REPUBLICA DEL PERU

#### **SECTOR ENERGIA Y MINAS**

## INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

## **BOLETIN Nº 91**

Serie A: Carta Geológica Nacional

# GEOLOGIA DE LOS CUADRANGULOS DE ESQUENA, SANTA BARBARA Y AZATA

Hojas 28-x, 28-y y 28-z

# Por:

Robert W. Monge Miguel, Juan Carlos López Aviles, Elmer Boulangger Rondoy, Mario Carpio Ronquillo



Lima - Perú Setiembre 1997

#### República del Perú

## Sector Energía y Minas

## INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

## Boletín N° 91

## Serie A Carta Geológica Nacional

# GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE ESQUENA, SANTA BÁRBARA Y AZATA

Por.

Robert W Monge Miguel, Juan Carlos López Avilés, Elmer Boulangger R. y Mario Carpio Ronquillo



Contribución al Proyecto Multinacional Andino - PMA



Lima - Perú

Setiembre, 1997

## INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO



## Alberto Pandolfi Arbulú

Ministro de Energía y Minas

#### Juan Mendoza Marsano

Vice-Ministro de Minas

У

Presidente del Consejo Directivo del NGEMMET

Walter Casquino Rey - Roberto Plenge Cannock Lindberg Meza Cárdenas - Nicanor Vílchez Ortiz Gerardo Pérez Del Aguila

Consejo Directivo

#### **Hugo Rivera Mantilla**

Director Técnico

## FUNCIONARIOS TECNICOS RESPONSABLES DE LA EDICION

Oscar Palacios Moncayo

Director General de Geología

Agapito Sánchez Fernández

Director de Carta Geológica

Francisco Herrera Romero

Director de Información y Promoción

Impreso en INGEMMET Primera Edición, 1997 Coordinación, Revisión y Edición Dirección de Información y Promoción, INGEMMET Lima Perú

# Contenido

RESUME	N	1		
Capítulo l	I	3		
1.0 INTRODUCCIÓN				
1.11	Ubicación	3		
1.2 Accesibilidad				
1.3	Base Cartográfica y Aerofotográficas	5		
1.4	METODOLOGÍA DEL TRABAJO	6		
1.5	TRABAJOS ANTERIORES	7		
Capítulo l	П	9		
	GRAFÍA			
2.1	Unidades Geográficas	9		
	Cordillera Oriental (Altas Cumbres)	9		
	Flanco Este de la Cordillera Oriental	10		
	Selva Alta	10		
	Selva Baja	10		
	Valles Subandinos	10		
2.2	Regiones Naturales	10		
	Región Puna	15		
	Región Suni	15		
	Región Quechua	15		
	Yunga fluvial	16		
	Rupa Rupa (Selva Alta)	16		
	Región Omagua (Selva Baja)	16		
2.3	Clima	23		
	Distribución Climática	23		
2.4	Precipitación Pluvial	23		
2.5	Hidrografía	24		
	Cuenca del río Inambari	24		
	Cuenca del río Tambopata	27		
	Cuenca del río Huacamayo	27		
	Cuença del río Candamo	27		

	Cuenca del río Heath	27
	Laguna	27
G 4 1 1	***	20
	III MORFOLOGÍA	
3.0 GEON 3.1		
3.1	a.Cordillera Oriental (Zona de Altas Cumbres)	
	b.Flanco Este de la Cordillera Oriental	
	c.Montañas de Huinco Pata - Santo Domingo	
	d.Ladera Subandina	
	e.Montañas de Távara	
	f. Depresión de Candamo	
	g.Colinas	
	h.Llanura de Madre de Dios.	
	i. Valles Subandinos	
	Fluvioglaciares	
	Fluviales	34
Conítulo l	IV	27
	ATIGRAFÍA	
4.0 LSTRA 4.1	Paleozoico	
4.1	4.1.1 Grupo San José	
	4.1.2 Formación Sandia	
	4.1.3 Formación Ananea.	
4.2		
4.2	4.2.1 Cretáceo Indiferenciado (Grupo Oriente, Formación Chonta, Fo	
	Vivian)	
	4.2.2 Formación Vivian	
1.2		
4.3		
	4.3.1 Grupo Huayabamba	
	4.3.2 Grupo Ipururo	
4.4		
4.4	DEPÓSITOS CUATERNARIOS	
	4.4.1 Terrazas	
	4.4.2 Depósitos Glaciofluviales	
	4.4.3 Depósitos Morrénicos	
	4.4.3 Depósitos Aluviales	/0

Cap	ítulo V	V	75
5.0		CAS ÍGNEAS	
	5.1	Plutón de Coasa	75
	5.2	Stock Collque Orco	80
	5.3	Otros Intrusivos	
Can	ítulo V	VI	87
		LOGÍA ESTRUCTURAL	
	6.1	Unidades Estructurales	
		6.1.1 Bloque de Coasa	
		6.1.2 Bloque de Huari Huari - Inambari	
		6.1.3 Bloque Tambopata-Huacamayo	
		6.1.4 Bloque Cerro Blanco	
	6.2	Fases Tectónicas	
		6.2.1 Deformación Eohercínica	95
		6.2.2 Deformación Tardihercínica	96
		6.2.3 Deformación Andina	96
	6.3	Fallas y Pliegues	96
Cap	ítulo V	VII	99
7.0	GEO	OLOGÍA ECONÓMICA	99
	7.1	Aspectos Generales	99
	7.2	Provincia Metalogénica Oriental	99
	7.3	Principales Mineralizaciones Metálicas	
		7.3.1 Mineralización Aurífera	
		7.3.1.1 Origen	103
		7.3.1.2 Distribución	103
		7.3.2 Tipos de yacimientos	104
		7.3.2.1 Yacimientos filoneanos	104
		7.3.2.2 Yacimientos detríticos	107
		7.3.3 Zona aurífera de Pacopacuni	108
		Antecedentes	108
		Ubicación y Accesibilidad	108
	7.4	Recursos No Metálicos	115
	7.5	Hidrocarburos	116
Cap	ítulo V	VIII	117
_		LOGÍA AMBIENTAL	
	Desl	lizamientos	117
	Eros	sión de Laderas	117

#### INGEMMET

Erosión Fluvial	118
Alternativas  Capítulo IX	
Capítulo IX	119
BIBLIOGRAFÍA	121

## RESUMEN

Los cuadrángulos de Esquena, Santa Bárbara y Azata cubren parte del flanco este de la Cordillera Oriental, específicamente en el bloque de Carabaya-Sandia, la Faja Subandina y la Llanura de Madre de Dios, limitan por el Este con Bolivia. Presentan una fisiografía accidentada, formando cadenas de montañas, pendientes pronunciadas y valles encañonados, con desniveles comprendidos entre 250 msnm y 4,800 msnm.

La zona de estudio es de topografía irregular reconociéndose las siguientes unidades geomorfológicas: Cordillera Oriental, Flanco Este de la Cordillera Oriental, Montañas de Huinco Pata - Santo Domingo, Ladera Subandina, Montañas de Távara, Depresión de Candamo, Colinas, Llanura de Madre de Dios y Valles Subandinos.

La secuencia estratigráfica en el área de estudio está constituida por una secuencia de rocas sedimentarias y metamórficas, del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico, comenzando en el Ordovícico y terminando en el Holoceno.

Las rocas del Paleozoico inferior son las más conspícuas del área, representan aproximadamente el 70%, están constituídas por tres unidades importantes, hacia la base se tiene una secuencia sedimentaria pelítica (pizarras) del Ordoviciano inferior, seguido de una secuencia silicoclástica (cuarcitas) del Ordoviciano superior y suprayaciendo se tiene una secuencia sedimentaria homogénea de pelitas (pizarras), las cuales también son de importancia económica por ser receptoras de mineralización aurífera.

El Mesozoico está representado por una secuencia sedimentaria clástica, con unidades que van del Cretáceo inferior al superior.

El Cenozoico también se encuentra bien expuesto en el área, principalmente en el cuadrángulo de Santa Bárbara, donde existen secuencias clásticas, principalmente continentales, acumuladas desde el Cretáceo superior hasta el Holoceno.

Las rocas ígneas, que se encuentran en el área son de naturaleza granítica porfírica con grandes cristales de ortosa fuertemente maclados, que presentan estructuras pertíticas de plagioclasas a veces zonadas, y afloran en los alrededores del poblado de Esquena, específicamente en el extremo suroeste del cuadrángulo de Esquena y corresponden al Plutón

de Coasa. Así mismo hacia la parte oriental del área de estudio se tiene un intrusivo denominado Collque Orco de composición sienítica alcalina. Todas estas rocas ígneas forman parte del plutonismo permo-triásico a lo largo de la Cordillera Oriental del Sur del Perú y Norte de Bolivia.

La Cordillera Oriental forma el núcleo de un gran anticlinorio, con una orientación andina, constituido por restos de la Cadena Hercínica correspondiente al Paleozoico inferior. Esta secuencia fué intensamente tectonizada en el curso del Devónico superior (fase eohercínica), formando en los pliegues esquistosidad axial y acompañado en algunos sectores por metamorfismo regional.

En el área se reconocen cuatro megaestructuras o bloques con una orientación andina bien marcada NO-SE, los cuales de SO a NE son, el de Coasa, Huari Huari - Inambari, Tambopata-Huacamayo y Cerro Blanco; los mismos que alcanzan dimensiones plurikilométricas. Las fallas que predominan en el área son inversas con rumbo preferentemente andino, al igual que los ejes de los anticlinales y sinclinales.

El área es importante, ya que ocurren diversas manifestaciones minerales que corresponden al sector sur de la Provincia Metalogénica Oriental, donde destaca la presencia de oro primario en filones de cuarzo y detrítico. Este último es producto de la degradación de yacimientos auríferos primarios que están genéticamente relacionados a los ciclos paleozoicos del Grupo San José y las formaciones Sandia y Ananea.

Así mismo en el sector oriental se encuentran rocas favorables para la exploración de hidrocarburos.

# 1.0 INTRODUCCIÓN

A través de este boletín, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) expone los resultados del estudio geológico que se efectuó en los cuadrángulos de Esquena (28-x), Santa Bárbara (28-y) y Azata (28-z), ubicados en el departamento de Puno.

Se ha avanzado de esta forma con el programa del levantamiento de la Carta Geológica Nacional a escala 1:100,000, estando los principales aportes de este estudio en las materias de Geomorfología, Estratigrafía, Geología Estructural, Geología Econónica entre otras. Su contribución primordial es la elaboración del Mapa Geológico Nacional.

## 1.1 Ubicación

La zona de estudio se encuentra al SE del territorio peruano en el sector nororiental del departamento de Puno. Abarca una superficie de unos 6,115 km² y se halla enmarcado entre las siguientes coordenadas geográficas:

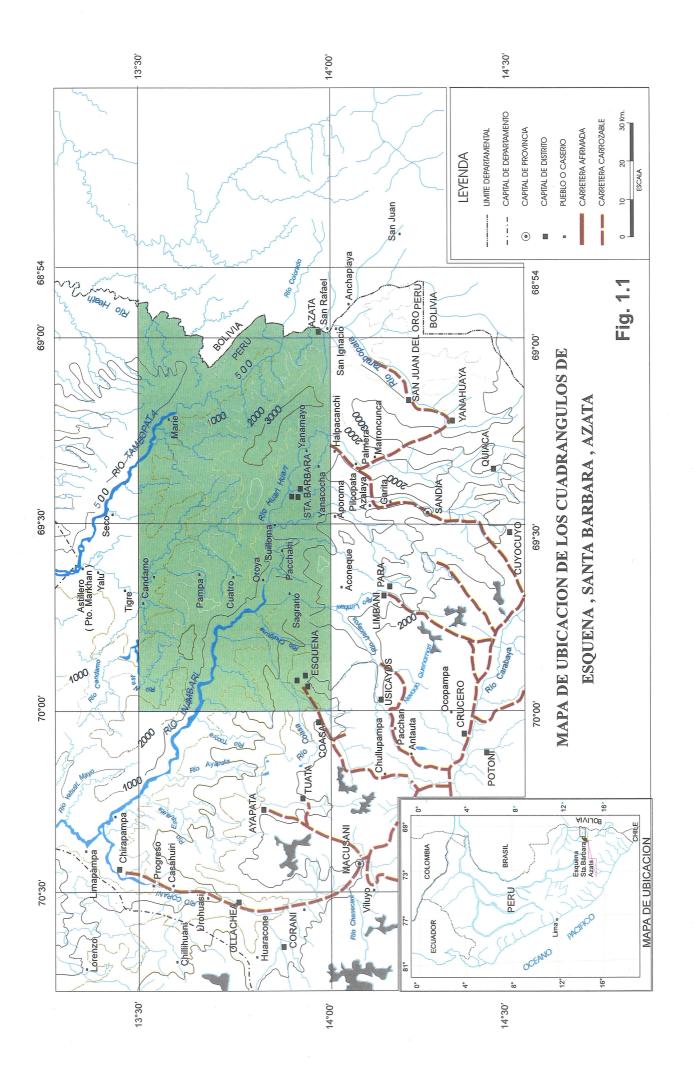
13°30' - 14°00' Latitud Sur 68°57' - 70°00' Longitud Oeste

Hacia el Este, el área sigue el trazo sinuoso e irregular del alineamiento de hitos que marca el límite internacional con la República de Bolivia.

Políticamente pertenece a las provincias de Carabaya y Sandia cuyos desniveles varían entre los 302 y 4,978 msnm (Fig.  $N^{\circ}$  1.1).

#### 1.2 Accesibilidad

El acceso a la zona de estudio es desde la ciudad de Juliaca mediante carretera afirmada hasta las localidades de Sandia, Limbani, Coasa y Esquena. Desde estas localidades se puede acceder a las áreas correspondientes de los tres cuadrángulos, materia del



presente informe, por medio de caminos de herradura y en algunos casos por medio fluvial utilizando pequeñas embarcaciones a motor.

Las principales rutas de acceso son las siguientes:

- **Ruta 1.-** Por carretera afirmada desde Juliaca hasta Limbani. Luego mediante camino de herradura recorriendo los siguientes poblados: Hacienda Quitun, Bocalimbani (Pacopacuni), Punto Cuatro y La Pampa.
- **Ruta 2.-** Sandia-San Juan del Oro-Putinapunco. Luego por camino de herradura hacia los poblados de San Ignacio, Azata , Río Colorado y Río Tambopata.
- **Ruta 3.-** Sandia-Masiapo-Camarón. Luego por un camino de herradura a lo largo del río Huari Huari.
- **Ruta 4.-** Desde Puerto Maldonado mediante embarcaciones pequeñas se navega por los ríos Tambopata, Candamo y Távara.

## 1.3 Base Cartográfica y Aerofotográficas

Para la ejecución de los trabajos se obtuvo la base cartográfica de los cuadrángulos de Esquena (28-x), Santa Bárbara (28-y) y Azata (28-z) de los mapas planimétricos editados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), a escala 1: 100,000

Los mapas adquiridos presentan dos tipos de coordenadas: geográficas y UTM (coordenadas planas) cuyo datum provisional está referido a América del Sur 1956 y corregido en 1984 con el sistema geodésico mundial; estas cartas cubren un 90% en área de estudio.

Por otra parte, se han empleado fotografías HYCON a escala 1: 50,000 que cubren toda el área y algunas fotografías USAF a escala aproximada 1: 40,000, que recubren determinados sectores del área. Así mismo, también se han contado con imágenes de satélite a la escala 1:100,000 elaborados por el gobierno de los Estados Unidos en convenio con el gobierno del Perú, cuyo datum provisional para estas imágenes es el geodésico mundial (World Geodetic System 1984), las imágenes de satélites Landsat NASA de características monocromáticas que es el tipo MSS (Multi Spectral Survey) y el ERST (Earth Research Thematic Spectral Satelite) y las más recientes que son imágenes del satélite TM Landsat de bandas 3,5,7 (RGB) a la escala 1:100,000 elaboradas por el INGEMMET. Aquí también cabe mencionar las imágenes de radar lateral preparadas por Aero Service Litton Houston Texas a escala 1:100,000.

## 1.4 METODOLOGÍA DEL TRABAJO

El estudio geológico fue llevado a cabo por una brigada de campo compuesta por un jefe de brigada, dos asistentes, un prácticante y un chofer, mientras que en los trabajos de gabinete se contó con el adicional apoyo, complementario, de los departamentos de Paleontología, Petromineralogía y Geoquímica.

Los trabajos de campo fueron realizados durante dos campañas:

- La primera comprendida entre los meses setiembre octubre de 1996, con un total de 25 días.
- La segunda, desde el mes de abril a junio de 1997, comprendiendo 50 días.

El proyecto se desarrolló siguiendo cinco etapas:

#### Gabinete 1

- Recopilación y análisis de la documentación bibliográfica existente sobre el área; incluyendo la búsqueda de imágenes de censores remotos, 3 hojas topográficas y planimétricas.
- Interpretación de fotografías aéreas e imágenes de satélite, con la finalidad de obtener un mapa fotogeológico.

## Campo 1

Con la información obtenida tanto por las referencias bibliográficas como por la fotointerpretación, se realizaron diversos cortes geológicos transversales a la estructura del área, siguiendo el itinerario previamente establecido. En cada uno de estos cortes se tomaron datos estratigráficos, estructurales, sedimentológicos, de alteraciones, petrológicos, etc. Paralelamente, se realizaba el respectivo muestreo de rocas.

#### **Gabinete 2**

Comprendió la reinterpretación del Mapa Geológico fotointerpretado, basándose en los datos de campo obtenido asi como el ploteo de los mismos.

Del mismo modo, se realizaron los estudios petromineralógicos de las muestras recolectadas, así como también los estudios paleontológicos y análisis geoquímicos de elementos mayores y elementos metálicos, para un grupo de ellos.

## Campo 2

Consistió básicamente en seguir los itinerarios no realizados en la primera campaña, además, en la observación de algunas áreas por problemas surgidss en el mapa geológico reinterpretado.

#### Gabinete 3

En esta etapa se realizó la reinterpretación final del Mapa Geológico, teniendo como base central todos los datos tomados en el campo.

Asimismo, se siguieron haciendo estudios petromineralógicos, paleontológicos y geoquímicos de algunas de las muestras recolectadas.

Finalmente se interpretó en conjunto toda la información obtenida, procediéndose a realizar el informe geológico parcial y luego final del cuadrángulo.

#### 1.5 TRABAJOS ANTERIORES

Son muy escasos los trabajos geológicos que se han realizado en el área, sin embargo existen algunos estudios geológicos regionales que cubre la zona estudiada, el más completo es el Estudio Geológico de la Región Norte del Lago Titicaca (1978) relizado por G. Laubacher. Este estudio abarca un área extensa en la zona Altiplánica, Cordillera Oriental y flanco este de la Cordillera Oriental e incluye un Mapa Geológico a escala 1/500,000. Otros estudios próximos al área como los realizados por DÁVILA, J, y PONCE DE LEÓN V. (1971) en la sección del río Inambari, VALDIVIA, H. (1974) Estratigrafía de la Faja Sub Andina de la Región de Madre de Dios, DE LA CRUZ, N. (1996) en los cuadrángulos de Sandia y San Ignacio, MONGE R., ZEDANO J. (1996) cuadrángulo de Limbani, PALA-CIOS O., MOLINA O., GALLOSO A. (1996) cuadrángulos de Puerto Luz, Colorado, Laberinto, Puerto Maldonado, Quincemil, Masuco, Astillero y Tambopata.

También se tiene estudios sobre el magmatismo permo-triásico asociado a la Faja de la Cordillera Oriental y evolución metalogenética realizados por la Universidad de Quenn's encabezados por CLARK A.H., FARRAR E. y KONTAK D.J..

Existen también reportes del Banco Minero, de algunas minas y prospectos localizados dentro del área de estudio.

# 2.0 GEOGRAFÍA

Los cuadrángulos de Esquena, Santa Bárbara y Azata se encuentran ubicados en la parte suroriental del territorio peruano, ocupando parte de la Cordillera Oriental, flanco este y sus distribuciones que constituye el flanco Subandino y la llanura de Madre de Dios.

La superficie es accidentada, con variaciones de relieve, formando cadenas de montañas, pendientes pronunciadas y valles encañonados; sus desniveles se hallan comprendidos desde 250 msnm hasta los 4,800 msnm, ver Fig. N° 2.1.

## 2.1 Unidades Geográficas

En el área donde se ubican los 3 cuadrángulos se tienen las siguientes unidades geográficas:

## **Cordillera Oriental (Altas Cumbres)**

Esta unidad comprende cumbres altas y sus flancos constituyen principalmente el límite o divisoria de aguas entre la cuenca endorréica del Titicaca y la cuenca hidrográfica del Atlántico.

La topografía que se aprecia es muy accidentada y abrupta con pendientes pronunciadas y cortada por valles encañonados tal como se puede observar en el sector suroeste del cuadrángulo de Esquena.

Los desniveles de la Cordillera Oriental se hallan comprendidos entre 3,800 y 4,800 msnm.

## Flanco Este de la Cordillera Oriental

Esta unidad geográfica marca la división entre la Cordillera Oriental (relieve cordillerano) y la Selva Alta, se le reconoce en la parte suroeste del cuadrángulo de Santa Bárbara y en la parte central del cuadrángulo de Esquena, conservando una orientación Sureste-Noroeste.

Esta unidad se caracteriza por sus pendientes pronunciadas como por sus desniveles que fluctúan entre los 1,300 y 3,600 msnm siendo atravesadas por numerosas quebradas profundas expuestas a una gran erosión tanto en su fondo como en sus lados.

#### Selva Alta

Esta unidad se reconoce también como Faja Subandina conservando una orientación SE - NO, y siendo apreciada en los tres cuadrángulos de trabajo con cotas que fluctúan entre los 600 y los 2,000 msnm.

El relieve es bastante escarpado y ondulado, a veces plano en el fondo de los valles, en los que se desarrolla actividad agrícola.

## Selva Baja

Esta unidad geográfica comprende desde el pie del flanco subandino, toda la llanura que se extiende hacia el Este y que se observa en la esquina noroeste del cuadrángulo de Azata y la esquina noreste del cuadrángulo de Santa. Bárbara. Se orienta de la misma forma que las anteriores mencionadas (SE - NO). Esta unidad se caracteriza por su poca variación topográfica, presentando una superficie peneplanizada donde discurren los ríos con lentitud formando una red de drenaje extendida y meandriforme.

#### Valles Subandinos

Estos valles se caracterizan por ser de naturaleza escarpadas, encañonados y de fondo plano, forman los principales afluentes primarios o secundarios de la cuenca del Amazonas (ver Foto N° 2.1).

## 2.2 Regiones Naturales

De acuerdo a la clasificación enunciada por Javier Pulgar Vidal (1986) en su trabajo sobre las Regiones Naturales, en los cuadrángulos de Esquena, Santa Bárbara y Azata se reconocen las siguientes Regiones Naturales (ver Fig. Nº 2.2):

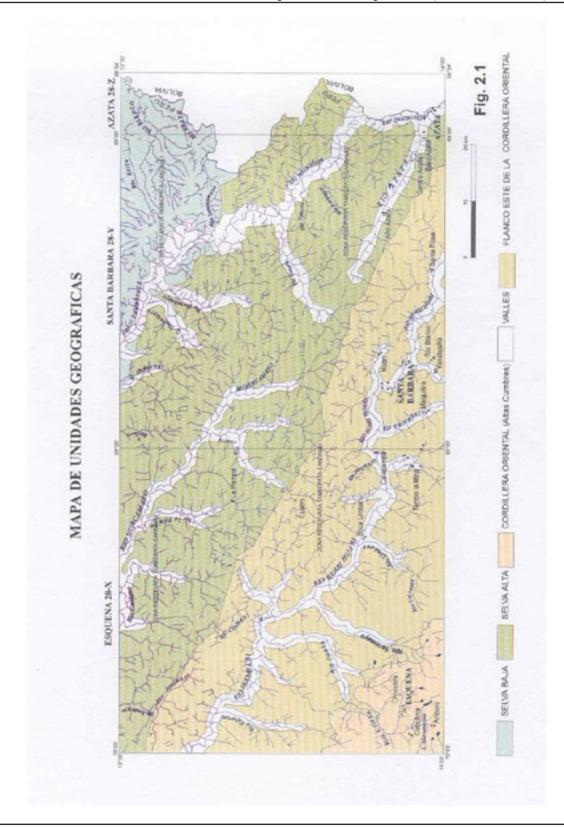




Foto Nº 2.1 Vista de un valle fluvial en forma de V con laderas escarpadas y encañonadas, en rocas del Paleozoico inferior.



Foto Nº 2.2 Vista panorámica de la Región Rupa Rupa (Selva Alta) mostrando cerros redondeados y con un flora muy variada

## Región Puna

Se extiende entre los 4,000 y 4,800 msnm reconociéndose en ella un gran número de lagunas de origen glaciar. Como consecuencia de la acción glaciar se presenta una agrupación de colinas suaves y onduladas, con temperaturas que descienden por la noche a bajo cero y en el día pueden alcanzar hasta 10°C.

La flora es muy variada destacando las gramídeas de distintas alzadas, las que reciben los nombre genéricos de ichu y ocsha, la totora y otras plantas acuáticas crecen en torno a las lagunas y bofedales.

La fauna es también muy variada y los animales más importantes son los camélidos tales como: llama, alpaca, vicuña y huanaco; la llama y la alpaca son domésticas. Entre las aves más importantes que se encuentran en esta región se tienen la huachhua o huallata (Berniola melanoptera) y el pito o acacllo (Colaptes rupicola puna).

## Región Suni

Se halla comprendida entre los 3,500 y 4,000 msnm. Esta región se reconoce en el cuadrángulo de Esquena, y está constituida por quebradas estrechas y cumbres afiladas, con una temperatura promedio de 10 grados centígrados.

La flora es variada y las especies más significativas son: el quinual (Polylepisracemosa), el sauco (Sambucus peruviana), la planta más importante es el taure (Lupinos mutabilis) y la quinua (Chenopodium quinoa). Las papas, ocas y ollucos son abundantes.

Se tienen pocos representantes de la fauna en esta región y entre esos pocos el más importante es el cuy, jaca, que es un roedor pequeño, que suministra gran parte de la proteína animal que se consume en la Región Suni.

## Región Quechua

Relativamente extensa, se halla comprendida entre los 2,300 y 3,500 msnm, su clima es variado entre templado y frío, el aire es moderadamente seco entre los meses de abril y noviembre y ligeramente húmedo entre los meses de noviembre y abril; su temperatura media anual fluctúa entre los 7 y 10 grados centígrados

La flora en esta región es muy variada ya que aquí se han aclimatado plantas de otras regiones naturales, el árbol representativo de esta región es el aliso lambrán o rambash (Allnus jorullensis), entre las cultivadas el maíz (Sea mays) y la numia (Pasheolus sp.) que es un frejol cuyos granos se comen tostados.

La fauna es muy escasa y su principal representante es el zorzal gris (Merula serrana) llamado también chihuanco.

## Yunga fluvial

Se encuentra entre los 1,600 y 2,300 msnm y en ella se encuentran generalmente ríos y quebradas, su clima es cálido con promedios anuales de temperatura que oscilan entre los 22 y 25 grados centígrados.

La flora es generalmente xerófila, salvo aquellas plantas que crecen junto a los cursos de aguas manteniendo su follaje siempre verde. Predominan las cactáceas: pitajaya (Cereus sp.), chuná (Novoespostoa lanata), curis (Cereus macrostibas), tuna (Opuntia tuna); también el molle (Schinus molle) y la cabulla blanca y azul (frourcroya sp.) (Agrave mexicana).

La fauna es muy reducida y sólo resaltan algunas aves tales como el chaucato (Mimos longicaudatos), taurigaray y shipillico.

## Rupa Rupa (Selva Alta)

Se reconoce entre los 500 y 1,600 msnm, en esta zona el clima es cálido y húmedo y en las noches de invierno se tiene la sensación de frío pero con menor intensidad que en la región anterior. Dentro del área estudiada, esta región es la que ocupa el mayor porcentaje. Se orienta de Sureste a Noroeste, circunscrita a los valles de Inambari, Tambopata y el Valle del río Huacamayo (ver Foto Nº 2.2).

La flora es variada, encontrándose entre las más importantes la caoba, el cedro, el tornillo y la moena. Entre la especie foránea, la más importante es el plátano.

La fauna es también al igual que la flora muy variada siendo el mamífero de mayor tamaño la sachavaca (Tapyrus terrestris), el venado y el sajino. Entre las aves destaca el paujil grande como la pava doméstica, el gallito de las rocas o tunque (Rupicola peruviana), loros, guacamayos, tucanes y miles de pájaros multicolores, del mismo modo se tiene una variedad de reptiles como el cocodrilo, loro machaco, cascabel, shushupe, etc.

## Región Omagua (Selva Baja)

Esta región se reconoce por debajo de los 500 msnm, formando un relieve homogéneo en forma de semillanura siendo apreciada en el vértice superior izquierdo del cuadrángulo de Azata y el vértice superior derecho del cuadrángulo de Santa. Bárbara. El clima es cálido y húmedo, la temperatura en promedio supera los 30°C, pero con una variación entre el día y la noche.

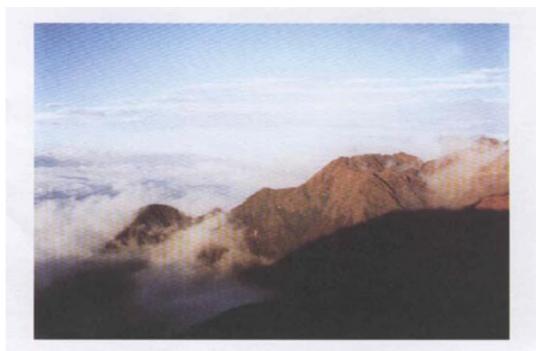
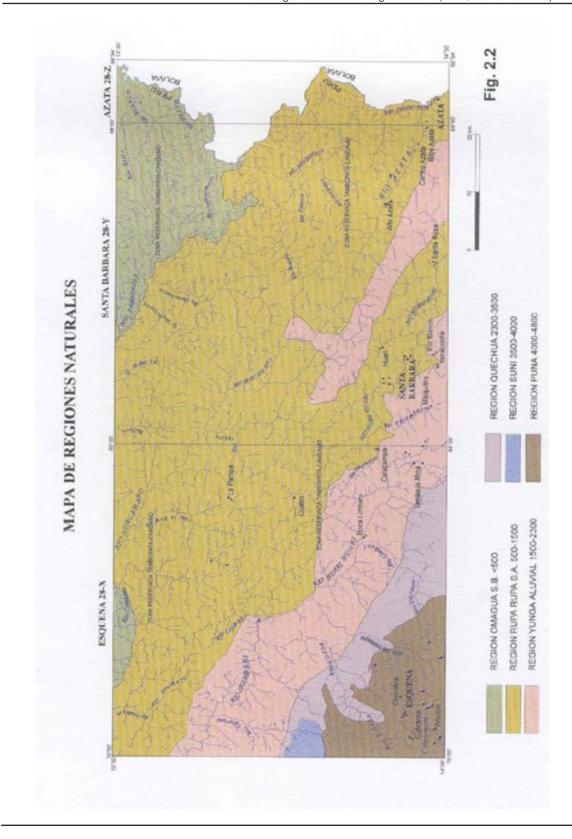
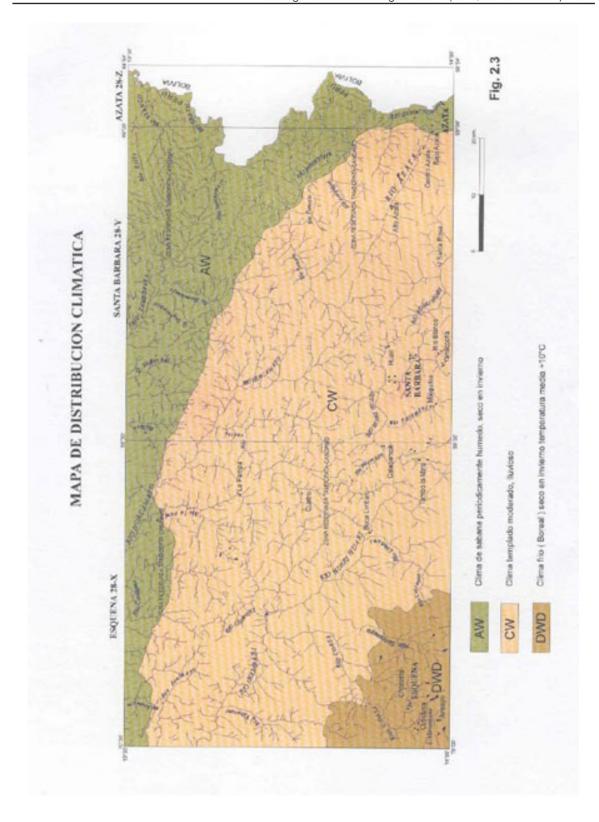


Foto Nº 2.3 En la vista se puede apreclar que en la zona de trabajo existe mucha humedad y nubosidad, lo que dificulta las actividades de campo (Norte de la localidad de Esquena).





La flora en esta región es muy variada, las plantas más conocidas son el caucho (Hevea Brasiliensis), el cedro (Cedrella odorata) y entre los frutos comestibles se tiene la castaña o nuez en Madre de Dios.

La fauna es muy rica, sólo las especies acuáticas pasan de mil. El pez más importante es el paiche (Arapaima gigas) que llega a medir dos metros de largo y llega a pesar cien kilos.

#### 2.3 Clima

Los climas que se reconocen en los cuadrángulos de Esquena, Santa Bárbara y Azata varían desde un clima cálido hasta un clima frío, está relacionado directamente a la forma del relieve y los desniveles del área (ver Fig. N° 2.3).

#### Distribución Climática

De acuerdo a la distribución climática dada por KOPPER W. los diferentes tipos de clima que se reconocen dentro de los cuadrángulos de estudio son los siguientes:

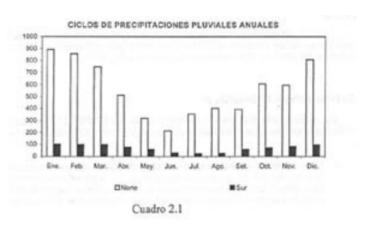
- Clima frío o boreal, seco en invierno (DWB), con una temperatura media que supera los 10 grados centígrados por lo menos durante cuatro meses. Este tipo de clima es reconocido en el vértice inferior izquierdo del cuadrángulo de Esquena, donde se tiene altitudes mayores a los 4,000 msnm.
- Clima templado moderado lluvioso (CW), seco en invierno con una intensa precipitación que alcanza en el mes más lluvioso (Febrero) 10 veces más que en el mes más seco (Julio ó Agosto). Este clima es reconocido en gran parte del área de estos cuadrángulos representando un 75% del total de esta zona. La temperatura puede variar entre los 12 y 18 grados centígrados (ver Foto Nº 2.3).
- Clima de sabana periódicamente húmedo, seco en invierno (AW), es un clima especial, la temperatura normal es mayor a 18 grados centígrados. Este clima se reconoce en toda el área del cuadrángulo de Azata y en toda la margen superior de los cuadrángulos de Esquena y Santa Bárbara.

## 2.4 Precipitación Pluvial

En los cuadrángulos de Esquena, Santa Bárbara y Azata, que se ubican entre la Región Sierra y la Región Selva se observan dos ciclos de precipitaciones pluviales, una para la zona sur de los cuadrángulos y la otra para la zona norte (ver Cuadro Nº 2.1).

En la zona Sur las mayores precipitaciones pluviales se producen durante el verano austral comprendido entre los meses de noviembre a abril, en los otros meses no se aprecian las lluvias manteniéndose la humedad relativa con valores altos de aproximadamente 90% en el flanco este de la Cordillera Oriental.

En la zona Norte, especialmente al oriente, las mayores precipitaciones se desarrollan entre los mismos meses que en la región sur pero con mayor intensidad. En esta región durante los meses de abril a noviembre las precipitaciones disminuyen pero siguen siendo continuas durante todo el año.



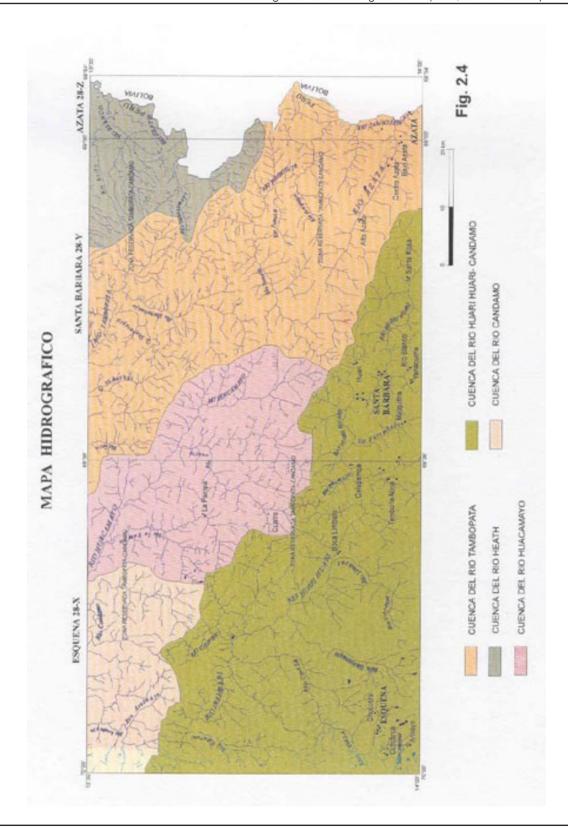
## 2.5 Hidrografía

Las cuencas más importantes están formadas por los ríos que drenan en el área de trabajo siendo éllos el río Inambari, el río Tambopata, el río Huacamayo y el río Heath. El conjunto de estos ríos forman la hoya hidrográfica del río Madre de Dios (ver Fig. N° 2.4).

## Cuenca del río Inambari

Durante el recorrido del río Huari Huari (que tiene sus nacientes en las proximidades del caserío San José por la confluencia de los ríos Sina y Quiaca), por los cuadrángulos de Santa Bárbara y Esquena, tiene algunos tributarios que aumentan su volumen y entre ellos los principales son los ríos Bartolomé, Patambuco, Capachayo y Limbani. Este último, en la zona denominada Huanacuri toma el nombre de Inambari cuando se une con el río Coaza, siendo el Huari Huari su principal tributario.

El río Inambari se desplaza diagonalmente entre los cuadrángulos de Esquena y Santa Bárbara ingresando al cuadrángulo de Santa Bárbara por la zona de Yanamayo Grande y sale del cuadrángulo de Esquena hacia el Noroeste por el caserío Isilluma.



## Cuenca del río Tambopata

El desarrollo de este río se aprecia en los cuadrángulos de Azata y Santa Bárbara ingresando por territorio boliviano al cuadrángulo de Azata y desplazándose diagonalmente al Norte del cuadrángulo de Santa Bárbara; presenta un drenaje dendrítico, siendo sus principales afluentes los ríos Pablo Bamba, Lanza y Colorado.

## Cuenca del río Huacamayo

Sus nacientes se encuentran en el cuadrángulo de Santa Bárbara, hasta atravesar el cuadrángulo de Esquena y tiene una dirección SE - NO. Sus principales afluentes son los ríos Cuatro y Pampa, ambos forman valles encañonados y profundos con numerosas caídas de agua y rápidos, por la ruptura de pendiente que existe en esta zona.

#### Cuenca del río Candamo

Esta cuenca se encuentra al Noreste del cuadrángulo de Esquena. Sus nacientes se encuentran al Sur del cuadrángulo de Astilleros, el río tiene una dirección suroeste, presenta un drenaje dendrítico y sus principales afluentes son el río Azulmayo y el río Tigre.

#### Cuenca del río Heath

El río Heath se desarrolla en el cuadrángulo de Azata apareciendo en la esquina izquierda superior de este cuadrángulo como su principal afluente el río Blanco. Por la poca pendiente de esta zona, el río discurre en forma sinuosa formando meandros, cochas, etc., estando ligeramente orientado de Sur a Norte.

#### Laguna

En el área correspondiente a los cuadrángulos de Esquena y Azata, se aprecian un gran número de lagunas. Casi todas éstas tienen su origen en el descongelamiento de los glaciares, por eso es que se dice que son de origen glaciar, éstos deshielos forman acumulaciones de agua en depresiones originadas por la erosión glaciar o entrampe de estos en depósitos fluvioglaciares, convirtiéndose en la principal fuente de alimentación de escorrentía que drenan las cuencas de los ríos antes mencionados, entre ellas se tiene la laguna Tomatomani, Huzuchine, Marcanccota, Comacota, etc. La laguna de Consuelo es una de las pocas que no es de origen glaciar ya que se localiza en la región Rupa Rupa, su origen esta dado por un control estructural(depresión).

# 3.0 GEOMORFOLOGÍA

## 3.1 Unidades Geomorfológicas

La zona estudiada presenta formas con una topografía irregular, siendo el principal accidente geográfico el constituido por la Cordillera Oriental sobre la cual se reconocen varias unidades geomorfológicas.

Las unidades que se reconocen en los cuadrángulos de Esquena, Santa Bárbara y Azata, se han diferenciado mediante el criterio geomorfológico estructural. Las unidades son las siguientes (ver Fig. N° 3.1):

- a.- Cordillera Oriental (Zona de Altas Cumbres)
- b.- Flanco Este de la Cordillera Oriental
- c.- Montañas de Huinco Pata Santo Domingo
- d.- Ladera Subandina
- e.- Montañas de Távara
- f.- Depresión de Candamo
- g.- Colinas
- h.- Llanura de Madre de Dios
- i.- Valles Subandinos

#### a. Cordillera Oriental (Zona de Altas Cumbres)

Esta unidad geomorfológica se reconoció en la esquina suroeste del cuadrángulo de Esquena y sus desniveles fluctúan entre los 3,800 y los 4,800 msnm.

Se caracteriza por presentar morfológicamente una cadena de cumbres pronunciadas en los que se observan superficies accidentadas y disectadas las que en conjunto dan lugar al relieve cordillerano. Otra característica de esta unidad es la presencia de un gran número de pequeñas lagunas que se constituyen como la principal fuente de alimentación hídrica de las escorrentías en las cuencas de los ríos Inambari, Tambopata, Huacamayo y Heath (ver Foto Nº 3.1).

La Cordillera Oriental se encuentra afectada por una intensa erosión glaciar y fluvioglaciar que da lugar a la formación de morrenas y depósitos fluvioglaciares, tomando forma de colinas y capas de coberturas inconsolidadas respectivamente.

#### b. Flanco Este de la Cordillera Oriental

Esta unidad se orienta de SE a NO observándose en el extremo suroeste del cuadrángulo de Santa Bárbara y en la parte central del cuadrángulo de Esquena que forma una cadena de montañas con cumbres subangulares a subredondeadas bastante disectadas, que constituyen relieves accidentados y abruptos.

La pendiente en esta unidad normalmente está condicionada al buzamiento de las rocas paleozoicas que forman parte de la Cordillera Oriental. Los desniveles en los que se encuentra esta unidad fluctúan entre los 2,000 y 3,500 msnm.

# c. Montañas de Huinco Pata - Santo Domingo

Esta unidad cruza los cuadrángulos de Santa Bárbara y Esquena, observándoseles a lo largo del río Inambari. Sus desniveles se encuentran entre los 1,700 y los 2,100 msnm. Las montañas de Huinco Pata-Santo Domingo marca la línea divisoria entre el Flanco Este de la Cordillera Oriental y la Ladera Subandina; morfológicamente presentan un relieve bastante accidentado, con pendientes pronunciadas y cimas redondeadas producto de la erosión pluvial.

La zona está cubierta por una densa vegetación arbórea.

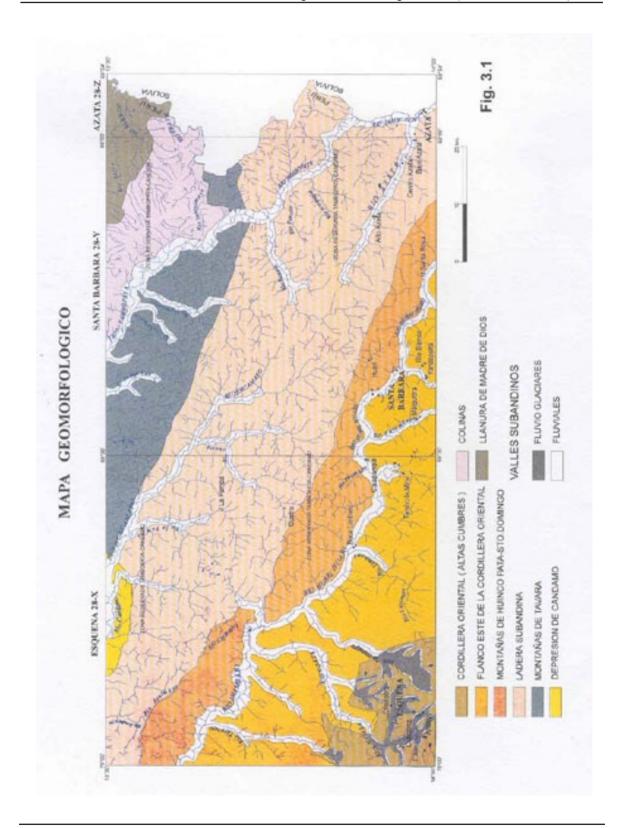
## d. Ladera Subandina

Esta unidad es apreciada en los tres cuadrángulos de estudio, con alineamiento NE-SO, es decir que cruza diagonalmente ingresando por el extremo SO del cuadrángulo de Azata hasta el extremo NO del cuadrángulo de Esquena. Sus desniveles se encuentran entre los 1,000 y 1,400 msnm.

Se presenta como una faja de montañas con gran pendiente formando cañones disectados dando lugar a un relieve abrupto.

#### e. Montañas de Távara

Se encuentran en los cuadrángulos de Santa Bárbara y Esquena con dirección andina, sus desniveles se encuentran entre los 400 y 1,700 msnm.



El área que ocupan estas montañas presenta un relieve irregular accidentado, observándose en los sectores más altos una gran erosión con cimas redondeadas y pendientes pronunciadas y en las de menor altura pendientes suaves por donde discurren los ríos Tambopata y Huacamayo, marcando los límites de esta unidad.

# f. Depresión de Candamo

Esta unidad se observa al Norte del cuadrángulo de Esquena, a lo largo de ella discurre el río Candamo, el mismo que en el transcurso de su recorrido vierte sus aguas al río Távara. Esta unidad se encuentra formando un sinclinal, con las secuencias del Gpo. Ipururo y el Gpo. Huayabamba.

# g. Colinas

Esta unidad se reconoce en el extremo noreste del cuadrángulo de Santa Bárbara y en una pequeña área adyacente del cuadrángulo de Azata. Sus desniveles se encuentran entre los 400 y 600 msnm.

Morfológicamente ofrece un paisaje con relieve moderado, homogéneo observándose como una superficie rugosa a áspera con suave pendiente, constituido por secuencias del cretáceo y las capas rojas del Gpo. Huayabamba.

#### h. Llanura de Madre de Dios

La llanura de Madre de Dios se encuentra ubicada en los extremos NO y NE de los cuadrángulos de Azata y Santa Bárbara respectivamente, con cotas que van desde los 200 hasta los 400 msnm

Morfológicamente comprende un relieve bastante peneplanizado, con pequeñas lomadas. Los ríos en esta zona discurren sinuosamente debido a la poca pendiente de la misma, se caracteriza por estar constituido principalmente por unidades jóvenes como el Gpo. Ipururo y depósitos cuaternarios.

#### i. Valles Subandinos

Estos valles se presentan en casi toda la zona de estudio diferenciándose dos tipos:

# **Fluvioglaciares**

Son valles que se desarrollan a altitudes mayores de 2,500 msnm. El fondo de estos valles tienen forma de "U" con grandes escarpas y acantilados, resultado de la erosión glaciar, esta unidad se encuentra restringida al SO de la hoja de Esquena, donde se tiene a la Qda. Yanamayo, Qda. Sacomayo, Morocota etc.

#### **Fluviales**

Son los valles que han recibido una fuerte erosión fluvial, se desarrollan a alturas menores a 2,500 msnm. Estos valles son profundos con perfiles simétricos, encañonados y fondo en "V", apreciándose en algunas zonas, terrazas en las que se establecen caseríos y se desarrolla la agricultura, tal es el caso del río Tambopata a la altura de Pauji Playa, Santa Isabel, San Carlos, etc.



Foto Nº 3.1 Vista que muestra la topografía irregular de la zona, donde se encuentran caídas de agua de varios metros de diferencia.

# 4.0 ESTRATIGRAFÍA

En el área de estudio aflora una gruesa secuencia sedimentaria y metamórfica que supera los 7,500 m de grosor, de la cual, una importante parte conforma el armazón de la Cordillera Oriental del Sur del Perú del bloque Carabaya - Sandia.

La secuencia agrupa a un conjunto de unidades estratigráficas, las que de acuerdo con su contenido paleontológico, su posición estratigráfica y sus características petrográficas, han podido ser separadas como secuencias paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas, indicando a la más antigua del Ordoviciano y la más joven del Holoceno, según se observa en la Figura  $N^{\circ}\,4.1.$ 

Desde el punto de vista estructural, estas secuencias se presentan conformando grandes y contínuas fajas kilométricas de rumbo promedio  $N\,50^{\circ}\,O$ .

Por otro lado, tomando como el eje de un gran anticlinorio casi paralelo al río Inambari, las secuencias se distribuyen cronológicamente de más antiguas a más jóvenes, tanto en sentido noreste como sureste.

#### 4.1 Paleozoico

Las rocas paleozoicas representan la secuencia más conspícua del área, estando distribuidas geográficamente en los tres cuadrángulos, donde representan aproximadamente el 70% de los afloramientos rocosos. Así mismo son de importancia económica, pues ellas constituyen unidades receptoras de mineralización aurífera.

Se trata de una gruesa sucesión mayoritariamente pelítico - samítica de más de 6,000 m de grosor, la cual reúne a tres conspícuas unidades: una de ellas pelítica graptolítica denominada Grupo San José; otra secuencia samítica silicoclástica denominada Formación Sandia; y una tercera secuencia pelítica conocida como Formación Ananea.

# COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LOS CUADRÁNGULOS DE ESQUENA, SANTA BÁRBARA Y AZATA

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA	GROSON (m)	COLUMNA	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
_	CUATERMARIO	8	Depósito aluvial	183-150	(ACREANIUM)	Gravas, arenas y arcillas
4	3	насови	Depósito glaciofluvial			Gravas, matriz arena limosa
0	158		Depósito moménico		\$20.55E	Gravas subredondeadas a subangulosas, matriz
	×	MEDICA	Terraza			
0	NEÓGENO	PLICENA P	Formación Titán			Conglomerados subredondeados heterométricos de pizarras, cuarcitas y lutitas en una matriz areno-limos
			FARTED		2222	
7			- Grupo Ipururo	8	1111111	Lodolitas marrones rojizas oscuras, con niveles de
0	PALEOGENO	MIDCENA		5/5/5/5	areniscas grano grueso a conglomerado y arcillas de color gris claro	
Z			Grupo Huayabamba		********	Secuencia de arenisca arcosica de color rojizo en capas gruesas a mediana, interceladas con lodolitas en capas delgadas de color rojizo y algunos níveles abigarrados
u				1,000		
0					cere	
-	-	-	the state of the state of	-	- ALTONOO	Secuencia de arenisca cuarzosas blanquecinas de grano y de textura sacarcidea delesnables, en capas medianas,
MESOZOICA	CRETÁCEO	Superior	Formación Vivian	93	8	
2		1 7 1	PROPERTY OF STREET		THE SHIP IS NOT THE OWNER, THE SAME	the day of a common presentation
MES		Inferior	Cretáceo Indiferenciado	1,000		Secuencia de areniscas de grano fino a medio, en capas medianas, al tope con niveles de limolitas, de color beige a gris blanquecino
	9		THE WATER AND THE	55557		
	RIANODEVONIANO		Formación Ananca	000		Secuencia de pizamas, característicamente laminar en capas delgadas, con niveles esporádicos de areniscas de grano fino, en capas delgadas
<	SILU		Common respect	55555		
0						DONO WILLSO RULING OF BRIDE JAMES
0 7		Superior	Formación Sandía	grano fino, en capas delgadas a gruesas	Areniscas y cuarcitas de color gris bianquecino de grano fino, en capas delgadas a gruesas, tabulares de contacto ondutante, intercaladas con algunos niveles de pizaras limcificas	
0 4				2,000	~~	the me surrectal fraces admittant, the surrectal and all of the surrectal and a surrectal and
AL	ORDOVICIANO	1,00	fines - soiting s		***	times among one of shell of
	HO .	Inferior	Grupo San José	2,000	10000 ( 10000	Pizarras gris occura a negras con estratificación caracteristicamente laminar en capas delgadas intercaladas con capas delgadas de limplitas abundante contenido fosilifero
۵	nn Pik	Inferior	Grupo San José	2,000	2222	característicamente laminor en capas delgada intercaladas con capas delgadas de limclitas

Fig. 4.1



Foto Nº 4.1
Vista parcial de la secuencia
del Grupo San José, en la
margen derecha del río
Limbani cerca a la intersección con el río Inambari, constituido por pizarras característicamente con laminación intema, en capa delgadas y tabulares, con un buzamiento
de 80 al NE.

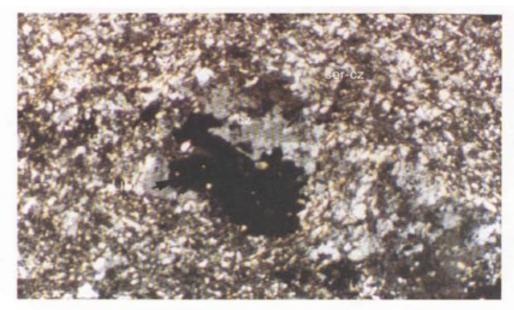


Foto Nº 4.2 Vista en sección delgada de pizarras con nícoles cruzados y un aumento de 150x, se observa porfidoblastos alterados por limonitas y cuarzo en una matriz bandeada de sericita y cuarzo.

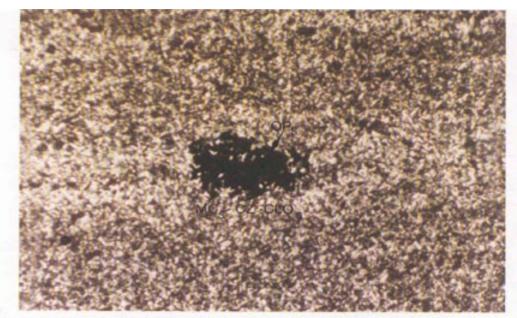


Foto № 4.3 Vista de las pizarras en sección delgada en nícoles cruzados y un aumento de75x, se muestra porfidoblastos de minerales opacos, en matriz bandeada constituída por micas, cuarzo y cloritas.



Foto Nº 4.4 Vista parcial de la secuencia del Grupo San José, en la margen derecha de la quebrada Santo Domingo, constituido por pizarras característicamente laminar, en capa delgadas con niveles delgados de cuarcitas de grano fino, y presencia de pirita que genera una pátina de oxidación.

La edad de estas unidades varía desde el Ordoviciano inferior hasta el Devoniano, considerados dentro del Paleozoico inferior.

# 4.1.1 Grupo San José

En 1973 LAUBACHER G. describe en la localidad de San José, ubicada en el valle del río Sandia una conspícua y gruesa secuencia pelítica oscura conteniendo graptolites, con el nombre de Formación San José. Posteriormente, DE LA CRUZ, N. y CARPIO, M. (1996) la elevan a categoría de grupo, diferenciando dos formaciones: Iparo y Purumpata.

El Grupo San José también es reportado por MONGE, R. y ZEDANO J. (1996) en el sector NE del cuadrángulo de Limbani, así como también por PALACIOS, O., MOLINA, O., y GALLOSO, A. (1996) en los cuadrángulos de Quincemil y Masuco.

En el área, materia del presente informe, la unidad se expone ampliamente en el cuadrángulo de Esquena, a lo largo del río Huari Huari – Inambari formando una angosta y larga faja que se prolonga hacia el extremo SO del cuadrángulo de Santa Bárbara. Esta unidad es parte del núcleo de un gran anticlinorio cuyo eje tiene una dirección andina.

Su extensión morfológica es relativamente suave a moderada, formando terrenos de alta a mediana pendiente. Por lo general no presenta farallones conspícuos, salvo en el caso de que las rocas se presenten muy metamorfizadas.

Las pizarras son por lo general de fraccionometría limoarcilítica, por lo general se presentan en capas tabulares con una laminación interna muy característica (Foto  $N^{\circ}$  4.1), las cuales se intercalan también con capas de fracción correspondiente a las limolitas. Estas pelitas contienen generalmente pirita cúbica.

En sección delgada según se muestra en la Foto  $N^{\circ}$  4.2 se tiene porfidoblastos alterados por limonitas y cuarzo en matriz bandeada de sericita y cuarzo, en otro nivel de la secuencia se tiene también en sección delgada porfidoblastos de minerales opacos en matriz bandeada constituida por micas, cuarzo y cloritas, ver Foto  $N^{\circ}$  4.3.

Se intercalan también pizarras limolíticas cuarzosas de mayor consistencia (Foto  $N^{\circ}$  4.4). Estas rocas pueden aparecer acompañadas por láminas de cuarzo lechoso. Otro de los rasgos saltantes de esta unidad es la notable facilidad con que las rocas se fracturan en amplias lajas, producto de la intensa deformación sufrida,

Por su parte, los esquistos se encuentran en menor proporción y son de facies esquisto-micácea, de textura granoblástica. Estructuralmente se caracterizan por presentar micropliegues en chevron y kink bands.

La relativa suavidad de esta unidad a la erosión, la hace muy propicia para constituir terrenos geodinámicamente muy inestables.

El Grupo San José infrayace a la Formación Sandia, con quien posee un contacto gradual, se le estima un grosor de 1,500 a 2,000 m DE LA CRUZ, N. y CARPIO, M. (1996) estiman un grosor de más de 4,000 metros en las áreas de Sandia y San Ignacio. No se observa la base de la unidad.

La unidad está caracterizada por la presencia de moldes de graptolites en diversos niveles de ella. Al Norte de la Mina Santo Domingo en una secuencia de pizarras infrayaciendo a una secuencia de cuarcitas, se encontró un nivel de graptolites denominados *Clinacograptus tubuliferus* LAP WORTH, *Clinacograptus ruedemanni* STEINMANN, según MORA-LES M., así como DE LA CRUZ N. y CARPIO M. (1996), quienes registran los especímenes *Didymograptus V. deflexus* HARRIS de edad Arenigiano inferior; *Didymograptus (expansograptus) birunda* SALTER *tetragraptus quadribraciatus* (HALL) y *Dichograptus octograptus* (HALL), del Arenigiano superior; *Teatragraptus aproximatus* (NICHOLSON) del Arenigiano. Así mismo, se tiene al *Isograptus* ef. *Iforeipriformis* (RUEDEMANN) del Arenigiano-Llandeiliano y el *Loganograptus Logani* (HALL) del Arenigiano-Llanvirniano, *Glossograptus hincksii* (HOPKINSON), *Amplexograptus* Sp; *confertus* (LAPWORTW), *Climacograptus Tubuliferus* (LAPWOORTH); *Didymograptus, tetragraptus secra* (BRONGNIART), entre otros.

Así mismo, DE LA CRUZ N. y CARPIO M. (1996) reportan fauna fósil asociada, tales como braquiópodos (*Schizocrama Filosa* (HALL), *Nanorthis* cf. *N. grandis* (HARRINGTON), trilobites (*Hypermecaspis* cf. *H. boliviensis* BRANISA, *Ogygiocarella* cf. *O debuchi* (BRONENIART), *Porterfieldia* cf. *P. contayensi Hughes*), Cefalópodos (*Protocycloceras* cf. *P smithvillense* ULRICH, Endoceras), bivalvos (*Ctenodonta* sp. *y Palaconelio* sp) y artículos de crinoideos.

La edad de la unidad basada en su posición estratigráfica y contenido fósil, es asignada desde el Arenigiano al Llandeilano.

Por posición cronoestratigráfica se le correlaciona con la Formación Contaya.

## 4.1.2 Formación Sandia

En la Cordillera Oriental del Sur en el bloque Carabaya-Sandia, se expone una gruesa secuencia predominantemente cuarcítica, a la cual LAUBACHER G. (1974) denominó como Formación Sandia. En la región, la unidad ha sido también reportada por DE LA CRUZ N. y CARPIO M. (1996) en los cuadrángulos de Sandia y San Ignacio; por MONGE R. y ZEDANO C. (1996) en el cuadrángulo de Limbani. Así mismo, DÁVILA y PONCE



Foto Nº 4.5 Sección delgada de una cuarcita con bandeamiento de pelitas silicificadas, en nícoles cruzados y aumento de 75x, se observa el cambio bien conspicuo, entre los minerales se tiene cuarzo, feldespates, muscovita, limonitas, en matriz arcilloza.

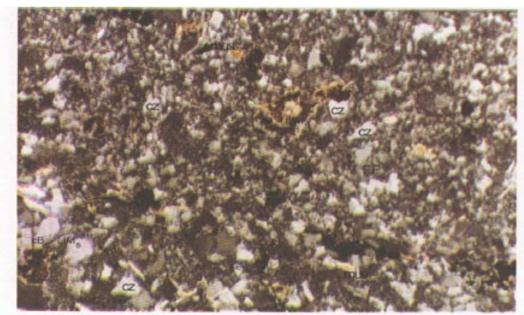


Foto Nº 4.6 Vista en sección delgada en nícoles cruzados y aumento del 150x, de cuarcita constituida por cuarzo, feldespatos, muscovita, y cabonatos con limonitas. Se observa franja de areniscas con cemento de arcillas y sericita, ocurrencia de opacos diseminados.



Foto Nº 4.7 Vista al NE de Oscuri, en el tramo Esquena - Río Inambari, de una secuencia de barras de cuarcitas gris blanquecinas en capas gruesas a medianas, tabulares de la Formación Sandia.



Foto Nº 4.8 Vista parcial del de una secuencia ritmica de intercalación de cuarcitas de grano fino con metapelitas, parcialmente pizarrosas, silicificadas.



Foto Nº 4.9 Vista de una estructura sedimentaria, se observa una laminación interna, ondulante y estratificación sesgada de pequeña escala de bajo ángulo.



Foto 4.10 Vista de la margen del río Tambopata en la frontera con Bolivia (cuadrángulo de Azata, secuencia de cuarcitas en capas tabulares de grano fino color gris oscuro a gris claro con alto grado de buzamiento.

DE LEÓN (1971) se refieren a ella en un tramo del valle del río Inambari como Miembro superior, el que luego es cartografiado por PALACIOS O., MOLINA O. y GALLOSO A. (1996) en el cuadrángulo de Masuco, como Formación Sandia.

En el área de estudio, la unidad se expone ampliamente en los tres cuadrángulos generalmente hacia su parte sur, con la salvedad que en la hoja de Esquena también se exhibe en la parte media y norte.

Un rasgo muy destacable de esta unidad es la conspícua morfología que presenta, dado que conforma grandes farallones de dirección andina con terrenos abruptos, pendientes cuyos límites están formados por escarpas subverticales, formando en algunos casos valles encañonados, los que se observan a lo largo del río Limbani, en el tramo Quitun-Pacopacuni. Generalmente presenta vegetación menos densa en relación a los terrenos pelíticos.

Petrográficamente se distingue por estar conformada por una sucesión predominantemente samítica cuarcítica, la que se intercala con estratos pelíticos (pizarras y limoarcilitas pizarrosas), según la sección delgada se tiene bandeamiento de cuarcitas y pelitas silisificadas, se puede observar cuarzo, feldespatos, muscovita en una matriz de arcillas (ver Foto  $N^{\circ}$  4.5).

Las areniscas pueden ser clasificadas como cuarcíticas, caracterizadas por el sobrecrecimiento secundario de sus cristales. Los granos son generalmente de fino a medio, con formas que varían de redondeado a subanguloso, en la Foto  $N^{\circ}$  4.6 vista en sección delgada se puede observar una cuarcita constituida por cuarzo en un 84 %, feldespatos, muscovita, limonitas y carbonatos parcialmente con cemento de arcillas y sericita, los granos subrectangulares, alargados y subredondeados de cuarzo y escasos de feldespatos, con bordes saturados, laminillas de muscovita, en un sector de la sección, se observa una franja de arenisca con igual composición mineralógica y cemento de arcilla y sericita. El color de la roca puede ser gris oscura, gris blanquecina o blanco amarillenta. Al NE de Uscuri se tiene una secuencia desarrollada de cuarcitas en capas tabulares, que varían de gruesos, medianos a delgados, con un buzamiento hacia el NO. (ver Foto  $N^{\circ}$  4.7).

Es frecuente encontrar una sucesión rítmica de areniscas cuarcíticas de color gris oscuro con cuarcitas fuertemente silicificadas de color blanquecino, ambas en capas medianas a gruesas.

Por otro lado, ellas se intercalan con metapelitas del tipo limoarcilitas pizarrosas y limolitas parcialmente pizarrosas, que conjuntamente con las samitas anteriores forman delgadas secuencias ondulantes flyshoides (ver Foto  $N^{\circ}$  4.8).

Estas rocas aparecen de manera relativamente importante tanto hacia la base como hacia la parte media de la secuencia. Entre las estructuras más comunes encontradas en

las areniscas se tienen la laminación interna, ondulitas de corriente, estratificación sesgada de pequeña escala y de bajo ángulo (ver Foto  $N^{\circ}$  4.9); las facies cuarcíticas suelen presentar delgadas bandas bien silicificadas deformadas por micropliegues en chevron, que en conjunto llegan a formar bandas kinks; se relacionan a estas pequeñas estructuras, microfallas.

La parte superior de la unidad está conformada por una gruesa sucesión samítica cuarzosa. LAUBACHER G. (1972) reporta en el valle del río La Pampa, moldes de trilobites, braquiópodos y cefalópodos en las cuarcitas. La Formación Sandia suprayace concordantemente al Grupo San José e infrayace en igual relación a la Formación Ananea.

En el cuadrángulo de Azata en las márgenes del río Tambopata también se observan afloramientos de cuarcitas en capas tabulares de gruesas a medianas con fuertes plegamientos (Foto  $N^{\circ}$  4.10).

A la altura de la desembocadura del río Victoria se tiene una falla inversa regional que pone en contacto la Formación Sandia con un nivel delgado de areniscas cuarzosas del Cretáceo y en el cuadrángulo de Santa Bárbara fallado inversamente con la secuencia de capas rojas del Grupo Huayabamba.

El grosor que se le estima a la secuencia para el área de estudio es aproximadamente de 1,500 m a 2,000 m.

La edad que se le asigna a la unidad está basada tanto en su posición estratigráfica (post-Llandeiliano) como en la fauna reportada por LAUBACHER G. (1972); siendo ella comprendida en el Caradociano (Ordoviciano superior).

Se le correlaciona con la Formación Calapuja en el altiplano y en Bolivia con la Formación Mizqui, de caraterísticas petrográficas similares.

# 4.1.3 Formación Ananea

Esta formación fue reconocida por LAUBACHER G. (1972) en su trabajo de investigación referido en la Cordillera Oriental reconociendo con esta denominación a una gruesa secuencia de metapelitas negras que se exponen notablemente en los alrededores de la localidad del mismo nombre. En el área estudiada la unidad es también reportada por DE LA CRUZ N. y CARPIO M.(1996) en los cuadrángulos de Sandia y San Ignacio; por MONGE R. y ZEDANO C. (1996) ampliamente desarrollada en el cuadrángulo de Limbani; por PALACIOS O., MOLINA O., GALLOSO A. y REYNA M. (1996) en la hoja de Masuco. Adicionalmente, la unidad fue también reportada anteriormente por DÁVILA y PONCE DE LEÓN (1971) en el valle del río Inambari como secuencia silúrica, devónica no diferenciada. Sus afloramientos están caracterizados por constituir largas y contínuas fajas de dirección andina. En muchos de los casos se encuentra conformando los núcleos de sinclinales.

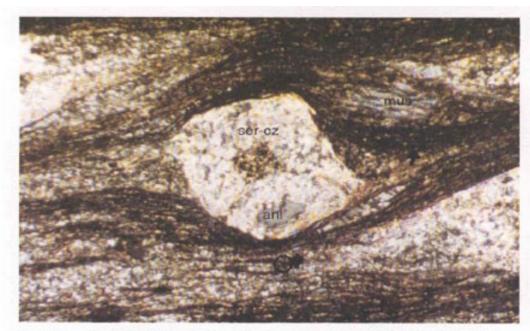


Foto 4.11 Sección delgada en nícoles cruzados y aumento de 75x, de pelitas metamorfizada con presencia de porfidoblastos de andalucita, alterando por serinita y cuarzo en matriz bandeada compuesta por muscovita, cuarzo y grafito.



Foto 4.12 Vista parcial de las secuencia pizarrosa de la Formación Ananea, expuesta en la margen izquierda del río Tambopata a la altura de Pauji Playa, nótese las capas delgadas, con una laminación interna, bastante fisibles.

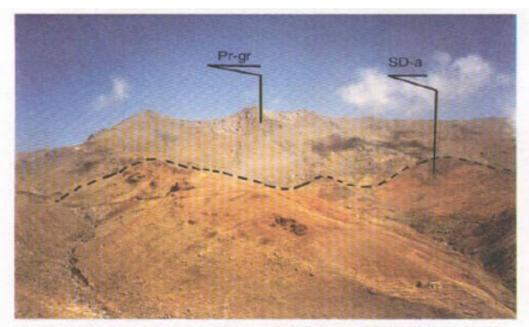


Foto № 4.13 Vista panorámica hacia el SO del poblado de Esquema a la Formación Ananea intruida por el plutón de Coasa, se observa un cambio morfológico, al igual que de coloración.

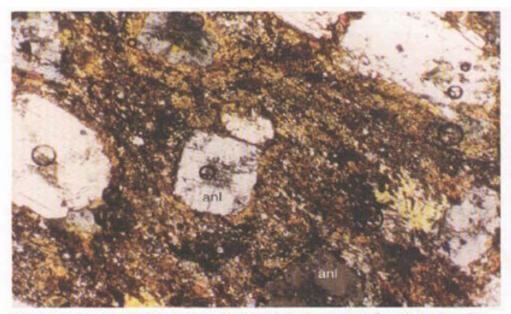


Foto Nº 4.14 Sección delgada de una roca política (pizarra) alterada por metamorfismo térmico de media a baja temperatura, en nícoles cruzados y aumento de 75x, se observa, cuarzo, biotita+muscovita y cristales de andalucita (kiastolita), cloritas, en menor proporción limonitas y minerales opacos.

Petrográficamente, la secuencia está conformada por pelitas pizarrosas que se intercalan, subordinadamente, con delgadas capas de areniscas cuarzosas, vista en sección delgada se tiene a un esquisto de muscovita, cuarzo, grafito; De textura porfidoblástica bandeada, con minerales de andalucita, muscovita, cuarzo y minerales accesorios de grafito, sericita. Se observa moldes alterados de andalucita por cuarzo y sericita en matriz bandeada de muscovita y cuarzo recristalizado, ver Foto  $N^{\circ}$  4.11.

Las pelitas están agrupadas en pizarras limoarcilíticas y limolíticas de color gris oscuro y se alteran a un color beige, (ver Foto  $N^{\circ}$  4.12) mineralógicamente se caracterizan por la presencia de cristales de moscovita, cuarzo, clorita y algunos opacos, todos ellos alineados según la dirección de esquistosidad.

En muchos de los casos están fuertemente afectadas por una esquistosidad paralela a la estratificación la que ha encubierto los planos primarios originales. En algunos casos la roca suele degradarse formando fragmentos astillosos a causa de la disyunción en lápiz. En otros casos, la pizarrosidad es tan intensa, que ha ocasionado que la roca se fracture en grandes lajas, lo que origina en muchos casos una inestabilidad originando deslizamientos. La secuencia se presenta intruida por numerosas vetas de cuarzo lechoso, generalmente de grosores delgados.

Se tiene reportes de fauna fósil en la secuencia de la Formación Ananea tal como el de *Veryhachium Rhomboidium* encontrado por DÁVILA y PONCE DE LEÓN (1972) en el valle del río Inambari y el coral rugoso *Heterophrentis* sp.

La Formación Ananea en el área de estudio se encuentra expuesta mejor en el tramo Coasa-Esquena, con una secuencia casi contínua de pizarras, a la vez intruida por el plutón granítico de Coasa (Foto  $N^{\circ}$  4.13)., muy próximo al contacto de la secuencia pelítica con el cuerpo intrusivo se tiene una aureola de metamorfismo de contacto afectando a las pelitas en rocas metamorficas de esquistos cuarzo-micas-andalucita (kiastolita)-cloritas, en algunos casos en hornfels. En sección delgada se observa una textura porfidoblástica con presencia de minerales esenciales de cuarzo, biotita más muscovita, andalucita, cloritas y minerales accesorios de limonitas, minerales opacos (ver Foto  $N^{\circ}$  4.14), la presencia de andalucita (kiastolita) nos está indicando que el grado de metamorfismo es de media a baja temperatura pero de una mayor presión.

La unidad sobreyace concordantemente a la Formación Sandia. El grosor estimado por LAUBACHER, G. (1978) en la Cordillera Oriental es de 2,500 m, y VALDIVIA, H. (1974) para la Faja Sub Andina de Madre de Dios (río Inambari) midió 530 m y en el Alto Manu 660 m. Para el área de estudio se estima en 1,000 m.

Basados en la información bioestratigráfica anterior, Wenlockiano superior - Ludloviano (el primer especimen) y Devoniano inferior a medio (para el segundo especimen), así como

en sus relaciones estratigráficas, post - Caradociano, se puede asignar una edad correspondiente al Siluro - Devoniano.

La Formación Ananea se compara con la Formación Urcos del área del Cusco (MENDÍVIL y DÁVILA, 1994), con la Formación Chagrapi y Lampa (Gpo Cabanillas) del Altiplano puneño (KLINK, PALACIOS et. al, 1993) y con las formaciones Vila Vila y Santa Rosa de Bolivia con características petrográficas similares.

# 4.2 Mesozoico

Está representado por una delgada secuencia sedimentaria clástica que se expone en el sector norte de los cuadrángulos de Esquena y Santa Bárbara y que cronoestratigráficamente corresponde al Sistema Cretáceo, en base a la interpretación de imágenes de satélite y radar, es la misma estructura que se prolonga de los cuadrángulos de Quincemil y Masuco donde se le encuentra mejor representado.

# 4.2.1 Cretáceo Indiferenciado (Grupo Oriente, Formación Chonta, Formación Vivian)

KUMMEL B. (1946) designó inicialmente como Formación Oriente a una secuencia silicoclástica expuesta en las Montañas de Contamana, a la cual dividió en seis miembros: Cushabatay, Aguanuya, Esperanza, Paco, Aguas Calientes y Huaya. Posteriormente, ZEGARRA y OLACHEA (1970) la elevan a la categoría de grupo y a sus miembros a formaciones. Antes fue descrito por MORAN y FYFE (1933) como Formación Agua Caliente en la región del Bajo Pachitea.

PALACIOS O. (1996), describe también a una secuencia cretácica inferior en los cuadrángulos de Masuco, Quincemil, cuya estructura NO-SE, se prolonga a los cuadrángulos de Ayapata y Esquena.

Los afloramientos que se exponen en el área de estudio en base a la interpretación de imágenes de satélite y fotografías aéreas, están restringidos tan sólo al cuadrángulo de Esquena, donde se expone en el sector norte, en el lecho de los ríos Tavara, Candamo y Huacamayo; se tiene rodados de areniscas cuarzosas blanquecinas y limolitas de color beige correspondientes a esta unidad.

La secuencia se caracteriza por estar compuesta de areniscas cuarzosas blanquecinas, y en la parte superior secuencia de limolitas en capas delgadas de color beige, friables. No se ha reportado fósiles en la unidad, aunque no se descarta su presencia.



Foto Nº 4.15 Vista percial de la secuencia de areniscas cuarzosas bianquecinas de grano medio a grueso de textura sacaroidea, que aflora en la margen izquierda del río Tambopata en la hoja de Azata.

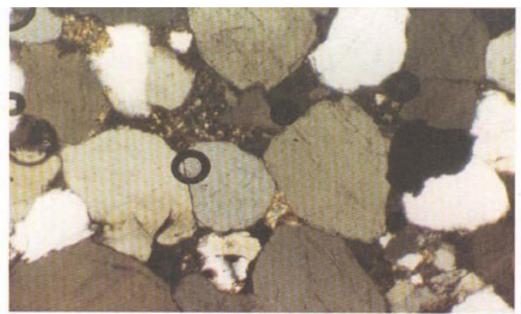


Foto Nº 4.16 Vista en sección delgada en nícoles cruzados y aumerito de 150x, se tiene una arenisca cuarzosa (92%), con granos redondeados a sub redondeados, con fragmentos líticos de limonitas y minerales opacos, las limonitas se presentan como cemento.

La unidad suprayace en discordancia angular a la Formación Sandia. Sus relaciones estratigráficas con la unidad superior no pueden ser apreciadas debido a que se encuentra fallada contra ella.

LAUBACHER G., (1977) le estima un grosor de más de 1,000 m en las cercanías del río Candamo.

Una comparación de las facies de esta unidad con la descrita por DÁVILA y PONCE DE LEÓN (1972), permiten relacionarla con el Gpo. Oriente, Fm. Chonta y Fm. Vivian, con una edad que va de Cretáceo inferior al superior.

# 4.2.2 Formación Vivian

Reconocida por KUMMEL B., 1946, es una secuencia silicoclástica que corresponde al Cretáceo superior que aflora en la Qda. Contamana, y en el Alto Urubamba, posteriormente VALDIVIA H., 1974, en el Alto Inambari reconoce una secuencia equivalente.

La Formación Vivian es reportada también muy próxima al área de estudio en los cuadrángulos de Masuco, Quincemil, PALACIOS O., et al. (1996). Esta secuencia se encuentra restringida al cuadrángulo de Azata y se prolonga muy subordinadamente al cuadrángulo de Santa Bárbara y al SE hacia territorio boliviano, donde se encuentra más desarrollada de acuerdo a la interpretación de las imágenes de satélite.

En la margen izquierda del río Tambopata en el tramo Azata río Colorado se observa una secuencia delgada de areniscas cuarzosas blanquecinas sacaroideas de grano medio a grueso subredondeados a redondeados indicandonos una buena clasificación en capas medianas a gruesas de color blanco (Foto N° 4.15), con estructuras sedimentarias de laminación interna y estratificación sesgada de mediana escala, en capas gruesas a medianas, con algunos niveles de arenisca cuarzosas de coloración rojiza hacia el tope. En sección delgada se tiene una textura de granos de cuarzo en un 92 %, redondeados a subredondeados con cemento de limolitas, con presencia de líticos de origen metamórfico. (ver foto N° 4.16)

La secuencia silicoclástica infrayace a las capas rojas del Grupo Huayabambay del mismo modo, como consecuencia de la falla inversa, se encuentra en discordancia con las cuarcitas de la Formación Sandia. En la Formación Vivian no se reportan datos paleontológicos, pero por posición estratigráfica se le asigna una edad del Cretáceo superior, así mismo por el estudio de empresas petroleras, permiten darle una edad del Cenomaniano.

## 4.3 Cenozoico

La secuencia cenozoica se encuentra bien expuesta en el área, especialmente en el cuadrángulo de Santa Bárbara, y en menor proporción en las hojas de Esquena y Santa Bárbara, donde conforma una gruesa secuencia de más 5,000 metros.

Representa una sedimentación clástica, principalmente continental, donde la Cordillera Oriental principalmente sirvió como zona de aporte, depositando a lo largo de la Faja Subandina y llanura de Madre de Dios, sucedida desde fines del Cretáceo superior hasta el Holoceno. Esta secuencia ha sido dividida en tres unidades, que de abajo hacia arriba son: Grupo Huayabamba, Formación Ipururo y Depósitos Cuaternarios.

# 4.3.1 Grupo Huayabamba

WILLIAMS, D. (1949) introduce esta denominación para referirse a una gruesa secuencia de capas rojas que sobreyacen a la Formación Vivian, y se expone ampliamente en el valle del río del mismo nombre, afluente del río Huallaga en el Norte del Perú.

En la región, la unidad es reportada por DÁVILA y PONCE DE LEÓN (1972) en el valle del río Inambari; del mismo modo, por VALDIVIA H. (1974) entre los ríos Manu e Inambari; por LAUBACHER G. (1977) en los ríos La Pampa y Tambopata, así como también PALACIOS O. et al (1996) en los cuadrángulos de Puerto Luz, Quincemil, Masuco, Astillero y Tambopata.

En el área, la unidad está confinada al sector norte de las hojas, especialmente del cuadrángulo de Santa Bárbara, donde se presenta las mejores exposiciones, a manera de extensas y anchas franjas contínuas, de dirección ONO - ESE.

En el cuadrángulo de Azata a lo largo del río Tambopata en la desembocadura del río Colorado y río Arequipa se tiene aflorando a la secuencia de areniscas arcósicas de color rojizas, intercalada con delgados niveles de lodolitas en capas delgadas, formando anticlinales y sinclinales con los ejes orientados NO-SE. (ver Foto N° 4.17).

La unidad en su conjunto se caracteriza por estar conformada de una monótona sucesión de areniscas rojizas de grano grueso a medio en capas gruesas principalmente de lodolitas rojizas que se intercalan con limoarcilitas y limolitas también del mismo color.

Las areniscas se caracterizan por ser de litofacies arcósicas y grauváquicas, de conspícuo color rojo brunáceo, que aparecen en capas generalmente gruesas a medianas (ver Foto N° 4.18).



Foto Nº 4.17 Secuencia de capas rojas del Grupo Huayabamba aflorando en la margen derecho del río Tambopata, se observa una intercalación de areniscas arcósicas rojizas intercaladas con lodolitas en capas delgadas.

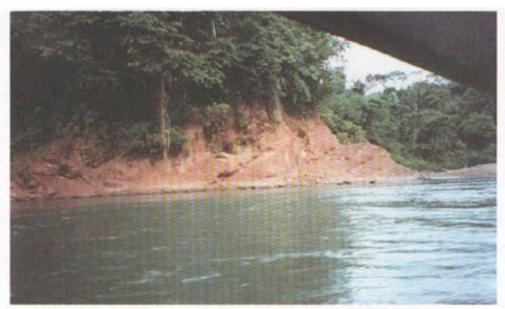


Foto Nº 4.18 Vista parcial de la secuencia del Grupo Huayabamba, localizado en la margen derecha del río Tavara muy próximo a la desembocadura del río Candamo y río Huacamayo, se observa una intercalación de areniscas con limolitas de colores rojizos y beige.

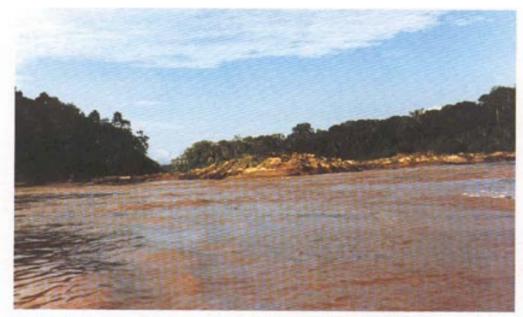


Foto Nº 4.19 Vista de la Formación Ipururo en la margen izquierda del río Tambopata muy próxima al área de estudio, se tiene una secuencia de limoarcilitas en capas delgadas de color amarillento, sobre esta unidad y en discordancia se tiene una capa delgada de material con alto contenido de hematita y limonita que engloba a rodados de arcillas.



Foto № 4.20 Vista panorámica de la Formación Titán ubicada en la mina Chabuca, en el cuadrángulo de Esquema, se observa a la secuencia conglomerádica, con liticos principalmente de cuarcita, pizarras y algunos niveles de lenticulares de limoarcilitas rojizas.

Por su parte las limoarcilitas y limolitas se caracterizan por ser de facies grauváquicas de estructuras tanto maciza como laminar. El color puede, en algunos casos, variar a gris verdoso. Generalmente son de poca consistencia. En la parte inferior, VALDIVIA H. (1974) reporta algunas intercalaciones de pelitas calcáreas ocasionalmente. Se intercalan algunas areniscas de grano fino, de color brunáceo, en capas medianas a gruesas; puede presentar estratificación sesgada.

El Grupo Huayabamba contiene fósiles (flora y fauna) continentales, entre los que se pueden mencionar a las carofitas, ostrácodos y algunos restos de gasterópodos y pelecípodos no identificados. Se le estima un grosor de más de 1,000 metros.

La unidad sobreyace concordantemente a la Formación Vivian, e infrayace en igual relación a la Formación Ipururo. Según la posición estratigráfica, la unidad estaría comprendida entre el Cretáceo más superior y el Paleógeno. Este rango es parcialmente avalado por la edad de las carofitas, por lo que, según ello, el Grupo Huayabamba correspondería al intervalo Cretáceo superior alto- Mioceno.

## 4.3.2 Grupo Ipururo

Designación dada por KUMMEL, B. (1948) para referirse a las rocas clásticas que sobreyacen concordantemente al Grupo Huayabamba.

La unidad es reportada en la región por VALDIVIA, H. (1974) entre los ríos Manu y Tambopata. En el área de estudio se localiza en la margen derecha del río Tambopata, al NE del cuadrángulo de Santa Bárbara y se prolonga a la hoja de Azata y territorio Boliviano, de igual manera tenemos aflorando parte del Grupo Ipururo al Norte de la hoja de Esquena, formando el núcleo del sinclinal de la depresión del río Candamo.

Consiste principalmente de arenisca lítica, gris clara, que meteoriza a marrón claro, de grano medio a grueso, localmente conglomerádica en capas muy gruesas lenticulares, con fragmentos de lignito y madera, intercalada con lodolitas que generalmente son de color rojo marrón y ocasionalmente con lodolita gris a lutita gris en capas gruesas, hacia el tope se tiene una secuencia de limoarcilitas poco consolidadas de un color amarillento y sobre ésta se tiene discordantemente un nivel delgado de un paleocanal a manera de sombrero con un alto contenido de hematita y limonitas que están englobando a rodados de arcillas. (ver Foto N° 19).

El Grupo Ipururo aflora en la Faja Subandina, bordeando las estructuras, mientras que en la Llanura Amazónica éste yace subhorizontal y constituye una morfología suave con ligeras ondulaciones ocasionadas por erosión diferencial.

Los sedimentos del Grupo Ipururo son de origen continental, fueron depositados en un ambiente fluvial, en extensas llanuras de inundación y en condiciones de acumulación sometidas a intensa oxidación. La naturaleza no marina de estos sedimentos es reconocida por sus características petrográficas, estructuras sedimentarias y geometría de los cuerpos arenosos, así como también por su contenido orgánico (restos fósiles de vertebrados, madera y material carbonoso).

Según los estudios hechos por la Universidad de Turku-Finlandia y estudiados por FRAYLE C., CAMPBELL K. y ROMERO L. (1996) en el río Madre de Dios, reportan una especie de proboscideos del Mioceno superior, en Norteamérica se le asigna una edad de Plioceno, por lo tanto la edad que se le asigna es del Mio-Plioceno. Esta misma secuencia se prolonga hacia la hoja de Santa Bárbara.

#### 4.3.3 Formación Titán

Descrita por DE LA CRUZ N. 1996, en el cuadrángulo de Sandia, en el área de estudio tenemos secuencias similares expuestas en forma restringida y limitada a pequeñas áreas en los cuadrángulos de Esquena y Santa Bárbara, la mejor exposición la tenemos en la Mina Chabuca y alrededores, constituído por una secuencia conglomerádica heterogénea subhorizontal, en una matriz areno-limosa y de consolidación incipiente, intercalados con algunos niveles lenticulares de lodolitas gris marrón en capas delgadas. Los líticos pueden llegar hasta 50 cm de subredondeados a subangulosos, de mala clasificación y unos niveles delgados con buena clasificación, los materiales son principalmente cuarcitas, y en menor proporción pizarras (Foto N° 4.20).

En el campo se le reconoce por presentar una morfología suave, y es muy vulnerable a los agentes de erosión ocasionando en algunos casos pequeños deslizamientos. Desde el punto de vista económico esta unidad es un buen prospecto para la explotación aurífera artesanal.

La secuencia conglomerádica se encuentra rellenando principalmente paleocanales, que tienen una orientación NO-SE y paleorelieves, principalmente rocas del Paleozoico inferior. En la Mina Chabuca se le estima un grosor de 100 a 150 m.

A la Formación Titán se le asigna una edad del Pliocen,o por su posición estratigráfica, ya que se correlaciona con los depósitos que rellenaron la cuenca de Madre de Dios y éstas se quedaron como pequeños remanentes a lo largo de la Faja Subandina como parte del abanico aluvial.

## 4.4 DEPÓSITOS CUATERNARIOS

#### 4.4.1 Terrazas

Las terrazas están constituidas principalmente por una secuencia de depósitos fluviales, que se localizan en el extremo NO del cuadrángulo de Azata, frontera con Bolivia, estos depósitos constituyen las márgenes de los ríos Heath, Blanco y Eillo, de igual forma se prolonga hacia la llanura aluvial de Madre de Dios, formando superficies subhorizontales, con grosores variables que van de 10 a 50 m, intersectados por canales abandonados de paleocorrientes orientado hacia el NE.

Estos depósitos están constituidos principalmente por gravas con buena clasificación, en una matriz de arenas y limos de color pardo amarillento, con líticos principalmente de areniscas, la secuencia es bastante delesnable, en algunos niveles se pueden observar una imbricación.

Esta unidad se encuentra suprayaciendo al Grupo Ipururo, en otros casos al Grupo Huayabamba tal como se observa en la Foto  $N^\circ$  4.21 y cubierto por una secuencia delgada de material regolítico.

La edad que se le asigna es Pleistoceno, por sus relaciones estratigráficas.

## 4.4.2 Depósitos Glaciofluviales

Estos depósitos se encuentran limitados al extremo SO del cuadrángulo de Esquena, en el Flanco Este de la Cordillera Oriental, esta unidad se encuentran rellenado valles que sobrepasan los 3,800 msnm, valles glaciares etc. Los materiales que lo constituyen son materiales inconsolidados con líticos heterogéneos subangulosos a subredondeados en una matriz areno limosa, de una coloración plomiza, estos depósitos presentan una morfología suave, y se acomulan como consecuencia de la remosión y la acción glaciar circundantes en el área.

La edad que se asigna es el Pleistoceno, por su relación infrayaciente a depósitos más jóvenes.

#### 4.4.3 Depósitos Morrénicos

Estos depósitos se encuentran por encima de los 3000 msnm, y se localizan en forma subordinada en el extremo SE del cuadrángulo de Esquena, y muy próximos a las áreas glaciares. Al SE de Esquena se puede observar una morrena lateral de forma alargada, de

extensión apróximada de 3 km de igual forma tenemos otra que se localiza paralelo al valle glaciar de Sacomayo, y otras morrenas frontales que actúan como diques de pequeñas lagunas.

Los depósitos morrénicos están constituidos principalmente de líticos mal clasificados de intrusivo, cuarcitas y pizarras en una matriz areno limosa. Los materiales son por lo general subredondeados a subangulosos, formando en muchos casos una estratificación u orientación de la dirección de aporte hacia el NO, Foto N° 4.22.

Estos depósitos podrían considerarse de edad Plio-Pleistoceno considerando que estas son las últimas manifestaciones glaciares en el área.

## 4.4.3 Depósitos Aluviales

Estos depósitos se encuentran distribuidos a lo largo de todso los ríos que corresponden a los cuadrángulos de Esquena, Santa Bárbara y Azata. Los depósitos aluviales, que predominan, se encuentran localizado en el lecho de los ríos Tambopata, Inambari, Candamo y Huacamayo.

Los materiales, que constituyen estos depósitos, son esencialmente gravas redondeadas con una buena clasificación, de composición heterogénea, en una matriz areno limosa muy pobre, no existe estratificación marcada, presentando en algunos casos una imbricación y en otros casos formando barras e incluso islotes que indican la dirección de la corriente del río, Foto  $N^{\circ}$  4.23.

En el río Inambari se tiene, con frecuencia, estos depósitos en el quiebre o codo, formando playas, el tamaño va ha depender de la crecida del río, e incluso en tiempo de lluvias los cubre en su totalidad. Estos depósitos son importante por el contenido de oro, que el río transporta y los deposita (ver Foto  $N^{\circ}$  4.24).



Foto № 4.21 Terrazas que se localizan en las márgenes del río Tambopata, se observa un paquete de gravas de buena clasificación redondeados, en una matriz areno limosa, se encuentra suprayaciendo al Grupo Huayabamba e infrayece al material regolítico.



Foto Nº 4.22 Depósitos morrénicos localizados al NO de Esquema, se observa una secuencia de depósitos de mala clasificación, con bloques que pueden alcanzar hasta 50 cm, de subangulos sub redondeados en una matriz areno limosa, se nota un buzamiento indicandonos la dirección de aporte.



Foto Nº 4.23 Depósito aluvial formando barrras (islotes) de gravas bien redondeadas en una matriz arenosa, localizada en el lecho del Río Tavara próximo a la desembocadura del Río Candamo y río Huacamayo.

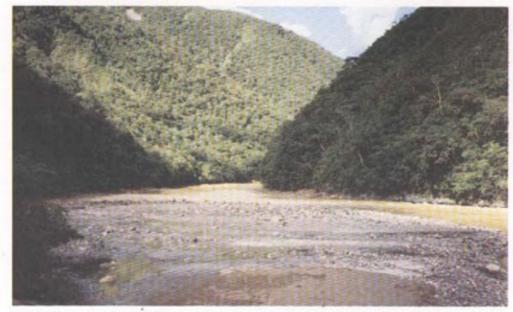


Foto Nº 4.24 Depósito aluvial formando por gravas redondeadas medianamente clasificado depositados en los opdos o cambios de dirección del Río Inambari, en algunos casos forman playas.

# **5.0 ROCAS ÍGNEAS**

#### 5.1 Plutón de Coasa

Estudiados por LAUBACHER G., CAPDEVILLA R. (1969), en el área de estudio se encuentra localizado al SO de la hoja de Esquena y se prolonga hacia los cuadrángulos adyacentes de Limbani, Macusani y Ayapata. Se trata de un enorme cuerpo intrusivo de forma globular cortado por fallas de rumbo NE-SO, y se caracteriza por presentar una morfología abrupta (Foto N° 5.1). Este plutón forma parte del plutonismo permo-triásico se dio a lo largo de la Cordillera Oriental del Sur del Perú y se prolonga hacia la Cordillera Real de Bolivia.

En el tramo Coasa-Esquena, el plutón granítico corta principalmente a la secuencia pizarroza de la Formación Ananea, (Foto  $N^{\circ}$  4.13), generando una aureola de metamorfismo de contacto, en algunos casos formando hornfels.

Petrográficamente existe una diferenciación magmática de monzogranito a granito, de textura holocristalina inequigranular de grano medio a grueso con biotitas pequeñas y algunas hornblendas con megacristales de feldespato potásico (Foto  $N^{\circ}$  5.2), los cristales que se presentan están fuertemente maclados, de color gris claro a blanquecino, sin embargo existen variaciones en menor volumen de leucogranito a monzogranito con biotita - muscovita - cordierita.

En sección delgada (ver Foto N° 5.3) se puede observar una textura granular hipidiomórfica, con cristales sub-anhedrales, con minerales esenciales de feldespatos potásicos, cuarzo y como minerales accesorios se tiene plagioclasas, anfíboles, biotita, sericita, arcillas, minerales opacos, cloritas, trazas de limonitas, zircón, cloritas y cuarzo en vetillas.

En algunas observaciones se tiene que la sericita altera a los feldespatos y también ocurre rellenendo venas, en algunos minerales se observa intercrecimiento pertítico (lamelas de plagioclasas en feldespatos potásicos). Las variedades de feldespatos potásicos que se observan son la microclina y la ortoclasa, la epídota se presenta en venas, alterando a la biotita y feldespatos, se localizan cristales de zircón incluidos en biotitas.

Las rocas del plutón de Coasa de acuerdo a los análisis por elementos mayores de roca total se tiene lo siguiente:

De acuerdo a los diagramas de AFM ARVING y BARAGAR (1971), en base los análisis de la Tabla  $N^{\circ}$  5.1, se tiene para el plutón de Coasa una composición calco-alcalino según se muestra en la Fig  $N^{\circ}$  5.1. Asi mismo tenemos todas las series predominantemente subalcalinas según el diagrama de ARVING (1971) de alcali vs sílico, tal como se muestra en la Fig.  $N^{\circ}$  5.2.

Según los análisis realizados por CAPDEVILLA R. (1969) se tiene una relación  $\rm K_2O/\rm Na_2O$  siempre próxima a 1.5, mientras el porcentaje de CaO es bajo (Tabla N° 5.1), de acuerdo a la clasificación de rocas plutónicas (STRECKEISEN A. 1976) en el diagrama triangular F-Q-P, según su composición mineralógica actual este plutón es mayormente monzogranito (Fig N° 5.3).

Su posición dentro de la secuencia paleozoica permite observar en el contacto sur que las estructuras de la roca caja tienen una orientación Este-Oeste, mostrando un cambio en relación con la orientación que tienen más hacia el Norte. Este cuerpo es rico en feldespato potásico. Una primera datación hecha por Stewart et. al. (1974), sobre una muestra de granito, dió una edad de 207 Ma por el método K/Ar. Sobre una muestra tomada en el centro del Batolito, LANCELOT et. al. (1978), han obtenido finalmente una edad de 238  $\pm$  11 Ma, ubicando la intrusión en el Pérmico superior. Esta nueva datación realizada por el método U/Pb sobre diferentes fracciones de zircones pone en evidencia un rejuvenecimiento de la muestra estudiada por STEWART et al. (1974), lo que puede explicarse por la cataclasis sufrida por el plutón durante la fase andina.

Tabla Nº 5.1

SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO%	MgO%	Na <sub>2</sub> O%	K20%	PxC
70.54	13.17	.31	3.05	0.05	1.32	0.73	3.62	4.37	2.0
40.46	15.06	4.01	14.30	0.21	12.24	6.22	3.20	1.08	2.0
70.20	13.47	0.56	3.76	0.06	1.05	0.73	3.34	4.58	2.0
(*)71.79	14.28	0.31	1.50	0.0	1.56	0.48	3.51	4.26	2.31
(*)73.98	13.45	0.23	1.50	0.0	0.94	0.10	3.67	4.64	1.49
(-)72.16	14.02	0.33	1.99	0.05	1.45	0.80	3.56	4.48	1.15

Análisis realizado en el presente estudio y otros trabajos anteriores como: \*LAUBACHER G. (Análisis químico hecho por CAPDEVILLA R.) - D.J. KONTAK, A.H. CLARK and E. FARRAR

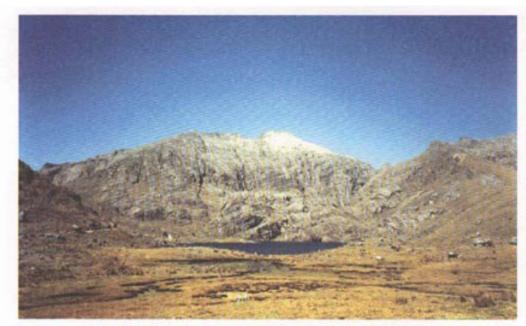
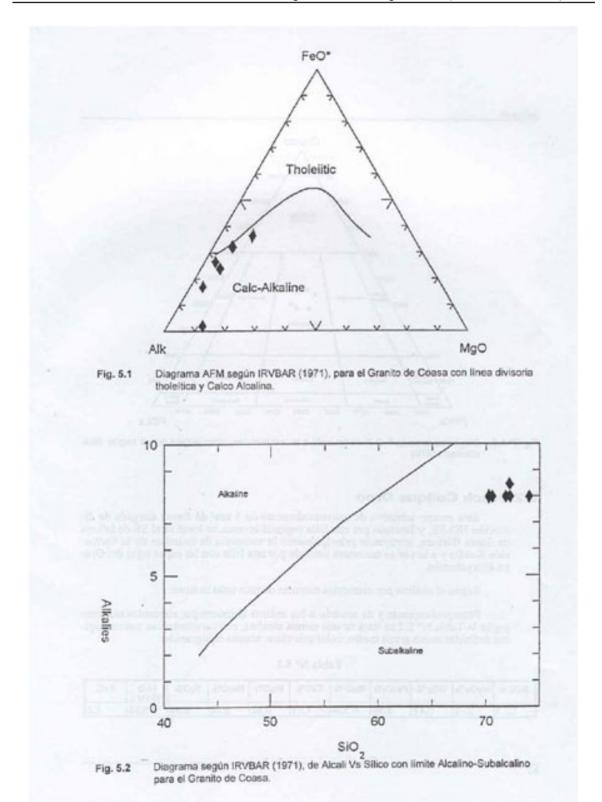


Foto Nº 5.1 Vista panorámica del plutón granítico de Cosa localizado al SE de Esquena en la Laguna Tomatomani muy próximo al contacto hacia el norte con rocas de la Formación ananea, se observa también un intenso fracturamiento paralelo con rumbo NO-SE.



Foto № 5.2 Vista parcial del granito de Coasa, donde se observa una textura poritica con megacristales de feldespato potásico, con una ligera orientación paralela del eje mayor, con una matriz holocristalina equigranular.



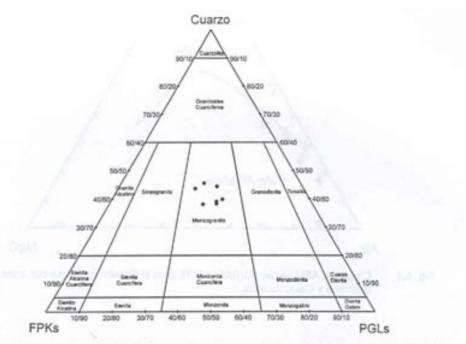


Fig N° 5.3. Diagrama ternario F-Q-P de acuerdo a la composición mineralógica actual según Streckeisen (1976)

## **5.2 Stock Collque Orco**

Este cuerpo intrusivo de aproximadamente de 5 km² de forma alargada de dirección NO-SE, y limitado por una falla regional inversa, se localiza al SE de la hoja de Santa Bárbara, intruyendo principalmente la secuencia de cuarcitas de la Formación Sandia y a la vez se encuentra limitado por una falla con las capas rojas del Grupo Huayabamba.

Según el análisis por elementos mayores de roca total se tiene:

Petrográficamente y de acuerdo a los análisis químicos por elementos mayores según la Tabla N° 5.2 se trata de una sienita alcalina, con características macroscópicas definidas como grano medio, color gris claro, textura equigranular.

Tabla Nº 5.2

	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO%	MgO%	Na <sub>2</sub> O%	K <sub>2</sub> O%	H <sub>2</sub> O 105-110°C	PxC
1	52.3	20.9	0.47	5.36	0.234	1.81	0.62	8.26	6.93	0.29	2.7

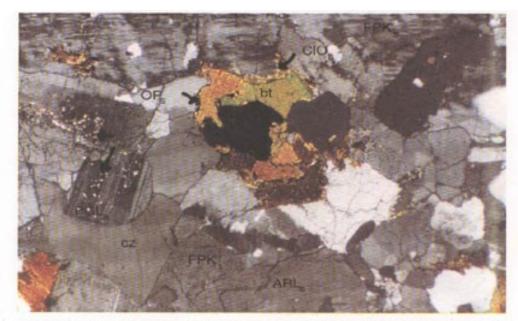


Foto Nº 5.3 En sección delgada del granito de Coasa se observa en nicoles cruzados y aumento de 75x una textura granular hipidiomórfica en cristales sub anhedrales de cuarzo, plagioclasas, feldespatos potásicos, biotita y minerales opacos etc.



Foto Nº 5.4 En sección delgada de la sienita alcalina, en nicoles cruzados y aumento de 75x se observa una textura granular hipidiomórtica con cristales sub anhedrales, de feldespatos potásicos plagioclasas biotita, hornablenda piroxenos y sericita.

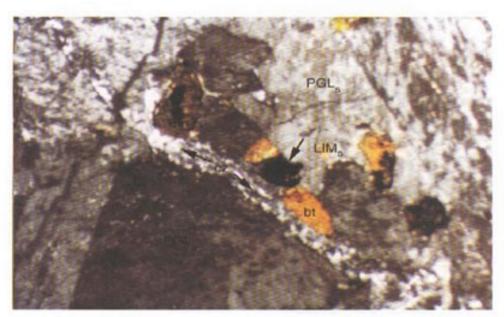


Foto Nº 5.5 Sección delgada de una mozodiorita, nicoles cruzados y aumento de 75x se observa vena de cuarzo recristalizado que corta a cristales de plagioclasas y de esfena, se tiene también cristales de biotita y opacos limonitizados.

Microscópicamente en sección delgada (ver Foto N° 5.4), se puede observar una textura granular hipidiomórfica con cristales sub-anhedrales con minerales esenciales de un 76% de feldespáticos potásicos, entre los minerales accesorios tenemos plagioclasas, biotitas, anfíboles, minerales opacos, sericita, apatito y cloritas; entre los minerales secundarios tenemos arcillas.

Así mismo se tiene dentro del diagrama ternario para rocas plutónicas de F-Q-P de acuerdo a la composición actual de minerales el dato cae dentro del área de la sienita según STRECKEISEN A.(Fig  $N^{\circ}$  5.4).

Se puede observar variedades de anfíboles, hornblenda verde, así mismo un intercrecimiento pertítico de lamelas de plagioclasas en feldespatos potásicos. La variedad de feldespatos potásicos se tiene la pertita y la ortoclasa, algunas alteraciones se da con la sericita que altera a feldespatos y las cloritas a biotitas.

Este cuerpo intrusivo no ha sido datado, pero LAUBACHER G. (1978) los correlaciona con intrusivos antiguos similares que afloran en el cuadrángulo de Ayapata, además por sus relaciones de contacto con rocas del Paleozoico inferior que las afecta directamente, más no a rocas del Mesozoico y Cenozoico; se le podría atribuir una edad del Permo-Triásico, como parte del plutonismo del Sur del Perú.

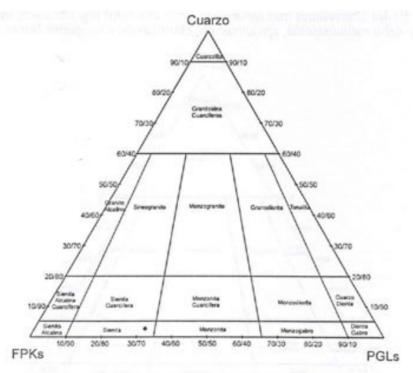


Fig Nº 5.4 Diagrama ternario F-Q-P, para rocas plutónicas según Streckeisen (1976)

#### **5.3 Otros Intrusivos**

En área de estudio comprendido al N del cuadrángulo de Esquena en el río Candamo, Huacamayo, se observa en el lecho de los ríos cantidades significativas de rodados de granito, con bloques que pueden alcanzar hasta 50 cm, indicando la presencia de pequeños cuerpos o apófisis de roca ígnea, que a la vez están siendo cortados y transportados por los ríos Candamo y Huacamayo, cuyos afloramientos no se llegaron a localizar por la inaccesibilidad de la zona.

De acuerdo a las características petrográficas en sección delgada (ver Foto  $N^{\circ}$  5.5) se trata de una roca monzodiorita de textura granular hipidiomórfica con presencia de minerales esenciales como la plagioclasa y feldespatos potásicos, así mismo se tiene a minerales accesorios como la biotita, piroxenos, cuarzo, minerales opacos, anfíboles, de igual manera minerales secundarios como arcillas, sericita, carbonatos, epídota, cloritas y limonitas.

De acuerdo al diagrama ternario A-Q-P (STRECKEISEN A. 1976), para rocas plutónicas y su composición mineralógica actual se tiene una monzodiorita (Fig N° 5.5)

En las alteraciones más notorias se tiene una débil argilitización, sericitización y muy débil carbonatación, epidotización, cloritización e incipiente limonitización.

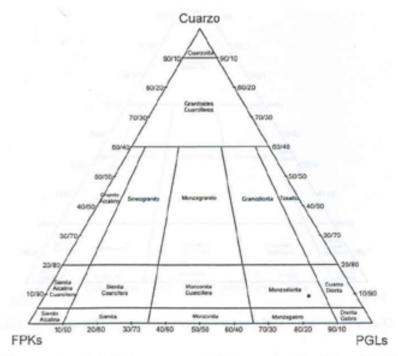


Fig N° 5.5 Diagrama ternario F-Q-P, para rocas plutónicas según Streckeisen (1976)

# 6.0 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Las estructuras que se encuentran en el área de estudio corresponden en gran parte al substrato de los Andes del Sur del Perú, y el Norte del territorio boliviano; en el área de estudio se tiene la Cordillera Oriental formando el núcleo de un gran anticlinorio, controlado por fallas principalmente inversas NO-SE, paralelas a las estructura y otro sistema de fallas NE-SO en menor proporción. Los eje de los anticlinales y sinclinales tienen una orientación andina (Fig N° 6.1) y está constituida por restos de la Cadena Hercínica correspondiente al Paleozoico inferior. Dicha secuencia se encuentra intensamente tectonizada, en el curso del Devónico superior (fase eohercínica), formando en los pliegues esquistocidad axial, a veces polifásica y acompañado en algunos sectores por metamorfismo regional.

La secuencia del Paleozoico inferior, con más de 5,000 m de grosor, se acumuló en una cuenca subsidente, en dos períodos de sedimentación, un período Ordovícico caracterizado por una sedimentación tipo flysch, con más de 2,000 m de pizarras a la base (Arenigiano y Caradociano inferior), cubierto por una secuencia silicoclástica (Caradociano medio y superior), seguido por una secuencia contínua gruesa de pizarras (Silúrico - Devónico).

El magmatismo que aflora al extremo SO del cuadrángulo de Esquena es mayormente post-tectónico y se traduce por la intrusión de rocas graníticas, que conforman parte del plutonismo del SE del Perú (Cordillera Oriental del Sur del Perú) y que se prolonga hacia la Cordillera Real al N de Bolivia, correspondiendo a la fase tardihercínica.

#### **6.1 Unidades Estructurales**

En el área se reconocen cuatro mega estructuras o bloques con una orientación andina bien marcada NO-SE, los cuales de SO a NE se tienen: (Fig.  $N^{\circ}$  6.2)

- Bloque de Coasa
- Bloque de Huari Huari Inambari
- Bloque de Tambopata Huacamayo
- Bloque Cerro Blanco



Estos bloques son de amplitud regional, alcanzan dimensiones plurikilométricas. De manera similar, se extienden en dirección SE hasta más allá de la frontera con Bolivia. Esta región, ha sido tratada por diversos autores como MEGARD, F. (1971); DALMAYRAC, B. (1971); LAUBACHER, G. (1971); MAROCO, R (1971); PALACIOS, O. et al (1993), DE LA CRUZ, N. (1995), entre otros.

Estas estructuras por lo general son el resultado de fallamientos longitudinales profundos, producidos por una sobreimposición de eventos tectónicos que afectaron a la región y que dieron como resultado un juego de bloques levantados. Las relaciones entre uno y otro bloque se observa en los perfiles-secciones.

#### 6.1.1 Bloque de Coasa

En el área de trabajo este bloque ocupa parte del extremo SO del cuadrángulo de Esquena, cuya mayor estructura se localiza en los cuadrángulos de Limbani, Macusani y Ayapata siguiendo una dirección aproximada NO.

Se caracteriza por estar constituida por el plutón granítico-monzogranítico-granodiorítico del mismo nombre, que intruye a rocas del Paleozoico inferior, que constituyen parte del segmento del plutonismo del Sur del Perú.

Estructuralmente se presenta parcialmente limitado por fallas normales y afectado por un sistema de lineamientos, con una tendencia NO-SE, en la cual controlaron el emplazamiento del plutón, relacionados a movimientos epirogenéticos, post-hercínicos durante el Pérmico superior y posiblemente con la reactivación de las fallas.

#### 6.1.2 Bloque de Huari Huari - Inambari

Este bloque es la principal mega estructura del área, comprendida entre el flanco este de la Cordillera Oriental y la Faja Subandina (ver Foto N° 6.1). Se le conoce también como el bloque de Carabaya-Sandia, y se encuentra ocupando un 60% de las hojas de Esquena y Santa Bárbara, prolongándose a los cuadrángulos vecinos, por el Norte a la hoja de Inambari y por el Sur a las hojas de Limbani y Sandia.

Este bloque constituye en núcleo de un gran anticlinorium, cuyo eje se encuentra paralelo al río Huari-Inambari, con segmentos pequeños de sinclinales y anticlinales alineados con una dirección andina NO-SE.

Las secuencias que constituyen este bloque son rocas del Paleozoico inferior, compuestas por el Grupo San José, Formación Sandia y Formación Ananea.

Estas estructuras se hallan fuertemente plegadas, con una inclinación preferentemente hacia el NE y rumbo andino, a la vez afectadas por un sistema de fallas inversas que siguen la dirección paralela a los ejes de los anticlinales y sinclinales.

El apretamiento y la flexuración de anticlinales han causado por lo general fallas inversas, que son el rasgo estructural más saltante; las estructuras plegadas actualmente están afectadas por una intensa erosión.

Por otro lado, se tiene otro rasgo estructural menos frecuente, donde se observa que en los núcleos de los anticlinales existen rocas del Ordoviciano, así como en la parte axial de los sinclinales, rocas del Siluro-Devoniano. Este ejemplo es visible en los alrededores del caserío Punto Cuatro, en el río Huari Huari a la altura de Pampa Yanamayo.

Los rasgos estructurales controlan en gran parte el drenaje y la fisiografía del área.

## 6.1.3 Bloque Tambopata-Huacamayo

Se trata de una franja de unos 10 km de ancho promedio, con una dirección marcada O y NO-SE, paralela a la Cordillera Oriental, está constituída de una gruesa cobertura de capas rojas del Grupo Huayabamba y en menor proporción una secuencia cretácica. Sus límites son claramente visibles, controlados por fallas inversas que se extienden regionalmente, limita por el Sur con el bloque del Paleozoico y por el Norte con el bloque de rocas del Neógeno.

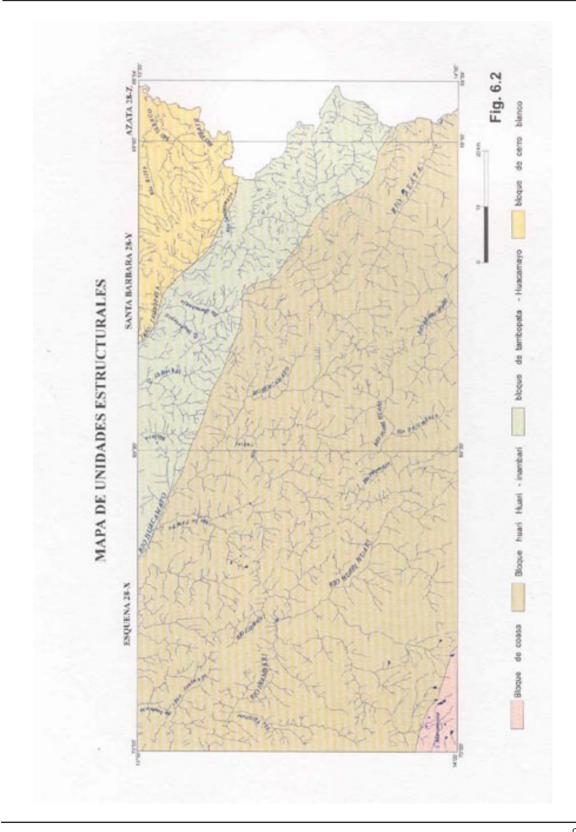
En general, está conformado por estructuras sinclinales y anticlinales kilométricas, que se hallan cortadas en sus flancos por fallas normales o inversas de alto ángulo, de marcada dirección andina, las que en algunos casos son desplazadas o truncadas por fallas normales transversales menores.

El grado de deformación que afecta a este bloque es bajo.

## 6.1.4 Bloque Cerro Blanco

Localizado al NE del área de estudio, se prolonga por el Norte por el cuadrángulo de Reserva Tambopata Candamo, río Heath y por el Sur al territorio boliviano.

Este Bloque se caracteriza por presentar rocas del Neógeno y Cuaternario. Principalmente constituido por el Grupo Ipururo y depósitos recientes, formando anticlinales y sinclinales amplios, de buzamiento suave de los flancos, indicándonos una deformación incipiente.





Nº 6.1 Vista panorámica de Uscuri hacia el NO, se observa el flanco Este de la Cordillera oriental y Faja Subandina, formando parte del Bloque Huari-Inambari, constituido por el Paleozoico inferior, notese el cambio brusco de la pendiente, hacia el fondo se localiza el Rio Inambari.

Morfológicamente, se trata de una superficie ondulada, con presencia des ríos sinuosos. Este bloque se encuentra limitado por el Sur mediante una falla y/o en discordancia angular con el bloque anterior y por el Norte se extiende formando parte de la llanura de Madre Dios.

#### **6.2 Fases Tectónicas**

La zona de estudio puede considerarse como parte de un anticlinorium paleozoico, que ha sufrido a lo largo de su historia geológica una serie de acontecimientos tectónicos y sedimentarios que conformaron la disposición actual de las estructuras y relieve.

DOUGLAS (1920) menciona la importancia de la Tectónica Herciniana, cuando atravesó los Andes hasta el río Inambari. NEWELL (1953) indica también una discordancia tardihercínica en el SE del Perú; MEGARD (1971), expuso los primeros resultados sobre la Tectónica Hercínica. Esta investigación permite demostrar que la Cadena Hercínica se extiende desde el Perú Central hacia el SE en Bolivia, y la Argentina Central.

Los ciclos principales de orogénesis que se observan en el área de estudio, en orden cronológico, y que se han podido reconocer son lo siguientes:

#### 6.2.1 Deformación Eohercínica

Esta deformación afectó a las unidades del Paleozoico inferior, toda esta secuencia es casi contínua, excepto en el Llanvirniano el Grupo San José, fue interrumpida, por movimientos verticales en un período corto, seguido por la sedimentación de la Formación Sandia y Formación Ananea. En el Devoniano fue interrumpida por movimientos verticales, plegamientos y fallamientos inversos y normales, con una ligera inclinación hacia el NE. En la zona de estudio no se ha observado una relación discordante entre el Paleozoico inferior y Paleozoico superior por la ausencia de esta última unidad.

Existen evidencias de una deformación compresiva sobre las pelitas del Paleozoico inferior. Ello queda de manifiesto por una pizarrosidad y esquistosidad marcada observada en el tramo Pacopacuni.

Esta deformación compresiva origina plegamientos apretados e incluso se observa estructuras de "kink bands", que nos indica un vasculamiento y microplegamientos correspondientes a esta tectónica, esto se observa en la secuencia de cuarcitas (Formación Sandia) localizada en Uscuri al NE de Esquena (ver Foto  $N^{\circ}$  6.2).

#### 6.2.2 Deformación Tardihercínica

Debido a la ausencia del Paleozoico superior, por considerarse éste un bloque presexistente ya levantado, esta fase se restringe o se relaciona a las grandes fallas longitudinales y un importante plutonismo manifiesto sobre todo hacia los ejes de los bloques paleozoicos formados. Al Sur del área de estudio, en las hojas de Limbani y Macusani se observa una clara discordancia entre las calizas de la Formación Copacabana y las capas rojas de limoarcilitas y conglomerados del Grupo Mitu y a su vez también guardan una estrecha relación con el plutón de Coasa, que está aflorando en el extremo SE del cuadrángulo de Esquena.

#### 6.2.3 Deformación Andina

Está caracterizada por ser una fase compresiva, con plegamientos y fallamientos regionales, que a la vez se evidencia en la Faja Subandina, observándose la reactivación de las estructuras e invierte el sentido de las fallas hercínicas por la Tectónica Andina. El plegamiento se manifiesta en el Mioceno mostrándose las estructuras por fallas de alto ángulo. Esta fase miocénica vinculada a la fase Quechua de la Cordillera Occidental, afecta a rocas del Paleozoico, Cretáceo y al Grupo Huayabamba, por lo que ellas estarían vinculadas a esta fase que debió ocurrir entre el Mioceno y el Plioceno.

#### **6.3 Fallas y Pliegues**

El rasgo sobresaliente en la tectónica regional, lo constituye el fallamiento inverso que sigue una dirección paralela a los ejes de los anticlinales y sinclinales.

En general, se destacan apretados anticlinales (ver Foto  $N^{\circ}$  6.3) y ligeramente amplios los sinclinales, que tienen un rumbo general NO-SE y siguen la alienación de la Cordillera Oriental.

El apretamiento en la flexuración de los anticlinales ha causado fallas inversas y sobrecorrimientos que han dado como resultado, estructuras de carácter regional tal es el caso del fallamiento inverso entre unidades del Paleozoico inferior (Formación Sandia), secuencias del Cretáceo, Cenozoico (Grupo Huayabamba), denominado falla Colorado siguiendo el rumbo andino que viene de territorio boliviano y se prolonga hacia la hoja de Esquena, próximo al río Huacamayo, donde cambia de rumbo Este-Oeste y continua hacia los cuadrángulos de Ayapata, Masuco y Quincemil.

En el área se tiene plegamientos de la primera fase, constituido por megaplegamientos que afloran a lo largo del río Huari Huari-Inambari, conformando el núcleo de un gran anticlinorio, seguidos de pequeños plegamientos menores en chevron con planos axiales verticales algo esquistosos, más frecuentes en la base del Grupo San José.



Foto Nº 6.2 Vista parcial del plegamientos centimétricos dentro la Formación Sandía correspondientes al tectónismo echercínico, localizado en Uscuri al NE de Esquena.

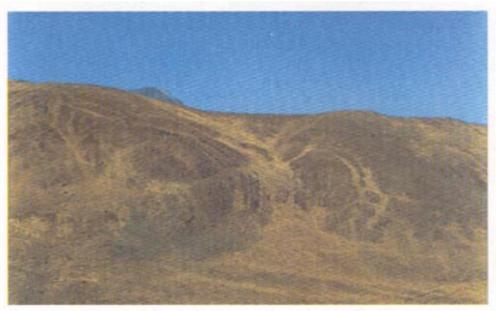


Foto Nº 6.3 Vista panorámica de un anticlinal apretado en secuencia del Paleozoico inferior al Oeste de Uscuri, cuadrángulo de Esquena.

# 7.0 GEOLOGÍA ECONÓMICA

## 7.1 Aspectos Generales

El área de estudio, que comprende a unidades geomorfológicas importantes como la Cordillera Oriental y la Faja Subandina, es una zona económicamente importante, las diversas manifestaciones minerales corresponden al sector sur de la Provincia Metalogénica Oriental, destacando la presencia de oro primario y detrítico. Este último es producto de la degradación de yacimientos auríferos primarios que están genéticamente relacionados a los ciclos paleozoicos correspondientes a las formaciones Sandia y Ananea.

En cuanto a los depósitos no metálicos, en el área de estudio existen rocas intrusivas graníticas del Batolito de Coasa, así como arenas y gravas.

Actualmente se llevan a cabo estudios de prospección geofísica a cargo de la compañía petrolera Mobil Oil en el Norte del cuadrángulo de Esquena, en el Grupo Huayabamba con la finalidad de determinar alguna estructura favorable para el entrampamiento de petróleo en profundidad.

## 7.2 Provincia Metalogénica Oriental

El área de estudio está comprendida dentro de la Provincia Metalogénica Oriental. Aquí se caracteriza por una mineralización de oro en filones, filones-capa, y en depósitos auríferos de placeres, los que son muy explotados en forma artesanal.

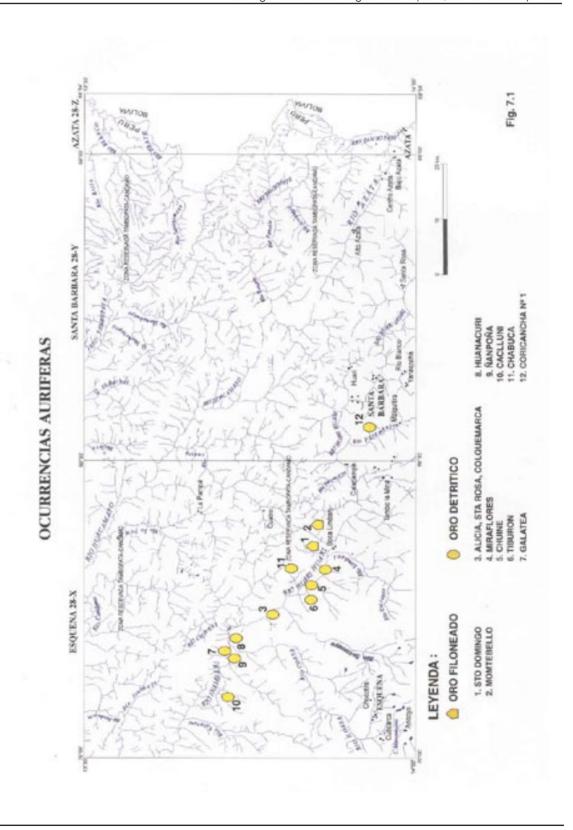
## 7.3 Principales Mineralizaciones Metálicas

La distribución de la mineralización tiene una correspondencia con las unidades geomorfológicas, de tal manera que la presencia del oro primario y detrítico ocurre principalmente en el Flanco Este de la Cordillera Oriental

La mayor cantidad de depósitos aluviales se presentan a lo largo de los ríos Inambari, Huari Huari, Patambuco y Sagrario, mientras que los primarios se presentan en lugares

OCURRENCIAS AURIFERAS EN LOS CUADRANGULOS DE ESQUENA, SANTA BARBARA Y AZATA (DEPARTAMENTO DE PUNO)

ž	Nombre del Sitio	Ubi	Ubicación	Elemento	Mineral	Forma	Depósito
		Distrito	Provincia		) (a)		
-	Santo Domingo, Mina	Coaza	Carabaya	Au	Oro Nativo	Irregular	Filoneano
2	Montebello, Mina	Phara	Sandia	Au	Oro Nativo	Laminar	Filoneano
ю	Alicia, Santa Rosa, Colquemarca, Banco	Limbani-Coaza	Sandia-Carabaya	Au	Oro Nativo	Irregular	Detritico
4	Miraflores, Banco	Limbani-Coaza	Sandia-Carabaya	Au	Oro Nativo	Irregular	Detritico
50	Chuine, Banco	Limbani-Coaza	Sandia-Carabaya	Au	Oro Nativo	Irregular	Detritico
9	Tiburón, Banco	Limbani-Coaza	Sandia-Carabaya	Au	Oro Nativo	Irregular	Detritico
1	Galatea, Banco	Limbani-Coaza	Sandia-Carabaya	Au	Oro Nativo	Laminar	Detritico
00	Huanacuri, Banco	Limbani-Coaza	Sandia-Carabaya	Au	Oro Nativo	Irregular	Detritico
6	Nanpoña, Banco	Limbani-Coaza	Sandia-Carabaya	Au	Oro Nativo	Irregular	Detritico
10		Limbani-Coaza	Sandia-Carabaya	Au	Oro Nativo	Irregular	Detritico
11	Chabuca, Mina	Coaza	Carabaya	Au	Oro Nativo	Laminar	Detritico
12	12 Koricancha Nº 1, Mina	Phara	Sandia	Au	Oro Nativo	Irregular	Detritico



cercanos a la población de Pacopacuni como son las minas Santo Domingo y Montebello. En general, se encuentra el oro fino y laminar (zona baja), en charpas (zona intermedia), en vetas o filones y en forma diseminada (zona alta). La Tabla 7.1 y la Figura 7.1 muestran la relación y ubicación de las ocurrencias auríferas existentes.

#### 7.3.1 Mineralización Aurífera

## 7.3.1.1 Origen

La Cordillera Oriental constituye la fuente primaria del oro detrítico, el mismo que se concentra en los depósitos, principalmente, a lo largo del río Huari Huari y los demás ríos ubicados en el Flanco Este de la Cordillera Oriental. El oro primario fue removido de sus rocas encajonantes (rocas paleozoicas) por los diversos agentes exógenos para luego ser transportado por los ríos que descienden de dicha cordillera.

Otras fuentes de oro primario se tienen en las vetas cuarcíferas de las formaciones paleozoicas que afloran al Sur del área de estudio, tal es el caso de Sandia, donde existe una gran exposición de las rocas del Grupo Carabaya y la Formación Ananea.

#### 7.3.1.2 Distribución

Las vetas auríferas contenidas en las formaciones paleozoicas han sido sometidas a procesos de meteorización, fundamentalmente mecánica, así como a la erosión por efecto de las aguas fluviales. Así, los minerales estables que conforman la roca, al ser sometidos a condiciones superficiales de baja presión y temperatura, se transformarán a minerales que estarán en equilibrio con las nuevas condiciones físico-químicas.

De acuerdo a los tipos de placeres que se distribuyen en la región, es evidente que los principales agentes que han efectuado la labor de degradación, transporte y depositación son las corrientes fluviátiles, las mismas que hacia sus cabeceras presentan vertientes y gradientes pronunciadas, para luego aplanarse y ampliarse hacia las partes inferiores, con extensas capas de grava y otros sedimentos. Así, los sedimentos pueden ser movilizados o permanecer in situ, dando lugar a diferentes tipos de placeres.

Algunos depósitos están relacionados a los sistemas actuales de drenaje, en otros las partículas minerales tienen una larga trayectoria de cambios ambientales, como son los placeres antiguos y que en la actualidad están presentes conformando terrazas.

En los depósitos de placer es importante entender los procesos fundamentales que rigen el movimiento y depositación de sedimentos en agua corriente, con la mecánica de formación del placer.

### 7.3.2 Tipos de yacimientos

#### 7.3.2.1 Yacimientos filoneanos

Los yacimientos más importantes en el Paleozoico son de oro. Dentro de los del tipo filoneano se tiene la Mina Santo Domingo y la Mina Montebello, donde las vetas cortan rocas del Ordovícico. A continuación se hace una breve descripción de las mismas.

## **Mina Santo Domingo**

Se encuentra ubicada en el paraje Santo Domingo, distrito Coasa, provincia de Carabaya, departamento de Puno a 1,700 msnm, entre los ríos Macho y Santo Domingo, afluentes del río Inambari. Sus coordenadas UTM son las siguientes:

En Supaypunco se observan fisuras rellenadas de cuarzo estéril de rumbo N10°O, con buzamiento 50-60° al NE, grosor variable de 0.10-0.15 m, se encuentran cortando la estratificación de las pizarras. Las pizarras tienen rumbo N45°O y buzamiento 45° SO, se encuentran muy fracturadas y silicificadas. Además se puede observar cierto paralelismo de las fisuras rellenadas de cuarzo.

No se ha podido ingresar hasta los topes de las labores, pero se deduce que el yacimiento es filoneano-hidrotermal con diseminaciones de pirita.

La mineralización del yacimiento no se pudo observar tanto en superficie como en el interior de la mina, en el primer caso debido a la abundante vegetación y en el segundo, a consecuencia que las labores son inaccesibles.

Actualmente la Mina Santo Domingo se encuentra en total abandono, solo se puede observar los tanques que servían de chancadores y un cuarto que era oficina.

## Mina "Señor de Ccapazo" (Montebello)

La Mina Señor de Ccapazo  $N^{\rm o}$  1, antes Montebello, tiene un historial que se remonta a los años de 1800.

**Ubicación y Accesibilidad**. Se ubica en el paraje Challuma, distrito de Phara, provincia de Sandia, departamento de Puno, a una altitud promedio de 1,500 msnm y el acceso desde Limbani se realiza de acuerdo al siguiente itinerario:

Limbani- Chamacani 10 km trocha Chamacani-Quitun-Pacopacuni-Santo Domingo-Challuma (mina) 85 km sendero

TOTAL 95 km



Foto № 7.1 Vista de tanques para chancado en la mina Santo Domingo. Hoy están inoperativos y abandonados.



Foto № 7.2 Campamento de la mina Chabuca. Al fondo se puede apreciar el material próximo a ser explotado.

**Geología del Yacimiento.** En el área de la mina afloran pizarras carbonosas de rumbo N30°E, buzamiento 35°-60° SE y están cubiertas por vegetación y material arcilloso.

Mediante laboreo subterráneo se han reconocido 2 sistemas de filones cuarcíferos; uno de rumbo general N-S con buzamiento variable al Oeste ( $50^{\circ}$  -  $80^{\circ}$ ) y potencia igualmente fluctuante (0.30 m - 0.60 m) y el otro de rumbo más acentuado al NO-SE con buzamientos y grosores igualmente variables.

El yacimiento consiste de tres filones de cuarzo con diseminaciones de pirita y arsenopirita, a los que se les denomina vetas Cristina, Rayo Blanco y Espinar.

En los pilares y remanentes de la operación anterior, se han obtenido muestras que arrojan valores en oro variables entre 7 y 8 gramos por TM, correspondiendo estos valores a la veta Espinar. El muestreo de las otras vetas no arroja leyes significativas.

#### 7.3.2.2 Yacimientos detríticos

Algunos depósitos de este tipo se encuentran a considerables alturas sobre el fondo de las quebradas, es el caso del "Banco Alicia" y "Miraflores", que se encuentran en completo abandono y la Mina "Chabuca" que se explota en épocas de lluvia, ya que el agua es escasa en esta zona.

Las intensas y constantes precipitaciones pluviales han cumplido finalmente su acción, erosionando y arrastrando los materiales al fondo de las quebradas, hasta depositarlos en forma de bancos y se puede pensar que las actuales formas no son las primitivas, debido a que han cambiado por acción de las incesantes lluvias de la región.

Los yacimientos detríticos tienen dos zonas definidas, la sobrecarga de mayor potencia y menor concentración de oro y el venero de menor potencia, se encuentra en contacto con el bed-rock (generalmente pizarras), pero de mayor concentración aurífera.

#### Mina Chabuca

Se ubica aproximadamente a 26 kilómetros de la localidad de Limbani, y sus coordenadas UTM son las siguientes:

8'473,500 N y 427,720 E

El oro nativo se presenta a manera de charpas o en forma de polvo dentro del mineral fino.

Se trata de un yacimiento de tipo aluvial, el cual está constituido por un depósito diseminado de placer. El yacimiento consta de una intercalación casi horizontal de gravas y arenas depositadas en un antiguo valle fluvial.

En el área de la mina las rocas del basamento están constituidas por pizarras de color negro las cuales están alteradas. La erosión fluvial formó en las rocas una especie de ranuras que posteriormente actuaron como trampas que sirven para retener y en cierta forma concentrar el oro en estado libre.

Estructuralmente existe un sistema de fracturas longitudinales que tiene rumbo N20°E; ello ha ocasionado un fallamiento que acomodó el material aluvial en cuatro terrazas morfológicamente diferenciables.

#### Mina Koricancha Nº 1

Se ubica en la playa Santa Ana - río Patambuco. Sus coordenadas UTM son las siguientes:

Se trata de un depósito de tipo placer con tres tajos de explotación, donde el más grande es de aproximadamente 10 metros de altura. La roca madre es pizarra de donde extraen el oro en forma de charpas, también de los veneros en forma de laminaciones.

La explotación es en forma artesanal, utilizando bombas de succión para retirar el agua de los tajos y con carretillas extraen el material, el mismo que es acumulado en una cancha para luego ser lavado y seleccionar el oro para su posterior comercialización.

## 7.3.3 Zona aurífera de Pacopacuni

#### **Antecedentes**

La zona ha sido parcialmente explorada y explotada por compañías nacionales y pequeños mineros; no se tiene conocimiento de que estos yacimientos aluviales hayan sido explotados por los españoles.

## Ubicación y Accesibilidad

Los yacimientos aluviales de esta área se encuentran ubicados más o menos a 60 kilómetros al SE del distrito Limbani-Coasa en las provincias de Sandia y Carabaya del departamento de Puno.

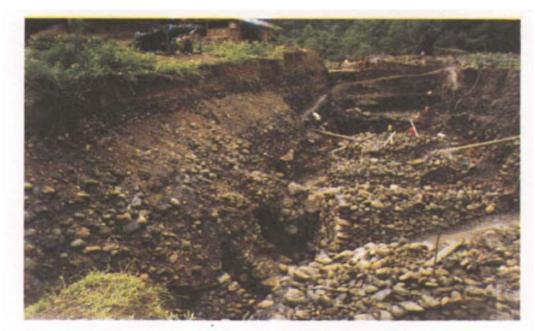


Foto Nº 7.3 Vista de un tajo de explotación en la mina de oro Koricancha Nº 1

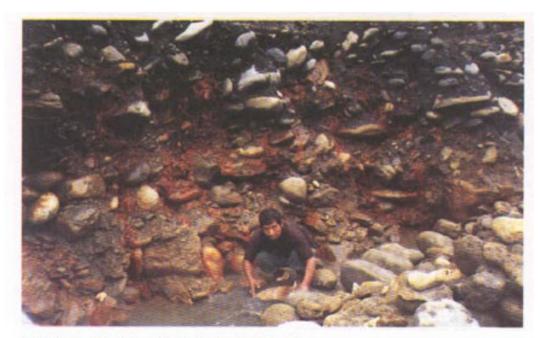


Foto Nº 7.4 Trabajador de la mina Koricancha beteando oro.

Es accesible mediante la siguiente ruta:

Limbani - Agualani = 5 km carretera afirmada Agualani - Quitun = 25 km camino de herradura Quitón - Pacopacuni = 22 km camino de herradura 52 km

Existen senderos por la margen izquierda del Inambari que conducen a los distintos yacimientos existentes en esta área.

El yacimiento extremo al Norte es el banco Kaclluni a 35 kilómetros de la comunidad de Pacopacuni y el banco Alicia al Sur a 15 kilómetros de la misma comunidad.

El río Huari Huari dentro de esta área no es navegable por lo torrentoso y caudaloso, que descarta cualquier posibilidad de navegación fluvial.

## Bancos Alicia - Santa Rosa - Colquemarca

Ubicados en la margen derecha del río Inambari a 15 kilómetros de Pacopacuni; constituyen tres escalones diferentes delimitados en los flancos norte y sur por pizarras que constituyen también la roca base y está a una diferencia de nivel del Inambari de más o menos 70 metros.

Estos bancos han sido depositados en períodos intermitentes y cortos, donde hay una diferencia de nivel entre los bancos de 40 metros.

Estando en los extremos los bancos Alicia y Colquemarca, y Santa Rosa al centro; se infiere que la primera depositación ha sido en Colquemarca posteriormente Santa Rosa y por último Alicia. Estos depósitos están conformados de grava en proceso de consolidación con clastos de diferentes tipos de rocas y potencias variables de 60-70-50 m respectivamente. La mineralización está distribuida erráticamente sólo en la capa de venero de 0.80 m. Santa Rosa constituye el cuerpo de mayor volumen.

#### **Banco Miraflores**

Depósito aluvial ubicado a 2 kilómetros de Pacopacuni, en la margen derecha del río Inambari, banco de más o menos 15 m de alto con tres capas de venero económico constituido por gravas con clastos de areniscas pizarras, intrusivos etc., donde el mineral está distribuido irregularmente estando las mejores concentraciones en el venero. El venero inferior está totalmente explotado por métodos subterráneos, estando la terraza superior parcialmente explotada y la primera terraza casi sin explotar.

## **Banco Tinguri**

Situado en la confluencia del río Quitun en la comunidad de Pacopacuni, distrito de Limbani.

Se trata de una terraza aluvial de más o menos 30 m de altura constituida de fragmentos de diferentes tipos de roca con predominio de clastos de granito porfirítico alterado en una matriz areno arcillosa.

El oro está distribuido en una capa de venero bastante consolidada. La roca base es pizarra, buzando  $60^{\circ}$  al Oeste.

De acuerdo a observaciones de campo se puede inferir la dirección del flujo del banco de Oeste-Este casi en forma perpendicular al actual rumbo del río Inambari y la terraza inferior de poca extensión probablemente de acuerdo a disposición de sus clastos está en contraposición a la terraza superior, de lo que se deduce que en esta zona se ha producido la unión de dos flujos diferentes los que han producido variación en la composición de la grava.

#### **Banco Chuine**

Banco situado en la margen derecha del Inambari a 4 kilómetros de la comunidad de Pacopacuni, formado de grava bastante consolidada en un 70% de cantos de granito alterado en matriz areno arcillosa. La terraza inferior ha sido totalmente explotada, mientras que la terraza superior presenta otros pequeños escalones. Esta terraza tiene una altura aproximada de 20 metros.

#### Banco Tiburón

Situado en la margen izquierda del Inambari a 5 kilómetros de la comunidad de Pacopacuni, banco en forma de cauce de 25 metros de alto constituido de grava en proceso de consolidación con fragmentos de areniscas y en un gran porcentaje de clastos de granito alterado (70%) en matriz areno arcillosa. Está en un desnivel de 80 metros del Inambari actual, el flujo de este yacimiento casi es en forma paralela al Inambari, la pizarra buza al NO.

#### Bancos Galatea - Media Luna - Sahuana - Sta.Rosa - Alto de la Luna

Bancos ubicados en la margen derecha del Inambari a 25 kilómetros de la comunidad de Pacopacuni y en forma casi paralela al Inambari con grosores de 20-30 metros donde la mineralización sólo está distribuida en las capas de venero. Los bancos están conformados por gravas con clastos de diferentes tipos de roca, todo englobado en una matriz areno arcillosa tentativamente de acuerdo a sus características puede ser correlacionable con las etapas de depositación, de los bancos Alicia, Santa Rosa, Colquemarca, éstos dos últimos han sido depositados en valles más encañonados que los depósitos Alicia.



Foto Nº 7.5 Hombres lavando cro en el Río Sagrario.

#### Banco Huanacuri - Luz

Banco ubicado a 28 kilómetros de la comunidad Pacopacuni, en la margen izquierda del Inambari, comprende de dos terrazas de más o menos 20 metros de alto constituido por cantos de toda clase de rocas con una diferencia de nivel hasta de 30 metros entre banco Huanacuri y Luz. Estos bancos han discurrido casi en forma paralela al Inambari en cauce de valle abierto. Por la posición del banco la primera depositación ha sido en el banco Luz y posteriormente Huanacuri; la composición de la grava en 80% es de rocas sedimentarias en matriz arcillosa en un 40%, la roca base buza casi en paralelo a la dirección del flujo.

## Banco Ñanpoña

Yacimiento situado en la margen izquierda del Inambari en el distrito de Coasa, provincia de Carabaya, departamento de Puno, a 32 kilómetros de Pacopacuni. Es un depósito aluvial de 18 metros de grosor conformado de grava en matriz arcillosa en un 50%, el mineral sólo se encuentra en el venero. Por su similitud litológica y posición puede correlacionarse con la depositación de Huanacuri.

## Banco Caclluni - Majares

Depósito ubicado a 40 kilómetros de la comunidad de Pacopacuni, en el distrito de Coasa, provincia de Carabaya, departamento de Puno.

Banco aluvial de 25 metros de alto con una dirección casi paralela al río Inambari, estos depósitos se podrían considerar como los de mayores probabilidades por su contenido metálico casi en toda la capa de grava y la existencia de volúmenes considerables pero las mayores concentraciones de oro laminado grueso está en la capa de venero, donde se estima que podría existir hasta  $1~{\rm gr}~{\rm Au/m^3}$ .

#### 7.4 Recursos No Metálicos

Los recursos no metálicos en los cuadrángulos estudiados son escasos, existiendo solamente rocas intrusivas como el granito correspondiente al Plutón de Coasa, el mismo que aflora de forma considerable en el extremo suroeste del cuadrángulo de Esquena especialmente en los alrededores del pueblo de Esquena. Este tipo de roca se puede utilizar como piedra ornamental y para construcción.

Existen también gravas y arenas, las que pueden ser empleadas en la industria de la construcción (arenas de ríos) y especialmente para el enripiado de las carreteras (gravas) que en algunos tramos se encuentran en mal estado. De esta manera se evitaría la formación de lodo en épocas de lluvia.

En el área tenemos en gran cantidad rocas fisibles como las pizarras y cuarcitas, que pueden ser utilizadas en la construcción de viviendas, enchapados, pavimentación, etc.

## 7.5 Hidrocarburos

La compañía petrolera Mobil Oil está llevando a cabo estudios geofísicos con la finalidad de ubicar yacimientos de hidrocarburos en el cuadrángulo de Astillero al Norte del de Esquena, a lo largo del río Tavara y en los alrededores de la quebrada Yalú. Se evidencian emanaciones de gases, las que tienen un control estructural.

Los estudios geofísicos se llevan a cabo en el Grupo Huayabamba, cuya unidad y estructura se prolongan a los cuadrángulos de Esquena, Santa Bárbara y Azata, es de esperarse que los mismos también sean explorados con la finalidad de ubicar áreas de interés petrolífero.

# 8.1 GEOLOGÍA AMBIENTAL

En el área de estudio los aspectos ambientales están referidos a procesos naturales, los mismos que aunados a la actividad antrópica puedan constituir factores de riesgo. Estos procesos que involucran el terreno, el clima, el agua, la energía etc., deben ser estudiados en su conjunto a fin de aplicar medidas correctivas y/o preventivas que eviten las pérdidas humanas y/o económicas.

Entre los principales procesos está el de geodinámica externa y dentro de éste los deslizamientos, erosión de laderas, erosión fluvial y la actividad antrópica.

#### **Deslizamientos**

Este fenómeno se manifiesta principalmente a lo largo de los ríos y quebradas que drenan al río Inambari tales como los ríos Limbani, Coasa, Ancocata, Patambuco etc. cuyas pendientes son empinadas, con escasa vegetación, donde en algunos casos se observa una deforestación irracional, lo que sumado al fracturamiento y la deformación de las rocas principalmente en secuencias pelíticas (Gpo. San José, Fm. Ananea) así como la acción climatológica dan lugar a la desestabilización del suelo. A esto se suma la inclinación de los planos de estratificación en el sentido de la pendiente lo que por consiguiente puede causar deslizamientos tal como se observa al Norte de la hacienda de Quitun, al igual que en la margen derecha de la quebrada Esquena en el sector Huatamarca.

## **Erosión de Laderas**

Fenómeno que involucra a los agentes de erosión tales como lluvias, escurrimiento superficial. En el área de estudio dada su ubicación geográfica y morfológica, la erosión afecta a las capas rojas de los grupos Huayabamba e Ipururo, ya que ofrecen poca resistencia a dichos agentes a lo que se suma el hecho de estar expuestos intensamente a esta erosión, como se puede observa en la desembocadura del río Colorado en el cuadrángulo de Azata, así como en Candamo en el cuadrángulo de Esquena

#### **Erosión Fluvial**

En el área de estudio, este fenómeno se manifiesta casi en su totalidad principalmente en las márgenes de los ríos Huari Huari-Inambari, Tambopata, Azata y afluentes de estos ríos etc., dada su intensa acción hidráulica, y la variación brusca de su caudal de acuerdo a la temporada (lluvias), la que en muchos casos duplica su volumen y sumado a la pendiente generan una intensa erosión lateral y profundización de su cauce.

## **Actividad Antrópica**

La actividad antrópica en muchos casos produce daños al medio ambiente, como la deforestación, obras civiles sin el criterio técnico, contaminación ambiental etc. Para el caso del área de estudio, el factor principal de contaminación lo constituye la acción de los pequeños mineros que trabajan en la extracción del oro, sin una orientación técnica, y por consiguiente una utilización indadecuada del mercurio no adecuada. Esto se da con frecuencia a lo largo de los lavaderos de oro del río Inambari (Pacopacuni) y sus afluentes (Aporoma).

#### **Alternativas**

Una de las alternativas que se viene dando en el área de estudio, principalmente al Norte es la creación, de una zona de reserva nacional denominado Tambopata Candamo, la misma que es protegida por el Ministerio de Agricultura y el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA).

En esta zona existen fauna y flora muy variadas, destacando entre ellos el gallito de las rocas, guacamayos, paujil, otorongo, etc., especies seriamente amenazadas.

# 9.0 GEOLOGÍA HISTÓRICA

En los cuadrángulos de Esquena, Santa Bárbara y Azata la geología revela una historia evolutiva producida como resultado de una sucesión de eventos tectónicos, procesos sedimentarios, magmáticos y geomorfológicos ocurridos desde el Ordovíciano, hasta el Cuaternario actual (Holoceno). Los principales acontecimientos desarrollados en la evolución geológica de esta parte del SE del Perú se pueden sintetizar como sigue.

En el Ordoviciano inferior, en una extensa cuenca marina de dirección NO-SE situada parcialmente al SE del Perú y limitados por el NO (centro del Perú) por bloques del Precambriano, y al SE por los macizos cambrianos y/o precambrianos en territorio boliviano; se deposita una gruesa secuencia de lutitas negras ampelíticas con una rica fauna en graptolites y trilobites, en un ambiente marino pelágico, denominado Grupo San José. Esta secuencia pelítica presenta algunos niveles rítmicos formados por una alternancia de horizontes de arenisca de grano fino de color gris claro con intercalaciones de lutitas negras dando un aspecto flyschoide a la secuencia.

En el Ordoviciano superior secuencialmente continúa la depositación en un ambiente marino que rítmicamente se interdigitaba con ambientes semicontinentales, por consiguiente se tiene una secuencia silicoclástica, como consecuencia de fluctuaciones intermitentes de la corteza terrestre (movimientos epirogénicos), caracterizando una formación bien desarrollada de interestratificaciones de las cuarcitas y lutitas pizarrosas gris-negras de la Formación Sandia.

Posteriormente en el Siluro-Devoniano se deposita una gruesa secuencia de lutitas negras de fina estratificación, las que posteriormente fueron afectadas por fuerte deformación, plegamientos, fallamientos produciendo la regresión marina, de poca profundidad, ampliándose y profundizandose hacia el NO, ocurrida hasta el Devoniano superior - Carbonífero inferior, ocasionando una esquistosidad de flujo que caracteriza a la Formación Ananea. Esta abundante sedimentación denota fuerte activación de la erosión asociada a una tendencia a la emersión de la cuenca.

Es a fines del Paleozoico inferior donde la Tectónica Eohercínica caracterizada por esfuerzos compresionales y deformación consecuente pliega y falla las series ordovicianas-

devonianas; esta tectónica se caracteriza por dos fases de plegamiento acompañadas de esquistosidad, fallas inversas y por un metamorfismo regional con intrusiones sintectónicas.

El plutonismo que se manifiesta en el área de estudio se manifiesta con una pequeña intrusión de sienitas alcalinas hacia la parte oriental que corresponden al Carbonífero, seguidas de plutonismo más intenso durante el Permo-Triásico quedando representado por el plutónico granítico de Coasa, intruyendo a secuencias del Paleozoico inferior, a estos eventos se les considera intrusiones posteriores a la tectónica tardihercínica que tuvieron lugar en el Pérmico superior.

En el Cretáceo los mares someros que ingresan a la Cuenca Oriental por el Norte llegan a la Faja Subandina donde la acumulación por subsidencia es más espesa. Se dan movimientos verticales subsidentes, como respuesta al levantamiento de la Cordillera Oriental.

Durante el Paleoceno, en el lado de la Faja Subandina, la sedimentación continental rojiza (Grupo Huayabamba) se deposita concordante sobre las rocas cretácicas, sin observarse huellas de la fase tectónica de fines del Cretáceo.

En el Mio-Plioceno la reactivación de las fallas principalmente normales debido a los movimientos epirogenéticos se estabiliza para dar origen a la erosión de la Cordillera Oriental y una posterior sedimentación, debido en gran parte a la acción dinámica de los ríos, quedando remanentes como la Formación Titán y el Grupo Ipururo que se deposita al borde de la Faja Subandina y Llanura de Madre de Dios.

En el Pleistoceno se produce la depositación de morrenas como consecuencia de la deglaciación, restringida al SO del área de estudio (Cordillera Oriental) y a la vez una depositación de terrazas a lo largo de la Llanura de Madre de Dios.

Desde el Holoceno, hasta la actualidad se tienen depósitos, fluvioglaciares y aluviales, limitados al lecho y margenes de los ríos y quebradas.

# **BIBLIOGRAFÍA**

- AHLFELD, F.E. (1946): Geología de Bolivia. Extracto de la Revista del Museo de la Plata (Nueva Serie). Sección geológica Tomo III. La Plata, p. 5-370.
- ARCE, G. (1977): Evaluación preliminar de los depósitos aluviales de la zona de Pacopacuni. Banco Minero del Perú.
- BALTA, J. (1898): Fósiles de Carabaya. En Boletín de Minas Industrias y Construcciones, Tomo 14 (3): 19-21.
- BOUCOT, A.J. (1972): Correlation of the South American Silurian Rocks. The Geological Society of America, Inc. Colorado, 53p.
- CHACON, N; Canchaya, S.; Morche, W, & Aranda, A. (1995): Metalogenia como guía para la prospección minera en el Perú. En Foro Internacional: "Minería en el Perú 1995". Abril 1995.
- CHERNICOFF, C.J. & Caminos, R. (1996): Estructura y relaciones estratigráficas de la Formación Nahuel Niyeu, Macizo Nordpatagónico oriental, Provincia de Río Negro. En Revista Asociación Geológica Argentina. Tomo 51 N° 3. p. 201-212.
- (CEPECT) Círculo de Estudios y Promociones en Ciencias de la Tierra (1987): Geología- Minería Metalurgia del Oro.
- DAVILA, J.& PONCE DE LEON, V. (1971): La sección del río Inambari en la Faja Subandina del Perú y la precencia de Sedimentitas de la formación Cancañiri (Zapla) del Silúrico. Rev. Tec. Tac. Petrol. Fosc. Bol Y. (1) pag. 67-85.
- DE LA CRUZ, N. & CARPIO, M. (1996): Geología de los Cuadrángulos de Sandia y San Ignacio. INGEMMET, Bol. 82, Serie A.
- DE LA CRUZ, N. & LOPEZ, J.C. (1996):Geología del Cuadrángulo de Macusani. INGEMMET, Bol. 79, Serie A.

- DOUGLAS, J. (1920): Geological sections through the Andes of Peru and Bolivia: II. From the part of Mollendo to the Inambari river. The Quarterly Journal of the Geological Society of London, Vol. LXXVI, N° 301, 61p.
- FORBES, D. (1860): On the Geology of Bolivia and Southern Perú. Proceedings of the Geological Society, Nov. 21, p. 7-62. London.
- FRANCIS, G.H. (1956): La geología de la zona entre Macusani y Olaechea, Provincia de Carabaya, Departamento de Puno. En Boletín INIFM N° 15; 61-75.
- FRANCIS, G.H. (1959): El Nevado de Quenamari en la Cordillera Oriental del Sur del Perú. En Boletín INIFM N° 21: 5-10.
- GORUSTOVICH, S.A.; SÁNCHEZ, M.C. & RUBIOLO, D.G. (1996): Formación Fundición: un intrusivo post-ordovícico de la Cordillera Oriental Argentina. En Revista Asociación Geológica Argentina, Tomo 51 N° 2. p. 185-188.
- INGEMMET. (1997): Album de Mapas de Zonificación de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos del Perú. DIRECCION DE GEOTECNIA, Serie C, Bol. 17.
- KLINCK, B. & PALACIOS, O. et. al. (1993): Proyecto Integrado del Sur del Perú. INGEMMET, Bol. Nº 42, Serie A.
- LAUBACHER, G. (1978): Estudio geológico de la región Norte del Lago Titicaca. Estudios Especiales. INGEMMET, Serie D, Bol. 5.
- LAUBACHER, G.; BOUCOT, A.J. & GRAY, J. (1982): Additions to Silurian Stratigraphy, Lithofacies, Biogeography and Paleontology of Bolivia and Southern Perú. En Journal of Paleontology, 56(5): 1138-1170.
- MAROCCO, R. & DEL PINO, M. (1966): Geología del Cuadrángulo de Ichuña. Comisión Carta Geológica Nacional, Serie A. Bol. Nº 14. 57p.
- MAROCCO, R. (1978): Estudio Geológico de la Cordillera de Vilcabamba. Estudios Especiales. INGEMMET, Serie D, Bol. 4.
- MEDINA, G. (1972): Informe Técnico Mina "Señor de Ccapazo". provincia Sandia, departamento de Puno. Banco Minero del Perú.
- MON, R. & HONGN, F.D. (1996): Estructura del basamento proterozoico y paleozoico inferior del Norte argentino. En Revista Asociación Geológica Argentina, Tomo 51 Nº 1, p. 3-14.

- MON, R.; MENA, R. & AMENGUAL, R. (1996): Plegamiento cenozoico del basamento proterozoico de la cordillera oriental del Norte argentino. En Revista Asociación Geológica Argentina, Tomo 51 N° 3, p. 213-223.
- MONGE, R. (1996): Geología del Cuadrángulo de Limbani. INGEMMET serie A, Bol. 84.
- NEWELL, N.D. (1945): Investigaciones geológicas en las zonas circunvecinas al Lago Titicaca. En Bol. Sociedad Geológica del Perú. Vol. 18, p. 44-88.
- O.R.S.T.O.M. (1973): La Cadena Hercínica en el Perú y Bolivia. En Servicio de Geología y Minería. Boletín N° 3, Serie D.
- PALACIOS, O; MOLINA, O; GALLOSO, A. & REYNA, C. (1996): Geología de los Cuadrángulos de Puerto Luz, Colorado, Laberinto, Puerto Maldonado, Quincemil, Masuco, Astillero y Tambopata. INGEMMET serie A, Bol. 81.
- PALACIOS, O.; CHACON, N.; SÁNCHEZ, A; CANCHAYA, S. & ARANDA, A. (1995): Geología del Perú. INGEMMET, Serie A: Carta Geológica Nacional, Bol. Nº 55.
- PORTUGAL, J. (1974): Mesozoic and Cenozoic stratigraphy and tectonic events of Puno- Santa Lucia area, Department of Puno, Peru. En Bulletin of the American Association of Petroleum Geologist. Vol. 58 N° 6, p. 982-998.
- QUIROZ, M.C. (1973): Informe Técnico Mina Santo Domingo, provincia Carabaya, departamento de Puno. Banco Minero del Perú.
- RIVAS, S. (1971): Ordovícico del Corazón de Bolivia. Servicio Geológico de Bolivia (GEOBOL). Serie de publicaciones geológicas. Bol. 15.
- TOMEZZOLI, R.N. (1996): Estratigrafía del Grupo Cuevo (Pérmico-Triásico inferior) y el Grupo Tacurú (Jurásico) en las márgenes del río Bermejo (Orán, Salta y Tarija, Bolivia). En Revista Asociación Geológica Argentina, Tomo 51 Nº 1, p. 37-50.
- VARGAS, T. (1980): Correlación litoestratigráfica de la faja subandina entre Ecuador-Perú y Bolivia y ocurrencia de hidrocarburos. En Ciencias y Tierra. Lima 1(1):5-17.
- MOIM, A. 1947. Estudios Tectónicos en la Región del Campo Petrolífero de Pirín lado NO del Lago Titicaca. Perú. Dirección Minas y Petróleo. Bol. Año 26 Nº 79, 45 pag.
- VALDIVIA, H. (1974): Estratigrafía de la Faja Subandina de la Región de Madre de Dios, Informe-Dpto. Tecnología de Exploración PETROPERU.



