estudios, especialmente en la parte sur, donde se encontró evidencias de mineralización de pirrotita, magnetita, oligisto; indicando posiblemente una zona de skarn (ver Foto N° 7.1).

7.3.2 Estudio Geoquímico

Se utilizó como referencia el siguiente trabajo: Estudio Geológico-Geoquímico del área de San Miguel - Ayacucho (INGEMMET-1,979) realizado en el suroeste del cuadrángulo de San Francisco (26-o), donde el sistema de muestreo se planificó teniendo en cuenta el tipo de depósito a prospectarse y el ambiente geoquímico predominante, detectándose varias zonas anómalas por plata, plomo, zinc y cobre.

En este trabajo, el INGEMMET realizó el reconocimiento de las principales zonas anómalas las que fueron evaluadas por su intensidad geoquímica y ambiente geológico. Luego, con la ayuda de estos resultados y el inventario de las ocurrencias mineras se delinearon zonas prospectivas como las de Huallhuac, Atumpallja, Usmay y San Pedro (ver Figura N° 7.2).

En base al trabajo anteriormente mencionado, tenemos los siguientes valores de background y threshold (los resultados por encima de éste último, son considerados anómalos). Estos valores se utilizan como parámetros para nuestras interpretaciones geoquímicas (Cuadro N° 7.2). Posteriormente, los resultados del estudio geoquímico se plotearon en un mapa, donde se observan los datos anómalos que pueden tener posible significado económico.

Cuadro N° 7.2

DISPERSIÓN GEOQUÍMICA - INGEMMET (1979)

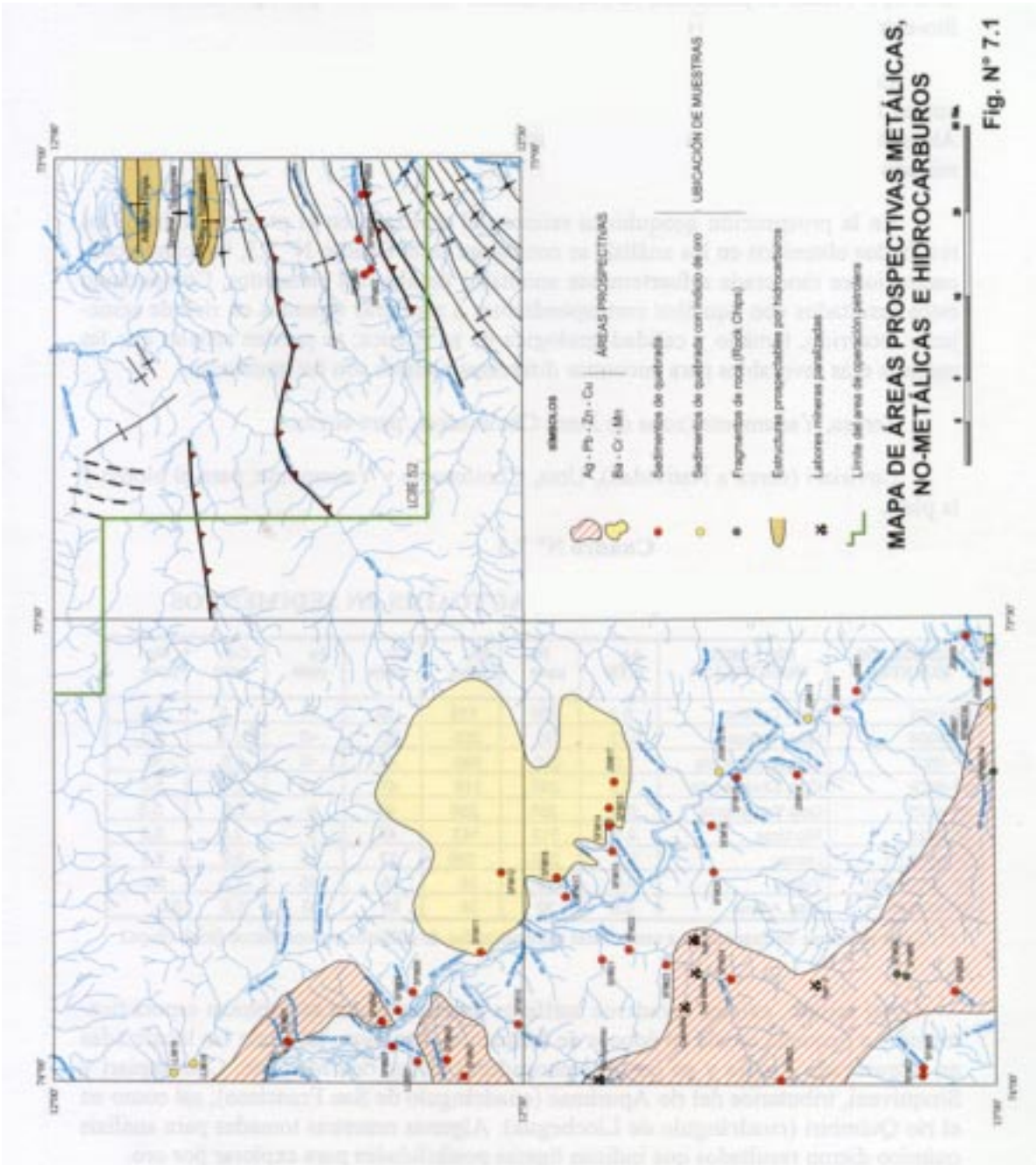

LOTE 52
Ag - Pb - Zn - Cu
Ba - Cr - Mn
ÁREAS PROSPECTIVAS
Sedimentos de quebrada
Sedimentos de quebrada con indicio de oro
UBICACIÓN DE MUESTRAS
Fragmentos de roca (Rock Chips)
Estructuras prospectables por hidrocarburos
Labores mineras paralizadas
Límite del area de operación petrolera
MAPA DE ÁREAS PROSPECTIVAS METÁLICAS, NO-METÁLICAS E HIDROCARBUROS

Fig. N° 7.1

Los prospectos conocidos, así como otras ocurrencias minerales se localizan en el Grupo Tarma-Copacabana, en sus horizontes calcáreos lo que significa un control litoestratigráfico, a parte del control estructural (vetas).

En la Figura N° 7.1, se ubican las muestras colectadas en el área de estudio, las cuales fueron analizadas en el laboratorio del INGEMMET utilizando la técnica de Absorción Atómica, para una mineralización de tipo filoneano (Pb,Zn,Ag,Cu) y diseminado (Au).

En la prospección geoquímica referencial realizada en el presente trabajo, los resultados obtenidos en los análisis se consignan en el Cuadro N° 7.3, indicando concentraciones moderada a fuertemente anómalos de algunos elementos. Comparando estos resultados con aquellos correspondientes a muestras tomadas en ríos de semejante recorrido, tamaño y calidad geológica de su cuenca; se pueden señalar que las cuencas más favorables para encontrar diferentes metales son las quebradas:

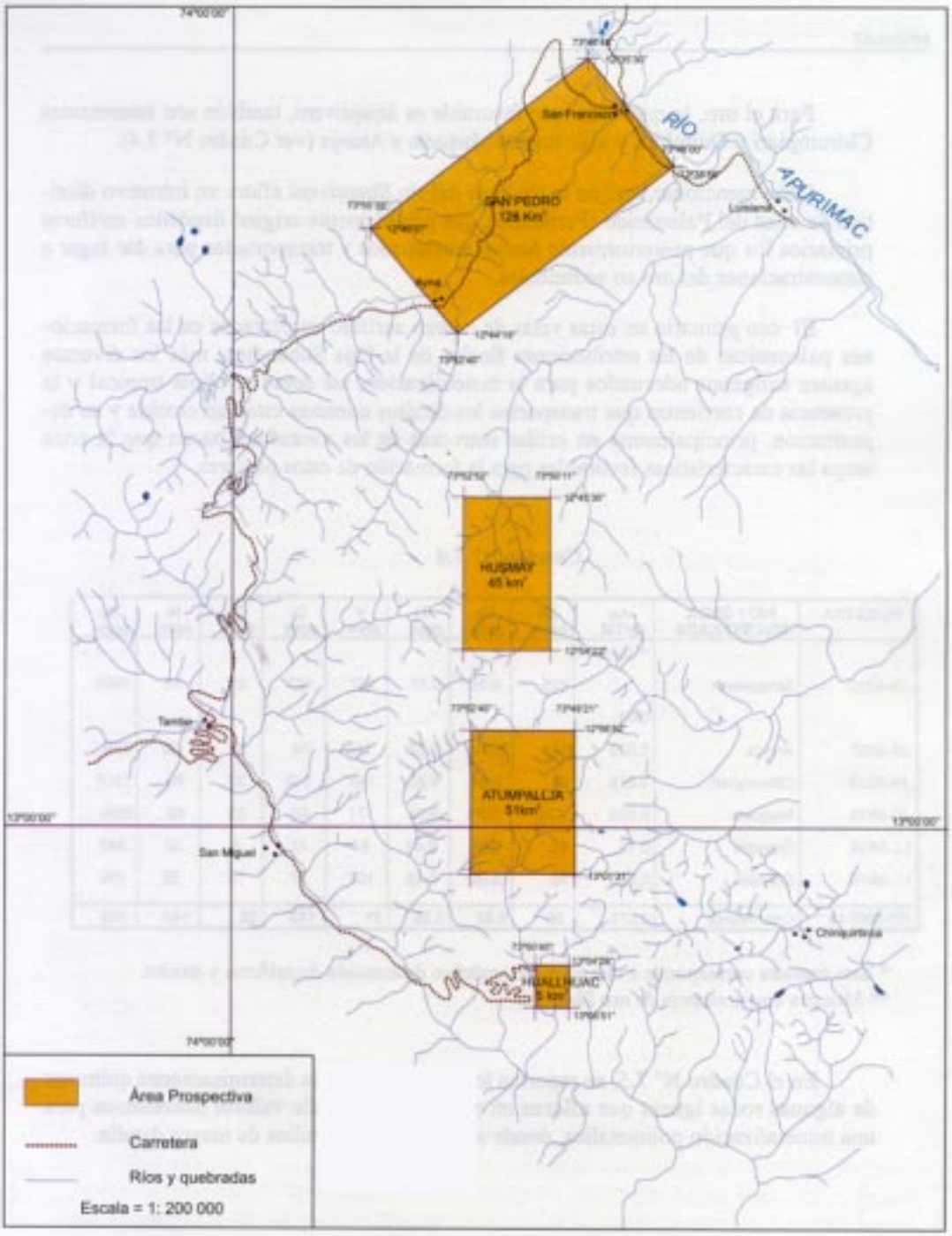
Teresa, Yanamonte (zona de Jano) Choimacota, para el zinc.

Cuviriari (cerca a Natividad), Uras, Choimacota y Yanamonte, para el plomo y la plata.

Cuadro N° 7.3

RESULTADOS GEOQUÍMICOS ACTUALES EN SEDIMENTOS

Así mismo, existen lavaderos auríferos artesanales que se explotan esporádicamente y a pequeña escala en épocas de formación de playas, tal como las localizadas en la quebrada Aronja y en las desembocaduras de los ríos Maquete, Chirumpiari y Sinquiveni, tributarios del río Apurímac (cuadrángulo de San Francisco); así como en el río Quimbiri (cuadrángulo de Llochegua). Algunas muestras tomadas para análisis químico dieron resultados que indican ligeras posibilidades para explorar por oro.



MAPA DE ÁREAS PROSPECTIVAS ELABORADO POR EL INGEMMET - PROYECTO SAN MIGUEL -AYACUCHO (1979).

Fig Nº 7.2

Para el oro, la quebrada más favorable es Sinquiveni, también son interesantes Chirumpiari y Quimbiri, y algo menos Maquete y Aronja (ver Cuadro N° 7.4).

Cabe mencionar, que en la naciente del río Sinquiveni aflora un intrusivo diorítico de edad del Paleozoico (Permiano), que posiblemente originó depósitos auríferos primarios los que posteriormente fueron erosionados y transportados para dar lugar a concentraciones del oro en sedimentos.

El oro primario en estas vetas de cuarzo aurífero emplazadas en las formaciones paleozoicas de las estribaciones finales de la Faja Subandina, más los diversos agentes exógenos adecuados para la meteorización, así como el clima tropical y la presencia de corrientes que transporten los detritos mientras están en crecida y su depositación, principalmente en orillas convexas de los meandros, hacen que la zona tenga las características favorables para la formación de estos placeres.

Cuadro N° 7.4

En el Cuadro N° 7.5, se reportan los resultados de las determinaciones químicas de algunas rocas ígneas que afloran en el área, presentando valores interesantes para una mineralización polimetálica, donde se recomienda estudios de mayor detal

Cuadro N° 7.5

RESULTADOS GEOQUÍMICOS DE ROCAS INTRUSIVAS

De acuerdo al análisis de ocurrencias mineras y resultados del muestreo geoquímico, en la Figura N° 7.1 se delimitan las áreas más propicias para futuras exploraciones mineras.

7.3.3 Descripción de las principales ocurrencias de minerales metálicos

En el cuadrángulo de San Francisco, existen varias minas que fueron trabajadas en el pasado (ver Figura N° 7.1), igualmente se encuentran numerosos cateos, por lo que se realizó un estudio geológico-minero de las minas abandonadas con el objetivo de aclarar sus posibilidades económicas (INGEMMET - 1979).

Estos yacimientos fueron explotados moderadamente a principios de siglo. A continuación se hace una descripción de las principales ocurrencias de minerales en este cuadrángulo:

7.3.3.1 Denuncio Colombia

Se encuentra ubicado en las coordenadas UTM: **8598,836 N y 617,938 E**, a 3 km al NE de la localidad de Ayna, aproximadamente a 2 800 msnm, en el distrito de Ayna-Machente, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho. Su accesibilidad es por la carretera :

Lima -Pisco (Panamericana Sur)
Pisco - Ayacucho (carretera afirmada)
Ayacucho - Mina (camino de herradura).

La geología local, está representada por rocas volcánicas andesíticas de edad terciaria, que varían desde dureza muy fuerte en las partes bajas, hasta débil en las partes altas

por ser tobáceas. Además en la zona se encuentran areniscas, conglomerados rojos, calizas, cuarcitas e intrusivos de composición diorítica y cuarzo monzonítica (que aportaron las soluciones mineralizantes); finalmente gravas, detritos y travertino Cuaternario.

Este yacimiento está constituido por vetas con una geometría tabular, de pequeñas dimensiones. En cuanto a labores de exploración se han realizado cateos y trincheras.

Los minerales que conforman la veta consisten de proustita, galena y chalcopirita. La Dirección General de Minería - MEM, 1991) reportó lo siguiente : las reservas cubicadas obedecen a la clasificación tradicional de Probado - Probable y son del orden de 2,677 TM; con leyes de 9.0 Oz/Tc de Ag; 6.4% de Pb y 1.8% de Cu; donde los cuerpos cubicados se asemejan a formas geométricas que facilitan el cálculo del tonelaje.

7.3.3.2 Denuncio Iván Segundo

Se ubica en las coordenadas UTM: **8583,741 N y 620,257 E** , a 2 km al sur de la localidad de Ayna, en el paraje de Marintari, distrito de Ayna, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho, a una altitud de 2 700 msnm.

En los alrededores las rocas aflorantes son, calizas y lutitas negras que se intercalan con paquetes de areniscas de edad carbonífera-pérmica. Así como, esquistos y filitas del Complejo Metamórfico, los cuales han sido intruidos por rocas dioríticas causantes de la mineralización.

La mineralización se encuentra diseminada con geometría irregular y de pequeña dimensión. Es importante destacar que las partículas de oro constituyen el mineral de mena (Dirección General de Minería - MEM, 1986).

Dado al poco grado de reconocimiento y las leyes marginales no se pudo estimar reservas económicas de mineral.

7.3.3.3 Denuncio Iván Tercero

Este yacimiento se ubica a 8 km al este de la localidad de Ayna, en el paraje Cañipiriato, distrito de Ayna, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho; en las coordenadas UTM: **8597,790 N y 625,415 E** . Tiene una altitud de 2 500 msnm aproximadamente.

Las rocas aflorantes en la zona son metamórficas del Grupo Cabanillas de edad siluro-devonianas; así como esquistos y filitas del Proterozoico.

El yacimiento está formado por un cuerpo irregular mineralizado con partículas de oro diseminado (Dirección General de Minería - MEM, 1987).

7.3.3.4 Mina Río Apurímac

Esta mina se encuentra ubicada a 140 km al NE de la ciudad de Huanta, en el cerro Canchis, a 2 800 msnm; políticamente pertenece al anexo de Jano, distrito de Huanta, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho; en las coordenadas UTM: **8608,212 N y 608,622 E** . El acceso a la mina es de la siguiente manera :

Ayacucho - Huanta (20 km de carretera afirmada)
Huanta - río Apurímac (anexo Jano - 134 km)
Anexo Jano - Mina (6 km)

En la zona afloran rocas metamórficas representadas por pizarras, filitas, niveles pelíticos con intercalaciones de cuarcitas, pertenecientes a un Complejo Metamórfico del Proterozoico. Estos estratos tienen como rumbo promedio, N40° O y buzamiento 80° NE. También afloran rocas sedimentarias conformadas por escombros de material inconsolidado que cubren casi toda el área de la región y pertenecen al Cuaternario.

La mineralización consiste de un relleno hidrotermal de fracturas tensionales, con rumbo promedio N45° O y buzamiento 80° NE, con afloramientos de 20 a 30 m.; los mismos que son irregulares y de ancho variable. Los minerales presentes en la veta principal están constituidos por bandas de galena argentífera, con ganga de cuarzo, pirita y limonita. Las cajas de las vetas son blandas y en algunos tramos se observa ligera alteración hidrotermal (supérgena). Las leyes representativas de plata y plomo varían de : 0.3 Oz/Tc a 10.06 Oz/Tc de Ag. y de 2.29% a 30.51% de Pb (Fuente: Banco Minero del Perú, 1971).

Entre las filitas y pizarras ocurren tres fracturas que afloran de 20 a 50 m. Las labores mineras constan de tres galerías que en total suman 70 m trabajadas a pulso. En el mejor de los casos el volumen de producción mensual es de 3 Tm. El muestreo realizado en las tres labores, arrojó leyes interesantes en plata y plomo, que justifican la ejecución de un programa de exploraciones para definir las posibilidades del yacimiento.

Debido a las reducidas labores desarrolladas sobre estructuras mineralizadas de valor comercial, no se consideran reservas minerales en la mina.

7.3.3.5 Mina Tres Marías

Aproximadamente, se encuentra ubicada a 6 km al NE del pueblo de Ayna, a una altitud de 3 800 msnm, en las coordenadas UTM: **8597,500 y 621,311 E** . El trayecto para llegar a la mina desde la ciudad de Huanta es:

Huanta - Cecceja (115 km por carretera)
Cecceja - Mina (3 horas a caballo).

El marco geológico está dado por la presencia de rocas cuarcíticas y esquistos de probable edad del Silúrico-Devónico cortadas por una pequeña intrusión de tipo andesítico que provocó la formación de pequeños lentes (clavos mineralizados). Entre los afloramientos se observa cuarzo estéril, que se presenta muy triturado.

La mineralización consiste en galena y esfalerita y como minerales de ganga pirita y cuarzo. El yacimiento es de tipo filoneano y ha sido reconocida una longitud total de 37 m y un ancho total de 5 m. (datos del socavón), así como rumbo N 25°O, buzamiento 65° SO y un grosor máximo de 1.20 m para la estructura mineralizada.

El intrusivo de tipo andesítico provocó la formación de 3 vetas paralelas (pequeños lentes mineralizados) a través de las cuales se realizaron labores con cuadros de madera en un mismo nivel, paralelas entre si. Se observó la alteración supérgena debido al clima tropical de ceja de selva.

No existen buenas perspectivas para encontrar un potencial regular de mineral, dado que la mineralización es esporádica y de tipo irregular. El prospecto en las condiciones que se encuentra necesita ser revisado y evaluado (Fuente: Banco Minero del Perú, 1950).

7.4 SUSTANCIAS NO METÁLICAS

En el área de estudio, no existen explotaciones de gran magnitud en torno a sustancias no metálicas. En los cuadrángulos de Llochegua (25-o) y Río Picha (25-p) la escasa necesidad se debe a que la zona se encuentra alejada de los posibles centros de consumo y además por no contar con vías de acceso hace que se desconozca el potencial de estos recursos para poder aprovecharlos en estos lugares.

Por otro lado, en el cuadrángulo de San Francisco (26-o) la inexistencia de estas sustancias se debe a que las características petrológicas de las secuencias en el área, no favorecen mayormente su presencia.

Existen depósitos de calizas correspondientes al Grupo Tarma-Copacabana, explotados localmente a pequeña escala, que no son trabajados industrialmente pero deberían ser

evaluadas para ver la posibilidad de elaborar cemento, cal y otros productos. Una muestra tomada en las coordenadas UTM: 86565 N y 6018 E, obtuvo los siguientes resultados:

Además, se reportan zonas donde existen indicios de mineralización de bario (baritina) asociado al cromo y manganeso. Se recolectaron muestras con contenido de estos minerales, entre las quebradas de Otari y Sampintuari. Probablemente, relacionados a las rocas gnéisicas del Proterozoico que afloran en la margen derecha del río Apurímac (ver Mapa Geológico). Según los resultados geoquímicos se tiene:

7.5 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

En el valle del río Apurímac se encuentra material fluvial formando grandes depósitos de gravas y arenas en terrazas. Estos recursos están distribuidos en las riberas, entre las zonas media y baja de este río, conformados por depósitos de origen fluvio-aluvial que constituyen las llanuras de inundación y por depósitos de terrazas inconsolidados o sueltas, mayormente ocupando el fondo del valle. Son explotados en épocas de escasa lluvia, cuando el río Apurímac y sus tributarios bajan de nivel.

Entre los materiales que más destacan se encuentran gravas (compuestas principalmente por clastos de cuarcitas), granitos, gabros, etc. y arenas que tienen pocos limos y arcillas que pueden ser usados como materiales de construcción.

En la zona de estudio, la explotación de materias primas para la construcción, dependiendo de la cantidad, pueden suministrar puestos de trabajos bien directamente o en las plantas artesanales de hormigón, gravas, etc.

Existen algunas canteras explotadas esporádicamente a pequeña escala y en forma artesanal. Se pueden mencionar las localizadas en las desembocaduras del río Santa Rosa, San Martín, Maquete y Quimbiri (tributarios del río Apurímac), correspondientes al cuadrángulo de San Francisco (ver Fotos N° 7.2, 7.3 y 7.4).

7.6 RECURSOS HIDROCARBURÍFEROS

Las rocas del Cretáceo están ampliamente distribuidas en toda la selva; en cambio las del Paleozoico se restringen a las zonas de la Selva Sur y contrafuertes Andinos. En el área de estudio se restringe a la parte NE del cuadrángulo de Río Picha (25-p), perteneciente al lote 52 de las operaciones petroleras operado por la Cía Chevron Overseas Petroleum.

Las posibles zonas prospectivas de estos recursos en la región selvática del Cusco y parte de Ayacucho, se reconocieron gracias al procesamiento de la información geológica de superficie, de subsuelo y fotogeología obtenidas del archivo técnico del INGEMMET y en la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas.

A continuación se presenta una descripción litoestratigráfica generalizada de las principales formaciones del Paleozoico, Mesozoico y Paleógeno-Neógeno, que tienen rocas con características petrofísicas recomendables para la exploración por hidrocarburos.

7.6.1 Rocas Generadoras

Las unidades estratigráficas que tienen características de roca generadora son: los grupos Ambo y Copacabana del Paleozoico superior y la Formación Chonta del Cretáceo que sugieren una cuenca con facies y ambientes depositacionales adecuados para la acumulación orgánica.

7.6.1.1 Paleozoico superior

Grupo Ambo

Constituido mayormente de secuencias continentales en su base y techo, siendo marinas en su parte media. En general son areniscas de coloración gris, conglomerados y lutitas gris oscuras a negras con fósiles (braquiópodos, lamelibranquios y restos de plantas) y horizontes carbonosos.

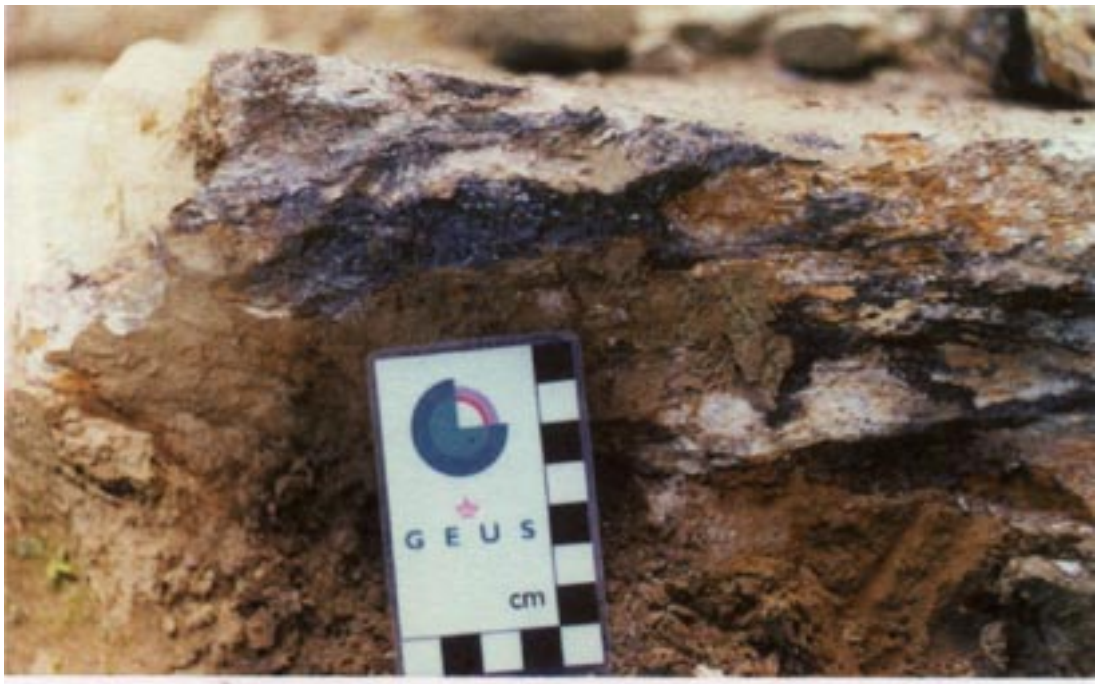


Foto Nº 7.1 Estructura mineralizada en roca muy alterada, posiblemente intrusivo. Alrededores del poblado de Tojate, camino a San Vicente (SE de la hoja de San Francisco).

Foto Nº 7.2 Método de clasificación de gravas utilizando zaranda de ½ pulgada. desembocadura del río Quimbiri, localidad de Quimbiri. Al otro lado del río Apurímac se encuentra el poblado de San Francisco (hoja de San Francisco).

Foto Nº7.3 Cantera de arena en las terrazas formadas en la desembocadura del río Chirumpiari, utilizada en la preparación de ladrillos y otros productos.

Foto Nº 7.4 Método de clasificación de materiales clásticos utilizando zaranda de ¼ de pulgada o más pequeña, para la separación de arenas y gravas.

Por la naturaleza de sus rocas, el Grupo Ambo en la región de la selva posee buenas condiciones generadoras de petróleo. El promedio TOC (carbono orgánico total) de 25 muestras del Grupo Ambo colectadas en el pongo de Mainique es de 2.44% (EUROCAN Ltd, Sucursal Peruana-1991).

Grupo Copacabana

Estas rocas son de origen marino, constituidas mayormente por calizas, dolomitas, lutitas y ocasionalmente areniscas y limolitas. Las calizas son de color gris, micríticas, en capas medias a gruesas y en partes bastante fosilíferas.

Las rocas del Grupo Copacabana poseen buenas cualidades como roca generadora. Estudios geoquímicos realizados por JERSEY PRODUCTION Co. -1963, en muestras de lutitas de esta unidad tomadas en superficie dieron los siguientes resultados: hidrocarburos pesados (C15) entre 300 y 1500 ppm y materia orgánica de 7 a 8%. Comparando estos resultados con los análisis de formaciones de conocida filiación petrolífera en diferentes partes del mundo estas lutitas muestran mayor contenido de materia orgánica e hidrocarburos pesados (C15).

7.6.1.2 Cretáceo

Formación Chonta

Las rocas de esta formación son las que hasta la fecha han dado los mejores resultados en la búsqueda de hidrocarburos en la selva. Poseen buenas características como rocas generadoras de hidrocarburos por la abundancia de materia orgánica en su composición.

En el área de trabajo, la Formación Chonta está reportada en el cuadrángulo de Río Picha y regionalmente se puede comparar con las lutitas cretáceas que son buenas rocas generadoras de petróleo en la cuenca Marañón, donde estas rocas contienen de 1% a 2% de TOC con Kerógenos marino y terrígeno presentando buen potencial para generar hidrocarburos líquidos.

7.6.2 Rocas Reservorios

Las secuencias sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico tienen unidades litológicas con características petrofísicas favorables para constituir buenas rocas reservorio. A continuación se evalúa a grandes rasgos la calidad de las rocas reservorio de las diferentes unida-

des litológicas que constituyen las secuencias del Paleozoico y Mesozoico, tomando como referencia datos de porosidad y permeabilidad proporcionados por PERUPETRO.

7.6.2.1 Paleozoico superior

Grupo Copacabana

En las calizas de esta unidad, se han reportado cherts y también algunos horizontes que contienen pequeñas vacuolas que en muchos casos se encuentran llenas de petróleo. Las dolomitas varían de duras a moderadamente duras, en parte lixiviadas, tienen capas gruesas a medianas que podrían constituir un reservorio potencial.

La porosidad de las calizas, dolomitas y areniscas puede variar entre 5 y 21% y puede aumentar por fracturamiento. La permeabilidad varía entre 200 y 2000 milidarcys.

Formación Río Tambo

En la zona de estudio, las areniscas de la Formación Río Tambo tienen granulometría media a gruesa, con un grosor promedio de 120 m. La porosidad de una muestra superficial tomada en el pongo de Paquizapango es 12% y su permeabilidad 34.7 milidarcys, indicando una buena roca reservorio (EUROCAN Ltd 1991).

7.6.2.2 Cretáceo

Grupo Oriente

Las rocas que constituyen al Grupo Oriente poseen características petrofisicas como rocas recipientes y condiciones favorables para el entrampe de fluidos. La permeabilidad varía entre 500 y 2 000 milidarcys y las porosidades entre 15 y 20%.

Formación Vívian

Las areniscas de la Formación Vívian poseen buenas condiciones como rocas reservorios en la cuenca Ucayali Sur. Según EUROCAN Ltd. (1991), en pozos perforados cerca al cuadrángulo de Río Picha (lote 52), estas arenas tienen permeabilidades de 800 a 1 000 milidarcys y porosidades de 15 a 20%.

7.6.3 Rocas Sellos

7.6.3.1 Paleozoico

El Grupo Ambo contiene horizontes predominantemente de lutitas y algunas intercalaciones de areniscas, contribuyendo a obstaculizar la migración de hidrocarburos.

En el Grupo Tarma se ha reportado presencia de anhidrita en pozos perforados y facies evaporíticas que pueden ser buenos sellos para reservorios Misisipianos. Si las secuencias carbonatadas del Grupo Copacabana no son fracturadas pueden tener alguna capacidad de roca sello, así mismo presentan calizas densas micríticas o han sufrido algún proceso de recristalización (chert, estilolitización) produciéndose la reducción de su porosidad primaria.

Cretáceo

Las lutitas de la Formación Chonta y algunos horizontes de calizas pueden actuar como sello para las areniscas de las Formación Vivian.

7.6.3.3 Paleógeno-Neógeno

Las arcillitas de la Formación Yahuarango pueden constituir buenos sellos para las areniscas de la Formación Vivian.

7.6.4 Posibilidades Hidrocarburiferas

Los mapas hechos en base a los estudios fotogeológicos e interpretación de las imágenes satelitales, apoyada con los datos de campo, confirman la presencia de estructuras geológicas importantes, las cuales presentan posibilidades de entrampe y almacenamiento de hidrocarburos en la parte noreste del cuadrángulo de Río Picha (sureste del Lote 52); mientras que en los cuadrángulos de San Francisco y Llochegua predominan rocas paleozoicas que no ofrecen posibilidades de presencia de hidrocarburos (ver mapas geológicos).

En el mapa geológico del cuadrángulo de Río Picha se han delineado estructuras prospectables (ver Figura N° 7.1), tomando como base los reservorios gasíferos del lote 42, encontrados en los yacimientos Armihuari, Cashiriari, San Martín y Segakiato (cuadrángulo de Camisea), donde los objetivos primarios serían las areniscas del Cretáceo: Formación Vivian y Grupo Oriente y los objetivos secundarios las rocas paleozoicas: calizas del Copacabana y las capas rojas de la Formación Río Tambo (revisar cuadrángulo de Poyeni (23-o) - INGEMMET; 1998).

Según estudios geoquímicos realizados, las rocas generadoras de los hidrocarburos en el lote 42 serían los niveles pelíticos de los grupos Copacabana, Ambo y Cabanillas (según la Compañía Shell Exploradora y Productora del Perú B.V.).

En la década de los 80, se descubrió gas y condensado en las estructuras San Martín (1984), Cashiriari (1986) y Mipaya (1987) en la cuenca Ucayali Sur, que fueron alcanzados en las perforaciones de cuatro pozos cuyas ubicaciones corresponden a los cuadrángulos de Quirigueti (24-p) y Camisea(24-q), vecinos al área de estudio.

Los descubrimientos corresponden a la Cía Shell siendo éstos los de mayor importancia por su volumen de reservas. Los reservorios productivos se encuentran en rocas cretáceas y paleozoicas (ver Figura N° 7.3).

Estudios geoquímicos y petrográficos recientes en secuencias paleozoicas de la cuenca Ucayali (sector sur), revelan la presencia de rocas con capacidad para generar hidrocarburos. Además la mayoría de los pozos exploratorios que alcanzaron la secuencia paleozoica tuvo indicios de hidrocarburos en diferentes niveles (según Murphy Perú Oíl Co. - PERUPETRO S.A.).

Estas consideraciones permiten suponer que al NE del cuadrángulo de Río Picha (25-p) existen buenas condiciones en el Paleozoico para la generación y acumulación de hidrocarburos cuyo descubrimiento requiere mayores trabajos de exploración

7.6.5 Estructuras Prospectivas Principales

En el área de estudio no se ha realizado exploración sísmica ni se han perforado pozos, lo que no permite una descripción de las estructuras y sus posibles cierres estructurales, pero por la información sísmica y de superficie del vecino lote 42, el estilo estructural predominante que se espera encontrar en esta área es el de fallas inversas de bajo ángulo, formando anticlinales sobreescurridos con planos de fallas con buzamiento hacia el oeste, que repiten la secuencia sedimentaria e incrementan el ángulo acercándose a la superficie. Asimismo la existencia de un amplio sistema de fallas de retroimpulso que complementan a las fallas de bajo ángulo formando las trampas estructurales de anticlinales, justifican una inversión exploratoria a corto plazo.

Teniendo en cuenta el descubrimiento de gas y condensado efectuados en los pozos San Martín y Cashiriari correspondientes al lote 42, se considera que el lote 52 (NE del cuadrángulo de Río Picha) es atractivo por tener similares condiciones geológicas. La estructura Armihuari-Cashiriari se extiende 25 km en el lote 52 y también se observan otros alineamientos estructurales con una orientación E-O, entre ellos **el Anticlinal de Ticumpinea**

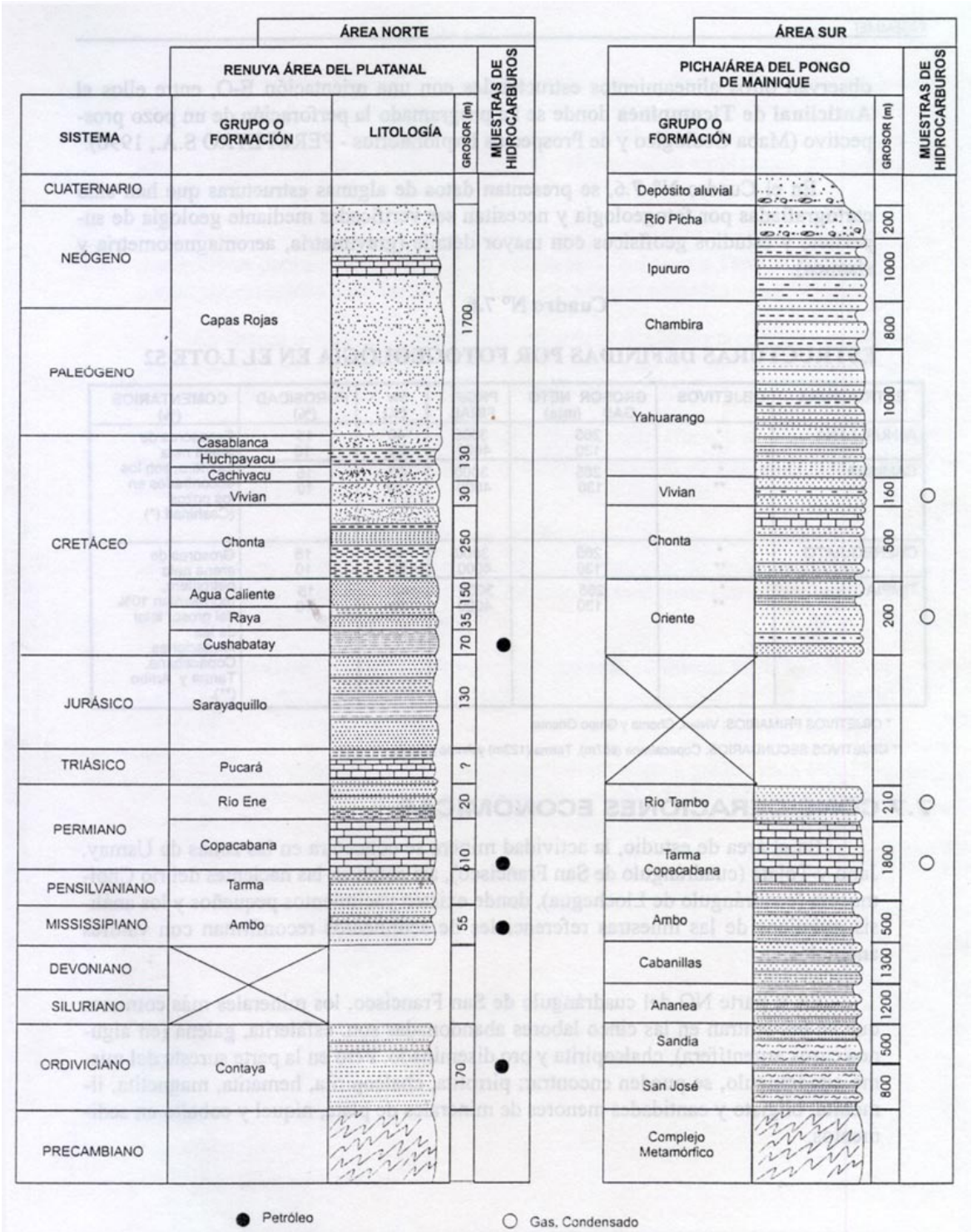


Fig. N° 7.3 Columnas Litoestratigráficas comparativas de la cuenca Ucayali Sur

donde se ha programado la perforación de un pozo prospectivo (Mapa Geológico y de Prospectos Exploratorios - PERUPETRO S.A., 1990).

En el Cuadro N° 7.6, se presentan datos de algunas estructuras que han sido cartografiadas por fotogeología y necesitan ser verificadas mediante geología de superficie y estudios geofísicos con mayor detalle (gravimetría, aeromagnetometría y sísmica).

Cuadro N° 7.6

ESTRUCTURAS DEFINIDAS POR FOTOGEOLOGÍA EN EL LOTE 52

7.7 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

En el área de estudio, la actividad minera se concentra en las zonas de Usmay, Jano y Tojate (cuadrángulo de San Francisco), así como en las nacientes del río Choimacota (cuadrángulo de Llochegua), donde existen yacimientos pequeños y los análisis químicos de las muestras referenciales de sedimentos reconfirman con valores anómalos.

En la parte NO del cuadrángulo de San Francisco, los minerales más comunes que se encuentran en las cinco labores abandonadas son: esfalerita, galena (en algunos casos argentífera), chalcopirita y oro diseminado. Pero en la parte sureste del mismo cuadrángulo, se pueden encontrar: pirrotita, chalcopirita, hematita, magnetita, ilmenita, oligisto y cantidades menores de minerales de plata, níquel y cobalto en sedimentos.

La zona tiene como intéres económico principal las mineralizaciones polimetálicas (Pb, Zn, Ag y Cu) en vetas y en forma diseminada, emplazadas en el Grupo Tarma-Copacabana o en su contacto con cuerpos intrusivos. Además se reportan zonas con mineralización de oro diseminado y metales pesados emplazados en rocas más antiguas (Complejo Metamórfico).

Pese a que la actividad no-metálica es muy restringida, la región ofrece buenas perspectivas para su desarrollo. Las rocas calcáreas del Grupo Tarma-Copacabana deberían ser evaluadas para ver la posibilidad de elaborar cemento y cal.

En cuanto a los áridos (arena, gravilla y grava), el bajo precio no hace rentable un transporte largo por lo que su consumo es local y su utilidad en los sectores de la construcción y obras públicas locales depende de la demanda de éstos.

Se debe realizar la medición de secciones estratigráficas y muestreos para estudios geoquímicos para resolver problemas de generación de hidrocarburos y condiciones de roca reservorio.

Principalmente en el cuadrángulo de Río Picha, se debe realizar levantamientos aeromagnetométricos para obtener información del grosor de sedimentos en el área y conocer el desarrollo estructural del basamento, lo cual tiene estrecha relación con la generación y entrampe de hidrocarburos.

Es necesario un estudio sísmico al detalle para confirmar los cierres estructurales de anticlinales y seleccionar estructuras para la perforación de futuros pozos exploratorios.

Debido a la existencia de estructuras favorables, roca madre, roca sello, roca reservorio y la cercanía con los yacimientos de gas del lote 42, es probable encontrar reservas de hidrocarburos en la parte NE del cuadrángulo de Río Picha (25-p).

Capítulo VIII

GEOLOGÍA AMBIENTAL

8.1 GENERALIDADES

Como una forma de contribuir con el progreso y desarrollo sostenible de una área o región, se recomienda el cuidado de los recursos naturales a través de la conservación del medio ambiente (ver Cuadro N° 8.1).

Las diferentes corrientes que tratan sobre la conservación del medio ambiente ya no hablan de una lucha entre conservación del medio ambiente y desarrollo (explotación de los recursos naturales); actualmente desarrollo y conservación se realizan mancomunadamente bajo el nombre de eco-desarrollo.

Por lo tanto, no se puede concebir más como desarrollo un estilo de operaciones destructivas, ni como conservación la intangibilidad absoluta de los recursos naturales, sino su racional explotación; ya que no hay desarrollo sin conservación y contribuir a la conservación es la mejor manera de garantizar el desarrollo sostenible de los pueblos.

Para lograr el anhelado desarrollo sostenible, toda empresa dedicada a las actividades de minería, hidrocarburos o a la ingeniería de obras en general, debe operar según los siguientes principios ambientales :

8.1.1 Principios Ambientales

Cumplir con todas las leyes y normas vigentes de Protección del Medio Ambiente y mantener un programa de auditoría de control propio para garantizar que sean siempre cumplidas.

Asistir a todos los niveles del gobierno, en la promulgación y enmienda de las leyes, códigos y normas con el objeto de lograr una Reglamentación del Medio Ambiente sustentada en hechos y necesidades científicas y que sean económica y operacionalmente factibles.

La meta debe ser la conservación de los recursos naturales, mantener el medio ambiente y mitigar el impacto, empleando la mejor tecnología de control, así como procedimientos y procesos comprobados técnicamente y económicamente factibles.

Capacitar a los trabajadores para que sean conscientes del impacto de sus funciones en relación al medio ambiente y para que asuman su responsabilidad en la implementación de esta política en el nivel particular de su función.

Considerar como rutina el examen del medio ambiente cuando se evalúe la adquisición o venta de una instalación existente o propiedad.

Inspeccionar las instalaciones en forma programada para asegurar el cumplimiento de las normas gubernamentales y las políticas de cada compañía.

8.2 PROCESOS DE GEODINÁMICA EXTERNA

Los problemas geológicos, que inciden en los aspectos ambientales presentes en los cuadrángulos estudiados, como los deslizamientos, desbordes-inundaciones, erosiones fluviales, derrumbes y erosión de suelos, están relacionados principalmente a factores fisiográficos, hidrológicos y climáticos, inherentes a la morfología de la región.

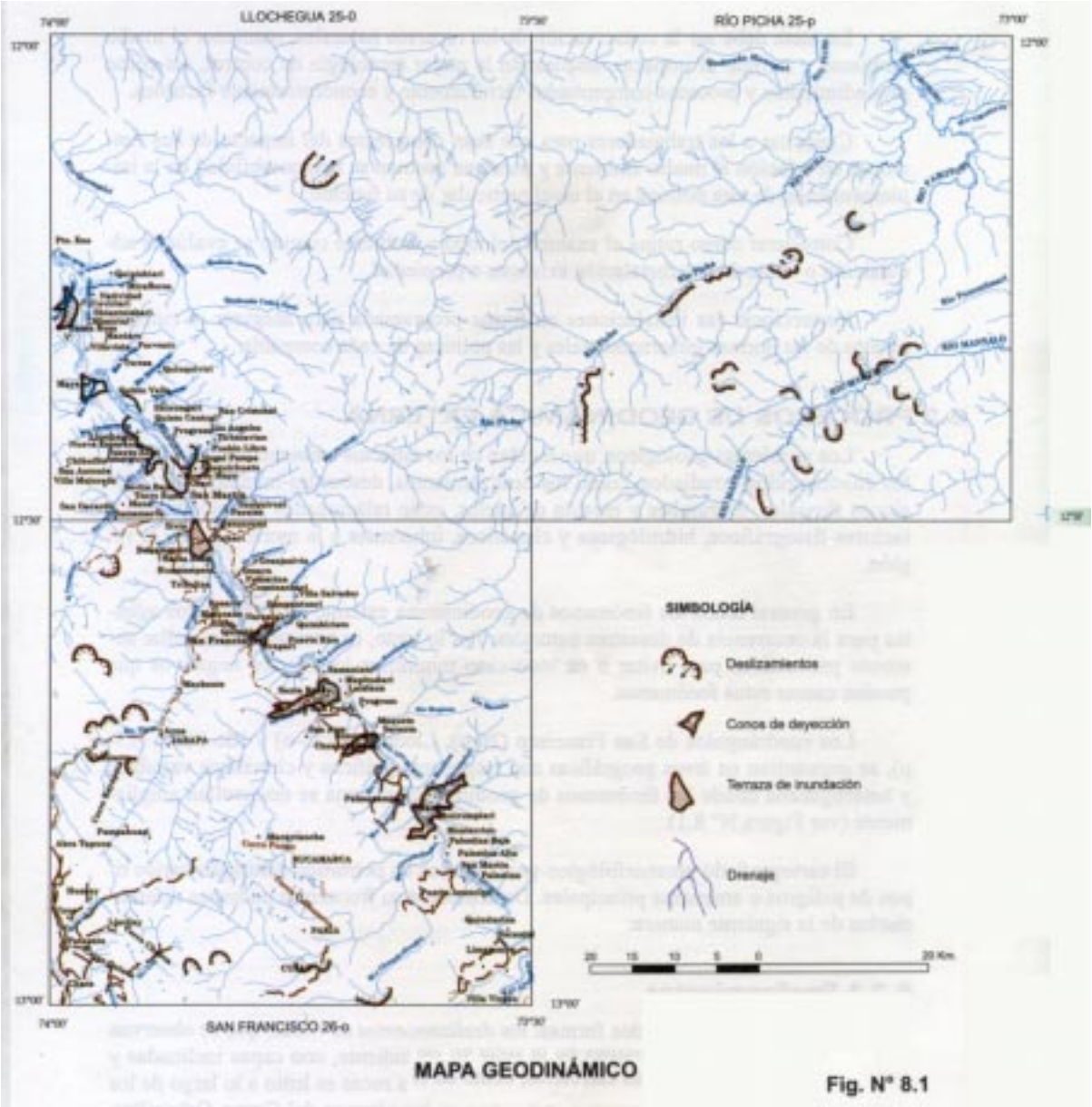
En general todos los fenómenos de geodinámica externa, constituyen los agentes para la ocurrencia de desastres naturales. Por lo tanto, es necesario desarrollar acciones preventivas para evitar o en todo caso minimizar los efectos negativos que puedan causar estos fenómenos.

Los cuadrángulos de San Francisco (26-o), Llochegua (25-o) y Río Picha (25-p), se encuentran en áreas geográficas con rasgos topográficos y climáticos variables y heterogéneos donde los fenómenos de geodinámica externa se desarrollan ampliamente (ver Figura N° 8.1).

El cartografiado geomorfológico-geodinámico ha permitido distinguir varios tipos de peligros o amenazas principales. De acuerdo a su frecuencia podemos diferenciarlos de la siguiente manera:

8.2.1 Deslizamientos

Se pueden diferenciar dos formas: los *deslizamientos de rocas* , que se observan en laderas abruptas que miden entre 25° a 35° de pendiente, con capas inclinadas y fracturadas,


LLOCHEGUA 25-0
RÍO PICHA 25-p
SAN FRANCISCO 26-o
SIMBOLOGÍA
Deslizamientos
Conos de deyección
Terraza de inundación
Drenaje
20 Km
MAPA GEODINÁMICO
Fig. N° 8.1

cuyo mecanismo de desplazamiento de las rocas es lento a lo largo de los planos de debilidad; son frecuentes en la zona en las pizarras del Grupo Cabanillas, que afectan varios tramos de las carreteras, como en el trayecto Quimbiri-Pichari (ver Foto N° 8.1). También, ocurren *deslizamientos de tierras*, en las laderas de montañas constituidas por materiales sueltos o inconsolidados (suelos arcillosos-arenosos), que son saturados durante las lluvias y al perder cohesión se deslizan a lo largo. Se han distinguido, en el trayecto de los tramos de carretera entre San Francisco-Machente y entre Rosario-Guayaquil, así como en las quebradas de Quimbiri, Sampuntuari, Itígalo (cuadrángulo de San Francisco), Quinquiviri, Mayapo y cerca al poblado de Tirincaveni (cuadrángulo de Llochegua). Fotos N° 8.2, 8.3, y 8.4.

8.2.2 Desbordes e Inundaciones

Los efectos de los desbordes e inundaciones son múltiples, entre los principales podemos señalar a las inundaciones de los terrenos ribereños (en algunos casos terrenos de cultivo) muy frecuentes en los ríos de la Amazonía.

En el área de estudio son frecuentes los desbordes de las aguas del río Apurímac y sus principales tributarios (Teresa, Quisto, Choimacota, Pichari, Santa Rosa, Samaniato, Otari) que ocurren temporal y periódicamente año tras año durante los meses de lluvias (octubre a marzo, con máximos entre marzo-abril y octubre-noviembre). Épocas cuando el nivel de las aguas alcanzan mayor altura, sobrepasando la capacidad de sus cauces o cajas invadiendo extensos terrenos aledaños que constituyen su llanura de inundación. Según su intensidad generalmente afectan tierras de sembrío adyacentes a las riberas e inundan muchos de los poblados asentados en sus márgenes ribereñas como en las localidades de Jatunrumi, Llochegua, Teresa (ver Foto N° 8.5).

Rasgos característicos de este fenómeno geodinámico, son la existencia de superficies de terrenos cubiertos con lodo y arena; así como canales secos de gravas y arenas abandonados temporalmente.

Efectos indirectos luego de las inundaciones, son las enfermedades epidémicas que a veces ocasionan gran mortalidad infantil en la zona.

8.2.3 Erosión Fluvial

Estos procesos se dan en la Cordillera Oriental y más al este en la denominada Cordillera de Vilcabamba, cuyas cumbres constituyen el divortium acuarium entre las cuencas del río Apurímac y Urubamba, siendo éstas las zonas donde se originan ríos con gran pendiente, que constituyen valles cortos y angostos en proceso de formación, donde se ob-

serva la erosión fluvial vertical. En esta vertiente el potencial hidroeléctrico disponible es considerable y merece un estudio detallado.

Los ríos Apurímac y Urubamba, se hallan controlados por sistemas de fallas que han producido gran fracturamiento en las rocas y controlan el drenaje de la región. Los valles presentan laderas profundas en V donde el socavamiento en ríos juveniles es intenso. Durante las crecientes, los ríos erosionan también lateralmente originando derrumbes en las zonas adyacentes afectando terrenos de cultivo principalmente.

8.2.4 Derrumbes

Este fenómeno geodinámico se halla generalmente relacionado a suelos ubicados en terrazas bajas inundables donde puede ocurrir erosión de las riberas y/o sobre sedimentos inconsolidados (materiales de baja cohesión), como se observa en diversos lugares a lo largo del trayecto del río Apurímac y sus principales tributarios; como por ejemplo en las localidades de Shirotiari y Natividad (ver Foto N° 8.6).

Se ha podido observar estos eventos en afloramientos rocosos (en los flancos de los cerros) los que han sido ocasionados por problemas de deforestación, fuertes pendientes y cortes de carreteras, como por ejemplo en el trayecto Omaya-Pichari y en la quebrada Quimbiri (ver foto N° 8.7).

8.2.5 Erosión de suelos

En la zona de estudio, la tala de bosques, quema de vegetación, remoción de tierras y erosión inducida, conducen a tener algunos efectos negativos a corto plazo (impactos negativos) por la eliminación de la vegetación, los cuales pueden llegar a ser irreversibles.

Las zonas principales donde mayormente afecta la erosión de suelos son las colinas y montañas bajas como por ejemplo, las quebradas de Otari, Quinquiviri, Omaya, Samaniato, Maquete y principalmente Quimbiri. Esto debido a la fuerte pendiente de sus laderas, fuertes precipitaciones pluviales, alta escorrentía superficial y la actividad irracional de los madereros (ver Foto N° 8.8).

La erosión de suelos, ocasionada por las actividades de explotación de hidrocarburos y depósitos de gravas y arenas auríferas (cuando el nivel de los ríos baja), afecta no sólo a las plantas sino también a los microorganismos. Si se minimiza la erosión, entonces las áreas iniciarán pronto su regeneración. No se trata sólo de la eliminación de la vegetación, sino también de la desaparición de la capa de suelo que la sustenta (la cual demora largo tiempo para su formación) y sin la cual la existencia de formas de vida se reduce al mínimo.

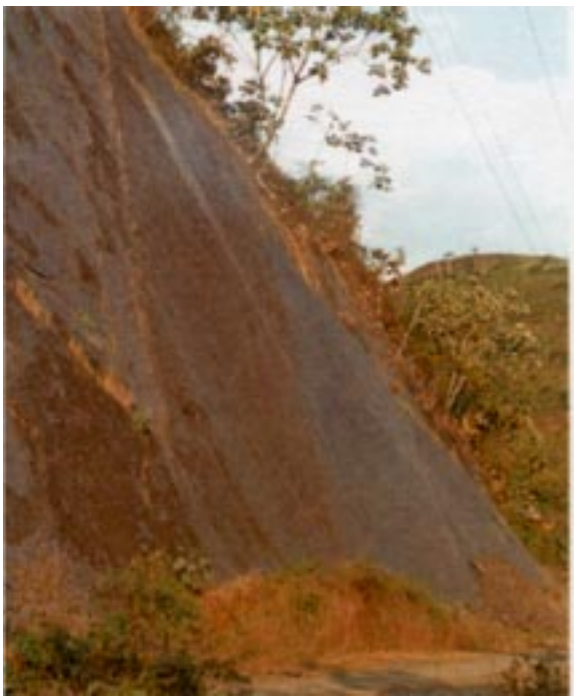


Foto Nº 8.1 Deslizamiento en las pizarras del Grupo Cabanillas, éstas con fuerte pendiente. Tramo de la carretera Umaya-Pichari.

Foto Nº 8.2 Deslizamiento de tierras en rocas precámbricas; cercanías al poblado de Machente carretera San Francisco-Jano.

Foto Nº 8.3 Deslizamiento de tierras, afectando áreas agrícolas en las inmediaciones del poblado de Quisto Valle.

Foto Nº8.4 Resquebrajamiento de viviendas en el poblado de Rosario debido a deslizamientos de tierra por efecto de una falla regional. Carretera San Francisco-Jano.

Foto Nº 8.5 Vista del poblado de Pichari, al fondo nótese la llanura de inundación que afecta áreas agrícolas en épocas de desborde del río Apurímac.

Foto Nº8.6 Vista de la erosión de ribera y derrumbe de talud, en el poblado de Natividad. Margen derecha del río Apurímac (antes de llegar a la boca del río Mantaro).

Foto Nº8.7 Corte de carretera causante de deslizamientos y derrumbes (actividad antrópica). Inmediaciones del poblado de Guayaquil.

Foto Nº 8.8 Vista de la deforestación para uso agrícola. La quema de bosques elimina la vegetación y provoca la erosión de suelos.

8.3 CONTAMINACIÓN DE SUELOS

La explotación de recursos minero-energéticos, tal como se viene desarrollando en la actualidad, afecta plantas y suelos. Como consecuencia de ello, la eliminación del subsistema microbiano es notable por lo que es difícil restablecer la comunidad de plantas posteriormente.

La contaminación de suelos con hidrocarburos en las zonas selváticas es una preocupación ambiental, porque existe altas posibilidades que entren en contacto con cuerpos de agua (principalmente con los ríos).

Suelos localizados en cercanías a las locaciones petroleras (como en el lote 52 operado por la Cía. Chevron Overseas Petroleum), pueden tener problemas de contaminación de hidrocarburos. Esto puede asociarse a derrames de diesel o lubricantes en los alrededores de la locación durante los trabajos.

8.4 CONCLUSIONES

Los problemas de erosión de suelos y deforestación en el área de estudio están directamente relacionados a las malas operaciones de explotación de los recursos minero-energéticos y forestales. Si bien los impactos ambientales son inevitables, se debe realizar su mitigación, minimizando la pérdida de suelos, la turbidez de los ríos y el daño a las poblaciones que viven aguas abajo.

Se debe procurar que la deforestación del bosque sea en forma racional, para cada actividad minero-energética y/o forestal que se realice, tratando que los impactos negativos que se ocasionen en el bosque, el suelo y otros componentes sean mínimos, evitar la deforestación, en lo posible en zonas de pendientes fuertes para minimizar el peligro de erosión.

Referente a trabajos para la actividad de hidrocarburos, la calidad del agua podría contaminarse por diversas actividades humanas o por posibles derrames de lubricantes, combustibles y otros derivados. Por lo tanto, se recomienda que todo desecho de las actividades humanas, incluyendo los residuos de petróleo y lubricantes sean eliminados. Además, se debe prevenir los derrames de los combustibles cerca de las quebradas y ríos.

Es importante crear conciencia que la explotación de recursos y el medio ambiente no son enemigos, que la protección del medio ambiente no es algo ajeno, sino propio de la actividad minero-energética, por cuanto la rentabilidad económica y el cuidado ambiental están vinculados.

Capítulo **IX**

GEOLOGÍA HISTÓRICA

La geología del área de estudio es el resultado de numerosos y sucesivos procesos que en grado diverso han ocurrido desde el Proterozoico hasta la actualidad.

Durante el Proterozoico una tectónica polifásica afecta a estos terrenos originando un alto grado de metamorfismo, evidenciado actualmente por la presencia de tres macizos (Machente-Tojate, al suroeste; Pichari Cielo-Punku, de alineamiento noroeste-suroeste y el de Vilcabamba en el eje de la cordillera del mismo nombre), que forman una sola unidad con tres facies reconocibles: granulitas, anfibolitas y esquistos verdes.

Las granulitas muestran evidencias de pertenecer a una edad más antigua, tanto por su grado de metamorfismo como por su estilo tectónico: pliegues isoclinales de planos axiales horizontales y afectados por una esquistosidad de flujo. Similares estructuras se aprecian en las facies anfibolíticas. Ambas facies parecen pertenecer al mismo núcleo metamórfico de edad probable meso a neo-proterozoica correlacionable por tanto con la orogenia Brasílida (600 Ma).

Se tiene también una fascies de esquistos verdes de edad proterozoica, afectada por fases de la tectónica Brasílida, a las que se les ha sobreimpuesto la tectónica hercínica, tal como lo muestran el estilo de pliegues en chevrón que afectan a un macizo de esquistos y filitas de bajo grado, de edad también del Neo-proterozoico. Posteriormente ocurre la intrusión de un cuerpo monzogranítico de edad incierta; pero probablemente post-proterozoica.

A fines del Neoproterozoico ocurre una gran distensión en toda la región que da lugar a una subsidencia y posterior proceso de erosión y peneplanización, durante el Cambriano y que prosigue hasta principios del Ordoviciano, hasta la formación de una gran cuenca Paleozoica marina intracratónica. La cual sería la continuación de la cuenca paleozoica de Bolivia y del norte de Argentina.

Esta cuenca paleozoica habría sido relativamente poco profunda, y con aportes de grandes volúmenes de material pelítico (Grupo San José), que al producirse cambios eustáticos en la cuenca con procesos de levantamiento y subsidencia, tuvo también aportes de material samítico cuarzoso (Formación Sandia), en especial durante el Ordoviciano superior.

En el Devoniano ocurre un nuevo proceso de subsidencia con el consiguiente acopio de abundante material pelítico (Formación Ananea), para continuar durante todo el Devoniano y Siluriano con la depositación de secuencias pelítico-arenosas (Grupo Cabanillas).

A fines del Devoniano y comienzos del Carbonífero se produce una ingente deformación compresiva, conocida como la fase Eohercínica, que afecta a todos los terrenos del Paleozoico inferior y a los terrenos proterozoicos. Esta tectónica produce un levantamiento y plegamiento con el consiguiente retiro del mar, depositándose de esta forma, series continentales con material areniscoso preponderantemente (Grupo Ambo).

Una nueva transgresión se produce paulatinanamente en gran parte del área durante el Carbonífero superior, originando una sedimentación de cuenca marina moderadamente profunda (Grupo Tarma), para paulatinamente pasar a facies más profundas en el Permiano, con depositación de series carbonatadas (Grupo Copacabana). Sólo una zona se salva de esta transgresión marina: el anticlinorio de Vilcabamba, que al parecer comienza a diferenciarse desde la fase Eohercínica como un alto estructural.

A fines de la fase tardihercínica en el norte del área de estudio ocurre un rápido levantamiento con la depositación de series continentales rojizas (Formación Río Tambo), que no logran transgredir el anticlinorio de Vilcabamba. Mientras que al sur, en el Permiano superior ocurre la reactivación de una zona de bloques, ya diferenciados al parecer desde el Eohercínico, con la consiguiente depositación de una serie continental detrítica y volcánica (Grupo Mitu) en el extremo suroeste, al mismo tiempo que ocurre una ingente intrusión de rocas microdioríticas y andesitas basálticas de naturaleza subvolcánica en forma de diques, placolitos (sills) y stock de edad permotriásica.

La ausencia de rocas jurásico-cretáceas, suguiere un gran hiatus, por la presencia del anticlinorio de Vilcabamba, el que permitió sólo una leve subsidencia en el extremo noroeste con la depositación de series clásticas cuarzosas (Grupo Oriente) del Cretáceo inferior. Sigue una profundización de la cuenca (cuenca Picha-Urubamba-Ucayali del sur) de facies pelítica (Grupo Chonta) y a continuación un nuevo retroceso del mar con la consiguiente depositación de secuencias clásticas cuarzosas (Formación Vivian).

A fines del Cretáceo y principios del Paleógeno se produce una nueva fase de deformación compresiva (fase Peruana) que marca el inicio de otra tectónica, la Andina, que reactiva alguna de las grandes fallas originadas en tectónicas anteriores, como es el caso de fallas normales que pasan a inversas. Al mismo tiempo se forman cuencas intramontañosas en los extremos del área de estudio, depositándose series continentales al suroeste (Formación Tambo), noroeste y noreste (Formación Yahuarango). En el extremo suroeste esta deformación se acompaña con el emplazamiento de cuerpos subvolcánicos de naturaleza riolítica.

Al mismo tiempo el anticlinorio de Vilcabamba actúa como un bloque rígido con profundización de plegamientos y levantamiento, en contraste de una zona poca deformada (plataforma estructural) al extremo norte.

En el Eoceno medio a superior ocurre una fuerte etapa compresiva en toda la región (fase Inca) originando la reactivación de fallas de la zona de bloques; profundización de la deformación y plegamiento del anticlinorio de Vilcabamba; mientras al oeste se forma una zona intensamente plegada y fallada, que afecta a todas las secuencias sedimentarias orientales (devonianas hasta paleógenas) seguida de una sedimentación de secuencias de Capas Rojas (Formación Chambira).

Posteriormente en el Mioceno ocurre una nueva fase compresiva (fase Quechua), que acentúa todos los procesos descritos en las fases anteriores. Es en esta época que el anticlinorio de Vilcabamba, comienza a representar el límite del cambio direccional de las estructuras de rumbo NO-SE a estructuras en donde predomina el rumbo E-O. Mientras tanto en la cuenca del Picha-Urubamba se empiezan a depositar series fluviátiles (Formación Ipururo).

En el Plioceno se reactivan algunos procesos tectónicos como la epirogénesis que originan la diferenciación de la cuenca del Picha-Urubamba y la cuenca del Bajo Apurímac-Ene, con depositación de depósitos de piedemonte (Formación Río Picha y Formación La Merced, respectivamente). Finalmente en el Pleistoceno, continúa el levantamiento de los Andes, originando procesos de erosión glaciar en las partes más altas, mientras que en las partes medias ocurre un proceso de profundización de valles por erosión fluvial, cuyos materiales van a depositarse en las partes más bajas, como son las cuencas de sedimentación de los ríos Apurímac-Ene y del Picha-Urubamba, con ingentes depositaciones de gravas, arenas y arcillas, procesos que continúan hasta la actualidad (Holoceno).

BIBLIOGRAFÍA

AZCUY, C.L.; TARAZONA, A. & VALDIVIA, H. (1992) - Palinología del Paleozoico Superior en las nacientes del río Urubamba, Pongo de Mainique, Perú. Convenio de Cooperación Técnica Petroperú - Universidad de Buenos Aires. Petroperú, Lima 10 p. (Informe interno).

BOLAÑOS, R. (1993) - Posibilidades hidrocarburíferas del Lote 52 en la cuenca Ucayali Sur. Petroperú, Lima, 10 p. (Informe interno).

CÁRDENAS, J., et al (1997) - Geología de los cuadrángulos de Chuanquiri y Pacaypata. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 89, 216 p.

DALMAYRAC, B. (1977) - Géologie des Andes Peruviennes. Géologie de la Cordillere Orientale de la Región de Huanuco: sa place dans une transversale des Andes du Pérou Central (90°S - 10°30S). Tesis Doct., Académie de Montpellier, Montpellier, 123 p.

DALMAYRAC, B.; LAUBACHER, G. & MAROCCO, R. (1977) - Géologie des Andes Peruviennes, caracteres géneraux de lévolution géologique des Andes Peruviennes. Tesis Doct., Académie de Montpellier, Montpellier, 361 p.

DALMAYRAC, B.; LANCELOT, J.R. & LEYRELOUP, A. (1977) - Two billion year granulites in the Late Precambrian metamorphic basement along the Southern Peruvian coast. Science, 198:49-52.

DALMAYRAC, B.; LAUBACHER, G. & MAROCCO, R. (1988) - Caracteres generales de la evolución geológica de los Andes Peruanos. INGEMMET, Boletín, Serie D: Est. Esp., 12, 313 p.

EUROCAN VENTURES (1991) - Ene Basin. Perupetro, Lima, 24 p. (Informe interno).

FELBER, B.E. (1960) - Reconnaissance geology of the Río Urubamba. Peruvian Gulf Oil Company, Lima, Geological Report, 35, 12 p. (Informe interno).

FUENTES, R. (1990) - Evaluación geológica del Lote 52 en la cuenca Ucayali (Resumen). Petroperú, Lima, 7 p. (Informe interno).

LAUBACHER, G. (1978) - Estudio geológico de la región norte del Lago Titicaca. Inst. Geol. Min., Boletín, Serie D: Est. Esp., 5, 120 p.

LÓPEZ, J.C.; CERRÓN, F.; CARPIO, M. & MORALES, M. (1996).- Geología del cuadrángulo de Huanta. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 72, 205 p.

MAROCCO, R. (1978) - Estudio geológico de la Cordillera de Vilcabamba. Inst. Geol. Min., Boletín, Serie D: Est. Esp., 4, 157 p.

MAROCCO, R.; LIPA, V. & QUISPE, L. (1996) - Geología del cuadrángulo de San Miguel. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta. Geol. Nac., 83, 131 p.

MEDINA, J. (1991) - Fenómenos geodinámicos: estudio y medidas de tratamiento. Tecnología Intermedia ITDG, Lima, 87 p.

MEGARD, F. (1979) - Estudio geológico de los Andes del Perú Central. INGEMMET. Boletín, Serie D: Est. Esp., 8, 227 p.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (1997) - Minería y energía en el Perú: Atlas. M.E.M., Lima, 65 p.

MONTOYA, M.; MACEDO, L. & CALDAS, J. (1993) - Geología de las áreas central y norte de la cuenca Ene. Eurocan Ventures, Lima, 21 p. (Informe interno).

OCOLA, L. (1997) - Procedimiento para la evaluación del peligro geológico: movimiento de masas terrígenas. En: Congreso Peruano de Geología, 9, Lima, 1997, Resúmenes extendidos, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 485-487.

PALACIOS, O & DÁVILA, D. - Informe del Mapa Tectónico del Perú. INGEMMET, Lima, 50 p. (Informe interno).

PETROPERÚ (1974) - Estudio del Paleozoico y Mesozoico en el Perú Central (Sierra del Shira al Pongo de Mainique). Petroperú, Lima, 74 p. (Informe interno).

PETROPERÚ (1976) - Evaluación geológica preliminar de los Lotes 38 y 42. Departamento de Exploración, Petroperú, Lima, 25 p. (Informe interno).

PETROPERÚ (1994) - Explotación del gas de Camisea. Petroperú, Lima, 19 p.

SERVICIO COOPERATIVO INTERAMERICANO DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS (1961) - Evaluación de recursos naturales de la Selva, Programa de colonización zona río Apurímac. Programa de Conservación de Suelos y Desarrollo de Tierras del SCIPA, Lima, 107 p.

VALDIVIA, H. & VELARDE, P. (1976) - Evaluación geológica del potencial petrolífero de la región de la Selva del Perú: Cordillera Andina, regiones Subandina y Pacífica. En: Congreso Latinoamericano de Geología, 2, Caracas, 1973, Memoria, Ed. Sucre, Caracas, t. 5, p. 4029-4060.

VELARDE, P.; BUSTAMANTE, C. & REÁTEGUI, O. (1978) - Evaluación geológica preliminar de las Sub Cuencas del Ucayali y Madre de Dios. Petroperú, Lima, Informe INV-042-77, 169 p. (Informe interno).

ZELAYA, A. & JIMÉNEZ, C. (1979) - Estudio geológico-geoquímico del área de San Miguel - Ayacucho. INGEMMET, Lima, 26 p. (Informe interno).

Láminas

Paleontológicas

LÁMINA I

PALEOZOICO INFERIOR

ORDOVICIANO

Foto N° 1 .- Phyllograptus angustifolius HALL X0.66
CÓDIGO: RP - 980768 B
LOCALIDAD.- Quebrada Quimbiri (Hoja de San Francisco)
EDAD.- Llanvirniano
UNIDAD.- Grupo San José

Foto N° 2.- Hoekaspis cf. H. matacensis (HOEK) X0.68
CÓDIGO: RP - 890768 B
LOCALIDAD.- Quebrada Quimbiri (Hoja de San Francisco)
EDAD.- Llanvirniano
UNIDAD.- Grupo San José

Foto N° 3 y 4.- Hoekaspis megacantha (LEANZA) X0.75, X0.72
CÓDIGO: RP - 980768 C
LOCALIDAD.- Quebrada Quimbiri (Hoja de San Francisco)
EDAD.- Llanvirniano
UNIDAD.- Grupo San José

Foto N° 5.- Climacograptus ruedemanni STEINMANN X0.68
CÓDIGO: RP - 980763
LOCALIDAD.- Quebrada Maquete
EDAD.- Llanvirniano superior
UNIDAD.- Grupo San José

LÁMINA I
1
2
3
4
5

LÁMINA II

PALEOZOICO INFERIOR

ORDOVICIANO

Foto N° 1 y 2.- Orthis cf. O. swanensis ULRICH & COOPER X0.67
Multicostella cf. M. semisulcata COOPER X0.67
CÓDIGO: RP - 980761
LOCALIDAD.- Quebrada Maquete
EDAD.- Llanvirniano
UNIDAD.- Grupo San José

Foto N° 3.- Orthis cf. O, swanensis ULRICH & COOPER X067
CÓDIGO: RP - 980760
LOCALIDAD.- Quebrada Maquete
EDAD.- Llanvirniano - Llandeilliano
UNIDAD.- Grupo San José

Foto N° 4 y 5.-Glossograptus ciliatus EMMONS X0.66
CÓDIGO: RP - 980751
LOCALIDAD.- Limatambo
EDAD.- Llanvirniano superior
UNIDAD.- Grupo San José

Foto N° 6a y 6b .-Didymograptus cf. D. murchisoni (BECK) X0.66
CODIGO RP - 980751
LOCALIDAD.- Limatambo
EDAD.- Llanvirniano superior
UNIDAD.- Grupo San José

LÁMINA II
1
2
3
4
5
6 a
6 b

LÁMINA III

PALEOZOICO INFERIOR

ORDOVICIANO

Foto N° 1 y 2.- Glyptorthis sp. X0.66
CÓDIGO: RP - 980757
LOCALIDAD.- Chirumpiari
EDAD.- Arenigiano - Llanvirniano inferior
UNIDAD.- Grupo San José

PALEOZOICO SUPERIOR

CARBONIFERO INFERIOR

Foto N° 3.- Sphenopteris cf. S. whitei (BERRY) X0.60.
CÓDIGO: RP - 980780
LOCALIDAD.- Rosario de Acón
EDAD.- Misisipiano
UNIDAD.- Grupo Ambo

Foto N° 4.- Rhacopteris sp. X0.64
CÓDIGO: RP - 980768 A
LOCALIDAD.- Pampa Alegre - Río Quimbiri (Hoja de Llochegua)
EDAD.- Misisipiano
UNIDAD.- Grupo Ambo

LÁMINA III

1

2

3

4

LÁMINA IV

PALEOZOICO SUPERIOR

PERMIANO INFERIOR

Foto N° 1.- Waagenoconcha humboldti (DORBIGNY) X0.66
Derbya sp.
CÓDIGO: RP - 980771
LOCALIDAD.- Valle Esmeralda
EDAD.- Permiano inferior
UNIDAD.- Grupo Copacabana

Foto N° 2.- Phricodothyris cf. P. perplexa McCHESNEY X1.28
Artículos de Crinoideos
CÓDIGO: RP - 980767
LOCALIDAD.- Pampa Alegre - Río Quimbiri
(Hoja de Llochegua)
EDAD.- Permiano inferior
UNIDAD.- Grupo Copacabana

Foto N° 3.- Hustedia meridionalis CHRONIC X0.60
CÓDIGO: RP - 980767
LOCALIDAD.- Pampa Alegre - Río Quimbiri
(Hoja de Llochegua)
EDAD.- Permiano inferior
UNIDAD.- Grupo Copacabana

Foto N° 4.- Pedúnculo de Crinoideo indeterminado X0.68
CÓDIGO: RP - 980767
LOCALIDAD.- Pampa Alegre - Río Quimbiri
(Hoja de Llochegua)
EDAD.- Permiano inferior
UNIDAD.- Grupo Copacabana

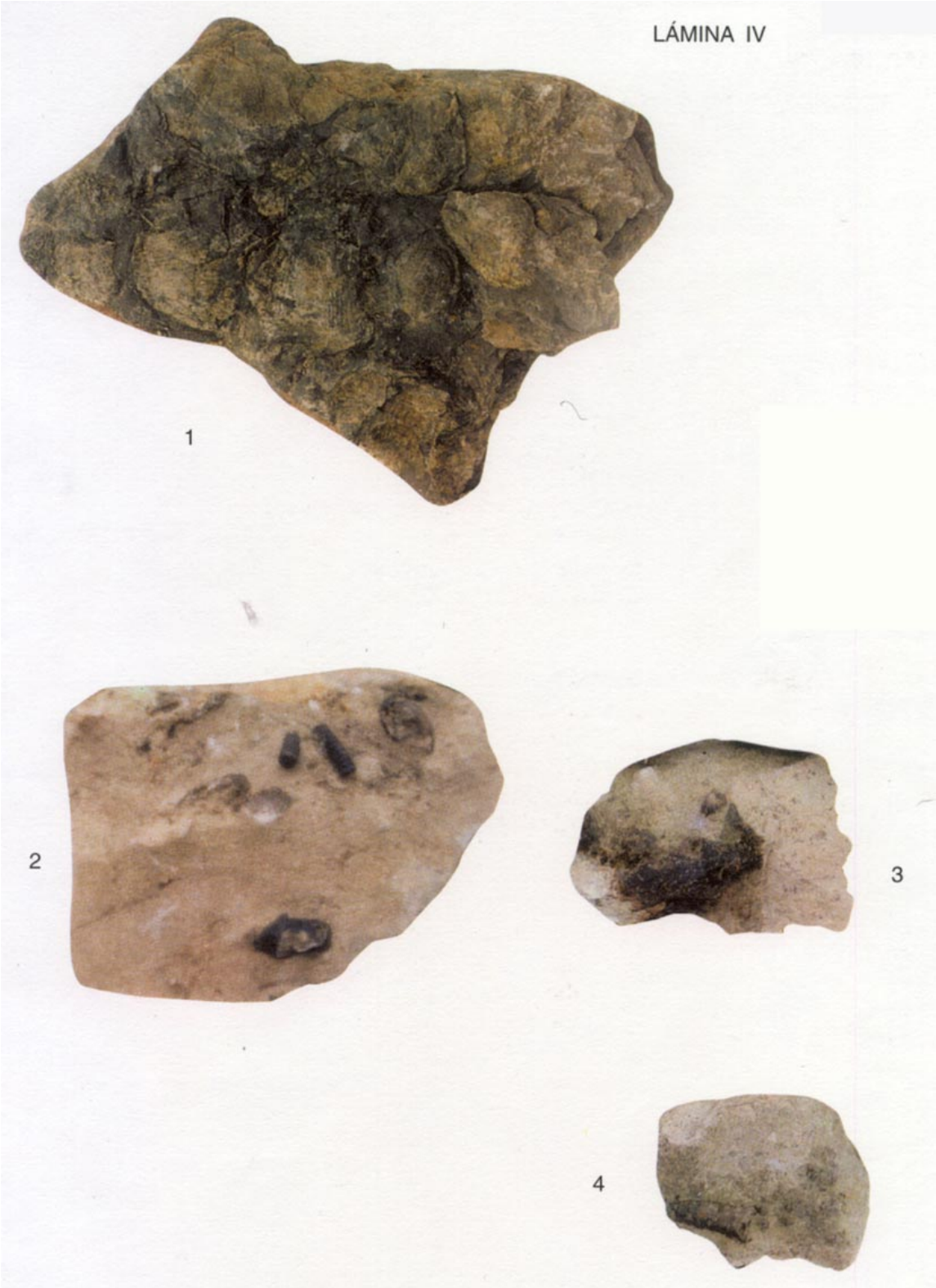


LÁMINA IV
1
2
3
4

INGEMMET

Secuencia del Grupo Cabanillas en San Martín, margen izquierda del río Apurímac. Cuadrángulo de San Francisco, departamento de Ayacucho.

Av. CANADÁ 1470 – SAN BORJA • TELFS.: 224-2963 • 224-2964 • 224-2965 – FAX: 425-4540 – LIMA-PERÚ
http: www.ingemmet.gob.pe E-mail: informacion@ingemmet.gob.pe
ventas@ingemmet.gob.pe