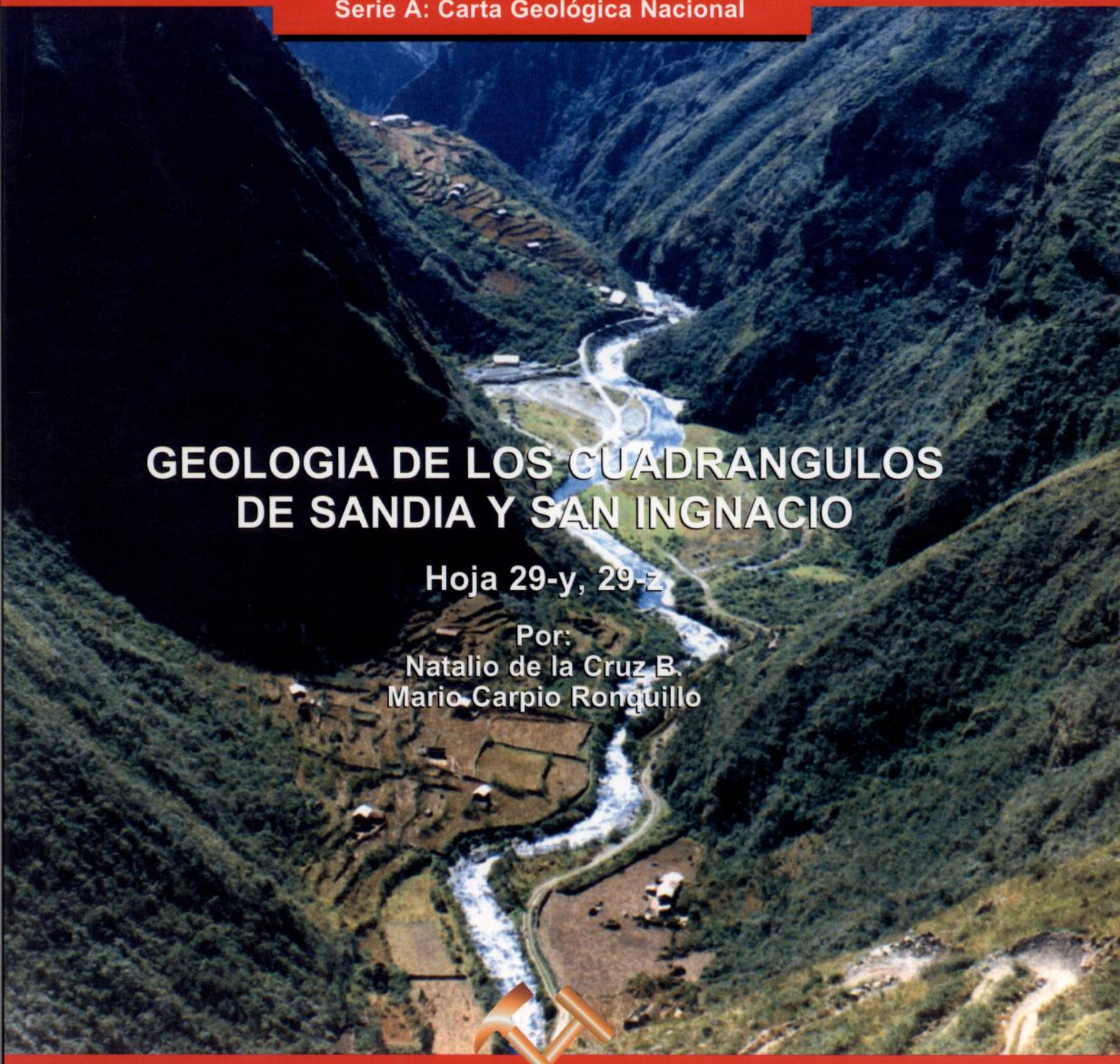
REPUBLICA DEL PERU

SECTOR ENERGIA Y MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

BOLETIN Nº 82

Serie A: Carta Geológica Nacional



GEOLOGIA DE LOS CUADRANGULOS DE SANDIA Y SAN INGNACIO

Hoja 29-y, 29-z

Por:
Natalio de la Cruz B.
Mario Carpio Ronquillo

INGEMMET

Lima - Perú
Noviembre 1996

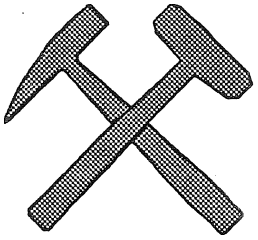
REPUBLICA DEL PERU
SECTOR ENERGIA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

BOLETIN N° 82
Serie A : Carta Geológica Nacional

GEOLOGIA DE LOS CUADRANGULOS DE SANDIA Y SAN IGNACIO

Hojas : 29 y, 29-z

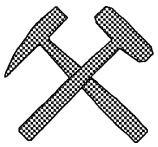
Por:
Natalio De La Cruz B.
Mario Carpio R.



INGEMMET

Lima - Perú
Noviembre, 1996

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO



ALBERTO PANDOLFI ARBULU
Ministro de Energía y Minas

JUAN MENDOZA MARSANO
Vice-Ministro de Minas
y
Presidente del Consejo Directivo de INGEMMET

WALTER CASQUINO REY- ROBERTO PLENGE CANNOCK
LINDBERG MEZA CARDENAS- NICANOR VILCHEZ ORTIZ
GERARDO PEREZ DEL AGUILA
Consejo Directivo

HUGO RIVERA MANTILLA
Director Técnico

FUNCIONARIOS TECNICOS RESPONSABLES DE LA EDICION

OSCAR PALACIOS MONCAYO
Director General de Geología

AGAPITO SANCHEZ FERNANDEZ
Director de Carta Geológica Nacional

FRANCISCO HERRERA ROMERO
Director de Información y Promoción

Primera Edición, INGEMMET, 1996
Coordinación, Revisión y Edición
Dirección de Información y Promoción de INGEMMET
Lima - Perú

Impreso por : INGEMMET
Av. Canadá 1470- San Borja

Contenido

RESUMEN 1

Capítulo I 3
INTRODUCCION 3
Ubicación y acceso 3
Población y usos de la tierra 5
Minería 6
Agricultura 6
Ganadería 6
Comercio 7
Trabajos Anteriores 7
Método de trabajo 8
Agradecimientos 8

Capítulo II 11
FISIOGRAFIA 11
2.1 Geomorfología 11
A) Flanco Este de la Cordillera Oriental 11
b) Cumbres Altas 12
c) Zona Altamente disectada 15
d) Valles profundos 15
e) Zona de Laderas Abruptas 17
2.2 Hidrografía 18
Diseño dendrítico con tendencia paralela 18
Diseño Rectangular 23
2.3 Clima y vegetación 23
Zona de Tundra seca de alta Montaña 24
Zona de Clima frío Boreal 24
Zona de Clima Templado 24
Zona de Clima de Sabana 24
Región Alto Andina o Puna 24
Región Suni o Jalca 29
Región Quechua 29

Región Yunga Fluvial 29
Región Rupa Rupa 30

Capítulo III 31
ESTRATIGRAFIA 31
3.1 PALEOZOICO 31
PALEOZOICO INFERIOR 32
Grupo San José 32
Formación Iparo 32
Formación Sandia 48
Formación Ananea 69
3.2 CENOZOICO 78
Formación Yanacocha 78
Formación Titán 79
Formación Lacustrina de Chichanaco 83
Depósitos Morrénicos 86
Depósitos Aluviales 87
1. Cubierta Vegetal 87
2. Cubierta Aluvial 88

Capítulo IV 89
ROCAS IGNEAS 89

Capítulo V 93
GEOLOGIA ESTRUCTURAL 93

Capítulo VI
GEOLOGIA ECONOMICA 105
6.1 MINERALES METALICOS 105
6.1.1 Mineralización Aurífera Primaria 105
6.1.2 Mineralización Aurífera Detrítica 106
6.1.3 DESCRIPCION DE LOS PRINCIPALES TIPOS DE .....
MINERALIZACION EN EL AREA 106
6.2 DEPOSITOS MINERALES NO METALICOS 108
6.3 PROSPECCION GEOQUIMICA REGIONAL 108
6.3.1 Metodología 109
6.3.2 Interpretación de resultados 109
ORO 109
PLATA 110
COBRE 110

PLOMO 110
ZINC 110
ANTIMONIO 111
ARSENICO 111
ESTAÑO 111
WOLFRAMIO 111
6.4 PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES 112

Capítulo VII 123
GEOLOGIA HISTORICA 123
Sedimentación del Paleozoico Inferior 123
Sedimentación Cenozoica 125

BIBLIOGRAFIA 127

APENDICE PALEONTOLOGICO 131

RESUMEN

Los cuadrángulos del presente estudio cubren una pequeña parte del flanco Este de la Cordillera Oriental de los Andes del Sur del Perú, desde el límite Noroeste del país de Bolívia hasta el meridiano 69° 30'. Presenta una fisiografía accidentada con cotas que fluctúan entre los 900 y 4,910 m.s.n.m. - Cerro Lapacasana (8400-454.5).

La fisiografía accidentada muestra cerros con lineas de cumbres agudas y fondos de valles casi encañonados y deteriorados valles en «U»; el drenaje principal es semiparalelo y el secundario paralelo a arborescente, las mismas que marcan una línea divisoria de rios principales que delimitan subcuencas semiparalelas que han desarrollado las siguientes geoformas principales: Zona de cumbres altas, valles profundos, zona altamente disectada y una porción de la faja subandina.

La secuencia estratigráfica está constituida esencialmente de sedimentos metamorfizados de pizarras y cuarcitas de la era paleozoica depositados durante el Ordoviciano a Devoniano. La era Mesozoica al parecer en el área de estudio está ausente. La era Cenozoica se encuentra representada por la depositación de sedimentos areniscosos y lutáceos en una cuenca restringida ubicada ligeramente al noroeste del cuadrángulo de Sandia; actualmente se le puede encontrar en restringidos afloramientos y cubierto por sedimentos arcillosos conglomerádicos de interés económico.

Finalmente, depósitos Pleistocénicos y Holocénicos producto de la meteorización del substrato se encuentran formando capas de variado espesor, están ampliamente difundidos en el área de estudio; este material retrabajado por lo general inestable, debido a la fisiografía casi abrupta de toda el área.

Las manifestaciones ígneas en el área de estudio es casi ausente, solamente se encontró algunos rodados de bloques graníticos que podrían corresponder a diques cubiertos por la vegetación; pero sí es de resaltar la abundancia de venillas de cuarzo blanco lechoso de espesores variables que algunas de ellas pueden estar relacionados a la mineralización aurífera.

El desarrollo estructural se caracteriza por la deformación de los sedimentos causado por los eventos tectónicos sucesivos que ha soportado el área de trabajo.

Se inicia el desarrollo estructural con el tectonismo más antiguo (hercínico compresivo) y continuado hasta el Reciente, que han plegado y fallado toda la secuencia sedimentaria. El tectonismo sucesivo también puede notarse por la superposición de esquistosidades de las lutitas, metalutitas, y metaarenitas; asimismo en las estructuras de plegamiento, metamorfismo regional, diaclasamientos y fracturamientos.

La Geología Económica del área está dado por la presencia de terrazas que contienen algo de mineralización aurífera, explotadas desde épocas coloniales, muchas de aquellas terrazas con áreas reducidas actualmente están agotadas. Sin embargo, la actividad minera en estos dias mayormente se desarrolla removiendo algunas terrazas antiguas y el lavado de la grava transportada por los rios. La explotación de la mineralización aurífera primaria aún es poco desarrollada.

Existen terrazas aluviales que aún no han sido agotadas y aunque son de baja ley el material por remover es de gran volumen. Además, la ley de mineralización está erráticamente distribuido.

En la época colonial remover volúmenes considerables de material aluvial fue económico, debido al bajo costo de la mano de obra; según datos históricos en esta área y más al noroeste, han trabajo miles de hombres.

Capítulo I

1.0 INTRODUCCION

El resultado del cartografiado geológico de los cuadrángulos de Sandia y San Ignacio forma parte del reelevamiento geológico del territorio nacional que realiza en forma sistemática el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), teniendo como objetivos principales incrementar la información básica para usos mineros de instituciones privadas, estatales y la comunidad científica. Asimismo, la culminación con la Carta Geológica Nacional a escala 1/100,000.

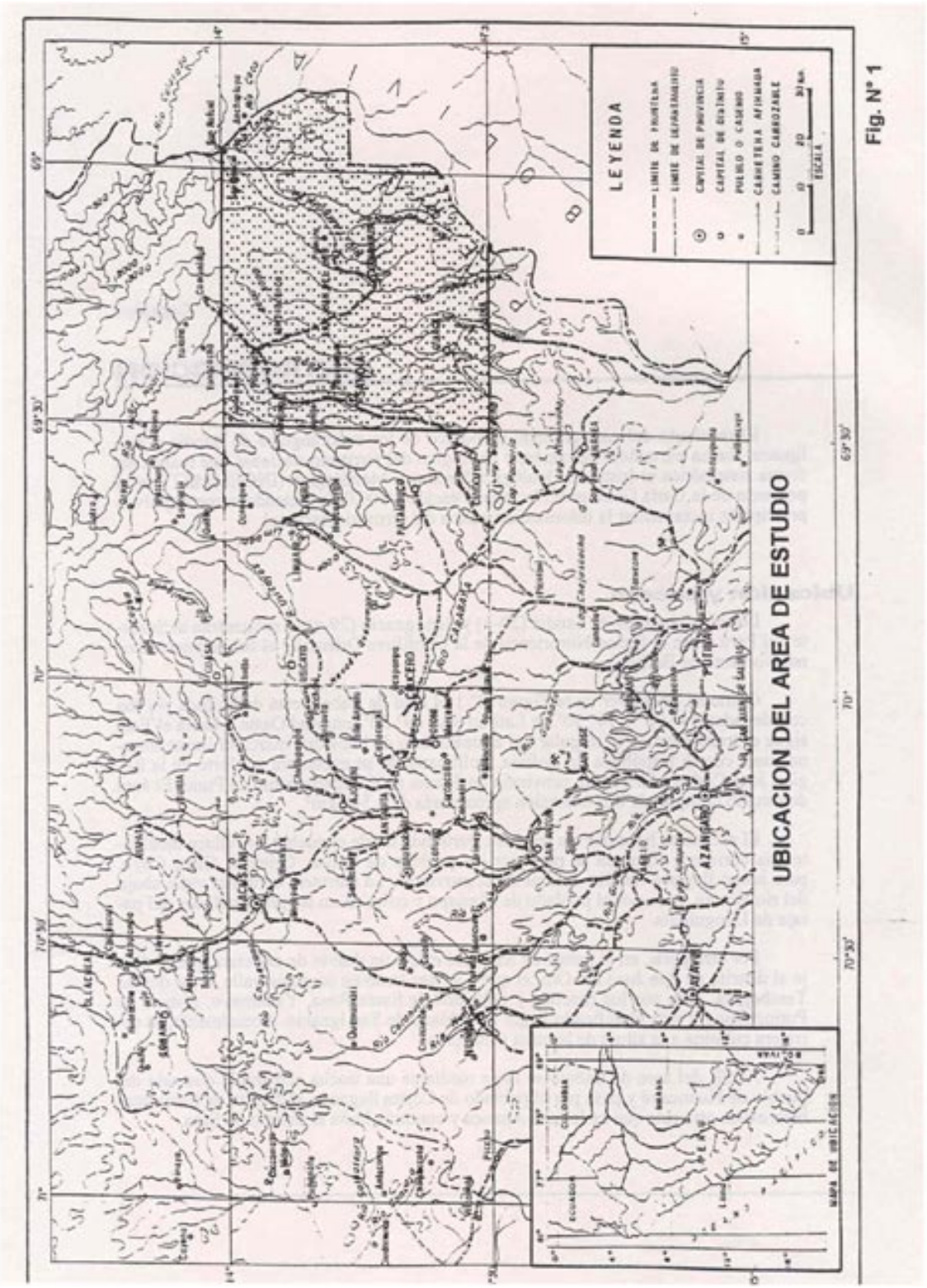
Ubicación y acceso

Los cuadrángulos de Sandia (29-y) y San Ignacio (29-z) se encuentran al Sureste del Perú entre el flanco Nororiental de la Cordillera Oriental y el límite internacional Noroeste del vecino país de Bolivia.

Como se podrá ver en la Figura Nº 1 el área de trabajo está delimitado por las coordenadas 14° 00' y 14° 30' de Latitud Sur, 69° 30' longitud Oeste y hacia el Este sigue el trazo sinuoso e irregular del alineamiento de hitos que marca el límite internacional con la República de Bolivia. Políticamente se encuentra al Norte de la Region José Carlos Mariátegui, Provincia de Sandia en el Departamento de Puno. El área de estudio comprende una extensión aproximada de 3540 Km².

El acceso se hace por vía terrestre, que partiendo desde el pueblo de Juliaca mediante una carretera afirmada se pasa por los pueblos de Putina, Oriental, Cuyo Cuyo y para luego llegar a Sandia capital de la provincia. La carretera continúa valle abajo del río Sandia, pasa por el poblado de Másiapo y culmina en las proximidades del paraje de Llinquipata.

Por otra parte, del paraje de San José existe un desvío de carretera que se dirije al distrito de San Juan del Oro, el que a su vez tambien continúa valle abajo del río Tambopata, pasa por los caserios y poblados de Santa Rosa, Yanamayo, Distrito de Putinapunco y está planificado llegar al poblado de San Ignacio. Actualmente, la carretera culmina a la altura de la mina Chusipata (8442-500).



UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

Fig. N° 1

Al SE del área de trabajo se llega mediante una trocha carrozable que sale del pueblo de Huancané y pasa por el poblado de Cojata se llega al Distrito de Sina. tambien existe otra ruta que es Juliaca-Ananea y continúa hasta el Distrito de Sina.

Estas escasas vías de acceso para vehículos motorizados por suerte cortan casi en forma perpendicular a toda la secuencia estratigráfica, no siendo así para los caminos de herradura que por lo general tienen recorrido corto y son paralelos a la estratificación de los sedimentos.

Los escasos caminos de recorrido largo se caracterizan por encontrarse siempre en la cumbre de los cerros, actualmente son casi inaccesibles debido a la vegetación que los cubre y a la falta de mantenimiento, estos fueron empleados desde épocas coloniales en la búsqueda y explotación de terrazas auríferas.

Actualmente, aventureros furtivos hacen uso de estas trochas mal conservadas y crean otras vías de acceso eventual de fácil extinción.

Por otro lado, el acceso al cuadrángulo de San Ignacio actualmente se hace en acémila, para lo cual se cuenta con el único camino de herradura que parte del poblado de Curva Alegre y bordea la margen izquierda del rio Lanza (límite internacional Perú-Bolivia). A su paso une las comunidades o asentamientos agrícolas de Palmerani, San Roman, Miraflores Lanza, Lanza Segunda Sección, etc.

Población y usos de la tierra

En los cuadrángulos de Sandia y San Ignacio la población se encuentra concentrada en los principales centros poblados de Sandia, San Juan del Oro, Másiapo, Yanahuaya, Putinapunco, Yanamayo, Sina, Quiaca, San Ignacio, Santa Rosa, Quiquira y en muchos otros caserios, tambien la población se encuentra disperso a lo largo de los flancos y fondo de los valles ocupados en la actividad minera y agrícola.

El principal centro urbano es Sandia, capital de la Provincia de Sandia (poblado legendario por su actividad minera aurífera), se encuentra casi en la esquina Suroeste del cuadrángulo del mismo nombre (Fig. Nº 1) asentado en las riveras del rio Sandia (naciente del rio Inambari), aguas abajo de este Valle tambien se encuentran otros poblados y caserios menores como: Iparo, Quiquira, Pilcopata, Palmera, y el Distrito de Másiapo, Pacayzuiso, y otros.

En el Valle del rio Tambopata se encuentra los distritos de Yanahuaya, San Juan del Oro (distritos tambien legendarios por su actividad minera aurífera), Putinapunco y los poblados de Santa Rosa, Yanamayo, San Ignacio, Curva Alegre y otros.

La actividad humana se puede clasificar de mayor a menor importancia como sigue:

Minería

Esta actividad ancestral consiste en la explotación del oro aluvial en las terrazas antiguas, gravas recientes de los ríos principales: Tambopata e Inambari, algunos depósitos aluviales como el de la planicie donde se ubica la mina Titán y en las terrazas colgadas de la mina Chunchusmayo, Buena Vista y otras que son explotadas por las comunidades del valle de Inambari, etc.

Para la extracción del oro emplean diversidad de modalidades. Esta actividad es realizada casi durante todo el año, aunque entre mayo y noviembre los trabajos son en menor intensidad debido a la falta de agua, por lo que los trabajos son de menor escala y de moderado éxito. Sin embargo, el tiempo de mayor intensidad extractiva es entre diciembre y abril durante la época lluviosa.

Agricultura

Esta actividad alterna a la minería, está muy poco desarrollada en el área de estudio. Además, está sujeta a la estación lluviosa, que a su vez la abundancia de las precipitaciones pluviales están en función a la altitud.

La agricultura en la zona de frio boreal está constituido por el cultivo de papa, cebada, maíz, oca, olluco; la papa se consume en dos estados: fresca y deshidratada (chuño), también se producen algunas frutas como tuna y melocotones.

En la zona de clima templado es la de mayor extensión, produce principalmente café y cítricos (naranja, mandarina) en menor proporción papaya, piña, algo de granadilla chirimoyas, coca, etc.

En la zona de clima de sabana la producción principal es de café, cítricos y cacao, también es un clima adecuado para el cultivo de arróz y caña de azúcar.

Ganadería

La actividad ganadera es menos desarrollada que la agricultura, el predominio de ésta disminuye cuando disminuye la altitud así en la parte alta cuya zona es de clima frio boreal y la zona de clima de tundra Seca. La ganadería está orientada a la crianza de llamás, alpacas, ovinos, vacunos. El forraje lo constituyen los pastos naturales mayormente de gramineas y arbustos. Cabe mencionar la existencia de una variedad de pájaros canoros y aves silvestres ornamentales, así como de monos y algunas serpientes venenosas.

Comercio

La actividad minera y agrícola le dan el mayor movimiento económico a la zona, el comercio está bien desarrollado y fomentado en cada poblado donde la realizan semanal mente ferias a la usansa del altiplano.

En esta zona del Perú, aún se usa el sistema de comercialización del trueque generalmente productos alimenticios por frutas (frutas por papa u ocas, etc.).

En los valles de Tambopata e Inambari la comercialización especialmente del café se realiza mediante el sistema de cooperativas, para lo cual existe muchos lugares de acopio. La producción y venta de cítricos es libre y es la segunda actividad más importante de la zona, ambos tanto el café como los cítricos son las de mayor movimiento económico de tempora da.

La comercialización del oro es libre y el producto es generalmente natural, se lleva a cabo una vez a la semana en los poblados donde se realizan las otras actividades comercia les.

Trabajos Anteriores

Estudios geológicos anteriores realizados en el área de trabajo (cuadrángulo de Sandia y San Ignacio) son muy escasos, aunque estas áreas fueron conocidas desde épocas antiguas; pero ha tenido su apogeo durante la época de la colonia por la extracción del oro. El primer investigador en visitar y escribir sobre sus bondades naturales especialmente de los Valles de Sandia-Huari Huari y Tambopata fué el botánico Weddell en 1846, luego D. Clemente Markham en 1860 y el naturalista Antonio Raimondi (1864) y muchos otros trabajos posteriores se refieren principalmente a los aspectos mineros vinculados a la extracción aurífera.

Trabajos geológicos recientes y específicos han sido ejecutados por Davila y Ponce de León en el Cañón de Carcelpunco, próximo al área de estudio. Se trata de estudios estratigráficos y paleontológicos en el que reportaron secuencias pelíticas con fauna fósil de edad Llanvirniana que subyacen a una secuencia de cuarcitas sobrepuestas por las tillitas zapla que a su vez infrayacen a secuencias pelíticas consideradas de edad Siluriano-Devoniano.

Por otro lado, en el sector Boliviano, C. Martinez y G. Laubacher (1972) determinaron secuencias pelíticas con fósiles característicos del Siluriano superior a Devoniano.

Entre 1969 y 1974, E. Audebaud, F. Megard, G. Laubacher presentan interpretaciones sobre las características geológicas del Paleozoico Inferior de la Cordillera Oriental del SE del Perú y su continuación hacia el NO boliviano.

En el lado peruano el trabajo de caracter regional que incluye al área del presente trabajo a escala 1/500,000 fue realizado por G. Laubacher (1978) en convenio INGEMMET

y la ORSTOM de Francia, que se resúme en el Bolet. Nº 5. - Serie D como el «Estudio Geológico de la Región Norte del Lago Titicaca» que trata en forma generalizada las Formaciones de San José y Sandia y las etapas de formación que las han afectado.

Método de trabajo

Para llevar a cabo el presente estudio se ha seguido los procedimientos convencionales que consisten en el uso de fotografias aéreas a la escala aproximada de 1/60,000 tomadas en junio de 1985, estas se usaron en la fotointerpretación preliminar para la preparación del mapa base que permitió delimitar estructuras mayores y algunas unidades estratigráficas. En el campo se emplearon para la obtención de datos, también se usaron imágenes de Radar Lateral controlado a escala 1/100,000 de 1973 y 1974 para precisar los fallamientos y lineamientos, simúltaneamente se evaluó la información bibliográfica existente sobre el área de estudio. Asimismo, en el campo se recolectaron muestras de roca y fósiles para estudios petrográficos y paleontológicos, respectivamente.

Para el estudio de las secuencias estratigráficas se hicieron encaminamientos a lo largo del río Sandia-Huari Huari hasta el Norte de Llinquipata; de igual modo en el Río Tambopata que ha permitido delimitar unidades y precisar los límites entre ellos.

Los datos de aquellos trabajos de campo como los de gabinete una vez procesados fueron trasladados a un mapa fotogramétrico a escala 1/100,000 editado por el Instituto Geográfico Nacional en 1992, con lo que se culminó con la elaboración delos mapas geológicos de los cudrángulos correspondientes.

El tiempo empleado para el cartografiado geológico ha sido de setenta y cinco días, de los cuales fueron sesenta y un dias útiles. Durante los trabajos de campo participaron los señores W. Martinez Valladares (75 dias), Arnaldo Charaja, los primeros 30 días y Pedro Ticona los últimos 45 días.

Entre setiembre y octubre de 1996, la supervisión de dichos cuadrángulos estuvo a cargo del Ing° A. Sanchez.

Agradecimientos

El autor se vale de ésta oportunidad para expresar su reconocimiento al Sr. Presidente del Directorio Ing. Juan Mendoza Marsano, a los Ing. José León Aparicio y Hugo Rivera Mantilla Directores Técnico y Administrativo, respectivamente.

Asimismo, a los Ingenieros Oscar Palacios M. y Agapito Sánchez Fernández Director General de Geología y Director de Carta Geológica, respectivamente.

También se hago extensivo mi agradecimiento al personal de la Dirección de Laboratorios: Ing° Ruffo Paredes, A. Aranda, L. Ramírez, R. Andrade y los señores. P. Carrasco, Enemesio Sánchez, E. Mena por haber preparado y descrito las muestras; así como a la Sra. Lídia Romero por la preparación del apéndice paleontológico.

Igualmente mi agradecimiento al Sr. William Martínez Valladares por su valiosa colaboración en el campo, así como a los Bachilleres Pedro Ticona y Arnaldo Charaja; de igual manera al Sr. T. Enriquez Donaires y a las Autoridades Políticas, Militares y Comunales de los Valles de Sandia y San Juan del Oro.

Capítulo II

FISIOGRAFIA

La fisiografía principal del área de trabajo lo constituye el flanco oriental de la Cordillera Oriental de los Andes del Sur del Perú, condicionada por la casi homogeneidad, litología y estructura de las unidades rocosas que están siendo deformada por la acción erosiva regresiva de los ríos que han formado valles profundos, con algunos tramos algo encañonados y cumbre de cerros agudos con flancos muy inclinados a verticales; desde luego tales expresiones topográficas reflejan la naturaleza litológica (Lámina Nº Y). En este tipo de suelo es difícil encontrar terrazas antiguas, debido a la erosión ocasionada por las precipitaciones pluviales, por lo que es frecuentre encontrar superficies de roca fuertemente inclinados desprovista de cubierta aluvial y vegetación de difícil accesibilidad.

2.1 Geomorfología

El rasgo fisiográfico más importante lo constituye el Flanco Oriental de la Cordillera Oriental, orientado de SE a NO, dentro del cual se puede diferenciar las siguientes subunidades geomorfológicas: Cumbres Altas, Zona Altamente Disectada, Valles Profundos, Zona de Laderas Abruptas, desarrolladas sobre suelos de naturaleza cuarcítica, pizarrosa y/o pelítica.

A) Flanco Este de la Cordillera Oriental

Como se podrá ver en la Fig. N° 2 es la geoforma regional y principal que cubre todo el área de trabajo. Laubacher (1978) lo denominó vertiente Amazónica de la Cordillera Oriental, en el presente trabajo también podría denominarse «Estribaciones Andinas de la Cordillera Oriental».

Observando el perfil geológico estructural A-A‘ se llega a la conclusión que durante su evolución formó «una Superficie Puna», peneplanicie inclinada al NE, posteriormente modelado por la red hidrográfica que han profundizado contínuamente conforme se levantaron los Andes. Se caracteriza esencialmente porque casi en un 70 % de toda su extensión del área de trabajo está cubierto por vegetación.

Actualmente esta peneplanicie ha sido fuertemente erosionada dejando aproximadamente un desnivel topográfico en la proporción de 80/3 metros; para tal efecto al parecer, han contribuido los fallamientos profundos, esfuerzos tectónicos regionales y la actividad plutónica de las áreas vecinas.

Las geoformas conspícuas lo constituyen generalmente los cerros que culminan en cumbres agudas que para su magnitud, estas cumbres constan de muy pocos metros de ancho (<10 m); un mejor ejemplo podría ser el cerro Buenavista (8443 - 485) y muchas otras lomadas.

b) Cumbres Altas

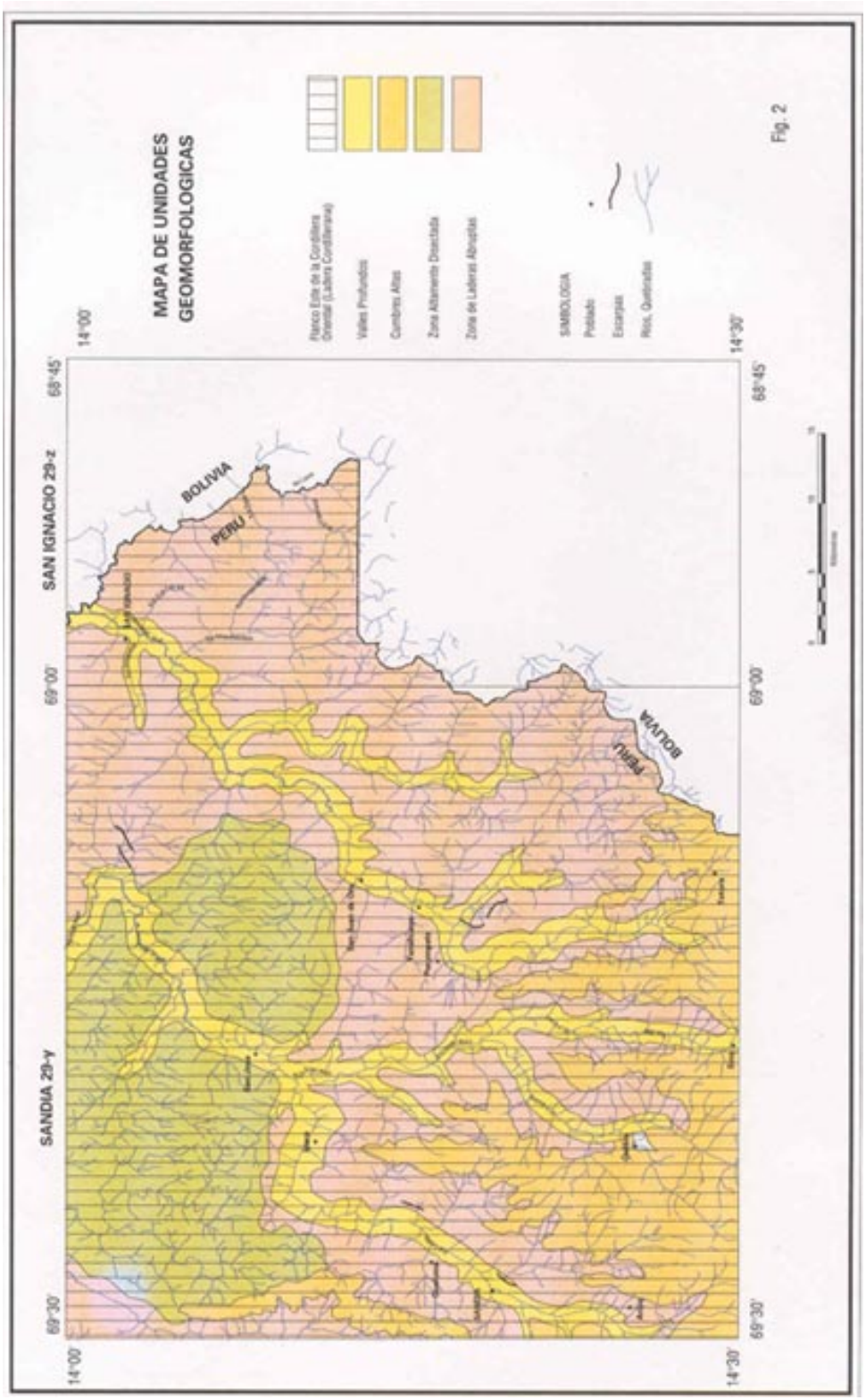
Denominadas así a la cadena de nevados orientados de NO-SE que alcanzan altitudes de hasta 6000 m.s.n.m., en el sector sur a suroeste del cuadrángulo de Sandia. En el área de estudio está conformado por cerros elevados cuyas altitudes fluctúan entre los 4910 m.s.n.m. y los 3100 m.s.n.m. Hacia el NE forman digitaciones que siguen direcciones NNE, cuyas elevaciones en altitud representan una disminución casi sistemática de la altitud hacia el NE.

Dentro de ésta unidad se encuentran geoformas menores desarrollados como resultado de la acción dinámica de los glaciares, uno de ellos son los valles en «U» probablemente formado durante el Pleistoceno; se encuentran al Sur de Quiaca y Oeste de Sina, en Sina han sido relativamente erosionado o cubierto por material Holocénico. Otro testigo de esta actividad glaciar son las superficies pulidas o estriadas que se encuentran en el camino entre Sina y Jirigachi, en la carretera Sina-Juliaca en las inmediaciones del paraje Tansana en las quebradas de Talapaca, Huallatune, en el cuadrángulo de la Rinconada límite con el cuadrángulo de Sandia.

En el valle de Totora (8399-486) las geoformas que aún se pueden ver son los restos de morrenas laterales y frontales, actualmente están siendo erosionadas por el río del mismo nombre y los que todavía se pueden ver permanecen cubiertas por depósitos aluviales.

En los valles arriba mencionados también se pueden encontrar pequeños depósitos morrénicos frontales no cartografíables debido al volumen reducido que presentan, ellos han quedado depositados como consecuencia de la acción regresiva de los glaciares que al parecer estos no fueron tan voluminosos.

Actualmente, estas morrenas pequeñas están siendo fácilmente erosionados por la acción fluvial o cubiertas por depósitos aluviales.


MAPA DE UNIDADES
GEOMORFOLOGICAS
Flanco Este de la Cordillera Oriental (Ladera Cordillerana)
Valles Profundos
Cumbres Altas
Zona Altamente Disectada
Zona de Laderas Abruptas
SIMBOLOGIA
Pistolo
Escarpas
Rios, Quebradas
Fig. 2
SAN IGNACIO 29-z
SANDIA 29-y
BOLIVIA
PERU
14°00'
14°30'
68°45'
69°00'
69°30'

c) Zona Altamente disectada

Dentro de ésta unidad también encontramos a una superficie semiplana relativamente orientada de NO-SE (Fig. Nº 2), caracterizada por un drenaje tupido que forma colinas pequeñas de superficie suave y subredondeada que le dan a ésta superficie una topografía ondulada.

Esta subunidad está limitada por los ríos Tambopata en el Sureste y el Río Patambuco al Noroeste; es notorio también que al Norte está cortado por ríos de recorrido semiparalelo orientados de NO-SE, afluentes a los Ríos Sandia-Huari-Huari y Tambopata.

d) Valles profundos

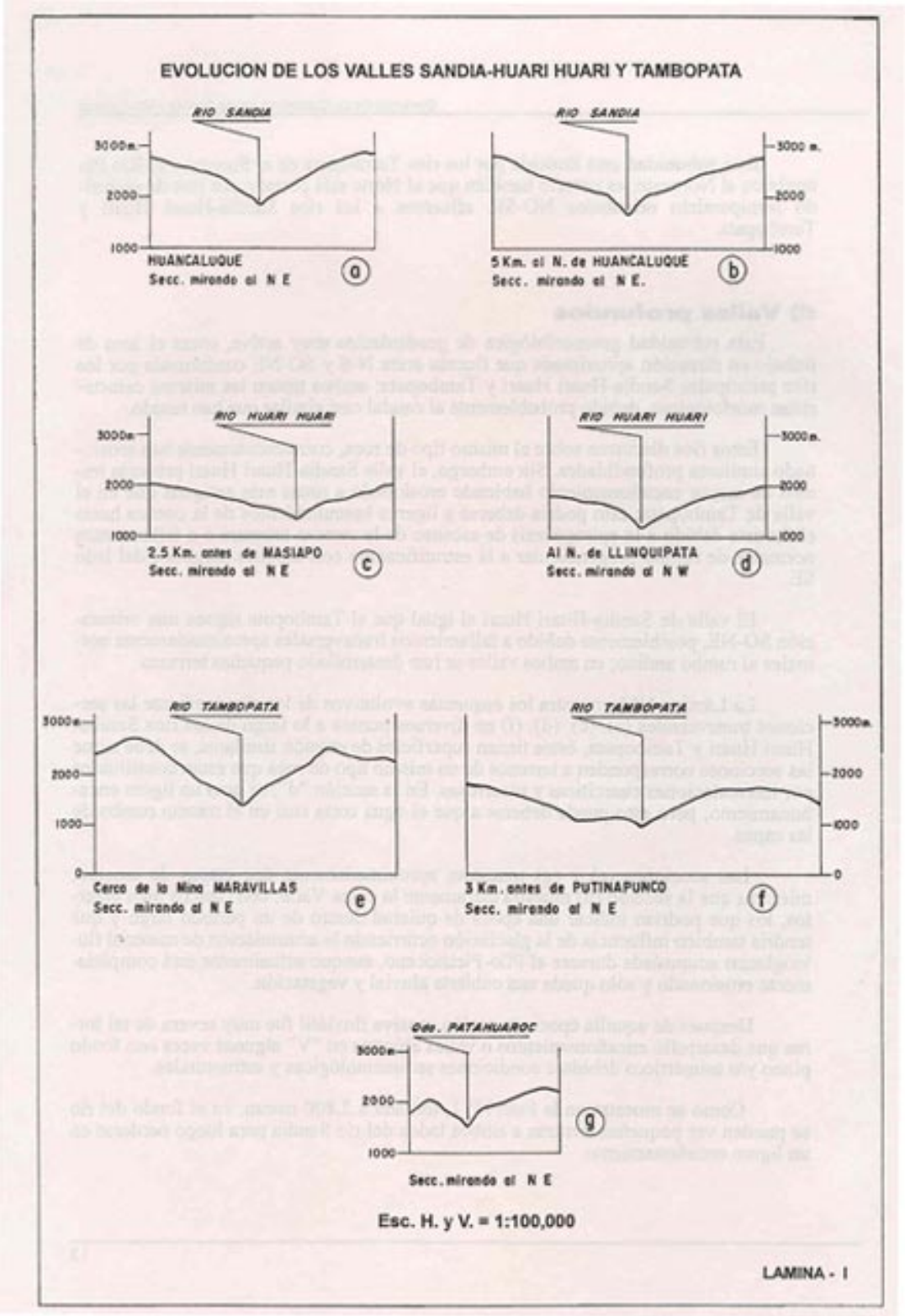
Esta subunidad geomorfológica de geodinámica muy activa, cruza el área de trabajo en dirección aproximada que fluctúa entre N-S y SO-NE conformada por los ríos principales Sandia-Huari Huari y Tambopata; ambos tienen las mismas característas morfológicas, debido probablemente al caudal casi similar que han tenido.

Estos rios discurren sobre el mismo tipo de roca, consecuentemente han erosionado similares profundidades. Sin embargo, el valle Sandia-Huari Huari presenta tramos de mayor encañonamiento y habiendo erosionado a rocas más antiguas que el río en el valle de Tambopata; esto podría deberse a ligeros basculamientos de la cuenca hacia el Sureste debido a la epirogénesis de ascenso de la corteza terrestre ó a fallamientos normales de rumbo perpendicular a la estratificación con bloques hundidos del lado SE.

El valle de Sandia Huari-Huari al igual que el Tambopata siguen una orientación SO-NE, posiblemente debido a fallamientos transversales aproximadamente normales al rumbo andino; en ambos valles se han desarrollado pequeñas terrazas.

La Lámina Nº I como se podrá ver los esquemás evolutivos de los rios mediante los secciones transversales (a), (c), (d), (f) en diversos puntos a lo largo de los ríos Sandia-Huari Huari y Tambopata, estos tienen superficies de erosión similares, se debe a que las secciones corresponden a terrenos de un mismo tipo de roca que están constituidos por intercalaciones cuarcíticas y pizarrosas. en la sección «d»; se nota un ligero encañonamiento; pero esto puede deberse a que el agua corta casi en el mismo rumbo de las capas.

Las secciones (e),(g) muestran aproximadamente dos etapas de erosión, mientras que la sección (b) muestra claramente la etapa Valle, con flancos bien abiertos, los que podrían indicar una época de quietud dentro de un período largo y que tendría también influencia de la glaciación ocurriendo la acumulación de material fluvioglaciar acumuladas durante el Plio-Pleistoceno, aunque actualmente está completamente erosionado y sólo queda una cubierta aluvial y vegetación.


EVOLUCION DE LOS VALLES SANDIA-HUARI HUARI Y TAMBOPATA
RIO SANDIA
3000 m.
2000
1000
HUANCALUQUE
Secc. mirando al N E
a
RIO SANDIA
3000 m.
2000
1000
5 Km. al N. de HUANCALUQUE
Secc. mirando al N E.
b
RIO HUARI HUARI
3000 m.
2000
1000
2.5 Km. antes de MASIAPO
Secc. mirando al N E
c
RIO HUARI HUARI
3000 m.
2000
1000
Al N. de LLINQUIPATA
Secc. mirando al N W
d
RIO TAMBOPATA
3000 m.
2000
1000
0
Cerco de la Mina MARAVILLAS
Secc. mirando al N E
e
RIO TAMBOPATA
3000 m.
2000
1000
0
3 Km. antes de PUTINAPUNCO
Secc. mirando al N E
f
Qda. PATAHUAROC
3000 m.
2000
1000
g
Secc. mirando al N E
Esc. H. y V. = 1:100,000
LAMINA - I

Después de aquella época, la acción erosiva fluviatil fué muy severa de tal forma que desarrolló encañonamientos o valles abiertos en «V» algunas veces con fondo plano y/o asimétricos debido a condiciones sedimentológicas y estructurales.

Como se muestra en la foto N° 1, tomada a 2800 m.s.n.m., en el fondo del rio se pueden ver pequeñas terrazas a ambos lados del rio Sandia para luego perderse en un ligero encañonamiento.

Continuando valle abajo del rio Sandia entre San José y Huancaluque el valle se hace más encañonado y con sección típico en «V» (Lámina I,b) demuestra la evolución rápida posterior a la glaciación Plio Pleistocénica,

La foto N° 2 tomada a 750 m.s.n.m., en el límite Norte de la hoja de San Ignacio, como se podrá ver ambas áreas tienen características fisiográficas que difieren marcadamente, la primera de ellas muestra una erosión agresiva del rio, propio de rios jóvenes, el cauce consta de bloques de roca con diámetros variables predominantemente superior a un metro, por lo general son carentes de terrazas, diferenciandose de la segunda que ha desarrollado terrazas, playas amplias y el cauce del rio tiene un recorrido algo sinuoso y los materiales que acarrea son más redondeados y de menor tamaño.

La génesis se debe a factores diferentes como el caudal y la mayor precipitación pluvial que soporta el área por lo que su capacidad erosiva ha sido más fuerte a pesar de que atraviezan el mismo tipo de rocas (cuarcitas de la Formación Sandia), los bloques o clastos mayoritariamente son inferiores a un metro más que todo porque estos son bloques traidos por los afluentes a la principal, son abundantes más que todo en gravas, limos y arcillas, es decir la evolución del rio muestra una etapa tardía de erosión agrasiva.

e) Zona de Laderas Abruptas

Esta geoforma domina casi toda el área de trabajo. Siembargo, hacia el SE del área de trabajo constituye principalmente valles típicos en «V» de dificil acceso, debido al escarpamiento que forman la litología que los constituye, es frecuente encontrar varios cientos de metros cuadrados descubierto por la acción erosiva de los huaycos.

Representa el paso de las altas cumbres a los valles mayores que incluyen a los valles secundarios y naciente de las mismás que se encuentran por debajo de los 3100 m.s.n.m.

Debido a la fisiografía accidentada que presenta esta área hasta la actualidad las vías de penetración carrozables son muy limitadas, los caminos hechos por el hombre son eventuales, dificultosos y fácilmente son cubiertos por la vegetacion, la pendiente abrupta de los cerros no favorece la crianza de animales ni la agricultura.

2.2 Hidrografía

Los ríos principales que drenan el área de trabajo están constituidos por el río Sandia-Huari Huari, rio Tambopata, flanco izquierdo del rio Lanza y margen derecha del rio Patambuco.

El rio Huari Huari antes de llegar a la confluencia con el rio Sandia en las proximidades del caserio de San Jose se forma por los rios Sina y Quiaca que forman valles profundos que terminan en «V», muestran escasas terrazas y de los que existen las áreas son reducidas.

El valle Sandia-Huari Huari tiene forma sinuosa, pero por lo general está ligeramente orientado de Suroeste-Noreste. Debido a los fallamientos de tendencia andina los rios han ampliado su lecho por lo que las secciones transversales en «V» presentan pequeñas terrazas donde se han asentado poblados como Sandia y Másiapo y otros como en el valle de Tambopata, tambien en sus laderas de pendiente moderada contienen suelos estables que han formado tierras de cultivo y caserios con viviendas muy dispersas.

Los tributarios menores de este valle son generalmente de recorrido corto y también de sección transversal en «V» con pendientes más pronunciados que el rio principal, algunos de ellos tienen recorrido recto que obedece a fallamientos andinos como el rio de Chontabamba y Camaron que por lo general contienen agua permanente aunque su caudal disminuye en época de estiaje.

El otro rio principal es el rio de Tambopata de igual longitud y recorrido que el rio Sandia-Huari Huari, tiene como afluente importante al rio Pablobamba y el rio Lanza que confluye el primero al Sur de Putinapunco y el último en el extremo Norte de la hoja de San Ignacio, los principales asentamientos humanos en este valle son San Juan del Oro, Yanahuaya, Yanamayo, Putinapunco y Curva Alegre.

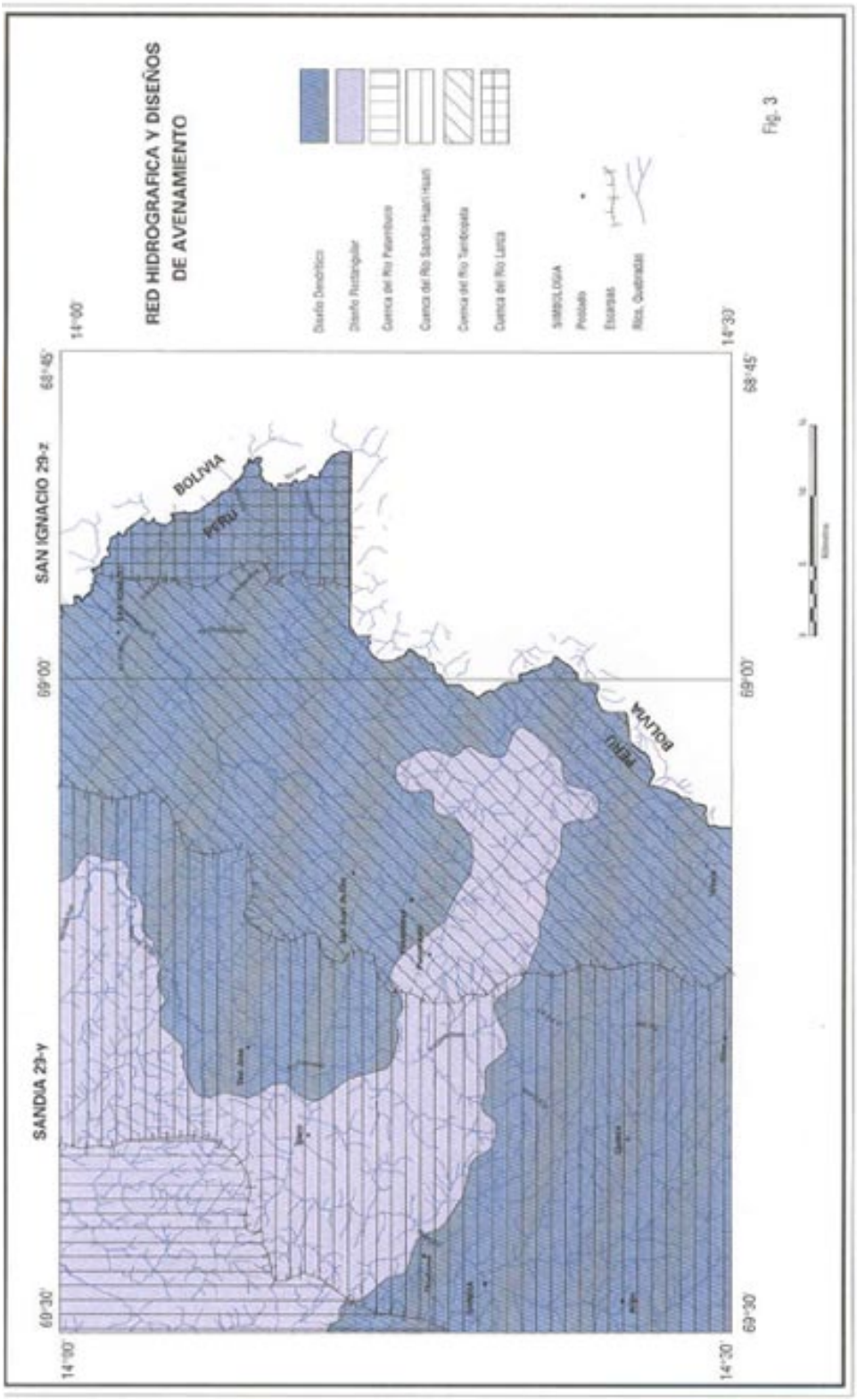
La red hidrográfica se emplaza sobre suelos constituidos de una secuencia pizarrosa que se interestratifica con cuarcitas, dicha litología y la estructura han controlado el diseño de avenamiento que tienen ligera variación entre sí, por lo que se le ha clasificado en dos grupos.

Diseño dendrítico con tendencia paralela

Se desarrolla en el sector SO de la hoja de Sandia y San Ignacio se carecteriza por tener un drenaje secundario con afluentes menores que presentan moderada arborecencia y cierto paralelismo de los rios Quiaca y Sina y los que se encuentran al Noroeste de Sandia, como se puede ver en la Fig. Nº 3. Este diseño está controlado por la litología constituida de rocas metamórficas, así mismo por el patrón estructural de las secuencias sedimentarias.

Foto N°1 Vista del río Sandia desde el pueblo de Aripo, mirando al norte.

Foto N° 2 Vista tomada del río Tambopata, mirando al Norte en Paujiplaya, en la margen derechade territorio boliviano y margen izquierda del territorio peruano.


RED HIDROGRAFICA Y DISEÑOS
DE AVENAMIENTO
SAN IGNACIO 29-z
SANDIA 29-y
BOLIVIA
PERU
Fig. 3

Diseño Rectangular

Este diseño tiene como característica común originar formás rectagulares, aunque actualmente, este diseño está ligeramente deformada; sin embargo, aún conservan tal angularidad como se ve al Oeste de Iparo.

Al Sur de Purumpata y otros sectores, estos lineamientos están controlados por los fallamientos y diaclasas así como por su litología Pizarrosa de las Formaciones Iparo y Purumpata, en muchos casos siguen las direcciones de los sinclinales (valle Sinclinal entre Azalaya y Huari-Huari) y anticlinales (valle de Chontabamba).

Los principales rios debido a su actividad erosiva de retroceso han formado cuencas hidrográficas orientados en forma general de SO-NE muy características tal como se puede ver en la figura N° 3. están separados por una linea divisoria de tendencia sinuosa y paralelas entre sí.

Los cuadrángulos de Sandia y San Ignacio están formados por dos cuencas hidrográficas principales conocidos como: Cuenca hidrográfica del rio Sandia-Huari Huari y cuenca Hidrográfica del rio Tambopata. En el Noroeste de la hoja de Sandia se encuentra una porción de la margen derecha de la cuenca hidrográfica el rio Patambuco que tiene sus nacientes en la hoja de Limbani. La otra cuenca hidrográfica que es la más pequeña nace en las montañas de Lurini (territorio boliviano) que forma el rio Lanza y su cauce marca el límite internacional peruano boliviano.

2.3 Clima y vegetación

El clima del área de estudio en el transcurso de todo el año se caracteriza por dos periodos definidos.

El periodo seco, comprendido entre los meses de mayo a octubre, abarca parte de la estación de otoño, todo el invierno y parte de la primavera; durante este periodo el clima es característico, es decir, en el dia es caluroso y por las noches es frio y húmedo.

El período húmedo que comprende entre los meses de noviembre-abril, incluye parte de la estación de primavera todo el verano y parte de la estación de otoño, caracterizado por ser caluroso y por lo general es lluvioso. Tanto el inicio como el final de cada periodo es relativo es decir está marcado por el inicio y el cese de las precipitaciones pluviales. Asimismo, estos fenómenos naturales disminuyen de acuerdo a la altitud.

Usando la clasificación de Koppen (Atlas del Perú 1989 Instituto Geográfico Militar) se ha obtenido la clasificación que se muestra en la Fig Nº 4. y que a continuación se resume:

Zona de Tundra seca de alta Montaña

Correspondería al sector con altitudes mayores de 4500 m.s.n.m. donde la temperatura se mantiene cerca los a 0ºC ó inferior a ésta, casi durante todo el año, y las precipitaciones pluviales se producen en forma de nevadas, siendo la evaporación muy reducida, la vegetación se reduce a algunos hongos y gramineas.

Zona de Clima frío Boreal

Donde la temperatura permanece alrededor de los 10ºC por lo menos durante cuatro meses al año, la vegetación consta de gramineas en general, arbustos y matorrales restringido a los valles u hondonadas protegidos de los vientos fríos, la precipitación es generalmente líquida excepcionalmente puede presentarse nevadas.

Zona de Clima Templado

Aqui la temperatura varía entre los 12°C a 18°C siendo moderadamente lluviosa y de vegetación abundante.

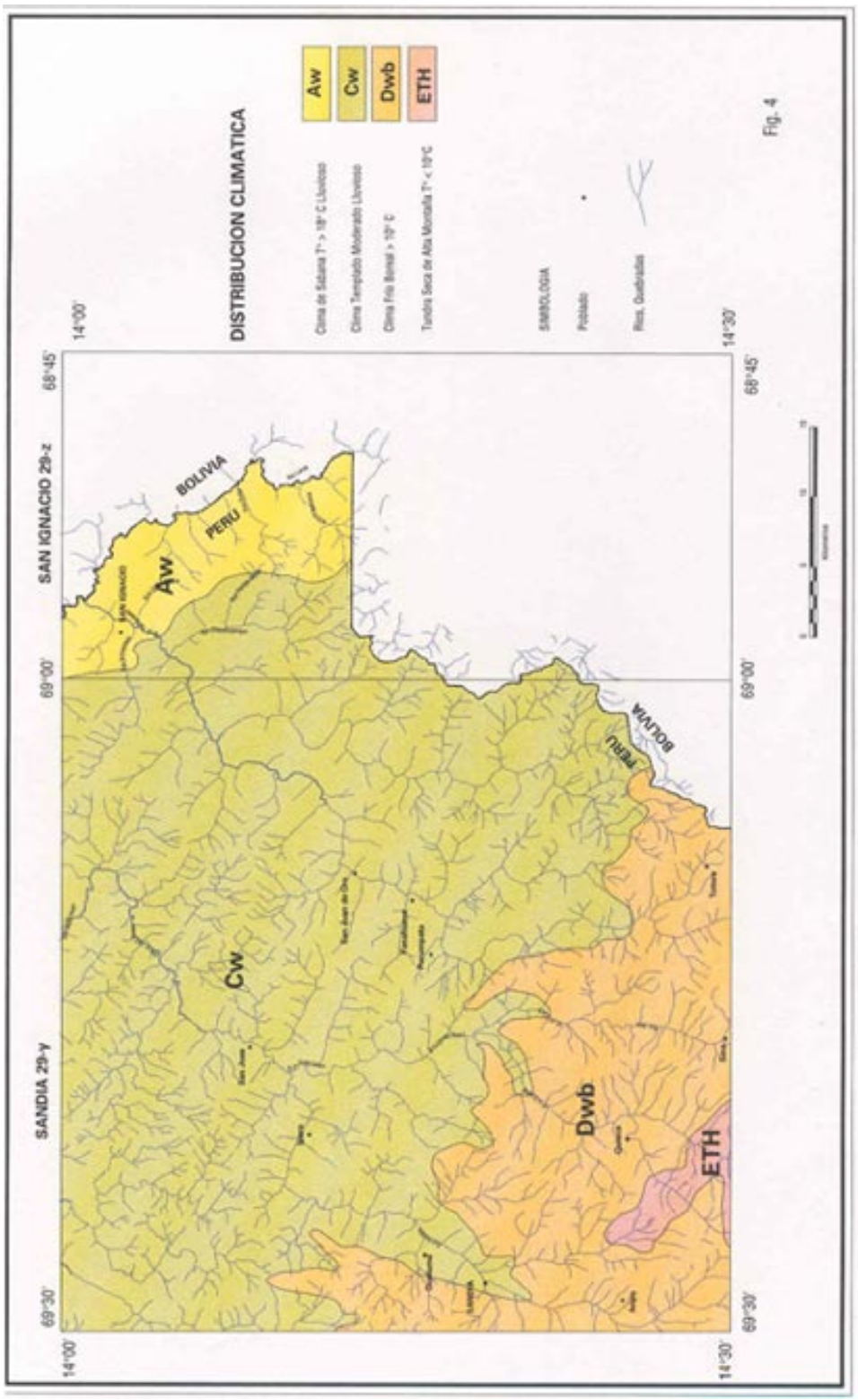
Zona de Clima de Sabana

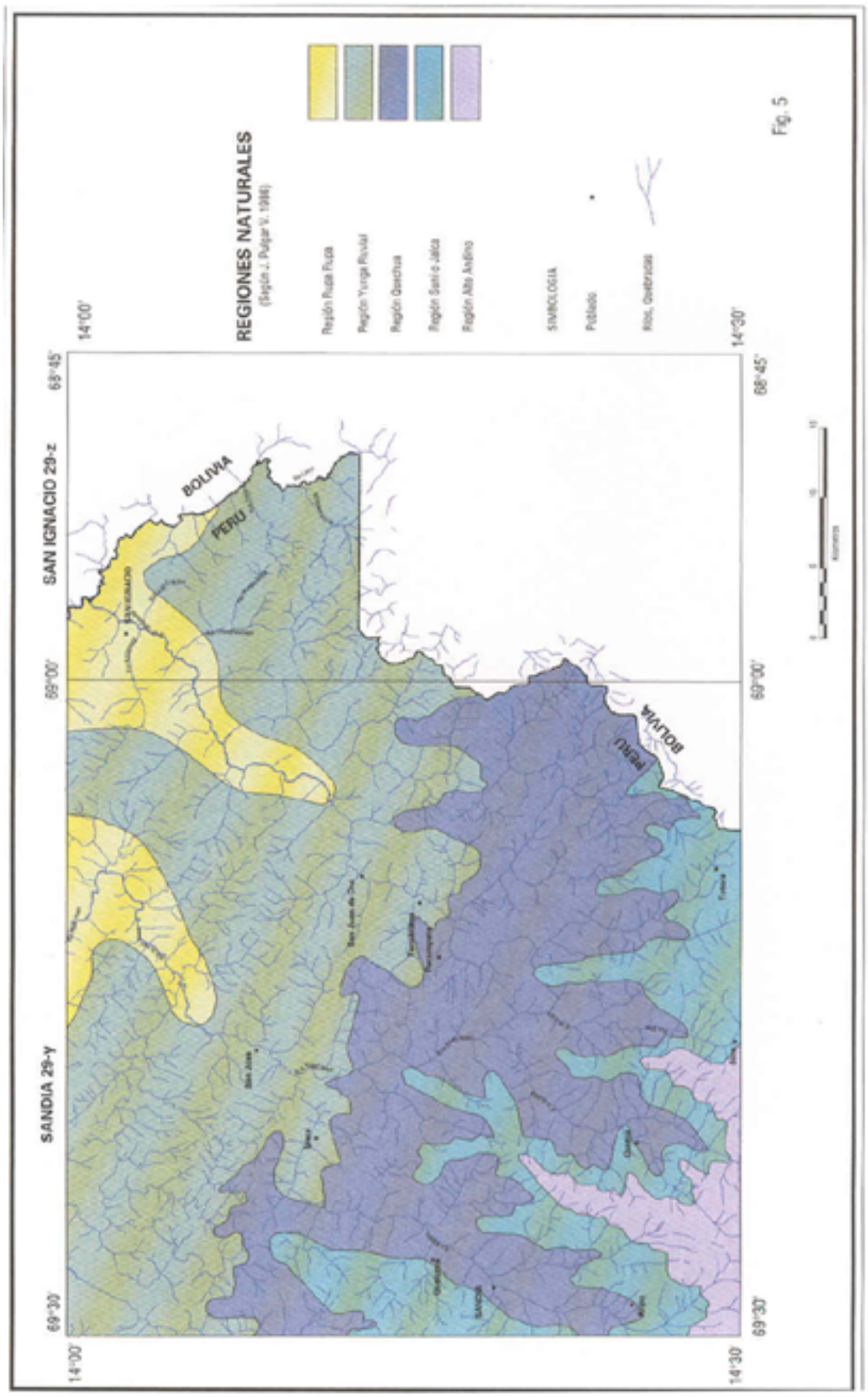
Siendo esta la zona más baja el clima es especial de tal manera que las temperaturas son normalmente mayor a 18ºC considerado lluvioso, con vegetación abundante y variada compuesta de arbórea y matorrales.

Sin embargo, según Javier Pulgar Vidal (1986) el área de trabajo podría dividirse en cinco Regiones Naturales como se indica en la Fig. N° 5., las que relacionadas con la distribución climática tendríamos que la región más frígida o alto andino correspondería al clima de Tundra seco de alta montaña debido a que es la parte más alta topográficamente, asi mismo una region cálida sería la región Rupa Rupa que correspondería al clima de sabana por ser las más baja en altitud así tenemos:

Región Alto Andina o Puna

Ubicada entre 4100 a 4800 m.s.n.m. el medio es árido de aire seco y de baja presión, comprende una área pequeña que se circunscribe a la esquina Suroeste del cuadrángulo de Sandia, debido al clima muy frio de la región carece de vegetación sólo se encuentra reducidas áreas con gramineas rastreras, algunos líquenes y musgos adheridas a las rocas.


DISTRIBUCION CLIMATICA
Aw
Cw
Dwb
ETH
Clima de Sabana T° > 18° C Lluvioso
Clima Templado Moderado Lluvioso
Clima Frio Boreal > 10° C
Tundra Seca de Alta Montaña T° < 10°C
SIMBOLOGIA
Poblado
Rios, Quebradas
BOLIVIA
PERU
SAN IGNACIO 29-z
SANDIA 29-y
14°00'
14°30'
68°45'
69°00'
69°30'
Fig.- 4


REGIONES NATURALES
(Según J. Pulgar V. 1996)
Región Rupa Rupa
Región Yunga Fluvial
Región Quechua
Región Suni o Jalca
Región Alto Andino
SIMBOLOGIA
Pobladó
Ríos, Quebradas
SAN IGNACIO 29-z
SANDIA 29-y
BOLIVIA
PERU
14°00'
14°30'
68°45'
69°00'
69°30'
Fig. 5

Región Suni o Jalca

Se encuentra entre los 3500 a 4100 m.s.n.m comprende de una franja estrecha orientada de NO-SE fuertemente disectada, de clima predominantemente es frio, soporta temperaturas inferiores a 0°C. durante las noches de invierno, y durante el dia es variable normalmente inferior a 10° C, el aire tambien es seco, aunque en Sina y en algunos valles similares están protegidos de los aires frios, las temperaturas nocturnas invernales en muy raras ocaciones llegan a 0°C.

La vegetación es moderada, va en aumento a medida que disminuye la altitud, es decir, hay incremento de gramineas, arbustos y algunos árboles de aliso, es de importancia esta región por desarrollase en ella la actividad agrícola siendo esta tradicionalmente estacional, la ganadería tambien es tradicional principalmente dedicados a la crianza de camélidos y en menor cantidad vacunos y ovinos.

Región Quechua

Relativamente extensa, se encuentra entre los 2300 y 3500 m.s.n.m., el clima es variable entre templado a frio, el aire es moderadamente seco entre los meses de abril a noviembre, y ligeramente lluvioso entre los meses de noviembre y abril.

La vegetación está constituida por la abundancia de plantas de aliso y otros de igual talla, matorrales circunscrito a las fuentes de agua y arbustos que cubren gran parte de las laderas.

La agricultura, dedicada al cultivo de productos de primera necesidad tambien es de régimen estacional, es decir, se aprovecha la época de lluvias para la producción de papas, trigo, cebada, habas, alberjas, maíz; algunos frutales como granadillas, chirimoya, melocotones, tuna, etc.

La ganadería de esta región es muy limitada, la mayor parte se dedican a la crianza de aves de corral, cerdos, ovinos, vacunos y algunos equinos.

Región Yunga Fluvial

Se encuentra entre los 1000 y 2300 m.s.n.m., dentro del área es la región más amplia, con variación climática caracterizada por sus noches frescas y el dia caluroso. Sin embargo, en el invierno las noches son húmedas y con una sensación de frio.

La vegetación está constituida generalmente de matorrales, y es moderadamente arborea, son abundantes helechos, arbustos, gramineas, produce tambien frutas como papa-

ya, piña, cítricos, paltas, maíz, café y algunos productos de panllevar, aunque sólo para el consumo.

La ganadería es pobrísima, casi no hay ganado vacuno, la crianza de algunas de ellas se circunscriben a las altiplacies de la mina Titán; para el consumo local que aún son muy insuficientes se crian algunos animales domésticos como aves de corral, cerdos.

Región Rupa Rupa

Se ubica entre los 400 y 1000 m.s.n.m., en esta parte el clima es cálido y húmedo; pero en las noches de invierno se tiene la sensación de frio, aunque con menor intensidad que en la región anterior. Esta región se encuentra al NE del área de trabajo circunscrita a los valles de Huari Huari apartir de Másiapo y en el valle de Tambopata aguas abajo de Yanamayo, y en el rio Lanza.

La vegetación es arbórea y de matorrales tropicales se caracteriza por la abundancia de dos variedades de helechos; helecho común de aproximadamente un metro de altura y helecho arborea que miden más de dos metros cincuenta centímetros de altura, palmeras, enrredaderas de toda clase, caña gruesa (Guadua) o tocoro, cascarilla (Cinchona micrantha), palo santo (Tridaris), Ficus o Layo y Chilina. Además, arboles de Beno Beno del género pimentelia, caña brava (Ginerium Sagutale), palo de balsa (Ochroma Piscatoria), Zarzaparrilla.

La agricultura está poco desarrollada produce sólo para el consumo local entre ellos se tiene arroz, caña de azucar, productos oriundos como la bituca, maíz; la mayor producción es de café, y cítricos como naranja, mandarinas, y toronjas.

A diferencia de las regiones anteriores esta región consta de una fauna muy variada y abundantes sobre todo de aves y miles de pájaros canoros multicolores; paujil (mita mita) pava de monte, gallito de las rocas o tunque (rupicola peruviana), paucar, guacharo o lechusa de las grutas (Steatornis caripensis), loros, guacamayos, tucanes pihuichos. venados, sajinos, algunos reptiles y ofideos.

La ganadería no existe, consta solo de aves de corral, porcinos, insuficientes para el consumo local, equinos empleados como bestias de carga.

Capítulo III

ESTRATIGRAFIA

La estratigrafía de los cuadrángulos en estudio están constituidos principalmente por pizarras, cuarcitas y/o areniscas, cubierto por depósitos aluviales. Las edades están comprendidas entre el Ordovícico y el Holoceno como se puede ver en la Tabla N° I. las rocas ordovicianas forman la base de la secuencia estratígráfica.

La unidad litoestratigráfica más antigua es el Grupo San José compuesto esencialmente de pizarras, cubierto en aparente concordancia por metalutitas, seguida por una secuencia de estratos de cuarcitas interstratificadas con pizarras cuarzosas, sedimentos flichoides que constituyen la Formación Sandia y lutitas pizarrosas de la Formación Ananea. Además, sedimentos limo-areniscosos, conglomerados que afloran hacia el norte del cuadrángulo denominados Formación Yanacocha y Titan.

Los depósitos Plio-Pleistocénicos y recientes afloran en áreas restringidas formando terrazas antíguas y depósitos recientes. En su conjunto, estos sedimentos forman el flanco nororiental de la Cordillera Oriental el que a su vez están fuertemente disectados por la acción erosiva de los ríos Sandia-Huari Huari, Tambopata y otros afluentes menores.

3.1 PALEOZOICO

El Paleozoico es ampliamente conocido casi en toda la Cordillera Oriental del Perú por su litología aparentemente similar. En el Sureste del Perú sus afloramientos son amplios de tal forma que en el área de estudio cubre la totalidad de los cuadrángulos de Sandia y San Ignacio, constituye las rocas más antiguas del área de edad Ordoviciano (Paleozoico Inferior) cartografiados como Grupo San José integrado por las formaciones Iparo y Purumpata, litológicamente compuesto por sedimentos de facies pizarrosas, pelíticas y metalutitas, sobreyacen a ellas las formaciones Sandia y Ananea de secuencias flichoides y pizarras que en su conjunto están plegados y fallados.

PALEOZOICO INFERIOR

Grupo San José

Inicialmente G. Laubacher (1978) describió como Formación San José, a una secuencia de sedimentaria que se encuentra extensamente distribuida y que tiene una estensión y que continua hacia el sector NO y SE del área de trabajo. Tambien, fue reconocido por Douglas (1932), Dávila y Ponce de León (1971) en los rios Quitari e Inambari.

Durante los trabajos de campo se ha observado que la gruesa secuencia de pizarras con algo de cuarcitas se diferencia de su parte superior dado su litología más fina y grosores considerables (metalutitas), adicionalmente de fauna graptolítica muy marcada, estas se le ha denominado Formación Iparo y Formación Purumpata, respectivamente.

Formación Iparo

Los afloramientos bien expuestos se encuentran en las inmediaciones de la localidad de Iparo de donde proviene su nombre. Su extensión abarca desde aproximadamente a un Km. al sur de la intersección del rio Sandia con el rio Garita (8424.8-456) y las coordenadas (8434-468) aguas abajo del rio Sandia. Está cortada casi perpendicularmente a la estratificación por el rio Sandia, el cual demarca una franja cerca de diez kilómetros de ancho; la estratificación así replegada está orientado de NO-SE y constituye la base de la secuencia estratigráfica del área de trabajo (Tabla Nº I).

Desde el punto de vista litológico, ésta se caracteriza por ser casi monótona, y su coloración ligeramente variable entre gris a negra y de granulometria fina a de grano fino, es por lo general muy piritosa y limosa, su coloración negra en algunos casos indica la presencia de materia orgánica en los estratos.

En cuanto a la pirita es muy común encontrar buen espesor de estratos pizarrozos de grano fino que contienen pirita como por ejemplo en el puente Yuncacoyac (8440.4-459.5) las pizarras lajosas contienen pirita cúbica más o menos de 5 mm entre los planos de estatificación a diferencia de la pizarras que se encuentran en el rio Patahuaroc (8449.4-453.5) donde la pirita cúbica de más o menos de 2 a 3 mm se encuentran entre la masa de las pizarras lajosas.

El plegamiento y fracturamiento debido al tectonismo intenso muestra a esta Formación extensamente expuesto y cortado por los rios Sandia-Huari Huari y Tambopata que a pesar de ser profundos no se ha encontrado el subtrato subyacente.

Entre el rio Azalaya y Puente de San José se ha estimado la siguiente sección de la base al techo.

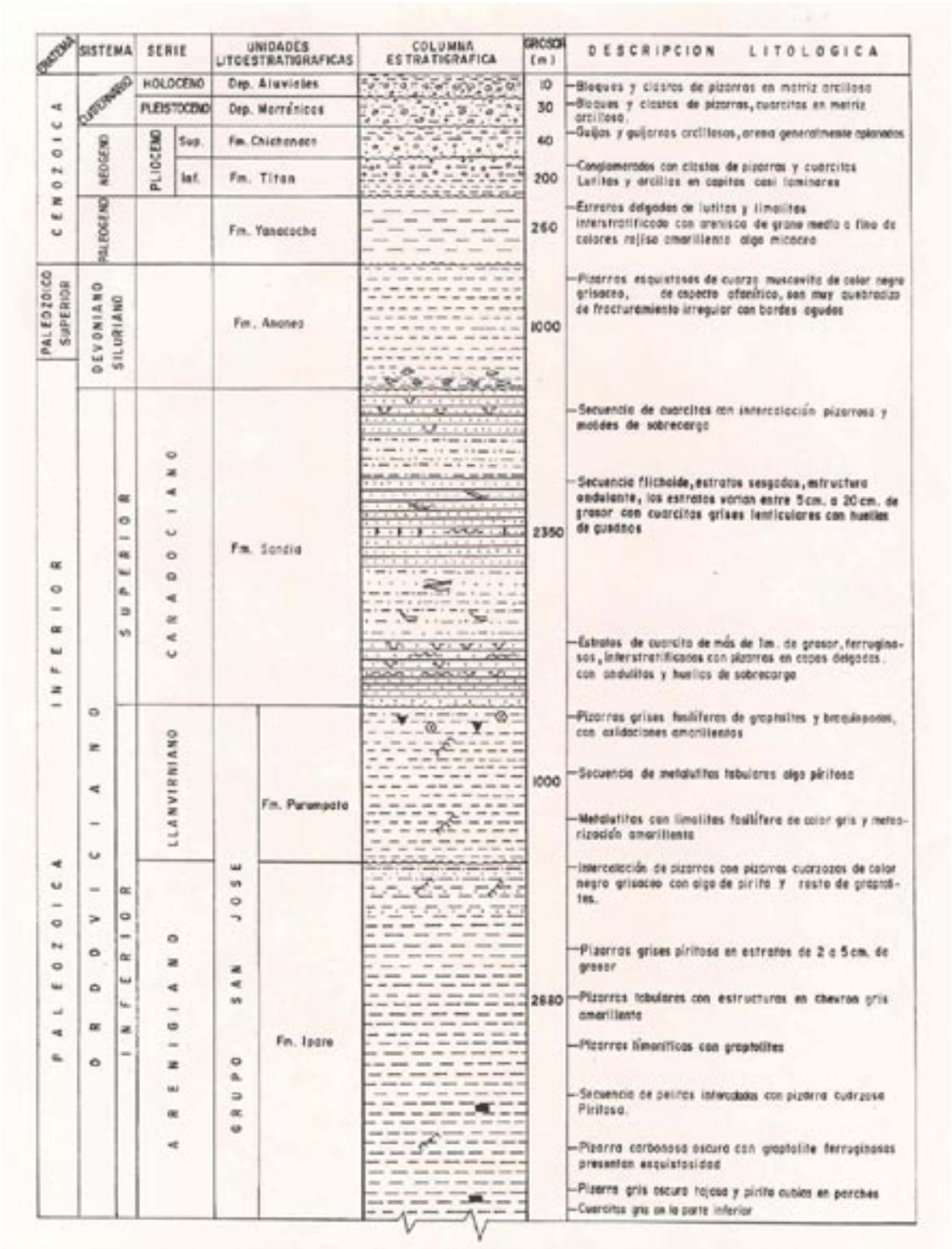


TABLA I.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA DE SANDIA, SAN IGNACIO

Base cubierta espesor (m)

Pizarra negra piritosa en estratos delgados bien definidos de color gris y de grano muy fino, intercalada con estratos de 2 a 10 cm. de cuarcita gris - blanquecina y escasas venillas de cuarzo. 20.00

Pizarra negra grisacea con diseminaciones limoníticas, de aspecto másivo con estratos no bien definidos. 30.00

Pizarra negra maciza intercaladas con arcillas lutáceas con meteorización leve,hacia la parte superior - estratos gruesos de lutitas negras, duras másivas con débil diseminación de pirita milimétrica, y un estrato delgado de pizarra con interstratificación de laminillas de pirita 350.00

Pizarra grisácea de aspecto cenizoso (meteorización química?), coniene oquedades elongadas algo aplana das lixiviadas de aproximada mente 3 cm de largo por 1 centímetro de alto, algunas de ellas son de forma rectangular, esta lixiviación o meteorización química le da a la superficie rocosa un aspecto cenizo - adheridas a la roca por las sales blanquecinas que algunas veces se tornan amarillento rojizo,las frac turas limonitizadas varian de color amarillento, anaranjado y rojizo 200.00

Pizarra marrón sucio en fractura fresca gris a gris - blanquecina con tonalidades verdosas de estratificación laminar pero de fracturamiento anguloso, en estratos 50 cm a 1 m 150.00

Pizarra gris laminada, contiene micas bien finas de color blanquecino plateado, algunas de ellas óxidadas, tienen cavidades redondeadas débilmente elongadas de tamaños milimétricos, entre sus fracturas se deposita sales blanquecinas amarillentas 100.00

Pizarra de grano fino a de grano fino de fracturamientoastilloso 80.00

Pizarra con pirita granular másiva de 2 cm por ½ cm en el mismo plano de estratificación y diseminación fina de pirita cristalizada 150.00

Pizarras con esporádicas láminillas de cuarcita. 100.00

Pizarras laminadas, diaclasadas con algunos brazos de graptolites, presenta estructuras de carga con parches de pirita menor que 2 cm de diámetro en las rizaduras de los estratos, presentan un débil a moderada esquistosidad 100.00

Pizarra con fuerte diseminación y en diminutos parches de pirita, seguido por estratos de más o menos 30 m. de espesor no contienen pirita, le siguen pizarras piritosas ligeramente más oscuras que la anterior 250.00

Pizarra laminada grisacea de grano muy fino. 100.00

Pizarra laminada gris clara que se fracturan en bloques de estratos en promedio de 50 cm. 100.00

Pizarra fracturada en lajas con graptolites 100.00

Pizarra con bandas delgadas de cuarcita lenticular de 2 a 3 mm de espesor. 50.00

Pizarra con laminillas milimétricas y nódulos de cuarzo también milimétricas 150.00

Pizarra carbonosa arenosa con moldes cúbicos disueltos, astilloso y laminar. 100.00

Pizarra carbonosa, la pirita está como finas laminillas y finamente diseminada, fracturamiento en capitas laminares y astilloso con pizarra gris blanquecina y algo rojiza y cenizoso. 450.00

Pizarra laminar maciza negra grisace 250.00

2880.00

Techo Formación Purumpata

En la estimación del espesor no se ha considerado las áreas cubiertas y se ha conseguido determinar un nivel guia.

Como se puede observar en el espesor estimado a lo largo de toda la secuencia, la litologia es monótona. Sin embargo, lo más destacable es la presencia de pirita, la que se presenta bajo tres formas: diseminada dentro de la masa rocosa; cristalizada en el sistema cúbico, algunos de estos cristales actualmente presentan ligeramente formas romboédricas como se puede ver esquematizada en la Lámina II b . En la foto N° 3 se puede ver a la pirita dentro de una masa pastosa de color gris en forma de parches de pirita critalizadas dentro de una mancha grisácea, tal mancha en proceso de lixiviación da colores amarillento y grisáceo; aunque en las observaciones microscópicas (foto N° 4) se puede notar que los parches de pirita no muestran proceso de alteración y se encuentra entre una masa de cuarzo acompañado de cloritas.

Una muestra de PIZARRA de CUARZO-MICAS tomada en el puente de Iparo (8433.36-460), que macroscópicamente es de color gris oscuro a negro, de granularidad de grano fino, fractura irregular, textura pizarrosa.

Bajo la observación con el microscopio se puede ver que está compuesto esencialmente por cuarzo y micas. Como minerales accesorios se encuentran minerales opacos y materia orgánica; los minerales opacos tienen más o menos 5%, y se presentan intersticialemente y en laminillas; materia orgánica 10%.

Foto N° 3 Concentración de pirita en sedimentos de la Fm. Iparo.

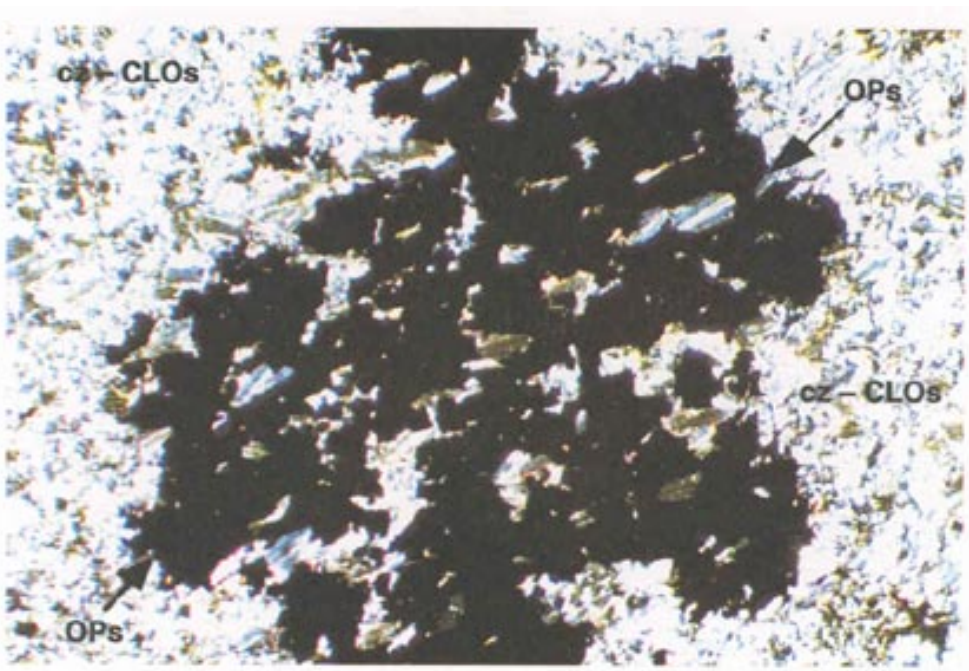


Foto N° 4 Aumento 150 x.
Opacos (OPs), cloritas (CLOs), cuarzo (cz).

Los granos y agregados de micas tienen formas redondeadas a subredondeadas, también puede encontrarse intersticialmente y en capitas, tiene estructura bandeada (bandas claras y oscuras). Las bandas claras lo constituyen el cuarzo y los oscuros la materia orgánica como se puede ver en la foto N° 5. Además, se caracteriza por presentar microplegamientos en sectores y con engrosamiento axial.

Otra muestra de pizarra tomada pasando el puente de Iparo (8431.8-464.5) en una secuencia de pizarras macizas y bien estratificadas de fracturamiento en lajas, presenta bandas grises oscuras intercaladas con bandas gris claras con tono verdoso, entre capas o fracturas ocurren costras de óxidos de fierro. Además, finas venillas de limonitas y cuarzo, con este último forman bandas blancas que alternan con las anteriores formando bandas oscuras, a su vez estas se hallan cortadas por finas venillas de cuarzo. Las micas se encuentran orientados en la matriz; sus formas son euhedrales a subhedrales. Los granos de cuarzo que se encuentran en la matriz están redondeados a subredondeados; aquí pueden distinguirse trazas de apatita euhedral incluidos en el cuarzo.

Tanto las bandas claras (cuarzo) y bandas oscuras (micas limonitas) estan cortadas por finas venillas de cuarzo, las mismas que se encuentran como granos euhedrales a subhedrales formando una matriz orientada, los granos de cuarzo son redondeados a subredondeados, se pueden distinguir trazas de apatito en los granos de cuarzo.

Las observaciones al microscopio indican que la roca presenta una textura bandeada porfidoblástica y la mineralogía compuesta de micas 70%, materia orgánica 15%, cuarzo 10 a 15%, opacos, cloritas y apatito.

A medida que se sube en la secuencia la granulometría de grano fino o parcialmente de grano fino persisten y los minerales están constituidos por cuarzo, micas y materia orgánica y cerca al contacto con la formación suprayacente los minerales accesorios consisten de cloritas, opacos plagioclasa y rutilo.

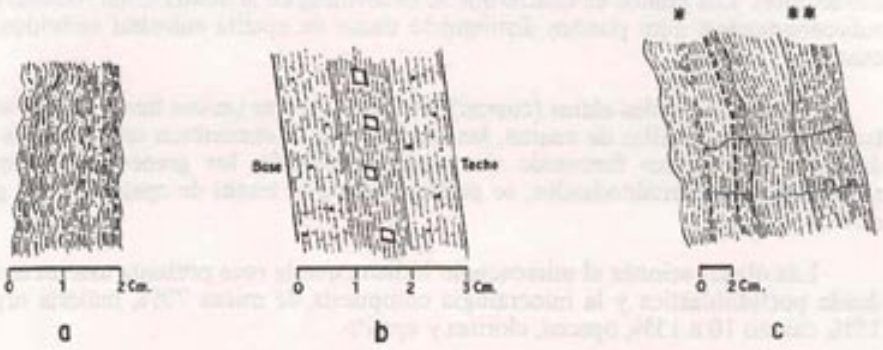
Se encuentran otros agregados de granos de cuarzo que rodean a porfidoblastos de opacos.

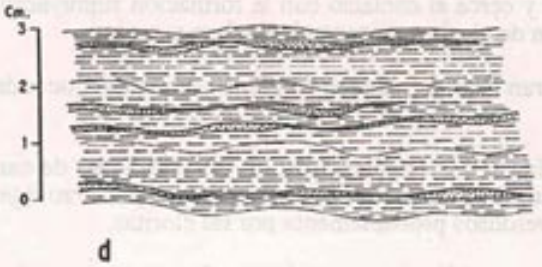
En la Lámina II c, se esquematiza las observaciones de campo como se puede ver las bandas claras (*), constituidos por las micas y cuarzo ligeramente ondulados, presentan tonos verdosos probablemente por las cloritas.

En los esquemas (d) y (e) se pueden ver las estructuras microscópicas ondulantes y de naturaleza lenticular. Las bandas oscuras mayormente de material orgánico y las bandas claras de cuarcita con microclastos de la misma.

El contacto con la unidad estratigráfica suprayacente no está bien definida debido a la

SECUENCIA SEDIMENTOLOGICA APROXIMADA DE LA FORMACION IPARO





a.- Flysh gneisificado en capitas laminares y ondulados

b.- Piritas romboédricas y diseminadas, en las capas superior e inferior de pizarras con pirita diseminada

c.- Pizarras gris blanquecinas con bandas de cuarzo (*), ondulados y pizarras negro grisaceo (* *) muy debilmente ondulada

d.- Finas Laminillas de cuarcitas en láminas delgadas de pizarras

e.- Similar que la anterior, pero con microclasto de cuarcita. Estas laminillas son muy debilmente ondulado

LAMINA - II

cubierta aluvial, vegetación y también al ligero contraste litológico que muestran tanto la formación infrayacente como la suprayacente.

La edad y correlación al no contar con ningún método determinativo por el momento. La edad de esta Formación se ha determinado en base a la fauna fosilífera obtenida a lo largo de toda la secuencia estratigráfica, la que podría estar definida por la presencia de los especímenes graptolíticos.

La parte más baja de la secuencia podría quedar determinada por el especímen Didymograptus v. deflexus HARRIS de edad Arenigiano Inferior y el techo determinado por el especímen Didymograptus (expansograptus) birundo SALTER de edad Arenigiano Superior.

Así, también acompañando a los especímenes mencionados se tiene el graptolite Tetragraptus aproximatus NICHOLSON asignado en forma general al Arenigiano y otros no confirmados de la misma edad como los especímenes Didymograptus serratus (HALL), Didymograptus (Expansograptus) nitidus (HALL).

El graptolite Tetragraptus quadribrachiatus (HALL) podría considerarse el más común. Se han encontrado hasta en cuatro lugares aunque no necesariamente puede indicar en el mismo nivel y el Dichograptus octograptus (HALL) considerado ambos de edad Arenigiano Superior.

Están también presentes graptolites de rango amplio dentro del Ordoviciano Inferior como el Isograptus cf. Iforcipriformis (RUEDEMANN) de edad Arenigiano Llandeiliano y el Loganograptus logani (HALL) de edad Arenigiano Llanvirniano.

Finalmente, se han reportado graptolítes: Tetragraptus sp, Isograptus sp; Ptilograptus? sp., Dicranograptus sp. Los dos primeros de edad Arenigiano Superior y Arenigiano, respectivamente, y los dos últimos considerados de edad Ordoviciano inferior. Consecuentemente la edad de esta Formación, podría estar en marcado dentro del Arenigiano.

Esta Formación aflora en la localidad de San José y hacia el norte de la misma, aún mejor expuesta se encuentra en el rio Tambopata, entre San Juan del Oro y Purumpata de donde proviene el nombre de la Formación.

El contacto con la formación infrayacente no se observa claramente. Sin embargo, se considera que descansa en ligera discordancia sobre la Formación Iparo, caso similar sucede con la formación suprayacente, con la cual debido al contraste litológico es más evidente el contacto superior; por lo que se considera que infrayace en aparente discordancia a la Formación Sandia.

En forma general esta formación está comprendida de secuencias pizarra arcillosas,

metalutitas y limolitas; estas últimás se caracterizan porque son de estratificación no muy bien definida debido a que es fácilmente meteorizable y más que todo por la deformación de los estratos debido a los efectos tectónicos. Finalmente, la secuencia litoestratigráfica de esta formación culmina con una alternancia de pizarras y areniscas.

El espesor estimado para esta formación es de 1000 m. Aflora ampliamente orientado de NO-SE, mejor expuesto hacia el sureste de la hoja, entre Purumpata y San Juan del Oro.

A diferencia de la formación anterior presenta una meteorización característica dejando superficies cenizosas, deja suelos de fácil maniobrabilidad que por lo general es aprovechado para la agricultura entre Yanahuaya y San Juan del Oro, está fuertemente fracturado y rellenadas de limonitas bien cementadas, comunmente en fracturamiento fresco es astilloso o en lajas muy pequeñas, en forma general la secuencia es de color gris blanquecino a marrón amarillento, intercalados con estratos negros de materia orgánica que contienen esporádicos granos diseminados de pirita, pero de mucho menor cantidad que la Formación subyacente también contienen horizontes bien estratificados con fracturamiento o fisibilidad de los estratos en forma de lajas.

En el área de Purumpata donde se encuentran las mejores exposiciones no se ha podido definir la base de ésta Formación debido a la inaccesibilidad, cubierta aluvial y vegetación a diferencia del área de San José donde las pizarras de la Formación Iparo que tienen algunas laminillas de cuarzo son fuertemente lajosas y de una consistencia más dura pasan a una secuencia de pizarras grisacea blanquecinas, en fractura fresca todavía se puede ver manchas negras y por intemperismo se hacen más fisibles, una sección estimada sobre el rio Huari Huari aguas abajo, a partir del puente de desvio Másiapo y San Juan del Oro, y complementado con los datos tomados sobre la carretera entre el Puente de San José y el Abra Maroncunca, permiten estimar la siguiente sección:

Base Formación Iparo	Espesor (m)
Pizarra areniscosa a limolítica en capas delgadas negra grisacea graptolíticas.	50.00
Metalutitas laminares de color gris blanquecino a negro,contiene en forma errática algunos estratos de pizarra areniscosa de más o menos 1 m. interca lados con horizontes delgados de limolitas	350.00
Pizarra limosa blanco grisacea de apariencia cenizosas, fragil, fracturamiento astilloso, al tacto es suave de aspecto ceroso, algunas micas aprecia bles a la lupa	50.00
Lutitas grisaceas en laminillas con restos de graptolites mal con servados le sigue secuencia de lutitas pizarrosas algo nodulosa,	

gradualmente hacia la parte superior los estratos fuertemente fracturados presentan bloques pequeños de 10 a 15 cm de color negro que cambia a un color gris blanquecino, estos tambien son débiles y frágiles (no se puede obtener muestras con facilidad), intemperiza en nó dulos ovalados que al fracturarse muestra la parte central del nódulo de color negro grisáceo mientras que al contacto con el medio ambiente es amarillento blanquecino, ésta característica tambien se observa en el intemperismo de las fracturas pequeñas, otra característica es que son de un peso liviano. 300.00

Lutitas pizarrosas fuertemente astilloso fosilíferas, en la parte superior muy dificil determinar la estratificación 250.00

1000.00

Contacto superior Formación Sandia

El estudio petrográfico de una muestra tomada a 100 m. pasando el puente San José camino a San Juan del Oro, macroscópicamente se trata de una roca de color gris blanquecina con granularidad de grano fino y de textura granoblástica, observaciones hechos con el microscopio indica que está constituido esencialmente de micas 70 % y cuarzo 25 % como minerales accesorios cloritas 5 %, limonitas, opacos en forma de trazas. Como se podrá ver en la foto N° 6. las micas se presentan en capitas delgadas con cierto paralelismo con bandas blancas de cuarzo. Además el cuarzo ocurre rellenando intersticios y los minerales opacos se presentan intersticialmente. Debido a su grado de metamorfismo se le considera como una METALUTITA.

Otra muestra de pizarra de aspecto limoso tomado en la parte media de la secuencia más o menos a 400 m. de la base, macroscópicamente es una roca de grano muy fino, color gris oscuro, mediante la observación microscópica se ha determinado que está constituido de más de 60 % de cuarzo, 15 % de materia carbonosa y como minerales accesorios contienen 10 % de arcillas, 8 % de micas y 5 % de calcita.

La muestra tomada en el punto (8432-471.5) al Sureste de Quiquira, tambien se trata de una metalutita; pero este se caracteriza por ser de un color marrón claro a crema que se intercala con capitas gris oscuras también de grano muy fino, como se muestra en la foto N°7, la textura es microgranoblástica, en este caso las micas alcanzan un 84 %, el cuarzo es de 15 %, los minerales accesorios son menores que 1 %, los opacos están como trazas.

Como se podrá ver en esta parte las rocas tienen predominio de micas, las pseudomorfas cúbicas diseminadas de limonitas podrían ser reemplazamientos a la pirita.

La otra característica saltante de esta muestra es que las limonitas tiene pseudomorfas cúbicas diseminadas y muy pequeñas (<0.005 mm), a diferencia de lo que se muestra en la fotografía anterior (6) en esta es evidente la intercalación de bandas blancas de cuarzo con bandas oscuras carbonosas y limonitas dentro de la cual está presente la pirita como intersticialmente.

Una muestra tomada en el punto (8430.3-474.2) camino a la abra Maroncunca es de color gris oscuro, de grano fino, y observaciones hechas con el microscopio nos indica que contiene 62 % de cuarzo, 15 % de materia carbonosa, como minerales accesorios la mica 8 %, asimismo la calcita 5 %, arcillas 10 %. Se caracteriza esta muestra por tener casi el 20 % de los tamaños de cuarzo que fluctúan entre 0.01 a 0.05 mm. y el 80 % es menor que 0.01 mm; tanto el cuarzo como la materia orgánica forman microestratos en los cuales en unos predominan el cuarzo, mientras que los otros la materia orgánica. La muestra ha sido diagnosticada como PIZARRA LIMOSA.

Finalmente, la muestra tomada en el abra de Maroncunca (8429.6-476.6) es de color gris y de grano fino contiene como mineral esencial cuarzo <88 %, minerales accesorios muscovita 4 %, materia carbonosa 3 %, micas 2 %, opacos 1 %, tanto el zircón como la epídota están como trazas.

Los granos de cuarzo como se podrá ver en la foto N° 8 son angulosos a subredondeados, se encuentran cementados por arcillas y la materia carbonosa. Además, el cuarzo es microcristalino y los opacos se encuentran en la matriz.

La edad ha sido determinada en base a la posición estratigráfica que yace sobre sedimentos de edad Arenigiano, pero principalmente por su contenido fosilífero.

La fauna fosilífera presente en esta Formación es de ambiente marino y de hábitat planctónico y bentónico.

Para la determinación de la edad de la Formación se ha tomado en cuenta la abundante fauna graptolítica encontrada en ambos valles de Sandia-Huari Huari y Tambopata (para mayor información, ver apéndice paleontológico). Asimismo, la litología reconocido por su modo de meteorización.

En las inmediaciones del puente San José se encontraron los siguientes especímenes: Glossograptus hincksii (HOPKINSON), Amplexograptus confertus (LAPWORTH), Climacograptus tubuliferus (LAPWORTH) de edad Llanvirniano. Tambien se han encontrado especies como el Didymograptus sp. artículos de crinoideos indeterminados de hábitat bentónico y otro especimen del mismo hábitat Nanorthis cf.N. (HARRINGTON) de edad Ordovícico Inferior?.

Foto N° 5 Aumento 75x.
Micas (MCs), cuarzo (cz), opacos (OPs).

Foto N° 6 Aumento 150x.
Micas (MCs), cuarzo (cz), opacos (OPs).

La fauna marina mayormente de hábitat planctónico colectado entre el poblado de Másiapo y el paraje de Camaron está constituido por los siguientes especímenes Tetragraptus serra (BRONGNIART), Glyptograptus cf. G. austradentatus (HARRIS & KEBLE), ambos de edad Arenigiano sup. Llanvirniano inf. y el especimen de rango más amplio Glyptograptus cf. G. shelvensis (BULMAN) de edad Arenigiano superior-Llandeiliano, y finalmente el especimen de hábitat bentónico Ogygiocarella cf. O. de buchii (BRONGNIART) de edad Llanvirniano superior.

En el valle de Tambopata entre el Sur del poblado de San Juan del Oro y el punto (8418.8-477) sur de Purumpata la fauna marina colectada en su mayoría son de hábitat planctónico y bentónico, (mayor información en el apéndice paleontológico).

Entre los especímenes de hábitat bentónico tenemos el Hypermecaspis cf. H. boliviensis (BRANISA), porterfieldia cf. P. contayensis (HUGHES), schizocrania filosa (HALL) y las especies Ogygiocarella sp. Ctenodonta sp. todos de edad Llanvirniano a excepción del último que se considera de edad Ordovícico medio, también se encontró la especie de rango amplio Lingulella sp. de edad cambriano-Ordoviciano, y el especimen Nanorthis cf. N. grandis (HARRINGTON) de edad Ordovicico Inferior.

Los especimenes de hábitat planctónico son los más abundantes entre ellos tenemos : Dicellograptus cf. D. elegans elegans, Dicellograptus cf. D. pumilis (LAPWORTH), Gliptograptus dentatus (BRONGNIART), Didymograptus murchisoni (BECK), Glossograptus cf. G. holmi (BULMAN), Amplexograptus confertus (LAPWORTH). Todos de edad Llanvirniano.

Entre la fauna mencionada también se ha encontrado las especies siguientes: Dicellograptus sp, Didimograptus sp, Orthograptus sp, generalmente datadas como de edad Ordoviciano y la especie Glyptograptus sp. de edad amplia Ordoviciano Inferior-Siluriano Inferior y la especie Endoceras sp. de edad Ordoviciano medio a superior de hábitat Nectónico?.

Finalmente podemos decir, que también están presentes los especímenes Climacograptus tubuliferus (LAPWORTH) Glyptograptus euglyphus pygmaens (RUEDEMANN) de edad Llandeiliano inferior y superior respectivamente.

El especimen de más difusión en el área de trabajo es el Glossograptus hincksii (HOPKINSON) el cual se le ha encontrado en tres lugares distintos.

Teniendo en consideración la gran cantidad de fauna graptolítica que tiene un rango Llanvirniano-Caradociano asi como su relación estratigráfica con los estratos infrayacentes, esta formación se considera de edad Llanvirniana. Esta Formación se podría correlacionar con Grupo Excelsior que describe J. Paredes en el cuadrángulo de Jauja. El reporta fauna de edad Llanvirniana en la base este Grupo.

Formación Sandia

Denominado como tal por Laubacher (1978) a una secuencia flichoide interestratificada con pizarras y cuarcitas que aflora entre Cuyo Cuyo y las inmediaciones de Sandia y que se extiende ampliamente hacia el NE del cuadrángulo de Sandia. Esta Formación ocupa una gran extensión en el área de trabajo, se encuentra fuertemente plegada y fallada. La mayor exposición aparentemente contínua que se encuentra entre Cuyo Cuyo (hoja de Limbani) y las inmediaciones de Queluma se debe más que todo por la repetición de estratos por la posición echada de sus estratos y el fuerte tectonismo soportado G. Laubacher (1978).

En el presente estudio se mantiene el nombre de la Formación Sandia, a pesar de que sus afloramientos son bien extensos que cubren ampliamente el Norte, Noreste y Sureste del cuadrángulo de Sandia, asi como en el cuadrángulo de San Ignacio.

La vegetación que las cubre no ha permitido seguir la sucesión estratigráfica, pero con estudios posteriores de detalle se podrá hacer mejores precisiones dentro de esta Formación, así como con la litología relativamente diferenciables (macroscópicamente) con la secuencia sedimentaria superior. A pesar de su gran extensión en el lado Nororiental no se ha encontrado la base de la Formación, pero si contactos fallados con la Formación Iparo.

Debido a la ubicación morfoestructural del área de trabajo y de la litología de la que están constituidos la cubierta superficial, a medida que se desciende de altitud gradualmente se hace más intensa, es decir de mayor espesor; dado al clima que favorece ambos a la meteorización y la abundancia de vegetación, por esta razón tanto los contactos infra y suprayacentes no son fácilmente observables sobre todo el contacto superior por lo que tampoco se ha determinado el espesor real de la Formación.

Para estimar el espesor de esta Formación se ha considerado la parte inferior entre el punto 8436.4-469.8 (Norte de Quiquira y Pilcopata), complementado la secuencia superior con los estratos de cuarcitas y pizarras que se encuentran entre el contacto con la Formación Iparo (Norte de Huancaluque) y el paraje de Churinga (cuadrángulo de Sandia).

La litología en general consta de una alternancia monótona de pizarras y cuarcitas de diferentes espesores. Las cuarcitas al parecer son predominantes en la base y en la parte media de la secuencia, a pesar del metamorfismo sufrido aún es posible encontrar estratos de arenisca con granos algo sueltos semisoldados de aspecto sacaroideo, donde todavía se pueden ver huellas de estratificación cruzada, estos estratos de arenisca podrían considerarse como horizontes guias, siendo así que se ha ubicado entre Huancaluque y el tunel (8408.8-449) de la carretera Sandia-Nacureque aproximadamente en cuatro lugares con caractrísticas físicas casi similares.

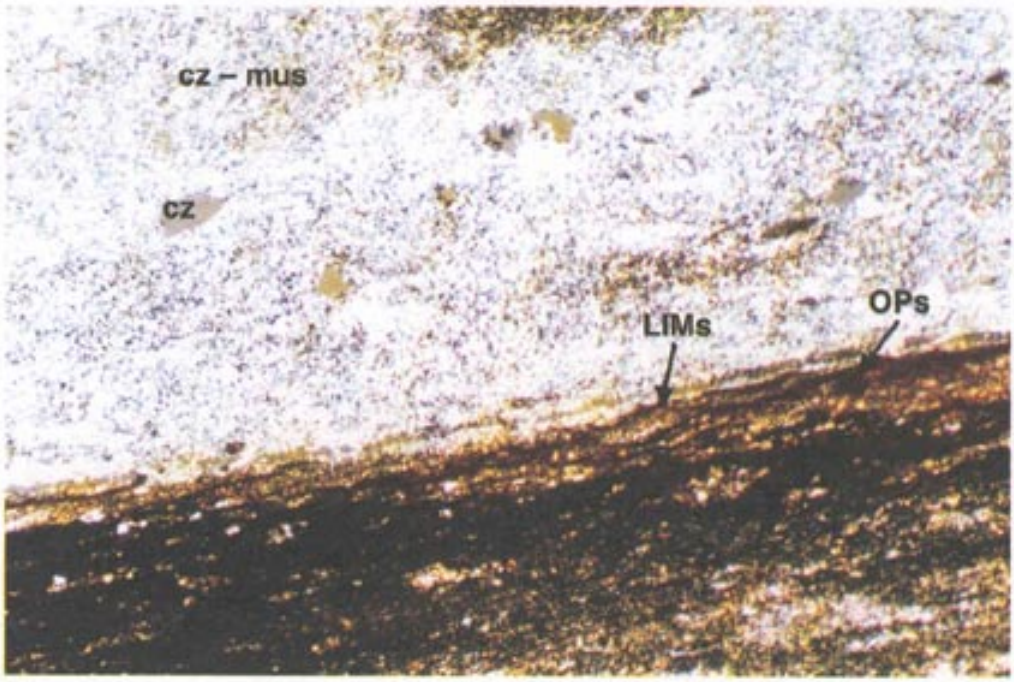


Foto N° 7 Aumento 75x
Cuarzo (cz), muscovita (mus), limonitas (LIMs).

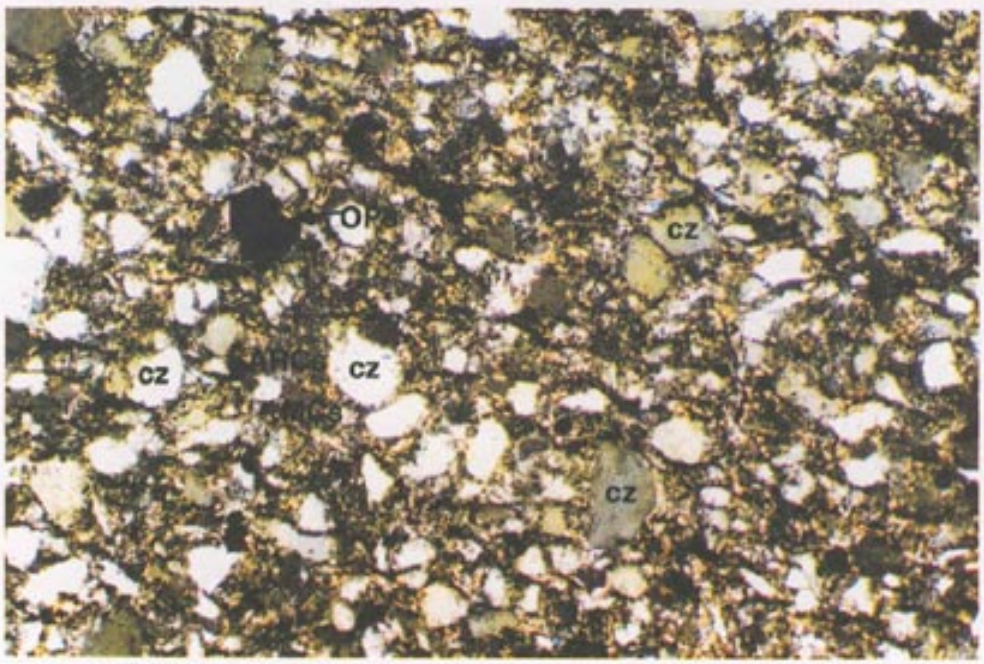


Foto N° 8 Aumento 150x
Cuarzo (cz), arcillas (ARCs), micas (MCs), opacos (OPs).

La base de la Formación sobreyace discordantemente a la Formación Purumpata en el punto 8436.4 - 469.8 a su vez en este tramo se puede ver una concordancia aparente con la Formación subyacente, además cabe indicar que, antes de llegar a éste punto existe un sinclinal pequeño y apretado en cuarcitas de la Formación en cuestión el cual no se ha tomado en cuenta en el cartografiado geológico y preparación del mapa. El techo de la Formación se considera que infrayace a la Formación Ananea, justamente en las inmediaciones del paraje Churinga de (8423 -454) y Queluma mismo.

Se han hecho varias mediciones estratigráficas, una de las cuales es la que se empezó en el punto 8436.4-469.8 al Norte de Quiquira aguas abajo del rio Sandia-Huari Huari hasta las inmediaciones de Pilcopata, de la base al techo se tiene:

Estratos cuarcíticos de apariencia másiva bien ferrujinoso, con pigmentaciones limoníticas. 40.00

Alternancia de pizarras y arcillas areniscosas marrón algo rojizo y negro grisáceo, las areniscas son de grano bien fino, a la lupa da la sensación sacaroidea,están entrecruzado por venillas de cuarzo de más o menos 3 mm de ancho, los estratos delgados de pizarra alterna con estratos de cuarcita de 10 cm de espesor 300.00

Lutitas con intemperismo astilloso y estratos de cuarcita de grano fino de color variable entre marrón a gris azulino 180.00

Cuarcita en estratos de un metro seguido de pizarras en capitas bien delgadas intercalado con estratos de cuarcita de 10 a 20 cm de espesor, color gris azulino con algunos estratos marrón por las oxidaciones, tienen superficie rugosa 250.00

Cuarcitas interstratificadas con lutitas negras, ambos delgados de 5 a 10 cm de espesor con algunos horizontes de cuarcitas másivas de 1m de espesor. 120.00

Cuarcitas en estratos gruesos de espesor variable entre 1 y 4 m de espesor interestratificado con arenisca marrón grisáceo de grano fino, algunos estratos tienen estratificación laminar. 250.00

1140.00

Sobre la secuencia cuarcítica (flichoide) se encuentran estratos gruesos de cuarcita que está bien replegada que forma una pared el cual sería por fallamiento como se puede ver en la Foto N° 9. Estas cuarcitas podrían ser equivalentes a las que afloran al Norte y Sur de Huancaluque, una vista más cerca se muestra en la foto N° 10, con la interestratificación de cuarcitas en estratos gruesos y limoarcillitas diagenizadas en estratos delgados.

Pasando Pilcopata y el caserio de Tunquimayo, se midió la siguiente sección:

	Espesor (m)
Flysh con capitas blanquesinas y espesores de 2 a 3 cm intercalados con lutitas negras que llegan a ser laminares	200.00
Cuarcita con venillas de cuarzo perpendiculares a la estratificación y algunas veces se puede encontrar cavidades con cuarzo cristalizado de forma ovoide de 5 cm x 2 cm, el espesor de los estratos es variable entre 5, 10 y 80 cm	50.00
Cuarcita másiva grisáceo en estratos gruesos	15.00
Estratos flishoides	20.00
Estratos másivos de cuarcita	4.00
Interestratificación de estratos flichoides con cuarcitas	130.00
Sedimentos flichoides que meteoriza a color marrón amarillento, con estratos delgados de cuarzo y cuarcitas en estratos másivos y delgados de 1 a 2 mts.	115.00
Sedimentos flichoides con predominancia de cuarcitas	40.00
Cubierto	200.00
Sedimentos flichoides aparecen en forma de puntones, hacia arriba aumentan las pizarras	400.00
	1174.00

Saliendo de Masiapo siguiendo aguas abajo del río Huari Huari continúa la serie cuarcítica en estratos delgados fuertemente fracturados algunos de ellos rellenados con fluidos de cuarzo como se puede ver en la foto Nº 12, apesar de ello todavía se puede observar las estructuras de carga que le dan un aspecto noduloso y óndulas. Además, los buzamientos que muestra son muy cambiantes, ya que, a 100 m de éste punto en el río Chontabamba intersección con la carretera están casi verticales y justo pasando el río (margen izquierda del río) los buzamientos son suaves es decir inferior a 40° y continuando la carretera aguas abajo por el río Huari Huari se podrá ver que los estratos de cuarcitas se hacen verticales.

Siguiendo aguas abajo por el rio Huari Huari en el punto (8443.2-475.8) antes de Padreyoc los sedimentos areniscosos contienen huellas de gusanos mal conservados entre las capas o estratos de 5 a 20 cm de espesor que parecen ser los mismos estratos que se encuentran en el rio Chontabamba mostrada en la foto N° 12, los estratos son pizarrozos areniscosos y micáceas y bien estratificadas. Sin embargo, unos metros más abajo tambien se puede encontrar rocas con meteorización redondeada.

Foto N° 10 Cuarcitas y limoarcillitas al pie de la foto anterior (corte de carretera en Pilcopata).

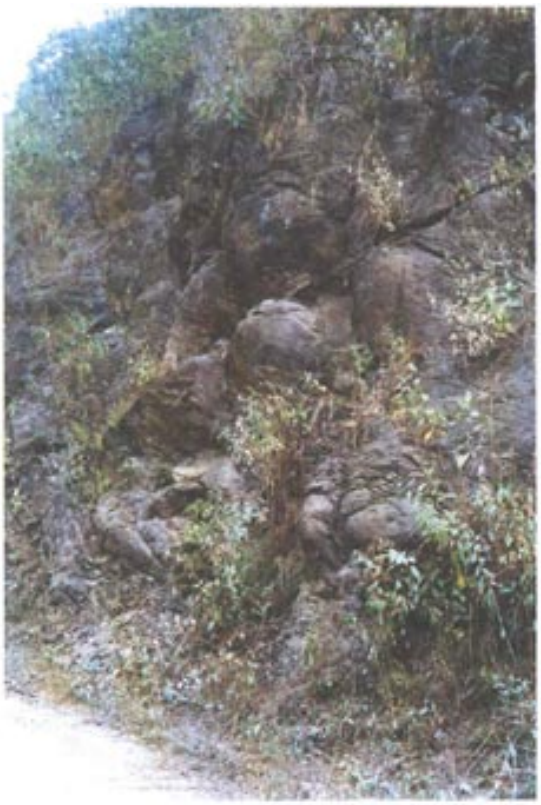


Foto N° 11 Intemperismo subredondeado de las pizarras micáceas carbonatadas (Sur de Padreyoc).

Foto N° 12 Bloque errático de cuarcita, entre la cuarcita masiva y los sedimentos flichoides en el río Chontabamba.

Foto N° 13 Cuarcita intercalada con sedimentos sericíticos al Norte de Camarón.

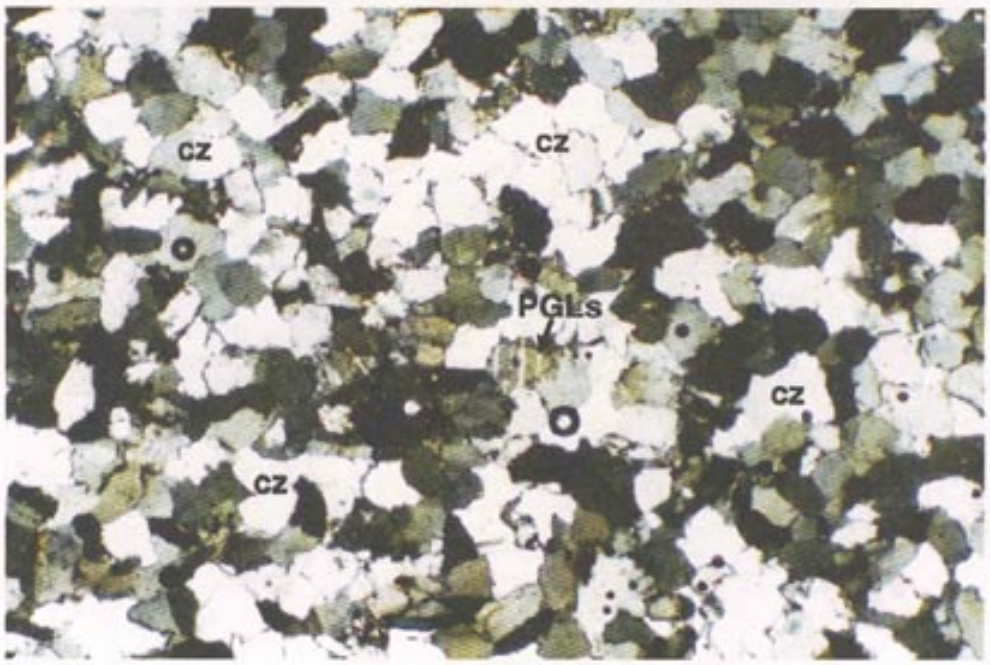


Foto N° 14 Aumento 75x
Cuarzo (cz), plagioclasa (PGLs).

Como se puede ver en la foto N° 11, dos muestras obtenidas de este afloramiento, uno de ellos de color gris oscuro, de grano fino y bandeada en capas finas, tiene una textura granoblástica, las observaciones con el microscopio se puede ver que consta esencialmente de cuarzo, micas, carbonatos y minerales accesorios de limonitas, cloritas y rutilo. El cuarzo se encuentra también en intersticios como agregados de cuarzo criptocristalino, las limonitas están presente rellenando venillas e intersticialmente formando cúmulos o granos redondeados, en algunos sectores se observa mayor concentración de carbonatos, algunas micas están cloritizados y limonitizados. La roca se trata de una PIZARRA de CUARZO, MICA, CARBONATOS.

La otra muestra es de color gris de grano fino, consta de minerales esenciales de cuarzo y sericita, minerales accesorios feldespatos, muscovita, arcillas, cloritas limonitas, anfíboles rutilo, zircon, opacos, fragmentos de chert, apatito y minerales secundarios de sericita, arcillas y cloritas. Los feldespatos están constituidos por plagioclasas y feldespato potásico, algunas muscovitas están totalmente alterados a cloritas, presenta microbandeamientos compuesto de bandas de arenisca oxidada, bandas de arenisca con muscovita, sericita orientadas en menor proporción y la muestra se trata de una ARENISCA.

Rio arriba del río Camarón, desarrollado sobre el fallamiento paralelo a la estratificación se encuentra sedimentos flichoides, de estratificación normal y con estratos delgados de cuarcita gris azulina, lenticulares, interstratificada con limoarcillitas arenosa de grano fino y color marrón, estas presentan muy esporádicamente huellas de carga.

Con similitud sedimentológica se encuentran sedimentos flichoides en el fondo del río Chontabamba (8445.8-469.4) tal como se puede ver en la foto Nº 12, se trata de un estrato de cuarcita másiva que contiene en su parte superior un bloque errático subredondeado de cuarcita entre el contacto con la secuencia flichoide, sobre estos estratos flichoides en las cuarcitas que tienen coloración marrón verdoso micaceo abundan huellas de gusano así como también las ondulas (riple mark), estas estructuras son similares en litología a los estratos de cuarcita que se encuentran a la desembocadura de este río con el Huari Huari al Norte de Másiapo.

Pasando el paraje de Camaron sigue la secuencia de pizarras y cuarcitas interestratificadas, ambos con espesores variables, las pizarras muestran estructuras tipo zebra debido a que las areniscas sacaroideas finas (sericita?) alternan con la matriz el cual le dá el color de franjas blancas y negras, las franjas blancas son lenticulares o de incipiente estructura en rosario como se puede ver en la foto Nº 13, en el punto norte del caserío de camarón (8446-478.4).

Una muestra tomada en el punto (8446-478.4) en uno de los estratos de cuarcitas de color gris con impregnaciones de óxido de fierro, grano fino, y de textura granoblástica

equigranular, la observación microscópica nos indica que está constituido esencialmente de cuarzo y feldespatos (plagioclasa y feldespato potásico); muscovita, clorita, sericita, carbonato, esfena, zircon, rutilo, fragmentos líticos (de origen sedimentario), anfíboles, opacos y arcillas todos ellos como minerales accesorios; también están presentes como minerales secundarios cloritas, sericita, carbonatos y arcillas.

La muscovita presenta cierta alineación, el rutilo tiene formás subhedrales de 90 micrones, ocurre en trazas y agregados. Además, como se puede ver en la foto N° 14, es abundante los granos de cuarzo generalmente subredondeados y erráticos granos de plagioclasa.

Otra muestra tomada aproximadamente 500 m al Norte de la muestra anterior (rio abajo de Sandia-Huari Huari), podemos ver que se trata de una metaarenisca con porfidoblastos de color blanco grisáceo con bandas negras de granularidad de grano fino porfidoblástica, tiene textura granular con granos de cuarzo en cemento sericítico-arcilloso, está constituido por minerales esenciales de cuarzo y materia orgánica y minerales accesorios de plagioclasa, sericita, micas, feldespato potásico, zircon y limonitas.

En la sección delgada se puede observar una estructura gneisica no generalizada, con bandas de micas que contienen materia orgánica (bandas oscuras), los granos de cuarzo están cementados con sericita-arcilla rodeados a su vez por material oscuro orgánico?, en la foto N° 15 la interestratificación microscópica de cuarzo y materia orgánica micácea tiene cierto adelgazamiento posiblemente debido a la sobrecarga sufrida.

En las inmediaciones de Santiagopampa afloran secuencias estratificadas y con buzamientos variado desde subhorizontal hasta semiverticales de cuarcitas blaquesinas y un estrato blanquecino de aspecto cenizoso y estratos marrónes micaceos que presentan un intemperismo arcilloso rojizo que sobreyacen a la secuencia flichoide verde a marrón que llegan hasta más al Norte del paraje de Llinquipata; en las inmediaciones de esta localidad los estratos de cuarcita gris verdosa contienen nódulos cuarcíticos.

Los afloramientos que se encuentran en el lado Suroeste del cuadrángulo de Sandia aguas arriba del río Sandia es una secuencia que tienen cierta similitud litológica que las descritas anteriormente, pero ligeramente más metamorfizado que los afloramientos del EN. Si bien es cierto ocupa una gran extensión pero no es posible tener una sección completa el cual nos permita estimar el espesor de ésta formación en base a la medición de secciones parciales la última parte o superior de la Formación se considera que se encuentra entre el punto (8424.7 - 455.7) y el caserio de Churinga, constituído esencialmente de cuarcitas Foto N° 16 compuesto esencialmente de cuarzo y cloritas, estas últimás se encuentran intersticialmente, asi mismo las micas rellenan intersticios y los minerales opacos diseminados en trazas, tambien con huellas de sobrecarga y óndulas (riple mark), como se puede ver la foto N° 17 tomada a pocos cientos de metros al Norte de Huancaluque.

Hacia el Sur de ésta localidad se puede ver el cambio macroscópico del incremento de la alternancia entre cuarcitas y micas marrón verdosas éste último va en aumento, mientras que las cuarcitas disminuyen. Una sección medida de la base al techo a dado lo siguiente:

Base, contacto fallado con la Fm Iparo espesor (m)

Estratos de cuarcitas grisáceos en estratos medianos de grano fino a afanítico intercalados con estratos de pizarra. 600.00

Arenisca de color gris y grano fino, predominantemente areniscosas y cuarcitas con algúnos estratos más delgados de pizarras, hacia el techo los estratos de areniscas y cuarcitas es casi uniforme en promedio 1m. se ven ondulas. 900.00

Cuarcitas marrón verdoso micácea. 100.00

1600.00

Techo Fm. Ananea

En la sección precedente se ha tomado muestras de cuarcitas cerca al contacto fallado con la Formación Iparo para secciones delgadas. El estudio de éstas muestran que se caracteríza por ser de grano afanítico y color gris, está constituido esencialmente por cuarzo y cloritas; minerales accesorios como opacos y muscovita como trazas.

Además, los granos de cuarzo son abundantes y tienen los bordes suturados, las cloritas están rellenando intersticios, tanto los minerales opacos como la muscovita se encuentran diseminados, en las fotos N° 18, 19, 20, se ve que los granos de cuarzo son subangulosos a subredondeados, tambien hay pequeñas incluciones de turmalina en algunos granos de cuarzo; la debil esquistocidad que muestra la roca nos estaría indicando un proceso debil de metamorfismo; los granos de cuarzo no tienen depositación decreciente, tambien podemos ver que las micas y biotitas aumentan progresivamente hacia el contacto con la Formación infrayacente.

En la parte superior las areniscas muestran grano fino de color grisáceo constituido de cuarzo y biotitas, con respecto a la muestra anterior éste tiene menos cuarzo pero si se mantiene el porcentaje de biotita y también aumentan considerablemente los minerales accesorios como muscovita y opacos mientras que la sericita y turmalina están como trazas (ver Foto N° 19).

Los minerales de micas y opacos se encuentran rellenando intersticios, las biotitas están presentes en dos estados, rellenando intersticios y mayormente como agregados, la turma lina como incluciones en algunos granos de cuarzo.

Muy cerca al contacto las micas aumentan progresivamente(ver Foto N° 20), se observa una disposición laminar aunque muy pobremente interstratificado con los granos de cuarzo que a su vez tienen ligera disposición longitudinal, también contienen escasos granos de plagioclasas; los minerales opacos (piritas) casi siempre en trazas.

Entre la localidad de Sandia y el rio Nacureque la Formación Sandia está bien expuesta pero fuertemente tectonizada, de tal forma que no se vé con claridad su real posición estratigrafica. Aparentemente forma un monoclinal de mucho grosor en el punto (8406-447). Al Sur de Aripo se encuentra en posición echada sobreyaciendo a la Formación Ananea; progresivamente los estratos de metaareniscas se hacen más delgadas e interestratifica con micaesquistos de cuarzo y pizarra. Además, las estructuras sedimentarias (óndulas, etc.) están ausentes.

Una muestra tomada al Sur del caserio de Aripo (8406-447) tiene color gris, de grano fino, el fracturamiento es irregular y de textura granular, está constituido de minerales esenciales mayormente de cuarzo subredondeados a subangulosos y micas que ocurren en capitas y agregados densos y de formás anhedrales; los minerales accesorios compuesto de plagioclasas macladas subredondeadas, cloritas ocurren intersticialmente y en capitas generalmente de forma anhedral. El zircon y opacos se presentan intersticialmente como granos anhedrales, tambien se encuentran cristales aciculares alterados a cloritas.

La muestra tomada aproximadamente en el punto (8409-449) al Norte de Aripo es de color gris oscura, de grano fino, consta esencialmente de micas euhedrales orientados ver foto N° 21 y alterados a cloritas, el cuarzo anhedral ocurre en granos, abundante materia orgánica, los minerales accesorios estan conformados por opacos subhedrales a anhedrales, las cloritas, rutilo son de formás subhedrales a anhedrales se presentan como agregados, debido a la granularidad fina sólo se puede distinguir las micas flexionadas intercalados con opacos.

A 500 m. al Norte de Chigicia se tomó una muestra bandeada grisacea de grano fino, constituido de: cuarzo anhedral y orientado; micas euhedrales a subhedrales, ver foto N° 22, los minerales accesorios son plagioclasa subhedral, los opacos están diseminados y orientados, las cloritas son anhedrales, las limonitas y el zircón se encuentran en trazas.

Durante los trabajos de campo no se han encontrado fósiles determinativos que nos permitan determinar la edad de la Formación Sandia, solamente se sabe que sobreyace a sedimentos Llanvirnianos-Llandeilianos por lo que la edad de esta Formación se considera que es de la Serie Caradociana (Ordovícico Superior), se podria correlacionar con la Formación Calapuja del área de Calapuja en el cuadrángulo de Juliaca.

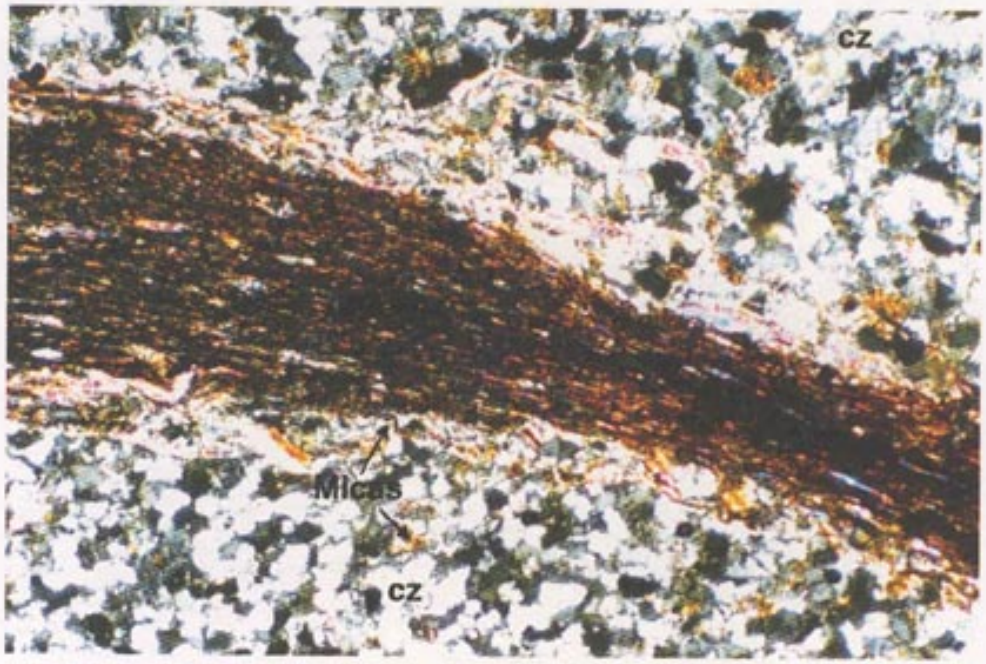


Foto N° 15 Aumento 75x
Micas (MCs), cuarzo (cz).

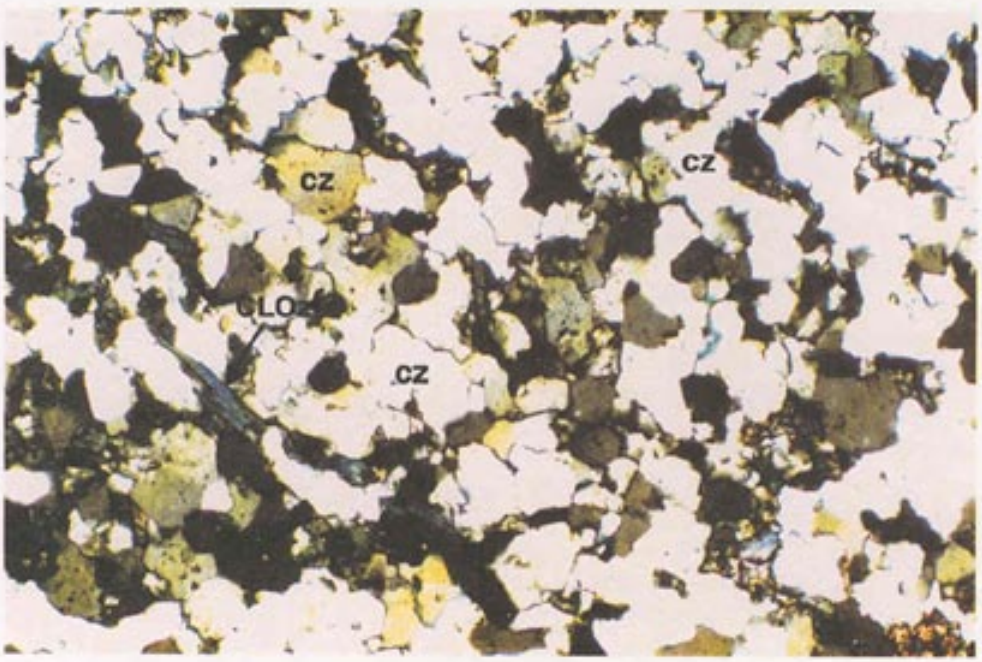


Foto N° 16 Aumento 150x
Cuarzo (cz), cloritas (CLOs).

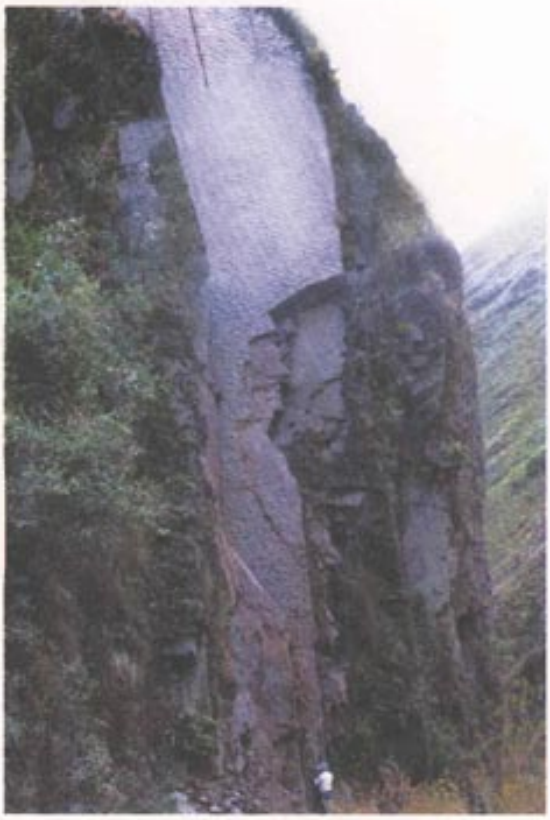


Foto N° 17 Ondulas en las cuarcitas de la Fm. Sandia, al norte de Huancaluque.

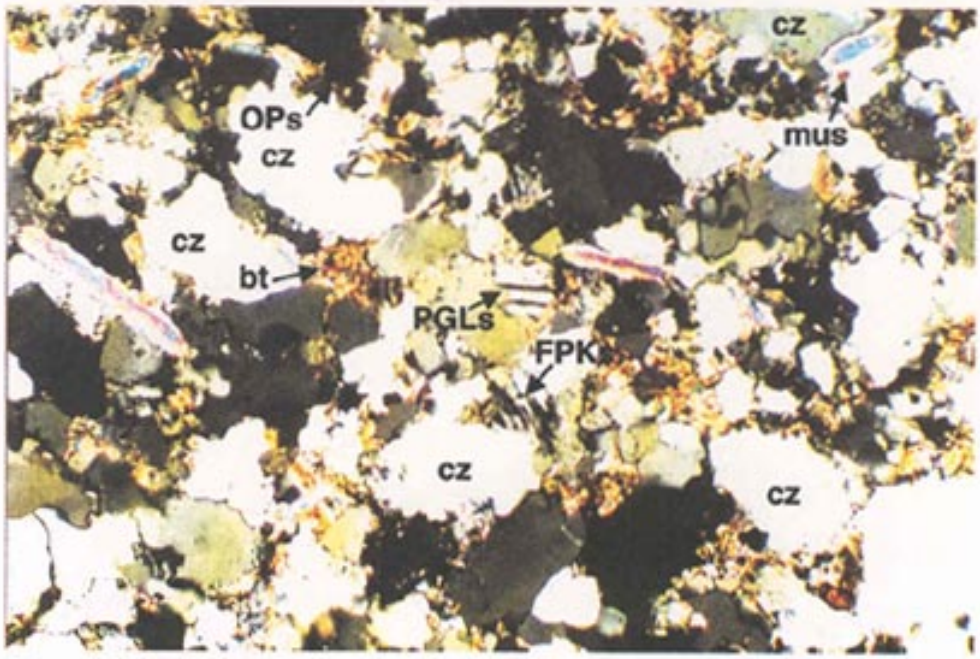


Foto N° 18 Aumento 150x
Cuarzo (cz), plagioclasa (PGLs), feldespato potásico (FPKs), biotita (bt), minerales opacos

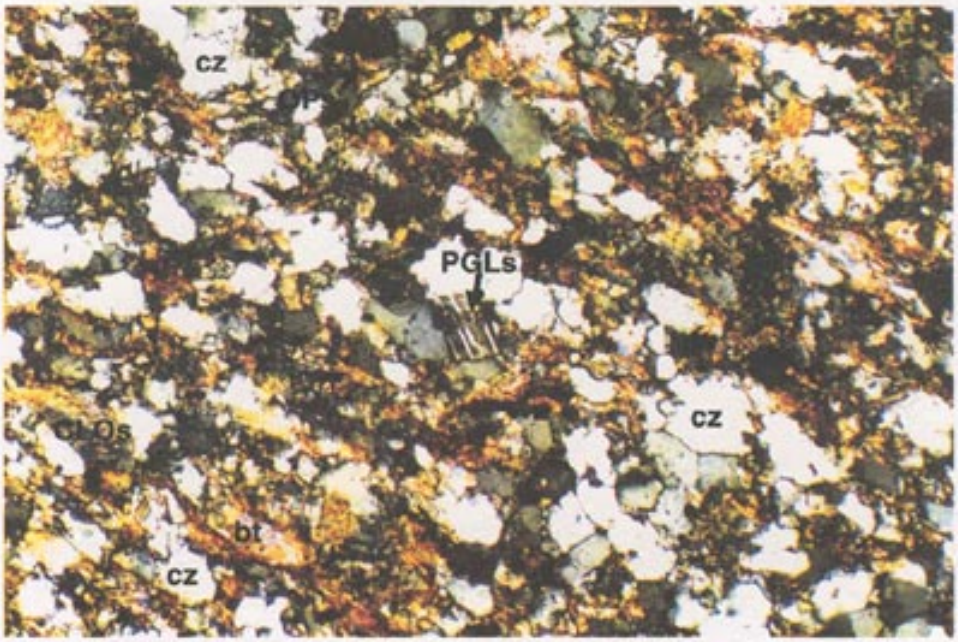


Foto N° 19 Aumento 150x
Cuarzo (cz), cloritas (CLOs), biotitas (bt), minerales opacos (OPs), plagioclasas (PGLs).

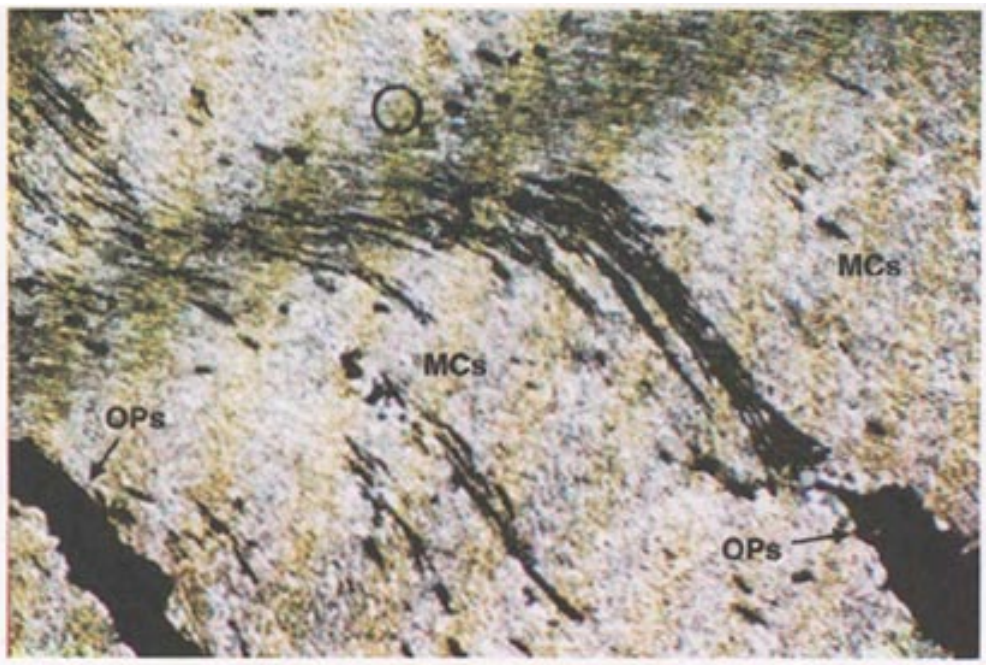


Foto N° 20 Aumento 75x
Minerales opacos (OPs), micas (MCs).

Formación Ananea

Esta Formación se encuentra ampliamente distribuida en el cuadrángulo de la Rinconada y el nombre proviene del nevado Ananea descrito inicialmente por Laubacher (1974) a una secuencia de lutitas que se encuentran entre Cuyo Cuyo y Ananea. En el área de trabajo se encuentra en los cuadrángulos de Sandia y San Ignacio y con mayor exposición en la esquina Suroeste del cuadrángulo de Sandia estructuralmente bien deformados dentro de los sinclinales que forman la Formación Sandia. Sinembargo, hacia el NE del cuadrángulo de Sandia y San Ignacio ésta Formación por lo general forma estructuras muy poco disturbadas, en el área de trabajo Laubacher (1978) lo incluyó como parte de la secuencia estratigráfica de la Formación Sandia.

En el extremo Noreste del cuadrángulo de Sandia y Noroeste de San Ignacio, los afloramientos muestran litologías monótonas compuestos de pizarras. tanto en el valle de Tambopata como en el río Lanza, debido a la homogeneidad litológica que presentan la topografía es similar.

Al NE de la hoja el aspecto físico de las rocas presentan diferencias en cuanto a su grado de meteorización debido a que fácilmente se alteran formando pequeños clastos astillosos, mientras que en el Suroeste de la misma es maciza probablemente debido al metamorfismo regional que ha soportado, originando que en las proximidades a las partes altas de la cordillera las rocas estén más metamorfizados que los sedimentos más alejados de la cordillera, por lo que su grado de erosión en las partes bajas (NE de la hoja de Sandia) están formando escarpas pronunciadas en el corte de las quebradas pero de superficies suaves cubiertos de aluvial y vegetación; fracturamiento astilloso muy frágil o quebradizo que imposibilita la toma de muestra de mano; también intemperiza a superficies másivas subredondeadas (en bolones o aborregados) como se puede ver en la Foto N° 23 (8436.5-516.2). El tamaño máximo de los clastos son como las que aparece en la misma, a pesar de ello se nota aún una pseudoestratificación subhorizontal incipiente.

El espesor de la Formación en el Noroeste de la hoja de San Ignacio puede sobrepasar los 500 m. mientras que al Suroeste del cuadrángulo de Sandia los espesores son mayores a 800 m. a la altura de Queluma consta de litología monótona de rocas de grano fino color negro grisáceo aparentemente pizarrosas aunque bajo el microscopio la presencia de cuarzo es considerable y de caracter decreciente de la base al techo.

A lo largo de 800 m entre Queluma y cerca de Huancaluque en estratos esquistosos negro grisáceo se ha tomado cuatro muestras, la primera de ellas un ESQUISTO DE CUARZO MUSCOVITA CLORITAS ilustrada en la foto N° 24, tomado cerca al contacto de la Formación Sandia, se trata de una roca de color gris de grano fino de textura granoblástica, consta de minerales esenciales como cuarzo 69 %, muscovita 15 %, cloritas 10 %, y minera-

les accesorios material carbonoso 2 %, limonitas 2 %, opacos 2 %. Las micas rellenan intersticios entre los granos de cuarzo, los granos de cuarzo están como agregados lenticulares, la muscovita y cloritas se presentan en capas delgadas, por lo general los minerales opacos están diseminados en la roca.

La siguiente muestra es un ESQUISTO DE CUARZO-MUSCOVITA ver foto N° 25. macroscópicamente es una roca de grano fino de color gris a gris oscuro y bajo la observación del microscopio nos muestra que está constituido de granos de cuarzo 63 %, moderadamente laminadas o en capas delgadas y en forma de agregados lenticulares (observable en la lámina delgada), muscovita 30 % intercalados con las capas delgadas de cuarzo; minerales accesorios de cloritas 3 %, materiales carbonosos 3 % que estan asociados a la muscovita, los minerales opacos estan orientados paralelos a las capas de muscovita.

Ascendiendo en la secuencia se tomó otra muestra similar a la anterior que varían ligeramente en composición esto es, los minerales esenciales lo conforman en forma lenticular de granos de cuarzo 60 % muscovita 33 % se encuentran flexionadas que alternan con el cuarzo; minerales accesorios constituidos de cloritaas 6 % y opacos 1 % que se presentan diseminados en la muscovita siguiendo las flexiones ver foto N° 26.

Parte de la sección delgada observada macroscópicamente de trata de una roca de color gris a gris oscuro, grano fino, microscópicamente es de textura granoblástica con minerales mucho menor de cuarzo 48 % que las muestras de la parte inferior de la secuencia, muestran bandas blanco grisáceo interstratificado con las muscovitas limonitizadas, las muscovitas 45 %; minerales accesorios de limonitas 5 %, minerales opacos 2 %, se encuentran entre las micas siguiendo sus alineamientos.

Hacia el rio Nacureque (esquina SO del cuadrángulo de Sandia) la base de la Formación Ananea está constituido por una secuencia monótona probablemente más de 1000 metros de espesor constituido esencialemente de ESQUISTO de CUARZO-MICAS CLORITAS, comparativamente casi similar a la secuencia monótona del área de Queluma, es decir, una secuencia de esquisto de cuarzo muscovita en la base con algo de cloritas.

Una muestra tomada en la margen derecha del rio Nacureque macroscópicamente es de grano fino. Sinembargo, en sección delgada se observa que los minerales esenciales son principalemente cuarzo subhedral 70 %, micas subhedrales 13 %, orientados y alterados a cloritas, cloritas 13 % subhedrales a anhedrales; minerales accesorios de limonitas 2 % anhedrales tambien orientados, los opacos 1 % están diseminados intersticialmente y en bandas, el zircon en trazas, la epídota anhedral y ocurre como agregados, como se podrá ver la mineralogía es similar a la descrita en el área de Queluma pero con incremento de los minerales de epídota y zircon.

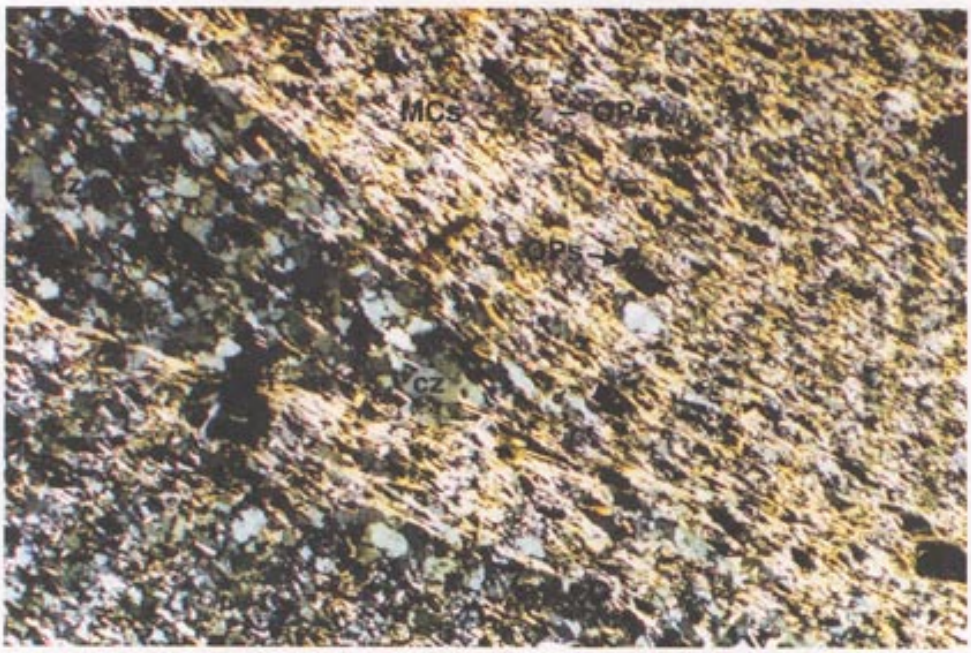


Foto N° 21 Aumento 75x
Cuarzo (cz), micas (MCs), minerales opacos (OPs).

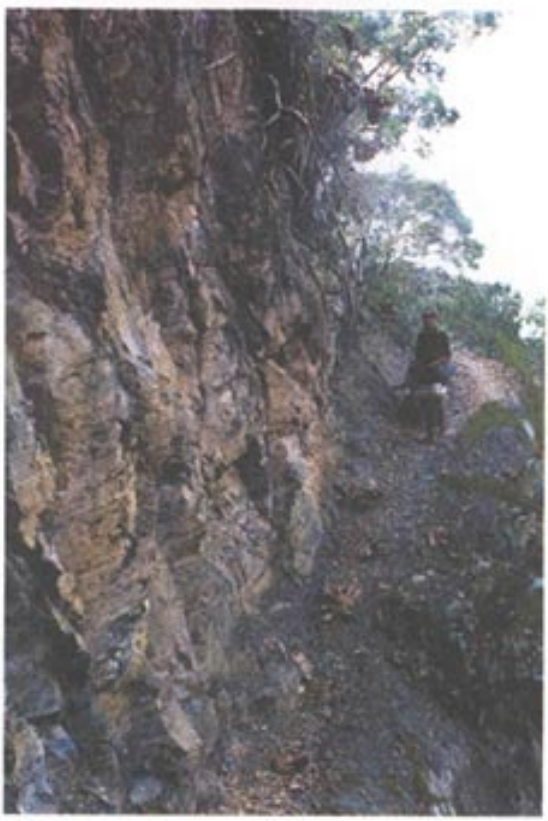


Foto N° 22 Secuencia pelítica micácea entre Miraflores Lanza y San Ramón. (8436.5-516.2).

Foto N° 23 Aumento 75x
Cloritas (CLOs), micas (MCs), cuarzo (cz), opacos (OPs).

Foto N° 24 Aumento 75x
Micas (MCs), cuarzo (cz), opacos (OPs).

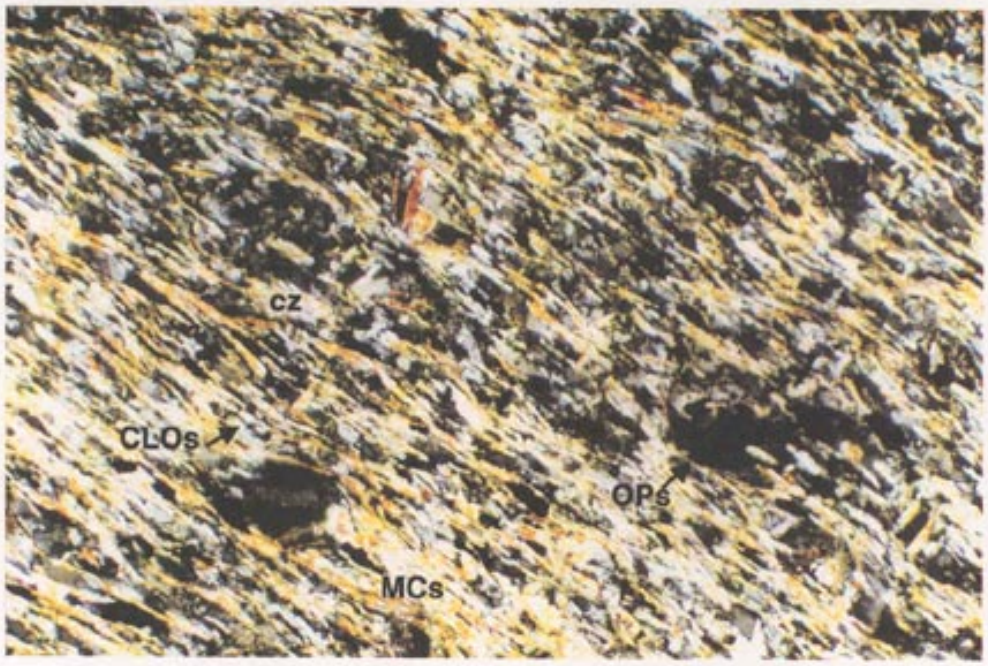


Foto N° 25 Aumento 150x
Micas (MCs), cuarzo (cz), cloritas (CLOs), opacos (OPs)

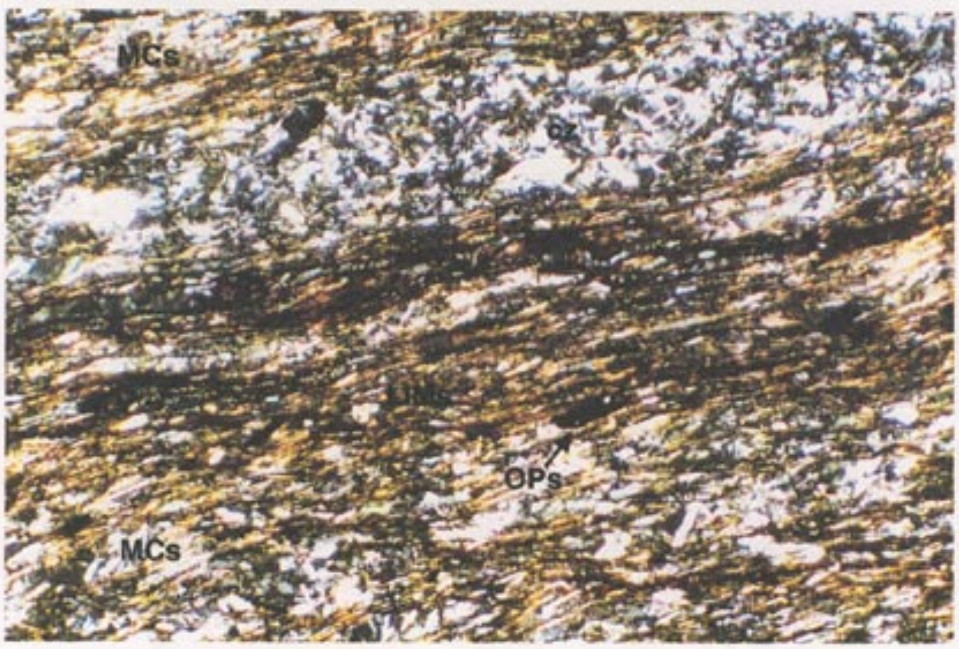


Foto N° 26 Aumento 150x
Limonitas (LIMs), micas (MCs), cuarzo (cz), opacos (OPs).

Justo en el límite SO de la hoja sobre estos esquistos de cuarzo se encuentra una secuencia de roca gris oscura (pizarra) de granularidad muy fina con fracturamiento perpendicular al bandeamiento, bajo el microscopio presenta una textura bandeada porfidoblástica constituida esencialmente de micas 65 % subredondeados que ocurren como granos en la matriz, por lo general orientadas y alterados a cloritas; materia orgánica 20 % ocurre en la matriz; como minerales accesorios cuarzo 7 % subredondeados ocurre en la matriz y como venillas; minerales diseminados de opacos 4 % subhedrales, cloritas 2 %, la epídota ocurre como agregados en trazas y las limonitas y el zircon tambien en trazas.

Viniendo de Huancaluque a Sandia, muy próximo a la base también se ha tomado una muestra de color gris a marrón verdoso, el que se trata de una roca de grano fino de textura granoblástica probablemente por estar muy cerca a las cuarcitas el contenido de cuarzo es elevado aproximadamente 72 % y entre las micas abunda la biotita, adicionalmente están presentes piroxenos y plagioclasas en forma de trazas. Las biotitas siguen lineamientos, los granos de plagioclasa son intersticiales, las muscovitas y cloritas están diseminados, se le ha denominado ESQUISTO DE CUARZO BIOTITAS.

En la roca se puede ver intercalación de bandas oscuras y claras, las bandas oscuras constituidas de micas y materia orgánica, en las bandas claras disminuye la materia orgánica y aumenta los porfidoblastos de opacos, las micas alteradas por cloritas, los agregados de cuarzo estan en lentículas de mayor granulometria que el de la matriz, las micas alteradas a cloritas, las micas, cuarzo y opacos presentan un marcado paralelismo.

Las relaciones estratigráficas con los estratos subyacentes se estima que están en discordancia aunque éstas no muestran un contacto definido. Sinembargo, parece que la Formación Sandia pasa progresivamente a la Formación Ananea, el techo en el área de trabajo es desconocido.

Los afloramientos que se encuentran al NE de los cuadrángulo de Sandia y San Ignacio se presentan en formás alargadas, así a lo largo del rio Sandia aguas abajo entre San José y Santiagopampa las estructuras sedimentarias son por lo general alargadas y casi siempre formando las estructuras sinclinales aunque algunas veces como en el caso de Santiagopampa esta estructura alargada de la Formación Ananea por su lado SO está en contacto fallado mientras por el lado NO el contacto es normal con la Formación Sandia. El afloramiento que se encuentra cerca de San Ignacio se considera un sinclinal en contacto normal que descansa sobre la Formación Sandia.

En el área de trabajo esta Formación al parecer es carente de fósiles por lo que la edad de acuerdo a la posición estratigráfica y considerando que la Formación Sandia es de edad Caradociano, estas pizarras esquistosas cuarzosas podrían ser Siluro-Devoniano, ésta Formación podría pertenecer a la base de la Formación Ananea con el que se correlacionaría.

3.2 CENOZOICO

Formación Yanacocha

Se designa con este nombre a la secuencia lutacea areniscosa que se encuentra en afloramientos aislados dentro de una pequeña cuenca sedimentaria restrinjida en el extremo Noroeste del cuadrángulo de Sandia, toma el nombre de la quebrada Yanacocha (8447 - 467), la secuencia sedimentaria está orientado de NO-SE (tendencia andina) en todo el área no se ha encontrado el contacto definido con la roca subyacente, indistintamente sobreyace a la Formación Sandia.

Debido a la composición litológica limoarcillosa da una superficie suave consecuentemente es cubierto con facilidad por los residuos de meteorización del mismo substrato por lo que dá sobre la fotografía aerea un drenaje denso característico, son muy escasos los afloramientos descubiertos como los que se encuentran en el camino del tambo de Chontabamba a la mina Titan.

La litología en el cerro Chontabamba (8450 - 467) consta de la base al techo de una secuencia finamente estratificados de lutitas areniscosas casi monótonas de coloración variada entre el rojizo, blanquecino, rosáceo, y violaceo intercalada con limolitas micáceas marrón amarillenta subhorizontales, dicha característica litológica se la encuentra como pequeños remanentes y da suelos arcillosos de color marrón amarillento.

En esta área forma una estructura sinclinal abierta, la litologia es limolítica de color marrón amarillento de aspecto másivo, con incipiente estratificación, el fracturamiento es astilloso y el espesor puede sobrepasar los 200 m.

El afloramiento observado en la margen derecha del rio Chontabamba tiene un espesor aproximado de 60 metros, no se conoce la base, se asume que sobreyace discordantemente a la Formación Sandia, aunque los contactos no son visibles debido a la vegetación y el depósito aluvial que lo cubre.

En el antiguo camino de herradura de la Mina Titan a Sandia, en los alrededores del punto 8446.5-461.5 se puede ver la sucesión tanto del miembro inferior como del superior, aunque no se ve el contacto mismo, pero los buzamientos opuestos y litologias diferentes nos hace afirmar que esta Formación está en discordancia angular sobre la Formación Sandia.

Esta secuencia es aún incompleta, y el espesor de ésta Formación puede sobrepasar los 260 mts.

La edad de la Formación es incierta dado que los estratos subyacentes no están bien datados ni mucho menos la Formación sobreyacente, a pesar de ello se estima que se depo-

sitó durante el Cenozoico (Paleógeno), aunque podría considerarse más antiguo, momentáneamente y muy tentativamente dicha edad se considera Paleógena y podría correlacionarse con el Grupo Puno del altiplano.

Formación Titán

Se denomina así a una secuencia arcillosa conglomerádica que fué ampliamente depositado al NE del cuadrángulo de Sandia, actualmente, es la Formación que se encuentra bien dispersa (en afloramientos aislados) debido a la erosión de los rios que han dejado terrazas colgadas y superficies subhorizontales a su vez formando lomadas de superficie subredondeadas.

Las áreas mejor expuestas se encuentran en San Miguel de Putumayo (8447-464), en las inmediaciones del paraje de Buena Vista (8446-486) y al Noreste en Chunchusmayo. Sin embargo, es muy frecuente encontrar áreas pequeñas cubiertas generalmente de vegetación o material aluvial, en áreas aún más pequeñas que escapan a la escala del cartografiado.

Aparte de la erosión natural climática, estos depósitos arcillosos clásticos que forman áreas pequeñas han sido artificialmente erosionados desde hace varios cientos de años, para lo cual han usado canales de variada capacidad, algunos de los cuales se pueden ver al Sur de Llinquipata, nacientes del río San Bartolomé (8447.5-460.5), actualmente abandonados y muchos otros a lo largo del valle de Sandia-Huari Huari.

En el recorrido hecho entre el tambo Chontabamba y la mina Titan se pudo observar que esta Formación está constituída por clastos y bloques de cuarcitas subredondeados de variado tamaño, siendo comunes los bloques de 40 a 60 cm o muy raros de más de un metro, ellos se encuentran en una matriz limoarcillítica y arenosa, de color muy característico, predominantemente rojizo amarillento algo blanquecino como se podrá observar de las fotos Nº 27 y 28, en esta última foto la Formación Titán a pesar de su naturaleza conglomerádica, muestra una estratificación subhorizontal aunque por lo general tiene disposición caótica nos muestra aproximadamente un espesor que puede alcanzar los 100 m., tambien en primer plano se vé que esta Formación a rellenado una quebrada antigua y que en la foto anterior (27) el espesor de ésta Formación es mucho menor. Esta formación tan igual que los depósitos conglomerádicos de la cuenca tectónica de Ancocala-Ananea-Crucero están en menor o bajo grado relacionados a la mineralización aurífera detrítica, aunque en muchos casos, se tiene que remover una gruesa capa de material estéril.

La disposición subhorizontal y caótica nos permite considerar a ésta Formación compuesto por dos miembros, un miembro inferior que muestra cierta estratificación y un miembro superior de disposición caótica.

La sección estimada del techo a la base está constituido de:

Techo cubierto de material húmico y vegetación

	Espesor(m)
Arcilla a limo arcillita de color variado entre marrón y gris claro de aspecto másivo, contiene bloques esporádicos de cuarcitas blanquecinas.	15.00
Conglomerado con clastos y bloques subredondeados predominantemente de cuarcitas blanquecinas en matriz arcillosa y gris blanquecino, amarillenta y gris arenosa (cuarcitas y pizarras)	35.00
Banco másivo algo estratificado exclusivamente de limo arcillitas de colores características marrón grisáceo dentro del cual se puede distingir manchas pseudoestratificado de color amarillo, rojizo ocre que varía a un color rosáceo y blanquecino	60.00
Conglomerado con clastos de limoarcillitas de color gris blanquecino subredondeados en matriz limoarcillítica, tanto los clastos y la matriz son predominantemente de color gris blanquecino, rojiso rosáceo y amarillento. Además ambos se encuentran en la misma proporción.	
Los clastos son de 2 a 5 cm de diámetro que tiene laminación fina.	20.00
Conglomerado de cuarcita subredondeadas inferior a 10 cm de diámetro, en matriz arenoarcillosa rojizo amarillento, horizontes lenticulares de arenas ocasionalmente mayores de 50 cm a más.	50.00
	180.00

Base discordante a la Formación Yanacocha

Consecuentemente, el espesor de la secuencia podría estimarse en 200 m. cuyas relaciones estratigráficas con las rocas subyacentes no es definido, aunque ésta Formación se ha depositado sobre superficies accidentadas como se ve en Buena Vista, estas descansan en discordancia angular sobre la Formación Sandia ó como sucede en la cumbre de la margen derecha del río Chontabamba descansa discordantemente sobre la Formación Yanacocha, esta secuencia sedimentaria limosa se considera como la base de la Formación, el techo está cubierto por suelo aluvial y húmico.

Estructuralmente es un relleno subhorizontal o forma aparentemente un monoclinal con ángulo muy bajo de hasta 5° buzando al SO y horizontal como la terraza en Buena Vista o como la terraza al frente de Camaron, debido a que es fácilmente meteorizable cubre con facilidad los posibles fallamientos que pudieran existir.

Foto N° 27 Caserío de Buena Vista asentado sobre la Fm. Titán en la margen derecha del río Sandia-Huari Huari. Foto tomada mirando al Noreste.

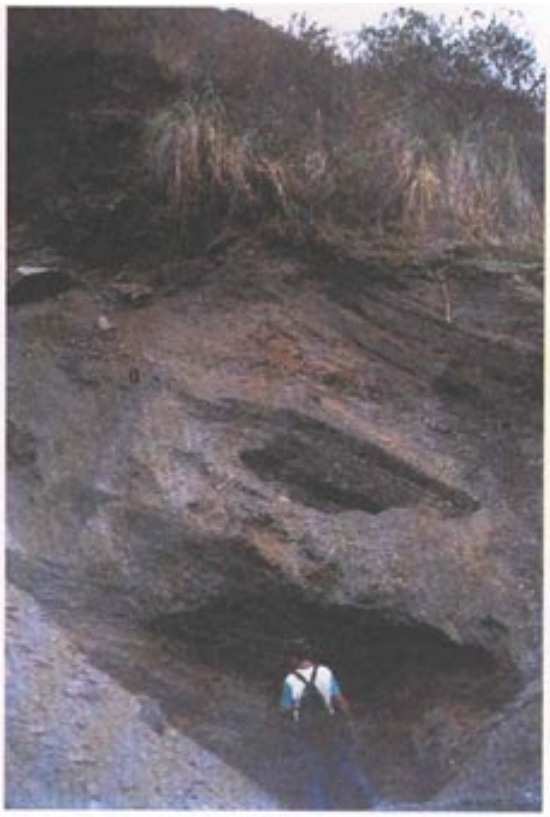


Foto N° 28 Nótese la discordancia del miembro inferior "a" y el miembro superior "b" de la formación.

La edad de esta Formación es aún incierta y precisarla conlleva hacer estudios más detallados, también otra de las razones es que los sedimentos subyacentes actualmente en el área todavía no han sido datados con certeza. Sin embargo, considerando la actividad tectónica del Paleógeno y Neógeno, ésta cuenca pudo haberse formado durante el Neógeno inferior a superior soportando en su primera fase la sedimentación limolítica y posteriormente cubierto por el producto de la primera desglaciación, como se puede ver en el mapa esta influencia tiene más de 40 Km. transportado, tambien estos pueden ser equivalentes a los depósitos glaciarios antiguos que se encuentran en el área de Ancocala-Ananea por lo que se estima una edad Plio-Pleistocénica para esta Formación y tambien podría ser equivalente a las formaciones Plio-pleistocénicas de la parte del altiplano (últimas manifestaciones de la Formación Barroso y otros).

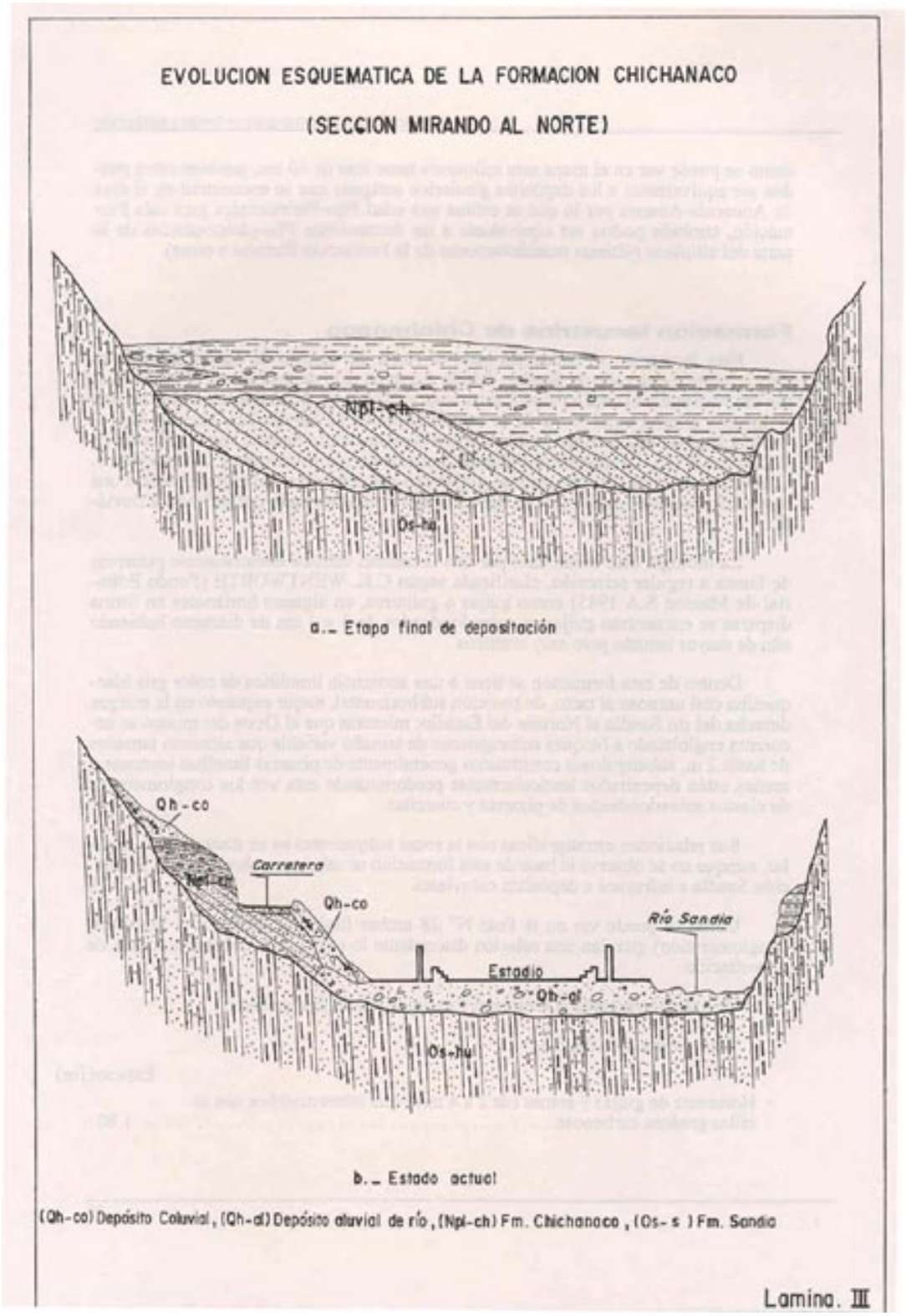
Formación Lacustrina de Chichanaco

Esta Formación se encuetra justo al Norte del pueblo de Sandia adosada al flanco inferior del valle de Sandia, debido a que sido depositado en el cauce mismo del rio Sandia éste ha sido fuertemente erosionado. Actualmente, restos de esta Formación afloran en el Norte de la carretera que vá de Sandia-San Juan del Oro al Oeste y Noreste del estadío, y en la margen derecha del río Sandia, como se ilustra en la lámina Nº III. La diferencia litológica permite dividir o considerar en dos miembros, el miembro inferior detrítico guijoso guijarroso que infrayace discordantemente a una secuencia limolítico arcilloso que lateralmente ha sido afectado por influencia fluviátil.

La litología está constituida por una secuencia clástica esencialmente pizarrosa de buena a regular selección clasificada según C.K. WENTWORTH (Fondo Editorial de Masson S.A 1985) como guijas a guijarros, en algunos horizontes en forma dispersa se encuentran guijaros subredondeados de 3 a 4 cm de diámetro habiendo aún de mayor tamaño pero muy erráticos.

Dentro de ésta formación se tiene a una secuencia limolítica de color gris blanquesina casi untuoso al tacto, de posición subhorizontal, mejor expuesto en la margen derecha del río Sandia al Noreste del Estadio; mientras que al Oeste del mismo se encuentra englobando a bloques subangulosos de tamaño variable que alcanzan tamaños de hasta 2 m. subangulosos constituidos generalmente de pizarras y que limolitas arenosas y arenas están depositados lenticularmente predominando esta vez los conglomerados de clastos subredondeados de pizarras y cuarcitas.

Sus relaciones estratigráficas con la rocas subyacentes es en discordancia angular, aunque no se observa la base de esta Formación se sabe que sobreyace a la Formación Sandia e infrayace a depósitos coluviales.


EVOLUCION ESQUEMATICA DE LA FORMACION CHICHANACO
(SECCION MIRANDO AL NORTE)
Npl-ch
Os-hu
a.- Etapa final de depositación
Qh-co
Carretera
Npl-ch
Qh-co
Río Sandia
Estadio
Qh-al
Os-hu
b.- Estado actual
(Qh-co) Depósito Coluvial, (Qh-al) Depósito aluvial de río, (Npl-ch) Fm. Chichanaco, (Os-s) Fm. Sandia
Lamina. III

Como se puede ver en la foto N° 28 ambas litologías (detrítico y limolítico conglomeratico) guardan una relación discordante lo cual pueda deberse a causas de depositación

Una sección medida al Oeste del estadío, ha dado lo siguiente:

Base Formación Sandia	espesor (m)
Horizonte de guijas y arenas (de 2 a 4 mm) que interestratifica con arcillas gredosa carbonoso	1.80
Guijarros y arenas de pizarras algo carbonosa subredondeado elipticamente de más o menos 5 mm de diámetro.	0.15
Guijarros de litología pizarrosa de tamaño más uniforme y pequeño con granos de 1.5 mm	0.10
Guijarros con 1.5 mm de diámetro con granos de pizarra y cuarcita, contienen Cantos de 1.5 cm subanguloso a anguloso, estos ocacionalmente pasan de 3 cm de diámetro.	0.15
Arcilla arenosa hasta con cuatro niveles de 1 cm de espesor conformado de arena bien seleccionada conpuesta siempre de pizarras	0.40
Guijarros de pizarra y cuarcita generalmente aplanados con bordes redondeados en promedio de 3 cm de diámetro aunque hay de 5 cm pero muy disperso, tiene depositación decreciente terminando en guijas de 3 a 4 mm, todo este horizonte tiene superficie limonitizada	0.25
Guijas pizarrosas depositados decrecientemente de tamaño promedio 3 mm, tambien contiene clastos de 2 a 3 cm de diámetro bien disperso	0.30
Nivel conglomerádico con clastos de 3 a 5 cm predominante los de 3cm en matriz guijoso (de 2 a 3 mm) interestratificado con capitas de 5cm de de espesor, hacia el techo nivel de guijas de 30 cm de espesor con granos de 3 a 4 mm. En este nivel superior erráticamente se encuentra guijarros de 30 cm de espesor	6.00
Nivel de guijas moderadamente clasificada (grano de 3 a 4 mm)	2.00
Parte superior en discordancia angular de conglomerado de pizarras con bloques mayores a 1 m en la mayoría de los casos tienen cierta disposición horizontal tambien estos son angulosos a subangulosos, contienen pequeños estratos lenticulares de arenas lutaceas con depositación decreciente y niveles centimétricos de lutitas gris blanquecinas	10.00
	21.15

Techo cubierto de material coluvial

La sección medida alcanza los 21.15 m. Sin embargo, el espesor de la secuencia podría sobrepasar los 40 m. dado que gran parte de su base está cubierto y no se sabe realmente cual fue la profundidad de la represa natural formado en esa época. Esta secuencia de material bien seleccionado está siendo explotado como material de construcción

Hacia el Noreste del estadio en la margen derecha del rio Sandia se encuentra una secuencia de más de 20 m. de capitas predominantemente limo arenosas muy débilmente áspero al tacto que interestratifica con niveles limolíticos y untuosos al tacto, esto en parte al parecer es equivalente lateral del techo de la sección medida ya que tambien se encuentran niveles limo arenosos y en posición horizontal. Además, la angularidad de la parte inferior podría deberse o tratarse de un depósito relacionado a fallamientos contemporaneos a la sedimentación.

La edad de esta Formación que es carente de fósiles solamente se sabe que descansa sobre sedimentos dela Formación Sandia y está cubierto por depósitos coluviales y es evidente que tal sedimentación se debe al represamiento temporal en el desarrollo del valle del río Sandia, esto pudo haberse sucedido hace menos de 2 millones de años muy posterior a las mayores glaciaciones ocurridas en el área probablemente durante el Pleistoceno.

Depósitos Morrénicos

Los depósitos morrénicos se conservan sobre los 3000 m.s.n. m. debido a las geoformas favorables que las soportan; mientras que hacia las partes bajas estos han sido erosionados por las precipitaciones constantes y la topografia abrupta que forma estas rocas, encontrándose bien expuestos al suroeste y sureste de la hoja de Sandia.

En el valle del rio Totora, las morrenas se presentan como una de las últimás manifestaciones de los deshielos. Actualmente, estos depósitos ocupan valles retrabajados en «U» por lo que debido a la fuerte pendiente de los valles que conforman las cuencas hidrográficas de los rios Tambopata e Inambari, las morrenas antiguas probablemente pliocénicas casi siempre han sido borradas siendo depositados muy lejos de la fuente de origen. Actualmente estos aparecen en afloramientos aislados por la fuerte erosión de los rios.

También es conocido que las cumbres o flancos del lado occidental de la Cordillera Oriental tienen siempre mayores acumulaciones de glaciares (nieve perpetua), consecuentemente los depósitos de la acción fluvioglaciar en épocas de desglaciación son más abundantes, estas han estado depositándose probablemente desde Paleógeno Superior.

La acumulación de los depósitos glaciarios antiguos sobre todo de edad Paleógena en la cuenca occidental (Ananea) se debe precisamente a la cuenca receptora actualmente cubierta formando una superficie subhorizontal, caso contrario del flanco oriental, las razones topográficas obvias es que no permiten encontrar depósitos contemporáneos a la de la cuenca de Ananea, aunque como material retrabajado se encuentran los depósitos de la Formación Titan que han sido depositado lejos de la fuente de origen.

Actualmente, las geoformas y huellas de las glaciaciones que aún se conservan en el flanco Oriental Andino son bien limitados y están muy próximos a los nevados, estos testigos representan formás de valles en «U», estriaciones de los flancos y lecho del valle y pequeños depósitos de morrenas recientes que se encuencuentra en Totora y al Sur de Quiaca.

En el valle de Totora se puede reconocer tres formás morrénicas: morrenas laterales adosados al flanco del valle casi paralelos al cauce del rio, morrenas frontales aparentemente forma una represa natural actualmente rota por la acción fluvial, tiene una altura aproximada de 30 m., la composición es de cuarcitas y pizarras en matriz arcillosa; las morrenas de fondo a ocupado gran parte del fondo de la represa natural. La laguna al frente de Totora es el resto de un circo glaciar que se encuentra represado en parte por depósitos morrénicos. Lo más resaltante de los depósitos morrénicos de esta parte (Totora) se encuentra mineralización aurífera muy pobrísima a diferencia a los del lado occidental en Ananea.

La edad de los depósitos morrénicos descritos podría considerase de edad Plio-Pleistoceno considerando que éstas son las últimás manifestaciones glaciarias en la zona, aunque las manifestaciones tempranas de las glaciaciones pueden ser mucho más antiguas.

Depósitos Aluviales

Los afloramientos rocosos de los cuadrángulos de Sandia y San Ignacio se caracterizan por presentar dos tipos de cubierta que imposibilitan el relevamiento geológico, asimismo dificulta la delimitación de ambas coberturas.

1. Cubierta Vegetal

Esta cubierta es tan importante como la aluvial porque forma gruesas capas de suelo húmico cada vez mejor estabilizados y está en proporción inversa a la altitud esto quiere decir a mayor altitud menor vegetación o menor cubierta de suelo.

Por ejemplo a 4910 m.s.n.m. (8400-454.5) la vegetación está casi ausente solamente algunos muzgos y líquenes; pero a medida que se va descendiendo en altitud éstas aumentan concentrándose en el fondo de los rios, quizas algunas veces alcanzan a cubrir la cuarta

parte de los valles quedando el resto cubierto por una relativa delgada capa de suelo generado por las gramineas y arbustos menores.

A partir del caserio de San José en el valle de Sandia-Huari Huari y de Yanahuaya en el valle de Tambopata la vegetación se hace muy tupida de tal forma que los afloramientos rocosos sólo se verán en los farallones hechos por los rios, carreteras y caminos como se ilustra en las fotos tomadas en Llinquipata, al norte de éste (valle de Sandia) y en el rio Lanza.

2. Cubierta Aluvial

Es una cubierta generalizada en el área depositados como producto de la meteorización del substrato rocoso los cuales son transportado muy lentamente o en forma muy violenta por la acción fluvial y depositados en las depresiones o en el flanco de valles abiertos, está compuesto de partículas finas a gruesas que engloban a clastos y bloques angulosos a subangulosos del mismo substrato.

En el valle del rio Sandia los depósitos aluviales casi estables estan bien aprovechados, en los flancos accesibles del valle así como en las riberas de los rios, las terrazas sirven de tierras de cultivo, cuando aquellas son amplias permiten el asentamiento de poblados como el de Sandia, Másiapo, Putinapunco, Yanamayo, etc. tambien cuando las pendientes son de inclinación moderada y los depósitos aluviales son estables permiten el desarrollo de la agricultura y el asentamiento de poblados asi tenemos Churinga, Queluma Chigicia, Palmera, Yanahuaya, San Juan del Oro, San Ignacio y muchos otros.

La cubierta aluvial en las áreas de mayor vegetación se caracteriza por tener una gruesa capa de material húmico que cubre al material arcilloso que puede alcanzar varias decenas de metros y con una coloración casi uniforme generalmente amarillento a rojizo, a pesar de que la fuente de origen es de color gris negruzco dan cubierta aluvial amarillenta a rojiza, esto se debería a la meteorización química y oxidación de las micas en general.

Dentro de la cubierta aluvial también se encuentran generalmente depósitos coluviales que se depositan al pie de los cerros o flanco de los valles cubriendo en parte a las pequeñas terrazas como se esquematiza en la Lámina III.

Es de importancia actualmente los depósitos aluviales especialmente los transportado por los rios los cuales están constituídos de gravas, limos y arenas, cerca a los centros poblados estos son empleados como material de construcción y en algunos casos sirven como fuente de extracción aurífera.

La edad de la cubierta aluvial se considera de rango amplio entre el Pleistoceno a Holoceno.

.

Capítulo IV

ROCAS IGNEAS

Como es conocido en forma general las rocas que cubren los cuadrángulos de Sandia y San Ignacio son enteramente de naturaleza detrítica. La presencia de rocas plutónicas o efusivas es casi ausente.

Las únicas manifestaciones plutónicas podrían constituir las venillas de cuarzo de espesores centimétricas a decimétricas. La coloración es predominantemente blanco lechoso, ampliamente difundido en el área de trabajo, mayormente orientados de SO-NE, debido a las impurezas que contiene algunas veces se les puede encontrar teñidos de color amarillo (óxidos de fierro).

Durante los trabajos de campo, en el recorrido hecho entre la mina Titán y el rio Patahuaroc, en el punto (8447.6 - 460.4) cauce de la quebrada, se han encontrado clastos y bloques subangulosos de más de un metro de diámetro constituido de grano fino a grueso de color gris a gris oscuro, de granularidad fanerítica fina y de fracturamiento irregular que podría corresponder a cuerpos pequeños o diques. Asimismo se encontró rodados de un intrusivo bien intemperizado en el área de Peñón de Oro.

Los estudios con el microscopio indican que tiene una textura equigranular hipidiomórfica, constituído esencialmente de plagioclasas 66 % algunos de ellos alterados a sericita como se puede ver en la foto N° 29. Piroxenos 15 % alterados a calcita y/o cloritas, algunos parcialmente reemplazados por opacos; minerales accesorios calcita 7 %, cloritas 5 %, sericita 2 %, cuarzo 2 % y opacos 2 % , los minerales opacos rellenan intersticios entre los granos de roca y reemplaza parcialmente a los máficos. Presenta débil alteración de carbonatación, cloritización y sericitización. La roca ha sido clasificado como DIORITA.

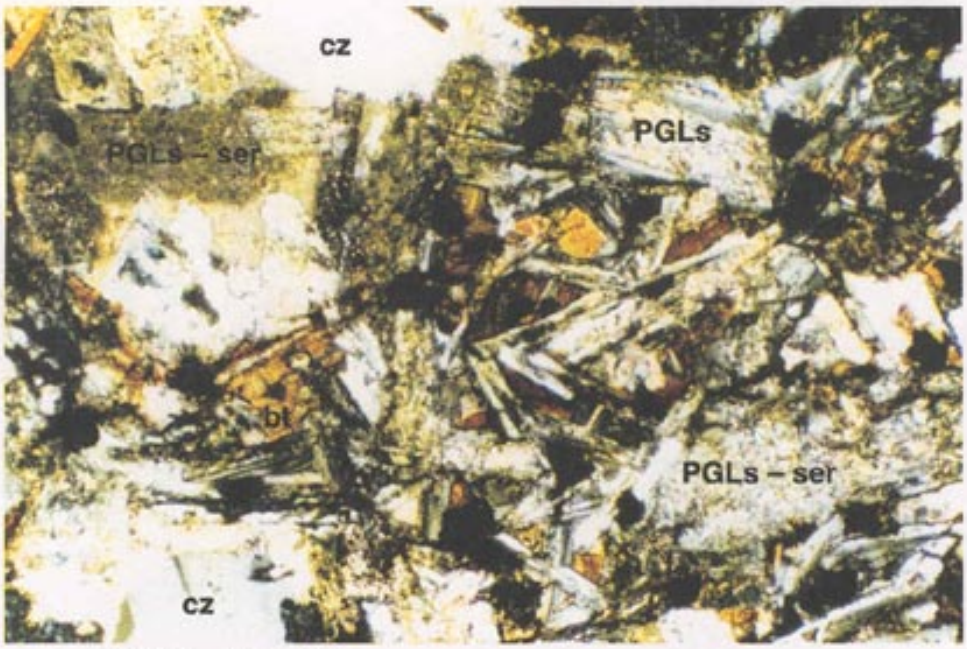


Foto N° 29 Aumento 75x
Plagioclasa (PGLs), cuarzo (cz), biotitas (bt), opacos (OPs), sericita (ser).

Foto N° 30 Estructuras de *kink bands* en las mismas pizarras de la foto anterior.

Capítulo V

GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En el área de estudio debido a la monotonía litológica detrítica compuesta de las Formaciones Iparo, Purumpata, Sandia y Ananea de edad Paleozoica, desde aquella fecha a la actualidad el área como lo demuestran las evidencias de campo ha soportado tectonismos sucesivos y que en la mayoria de las veces ha permanecido como un alto estructural.

El área de estos cuadrángulos ubicados en la cordillera Oriental después de la tectónica Hercínica a lo largo de toda la historia geológica la mayor parte del área ha permanecido siempre como un alto estructural conformado anticlinorio y sinclinorio en forma general estructuralmente echados hacia el suroeste con fallamientos normales e inversos desde Huancaluque hacia las partes altas de la cordillera; mientras que hacia el noreste las estructuras de plegamientos están moderadamente apretados casi siempre en posición normal, pero si afectados por fallamientos no trascendentales.

La sedimentación del Llanvirniano al parecer ha sido interrumpido por movimientos epirogenéticos de ascenso y de descenso por un tiempo relativamente corto, despues del cual permitió la sedimentación de las formaciones Sandia y Ananea.

La sedimentación fue interrumpida durante el Devónico Superior para dar paso a levantamientos y plegamientos de la secuencia sedimentaria, deformaciones estas que se conoce como fase Eohercínica.

Estructuras de la primera fase de plegamiento constituidas por megaplegamientos con flancos algo retorcidos en posición subvertical afloran en el rio Sandia-Huari Huari, y más al Norte plegamientos menores en «chevron» con planos axiales vericales algo esquistosos son frecuentes en la Formación Iparo o inclinados de apariencia isoclinal se encuentran formando parte de plegamientos mayores orientados de NO-SE, los que podrían corresponder a una segunda fase compresiva de plegamiento., tambien en esta misma secuencia se puede ver estructuras tardias fajas de «kink bands» en pizarras finamente foliadas muy relacionados a los plegamientos en chevron mostrada en la foto N° 30, la foto N° 31 podría mostrarnos fenómenos de vasculamiento local de una buena porcion de másа rocosa algo clástica de estratificación más gruesa donde además se puede notar sinclinales y anticlinales cilíndricos con el eje de pliegue buzantes 40° al SE.

En la lámina II. b, e. se han graficado algunas muestras de los esfuerzos compresivos que han transformado a los cristales cúbicos de pirita en algo rómbicos como consecuencia de esfuerzos compresivos; asimismo, y granos de cuarzo ligeramente elongados observable a la lupa. En la Formación Purumpata cerca al pueblo de San Juan del Oro algunos trilobites encontrados están ligeramente deformados (débilmente alargados).

Otra de las muestras de superposición de fases tectónicas podría ser los frecuentes afloramientos de rocas pizarrosas limolíticas y de metalutitas con fracturamiento astilloso muy común en el área de estudio sobre todo en las Formaciones de Iparo y Purumpata.

En la microfotografía N° 32, se observa que los granos de cuarzo presentan un ligero abombamiento elongado cuyos algunos ejes guardan cierto paralelismo, y el entrecrecimiento de los granos al parecer es a lo largo de los ejes mostrando de esta manera que dichos granos bajo cierta presión tienen cierta plasticidad.

En el lado Suroccidental de la hoja, las estructuras eohercínicas tienen apariencias monoclinales con buzamientos al NE, allí se tiene fallamientos de rumbo NO-SE y buzantes al NE con anticlinales y sinclinales invertidos, debido a los sobreescurrimientos moderados de estilo geométrico pronunciado, entre Nacureque y Cuyo Cuyo las cuarcitas de la Formación Sandia se encuentran sobre las pizarras con vergencia hacia el Suroeste (hacia Cuyo Cuyo).

Asimismo al Este del rio Nacureque, se tiene en el núcleo de sinclinal de cuarcitas hechados a las pizarras (esquisto de cuarzo muscovita) de la Formación Ananea.

Siguiendo al NE camino a Sandia el sistema de fallamiento intenso dificulta la visión estructural del área hasta más o menos al Sur de Queluma, donde tambien se puede ver que estamos frente a una posición hechada de las areniscas de la Formación Sandia. Sin embargo, aguas abajo del rio Sandia Huari-Huari las estructuras de sinclinales y anticlinales son normales y bastante conspícuos y no han sufrido mayores deformaciones como es el caso de los microplegamientos de flujo que son evidentes en las secuencias areniscosas al Norte de Aripo al suroeste del cuadrángulo.

Las observaciones hechas de campo permite establecer la presencia de esquistosidades subparalelas a la estratificación y otra subparalela al plano axial de plegamiento.

En conclusión los plegamientos predominantes tanto normales como invertidos han adoptado una orientación andina lo que significaría la presencia de la orogenia Paleógena de la Fase Incaica de compresión de rocas paleozoicas con fallamientos inversos con buzamiento predominante al NE. Si observamos en los perfiles estructurales podemos notar que la tectogénesis paleozoica ha formado estructuras regionales de megasinclinales y megaanticlinales caso de la Formación Iparo.

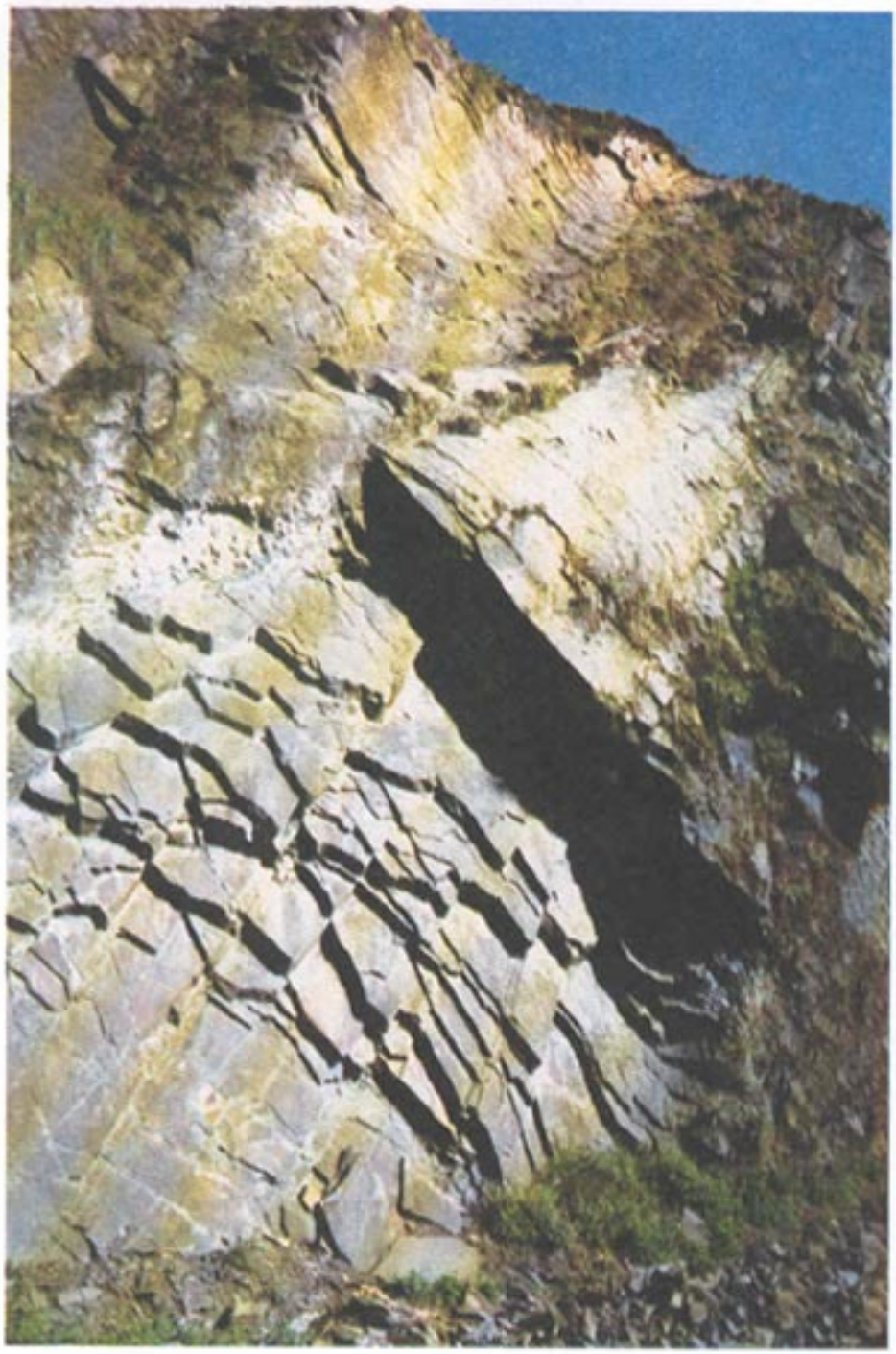
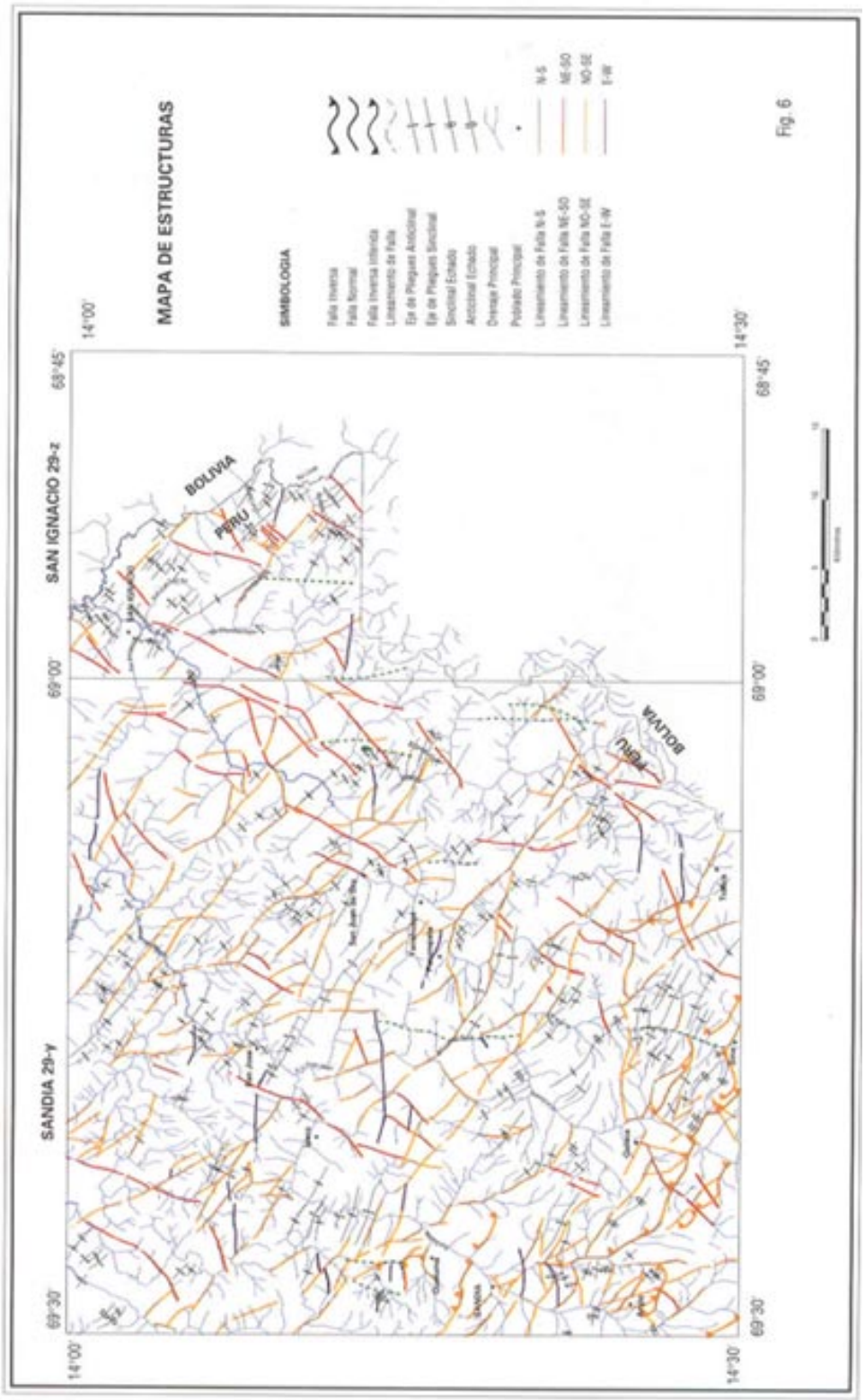


Foto N° 31 Plegamientos cilíndricos con ejes de plagamientos inclinados (plunge) aproximadamente 30°SE, con diaclazamiento ortogonal.


MAPA DE ESTRUCTURAS
SIMBOLOGIA
Falla Inversa
Falla Normal
Falla Inversa Inferida
Lineamiento de Falla
Eje de Pliegues Anticlinal
Eje de Pliegues Sinclinal
Sinclinal Echado
Anticlinal Echado
Drenaje Principal
Poblado Principal
Lineamiento de Falla N-S
Lineamiento de Falla NE-SO
Lineamiento de Falla NO-SE
Lineamiento de Falla E-W
N-S
NE-SO
NO-SE
E-W
Fig. 6
SAN IGNACIO 29-z
SANDIA 29-y
BOLIVIA
PERU
14°00'
14°30'
68°45'
69°00'
69°30'

La tectónica de ruptura en el área de trabajo como se puede ver la figura N° 6, se expresa principalmente con tres sistemas de ruptura, siendo las más antíguas la eohercínica que ha tenido rumbo NO-SE.

Los alineamientos N-S ó NE-SO son por lo general de dimensiones kilométricas. Asimismo son de importancia las fracturas muy comunes aproximadamente perpendicular a la estratificación rellenados de cuarzo, que estaría relacionado a la tectónica de plutonismo Permo Triásico.

Aunque no se ha precisado el mecanismo de posteriores fracturamientos, en el campo se han observado diaclasamientos con rumbo NE-SO, NO-SE, fallamientos de tendencia sinextral y algunas fallas menores de movimiento normal que en ambos casos cortan casi diagonalmente a la estratificación. Además, es común encontrar diaclasamientos ortogonales principalmente en la Formaciones Iparo y Purumpata como se muestra en la foto N° 3.

La tectónica de ruptura probablemente eohercínica encontrados en las Formaciones Iparo, Purumpata, Sandia, y Ananea tanto en el lado Nororiental como Suroccidental podría verse en los perfiles estructurales así como los fallamientos inversos verticales e inclinados al NE y principalmente moderados sobreescurrimientos que trajo consigo acortamientos del plano sedimentario y consecuentemente inflexiones de las capas, estas se deben al desequilibrio del peso (gravedad) de las capas cuando alcanzan su posición vertical, los afloramientos son comunes, pero puede pasar inadvertido; sin embago, haciendo un seguimiento cuidadoso a lo largo del Río Sandia-Huari Huari éstas se encontrarán con frecuencia tanto en la Formación Iparo como en la Formación Sandia, una de ellas está justamente en el flanco Norte (frente al estadio) del cerro que soporta a la antena de televisión en la localidad de Sandia.

Finalmente, la tectónica tardihercínica en el Sureste del Perú especialmente en el área de trabajo, ha tenido efectos compresivos levantando todo el bloque paleozoico que trajo consigo la regresión de las aguas continentales, interrumpiendo así la sedimentación molásica que se sucedía en el Noroeste y Sur del área de trabajo.

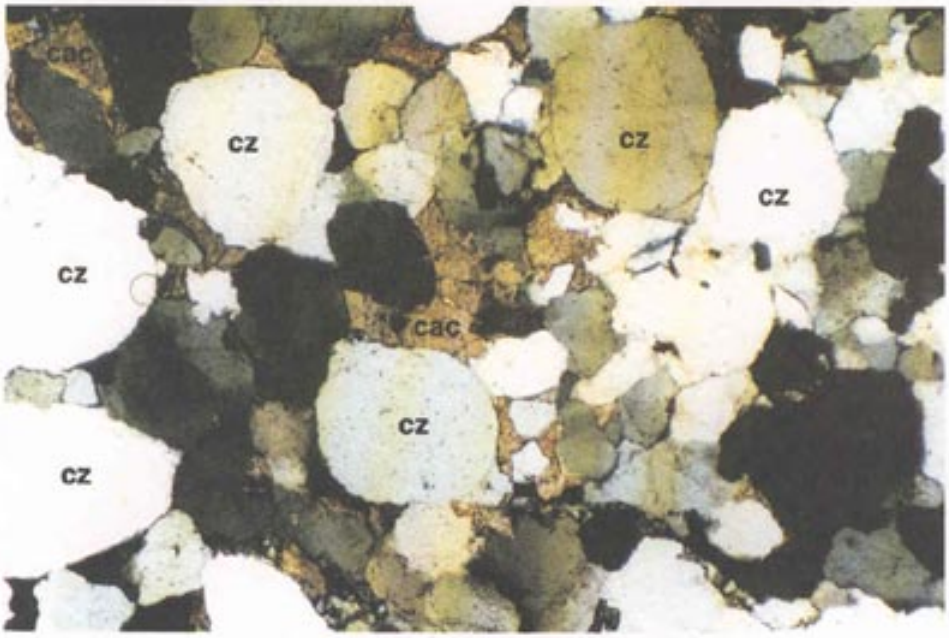


Foto N° 32 Aumento 75x
Cuarzo (cz), calcita (cac).

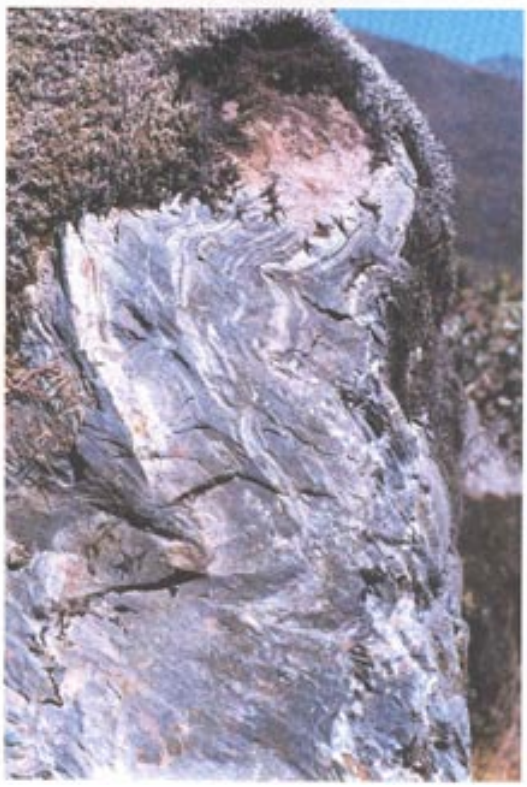


Foto N° 33 Plegamiento disarmónico con débil foliación crenulada en cuarcitas esquistosas de la Fm. Sandia.

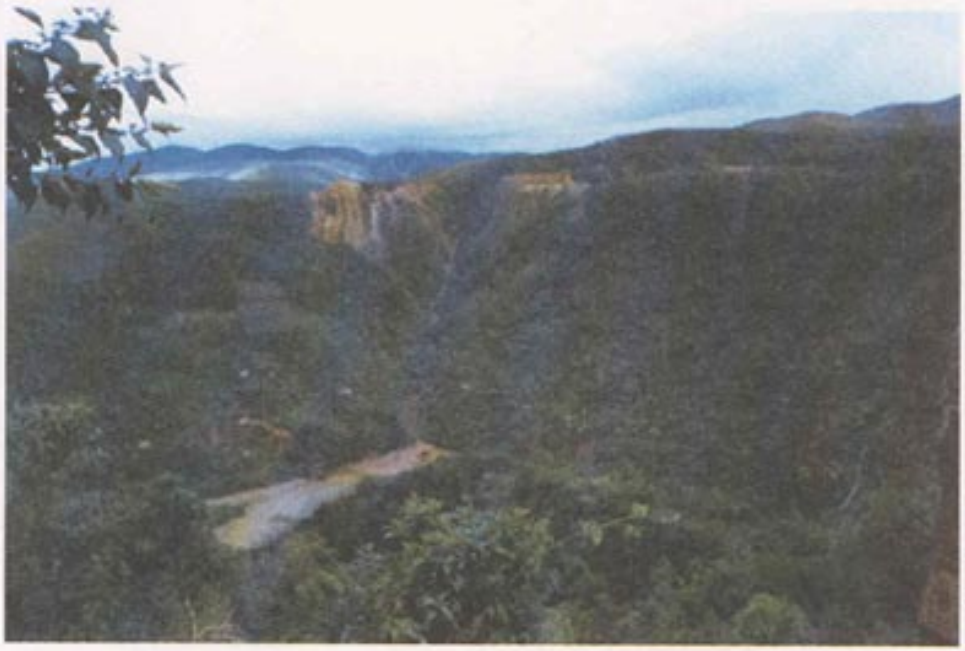


Foto N° 34 Mina Vilahuma, cerca al caserío de Masiapo, donde se explota oro artesanalmente en bancos aluviales.

Foto N° 35 Mina Yanacocha. Se explota oro primario en vetas de cuarzo en la Formación Purumpata.

Capítulo VI
Por: MARIO CARPIO RONQUILLO
JORGE CHIRA FERNANDEZ

GEOLOGIA ECONOMICA

Los cuadrángulos de Sandia y San Ignacio están ubicados dentro de la denominada faja aurífera oriental, siendo la mayor parte de los yacimientos del tipo de placeres aluviales; el otro tipo de yacimiento es el de filón, producto de la acción de fluidos hidrotermales que afectaron la secuencia metamórfica-sedimentaría paleozoica.

Los yacimientos de tipo placer aluvial se encuentran distribuidos principalmente en las terrazas del río Huari Huari así como en los ríos Pablobamba y Tambopata; el oro primario igualmente tiene una clara distribución en dos zonas del cuadrángulo de Sandia. En el cuadrángulo de San Ignacio no se conoce presencia alguna de mineralización.

6.1 MINERALES METALICOS

En el cuadrángulo de Sandia el oro se constituye en el principal mineral que ocurre, ya sea como oro primario filoneano o como oro aluvial; como ya se ha mencionado líneas arriba este último es el tipo de depósito que más abunda en la zona .

6.1.1 Mineralización Aurífera Primaria

Las mineralización aurífera primaria, consistente de vetas de cuarzo aurífero la que es fuente de los placeres de los ríos Huari Huari y Tambopata, se ubica principalmente en dos zonas, una en el borde occidental del cuadrángulo de Sandia (San Miguel I, Cuchilla, Arizona, Queneque, Apabuco, etc.) y otra en la parte central (Koritonqui, Yanacocha), Vetasmayo (Peñón de Oro Nº 1, 2 y 3), etc.

De acuerdo a la distribución de los filones auríferos en el Cuadrángulo de Sandia (minas Cuchilla, Arizona, Koritonqui, Vetasmayo, etc.) se puede observar que estos se presentan en la secuencia paleozoica tanto ordoviciana (Grupo San José y Formación Sandia) como siluro-devoniana (Formación Ananea). En ese sentido, estas formaciones tienen bue-

nas posibilidades de albergar otros yacimientos económicamente interesantes, los que a su vez han dado lugar a la Formación de placeres auríferos en las partes bajas, esto es, en las cuencas de los ríos Huari Huari, Tambopata y Madre de Dios, entre otros.

6.1.2 Mineralización Aurífera Detrítica

Los depósitos de naturaleza aluvial provienen mayormente de las partes altas de la Cordillera Oriental como es el caso del nevado de Ananea u otros similares, donde el oro junto con otras especies minerales formaron parte importante de los depósitos primarios o de origen hidrotermal que al ser erosionados quedaron depositados en el cauce de los ríos en sus diferentes etapas de desarrollo, hasta formar parte de los bancos de material detrítico, que quedaron como testigo del levantamiento de la Cordillera de los Andes y coadyuvada por la profundización de los río.

En cuanto a los yacimientos de oro aluvial, estos se presentan en la parte Norte de la hoja y fundamentalmente a lo largo del río Huari Huari. Una importante presencia también se tiene a lo largo de los ríos Tambopata y Pablobamba. Los yacimientos auríferos aluviales se encuentran en una másа conglomerádica arcillosa identificadas como Formación Titan mayormente inconsolidada, son relativamente pequeños y se explotan a pequeña y mediana escala.

6.1.3 DESCRIPCION DE LOS PRINCIPALES TIPOS DE MINERALIZACION EN EL AREA

MINA VILAHUMA.- Está ubicada al Norte del cuadrángulo de Sandia, a 3 Km. de la localidad de Másiapo, para su acceso se sigue un kilómetro de una trocha carrozable con dirección a la localidad de Camarón, posteriormente se sigue 2 Km. por un camino de herradura de fuerte pendiente.

El oro se presenta en forma de charpas o pepitas libres se halla en material arcilloso y a pesar de su ocurrencia errática, es posible observar cierta incidencia y conspicuidad hacia los niveles cercanos al contacto con la roca base o bed rock. Del promedio de 14 muestras de labor se ha asumido una ley media de 3.42 gr/TC.

MINA FLOR DE JESÚS.- Se encuentra ubicada al Norte de la Ciudad de Sandia, aproximadamente a 10 Km. Su acceso se hace por una trocha carrozable y 3 Km. por camino de herradura.

El oro aluvial se presenta en charpas, láminas y en polvo, dentro de un banco de material conglomerádico en donde se observan tres zonas, un horizonte inferior de matriz

areno arcillosa de color azul que yace sobre pizarras; el horizonte superior lo constituye un conglomerado con matriz areno arcillosa de color amarillenta a rojiza, intercalados con lentes arenosos con contenido de pirita.

MINA LUCKY STRIKE.- Está ubicada al Noroeste del cuadrángulo en la localidad de Aporoma, su acceso se realiza por el poblado de Limbani.

La mineralización está constituida por oro aluvial, vetas oscuras paralelas de óxidos de fierro y hierro magnético de grano fino. Los resultados analíticos arrojaron una ley promedio de 0,22 gr/TM de oro.

MINA EL REBELDE.- Está ubicada al Norte del cuadrángulo a 20 Km. de la Ciudad de Sandia por una trocha carrozable hasta el pueblo de Sumac Kiri (1 hora) y 9 Km. por un camino de herradura cerca a la localidad de San Miguel de Putumayo.

El oro se presenta en forma de finas láminas y polvo irregularmente distribuidos. Las posibilidades del yacimiento en la zona El Rebelde son desfavorables y favorables en el sector Estrella. Este yacimiento está constituido por material detrítico consolidado, integrado por clastos subredondeados y de esfericidad media, cementados por matriz areno arcillosa de origen fluvio-glacial y en forma de terraza.

MINA SANTA MARÍA G DE PUNO.- Se ubica al Noreste del cuadrángulo de Sandia, en el limite con el cuadrángulo de San Ignacio, el centro poblado más cercano es la localidad de camarón hasta donde llega la trocha carrozable y se sigue por un camino de herradura hasta la mina.

El oro se presenta en forma de finas láminas y polvo irregularmente distribuidos. Este yacimiento es de tipo placer, con un grosor de grava de 57.5m y una sobrecarga de 45m; está constituido por material detrítico semi-consolidado, cementado por una matriz areno-arcillosa.

YACIMIENTO SAN MIGUEL I.- Cuya roca caja es la Formación Purumpata, la mineralización consiste en pirita y sericita en matriz de cuarzo másivo; dicho yacimiento está constituido por 14 fracturas, de las cuales trece son ramificaciones de una principal. Las ramificaciones tiene rumbo S 8°30'E y una potencia de 0.05-0.35m. La fractura principal es vertical y sigue un rumbo general S 15ºE con potencias que varían de 0.50 a 0.60m. La mineralización se emplaza en las fracturas. Ley: 0.01-0.13 oz/TC Au.

YACIMIENTO MINERAL DELFI MARINA.- Está constituida por material detrítico consolidado, integrado por clastos subredondeados y esfericidad media, cementados por matriz areno arcillosa de origen fluvio-glacial y en forma de terraza. Los clastos constan de areniscas y cuarcitas de 40cm de diámetro, elongados en dirección N45ºE.

ESTRELLA DEL SUR.- La mineralización del yacimiento está constituida por oro en forma de pepitas, charpas y láminas finas (escamas). El yacimiento está constituido por un depósito de oro aluvial y consiste en un banco de 30-50 m. de altura, formado por material aluvial semiconsolidado, donde se aprecia que el venero tiene un promedio de 4 m. de grosor.

BUEN SUCESO.- El yacimiento está constituido por material detrítico semi-consolidado, y clastos subredondeados de esfericidad media. El oro se presenta en forma de pepitas y finas láminas dentro del material aluvial semiconsolidado.

6.2 DEPOSITOS MINERALES NO METALICOS

En la zona de estudio no hay depósitos significativos de naturaleza no metálica. Sin embargo, en los alrededores de Yanahuaya se presenta el Grupo San José, el cual tiene un apreciable contenido de material arcilloso, las cuales pueden ser aprovechadas para la fabricación de ladrillo, lo cual significaría un buen mercado por que los lugareños tienen que comprar este producto en Juliaca y transportarlo hasta Sandia, debiendo hacerse un estudio de las propiedades físicas de las arcillas (plasticidad, contracción) y si los resultados son buenos construir un horno artesanal para el quemado, lo cual reduciría los costos del producto.

Cabe resaltar que la población aún sigue empleando para la edificación de sus viviendas las rocas cuarcíticas del Paleozoico. La grava en las partes altas cuenta con escasos depósitos, no siendo así en Másiapo o Putinapunco aunque en cantidades reducidas.

6.3 PROSPECCION GEOQUIMICA REGIONAL

Dentro del programa de evaluación del potencial minero de los Cuadrángulos de Sandia y San Ignacio, se ha llevado a cabo el muestreo geoquímico de sedimentos de quebrada a escala regional, esto es, una muestra cada 10km^2 aproximadamente.

El análisis químico ha sido realizado para diez elementos: Cu, Pb, Zn, Ag, Sb, Sn, As, W, Mo y Au, empleando el método de Absorción Atómica.

Con los datos resultantes se determinaron el background y threshold, llegando a discriminar zonas anómalas por determinados elementos dentro del cuadrángulo así como su relación con la Formación geológica asociada, a fin de definir la presencia de distritos/provincias de mineralización a nivel regional (metalogenia).

6.3.1 Metodología

Para este tipo de evaluaciones la metodología consiste de dos partes, una geológica-metalogénica y un reconocimiento geoquímico regional, cuyos resultados serán finalmente relacionados para tratar de identificar zonas de interés.

Así un primer trabajo de gabinete consiste en el acopio, revisión y evaluación de la información minera y metalogénica existente. Asimismo, se procedió el análisis del sistema de denaje con el fin de programar los puntos de muestreo.

El trabajo de campo se ha llevado a cabo en 3 campañas con una duración de 40, 40 y 30 días respectivamente, teniendo en cuenta que se trata de un área de unos 3400 km^2 que cuenta con una escasa accesibilidad. El equipo especial de campo consiste en un GPS y tamices de 80 mesh (<0.18 mm).

Se ha procedido a tomar 349 muestras de sedimento de quebrada, así como de 14 fragmentos de roca de estructuras prospectables.

Considerando el drenaje de primer y segundo orden y teniendo en cuenta una densidad de muestreo de 1 cada 10km^2, se toman muestras a unos 200m de los puntos de confluencia, aguas arriba, dentro de un diámetro de 50m aproximadamente en forma de zig-zag, cubriendo las márgenes y los centros de las quebradas. Para esto, se extraen varios kilos de sedimento activo preferentemente fino, el cual es pretamizado y finalmente tamizado con la malla 80 (hasta obtener aproximadamente 0.5 kg), debidamente embolsado y codificado.

Los datos obtenidos son procesados e interpretados para finalmente indicar las zonas de interés económico.

6.3.2 Interpretación de resultados

Los mapas resultantes muestran claramente la distribución de anomalías por cada elemento, pudiendo establecer la relación que existe con los otros 9 elementos.

ORO

En cuanto al contenido de oro en una población de 349 muestras de sedimento, 315 de ellas (90%) están por debajo del límite de detección (0.01 ppm), mientras que las 34 restantes están en el rango de 0.02 a 0.27 ppm. El Threshold calculado es de 0.034 ppm, resaltando 24 valores anómalos.

Hay una buena correlación de este elemento con el Antimonio, la cual se puede apreciar claramente en el sector de Huañaraya (mina Peñón de Oro) así como en el río Cruzplaya. Es en las inmediaciones de la mina Peñón de Oro que se han obtenido valores anómalos de 0.27 y 0.18 ppm, los cuales corresponden a las muestras Nº 235 y 237. Asimismo en el sector sur oriental del cuadrángulo de Sandia, Saquichico y frontera con Bolivia, con valores de hasta 0.20 ppm (muestra 268) y 0.23 ppm (muestra 328), respectivamente.

PLATA

La distribución de plata en los sedimentos indican que el 98% de muestras están debajo del límite de detección, el Threshold calculado es 0.58 ppm, existiendo 7 valores anómalos, sobresaliendo los de 1.33 ppm (muestra 289) y 0.79 ppm (muestra 291), cerca a la localidad de Quiaca, 1.0 ppm (muestra 355), cerca a la mina Purumpata, 0.82 ppm (muestra 362), cerca a Ichubamba -rio Huari Huari- , así como en la parte norte del cuadrángulo de San Ignacio, con 0.75 (muestra 129) y 0.70 ppm (muestra 132).

COBRE

El contenido de cobre en los sedimentos varía de 10 a 80 ppm, siendo el Threshold calculado de 63.82 ppm, por lo que 6 muestras se encuentran encima del threshold, estas se ubican mayormente en los alrededores de la mina Purumpata, con 85 ppm y 90 ppm (muestras 330 y 329 respectivamente), mientras que la muestra Nº76, con 67.5 ppm, se encuentra en el sector de Yanacocha (entre Quiquira y San Juan del Oro).

PLOMO

La distribución del plomo en muestras de sedimento está en el rango de 1.1 y 65 ppm, con un Threshold de 49.60 ppm y 8 valores anómalos entre los que destacan el de 275.6 ppm, muestra 129 (parte norte del cuadrángulo de San Ignacio) y 65 ppm (muestra Nº95, sector de Minatitán).

ZINC

La presencia de zinc en 349 muestras de sedimento indican un contenido que varía entre 10 y 157 ppm, otras 6 muestras están en el rango de 157 a 190 ppm; el Threshold obtenido es de 153.03 ppm.

Se tienen once valores anómalos, destacando las muestras Nº 227, con 262.5 ppm, localizada en la cabecera del río Challuma; la muestra 271, cerca a Saquichico, con 335 ppm; así como la muestra 347, cerca a Santa Rosa, con 222.5 ppm.

ANTIMONIO

La distribución de antimonio en muestras de sedimento indican que 337 muestras (96.5%) están por debajo del límite de detección de 10 ppm. El Threshold calculado es de 13.60 ppm, lo cual implica la presencia de 12 valores anómalos, entre los que resaltan los de 610 ppm (muestra Nº 235) y 309 ppm (muestra Nº237), ubicados en los alrededores de la mina Vetasmayo (Peñón de Oro), así como en el extremo suroriental del cuadrángulo de Sandia, frontera con Bolivia, donde se tienen las muestras 324, con 196 ppm, y 327 con 228 ppm, entre otras.

ARSENICO

En este caso, al haberse trabajado las primeros 104 muestras con un límite de detección de 25 ppm, la totalidad de estas están por debajo de dicho límite; de las 259 muestras restantes, trabajadas con un límite de detección de 10 ppm, tres arrojan valores anómalos de 26 ppm (muestra Nº235, cerca a mina Vetasmayo); 30 ppm (muestra Nº109, cerca a mina Vilahuma) y 46 ppm (muestra Nº329, cerca a mina Purumpata).

ESTAÑO

Del total de muestras, sólo 18 de ellas se encuentran por encima del límite de detección (10 ppm), resultando un Threshold de 13.31 ppm. Sobresale el valor anómalo en el extremo Noroccidental del cuadrángulo de Sandia, cerca a Mina Titán; otros valores anómalos se presentan dispersos en el sector meridional de dicho cuadrángulo.

WOLFRAMIO

En cuanto a la distribución de Wolframio, 253 muestras presentan valores inferiores al límite de detección (2.0 ppm); el Threshold calculado es de 3.89 ppm, presentando valores anómalos en el sur del cuadrángulo de Sandia, como en las cercanías de Sina, muestras 302 (130 ppm) y 301 (20 ppm).

6.4 PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los estudios hechos tanto en el Cuadrángulo de Sandia como en el de San Ignacio queda confirmado su potencial aurífero. En ese sentido, los depósitos o terrazas auríferas observados en la cuenca del río Inambari demuestran contener oro recuperable por métodos gravimétricos.

Se han diferenciado zonas de distribución de yacimientos auríferos tanto primarios como detríticos, en el caso de los primarios tenemos dos áreas: una al norte de la localidad de Sandia y otra cerca a Yanahuaya; en cuanto al oro detrítico este se presenta mayormente a lo largo de los depósitos aluviales del río Huari Huari y en menor medida a lo largo del río Tambopata.

Se recomienda hacer un estudio geoquímico más al detalle hacia el sureste de la localidad de Yanahuaya (alrededores de la localidad de Sina) al haberse observado evidencias de mineralización con los resultados de laboratorio y con rocas altamente piritizadas, las cuales están cortadas por vetas de cuarzo lechoso; lo cual nos estaría indicando una zona mineralizada dentro del área de estudio.

Foto N° 36 Lugareños trabajando en una labor en bancos conglomerádicos, en la margen derecha del río Huari Huari.

Foto N° 37 Vetas de cuarzo cortando la secuencia de cuarcitas y pelitas de la Fm. Sandia, entre Aripo y Cuyo Cuyo.

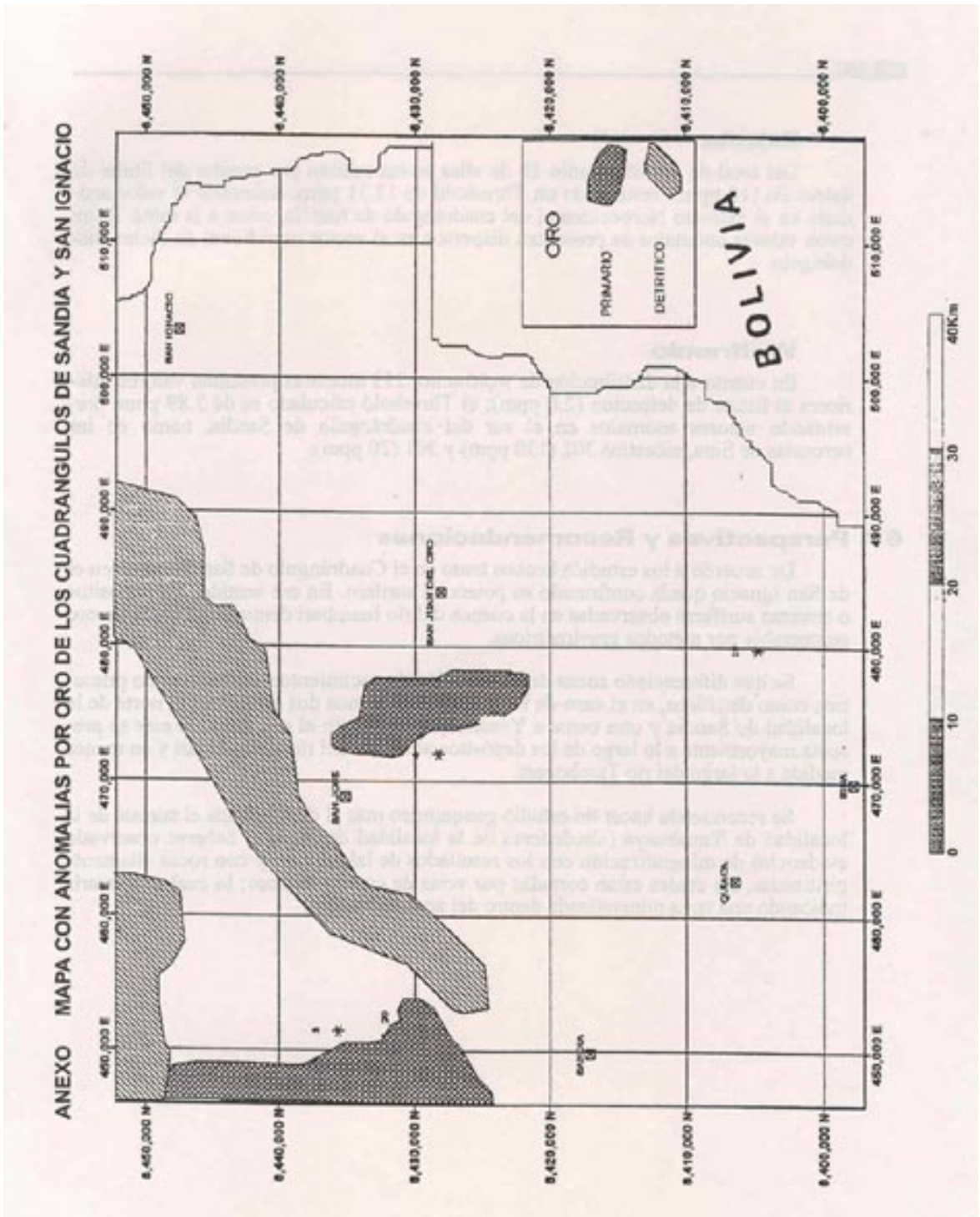
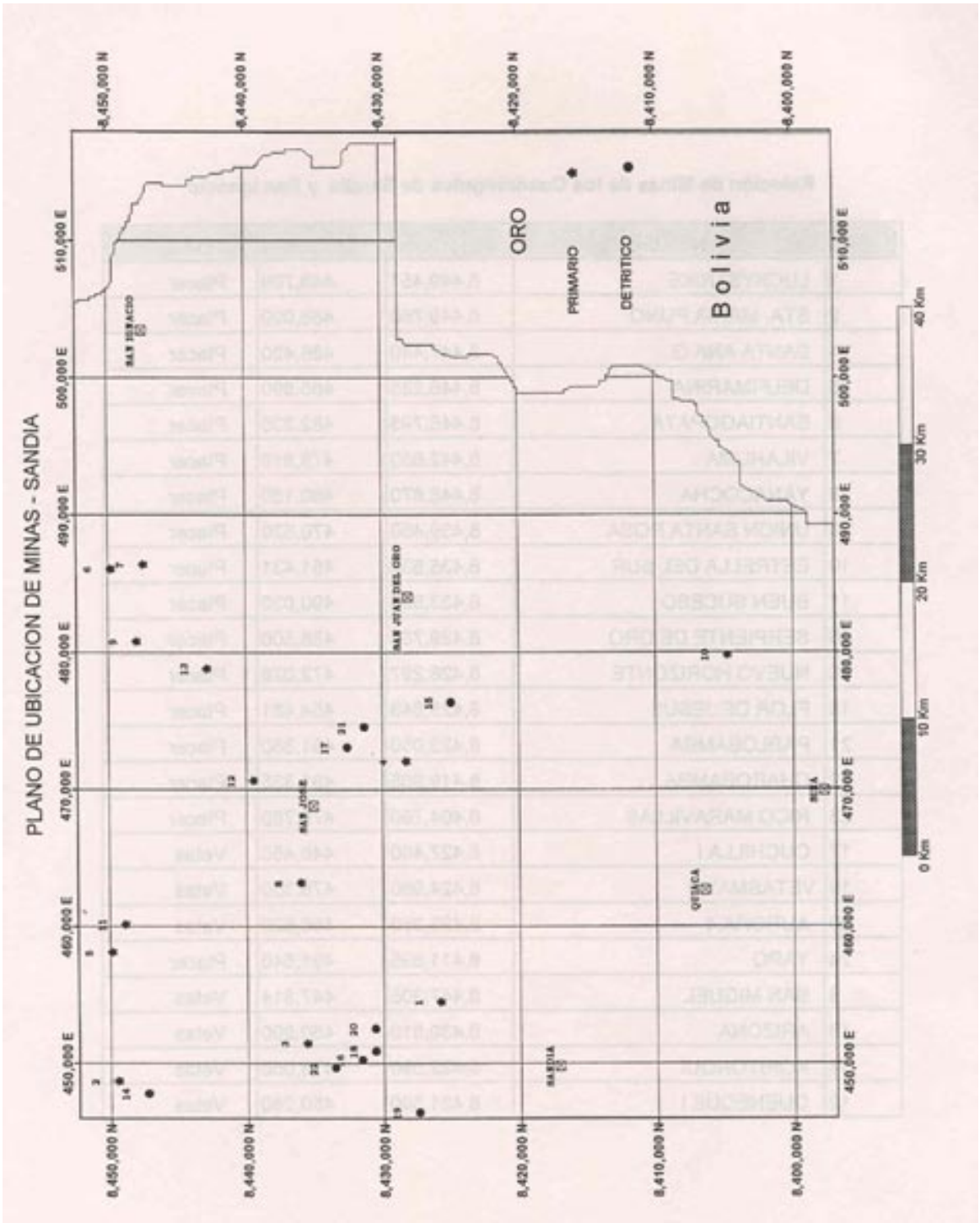

ANEXO MAPA CON ANOMALIAS POR ORO DE LOS CUADRANGULOS DE SANDIA Y SAN IGNACIO
BOLIVIA
ORO
PRIMARIO
DETRITICO
SAN IGNACIO
SAN JUAN DEL ORO
SANDIA
QUIACA
0
10
20
30
40Km

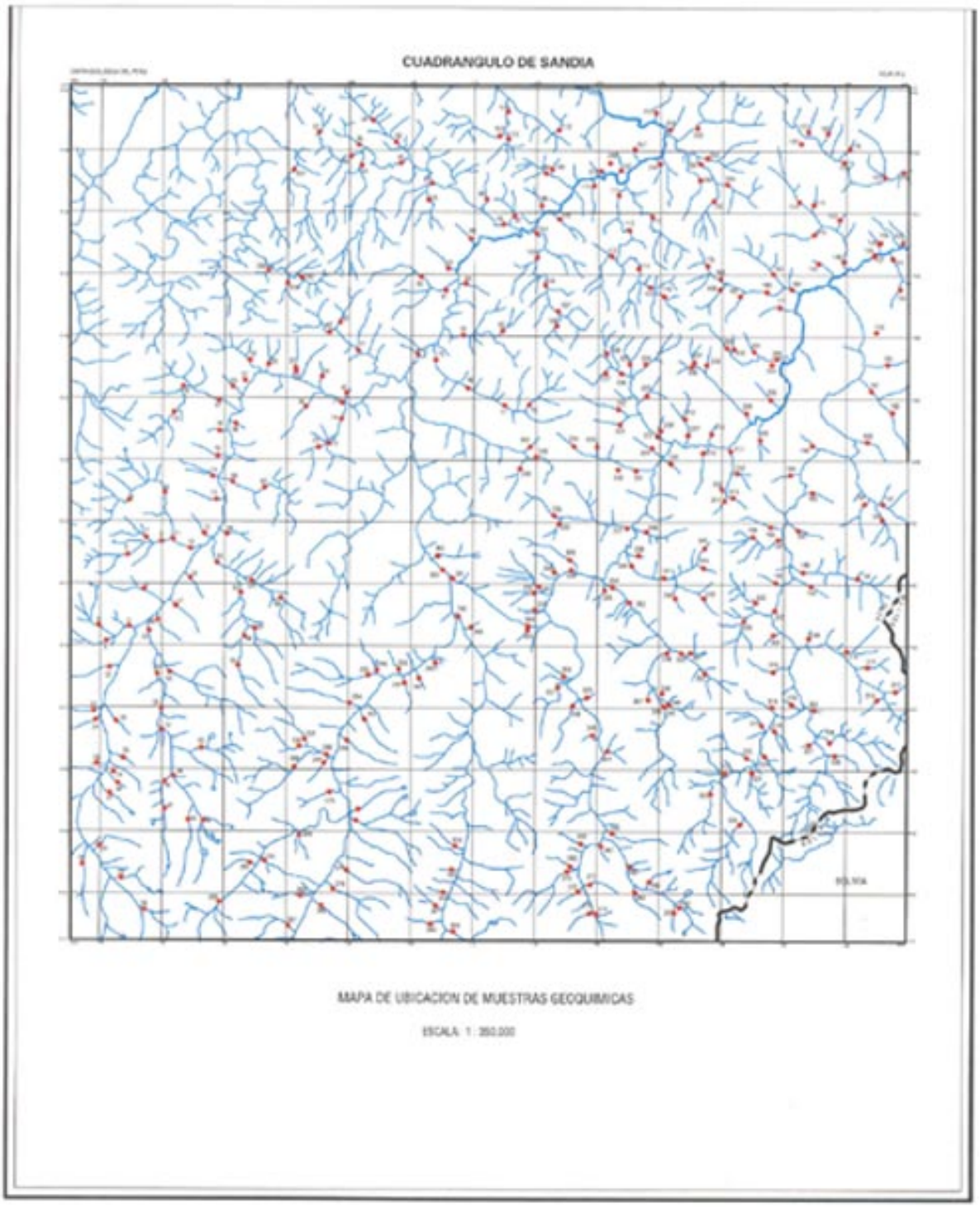
Foto N° 38 Lavadero de oro detrítico cerca a la mina Peñón de Oro.

Foto N° 39 Labor abandonada con vetillas de cuarzo con oxidación de Fe. La roca caja presenta argilitización en un radio de unos 10 m.

Relación de Minas de los Cuadrángulos de Sandia y San Ignacio

N°	Nombre	Norte	Este	Tipo
1	LUCKYSTRIKE	8,449,457	448,709	Placer
2	STA. MARIA PUNO	8,449,760	486,090	Placer
4	SANTA ANA G.	8,447,440	486,420	Placer
5	DELFIMARINA	8,446,285	485,890	Placer
6	SANTIAGOPATA	8,445,795	482,235	Placer
7	VILAHUMA	8,442,850	478,810	Placer
8	YANACOCHA	8,448,870	460,150	Placer
9	UNION SANTA ROSA	8,439,450	470,620	Placer
10	ESTRELLA DEL SUR	8,435,638	451,431	Placer
11	BUEN SUCESO	8,433,655	490,030	Placer
15	SERPIENTE DE ORO	8,429,785	488,500	Placer
16	NUEVO HORIZONTE	8,428,297	472,028	Placer
18	FLOR DE JESUS	8,425,843	454,481	Placer
21	PABLOBAMBA	8,423,050	491,880	Placer
22	CHAROBAMBA	8,419,965	491,335	Placer
23	RICO MARAVILLAS	8,404,790	479,780	Placer
17	CUCHILLA I	8,427,460	446,450	Vetas
19	VETASMAYO	8,424,980	476,350	Vetas
20	AURORA 1	8,422,350	456,620	Vetas
24	YAPO	8,411,895	491,640	Placer
3	SAN MIGUEL	8,447,305	447,814	Vetas
13	ARIZONA	8,430,610	450,900	Vetas
14	KORITONQUI	8,432,590	473,050	Vetas
12	QUENEQUE I	8,431,590	450,260	Vetas


PLANO DE UBICACION DE MINAS - SANDIA
ORO
PRIMARIO
DETRITICO
Bolivia
SAN ISIDRO
SAN JOSE
SAN JUAN DEL ORO
QUIACA
SANDIA
0 Km
10 Km
20 Km
30 Km
40 Km


CUADRANGULO DE SANDIA
MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS GEOQUIMICAS
ESCALA 1 : 350.000

Capítulo VII

GEOLOGIA HISTORICA

La litología cartografiada nos muestra la presencia del Paleozoico Inferior como la secuencia más antígua de la columna estratigráfica del SE del Perú, lo cual permide deducir que la paleogeografia del Paleozoico Inferior obedeció a una supercie subsidente que ha tenido una forma aún no precisada. Sinembargo, debido a los afloramientos existentes que aparecen como ventanas geológicas indicarían que ésta llegó hasta Cabanillas por el lado SW y al NE se pierde antes de llegar al llano amazónico.

Al NW la difusión es amplia aunque ésta se haya reconocido en forma generalizada desde el Llanvirniano en el centro del Perú por muchos autores entre ellos Newell y Tafur (1943, en las inmediaciones del área de trabajo por Douglas (1920) y Bulman (1931 y 1932). Hacia el SE en territorio boliviano, secuencias litológicas similares fueron conocidos por los trabajos realizados por Bulman (1931) y por trabajos posteriores de Ahlfeld y Branisa(1960).

Lo arriba mencionado permite indicar que en el trabajo la historia geológica se inicia con la acumulación sucesiva de sedimentos paleozoicos provenientes de substratos emergidos cámbricos y/o precámbricos, habiéndose depositado aproximadamente 8000 m. de sedimentos detríticos y pelíticos, que fueron afectados por la tectónica hercínica y que despues del cual casi siempre ha permanecido como un alto estructural a lo largo de toda la historia geológica, aunque hacia el SW se sucedieron subsidencias que permitió la sedimentación del Paleozoico para después emerger; esta característica es casi común a lo largo de toda la Cordillera Oriental.

Sedimentación del Paleozoico Inferior

La sedimentación del Grupo San José que comprende aproximadamente más de 3800 m. de sedimentos marinos depositados en una cuenca bien extensa y profunda, limitadas en el extremo NO (centro del Perú) probablemente por bloques precambrianos, en el SE por los macizos cambrianos y/o precambrianos en territorio boliviano los que fueron levantados posiblemente durante la Orogenia Brasílida (900 a 500 m.a.) que a su vez, sirvieron como material de aporte para tal sedimentación. Asimismo, fueron limitados por el Noreste y Suroeste con el Escudo Brasilero y el Macizo de Arequipa respectivamente.

Dada la litologia detrítica y de grano fino hace suponer que el medio marino fue de aguas tranquilas, baja oxigenación y un medio reductor; a pesar de ello, sólo se encuentra fauna graptolítica a diferencia de la formación superior que como resultado de la epirogénesis de ascenso y descenso cambia moderadamente de ambiente el medio marino que facilita una fauna relativamente más variada.

Asimismo la litología se hace más limolítica y probablemente de mayor oxigenación; también se puede encontrar pirita singenética, pero en pequeñísima cantidad a diferencia de la formación subyacente.

La sedimentación de la Formación Purumpata probablemente fué interrumpida por movimientos epirogenéticos de ascenso, el cual permaneció levantado por un tiempo relativamente corto, habiendo sido así afectados por movimientos o reactivación de fallas distensionales que permitieron nuevamente a los fenómenos de transgresión ocasionar la sedimentación rítmica de series mardadamente detríticas que fueron alternados por capas más delgadas de limoarcilitas que posteriormente fueron metamorfizadas pasando a cuarcitas y filitas, respectivamente, o pizarras en algunos casos; en esta Formación se encontraron restos de fauna fosilífera constituídos de braquiópodos.

El paso de la Formación Sandia (secuencia detrítica) a la Formación Ananea (mucho menos detrítica) se ha determinado mediante la observación macroscópica lo que nos dice que tiene un cambio litológico marcado; por lo tanto, un medio ambiente de depositación diferente. Sin embargo, las observaciones microscópicas indican un paso gradacional con alternancia de micas y cuarzo, como se puede ver en las foto N° 25. Esta secuencia comprobada entre Queluma y el rio Trapiche permanece monótonamente como esquisto de micas y cuarzo predominantemente. Como se puede notar, los cambios de ambiente de depositación durante el Paleozoico inferior e inicios del Paleozoico Superior al parecer se debió a pequeñas fluctuaciones intermitentes de la corteza terrestre (movimientos epirogenicosos).

La sedimentación de la Formación Ananea fue interrumpido por fallamientos y plegamientos amplios originados por la tectónica eoherciniana produciendo la regresión marina hacia el NO y SO del área de estudio, formando al SO fuera del área cuencas de poca profundidad, ampliándose y profundizándose hacia el NO; después de esta tectónica, devino la sedimentación discordante de las Formaciones Tarma, Copacabana, Ambo, Mitu. hacia el sur y suroeste del área de trabajo, quedando por o tanto el área de estudio y en general el SE de la Cordillera Oriental como un alto estructural probablemente todo el Mesozoico y parte del Cenozoico.

Sedimentación Cenozoica

Reactivación de fallamientos normales y movimientos epirogénicos de descenso dieron lugar a cuencas lagunares al parecer restringidas, de escasa profundidad y de aguas muy tranquilas que permitieron la depositación de los sedimentos de laminación fina de la Formación Yanacocha. Posteriormente debido a movimientos de reacomodo de la fase Quechua hace que se interrumpa la sedimentación lagunar de la Formación Titán, dando como resultado la erosión que generó la Superficie Puna; en parte han sido coadyuvados por la erosión dinámica de los rios. Este dinamismo probablemente fue acompañado por el levantamiento general de los Andes que en esta parte a pesar de permanecer casi siempre levantada, este se levantó más hasta alcanzar altitudes mayores a 5000 m.s.n.m.

Consecuentemente la actividad glaciaria en el área de trabajo se encuentra aún presente en altitudes mayores a los 3800 m.s.n.m., desarrollando valles en «U». Es muy probable, según se puede visualizar la Lámina I b, que la glaciación en su primera fase afectó hasta el Norte del pueblo de Sandia.

Los depósitos glaciarios como resultado de la inclinación peneplánica posterior hacia el NE, fueron erosionados fácilmente como resultado de las precipitaciones pluviales, por lo que en este flanco no se pueden encontrar depósitos glaciarios tan conspícuos como se les encuentra en el flanco occidental (área de Ananea), que en ese lugar alcanzan aproximadamente más de 100 m. de espesor; tales depósitos se iniciarían con la depositación conglomerádica mucho más gruesa (más de 150 m.).

Actualmente en aquella área el proceso de erosión es lenta, como consecuencia de la fisiografía favorable; mientras tanto, en el área de trabajo la erosión sigue siendo activa, ha desarrollado valles en «V» y/o casi encañonados, mucho de los depósitos glaciarios pueden considerarse como parte de los depósitos conglomerádicos que conforman la parte superior de la Formación Titán, estos se encuentran a lo largo de los valles de Inambari y Tambopata y bastante alejados de la fuente de origen.

La depositación de la Formación Chichanaco como se puede observar en el campo, al parecer ocurrió posterior a las últimás glaciaciones pleistocénicas; tal represamiento del río Sandia probablemente se debió a fallamientos o reactivación de fallamientos, que de acuerdo con la litología que muestran los vestigios de la Formación, ésta se llevó a cabo en ambientes muy tranquilos de poca precipitación, pero sí de fuertes vientos que permitió acumular finos y arena de considerable espesor y en laminación bien fina, siendo ello uno de los últimos episodios sedimentológicos y estructurales que pudieron haberse registrado.

BIBLIOGRAFIA

AUDEBAUD, E. y LAUBACHER, G. (1973) - Sobre una discordancia tardihercínica en la Cordillera Oriental del Sur del Perú. Serv. de Geol. y Min., Estudios Especiales - Serie D, Bol. N° 3.

AUDEBAUD, E. et.al. (1973) - El Metamorfismo precambriano de baja presión en los Andes Orientales del Perú. Serv. de Geol. y Min., Bol. N° 3 - Serie D, Estudios Especiales.

BRANISA, L. (1965) - Los fósiles Guía de Bolivia. Bol. N° 6, Servicio Geológico de Bolivia.

BARTIDA, F. (1981) - La esquistosidad primaria: Una síntesis sobre las características y desarrollo en trabajos de Geología. Univ. de Oviedo. - Bol. N° 11.

DALMAIRAC, B. (1973) - Evidencias de una cadena Preordovícica y probablemente Precambriana en la Cordillera Oriental del Perú Central. Serv. de Geol. y Min. - Serie D - Estudios Especiales, Bol. N° 3.

DALMAYRAC, B., "LAUBACHER, G." & MAROCCO, R. (1988) - Características Generales de la Evolución Geológica de los Andes Peruanos. Inst. Geol. Min. y Metalúrgico - INGEMMET. Bol N° 12 - Serie D, Estudios Especiales.

FORNARI y et. al. (1981) - Las mineralizaciones auríferas en la Cordillera Suroriental del Perú. El papel de la evolución geomorfológica en la Formación de los placeres. INGEMMET-ORSTOM.

FOUCAULT, A. & RAOULT, J. F. (1985) - Diccionario de Geología. Fondo Edit. de Mason S. A.

FRY, N. (1993) - The field description of metamorphic rocks Geological Society of London handbook.

HEIM, A. (1947) - Noroeste del Lago Titicaca: Observaciones Críticas. Bol. del Serv. Nac. de Minería y Petróleo.

INGEMMET & DGM (1979) - Proyecto de Prospección Aurífera en la Región Sur Oriental del Perú.

INGEMMET & DIP (1995) - Base de Datos del Banco Minero.INGEMMET (Informática).

KLINCK, B., & PALACIOS, O. et. al. (1993) - Proyecto Integrado del Sur del Perú. Ins. Geol. Min. y Metalúrgico - INGEMMET. Bol. N° 42 - Serie A.

LAUBACHER, G. (1975) - Estudio Geológico Preliminar de la Cordillera Oriental - Tomo III, Bloque «C», ORSTOM - SGM.

LAUBACHER, G. (1978) - Estudio Geológico de la Región Norte del Lago Titicaca. BOL. N° 5, Serie D - Estud. Espec. INGEOMIN (Instituto de Geología y Mineria).

LAUBACHER y et. al. (1979) - Informe Técnico Proyecto Oro. INGEMMET-ORSTOM.

MARTINEZ, CL., et. al. (1971) - La Cadena Hercínica en la parte septentrional de la Cordillera Oriental de los Andes Bolivianos (perfil La Paz-Alto Beni). Serv. Geol. de Bolivia - BOL. N° 15, GEOBOL.

MEGARD, F. (1979) - Estudio Geológico de los Andes del Perú Central. Inst. Geol. Min. y metalúrgico (INGEMMET) Bol. N° 8 Serie D. Estudios Especiales.

MIALL ANDREW, D. (1990) - Principles of Sedimentary Basin Analysis second edition University of Toronto Department of Geology Toronto, Ontario M5S 3B1 Canada.

MINERO PERU (1978) - Programa San Antonio de Poto por Oro en Puno.

PAREDES PACHECO, J. (1994) - Geología del Cuadrángulo de Jauja. Inst. Geol. Min. y Metalúrgico (INGEMMET) Bol. N° 48 - Serie A.

PFLüCKER, L. (1905) - «Informe sobre los Yacimientos Auríferos de Sandia. Bol. del Cuerpo de Ingenieros de Minas N° 24 - Ministerio de Fomento.

PETERSEN G. (1932) - Observaciones Meteorológicas en el Valle Superior del río Tambopata, Sandia - Perú. Bol. de la Soc. Geol. del Perú. Tomo IX - Lima 1937, p. 37-49.

PULGAR. V. J. (1986) - Geografía del Perú, las ocho regiones naturales del Perú. Edic. Juan Mejía Baca.

RIVAS VALENZUELA S. (1971) - Ordovícico del corazón de Bolívia.

RIVERA, HUGO (1986) - Información Básica Perfil de Proyecto Polivalente. Evaluación geológico minera metalúrgica por oro en el sector oriental de la Cordillera Ananea. INGEMMET.

STEINMANN, G. (1929) - Geología del Perú. Heidelberg (Karl Winter).

WILLIAM THORNBURY, (1960) - Principios de Geomorfología. Edit. Kape Lusz - Buenos Aires.

ZORRILLA, EDUARDO (1970) - Minería Aurífera Aluvial zona de Puno y Madre de Dios - Yacimientos Auríferos del Dpto. Puno, Prov. Sandia. - Banco Minero.

Por: Lidia Romero Pittman

APENDICE PALEONTOLOGICO

La fauna fósil colectada en el cuadrángulo de Sandia consiste en su mayoría de graptolites del Ordoviciano, habiéndose determinado 63 especies diferentes.

Dicha fauna esta compuesta principalmente por: Didymograptus v-deflexus (HARRIS) del Arenigiano inferior, Didymograptus (Expansograptus) nitidus HALL, Didymograptus (Expansograptus) hirundo SALTER, Glyptograptus (Glyptograptus) tamariscus NICHOLSON, Isograptus cf. I. forcipiformis (RUEDEMAN) y Tetragraptus quadribrachiatus HALL, que marcan el Arenigiano superior. También se han determinado Loganograptus logani (HALL) y Dichograptus cf. D. octobrachiatus (HALL) cuyo rango es Arenigiano - Llanvirniano.

Del Llanvirniano inferior se han reconocido Climacograptus tubuliferus LAPWORT, Didymograptus bifidus (HALL), Didymograptus pluto JENKINS, Didymograptus protobifidus-bifidus transient, hallándose otras especies asociadas como: Climacograptus (Climacograptus) bicormis HALL, Criptograptus tricormis shaferi LAPWORTH, Dicellograptus cf. D. pumilis LAPWORTH, Didymograptus amboensis n. sp., Didymograptus artus ELLES & WOOD, Didymograptus murchisoni BECK, Didymograptus pandus BULMAN, Didymograptus protobifidus ELLES, Didymograptus serratulus (HALL), Didymograptus stabilis ELLES & WOOD entre otros, que nos indican el Llanvirniano. Prevalecen a esta asociación Amplexograptus confertus LAPWORTH, Aulograptus cucullus BULMAN, Dicranograptus sp., Didymograptus sagiticaulis GURLEY, Glossograptus ciliatus EMMOS, Glyptograptus euglyphus pymaeus (RUEDEMAN) del LLanvirniano - LLandeiliano.

Se han reconocido también fósiles que marcan el Llandeiliano terminal y base del Caradociano: Orthograptus quadrimucronatus (HALL).

En los niveles superiores la fauna graptolítica está asociada a: Nanorthis cf. N. grandis (HARRINGTON) del Ordovicico inf. y Ogygiocarella cf. O. debuchi (BRONGNIART) del LLanvirniano superior.

La fauna hallada muestra afinidades con las faunas de graptolites de la provincia del Pacífico y del Atlántico siendo importantes elementos para la correlación.

INTRODUCCION

Los graptolites citados han sido estudiados de acuerdo con la sistemática propuesta por Bulman en Moore R., 1970 sin realizar un análisis morfosistemático crítico, más bien comparativo.

Se muestra en el texto su distribución geográfica y cronoestratigrafica, así como la fauna asociada.

La distribución areal y las localidades fosíliferas están referidas a coordenadas geográficas.

También se señalan las unidades a las cuales fueron asignadas los horizontes fosilíferos y en la distribución cronoestratigráfica se asigna la edad a la especie la cual ha sido inferida por antecedentes bibliográficos referidas a, similares áreas, Bulman O. M. 1932, Hughes C. P. et al.,1980, Newell N. et al., 1943, Lemon R. R. et al.,1956.

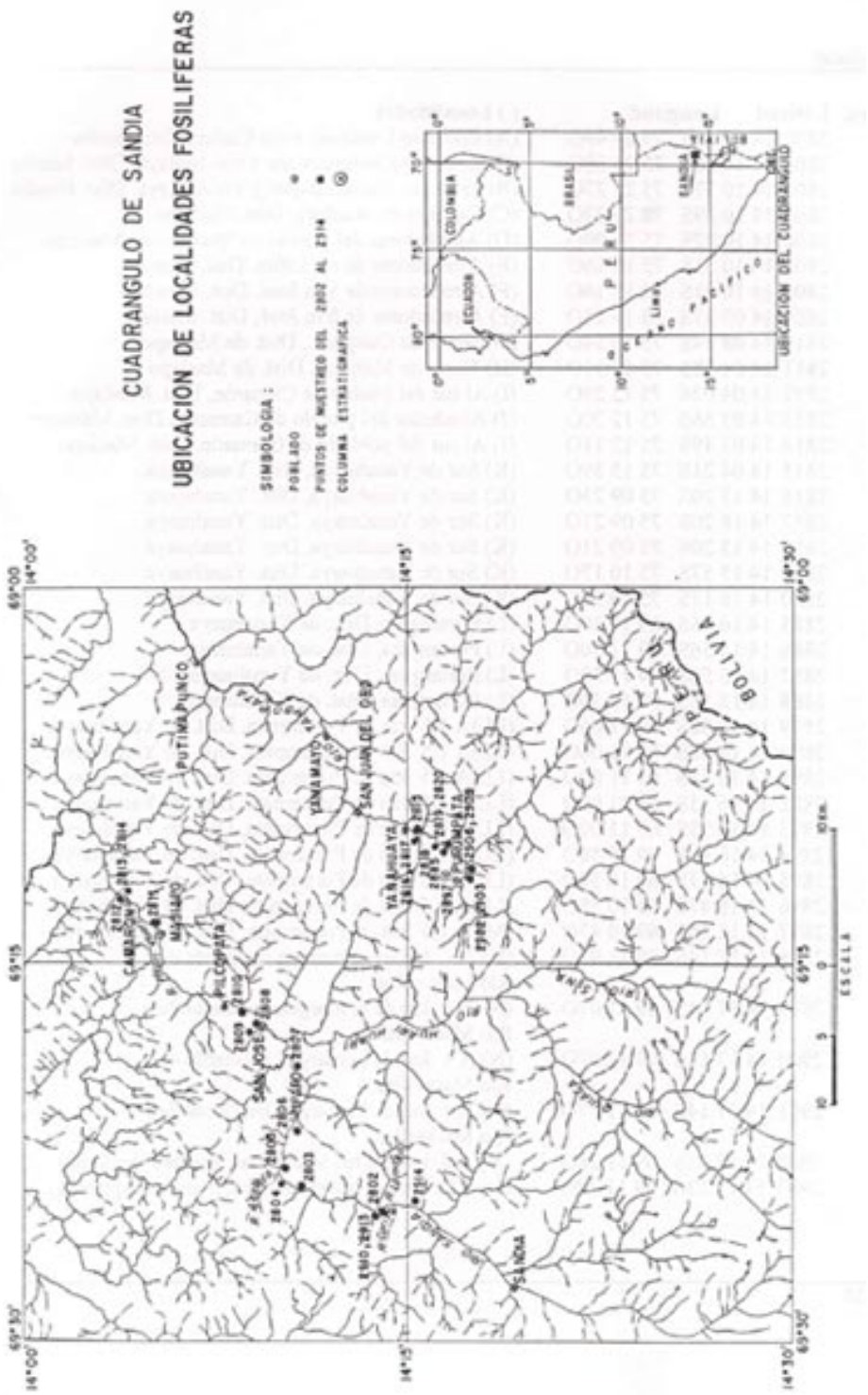
El trabajo concluye con el análisis sobre el significado de la graptofauna del Ordoviciano en el Sur del Perú (Cuadrángulo de Sandia) relacionado a la distribución geográfica, litoestratigráfica y paleoambiental.

Las muestras estudiadas fueron colectadas por el Ing° Natalio de la Cruz y Manuel Aldana encontrándose en el Departamento de Paleontología - INGEMMET.

UBICACION DEL AREA INVESTIGADA Y PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS.

Durante los trabajos de campo se han realizado investigaciones paleontológicas principalmente en dos áreas que comprenden el valle de Sandia y San Juan del Oro, pertenecientes a la provincia de Sandia, Departamento de Puno.

Las muestras, material del presente estudio han sido colectados en las siguientes localidades.


CUADRANGULO DE SANDIA
UBICACION DE LOCALIDADES FOSILIFERAS
SIMBOLOGIA :
POBLADO
PUNTOS DE MUESTREO DEL 2802 AL 2814
COLUMNA ESTRATIGRAFICA
COLOMBIA
ECUADOR
BRASIL
PERU
LIMA
SANDIA
UBICACION DEL CUADRANGULO
BOLIVIA
PUTIMAPUNCO
YANAMAYO
SAN JUAN DEL ORO
YANAHUAYA
PILCOPATA
SAN JOSE
SANDIA
ESCALA

N° REG.	LATITUD	LONGITUD	( ) LOCALIDADES
2802	14 39 50S	75 24 49W	(A) Entre río Lomayoc y río Carita, dist. Sandia
2803	14 14 13S	75 24 38W	(B) Entre río Cherenezayoc y río Azalaya, dist. Sandia
2804	14 10 37S	75 27 27W	(B) Entre río Cherenezayoc y río Azalaya, dist. Sandia
2805	14 10 29S	78 23 27W	(C).Cerca al río Azalaya, dist. Masiapo
2806	14 10 32S	75 21 09W	(D).Alrededores del pueblo de Iparo, dist. Masiapo
2807	14 10 31S	75 19 16W	(E) Alrededores de río Lifón, dist. Masiapo
2808	14 10 31S	75 19 16W	(F) Alrededores de San José, dist. Masiapo
2809	14 09 37S	75 17 21W	(F) Alrededores de San José, dist. Masiapo
2810	14 08 54S	75 16 54W	(G) Norte de Quiquira , dist. de Masiapo
2811	14 04 28S	75 13 51W	(H) Norte de Masiapo, dist. de Masiapo
2812	14 04 02S	75 12 23W	(I) Al sur del pueblo de Camarón, dist. Masiapo
2813	14 03 56S	75 12 20W	(J) Alrededor del pueblo de Camarón, dist. Masiapo
2814	14 03 49S	75 12 11W	(J) Al sur del poblado de Camarón, dist. Masiapo
2815	14 04 21S	75 15 39W	(K) Sur de Yanahuaya, dist. Yanahuaya.
2816	14 13 20S	75 09 23W	(K) Sur de Yanahuaya, dist. Yanahuaya
2817	14 18 20S	75 09 21W	(K) Sur de Yanahuaya, dist. Yanahuaya
2818	14 13 20S	75 09 21W	(K) Sur de Yanahuaya, dist. Yanahuaya
2819	14 15 57S	75 10 17W	(K) Sur de Yanahuaya, dist. Yanahuaya
2820	14 16 17S	75 10 56W	(K) Sur de Yanahuaya, dist. Yanahuaya
2885	14 16 56S	69 11 30W	(L) Purumpata, dist. de Yanahuaya.
2886	14 15 56S	69 11 30W	(L) Purumpata, dist. de Yanahuaya.
2887	14 15 56S	69 11 30W	(L) Purumpata, dist. de Yanahuaya.
2888	14 15 56S	69 11 30W	(L) Purumpata, dist. de Yanahuaya.
2889	14 16 58S	69 11 06W	(LL)A 1.5 Km. de Purumpata, dist. de Yanahuaya.
2890	14 16 58S	69 11 06W	(LL)A 1.5 Km. de Purumpata, dist. de Yanahuaya.
2891	14 16 55S	69 11 00W	(LL)A 1.5 Km. de Purumpata, dist. de Yanahuaya.
2892	14 16 55S	69 11 00W	(LL)A 1.5 Km. de Purumpata, dist. de Yanahuaya.
2893	14 16 55S	69 11 00W	(LL)A 1.5 Km. de Purumpata, dist. de Yanahuaya.
2894	14 16 47S	69 10 58W	(LL)A 1.5 Km. de Purumpata, dist. de Yanahuaya.
2895	14 16 47S	69 10 58W	(LL)A 1.5 Km. de Purumpata, dist. de Yanahuaya.
2896	14 16 47S	69 10 58W	(LL)A 1.5 Km. de Purumpata, dist. de Yanahuaya.
2897	14 16 38S	69 10 47W	(M) A 1.6 Km. de Purumpata, dist. de Yanahuaya
2898	14 17 14S	69 11 07W	(N) A 1 Km. de la márgen izquierda del Río Maravillas.
2899	14 17 14S	69 11 07W	(N) A 1 Km. de la márgen izquierda del Río Maravillas
2900	14 17 14S	69 11 07W	(N) A 1 Km. de la márgen izquierda del Río Maravillas
2901	14 17 14S	69 11 07W	(N) A 1 Km. de la márgen izquierda del

		Río Maravillas
2902	14 17 13S 69 11 28W	(Ñ) A 2 Km. del Río Maravillas, márgen izquierda.
2903	14 17 13S 69 11 28W	(Ñ) A 2 Km. del Río Maravillas, márgen izquierda.
2904	14 17 13S 69 11 28W	(O) A 800 mt. saliendo del Yanahuaya, camino a Purumpata.
2905	14 17 13S 69 11 28W	(O) A 800 mt. saliendo del Yanahuaya, camino a Purumpata
2906	14 10 02S 69 18 02W	(P) Cerca al puente, en el desvío a Masiapo.
2907	14 10 02S 69 18 02W	(P) Cerca al puente, en el desvío a Masiapo
2908	14 10 02S 69 18 02W	(P) Cerca al puente, en el desvío a Masiapo.
2909	14 10 02S 69 18 02W	(P) Cerca al puente, en el desvío a Masiapo.
2910	14 13 32S 69 24 45W	(Q) A 20 Km. de Sandía, camino a San Juan del Oro.
2911	14 13 32S 69 24 45W	(Q) A 20 Km. de Sandía, camino a San Juan del Oro.
2912	14 13 32S 69 24 45W	(Q) A 20 Km. de Sandía, camino a San Juan del Oro.
2913	14 13 32S 69 24 45W	(Q) A 20 Km. de Sandía, camino a San Juan del Oro.
2914	14 15 33S 69 24 33W	(R) A 10 Km. de Sandía, camino a Masiapo

DISTRIBUCION GEOGRAFICA

Especies de graptofauna se encuentran ampliamente distribuidas en el área del cuadrángulo de Sandia, los que están constituidos por un conjunto de especies predominantes de formas pausiramosas: Amplexograptus, Aulograptus, Azygograptus, Callograptus, Climacograptus, Criptograptus, Dicellograptus, Dicranograptus, Didymograptus, Glossograptus, Glyptograptus, Isograptus, Janograptus, Orthograptus, Ptilograptus, Tetragraptus y un número reducido de formas multiramosas: Dichograptus y Loganograptus.

Esta fauna ha sido encontrada principalmente en dos zonas: Valle de Sandia y Purumpata (ver cuadro de ubicación de localidades fosilíferas).

Estas localidades están relacionadas con las encontradas en el Centro y Sur del Perú, en afloramientos de la Selva Oriental y Selva Baja. Las localidades más conocidas son: Quebrada Capahuana, Domo de Contaya(Dpto. de Loreto) Newell N. et al., 1943; Hughes L.P. et al., 1980; Pataz, Márgenes del río Marañón (Dpto. de La Libertad) Wilson J. et al., 1964; Villa de Huácar, 5 Km. al Sur Este de Ambo, (Dpto. de Huánuco) Lemmon R. R. et al., 1956; Valle de Marcapata, río Quitari (Dpto. de Cuzco) Douglas J. et al., 1932; en el valle San Gabán, río Chaquimayo (Dpto. de Madre de Dios) Douglas J. et al, 1920; en el Valle de Sandia, entre Huancaluque y San Juan del Oro (Dpto. de Puno) Laubacher G. 1973 y 1978.

El conjunto de formas citadas están constituidas por especies que representan un rango relativamente amplio comprendido entre el Arenigiano hasta el Caradociano basal encontrándose en mayor cantidad formas del Llanvirniano-Llandeiliano.

DISTRIBUCION BIOCRONOESTRATIGRAFICA

Se han reportado sedimentitas del Ordoviciano constituida por una gruesa secuencia continua de pizarras, limolitas, limoarcillitas y arcillitas en la cordillera Oriental de acuerdo a Laubacher G., 1973.

Entre las unidades litoestratigráficas reconocidas en esta área, están el Grupo San José (Formación Iparo y Purumpata) y la Formación Sandia, cuyas edades han sido fijadas por la presencia de graptofauna en Arenigiano, Llanvirniano-Llandeiliano y Caradociano respectivamente.

El Grupo San José se halla representado en el tramo central de la hoja de Sandia (29-Y), limitado hacia el Noreste y Suroeste por la Formación Sandia, mostrando una reducción progresiva hacia el Noreste.

Los fósiles determinados de esta formación están constituidos mayormente por formas pausiramosas que verticalmente se hallan distribuidos marcando los niveles inferiores del Arenigiano, Didymograptus v-deflexus y el Arenigiano superior por: Didymograptus (Expansograptus) hirundo, Didymograptus (Expansograptus) nitidus, Glyptograptus (Glyptograptus) tamariscus, Isograptus cf. I. forcipiformis y Tetragraptus quadribrachiatus.

También se han encontrado Azygograptus fasciculatus y Tetragraptus aproximatus, que permite asignar dichos afloramientos al Arenigiano, siendo denominado Formación Iparo.

Las otras formas pausiramosas reconocidas están constituidas por: Climacograptus tubuliferus, Didymograptus bifidus, Didymograptus pluto, Didymograptus protobifidus-bifidus transient; estos graptolites caracterizan a la sucesión de estratos en sus niveles superiores permitiendo asignarle una edad Llanvirniano inferior.

Las formas expuestas se hallan asociadas a Climacograptus (Climacograptus) bicormis, Criptograptus tricormis shaferi, Dicellograptus cf. D. sumilis, Didymograptus amboensis n.sp., Didymograptus artus, Didymograptus murchisoni, Didymograptus pandus, Didymograptus protobifidus, Didymograptus serratulus, Didymograptus stabilis, Janograptus peruviensis n. sp., fósiles que indican el Llanvirniano.

A esta asociación prevalecen otras formas como Amplexograptus confertus, Aulograptus cucullus, Dicranograptus sp., Didimograptus sagiticaulis, Glossograptus ciliatus, Glyptograptus eugliyphus pymaeus cuyo biocrón comprende el Llanvirniano-Llandeiliano.

Por lo expuesto, podemos considerar los niveles intermedios a superiores, ubicando razonablemente al conjunto, como una serie continua del Llanvirniano-Llandeiliano denominado Formación Purumpata.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS GRAPTOLITHINA
CUADRANGULO DE SANDIA

ESPECIES	LOCALIDADES																				
	VALLE DE SANDIA										ZONA DE PURUMPATA										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	ñ	o	p	q	r	s	t	u
Amplexograptus confertus LAPWORTH						X					X	X		X								
Amplexograptus sp.												X										
Aulograptus cucullus BULMAN																		X				
Azygograptus fasciculatus (NICHOLSON)												X										
Azygograptus sp.												X										
Callograptus sp.																		X				
Climacograptus (Climacograptus) bicornis (HALL)															X							
Climacograptus tubuliferus LAPWORTH						X					X											
Criptograptus tricornis shaferi LAPWORTH												X				X	X					
Criptograptus cf. C. tricornis shaferi LAPWORTH												X										
Criptograptus sp.												X										
Dicellograptus elegans (CARRUTHERS)											X											
Dicellograptus cf. D. elegans (CARRUTHERS)											X											
Dicellograptus cf. D. sumilis LAPWORTH											X											
Dicellograptus sp.											X											
Dichograptus octobrachiatus HALL	X																		X			
Dichograptus cf. D. octobrachiatus HALL																			X			
Dichograptus sp.																			X			
Dicranograptus sp.									X													
Didymograptus amboensis n. sp.																		X				
Didymograptus artus ELLES & WOOD																		X				
Didymograptus bifidus (HALL)												X	X				X					
Didymograptus climacograptoides (HOLMMS)																		X				
Didymograptus foliaceus (MURCHISON)													X									
Didymograptus (Expansograptus) hirundo SALTER					X																	
Didymograptus miserabilis BULMAN																		X				
Didymograptus murchisoni BECK											X	X			X			X	X			
Didymograptus murchisoni var. geminus (HISINGER)													X									
Didymograptus (Expansograptus) nitidus (HALL)					X																	
Didymograptus pandus BULMAN												X										
Didymograptus pluto JENKINS													X				X					
Didymograptus protobifidus - bifidus transient													X				X					
Didymograptus sagiticaulis GURLEY			X												X							
Didymograptus serratulus (HALL)		X	X																			
Didymograptus stabilis ELLES & WOOD												X										
Didymograptus v - deflexus HARRIS															X							
Didymograptus sp.						X					X		X		X	X		X				
Diplograptus foliaceus (MURCHISON)																				X		
Diplograptus cf. D. foliaceus (MURCHISON)																				X		
Diplograptus sp.																				X		
Glossograptus ciliatus EMMONS																	X					
Glossograptus hinckinsi (HOPKINSON)						X					X	X			X							
Glossograptus sp.											X		X		X							
Glyptograptus (Glyptograptus) dentatus BRONGNIART											X	X	X	X								
Glyptograptus (Glyptograptus) tamariscus (NICHOLSON)													X									
Glyptograptus euglyphus pynaeus (RUEDEMAN)											X	X										
Glyptograptus cf. G. austradentatus HARRIS & KEBLE									X													
Glyptograptus cf. G. sheivensis BULMAN										X												
Glyptograptus tricornis schaferi LAPWOTH												X										
Glyptograptus sp.		X										X	X									
Isograptus cf. I. forcipiformis (RUEDEMANN)			X																			
Isograptus sp.			X																			
Janograptus peruviensis n. sp.				X																		
Loganograptus logani (HALL)			X																			
Orthograptus quadrimucronatus (HALL)													X									
Orthograptus cf. O. quadrimucronatus (HALL)													X									
Orthograptus sp.											X		X									
Psilograptus sp.	X																					
Tetragraptus aproximatus NICHOLSON		X																X				
Tetragraptus fructicosus (HALL)															X							
Tetragraptus quadribrachiatus (HALL)	X	X	X	X											X							
Tetragraptus serrus (BRONGNIART)								X														
Tetragraptus sp.	X	X													X							

Las localidades están referidas en ubicación.

Han sido reconocidos en parte niveles de transición Llandeiliano-Caradociano con Glyptograptus tricormis, Glossograptus hinckinsi. Con seguridad podemos decir que el Caradociano basal está presente, habiéndose determinado Orthograptus quadrimucronatus el que le da un rango Caradociano Inferior a la formación Sandia.

En el área de Purumpata se midió una sección conformada de sedimentitas, cuya secuencia alcanza un grosor de 1295 m. y esta constituida en la base por limolitas, limoarcilitas de color gris oscuro, oxidadas y hacia el tope por arcilitas gris clara las cuales han sido reonocidas como Grupo San José y Formación Sandia (ver cuadro de Distribución estratigráfica Local).

En los niveles inferiores de estos afloramientos se han colectado fósiles en los siguientes puntos:

Pu-1 {5,22,27, 28,30,32,35,44}
Pu-2 {42}
Pu-3 {1,9,42,46}
Pu-4 { 22,32}
Pu-5 {22,31,32,44}
Pu-6 {38}
Pu-7 {28,31}
Pu-8 {44}
Pu-9 {44}
Pu-10 {44,45}
Pu-11 {44}

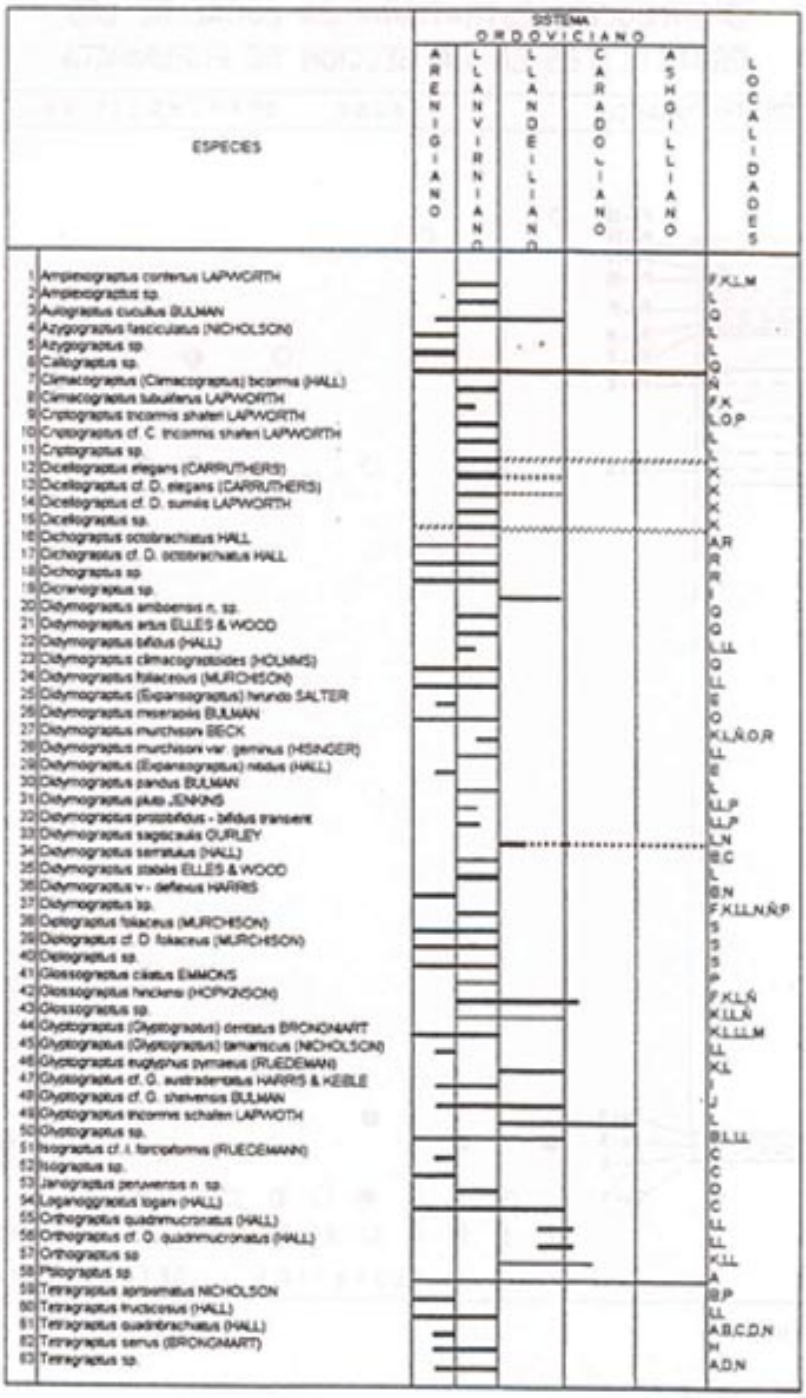
Estos niveles con especies características del Llanvirniano inferior y Lanvirniano-Llandeiliano corresponden al miembro Purumpata.

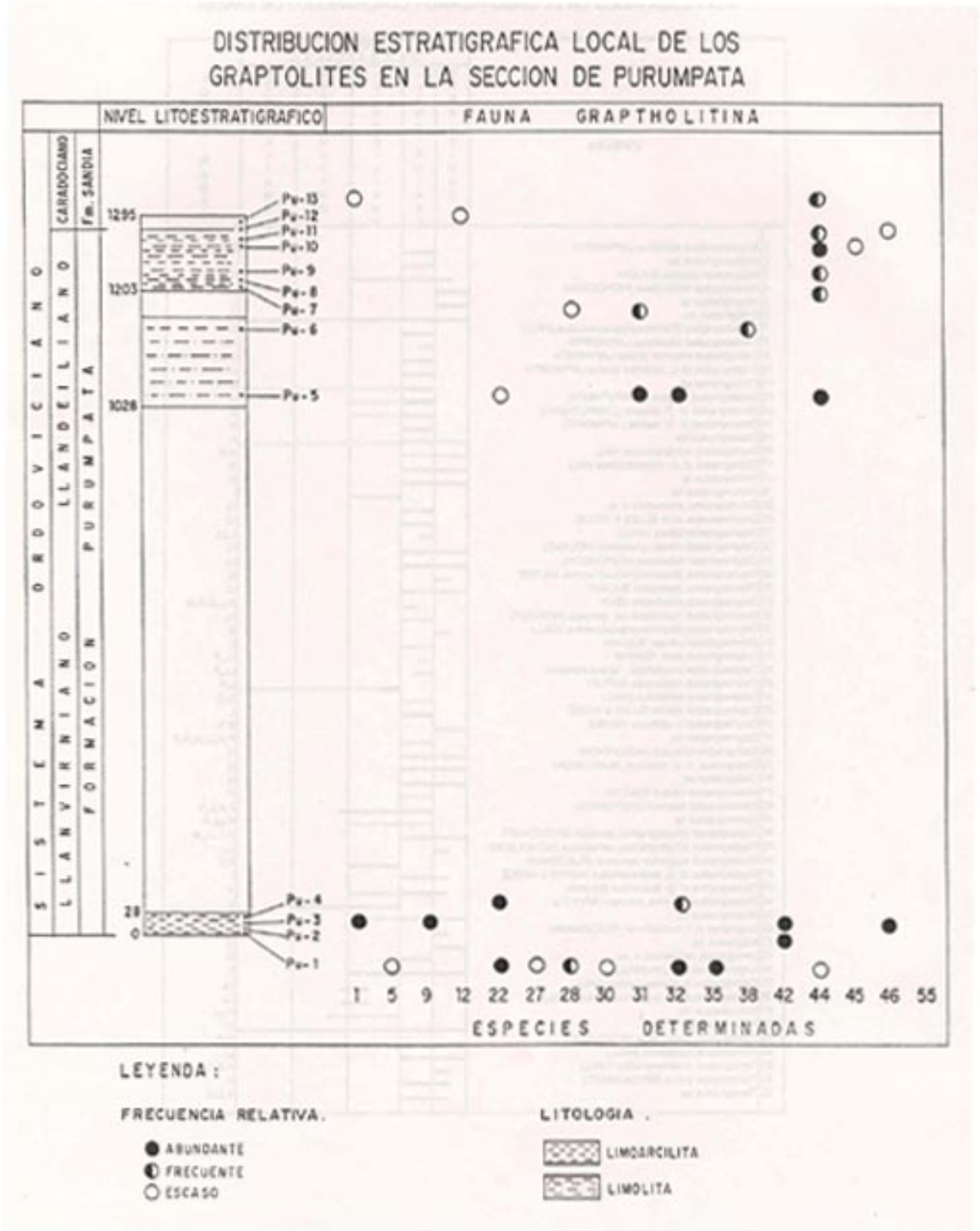
Las especies encontradas en Pu-1 marcan su aparición, alcanzando su máximo desarrollo algunas especies tales como los hallados en Pu-5 {31,32,44}, desapareciendo la mayor parte en Pu-7.

El nivel Pu-12 y Pu-13 se correlacionan con aquellos observados en las cercanías de pueblo de Camarón como del tope del Llanvirniano-Caradociano basal, correspondiendo dichos afloramientos a la Formación Sandia en los cuales se ha encontrado la siguiente fauna:

pu-12 {12,55}
pu-13 {1,44}

DISTRIBUCION CRONOESTRATIGRAFICA DE LAS ESPECIES DE GRAPTHOLITHINA
REPRESENTADOS EN EL ORDOVICIANO - CUADRANGULO DE SANDIA




DISTRIBUCION ESTRATIGRAFICA LOCAL DE LOS
GRAPTOLITES EN LA SECCION DE PURUMPATA
NIVEL LITOESTRATIGRAFICO
FAUNA GRAPTHOLITINA
SISTEMA ORDOVICIANO
LLANVIRNIANO
LLANDEILIANO
CARADOCIANO
Fm. SANDIA
FORMACION PURUMPATA
1295
1203
1028
28
0
Pu-13
Pu-12
Pu-11
Pu-10
Pu-9
Pu-8
Pu-7
Pu-6
Pu-5
Pu-4
Pu-3
Pu-2
Pu-1
1 5 9 12 22 27 28 30 31 32 35 38 42 44 45 46 55
ESPECIES DETERMINADAS
LEYENDA :
FRECUENCIA RELATIVA.
ABUNDANTE
FRECUENTE
ESCASO
LITOLOGIA .
LIMOARCILITA
LIMOLITA

FAUNA GRAPTOLITHINA

Los graptolites estudiados por Bulman, 1927, han permitido identificar la fauna de este trabajo cuyos caracteres fueron comparados estableciendo relaciones morfométricas. Los caracteres más usados en la determinación normalmente consisten en la forma de las tecas, ancho del estipe, espaciado tecal, inclinación y ángulo apertural, caracteres que definen la longitud y el ancho tecal. La observación del rapdosoma ha permitido diferenciar los graptoloideos.

Se han determinado un total de 63 especies diferentes constituidas por 97% de formas pausiramosas y 3% de multiramosas. Entre las formas pausiramosas se han reconocido 17 géneros y de las multiramosas 2 géneros, cuya clasificación taxonómica es la siguiente:

FORMAS PAUSIRAMOSAS

Clase : GRAPTOLITHINA Bronn, 1846
Orden : GRAPTOLOIDEA Lapworth, 1875
Familia : DIPLOGRAPTIDAE Lapworth, 1873
Género : Amplexograptus ELLES & WOOD 1907
Amplexograptus confertus LAPWORTH
Amplexograptus sp.
Género : Diplograptus M'COY,1850
Diplograptus foliaceus (MURCHISON)
Diplograptus cf. D. foliaceus (MURCHISON)
Género : GlyptograptusLAPWORTH, 1873
Glyptograptus(Glyptograptus)dentatus (BRONGNIART)
Glyptograptus (Glyptograptus) tamariscus NICHOLSON)
Glyptograptus euglyphus pymaeus (RUEDEMAN)
Glyptograptus cf. G. austradentatus HARRIS & KEBLE
Glyptograptus cf. G. shelvensis BULMAN
Glytograptus tricormis schaferi LAPWORTH
Glyptograptus sp
Género : Climacograptus HALL, 1865
Climacograptus (Climacograptus) bicormis HALL
Climacograptus tubuliferus LAPWORTH
Género : Orthograptus LAPWORTH, 1873
Orthograptus quadrimucronatus (HALL)
Orthograptus cf. O. quadrimucronatus (HALL)
Orthograptus sp.
Familia : DICHOGRAPTIDAE lAPWORT, 1873

Género : Aulograptus SKEVINGTON, 1965
Aulograptus cucullus BULMAN
Género : Azygograptus NICHOLSON, 1875
Azygograptus fasciculatus (NICHOLSON)
Azygograptus sp.
Género : Didymograptus M COY, 1851
Didymograptus (Expansograptus) hirundo SALTER
Didymograptus (Expansograptus) nitidus HALL
Didymograptus amboensis n. sp.
Didymograptus artus ELLES & WOOD
Didymograptus bifidus (HALL)
Didymograptus climacograptoides (HOLMMS)
Didymograptus foliaceus MURCHISON
Didymograptus miserabilis BULMAN
Didymograptus murchisoni BECK
Didymograptus murchisoni var. geminus (HISINGER)
Didymograptus pandus BULMAN
Didymograptus pluto JENKINS
Didymograptus protobifidus ELLES
Didymograptus protobifidus - bifidus transient
Didymograptus sagiticaulis GURLEY
Didymograptus serratulus (HALL)
Didymograptus stabilis ELLES & WOOD
Didymograptus v - deflexus HARRIS
Didymograptus sp.
Género : Isograptus MOBERG, 1872
Isograptus cf. I. forcipiformis (RUEDEMAN)
Isograptus sp.
Género : Janograptus TULLBERG, 1880
Janograptus peruviensis n. sp.
Género : Tetragraptus SALTER, 1863
Tetragraptus aproximatus NICHOLSON
Tetragraptus fructicosus (HALL)
Tetragraptus quadribrachiatus (HALL)
Tetragraptus serrus (BRONGNIART)
Tetragraptus sp.
Familia : DENDROGRAPTIDAE Roemer in French, 1897
Género : Callograptus HALL, 1865
Callograptus sp.
Familia : CRYPTOGRAPTIDAE Hadding, 1915

Género : Cryptograptus LAPWORTH, 1880
Cryptograptus tricormis shaferi LAPWORTH
Cryptograptus cf. C. tricormis shaferi LAPWORTH
Cryptograptus sp.
Familia : DICRANOGRAPTIDAE Lapworth, 1873
Género : Dicranograptus HALL, 1865
Dicranograptus sp.
Género : Dicellograptus HOPKINSON, 1871
Dicellograptus elegans (CARRUTHERS)
Dicellograptus cf. D. elegans (CARRUTHERS)
Dicellograptus cf. D. sumilis LAPWORTH
Dicellograptus sp.
Familia : GLOSSOGRAPTIDAE Lapworth, 1873
Género : Glossograptus EMMONS, 1855
Glossograptus ciliatus (EMMONS)
Glossograptus cf. G. ciliatus (EMMONS)
Glossograptus hinckinsi (HOPKINSON)
Glossograptus sp.
Orden : DENDROIDEA NIcholson, 1872
Familia : PTILOGRAPTIDAE Hopkinson, 1875
Género : Ptilograptus HALL, 1865
Ptilograptus sp.

FORMAS MULTIRAMOSAS

Clase : GRAPTOLITHINA Bronn,1846
Orden : GRAPTOLOIDEA Lapworth, 1875
Familia : DICHOGRAPTIDAE Lapworth,1873
Género : Dichograptus SALTER, 1863
Dichograptus octobrachiatus (HALL)
Dichograptus cf. D. octobrachiatus (HALL)
Dichograptus sp.
Género : Loganograptus HALL, 1868
Loganograptus logani (HALL)

FAUNA ASOCIADA

El análisis faunístico realizado, revela la presencia de una fauna asociada a los graptolites del Ordoviciano superior compuesta por : Braquiópodos, trilobites, cephalopodos, bivalvia y crinoidea de los cuales se han identificado las siguientes especies:

SISTEMATICA

Phylum : BRACHIOPODA Dumeril,1806
Clase : INARTICULATA Huxley, 1869
Orden : LINGULIDA Waagen, 1875
Familia : OBOLIDAE King, 1846
Genero : Lingulella SALTER, 1866
Lingulella sp.
Orden : ACROTRETIDA Hurley, 1869
Familia : TREMATIDAE Schuchert, 1893
Genero : Schizocrania HALL & WHITFIELD, 1875
Schizocrania filosa (HALL)
Clase : ARTICULATA
Orden : ORTHIDA Schuchert & Cooper, 1932
Familia : ORTHIDAE Woodward, 1852
Genero : Nanorthis ULRICH & COOPER, 1936
Nanorthis cf. N. grandis (HARINGTON)
Nanorthis sp.
Phylum: ARTHROPODA
Clase : TRILOBITA Walch, 1771
Orden : PTYCHOPARIIDA Swinnerton, 1915
Familia : HIPERMECASPIDIDAE Harrington & Leanza, 1957
Genero : Hipermecaspis HARRINGTON & LEANZA, 1957
Hipermecaspis cf. H. boliviensis BRANISA
Familia : OLENIDAE Burmeister, 1843
Genero : Porterfieldia COOPER, 1953
Porterfieldia cf. P. contayensis HUGHES
Phylum: MOLLUSCA
Clase : CEPHALOPODA Cuvier, 1997
Sub Clase : ENDOCERATOIDEA Teichert, 1933
Orden : ENDOCERIDA Teichert, 1933
Familia : ENDOCERATIDAE Hyatt, 1883
Genero : Endoceras HALL (1843)
Endoceras sp.
Sub Clase : NAUTILOIDEA Agassiz, 1847
Orden : ELLESMEROCERIDA Flower,1950
Familia : PROTOCYCLOCERATIDAE Kobayashi, 1935
Genero : Protocycloceras HYATT, 1900
Protocycloceras cf. P. smithvillense ULRICH
Clase : BIVALVIA Linné, 1758
Subclase : PALAEOTAXODONTA Korobkov, 1954

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA FAUNA ASOCIADA
CUADRANGULO DE SANDIA

ESPECIE	VALLE DE SANDIA											ZONA DE PURUMPATA										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	ll	m	n	ñ	o	p	q	r	s	t
BRACHIOPODA																						
Schizocrania filosa (HALL)											X											
Nanorthis cf. N. grandis (HARRINGTON)											X											
Nanorthis sp.							X															
TRILOBITA																						
Hypermecaspis cf. H. boliviensis BRANISA											X											
Ogygiocarella cf. O. debuchi (BRONGNIART)										X												
Ogygiocarella sp.											X											
Porterfieldia cf. P. contayensi HUGHES											X											
CEPHALOPODA																						
Protocycloceras cf. P. smithvillense ULRICH																	X					
Endoceras sp.											X											
BIVALVIA																						
Ctenodonta sp.											X											
Palaeonelio sp.												X										
CRINOIDEA																						
Crinoideo ind.(artículos)							X															

Orden : NUCULOIDA Dall, 1889
Familia : CTENODONTIDAE Worhmann, 1893
Genero : Ctenodonta SALTER, 1852
Ctenodonta sp.
Familia : MALLETIIDAE Adams & Adams, 1858
Genero : Palaeonelio HALL & WHITTFIELD, 1869
Palaeonelio sp.

De este conjunto faunístico el género Hypermecaspis, Ogygiocarella, Porterfieldia y Schizocrania tienen una distribución vertical restringida (Llanvirniano superior) y los géneros Nanorthis, Lingulella, Protocycloceras, Endoceras, Palaeonelio, Ctenodonta son de rango amplio (Ordoviciano).

Es evidente el predominio de graptolites en las facies de limoarcilitas y arcilitas, mientras que los trilobites son frecuentes en facies limolitas arenosas cuyos niveles son compartidos en asociación con braquiópodos, bivalvos, orthocerátidos, crinoideos y escasos graptolites.

Estas relaciones de fauna y litofacies dentro del tope de la Formación San José y base de la Formación Sandia, nos hace suponer el inicio de una fase regresiva.

CONSIDERACIONES PALEOBIOGEOGRAFICAS

Del análisis sistemático de la graptofauna se deduce la afinidad marcada con formas de la provincia del Pacífico y Atlántico, en la cual los graptolites del Arenigiano tienen afinidades con formas del Continente Australiano igual que en el Llanvirniano inferior, observándose influencia de fauna norteamericana en el tope del Llanvirniano.

Son escasos los graptolites del Llandeiliano los cuales muestran afinidades Pacíficas y aún más escasos los del Caradociano que se hallan relacionadas a la provincia Pacífica y Atlántica.

Estas afinidades tienen explicación en una posible conexión entre ambos mares a través del Amazonas durante el Ordoviciano (Arenigiano a Caradociano inferior), en que podrían haberse dado similares condiciones climáticas y ambientales que favorecieron la migración de formas propias. Tales condiciones habrían favorecido el desarrollo de una provincia con características propias que originaron especies nuevas como: Didymograptus amboensis, Janograptus peruviensis que muestran influencia ambientales de sus géneros ancestrales.

Esta cuenca en el Perú tiene un rumbo WNW - SSE, encontrándose las mayores exposiciones entre Sandia-Carabaya y Vilcabamba en secuencias continuas lo que podría

DISTRIBUCION CRONOESTRATIGRAFICA DE LA FAUNA ASOCIADA
CUADRANGULO DE SANDIA

ESPECIES	SISTEMA ORDOVICIANO					
	G. San José			F. Sandia		
	ARENIGIANO	LLANVIRNIANO	LLANDEILIANO	CARADOCIANO	ASHGILLIANO	LOCALIDAD
BRACHIOPODA						
Schizocrania filosa (HALL)		—				K
Nanorthis cf. N. grandis (HARRINGTON)						G
Nanorthis sp.						L
Lingulela sp.						K
TRILOBITA						
Hypermecaspis cf. H. boliviensis BRANISA						K
Ogygiocarella cf. O. debuchi (BRONGNIART)						J
Ogygiocarella sp.						K
Porterfieldia cf. P. contayensi HUGHES						K
CEPHALOPODA						
Protocycloceras cf. P. smithvillense ULRICH						O
Endoceras sp.						K
BIVALVIA						
Ctenodonta sp.						K
Palaeonelio sp						L
CRINOIDEA						
Crinoidea ind. (articulos)						G

corresponder a la parte central de la cuenca y hacía el sector central y septentrional se observan secuencias discontinuas, espesores menores que denotan haber sido una plataforma sumergida de relativa profundidad.

El estudio detallado de las faunas propias de esta cuenca es necesario para realizar reconstrucciones paleogeográficas.

CORRELACION BIOESTRATIGRAFICA

G. Grandin, encontró evidencias del Ordoviciano en el Norte del Perú, colectando en la carretera Morropón-Canchaque, Dictyonema sp. de edad Ordoviciano inferior, estos afloramientos pueden corresponder a los niveles inferiores de la Formación Contaya que se halla aflorando en las márgenes del río Marañon en las cuales se han encontrado Didymograptus sagiticaulis, Climacograptus ruedemani, Diplograptus sp., Dictyonema sp. de edad Llanvirniano - Llandeiliano.

De la zona del centro (Valle de Huacar-Ambo), Lenon R. R. H.,1956 reporta abundantes didymograptidos en particular Didymograptus protobifidus, Didymograptus bifidus transient del Llanvirniano inferior, correlacionable con los graptolites hallados en Chaquimayo. Estos afloramientos también fueron reconocidos al noreste del pueblo de Huacar, a 6 Km. de Ambo por Dalmayrac B., 1986.

Del Sur del Perú de la zona de la cordillera de Vilcabamba y Qda. Silque, carretera Calca-Amparaes, Maroco R. reporta graptolites del Arenigiano-Llanvirniano, de la Formación San José, cuyos niveles superiores son correlacionados con los afloramientos hallados en el Valle de Marcapata y río Quitari, Douglas J.,1932.

En el flanco oriental, Laubacher G., 19.., reporta extensos afloramientos del Ordoviciano representados por la Formación San José y Formación Sandia cuyas edades están comprendidas entre el Arenigiano-Caradociano. La fauna característica de la Formación San José encontrada en las cercanías de San Gaban por Douglas J.,1920, son Loganograptus logani, Didymograptus bifidus, Didymograptus stabilis, Phyllograptus angustifolius, Glossograptus acanthus, Criptograptus tricormis, del Ordoviciano medio.

De los niveles medios reporta trilobites del Llanvirniano inferior. Posteriormente menciona Cryptograptus tricormis, Didymograptus sp., Glyptograptus sp. del Arenigiano - Llandeiliano.

La fauna mencionada, guarda estrecha relación con la fauna colectada en este cuadrángulo, reconociéndose de los niveles inferiores, Didymograptus v-deflexus, el cual nos indica la presencia del Arenigiano inferior, así también se hallan Tetragraptus quadribrachiatus,

Dichograptus octobrachiatus, Didymograptus serratulus, Tetragraptus aproximatus, Dicranograptus y Ptilograptus de edad Arenigiano. La secuencia que contiene estos graptolites se le ha denominado miembro Iparo.

Se ha identificado diversas especies de Didymograptus, entre los que destaca Didymograptus murchisoni BECK, fósil que constituye una zona paleontológica en Argentina y Bolivia cuya edad es Llanvirniano superior. Se halla asociado a especies de Glossograptus, Glyptograptus, Amplexograptus, Climacograptus, Orthograptus y Dicellograptus (Llanvirniano), al Sur del pueblo de Camarón, al Sur de Yanahuaya y en Purumpata. Los afloramientos expuestos han sido considerados como Formación Purumpata.

En los niveles superiores de los afloramientos en Purumpata se ha encontrado Orthograptus quadrimucronatus del Caradociano basal, permitiendonos verificar la presencia de la Formación Sandia.

Del Llano Amazónico, Hughes C. P.,1980, reporta haber colectado muestras del domo de Contaya, entre el río Trapiche y río Ucayali conteniendo Braquiópodos , trilobites y graptolites del Llanvirniano superior que puede ser correlacinable con los niveles superiores de la Formación san José en Sandia.

AMBIENTE DEPOSICIONAL - PALEOECOLOGIA

Durante el Ordoviciano la abundancia de graptolites nos sugiere un ambiente marino, climas cálidos con poca variación de temperatura las cuales favorecieron su desarrollo. Se presentan asociados a braquiópodos, bivalvos y trilobites.

En este ambiente los sedimentos terrígenos provenientes del macizo de Arequipa y del Este (escudo brasileño) se depositaron, observándose una variación de facies que demuestra un estadio temprano de transgresión, probablemente ocurrida durante el Arenigiano, cuyo limite basal no ha sido observado en el área de estudio.

La profundidad de las aguas durante la depositación de la zona de graptolites probablemente fue variable, desde someras hasta pelágicas, ocurriendo una zona de base constituida por pizarras negras, carbonosas con pirita, lo que nos sugiere un ambiente con elevado contenido de carbono y un alto porcentaje de sulfuro de fierro, en la cual se acumularon los graptolites en condiciones anaeróbicas permitiendo su fosilización con reemplazamiento de pirita indicándonos que el sulfuro es singenético.

Los graptolites están contenidos mayormente en una matriz lodolítica implicando que un fondo suave compuesto por sedimentos pelíticos (arcillas y lodos) estuvo presente.

CORRELACION DE UNIDADES ESTRATIGRAFICAS DEL SISTEMA ORDOVICIANO

ANDES								AMAZONIA		PISOS
NORTE		CENTRO		SUR		FLANCO ORIENTAL		LLANO AMAZONICO		
G. Grandin	J. Wilson	Lemon	B. Dalmayrac	R. Marocco	J. Douglas	G. Laubacher	S De La Cruz	Newell N.	C. P. Hughes	
Inédito Moncopón Conchaguá	1964 Valle del Marañon Pataz	1956 Valle de Huacar Ambo	1986 Yanahuanca	1978 Cuzco,Corel. de Vilca bamba, Qda. Silque	1932 Valle de Marcapata Qda. Quitari,Cuzco	1973 Flanco Oriental	1996 Valle de Sandia, Puyumpata	1943 C° Contaya, Alto Trapiche	1980 C° Contaya, Río Trapiche, Río Ucayali	
NO OBSERVADO										ASHGILLIANO
	F. Cordillera			F. San José		F. Sandia	F. Sandia	F. Contaya	F. Contaya	CARADOCIANO
						F. San José	D. San José			LLANDEILIANO
										LLANVIRNIANO
										ARENIGIANO
	7,33,40	1,4,10,20,21,22,29 30,32,35,42,44,52, 58			1,9,15,23,27,28,35 40, 47	9,18,27,28,37,43, 44, 50	1 al 27 al 63	1, 27, 28	1, 27, 28, 43	ESPECIES DE GRAPTOLITES

27 = Didymograptus murchisoni BECK
Fósil importante para correlación, constituye una zona paleontológica

BIBLIOGRAFIA

BRANISA, L. (1968) - Los fósiles guías de Bolivia. Boletín del Servicio Geológico de Bolivia n° 6.

BULLMAN, O. B. (1970) - Treatise on Invertebrate Paleontology part V. GRAPTOLITHINA. The Geological Society of America INC. and the University of Kansas.

CUERDA, A. et al (1986) - Cámbrico y Ordovícico en la Precordillera de San Juan: Formación los Sombreros ampliación de su conocimiento bioestratigráfico. IV Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía.

DALMAYRAC, B. (1986) - Estudio Geológico de la Cordillera Oriental-Región de Huánuco. Estudios especiales INGEMMET., bol 11, serie D.

DOUGLAS, J.A. (1932) - The geology of the Marcapata valley in eastern Perú. Quart Journal Geology Society, vol. LXXXIX

EGELER & DE BOY. (1961) - Preleminary northe on the geology of the Cordillera Vilcabamba SE Perú. Geology in Mignb.

FORTEY, R. A. & OWENS, R. M. (1987) - The Arenig series en south wales: Stratigraphy and Paleontology. bulletin of the British Museum (Natural History), Geology vol. 41, n° 3, Julio.

HUGHES, C.P. et al (1980) - The ordovician fauna from the Contaya formation of eastern Perú. Geological Magazine. vol 117, n° 1 , January.

LAUBACHER, G. (1978) - Estudio geológico de la región norte del Lago Titicaca. Estudios especiales. INGEMMET serie D, bol. 5.

LAUBACHER, G. (1973) - Estudio geológico preliminar de la cordillera Oriental. Informe técnico INGEMMET.

LENON & GRANSWICK (1956) - Graptolites from Huacar, Perú.Museo de Historia Natural Javier Prado UNMSM, bol 5, serie C.

MAROCCO, R. (1978) - Estudio geológico de la Cordillera Vilcabamba. Estudios Especiales INGEMMET., bol. 4, serie D.

NEWELL, D. N. & TAFUR H. (1943) - Ordovícico fosilífero en la Selva Oriental del Perú. Boletin de la Sociedad geológica del Perú. Tomos XIV y XV

STRACHAN, Y. (1986) - The ordovician graptolites of the shelve distritic, Shropshire. bulletin of the British Museum Natural History, geology series. vol 40, n° 1, March.

WILSON, J. & REYES, L. (1964) - Geología del cuadrángulo de Pataz. Serie carta Geológica INGEMMET, bol. 9

LÁMINAS

PALEONTOLÓGICAS

LAMINA I

ORDOVICIANO INFERIOR (Arenigiano)

FORMACION IPARO

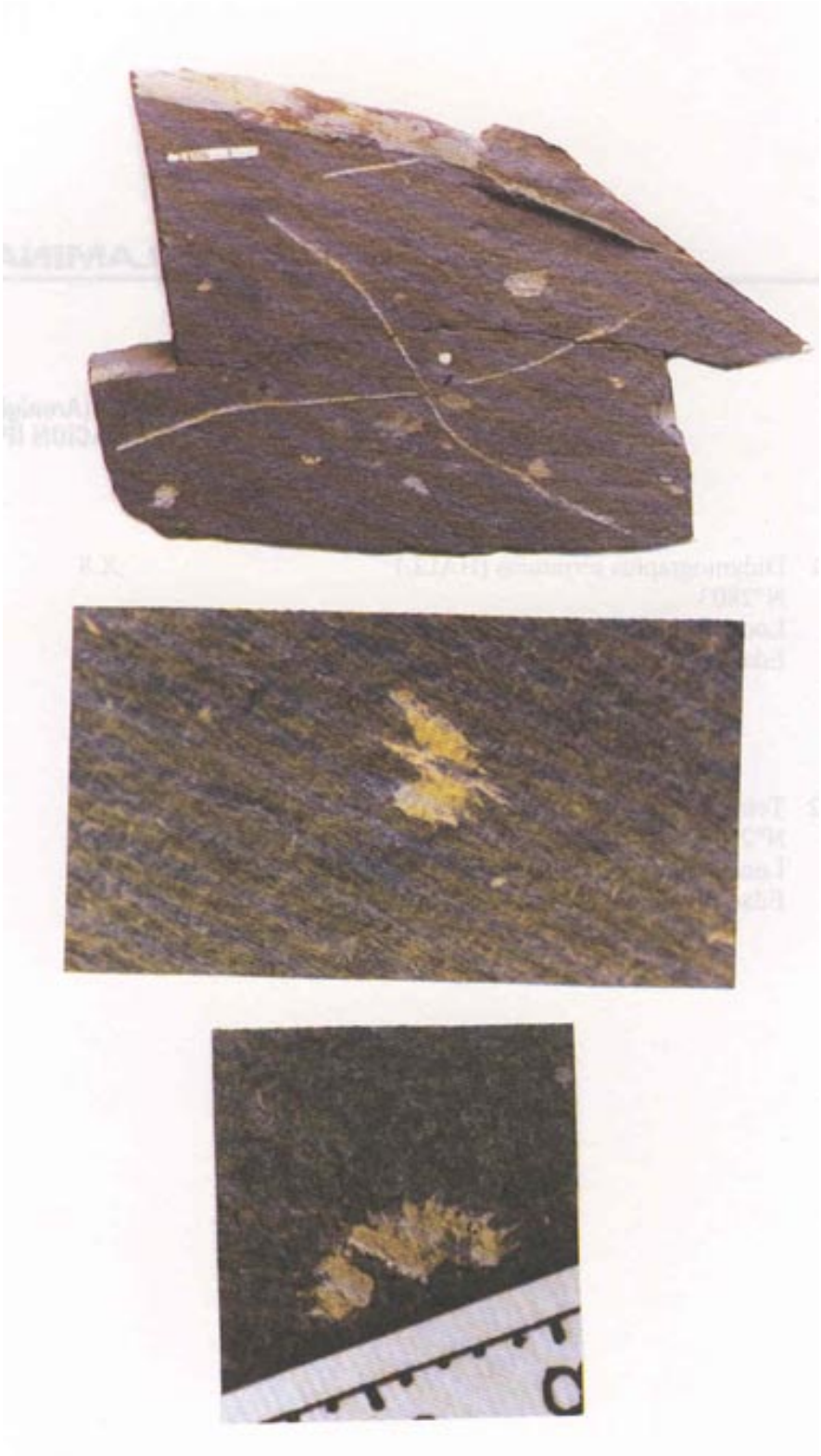
Foto 1 — Tetragraptus quadribrachiatus (HALL) — X 0.6
N°2805
Localidad : Cerca al río Azalaya, distrito de Masiapo

Edad : Arenigiano superior

Foto 2 — Isograptus cf. I. forcipiformis (RUEDEMANN) — X.5
N°2805-1
Localidad : Cerca al río Azalaya, distrito de Masiapo

Edad : Arenigiano

Foto 3 — Isograptus sp. — X.5
N°2805-5
Localidad : Arenigiano superior



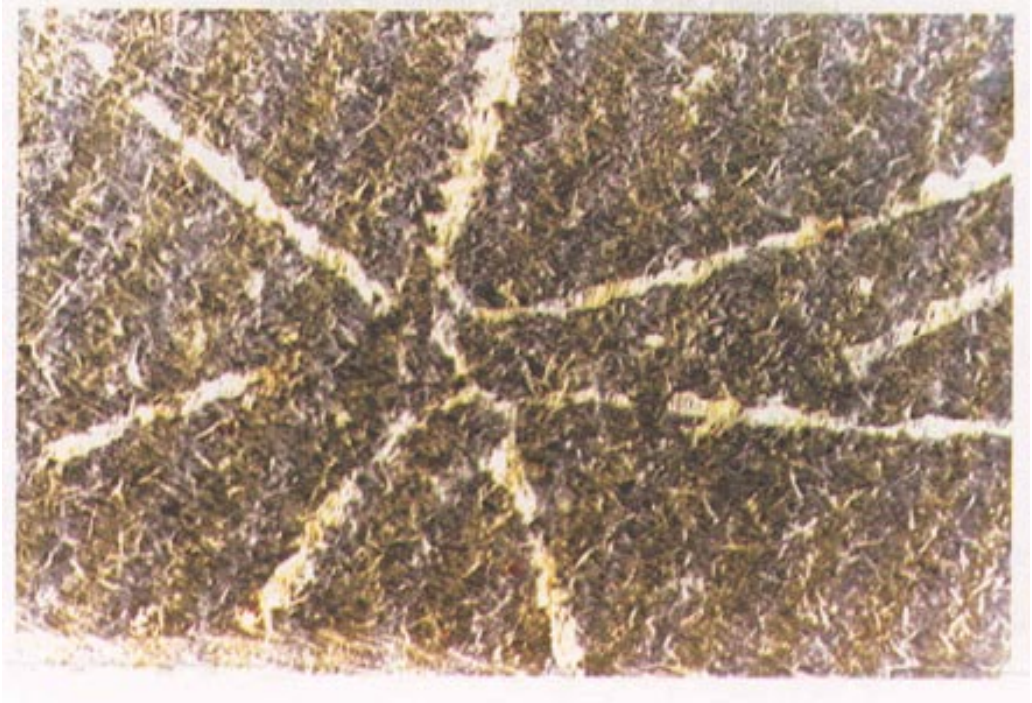
LAMINA II

ORDOVICIANO INFERIOR (Arenigiano)
FORMACION IPARO

Foto1 Didymograptus serratulus (HALL) X.8
N°2803
Localidad : Entre el río Cherenezayoc y río Azalaya

Edad : Arenigiano

Foto 2 Tetragraptus fructicosus (HALL) X.5
N°2899
Localidad : A 1 Km. de la márgen izquierda del río maravillas
Edad : Arenigiano - Llanvirniano

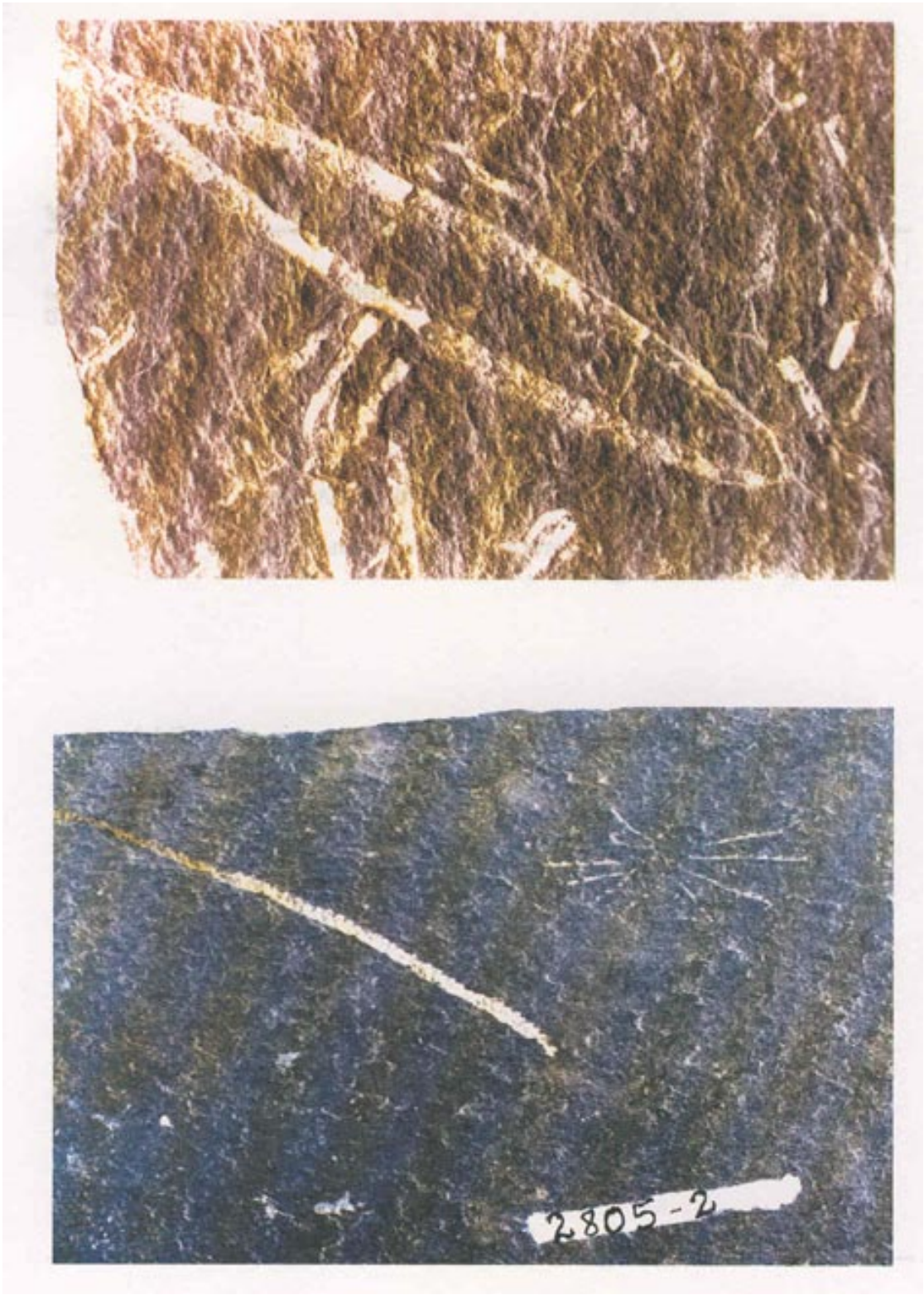


LAMINA III

ORDOVICIANO INFERIOR (Arenigiano)
FORMACION IPARO

Foto 1 Didymograptus climacograptoides (HOLMMS) X.5
N°2912
Localidad : A 20 km. de Sandia, camino a San Juan del Oro
Edad : Arenigiano superior-Llanvirniano inferior

Foto 2 Loganograptus logani (HALL) X.1.6
N°2805-2
Localidad : Cerca al río Azalaya, distrito de Masiapo
Edad : Arenigiano-Llandeiliano

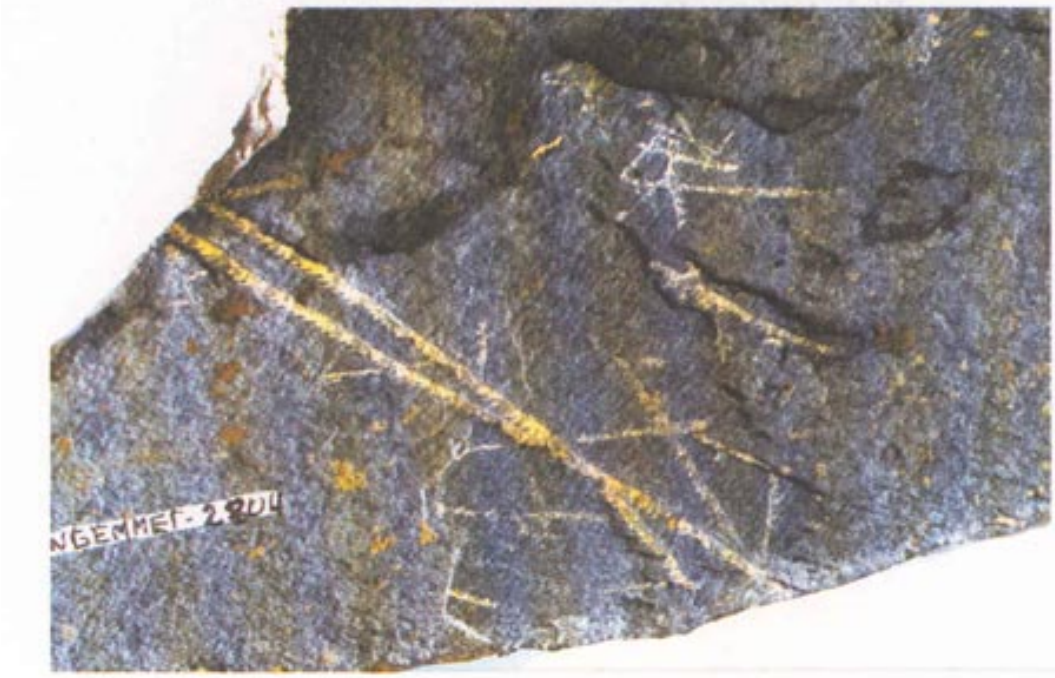

2805-2

LAMINA IV

ORDOVICIANO INFERIOR (Arenigiano)
FORMACION IPARO

Foto 1 Didymograptus(Expansograptus) nitidus (HALL) X.1.2
N°2807
Localidad : Alrededores del río Lifón, distrito Masiapo
Edad : Arenigiano

Foto 2 Tetragraptus aproximatus NICHOLSON X.1.2
N°2804
Tetragraptus quadribrachiatus (HALL)
N°2804-1
Localidad : Entre el río Cherenezayoc y río Azalaya
Edad : Arenigiano-Llanvirniano



LAMINA V

ORDOVICIANO INFERIOR (Arenigiano)
FORMACION IPARO

Foto 1 Tetragraptus quadribrachiatus (HALL) X.1.3
N°2804-1
Localidad : Entre el ría Cherenezayoc y río Azalaya
Edad : Arenigiano-Llanvirniano

Foto 2 Tetragraptus quadribrachiatus (HALL) X.1.3
N°2806-1
Localidad : Alrededores del pueblo de Iparo,distrito de Masiapo
Edad : Arenigiano-Llanvirniano

LAMINA VI

ORDOVICIANO INFERIOR (Llanvirniano)
FORMACION PURUMPATA

Foto 2 — Didymograptus pluto JENKINS — X.1.3
N°2891
Localidad : A 1.5 km de Purumpata, distrito de Yanahuaya
Edad : Llanvirniano inferior

Foto 2 — Didymograptus pluto JENKINS — X.1.4
N°2908-2
Localidad : Cerca al puente en el desvío a Masiapo
Edad : Llanvirniano inferior

LAMINA VII

ORDOVICIANO INFERIOR (Llanvirniano)
FORMACION PURUMPATA

Foto 1 — Amplexograptus confertus LAPWORTH — X.4
N°2808-1
Localidad : Alrededores de San José, distrito de Masiapo
Edad : Llanvirniano

Foto 2 — Glosograptus hincksii (HOPKINSON) — X.5
N°2886
Localidad : Purumpata, distrito de Yanahuaya
Edad : Llanvirniano

LAMINA VIII

ORDOVICIANO INFERIOR

Foto 1 Ptilograptus sp X.1.5
N°2802-3
Localidad : Entre el río Lomayoc y río Carita, distrito Sandia
Edad : Ordoviciano

Foto 2 Nanorthis cf. N. grandis (HARRINGTON) X.1.5
N°2810
Localidad : Norte de Quiquira, distrito de Masiapo
Edad : Ordoviciano inferior

INGEMMET

AV. CANADA 1470 - SAN BORJA • TELFS.: 224-2963 • 224-2964 • 224-2965 - FAX: 225-4540 - LIMA-PERU