REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

BOLETIN N°
Serie A: Carta Geológica

MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LOS CUADRÁNGULOS DE PUQUIO (30-ñ), SANTA ANA (29-ñ), CHAVIÑA (30-o) y QUEROBAMBA (29-o)

Escala 1:100 000

Por:

CONVENIO INGEMMET - UNMSM

INGEMMET

Lima - Perú
Diciembre 2003

Contenido

Resumen 1
Episodio Volcánico del Paleoceno-Mioceno inferior 2
Episodio Volcánico del Mioceno medio-Plioceno inferior 2
Episodio Volcánico del Plioceno medio-Pleistoceno 2

Introducción 3

Geografía 7
Hidrografía 7
Clima y Vegetación 7

Geomorfología 9
Faja de Conos Volcánicos 9
Altiplanicies 9
Valles Fluvioglaciares 9
Valle Cañón 9

Estratigrafía 11
Permiano 11
Grupo Mitu 11
Edad y correlación 13
Ambiente de sedimentación 13
Triásico 13
Grupo Pucará 13
Edad y Correlación 13
Ambiente de sedimentación 14
Jurásico 14
Formacion Socosani 14
Litología y grosor 14
Edad y Correlación 14
Ambiente de sedimentación 14
Grupo Yura 14
Formación Puente 14
Edad y Correlación 15
Formación Cachíos 15
Edad y Correlación 15

Ambiente de sedimentación 15
Formación Labra 15
Edad y correlación 15
Formación Gramadal 15
Edad y correlación 16
Ambiente de sedimentación 16
Jurásico-Cretácico 16
Formación Hualhuani 16
Edad y correlación 16
Ambiente de sedimentación 18
Discusión Estratigráfica 18
Cretáceo 18
Formación Murco 18
Edad y correlación 18
Ambiente de sedimentación 18
Formación Arcurquina 18
Edad y correlación 20
Ambiente de sedimentación 20
Paleógeno-Neógeno 20
Paleógeno 20
Episodio Volcánico Paleoceno-Mioceno superior 20
Formación San Pedro 20
Edad y correlación 20
Ambiente de sedimentación 21
Grupo Tacaza 21
Edad y correlación 22
Ambiente de sedimentación 22
Formación Puquio 22
Edad y correlación 24
Ambiente de sedimentación 24
Formación Castrovirreyna 24
Edad y correlación 25
Ambiente de sedimentación 25
Episodio Volcánico Mioceno medio-Plioceno inferior 25
Grupo Nasca 25
Edad y correlación 25
Formación Huaylillas 26
Formación Caudalosa 26
Edad y correlación 26
Formación Alpabamba 26
Edad y correlación 28
Formación Aniso 28
Edad y correlación 28
Episodio Volcánico Plioceno medio–Pleistoceno inferior 28
Formación Andamarca 29
Lavas Andesíticas y Derrames Lávicos 31

Centros Volcánicos 31
Estratovolcán Yancore 33
Estratovolcán Carhuarazo 33
Edad y correlación 33
Formación Yacotinco 33
Edad y correlación 33
Cuaternario 33
Depósitos Cuaternarios 33
Depósitos morrénicos 33
Depósitos fluvioglaciares 35
Depósitos aluviales 35
Depósitos coluviales 35

Intrusivos Ígneos 37
Complejo Paleozoico Querobamba 37
Facies granítica 37
Facies granítica epidotizada (facies verdosa) 37
Facies (Ortogneis) Monzogranítica 38
Facies granítica con cuarzo secundario 38
Batolito Andino 38
Edad del emplazamiento 39
Intrusiones Paleógeno-Neógenas 39

Geología Estructural 41
Marco Tectónico Regional 41
Anticlinales y Sinclinales 41
Anticlinal Chuquitasqui 41
Sinclinal Ajojasa 41
Sinclinal Singa Ori 43
Sinclinal y anticlinal de Sacha-ccasa 43
Anticlinal San José 43
Fallas 43
Falla Huachuya 43
Falla Circo Huayjo 43
Falla Santa Ana 43
Falla Pampamarca 43
Falla Ccanccacuha 43

Geología Estructural 45
Fase Tardihercínica 45
Ciclo Andino 45
Fase Peruana 45
Fase Quechua 46
Fase Quechua 1 46
Fase Quechua 2 46

Geología Económica 47
Minerales Metálicos 47
Minerales No Metálicos 47
Prospectos Mineros 47

Geología Histórica 49

Discusión Estratigráfica 51

Bibliografia 53

Anexo Fotográfico 55

Resumen

Este informe contiene la información final de campo sobre la geología de los cuadrángulos de Chaviña, Puquio, Querobamba y Santa Ana que se circunscriben dentro del "Proyecto de Revisión y Actualización de los cuadrángulos a escala 1/100 000".

La elaboración de este informe toma como base los mapas geológicos publicados por el INGEMMET a escala 1/100 000 en los años de 1973 y 1996.

La delimitación de las diferentes unidades litológicas se llevó a cabo con un exhaustivo control de campo, con la ayuda de las imágenes satelitales RGB, bandas 7, 4, 2 a escala 1/100 000 y fotografías aéreas a escala 1/50 000 aproximadamente, proporcionados por el laboratorio de teledetección del INGEMMET.

El área de estudio se ubica en la región sur centro del país, ocupa ambos flancos de la Cordillera Occidental de los Andes y abarca una superficie de 12 000 km^2.

Se han delineado tres unidades geomorfológicas: Zona de conos volcánicos, Altiplanicies y valles glaciares.

La columna litoestratigráfica del área de estudio, comprende unidades del Pérmico al reciente. La secuencia Pérmica más antigua, está representada por el Grupo Mitu compuesta de limoarcillitas, areniscas y conglomerados. Sobreyaciendo se encuentran los sedimentos del Triásico sup.-Jurásico inf. representados por las calizas del Grupo Pucará (formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga) y las calizas calcoarenitas de la Formación Socosani del Jurásico medio. La pila sedimentaria continúa con las sedimentitas del Grupo Yura (formaciones Puente, Cachios, Labra, Gramadal, Hualhuani). El Cretácico está definido por las areniscas y conglomerados gris rojizos de la Formación Murco y por secuencias calcáreas de la Formación Arcuquina.

La intensa actividad volcánica registrada en el área de estudio, ha sido dividida en tres grandes eventos:

Episodio Volcánico del Paleoceno-Mioceno inferior

Conformado por: Formación San Pedro, Grupo Tacaza / Formación Puquio y Castrovirreyna,

Episodio Volcánico del Mioceno medio-Plioceno inferior

Conformado por: Grupo Nasca /Formación Huaylillas, Formación Alpabamba, Formación Aniso y Formación Caudalosa.

Episodio Volcánico del Plioceno medio-Pleistoceno

Conformado por: Ignimbritas Andamarca y flujos lávicos del Barroso

El Cuaternario está representado por depósitos morrénicos, fluvioglaciares, aluviales y fluviales.

Las rocas intrusivas que afloran en el área de estudio son de extensiones regionales que varían de dioritas a granitos; estos cuerpos se emplazaron en dos periodos magmáticos diferentes: el primero corresponde al granito de Querobamba del Paleozoico inferior y el segundo perteneciente al Batolito Andino emplazado durante el Cretáceo superior; este cuerpo ígneo está localizado en el sector suroccidental del área de estudio y corta las secuencias sedimentarias mesozoicas.

En el área de estudio se han diferenciado dos zonas estructurales: zona de pliegues y fallas inversas y zona de pliegues abiertos y fallas normales.

El armazón estructural del área de estudio es el resultado de numerosas fases tectónicas ocurridas desde el Paleozoico superior hasta el Plioceno siendo la Tectónica Andina la responsable de los plegamientos, fallamientos, levantamiento y configuración actual de la región.

Introducción

Este informe expone el trabajo efectuado en la campaña de campo y que corresponde a los cuadrángulos de Chaviña, Puquio, Santa Ana y Querobamba. La elaboración de este informe ha requerido la ayuda de las imágenes satelitales, fotografías aéreas y los mapas geológicos bases a escala 1/100 000 publicados por el INGEMMET.

Este trabajo contiene la información geográfica, geomorfológica, estratigráfica y estructural. Los 4 mapas geológicos han sido elaborados a escala 1/100 000. Ocupan gran parte de la Cordillera Occidental de los Andes de la región central y meridional del país; en un área aproximada de 12 000 km^2, delimitada por las siguientes coordenadas geográficas (Fig. N° 1):

14° 00 -15° 00 latitud sur.

73°30 -74° 30 longitud oeste

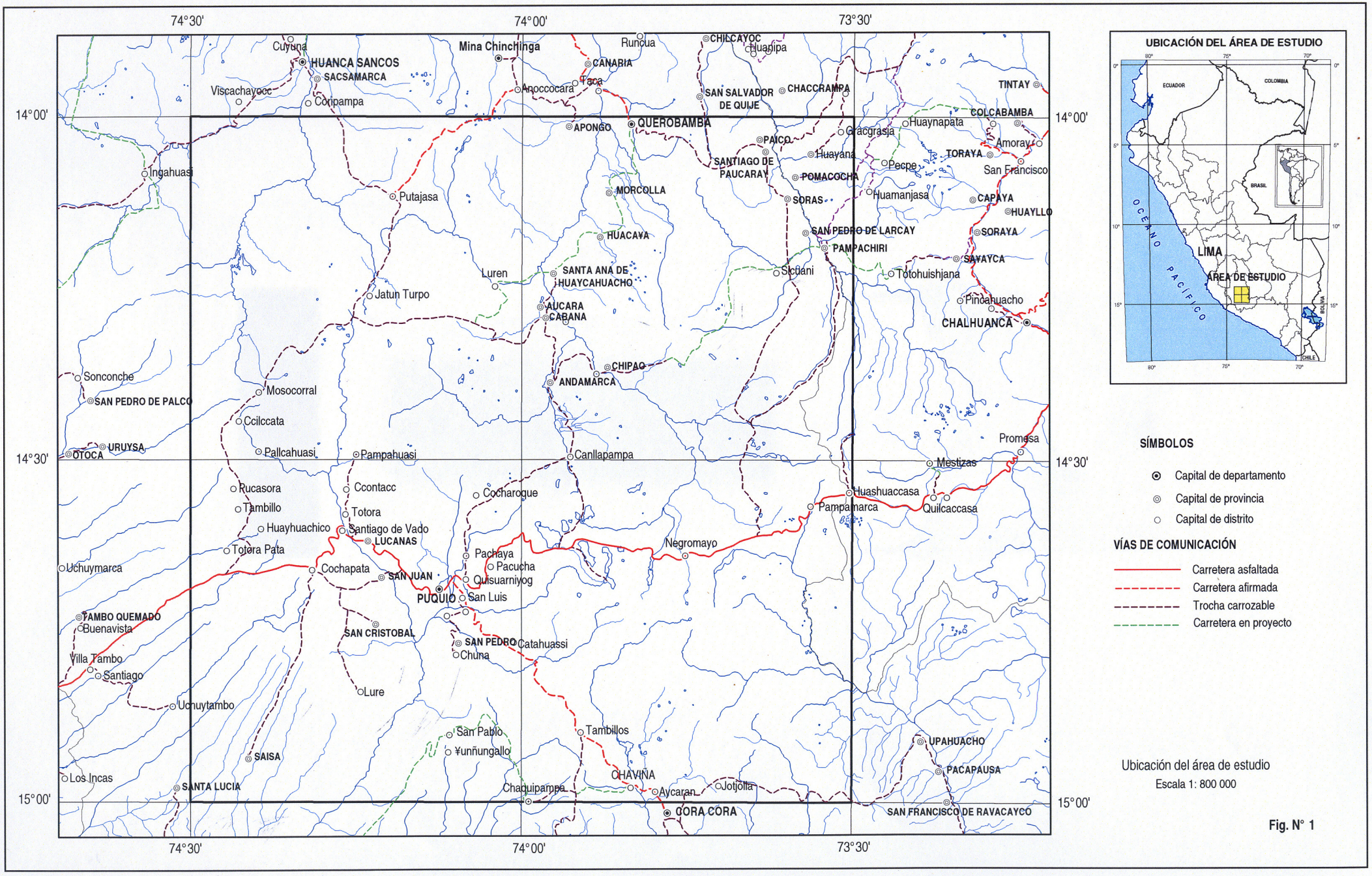
De acuerdo a la demarcación política actual del país, el área se circunscribe a la provincia de Víctor Fajardo del departamento de Ayacucho.

Se accede al área de estudio partiendo de la Carretera Panamericana Sur para luego continuar por las vías principales de penetración. El acceso a la hoja de Santa Ana es por la carretera Nasca-Puquio hasta Pampa Galeras de donde un ramal carrozable recorre de suroeste a noreste gran parte de este cuadrángulo.

De la localidad de Ayacucho nace una vía que enlaza a las localidades de Chincheros y Uripa y otra se bifurca en dos ramales: una hacia Puquio y otra hacia Chaviña.

El acceso a las hojas de Puquio y Querobamba además de las vías mencionadas es por carreteras menores, trochas carrozables y caminos de herradura que permiten acceder a diferentes comunidades del área de estudio.

Las vías terrestres mencionadas y las aéreas Lima-Ayacucho y Lima-Andahuaylas, principales centros geopolíticos y económicos del área de trabajo completan las rutas de acceso a la zona.



SÍMBOLOS

- Capital de departamento
- Capital de provincia
- Capital de distrito

VÍAS DE COMUNICACIÓN

- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada
- Trocha carrozable
- Carretera en proyecto

Ubicación del área de estudio

Escala 1: 800 000

Fig. N° 1

Se han utilizado imágenes satelitales RGB en las bandas, 7, 4, 2 proporcionadas por el laboratorio de teledetección del INGEMMET, escala 1/100 000.

- Fotografías aéreas existentes de vuelo alto a escala 1 /50 000 proporcionados por el INGEMMET (fuente IGN).
- Mapas geológicos a escala 1/100 000 elaboradas por el INGEMMET.
- Base topográfica del IGN.

CASTILLO y BARREDA, (1993) y GUEVARA, C., (1974) estudiaron regionalmente los cuadrángulos de Laramate y Santa Ana respectivamente. También han sido estudiados por MONTOYA, M., (1994) y publicados en el boletín N° 53 los cuadrángulos de Lomitas, Palpa, Nasca y Puquio.

En los cuadrángulos de Santa Ana y Querobamba se han realizado trabajos de fotointerpretación por el INGEMMET para complementar los mapas geológicos a escala 1/100 000.

Valiosa información se obtuvo de los levantamientos geológicos en áreas vecinas publicadas por el INGEMMET de los cuadrángulos de Paras, Santiago de Chocorvos, Andahuaylas, etc.

En la elaboración de los mapas a escala 1/100 000, se han diferenciado las unidades litoestratigráficas por sus diferentes relevancias en las imágenes satelitales, proporcionadas por el laboratorio de teledetección del INGEMMET y fotografías aéreas a escala 1/50 000 aproximadamente, tomando como referencia los mapas geológicos de Chaviña, Puquio, Santa Ana y Querobamba publicados por el INGEMMET (1974-1993-1995), participando en el presente trabajo los ingenieros José Sánchez Y., Alejandro Lagos M. y el bachiller Carlos Surco H.

Geografía

El área de estudio se ubica en las partes altas de ambos flancos de la Cordillera Occidental de los Andes. La altiplanicie de relieve moderado está configurada entre los 4 000 y 4 200 msnm, comprende casi la totalidad del cuadrángulo de Santa Ana y parte del cuadrángulo de Puquio.

Hidrografía

El drenaje en el área de los cuadrángulos en estudio se distribuye en dos cuencas:

Cuenca del Pacífico: La red hidrográfica que drenan sus aguas al océano Pacífico son: río San José, Acari, Pacha, Urubamba, Iro y otros tributarios menores

Cuenca del Atlántico.-Las ríos que drenan al Atlántico son: Negro Mayo, Mayobamba, Jatun Mayo, Chullhua, Huancari y Soras. Estos ríos nacen en las lagunas que se ubican en las partes altas. De la laguna Apinacocha nace el río Acarí, de la laguna Lluillisca el río Negro Mayo y la laguna Sarhuacocha alimenta al río Mayobamba.

Clima y Vegetación

En casi la totalidad del cuadrángulo de Santa Ana el clima es seco y frío; lluvioso durante los meses de enero a marzo; la temperatura baja en las noches a menos de 0 °C y en el día sube a los 10 °C. El clima se hace aún más frío durante los meses de junio, julio y agosto, cuando la temperatura desciende hasta -9 °C.

Las zonas que se ubican entre los 3000-3500 metros aproximadamente corresponden a la región Quechua de clima templado, la vegetación predominante consiste de gramíneas, arbustos, maíz, trigo, cebada papas, quinua, etc.

En el cuadrángulo de Puquio el clima es subhúmedo a húmedo frío con precipitaciones anuales variables entre 250 y 500 mm y temperaturas de 10° a 3 °C (ONERN). Las zonas más altas de 4000 m como en el caso de la localidad de Querobamba, tienen un clima templado a frío, con temperaturas hasta de 0 °C y precipitaciones pluviales de 100 a 500 mm por año.

La agricultura se desarrolla mayormente en la región Quechua. Las áreas de cultivo están restringidas a las laderas de los cerros o al cauce de los ríos; los cultivos comunes son alfalfa, trigo, cebada, papa, maíz, habas, quinua, oca y mashua.

Geomorfología

En el área de estudio se distinguen tres unidades (Fig. N° 2):

Faja de Conos Volcánicos

En la zona de estudio la superficie peneplanizada se ubica a 4 200 msnm, en esta superficie se observan una serie de conos volcánicos en imágenes satelitales, orientados en forma elongada en dirección SE-NO. Se ha delimitado hasta donde termina la influencia de los conos volcánicos. Están generalmente cubiertos en gran parte, por depósitos morrénicos. Sobre estos conos se observa una intensa erosión glaciar, los valles están orientados simétrica y radialmente.

Altiplanicies

Constituyen una unidad geomorfológica de amplia exposición en el área estudiada. Están representadas por una superficie subhorizontal de relieve suave, cotas comprendidas entre los 4 000 y 4 500 msnm. Esta unidad corresponde a la llamada "Superficie Puna" descrita por BOWMAN, N., (1916) y Mc LAUGHLIN, D.H., (1924). Casi la totalidad de esta superficie se encuentra cubierta por derrames y piroclásticos del volcanismo Plio-Cuaternario.

Valles Fluvioglaciares

Esta unidad geomorfológica ocupa las zonas altas del área de estudio controladas por los flancos de la divisoria de aguas. A nivel de imágenes satelitales es muy característico su disposición subradial con cierta sinuosidad.

Este rasgo geomorfológico ocupa la divisoria y el flanco oriental de la Cordillera Occidental, está representada por una planicie amplia que ocupa la parte nororiental de la hoja de Santa Ana. Las planicies fluvioglaciares están en franco proceso erosivo por acción de los ríos.

Valle Cañón

Es una geoforma que se presenta principalmente, en la hoja de Puquio. Es producido por la erosión vertical de los ríos que drenan la zona configurando cañones alargados, profundos y un perfil en V.

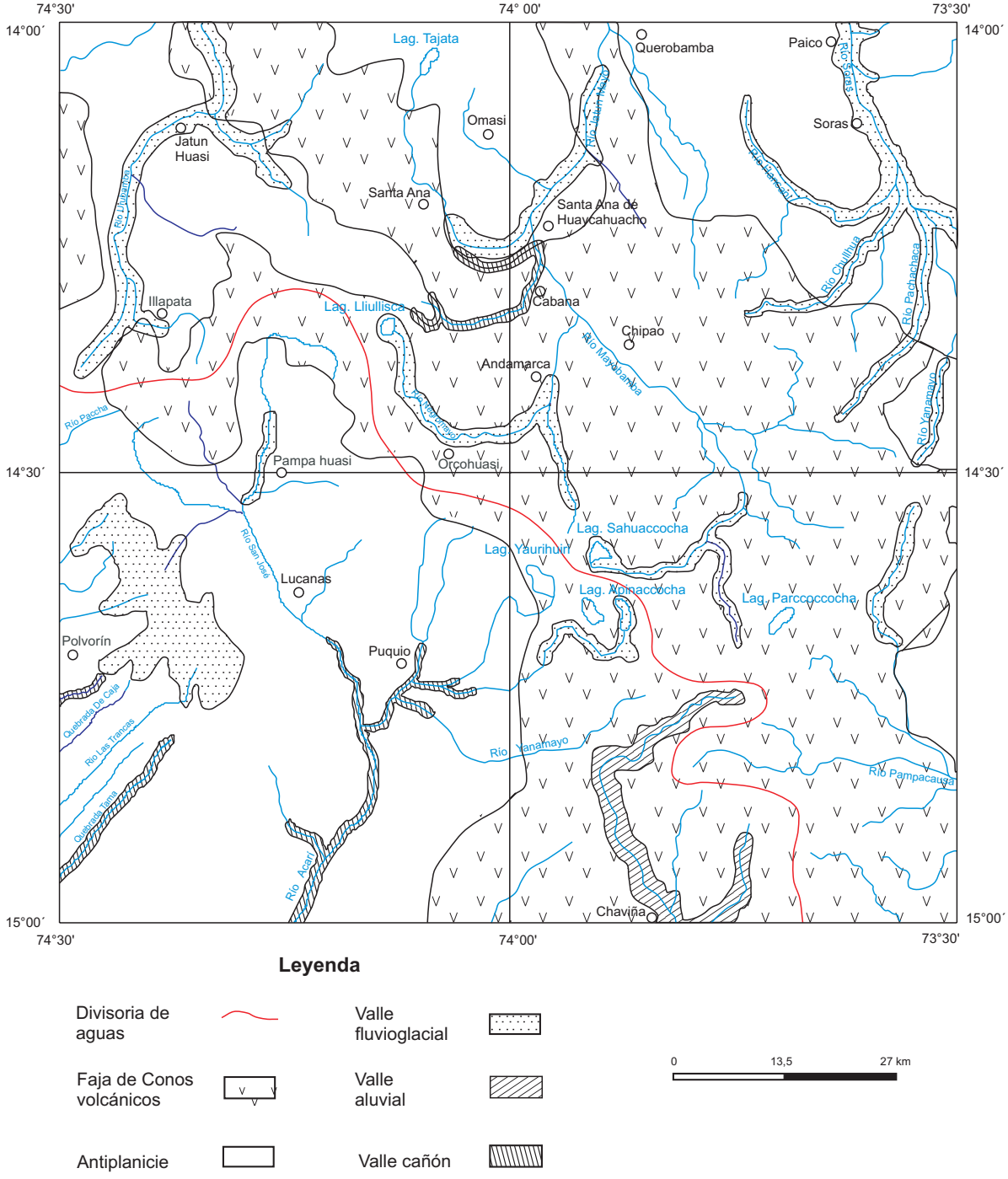


Fig. N° 2 Unidades Geomorfológicas del área de estudio

Estratigrafía

Las unidades litoestratigráficas delineadas poseen edades que van desde el Pérmico superior hasta el Cuaternario reciente. Fig. N° 3

En este informe se ha optado por la división del Grupo Yura en cinco unidades: Puente, Cachios, Labra, Gramadal y Hualhuani (BENAVIDES, V., 1962) de la región de Arequipa, en vez de los nombres de las formaciones: Minaysayoc, Pacha, Soraya y Paire, dados en los boletines publicados por el INGEMMET, (1993); estas unidades, materia de discusión, son correlacionables genéticamente, puesto que son variaciones de facies de la misma cuenca, durante la depositación de estos sedimentos hubo cierta continuidad, descartando la existencia de algún control estructural importante que haya ocasionado cambios litológicos notables que justifiquen la variación en la nomenclatura.

La denominación de Formación Omasi utilizado en el cartografiado del cuadrángulo de Santa Ana ha sido redefinida como Formación Socosani.

El intrusivo paleozoico Querobamba ha sido dividido en cuatro (04) facies.

A continuación se describen las unidades estratigráficas identificadas:

Permiano

Grupo Mitu

GREGORY, H. E., (1916) describe con el nombre de Pachatusan a una secuencia de conglomerados volcánicos y areniscas de 600 m de grosor, reconocido en la localidad homónima en la provincia de Cusco. Posteriormente Mc. LAUGHLIN, D.H., (1924), describió una secuencia de areniscas rojizas y grises con un conglomerado rojo sobreyacente ubicado en los alrededores de la localidad de Mitu, en la provincia de Pasco. La edad asignada inicialmente fue carbonífera, datándose finalmente en el Pérmico.

En las imágenes satelitales y fotografías aéreas es muy notorio el drenaje dendrítico.

Los mejores afloramientos se observan en los sectores de los cerros Condorjojo, Chaija, Hatun Huerta, Pailopanjo, Hualla, Jojalla, etc. en el

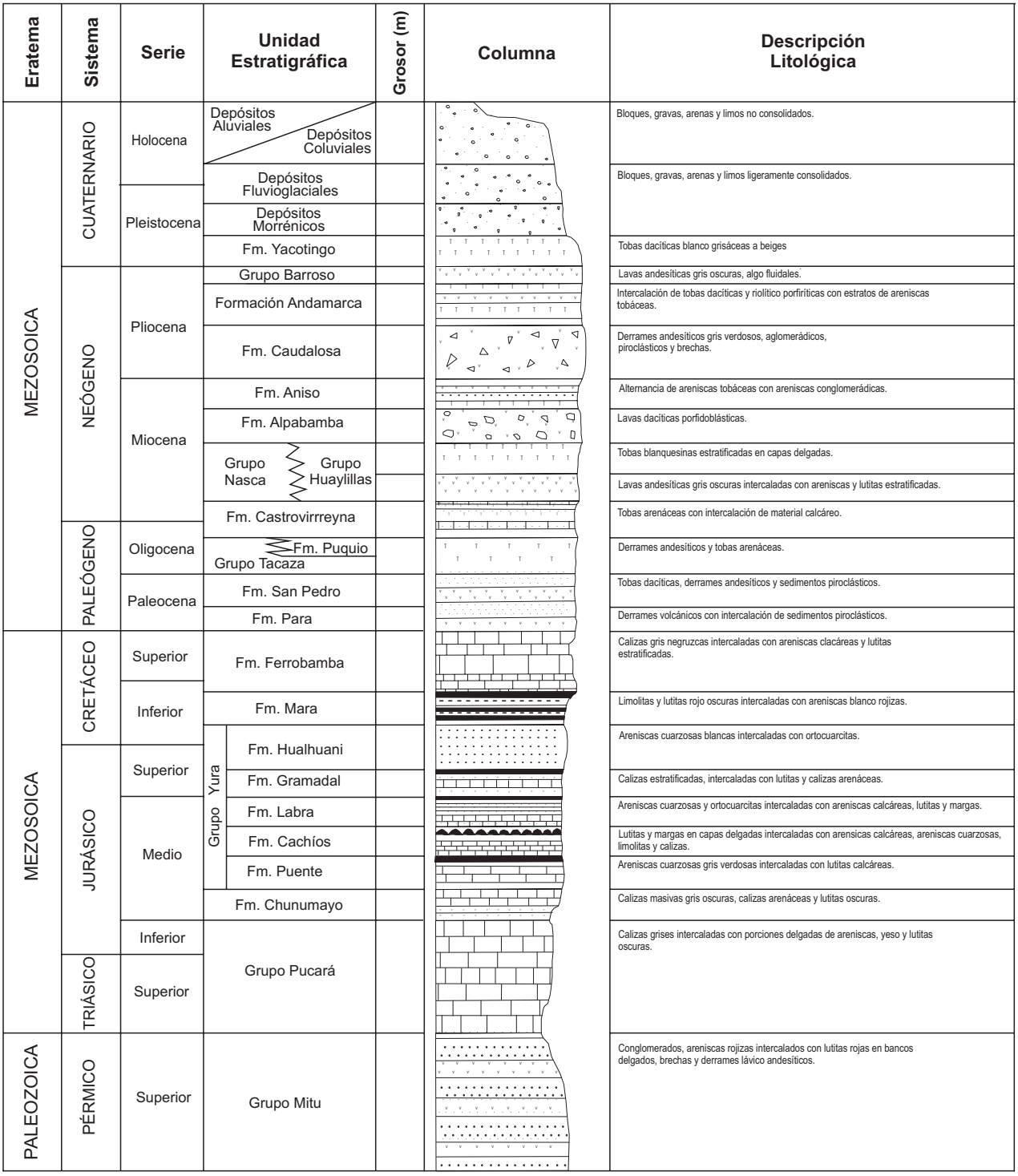


Fig. Nº 3 Columna Estratigráfica de la Zona de Estudio

cuadrángulo de Querobamba esta unidad se presenta como una franja delgada que infrayace a los afloramientos del Grupo Pucará.

En el sector de Hualla esta unidad consiste de una intercalación de areniscas, limoarcillitas y conglomerados gris rojizos, las areniscas son de grano fino en estratos delgados, los niveles conglomerádicos gris rojizos (Foto N° 1) están constituidos por clastos subredondeados, decimétricos de naturaleza granítica y granodiorítica, englobados dentro de una matriz de arenisca arcósica. Los niveles conglomerádicos están en mayor proporción, hacia la base de los afloramientos. En el sector de Pihuallo afloran estratos delgados de areniscas finas gris brunáceas que se encuentran infrayaciendo al Grupo Pucará.

Edad y correlación

Por su posición estratigráfica de sobreyacencia en discordancia erosional al granito de Querobamba de probable edad del Paleozoico superior y de infrayacencia al Grupo Pucará del Triásico superior-Jurásico, se le asigna una edad del Pérmico medio-superior a Triásico inferior. Se le correlaciona con el Grupo Mitu de los Andes Centrales.

Ambiente de sedimentación

Los sedimentos pelíticos del Grupo Mitu constituyen molasas rojas continentales depositadas en llanuras de inundación, los niveles conglomerádicos gruesos corresponden a depósitos piemontañosos proximales depositados bajo un régimen tectónico distensivo (fallamientos en bloques).

Triásico

Grupo Pucará

Fue estudiado por primera vez por Mc LAUGHLIN, D., (1924), describe a esta unidad como una secuencia gruesa calcárea del Triásico superior-Liásico. Posteriormente bajo esta denominación fue descrita por STEIMANN, J., (1930). Aflora como una faja elongada de 15 km de longitud proyectándose al cuadrángulo de Chincheros. Se han distinguido tres formaciones:

Formación Chambará.- Constituida por calizas masivas gris azulinas micríticas con abundante venilla de calcita rellenadas en distintas direcciones, con grosor promedio de 200 m y abundante fósil. Estas manifestaciones sedimentarias se pueden observar en Tojaruyoc (cuadrángulo de Querobamba). Las estratificaciones generalmente son gruesas; pero en el sector de Apongo y muy cerca al límite sur del cuadrángulo de Chincheros se observan estratificaciones delgadas semejantes a un Aramachay.

Formación Aramachay.- Aflora en los alrededores de Morcolla y Silacaha (cuadrángulo de Querobamba), está conformada por una intercalación de limoarcillitas y calizas en estratos delgados de coloración gris marrón con abundante nódulo calcáreo de 8 cm de sección. Los estratos muestran intenso replegamiento. Otras manifestaciones de esta unidad se observan en los alrededores de Hojarailla, y Tranca. En la quebrada de Durasnichayoc (cuadrángulo de Querobamba) existen afloramientos de calizas en estratos delgados intensamente replegados, fosiliferos que podrían corresponder a la Formación Aramachay se encuentra en contacto fallado encima de la Formación Cachíos (Foto N° 2).

Formación Condorsinga.- Aflora en los alrededores de la localidad de Sillacha y Parantuna (hoja de Querobamba). Esta unidad está conformada por calizas gris azulinas en estratos medianos, con abundante venilla de calcita que sobreyacen a los niveles limoarcillíticos de la Formación Aramachay.

Edad y Correlación

Los afloramientos del Grupo Pucará, en áreas adyacentes (por ejemplo los correspondientes al oeste de Huancapi, sureste de Uripa, Minas Canarias y poblado de Morcolla, muestran una posición discordante al Grupo Mitu del Pérmico medio-superior a Triásico inferior, subyaciendo en forma igualmente discordante al Grupo Yura del Jurásico superior-Cretáceo inferior.

Al sur de la localidad de Jajiraja (límite occidental del cuadrángulo de Huancapi el Grupo Pucará subyace a la Formación Socosani del Jurásico medio-Bajociano; igual posición se le reconoce en el cuadrángulo de Querobamba. En consecuencia, el

Grupo Pucará estaría en el Triásico superior-Jurásico inferior.

Ambiente de sedimentación

Las características litológicas del Grupo Pucará corresponden a una sedimentación marina de plataforma carbonatada con aporte terrígeno en un régimen tectónico extensional.

Jurásico

Formacion Socosani

Esta unidad presenta sus mejores afloramientos en los cerros Jalaorcco, Hojasrailla, Analayoj, Huacrachuco, Condorillo, etc. (cuadrángulo de Querobamba) conformando un anticlinal limitado por fallas (cuadrángulo de Querobamba).

Se encuentra sobreyaciendo al Complejo de Querobamba en contacto concordante. Se observa un adelgazamiento notorio de estos estratos lo que indica una zona de bordes.

Litología y grosor

Esta unidad consiste mayormente, de una intercalación de calizas macizas, limolitas calcáreas, calizas arenáceas, calizas dolomíticas. Las calizas son gris claras, en estratos medianos a gruesos, con abundante venilla de calcita. Se estima un grosor de 350 m.

Cerca al cerro Chuncuchayoc (635 100 E, 8 439 000 N) los afloramientos consisten de calizas calcoarenitas grises, limoarcillitas gris amarillentas a gris marrones con alta porosidad y bajo peso específico, dispuestas en estratos delgados y paralelos con una inclinación de 30° al SE. En este sector se han recolectado abundante fósil.

Edad y Correlación

Los fósiles registrados tales como: *Stephanoceras* cf. *S. Humphriesianum* en el cerro Minaschayoc (cuadrángulo de Santa Ana) es marcador del Bajociano superior reportado en los niveles superiores de esta unidad y por el reporte de *Hildoceras lily* HAU que marca el Toarciano superior la edad de la Formación Socosani está comprendida entre el Toarciano superior y el Bajociano superior y es correlacionable con la Formación Río Grande de la región de Nasca (RUEGG, 1960), con la Formación Socosani de la región de Arequipa (BENAVIDES, V., 1962), con la Formación San Francisco de la región de Tacna (WILSON y GARCÍA,1962) y con la Formación Chunumayo del centro del país (MEGARD, F., 1968).

Ambiente de sedimentación

La presencia de calizas macizas, calizas arenosas y limolitas calcáreas sugiere que estas secuencias fueron depositadas en un ambiente marino somero de aguas muy agitadas.

Grupo Yura

La localidad típica de este grupo se encuentra en el distrito de Yura, departamento de Arequipa, inicialmente fue descrita por JENKS, W., (1948) bajo la denominación de Formación Yura posteriormente BENAVIDES, V., (1962) denomina Formación Yura a una gruesa secuencia sedimentaria constituida por areniscas, lutitas y calizas a las que dividió en cinco miembros denominados de abajo hacia arriba: Puente, Cachíos, Labra, Gramadal, Hualhuani. Finalmente (WILSON, J. y GARCÍA, W., 1962) en el estudio de los cuadrángulos de Pachía y Palca la elevan a la categoría de grupo dividiéndola en dos formaciones: Ataspaca y Chachacumane.

En las imágenes satelitales esta unidad se presenta con una orientación NO-SE formando anticlinales y sinclinales, tonalidad gris amarillenta, drenaje subparalelo a subdendrítico, notándose zonas resistentes a la erosión donde afloran las areniscas y cuarcitas, además zonas afectadas fuertemente por la erosión de los niveles calcáreos.

En el área de estudio CASTILLO, D. (1995) lo divide en tres formaciones: Huacaña, Paire y Soraya nomenclatura local dada por PALACIOS, O. La Formación Huacaña ha sido dividida en 3 miembros (Minaschayoc, Pacha y Sayhua que corresponderían a la Formaciones: Puente, Cachíos y Labra). En el presente informe al Grupo Yura se le redefine con las denominaciones dadas por BENAVIDES, (1962):

Formación Puente

Sus mejores afloramientos se observan en el cuadrángulo de Santa Ana, en los sectores de Uñahuatana, cerro Inca Pacha, cerro Illajasa en forma de una franja elongada con orientación NO-SE. Esta unidad presenta una topografía accidentada que

contrasta con las formas suaves del Miembro Cachíos sobreyacente. Se calcula un grosor de 250 m aproximadamente.

Litológicamente está constituida por areniscas intercaladas con limoarcillitas y lutitas gris claras a gris verdosas, las areniscas son de grano fino, a veces con cemento calcáreo.

Edad y Correlación

Por su posición estratigráfica de sobreyacencia sobre la Formación Socosani y por infrayacer a la Formación Cachíos, esta unidad es considerada del Caloviano.

Formación Cachíos

Fue descrita por BENAVIDES, V., (1960) en la quebrada Cachíos, margen derecha del río Yura, cerca de la localidad de Calera. En su localidad típica está descrita como lutitas negras a gris oscuras, deleznables, tobáceas, intercalaciones menores de areniscas, limolitas grises con un grosor de 600 m con restos de plantas que atestiguan un ambiente marino somero; pero en el área de estudio presenta facies completamente diferentes. Por ejemplo, hacia la base aflora una intercalación de lutitas calcáreas muy deleznables, margas, areniscas calcáreas, areniscas cuarzosas y limolitas, también en los sectores de los cerros Unumia, Yanayana, Huilqui y Escherotuma.

Esta unidad infrayace a las areniscas de la Formación Labra (Miembro Sayhua) en contacto nítido y concordante, en igual relación sobreyace a las areniscas de la Formación Puente (Minaschayoc). Se ha reportado 580 m de grosor de esta unidad.

En el sector de Jasapata y Quisuarnioc (cuadrángulo de Querobamba) se observan niveles limoarcillíticos y areniscosos con pequeños horizontes calcáreos pertenecientes a esta unidad.

Edad y Correlación

En el estudio anterior del cuadrángulo de Santa Ana, CASTILLO, J. y BARREDA, J., (1993) se menciona el hallazgo de ammonites: *Perisphinctes* cf. *P. (Dichotonosphintes)* asociados a la *Posidonia* aff. *P. Estiana* DOUGLAS que es un fósil característico del Caloviano medio superior. Por esta razón y por su posición estratigráfica encima de la Formación Puente permite datar a la Formación Cachíos como del Caloviano inferior a medio.

Se le correlaciona con el Miembro Cachíos de la Región Arequipa (BENAVIDES, V., 1962) y con la parte media de la Formación Ataspaca. (WILSON y GARCÍA, 1962).

Ambiente de sedimentación

Las evidencias litológicas de esta unidad sugieren que estas rocas se han depositado en un ambiente marino, en una cuenca de profundidad fluctuante.

Formación Labra

Esta unidad aflora en ambas márgenes del río Picuya Mayo, en la localidad de Jetume (cuadrángulo de Querobamba) conformando una terminación periclinal de un anticlinal. Regionalmente se observan farallones labrados sobre rocas areniscosas que ofrecen mayor resistencia a la erosión.

Está conformada por areniscas cuarzosas de coloración blanco marrón amarillento y cuarzoareniscas con intercalaciones de areniscas calcáreas, lutitas azuladas violáceas y amarillentas que se exponen en estratos delgados finamente laminados e intercalados con las areniscas y ortocuarcitas que suprayacen a la Formación Cachíos concordantemente e infrayacen en la misma relación, a la Formación Gramadal.

Edad y correlación

Estudios anteriores en el cuadrángulo de Santa Ana reportan lamelibranquios de la especie *Tellina* sp. y *Gryphaea*, que constituyen fósiles de amplio rango del Jurásico superior. En la secuencia calcárea que infrayace a la Formación Cachíos se han colectado especies que indican la edad del Caloviano medio, en consecuencia a la Formación Labra se le puede considerar en el Caloviano medio a superior. Se le correlaciona con el Miembro Labra de la región de Arequipa (BENAVIDES, V., 1962) y con la parte superior de la Formación Ataspaca de la región de Pachía y Palca (WILSON y GARCÍA, 1962)

Formación Gramadal

Aflora en los sectores de Paire, Manco Joniche, cerro Achuilla, cerro Pucarilla (cuadrángulo de

Querobamba). Existen buenas exposiciones en la parte nororiental del cuadrángulo de Santa Ana.

En la localidad de Santa Magdalena (cuadrángulo de Puquio) se han cartografiado gruesas secuencias de calizas gris azulinas, micríticas, con vetillas de calcita. También se han reportado niveles de calizas arenosas que se alteran a sulfatos que les da una coloración blanquecina característica. En esta área no se han recolectado fósiles. Hacia el sector NE del cerro Jejaloma también se han delimitado remanentes de esta unidad.

Edad y correlación

En el cuadrángulo de Santa Ana, CASTILLO C. (1995) reporta *Macrocephalites* cf. *M. Boesei* BURCKHARDT, *Gryphaea* sp., *Terebrátuls* sp., *Reineckia* cf. fósiles que marcan el Caloviano medio-superior. y *Kosmoceras* aff. *K. Jason, Reineckia* y *Ecticoceras* sp. que marcan el Caloviano superior. Por estas características a la Formación Gramadal se le considera de edad Caloviano medio-superior.

Ambiente de sedimentación

Por las características antes mencionadas esta unidad se depositó en un ambiente marino de facies someras con climas cálidos y presencia de corrientes fuertes. Se le correlaciona con el Miembro Gramadal de la región de Arequipa (BENAVIDES, V., 1962).

Jurásico-Cretácico

Formación Hualhuani

Los mejores afloramientos de esta unidad se localizan en la parte sur central del cuadrángulo de Puquio, en los sectores de Durazniyoc, cerro Maji, cerro Tonco Tonco y sobreyace a la Formación Gramadal e infrayace a la Formación Murco. Presenta rasgos topográficos muy pronunciados, con crestones y escarpas debido a la gran resistencia que ofrecen las areniscas a los agentes erosivos.

Litológicamente está constituida por areniscas cuarzosas de grano fino y areniscas limosas gris blanquecinas, con una buena selección. En el sector del cerro Jejaloma se ha reportado lentes de conglomerados finos. Los estratos poseen un grosor de hasta 1,0 m, intercaladas con niveles delgados de limoarcillitas y lutitas gris oscuras.

En el control de campo se han diferenciado dos facies características de la Formación Hualhuani (Fig. N° 4).

Facies de areniscas.- Se caracteriza por el predominio de areniscas gris amarillentas de grano fino, dispuestas en estratos crecientes, los granos poseen una buena clasificación, con algunas alternancias de limoarcillitas gris negruzcas a gris verdosas. Esta facies se puede observar en el sector NE del cuadrángulo de Querobamba cerca de las localidades de Tactalla y Quisuaniyuc.

Facies de cuarzoareniscas.-Está predominantemente conformada por areniscas cuarzosas gris amarillentas a gris anaranjadas. Los granos de cuarzo son de tamaño fino con espacios intergranulares rellenados con cemento de sílice de última generación.

Sus afloramientos se observan cerca al sector de Pisha Puquio, alrededor de la localidad Aucará (Foto N° 5) (cuadrángulo de Querobamba) en los alrededores de la localidad de Santa Magdalena y Tonco-Tonco (cuadrángulo de Puquio). Cerca al cerro Pajonalillo se observan lentes conglomerádicos finos dentro de los niveles de areniscas finas.

Edad y correlación

Esta unidad infrayace a la Formación Murco probablemente del Neocomiano medio-Aptiano y sobreyace en aparente concordancia a la Formación Gramadal del Caloviano y probablemente del Titoniano. Por esta relación se asigna tentativamente a la Formación Hualhuani al Oxfordiano-Neocomiano inferior.

El presente estudio reporta *Aetostreon* cf. *A. lattisium* (LAMARCK) en los alrededores de Santa Magdalena (cuadrángulo de Puquio).

Se le correlaciona con las cuarzoareniscas de la Formación Soraya que afloran en los cuadrángulos de Chalhuanca, Chuquibambilla y Santo Tomás equivalente a las cuarzoareniscas Hualhuani de la región de Arequipa (BENAVIDES, V., 1962). También es correlacionable con la Formación Chimú, de amplia distribución en el norte y centro de la región andina del país.

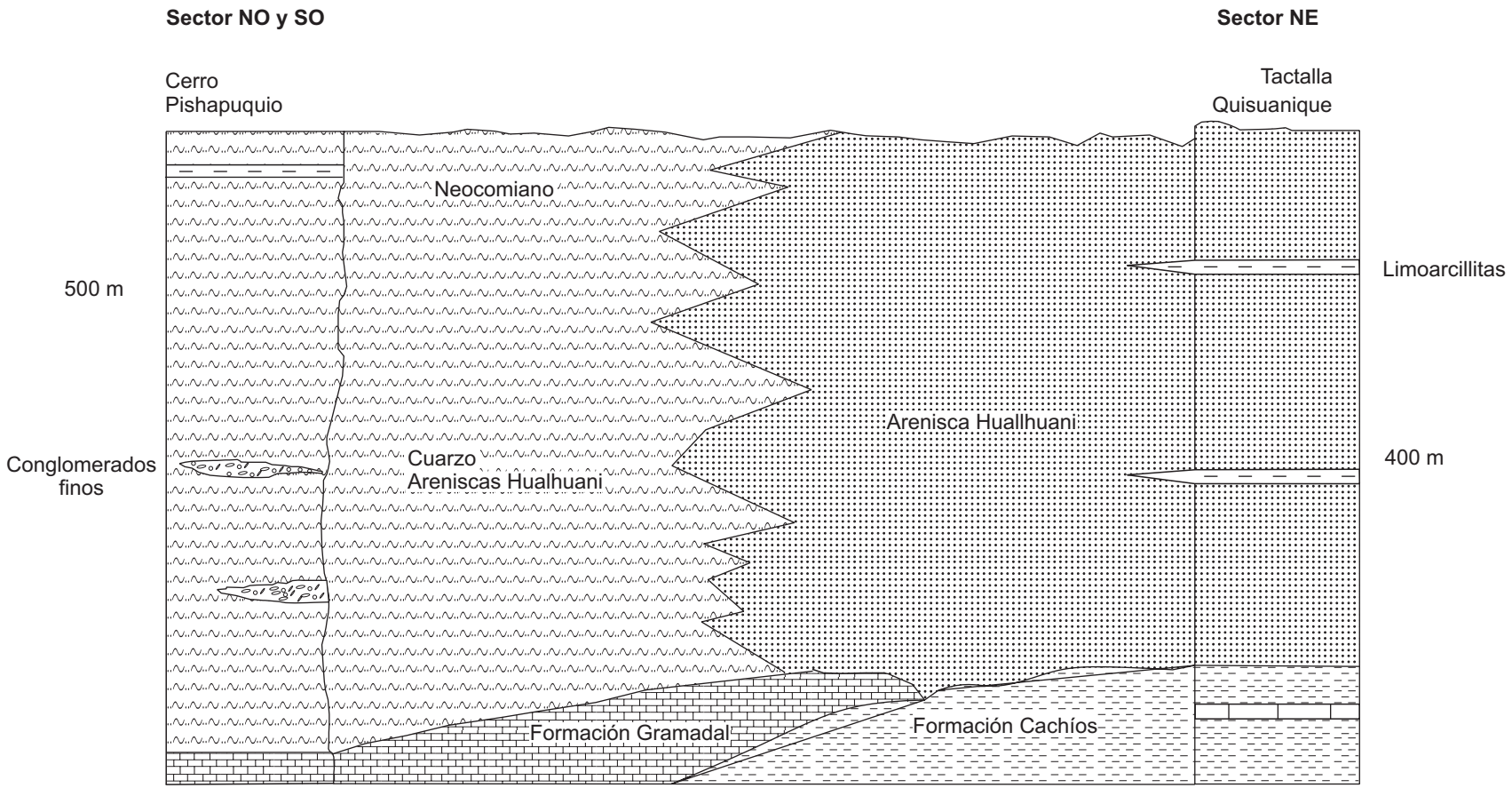


Fig. N° 4 Cambio de facies de la Formación Hualhuani en el área de estudio

Ambiente de sedimentación

Los sedimentos de la Formación Hualhuani se han depositado en un ambiente semicontinental y de plataforma (playero) con corrientes agitadas. La facies de cuarzoareniscas finas ha sido afectada por metamorfismo de contacto debido a la intrusión del batolito Incahuasi (sector suroeste del cuadrángulo de Puquio) .

Discusión Estratigráfica

Los sedimentos pertenecientes al Grupo Yura que afloran en el área de estudio, corresponderían a la parte marginal NO de la megacuenca Arequipa.

En el área de estudio el Ciclo Andino empezó en el Triásico superior-Jurásico inferior con la sedimentación sobre un alto sumergido (intrusivo Querobamba), donde se depositaron las calizas del Grupo Pucará. Posteriormente sobre esta superficie se depositaron los sedimentos de la Formación Socosani, Grupo Yura, formaciones Murco y Arcurquina.

Cretáceo

Formación Murco

Existen buenas exposiciones de esta unidad en los cerros Huasichara y Salquia. Los afloramientos están afectados por diversas fallas inversas.

Litológicamente esta unidad está compuesta por limoarcillitas, arcillitas y areniscas de grano fino de coloración rojiza a rojo púrpura por la presencia de óxidos de hierro. Las limoarcillitas y arcillitas son de coloración verde a rojas dispuestas en forma laminar.

En el área de estudio la Formación Murco posee mayormente facies pelítica y es claramente distinguible de la Formación Hualhuani.

En el sector de Tordicha y cerca al pueblo de Santa Ana de Huaycahuacho se observan gruesos niveles de conglomerados gris rojizos con clastos de hasta 1,0 m de sección subangulosos de naturaleza mayormente calcárea.

La Formación Murco sobreyace concordantemente a la Formación Hualhuani (Foto N° 6) e infrayace en similar relación, a las calizas de la Formación Arcurquina.

Edad y correlación

Por su posición estratigráfica de sobreyacencia a las cuarzoareniscas de la Formación Hualhuani del Oxfordiano-Neocomiano e infrayacencia a las calizas de la Formación Arcuquina del Albiano-Cenomaniano inferior, se asume para esta unidad la edad del Barremiano-Aptiano.

Esta unidad es correlacionable con la Formación Murco de la región de Arequipa (BENAVIDES, V., 1992), también con la parte inferior a media del Grupo Goyllarisquizga del centro y norte del país, con el Grupo Oriente de la zona Subandina y con las partes superiores de la Formación Huancané de la región de Puno (NEWELL, N.D., 1949).

Ambiente de sedimentación

Las sedimentitas de la Formación Murco se han depositado en un ambiente semicontinental de carácter esencialmente regresivo y en condiciones oxidantes.

Formación Arcurquina

JENK, W., (1951) describe con este nombre a una secuencia de calizas fosilíferas que afloran a 20 km al noreste de Santo Tomás en el departamento de Apurímac.

En el análisis de las fotografías aéreas e imágenes satelitales muestra una textura característica rugosa, drenaje desordenado, tonalidades de gris marrón claro.

En el sector NE del cuadrángulo de Santa Ana, en los cerros Huasichara y Ocrocancha se encuentra como parte del flanco occidental del anticlinal. En los cerros Condorillo Huamanilla y Jalachiuchi se presenta en forma elongada de 12 km de longitud aproximadamente formando parte del núcleo de un sinclinal. En los alrededores de Santa Magdalena, en el sector sureste del cuadrángulo de Puquio, afloran niveles calcáreos que están siendo asignados a la Formación Arcurquina.

Litológicamente está compuesta por calizas gris oscuras en estratos delgados y gruesos con venillas de calcita intercaladas con calizas arcillosas, se presentan también en los niveles inferiores, nódulos de color marrón en formas lenticulares, las calizas arcillosas se caracterizan por poseer

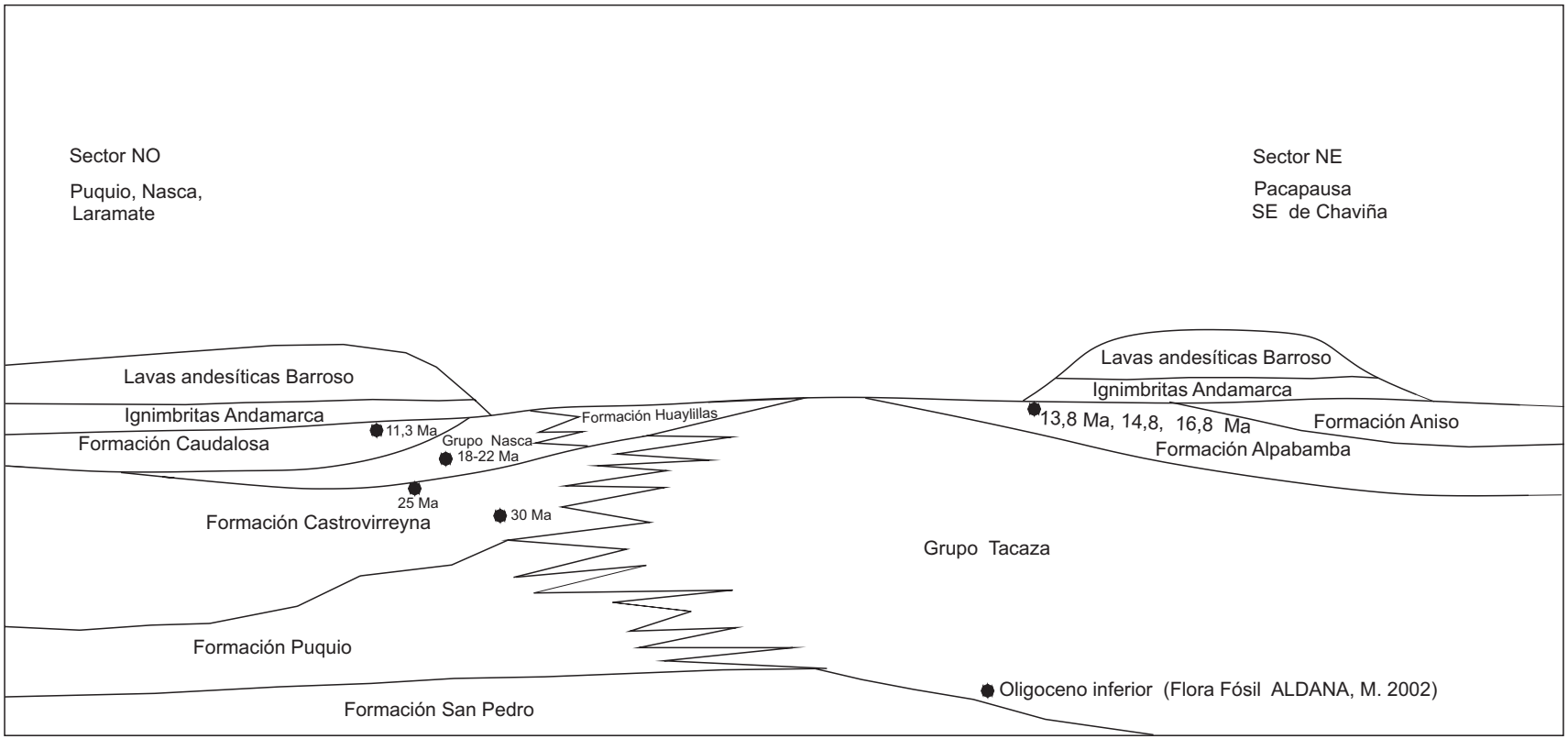


Fig. N° 5 Relación cronólogica de los eventos volcánicos de la zona de estudio

mayor plasticidad e incompetencia, favoreciendo el desarrollo de pliegues disarmónicos dentro de estructuras mayores.

Edad y correlación

Sánchez Y. (2001) reporta en los alrededores de la localidad de Milpuc, sector NE del cuadrángulo de Santa Ana, una gran cantidad de fosiles entre las que destacan: *Oxytropidoceras* sp. (Albiano medio), *Sharpeiceras* sp. (Cenomaniano inferior) y *Astarte* cf. *A. subcostata* DORB del Neocomiano medio-Aptiano (Albiano).

De acuerdo a estos fósiles, a la Formación Ferrobamba se le asigna una edad del Albiano-Cenomaniano inferior. Se le correlaciona con las calizas Yuncaypata de la región del Cusco, con la Formación Arcurquina de la región de Arequipa, con las formaciones Chúlec, Pariatambo y Jumasha del centro del país y con las calizas de la Formación Ayavacas de la región del lago Titicaca.

Ambiente de sedimentación

Las evidencias paleontológicas y litológicas indican que la Formación Arcurquina se ha depositado en un ambiente marino, en plataforma carbonatada de mediana profundidad.

Paleógeno-Neógeno

Las manifestaciones volcánicas que se observan en el área de estudio se inician en el Paleógeno y continúan hasta el Plioceno superior-Pleistoceno inferior y han sido agrupadas en dos sectores: Sector NO que abarcan los cuadrángulos de Puquio y Santa Ana y la zona occidental del cuadrángulo de Chaviña donde afloran las unidades volcánicas de San Pedro, Para, Tacaza/Puquio/Castrovirreyna, Caudalosa, ignimbritas Andamarca y el Barroso. El sector NE abarca el sector oriental del cuadrángulo de Chaviña proyectándose al cuadrángulo de Pacapausa, donde afloran el Tacaza, Alpabamba, Aniso, las ignimbritas Andamarca y el Barroso (Fig. N° 5).

Paleógeno

Episodio Volcánico Paleoceno-Mioceno superior

En este informe se agrupa por primera vez, a las unidades volcánicas cuyas edades van desde el Paleoceno al Mioceno inferior. Esta agrupación es posible por sus características estructurales y seguidamente se describen de la más antigua a la más moderna:

- Formación San Pedro
- Formación Para
- Grupo Tacaza/Formación Puquio/Formación Castrovirreyna

Formación San Pedro

Comprende a una secuencia de rocas volcanoclásticas compuestas de ignimbritas, tobas y aglomerados con intercalaciones de limolitas y areniscas expuestas en los alrededores del pueblo de San Pedro y quebrada del mismo nombre (cuadrángulo de Puquio).

En las imágenes satelitales se observan tonalidades gris violáceas a gris marrones, drenaje desordenado a no bien definido con textura rugosa.

Los mejores afloramientos están en el cuadrángulo de Puquio en los sectores de Huisca Loma, cerro Barronco, cerro Condorsinga y cerro Ccupaica.

Litológicamente está constituida por intercalaciones de tobas ignimbríticas, cineritas, derrames lávicos, brechas y aglomerados volcánicos intercalados con limolitas y areniscas.

Esta unidad yace discordantemente sobre secuencias plegadas del Grupo Yura, sobre el Batolito Andino e infrayace discordantemente a la Formación Puquio y al Grupo Nasca respectivamente. Sus afloramientos poseen mayormente, tonalidades rojizas.

Edad y correlación

La Formación San Pedro es correlacionable con las unidades volcanoclásticas ampliamente difundidas en la Cordillera Occidental (volcánicos Tantará, Sacsaquero inferior y parte inferior del Grupo Calipuy), con el Grupo Puno del lago Titicaca y con la Formación Sotillo de la región de Arequipa. Los niveles superiores de esta unidad podrían correlacionarse con la Formación Para.

No se reportan elementos paleontológicos que daten a la Formación San Pedro, pero por su posición estratigráfica de sobreyacencia, en aparente

concordancia, a la Superunidad del Batolito Andino (segmento Incahuasi), cuyas edades Rb/Sr son 90,8 Ma y 94,7 Ma (Sánchez, A., 1982) se le asigna al Paleógeno (Eoceno superior-Oligoceno inferior).

Ambiente de sedimentación

Los sedimentos pelíticos de la Formación San Pedro se han depositado en cuencas intramontañosas dentro de un régimen fluvial, en medios altamente oxidantes y con una intensa actividad volcánica contemporánea en fases distensivas.

Grupo Tacaza

Este nombre fue empleado por primera vez por JENKS, (1946), luego es utilizado formalmente por NEWELL (1949), quien describe una gruesa secuencia de rocas volcánicas en las proximidades de la mina Tacaza.

La expresión fotogeológica de esta unidad se caracteriza por presentar una textura rugosa, tonalidades gris azulinas similares en parte, a los volcánicos Barroso. Los afloramientos muestran generalmente elevaciones con pendientes más suaves por la erosión de los glaciares.

Sus mejores afloramientos se observan en los sectores de Huanco (Foto N° 7), cerro Sallasalla, Sapan Orco, Marayurcuna, Cayo Cayo y en los sectores de Chontapampa, Chiusa, Potunca, etc. (cuadrángulo de Querobamba) y cerca al cerro Negro Puquio. En este lugar se reporta en su nivel inferior limolitas gris plomizas a gris blanquecinas intercaladas con areniscas tobáceas finas, hacia la parte superior y hacia el contacto con los flujos lávicos se observan gruesas secuencias de tobas gris verdosas a gris marrones. En este sector se ha reportado abundante flora fósil que indican la edad del Oligoceno inferior. En el sector de Lambre y cerro Colpa, cuadrángulo de Chaviña, se distingue un nivel de tobas silicificadas y tobas retrabajadas que infrayacen a los derrames lávicos del Grupo Barroso (Foto N° 8). Las rocas recolectadas en la localidad de Huanco se describen como tobas dacíticas gris rojizas, gris rosadas y gris blanquecinas con textura porfirítica. Se observan feldespatos alterados cuyos componentes son: cuarzo 20%, plagioclasa 50% y 20% de ortosas. Los niveles sedimentarios son areniscas arcillosas gris blanquecinas con flora fósil y bioturbación.

Cerca a la localidad de Tambo (cuadrángulo de Chaviña) se observan niveles pelíticos y areniscas tobáceas (Foto N° 9). Cerca de la mina Vicuñita (Foto N° 10) y en Cerro Negro (Foto N° 11) los afloramientos del Tacaza muestran deformaciones.

Litológicamente se puede separar en tres miembros:

Miembro inferior.- Se observa mayormente, en el sector central a occidental del cuadrángulo de Chaviña y en el sector central del cuadrángulo de Querobamba mayormente, entre los sectores de Ellapata, Cancuera, Cashahuasi y Señal Carhuarazo. Litológicamente está compuesto por una alternancia de areniscas de grano fino con matriz tobácea cuya coloración varía de gris violáceas, gris verdosas a gris anaranjadas, intercaladas con capas de limoarcillitas, aglomerados y brechas volcánicas compuestos por clastos subangulosos hasta de 15 cm de diámetro, de naturaleza mayormente andesítica y algunos niveles de tobas retrabajadas.

Cerca de la localidad de Vadopata afloran areniscas arcósicas gris rojizas de grano fino intercaladas con niveles lávicos andesíticos delgados.

Miembro intermedio.- Se observa en los sectores de Chuchi, Pucapateria. Esta unidad está constituida litológicamente por derrames mayormente andesiticos gris verdosas a gris violáceas con intercalaciones de brechas y conglomerados gruesos volcánicos con matriz tobacea muy diferenciable del nivel inferior. Las rocas son descritas como aglomerados volcánicos muy alterados de color gris rojizos con una textura brechosas con fragmentos liticos englobado dentro de una matriz alterada arcillosa. Estos aglomerados generalmente tienen 10% de cuarzo, 45% de plagioclasa bien desarrolladas, 55% de ortosas minerales oscuros 20% y con 3% de micas.

Miembro superior.- Este nivel se observa en los sectores de la laguna Ancascocha y en los alrededores del pueblo de Chaviña. Mayormente está compuesto por gruesas secuencias de tobas gris blanquecinas intercaladas con delgados niveles de tobas retrabajadas de color gris blanquecinos.

En muestras de mano son descritas como tobas dacíticas gris blanquecinas, textura porfirítica con 25% de cuarzo, 40% de plagioclasa y 10% de ortosa, se observan fragmentos de feldespatos argilitizados.

La flora fósil recolectada en esta área de estudio son: *Pinaceae, Abies* sp., *Sseudopsuga* sp. y *Cyperacites* sp. que indican la edad del Oligoceno inferior para el Miembro inferior del Grupo Tacaza.

Edad y correlación

En el área típica (sur del Perú) las dataciones determinan entre 20 y 26,51 Ma. En el área de la mina Tacaza, está datada en 21,1 y 17,65 Ma. Es evidente que los primeros eventos del Tacaza se dieron en la zona de estudio (zona central del país).

Se le correlaciona con la parte inferior de la Formación Castrovirreyna.

Ambiente de sedimentación

Los tipos de erupciones volcánicas del Grupo Tacaza varían de una actividad volcánica lávica con intenso retrabajo a flujos piroclásticos gruesos, tobas de caída, flujos piroclásticos y acumulación de tobas y cenizas depositadas mayormente, en un ambiente subaéreo. Los niveles fluvial y lacustrino en ambientes de clima cálido con una incipiente actividad volcánica.

Cabe indicar que estas unidades en ciertos sectores tienen tendencia al acuñamiento y a la interdigitación por lo que se asume son materiales originados por varios centros de emisiones.

Formación Puquio

GARCÍA W. (1974) asigna este nombre a una secuencia de rocas mayormente, volcánicas intercaladas con niveles de conglomerados, capas de yeso, y niveles de calizas gris amarillentas intercaladas con arcillitas blanquecinas que afloran muy cerca de la localidad de Puquio.

Se ha identificado tanto en el análisis de fotografías aéreas como en imágenes satelitales con un drenaje subparalelo, textura de aspecto rugoso, tonalidades de gris verdosas a gris marrones. Los mejores afloramientos se observan en el sector central del cuadrángulo de Puquio (cerro Maniocca, cerro Puntaorcco, quebrada Toromachay, cerro Culebrayoc).

Esta unidad está afectada por fallas y plegamientos con anticlinales y sinclinales de orientación NO-SE. En el cuadrángulo de Puquio se observa claramente su posición de infrayacencia concordante con la Formación Castrovirreyna y de sobreyacencia a la Formación San Pedro. Esta unidad posee grandes variaciones laterales que hacen difícil el estudio de sus facies. Tres facies características se explican a continuación:

Facies de tobas líticas y tobas verdosas retrabajadas.- Se observan en los sectores de Cochapata, Besica y Chupiaco. Está compuesta por tobas gris verdosas en paquetes gruesos intercaladas con niveles limoarcillíticos gris violáceos a gris verdosos. Este nivel se puede utilizar como secuencia guía, como sucede en los sectores del cerro Collca Mayo y Vicuñita (Foto N° 12) (cuadrángulo de Chaviña). Tiene carácter repetitivo y se ubica en la parte inferior y superior de la secuencia. Estas tobas se acuñan en ciertos sectores tal como se observa en la quebrada Cuchimachay donde las tobas afloran en el flanco derecho del anticlinal desapareciendo en el flanco izquierdo.

Facies calcárea.- Esta facies comprende niveles pelíticos intercalados con calizas en estratos delgados de color gris verdoso a gris blanquecino. Estos afloramientos calcáreos son reportados en las localidades de Chilques, Pucapatería (Foto N° 13), cerca de Lucanas (Foto N° 14), San Andrés, Chumayacu y cerca de la mina Vicuñita. Generalmente estas calizas están fuertemente replegadas. Se ha elaborado un mapa paleogeográfico para esta facies (Fig. N° 6).

El análisis de la columna generalizada de la Formación Puquio nos indica que esta facies calcárea sólo se ubica en la parte intermedia a superior de dicha columna.

Facies de derrames lávicos.- Los derrames lávicos de coloración gris verdosa y gris violácea son de naturaleza andesítica y se observan en la parte NE del cuadrángulo de Puquio, en los sectores de Loma Puca Corral, el cerro Riacacca, cerro Huachuya y cerca de la localidad

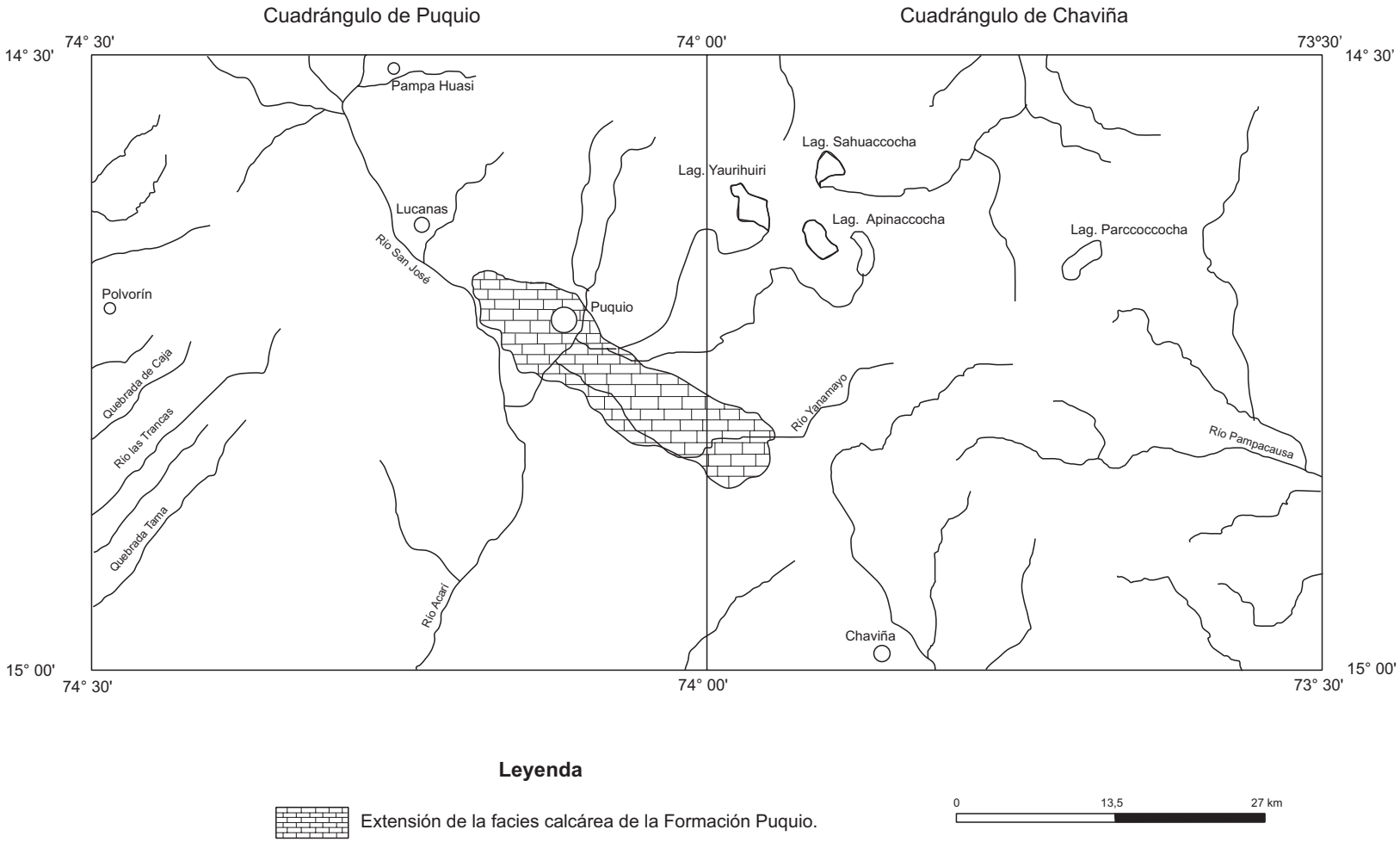


Fig Nº 6 Mapa Paleogeográfico de las calizas lacustrinas de la Formación Puquio

de Puquio: localidad de Jatumpunco. Esta facies también tiene tendencia de acuñamiento, en el sector de Ynama las tobas gris blanquecinas, que caracterizan al nivel inferior de la Formación Castrovirreyna y que marca el límite entre estas dos unidades, descansan sobre los derrames lávicos; pero a corta distancia , estas mismas tobas están descansando sobre niveles pelíticos gris rojizos a gris violáceos con pequeños niveles de tobas retrabajadas.

Edad y correlación

No se tienen datos radiométricos para precisar la edad de la Formación Puquio; por su posición estratigráfica que suprayace a la Formación San Pedro del Eoceno-Oligoceno inferior y debajo de la Formación Castrovirreyna cuyas edades están entre 25 y 30 Ma se le asigna la edad del Oligoceno superior-Mioceno inferior.

En el sector de Ccasacancha y Chichu (cuadrángulo de Chaviña), los afloramientos de la Formación Puquio llegan a confundirse con la secuencia intermedia a superior del Grupo Tacaza por lo que se postula una interdigitacion entre estas dos unidades.

Ambiente de sedimentación

La Formación Puquio se depositó en un ambiente restringido hacia el cuadrángulo de Puquio en cuencas formadas por grabens durante una tectónica distensiva, estas depresiones poseen orientaciones NO-SE, donde las intercalaciones de flujos piroclásticos y derrames lávicos fueron en parte retrabajados. La mayor profundidad de la cuenca, evidenciada por los mayores grosores de los materiales sedimentarios, estuvo ubicada en el sector NE de la localidad de Puquio.

Formación Castrovirreyna

En las imágenes satelitales se distingue por su alta reflectancia, drenaje subenrejado, tonalidades de gris marrón a gris amarillento, textura semirugosa en afloramientos aislados.

Esta unidad está conformada por tres niveles:

Miembro inferior tobáceo.- Este nivel posee solución de continuidad a escala regional. Está constituido por tobas dacíticas gris blanquecinas, tobas brechosas y tobas ignimbríticas, en el sector de Puyhuanlla se observan estructuras de fiammes (Foto N° 15), disyunción esferoidal (Fotos N° 16 y 17) a veces están englobando fragmentos líticos subangulosos de hasta 10 cm de sección. Estos afloramientos poseen un grosor de 150 m aproximadamente, en el sector más occidental (Apuru, Colepampa) estas tobas se adelgazan considerablemente llegando a veces a desaparecer. Aquí las tobas son gris amarillentas de apariencia sucia, los fragmentos líticos subredondeados a subangulosos englobados son de menor tamaño (8 cm de sección) que evidencian mayor transporte.

Este nivel tobáceo es muy importante porque se encuentra sellando a la Formación Puquio.

Miembro intermedio.- Este nivel se observa en los sectores de Collcapampa, cerro Condorillo, cerro Titanca (cuadrángulo de Puquio) y cerro Picullo (cuadrángulo de Santa Ana). Se caracteriza por contener secuencias de piroclásticos finos gris verdosos con intercalaciones de areniscas tobáceas gris verdosas a gris violáceas, con pequeños niveles de tobas retrabajadas todas dispuestas en estratos delgados. En el sector de Picullo estos afloramientos poseen una coloración gris rojiza por alteración. Se estima un grosor de 200 m aproximadamente.

Miembro superior.- Consiste en su nivel inferior, de una intercalación de derrames lávicos andesíticos gris verdosos, macizos, en una pasta afanítica, con gruesas secuencias de brechas piroclásticas. Hacia la parte intermedia se observan delgados niveles de areniscas piroclásticas, limoarcillitas tobáceas gris violáceas a gris verdosas dispuestas en capas delgadas y hacia la parte superior un mayor incremento de lavas andesíticas y flujos piroclásticos finos.

Tectónicamente la Formación Castrovirreyna ha sido afectada por plegamientos suaves con dirección andina, de planos axiales verticales a subverticales y sistemas de fallas en la misma dirección; esta característica saltante permite en el campo, diferenciarla de las Formaciones Nasca y Caudalosa respectivamente y que generalmente se muestran sin deformación o con un buzamiento preferencial.

Edad y correlación

Esta unidad infrayace discordantemente a las Formaciones Nasca y Caudalosa del Mioceno superior-Plioceno inferior por lo que se le asigna una edad tentativa del Mioceno inferior a medio. Dataciones en rocas similares recolectadas en Huancavelica determinen una edad radiométrica comprendida entre 21 y 30 Ma (Mioceno medio).

Esta unidad es correlacionable con la parte superior del Grupo Tacaza del sur del país y con la Formación Castrovirreyna del Perú central.

Ambiente de sedimentación

La actividad volcánica iniciada en el Paleoceno-Oligoceno inferior con las formaciones Para y San Pedro, continúa con el emplazamiento de la Formación Puquio, Grupo Tacaza y Formación Castrovirreyna.

En el área de estudio esta actividad volcánica se caracterizó por un vulcanismo efusivo y explosivo. Los sedimentos piroclásticos finos fueron depositados en depresiones estructurales en fases tectónicas distensivas, en ambientes fluviales.

Episodio Volcánico Mioceno medio-Plioceno inferior

Esta agrupación de unidades volcánicas se caracteriza por haber sido afectada por una leve tectónica que contrasta con el primer grupo. A escala regional se puede apreciar que estas manifestaciones volcánicas cubren sinclinales y anticlinales en las unidades antes mencionadas.

Grupo Nasca

En el área de estudio se ha definido a una secuencia de conglomerados basales, rocas volcánicas tobáceas e ignimbríticas como parte del Grupo Nasca. Los mejores afloramientos se observan en los sectores de los cerros Juntillo, Huacapata, etc.

En las imágenes satelitales este grupo se observa con una tonalidad gris violácea a gris blanquecina con textura semirugosa y un marcado drenaje paralelo. En el cuadrángulo de Puquio es notorio la inclinación al SO de las tobas Nasca, condición que le confiere un control en el drenaje paralelo de los ríos y nos indica además un buzamiento de emplazamiento del NE a SO. Se han determinado tres unidades muy diferenciables:.

Unidad inferior.- Se observa entre la localidad de Saisa Pampa, Lloquepata y alrededores (Foto N° 18) está conformada por conglomerados gruesos polimícticos de color gris marrón claros compuestos por clastos centimétricos y decimétricos en una matriz de areniscas y tobáceas con un mal sorteo. Estos niveles conglomerádicos tienen características de lenticularidad con algunos horizontes de areniscas gruesas inmaduras. Hacia la parte superior se observan niveles delgados de tobas y areniscas tobáceas gris blanquecinas, más arriba aparecen las tobas Nasca en paquetes gruesos con poco material retrabajado.

Unidad intermedia.- Está constituida por tobas retrabajadas, tobas sueltas y niveles de areniscas de grano fino (Foto N° 19). Morfológicamente es muy distinguible por la configuración de zonas con topografía suave.

Unidad superior.- Conocida como tobas Nasca que se manifiestan en varios paquetes de tobas dacíticas, tobas ignimbríticas y tobas brechosas que coronan las secuencias inferiores y están separados por delgados niveles de tobas retrabajadas. Los paquetes de tobas generalmente presentan gran homogeneidad por lo que se asume sean como varias zonas con superficie de enfriamiento acumulados en cortos periodos. En el cuadrángulo de Puquio esta unidad muestra una inclinación regional al oeste donde no muestra deformación debido probablemente, a la gran rigidez del Batolito Andino (Superunidad Incahuasi).

Estos afloramientos muestran incremento de sílice en las tobas, en el sector de Pampa Galeras disminuyendo notoriamente, hacia la zona de Saisapampa.

Edad y correlación

Dataciones radiométricas efectuadas por NOBLE D., (1979) indican edades de 22,4, 20,5 y 18,7 Ma que lo ubican en el Mioceno inferior a medio, cronológicamente debajo de la Formación Caudalosa y encima de la Formación Castrovirreyna.

Por sus características litológicas y estructurales se le correlaciona con la Formación Pocoto del cuadrángulo de Córdova y con la parte superior del Grupo Calipuy del norte del país.

De acuerdo al control de campo se ha confeccionado un perfil teórico para el Grupo Nasca (Fig. N° 7)

Formación Huaylillas

Descrita por primera vez por WILSON y GARCÍA (1962). Aflora en gran extensión en el sector SE del cuadrángulo de Puquio, en las localidades de Yuraccata, Apacheta, en los cerros Sura y Cello Orcco y en el sector SO del cuadrángulo de Chaviña.

Litológicamente está constituida por secuencias de tobas ignimbríticas y tobas retrabajadas con una deformación moderada que lo diferencia del Grupo Nasca.

En el sector de Chiculete (cuadrángulo de Chaviña) los afloramientos presentan alternancias de tobas retrabajadas con areniscas tobáceas gris blanquecinas dispuestas en estratos delgados.

Esta unidad es equivalente en tiempo al Grupo Nasca.

Formación Caudalosa

Se ha descrito como Formación Caudalosa a una secuencia de aglomerados de composición andesítica y dacítica contobas brechoides expuestas a 5 km al noreste de la localidad de Caudalosa.

Fotogeológicamente se caracteriza por presentar un drenaje subparalelo a subenrejado, con textura semirrugosa y tonalidades gris marrones.

La Formación Caudalosa con pliegues abiertos suprayace en discordancia angular a la Formación Castrovirreyna fuertemente plegada y fallada. Esta unidad se ha originado por un volcanismo mayormente explosivo.

Edad y correlación

La Formación Caudalosa sobreyace discordantemente a la Formación Castrovirreyna de edad Mioceno inferior e infrayace con la misma relación a la Formación Sencca del Plioceno superior. Además las dataciones radiométricas efectuadas por NOBLE D., (1979) en muestras recolectadas en secuencias similares en las áreas de Julcani y Huachocolpa indican una edad de 13,9 Ma para la Formación Caudalosa que le asigna al Mioceno superior-Plioceno inferior.

Se le correlaciona con la formación del mismo nombre de la región de Huancavelica en el sector «SE» del área de estudio (cuadrángulos de Chaviña y esquina NO del cuadrángulo de Pacapausa).

Formación Alpabamba

GUEVARA C. y DÁVILA D., (1983), describen con esta denominación a una gruesa secuencia de tobas brechoides expuestas en las cercanías del poblado de San Miguel de Alpabamba, departamento de Ayacucho (cuadrángulo de Pacapausa).

En las imágenes satelitales se observa un drenaje desordenado con tonalidades de gris violáceas a gris marrones y textura rugosa.

Esta unidad se encuentra aflorando mayormente, en la esquina sureste del cuadrángulo de Chaviña y se proyecta al cuadrángulo de Pacapausa, sus mejores afloramientos se ubican en los cerros Ujucchana, Pucapampa y Huachala.

Litológicamente está constituida por una intercalación de tobas brechosas dacíticas blanco amarillentas, gris verdosas con tonalidades rosadas y marrón violáceas con niveles delgados de areniscas piroclásticas y horizontes conglomerádicos. Una característica resaltante de esta unidad es la presencia de pátinas verdosas de alteraciones de Cu. Al SE del cuadrángulo de Chaviña esta unidad se encuentra infrayaciendo a gruesas secuencias de tobas brechosas que se intercalan con areniscas gris violáceas y gris verdosas de la Formación Aniso y que en ciertos sectores se asemejan al Grupo Tacaza.

En el sector de Calpamayo esta unidad está conformada en su nivel inferior, por secuencias de areniscas y limoarcillitas gris verdosas intercaladas con niveles conglomerádicos, hacia arriba presenta niveles de tobas, areniscas tobáceas intercaladas con limoarcillitas verdosas y violáceas, hacia la parte superior se observan gruesas secuencias de tobas gris verdosas (Foto N° 20) que caracterizan a la Formación Alpabamba, con nive-

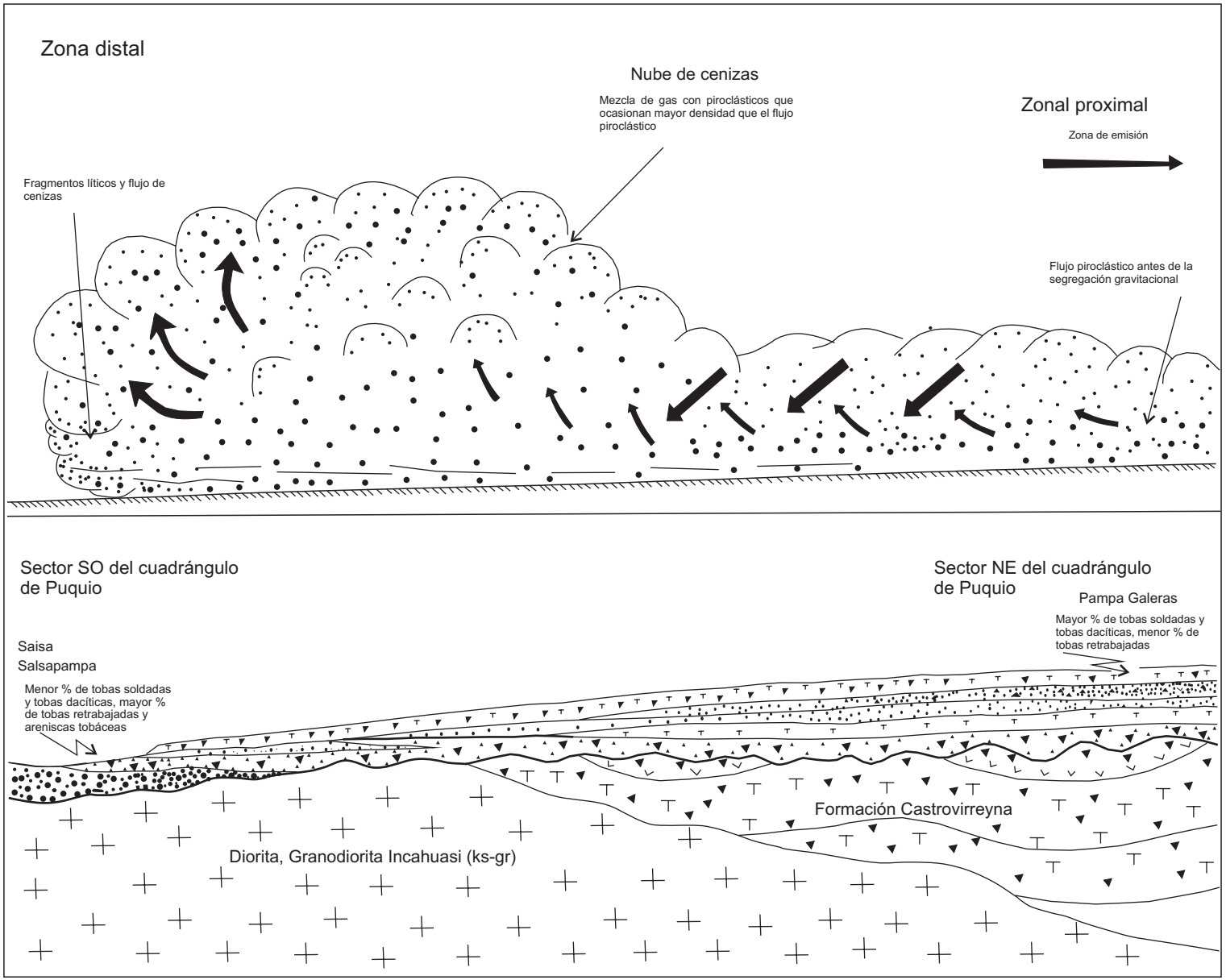


Fig. N° 7 Perfil teórico del modelo de depositación de las tobas Nasca en el área de estudio

les retrabajados englobando líticos volcánicos con pátinas de Cu.

Edad y correlación

Debido a que la Formación Alpabamba suprayace en discordancia angular a la Formación Para del Oligoceno inferior, que a su vez suprayace a los volcánicos Tacaza del Oligoceno superior-Mioceno inferior e infrayace a la Formación Aniso del Mioceno superior, además, las dataciones radiométricas efectuadas en el cuadrángulo de Orcopampa indican edades de 13,8, 14,8 y 16,8 Ma a la Formación Alpabamba ubicándola en el Mioceno superior. Se le correlaciona con el Grupo Palca (cuadrángulo de Ocuviri) y con parte del Grupo Pisco.

Formación Aniso

GUEVARA, C. y DÁVILA, D., (1983) denominaron Formación Aniso a una secuencia de rocas volcánicas sedimentarias que afloran en el poblado de Aniso.

Fotogeológicamente se diferencia por presentar drenaje subparalelo, textura semirrugoso y tonalidad gris marrón.

Esta unidad ha sido cartografiada en el cuadrángulo de Chaviña, en el sector central oriental en los cerros Yana Orcco, cerro Chaupiloma, cerro Callua Callua proyectándose al cuadrángulo de Pacapausa. Litológicamente está constituida por una secuencia de areniscas gris violáceas a gris verdosas intercalada con tobas retrabajadas y brechas volcánicas. Los estratos de areniscas arcósicas son de tamaño medio y de color gris a gris blanquecinas depositadas en un ambiente fluvial a lacustrino.

En el sector de Calpamayo, en su parte inferior está constituida por un nivel arcilloso, abigarrado e intercalado con brechas volcánicas pardo rojizas.

La Formación Aniso en el área de estudio, sobreyace en discordancia sobre la Formación Alpabamba e infrayace a tobas de las ignimbritas Andamarca.

Esta unidad se correlaciona con la Formación Ayacucho del centro del país y con la Formación Maure del sur del Perú.

Edad y correlación

Por su posición estratigráfica que suprayace en discordancia a la Formación Alpabamba del Mioceno medio, se le considera como perteneciente al Mioceno superior.

Episodio Volcánico Plioceno medio–Pleistoceno inferior

En este informe se intenta agrupar a las tobas ignimbríticas Andamarca (Formación Sencca) como parte inicial del episodio volcánico del Plioceno superior-Pleistoceno pertenecientes a una sola cámara magmática diferenciada.

Las ignimbritas pliocénicas cartografiadas anteriormente como Formación Sencca en distintos lugares del Perú afloran a distancia considerable de la localidad típica de la Formación Sencca, se están replanteando bajo conceptos volcanológicos.

Para entender esta teoría, es necesario conocer los mecanismos magmáticos que llevan a cabo el proceso final denominado actividad volcánica. A continuación definiremos algunos conceptos:

La cámara magmática es un espacio ocupado por un magma donde coexisten mezclas líquidas y gaseosas con fracción sólida formada por los agregados mineralógicos que ya han cristalizado del primer fundido. La teoría fisicoquímica indica que basta sólo una pequeña diferencia de temperatura entre el techo y base de la cámara para que se inicie el proceso convectivo que traslada calor a las capas superiores irradiando calor a las rocas encajantes iniciándose de esta manera una actividad volcánica.

Las erupciones volcánicas son esporádicas e irregulares y consisten de varias fases. Empiezan con una erupción muy variable en intensidad, originando hiatos cortos llamados silencio volcánico en estos lapsos de erupción es donde se producen los retrabajos de los materiales volcánicos depositándose gruesas secuencias de sedimentos retrabajados a veces, en ambientes lacustrinos.

En el episodio Barroso cuyos materiales volcánicos (ignimbritas Andamarca y flujos lávicos andesíticos) corresponden a una sola cámara magmática superficial diferenciada. Esta asociación

se da por los siguientes factores: la no continuidad estratigráfica de esta unidad ignimbrítica, la ubicación lejana de la localidad típica de la Formación Sencca, su asociación estrecha a los centros volcánicos y al carácter cíclico de estas tobas ignimbríticas.

Una cámara magmática diferenciada está conformada por una fracción magmática enriquecidas en volátiles, vapor de agua, sílice, etc. que por su alta densidad se ubican en la parte superior de la cámara. La parte inferior será ocupada por una fracción líquida y parte de mezclas sólidas ricas en Fe de menor densidad, empobrecidas en volátiles, vapor de agua y sílice. Los productos volcánicos resultantes en superficie estarán dispuestos inversamente a la conformación de la cámara magmática (Fig. N° 8).

Esta cámara magmática del Andamarca expulsó la fracción volátil y produjo un voluminoso manto ignimbrítico (ignimbritas Andamarca) y posteriormente expulsó la fracción inferior produciendo lavas andesíticas. Cabe mencionar que las tobas Yacotinco corresponden a rezagos de la fracción volátil de la primera expulsión arrojados posteriormente. A continuación describiremos estos productos volcánicos:

Formación Andamarca

En la localidad de Arequipa MENDIVIL, S., (1965) describe a una secuencia de rocas volcánicas de naturaleza piroclástica, constituida por tobas riolíticas, riodacíticas que se exponen en la quebrada Sencca, cerca al pueblo del mismo nombre denominándole Formación Sencca.

En el presente trabajo a esta unidad se le denomina Formación Andamarca.

En las fotografías aéreas e imágenes satelitales se observa una relevancia característica, alta reflectancia con un drenaje subparalelo, tonalidades de gris marrón a gris azulina, similares en parte, a los volcánicos Barroso. En el cuadrángulo de Querobamba esta unidad aparece rellenando depresiones formando morfologías suaves.

Los mejores afloramientos están registrados en las localidades de Pampachiri y Jajalla, en la esquina NE del cuadrángulo de Querobamba y en los cerros Chaccha, Jojnahua, Larigoto, Repisillo, Cruzpata en la esquina SO del mismo cuadrángulo.

En el sector de Huayllahuani (613 460 E y 8 405 218) cuadrángulo de Querobamba, se observan tobas lapillíticas gris blanquecinas en estratos delgados en la base, hacia la parte intermedia una gruesa secuencia de aglomerados de tamaño mediano (10 cm de sección de los clastos englobados) en una matriz de tobas ignimbríticas gris blanquecinas, hacia la parte superior brechas volcánicas en una matriz de tobas gris blanquecinas, los elementos líticos poseen 50 cm de sección. En esta sección descrita, hay un incremento progresivo en intensidad de la actividad volcánica.

Gran extensión de esta unidad ignimbrítica aflora en la localidad de Andamarca, se caracteriza por la alternancia de tobas gris blanquecinas y niveles conglomerádicos constituido por clastos de cuarcitas, areniscas tobáceas y andesitas de hasta 7 cm de sección. Englobados en una matriz de cenizas y areniscas tobáceas, hacia la parte intermedia, se observa una intercalación de flujo lávico.

Se reporta un nivel tobáceo de aspecto calcinado vitrófiro gris negruzco (Foto N° 21) con estructuras de flujo en forma lenticular, abundante cristal de vidrio y cuarzo que evidencian su cercanía a la fuente emisora. En el cuadrángulo de Querobamba esta unidad rellena depresiones con materiales compuestos por flujos piroclásticos. Hacia la parte superior se observa un nivel de tobas gris blanquecinas en una matriz de cenizas volcánicas, fragmentos de cuarzo, micas alteradas pobres en ferromagnesianos, con abundante oquedad que se intercalan con tobas retrabajadas. Esta unidad contiene plagioclasas caolinizadas que le dan esa coloración blanquecina característica, con contenido de clastos de volcánicos angulosos, generalmente de poco peso específico. En el extremo noreste del cuadrángulo de Huancapi afloran tobas brechoides con fragmentos líticos angulosos a subangulosos de naturaleza volcánicas.

Una característica distintiva para el cartografiado es la suave inclinación de sus afloramientos sin deformación, a diferencia de las tobas ignimbríticas de la Formación Nasca que sí muestran deformación.

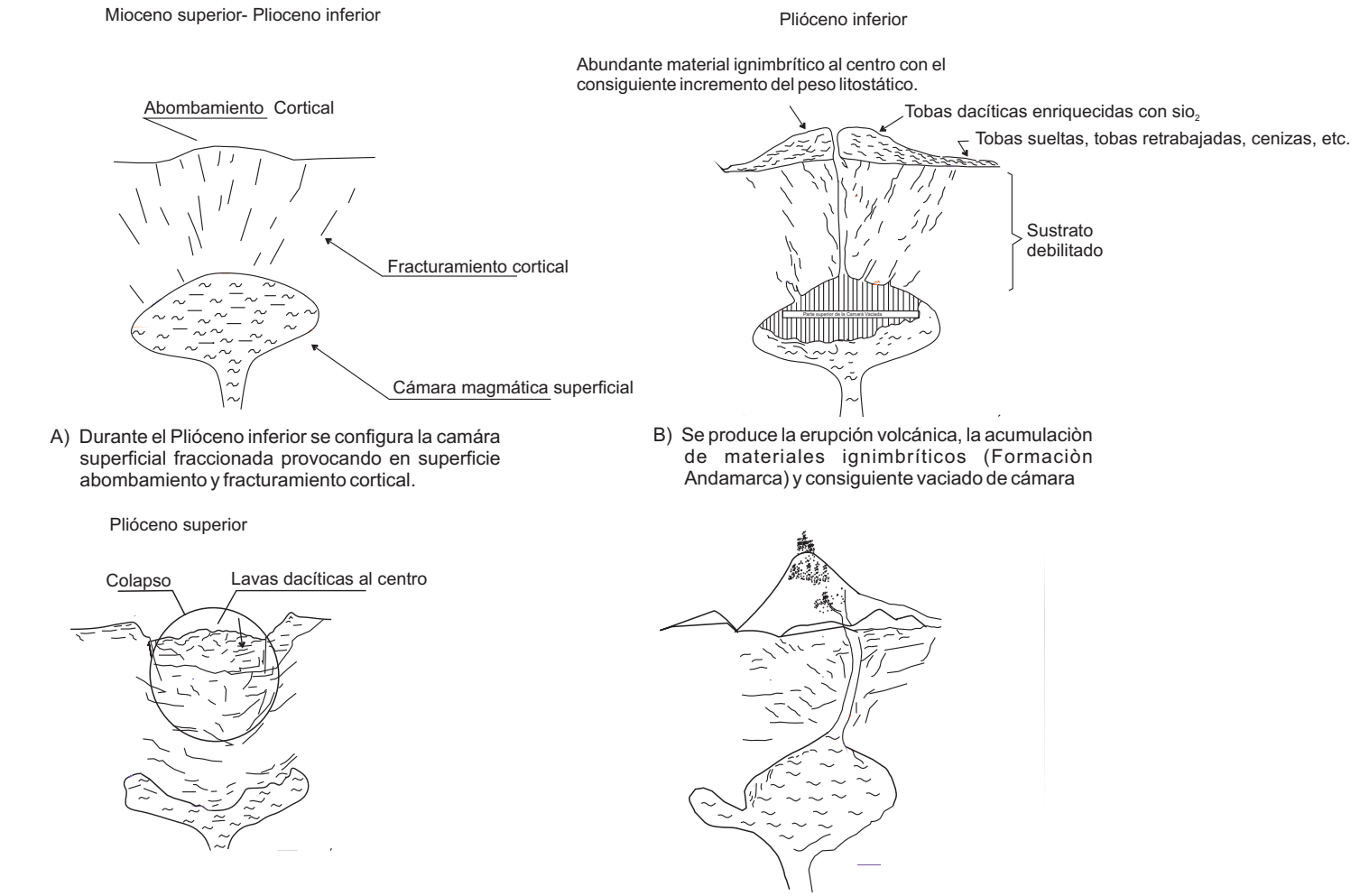


Fig. N° 8 Esquema teórico donde se muestra la evolución de la caldera Andamarca.

Los mayores afloramientos se observan en las localidades de Pampachiri y Jajalla, en la esquina NE del cuadrángulo de Querobamba y en los cerros Chaccha, Jojnahua, Larigoto, Repisillo y Cruzpata en la esquina SO del mismo cuadrángulo. Al extremo NE del cuadrángulo de Chaviña, esta unidad está compuesta por areniscas tobáceas y tobas retrabajadas dispuestos en estratos delgados que evidencian zonas distales (mayor transporte) (Foto N° 22).

Esta unidad ignimbrítica se encuentra sobreyaciendo discordantemente a la Formación Caudalosa, al Grupo Tacaza y a rocas Jurásico-Cretácicas e infrayace en discordancia a lavas andesíticas y derrames lávicos del Grupo Barroso. Se ha medido un grosor de 200 m.

Aflora también en la esquina SE del cuadrángulo de Chaviña, en los cerros Ranrayoc y Hacocute. Corresponden a depósitos distales de las ignimbritas Andamarca y sus afloramientos están constituidos por tobas retrabajadas, areniscas con cemento tobáceo y niveles de tobas dispuestas en estratos delgados gris blanquecinos. Los granos constituyentes de las tobas son de tamaño fino a medianos, subredondeados, de coloración gris blanquecinas a gris amarillentas. Posee un buzamiento al SE-SO que indican aportes del NO (localidad de Andamarca).

En la localidad de Chuquipalca (cuadrángulo de Chaviña) los flujos piroclásticos de esta unidad rellenan depresiones (Fig. N° 9)

Las edades de estas unidades ignimbríticas se determina por su posición estratigráfica de sobreyacencia a la Formación Caudalosa de edad Mioceno superior-Plioceno inferior y de infrayacencia a las lavas del Barroso (Plioceno superior-Pleistoceno inferior), tentativamente a esta unidad se le asigna al Plioceno medio. Los niveles calcinados y el grosor considerable de esta unidad evidencian cercanía a un centro volcánico (localidad de Andamarca)

Lavas Andesíticas y Derrames Lávicos

La única gran cámara magmática diferenciada existente en el área de estudio es la del Carhuarazo. Existen otros centros volcánicos parásitos de menores dimensiones que no han tenido tiempo suficiente para su diferenciación.

En el esquema teórico (Fig. N° 10) se asocian las lavas andesíticas e ignimbritas Andamarca como pertenecientes al episodio Barroso.

Estas lavas y derrames andesíticos se encuentran generalmente muy cerca de los conos volcánicos.

En este informe se han agrupado otros pequeños centros volcánicos y se les ha denominado teniendo en cuenta sus morfoestructuras:

Estratovolcán Yancore, estratovolcán Parccalsuyoc, complejos volcánicos Sillajasa, Huichayoj y Orcco Chonta.

En las imágenes satelitales esta formación se identifica por sus tonalidades de gris violácea a gris azulinas con cierta brillantez, drenaje anular cerca a los centros volcánicos y textura suave. La erosión glaciar ha moldeado las rocas de esta unidad dándole una característica muy saltante.

Aflora en gran parte de los cuadrángulos de Santa Ana y Querobamba, buenas exposiciones se observan en los cerros Huicso, Yanllpa, Petaguero, Pucacorral, Medialuna, Quello, Anaccorcco, Jerochuco, Pacarane, Huaytayoc y Soropata. En el sector de Pumaranra (cuadrángulo de Chaviña) estas lavas andesíticas toman un aspecto lajoso (Foto N° 23). Deformaciones de flujo son observados en el cerro Yanahorco (Foto N° 24).

En el área de estudio las lavas andesíticas se encuentran cubriendo en disconformidad amplias extensiones peneplanizadas de las ignimbritas Andamarca (Sencca) del Plioceno medio o sobreyacen directamente a los volcánicos de la Formación Castrovirreyna e infrayacen a las tobas e ignimbritas del Yacotinco asignadas al Pleistoceno, por tanto la edad tentativa para estas lavas es la del Plioceno superior-Pleistoceno inferior.

Esta unidad se ha cartografiado considerando sus centros volcánicos más importantes:

Centros Volcánicos

Estratovolcán Yancore (N-ba/ya)

Estratovolcán Parccalsuyoc (N-ba/pa)

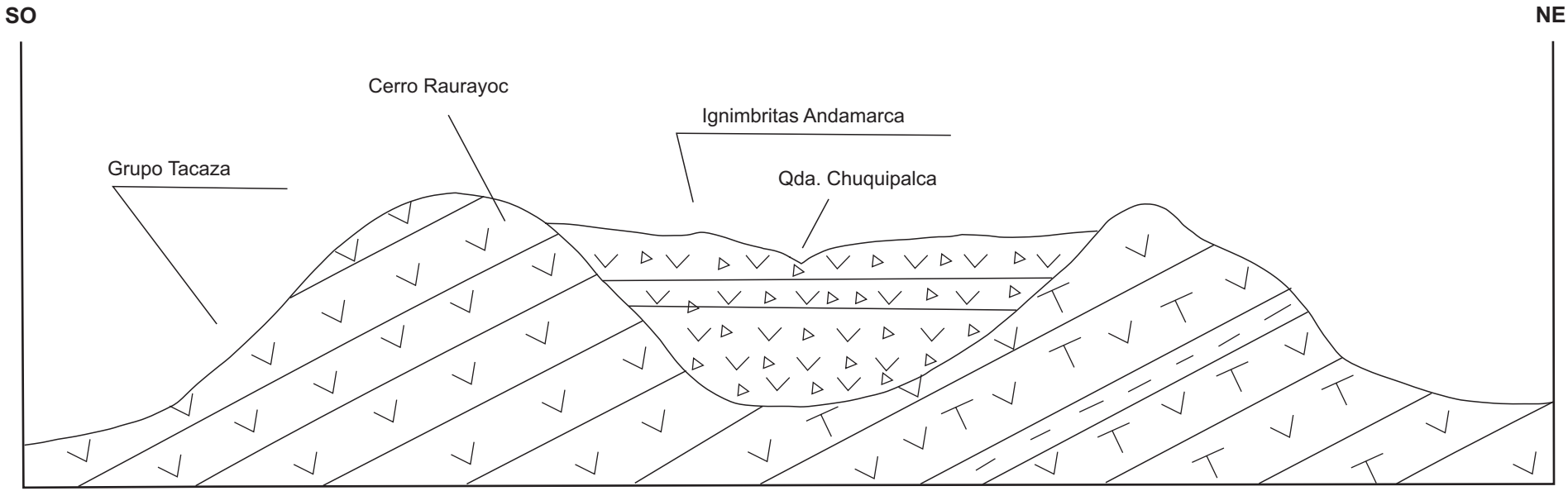


Fig. N° 9 Flujos piroclásticos de las ignimbritas Andamarca rellenando una depresión en la quebrada Chuquipalca (cuadrángulo de Chaviña)

Complejo volcánico Sillajasa, Huichayoj, Orcco Chonta. (N-si-hu-or/ch)

A continuación se describen algunos centros volcánicos más importantes:

Estratovolcán Yancore

Es un cono volcánico ubicado en la parte sur central del cuadrángulo de Chaviña. Posee 4 km de diámetro muy erosionado, pero apreciable en imágenes satelitales. Este aparato volcánico es del tipo estratovolcán, constituido en su parte central, por flujos dacíticos y andesíticos de color gris marrón oscuro. Hacia sus partes distales presentan lavas basálticas andesíticas y vesiculares con cierta orientación y bandeamientos: La muestra N° 67 ha sido reconocida como andesita y está constituida por 20% de cuarzo y 80% de plagioclasa.

Estratovolcán Carhuarazo

Es un cono volcánico ubicado en la parte sur central del cuadrángulo de Querobamba. Posee 10 km de diámetro aproximadamente, observable en imágenes satelitales. Es de tipo estratovolcán, constituido en su parte central por flujos dacíticos y andesíticos con fenos de feldespatos de color gris marrón.

Edad y correlación

Esta unidad suprayace en discordancia erosional a las ignimbritas Andamarca de edad tentativa del Plioceno medio y están cubiertos por depósitos morrénicos y fluviograciares del Cuaternario reciente, se asume que esta unidad se depositó desde el Plioceno superior hasta principios del Pleistoceno.

Se le correlaciona con las unidades cartografiadas del Grupo Barroso en los cuadrángulos de Maure, Antajave, Palca, Tarata, Ilave, Puno, etc.

Formación Yacotinco

En este informe se individualizan las tobas dacíticas y tobas ignimbríticas gris blanquecinas que sobreyacen a las lavas andesíticas y que corresponden a la actividad final del estratovolcán Carhuarazo.

Los mejores afloramientos se ubican en el sector NE del cuadrángulo de Querobamba, cercano al pueblo de Yacotinco. En este lugar está constituida por tobas piroclásticas y tobas soldadas gris blanquecinas con textura vacuolar rellenas con pómez y granos angulares de cuarzo. En los sectores de Yapiana y cerro Coracora los grosores son delgados lo que evidencian zonas distales de emplazamiento. En este lugar la unidad está constituida por tobas blanquecinas ignimbríticas, donde la erosión ha producido aspectos ruinosos que lo hacen semejante a las tobas Andamarca.

En la quebrada Yapiana se observan remanentes de esta unidad sobreyaciendo al Complejo de Querobamba (Foto N° 25). En el cerro Pallaorco sobreyacen a los conglomerados del Grupo Mitu (Foto N° 26)

En el sector de Tintay los afloramientos de esta unidad son flujos piroclásticos los mismos que están rellenando depresiones mostrando variaciones laterales de sus grosores y se encuentra sobreyaciendo al complejo de Querobamba y a las secuencias conglomerádicas del Grupo Mitu.

En los alrededores de la localidad de Pampachiri esta unidad sobreyace a los derrames lávicos del Barroso, a la Formación Arcuquina, Formación Murco, Formación Hualhuani y Formación Socosani.

Edad y correlación

Esta unidad por estar sobreyaciendo a lavas andesíticas del Barroso del Plioceno superior-Pleistoceno inferior se le asigna la edad del Pleistoceno superior.

Cuaternario

Depósitos Cuaternarios

Depósitos morrénicos

En el área de estudio estos depósitos están situados en los flancos de los centros en forma radial y concéntrica muy distinguible en las imágenes satelitales con tonalidades de gris violáceo a gris marrón oscuro, drenaje subparalelo y textura suave a brumosa.

Están constituidos por acumulaciones de fragmentos líticos de naturaleza volcánica andesítica provenientes principalmente, de la denudación de los afloramientos del Grupo Barroso y también en

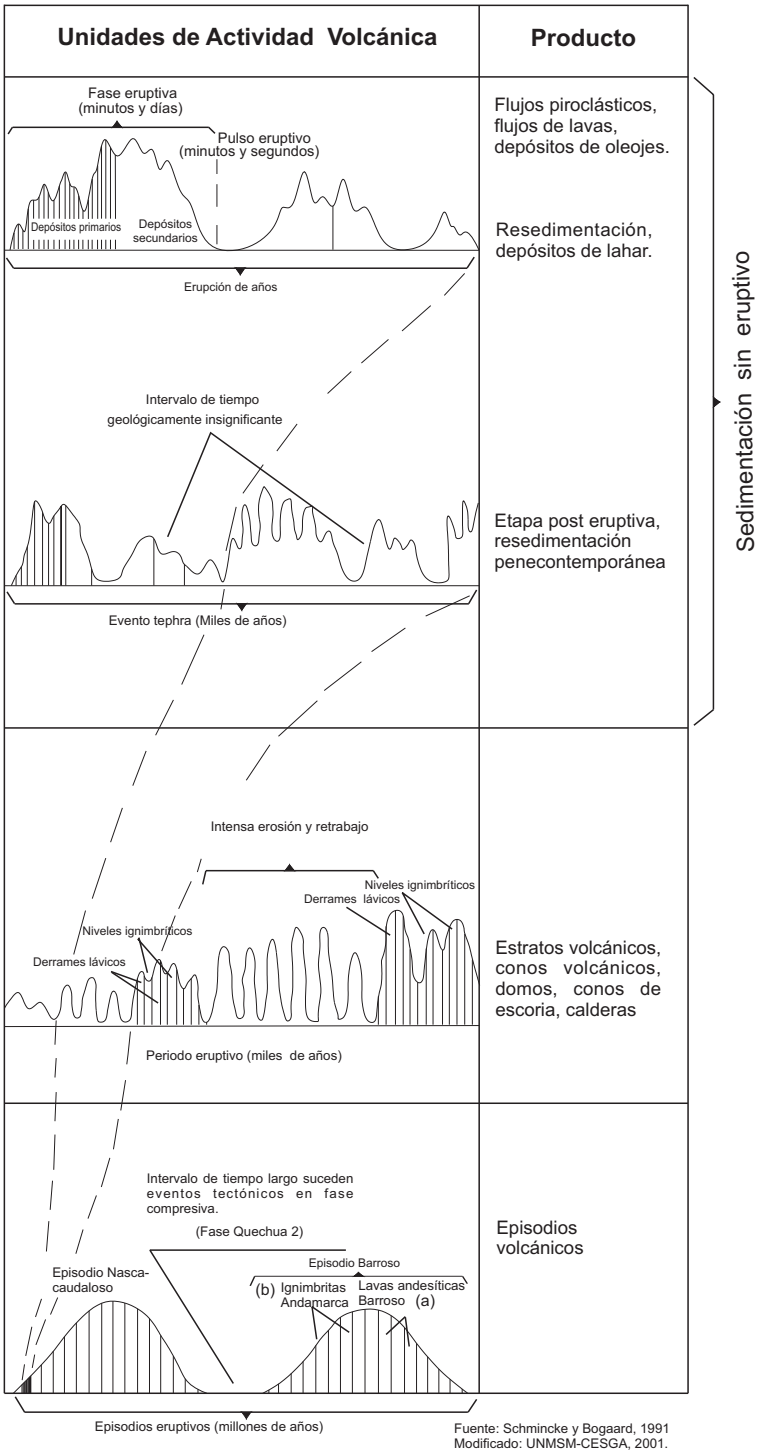


Fig. N° 10 Esquema teórico del episodio Barroso unidades volcánicas (a.- Lavas Barroso b.- Ignimbritas Andamarca). Incluyen depósitos sedimentarios, producto de la resedimentación durante e inmediatamente después de las erupciones volcánicas.

menor proporción de la Formación Sencca englobados en una matriz arenolimosa.

Los mejores afloramientos se observan en los sectores de Shirinta, Caracara, Pampa Tictita, Casiri, etc. (cuadrángulo de Querobamba)

Depósitos fluvioglaciares

Están conformados por gruesas acumulaciones de gravas, arenas gruesas a veces tobáceas con limos con una mala selección. La identificación en las imágenes satelitales es un poco complicada pues la tonalidad es ligeramente marrón con drenaje subparalelo, es necesario un control de campo para diferenciarlos de los depósitos aluviales.

Los mejores afloramientos se observan en los sectores de Pampa Soras, Pampa Huicoccho, Pampa Huilucho, Puca corral, etc. (cuadrángulo de Querobamba)

Depósitos aluviales

Estos depósitos en zona de estudio, se encuentran en pequeñas áreas cubriendo zonas muy bajas y planas y en los valles, profundamente erosionados por los ríos

Las mejores acumulaciones de estos depósitos se observan en el cerro Apongo, Iglesia Machay, y en los sectores de Morcolla y Ocora (cuadrángulo de Querobamba).

Depósitos coluviales

Se observan en Ipara, Paucaray, Patahuasi, Raya Raya en Querobamba y cerro Cehuinche y Chiquiuna en el cuadrángulo de Chaviña.

Se depositan en las laderas de los valles y quebradas, ocurre como producto de la meteorización y erosión. Constituyen depósitos horizontales y lenticulares con sus mayores grosores, al pie de las pendientes. Están constituidas por arenas, gravas y cantos de 2 a 20 cm de diámetro aproximadamente; los materiales están sueltos con una matriz de arena, limos o limoarcillas.

Intrusivos Ígneos

En la zona de estudio afloran cuerpos ígneos paleozoicos, mesozoicos y cenozoicos. En los cerros Paija Orcco, Soplanja, Pelatanja y Sacha Pucro aflora un intrusivo paleozoico denominado Granito Querobamba, de aproximadamente 35 km de longitud y que se proyecta a la hoja de Chincheros.

Se han reportado pequeños cuerpos ígneos tonalíticos en los alrededores de la laguna Jellan-jocha, (cuadrángulo de Querobamba) y en las nacientes del río Chalhuamayo cuerpos intrusivos riolíticos.

Complejo Paleozoico Querobamba

Constituye un cuerpo plutónico de gran extensión en el área de estudio. Aflora en el sector meridional y septentrional de los cuadrángulos de Querobamba y Chincheros respectivamente con 40 km de longitud y un ancho de 10 km en el área de estudio.

Esta unidad ha sido dividida en tres facies:

Facies granítica

Facies granito gneisificado

Facies Monzogranítica

Facies granito con cuarzo secundario

Facies granítica

Ubicada al oeste del cuadrángulo de Querobamba en los sectores de Obraje, Huallya, río Huancamayo. Litológicamente está constituida por rocas graníticas gris claras, con 20% de plagio-clasas, 30% de cuarzo y 40% de feldespatos, con presencia de cristales ferromagnesianos, con abundante fractura gneisificada y con bandeamientos (ortogneis)

Facies granítica epidotizada (facies verdosa)

Ubicada en el sector oeste del cuadrángulo de Querobamba, en los sectores de Totora, Tantamioc, Cruzpampa etc. Litológicamente está constituida por rocas gris verdosas y muestra una clara epidotización en su estructura maciza compuesta por 35% de cuarzo, 50% de plagioclasas, 8% de feldespatos y 7% de máficos.

Facies (Ortogneis) Monzogranítica

Ubicada al sector este del cuadrángulo de Querobamba, en los sectores Paico, Santiago de Paucaray, río Jaco Acho. Litológicamente está constituida por rocas gris rosadas de textura granular, con 50% de ortosa, 20% de cuarzo, 10% de plagioclasas y 20% de máficos intensamente diaclasados y bandeamientos lenticulares

Facies granítica con cuarzo secundario

Ubicada mayormente, en los sectores de cerro Totora y Totome con 9 km^2. Litológicamente está constituida por rocas gris blanquecinas muy resistente a la erosión, con fracturamiento en 2 direcciones (N 20° O y N 10° O), bandeamientos en forma lenticular y con presencia de vetas de cuarzo secundario. Los minerales constituyentes son cuarzo 70% feldespatos 10%, plagioclasa 5% y ferromagnesianos 15%.

Estos cuerpos presentan múltiples fracturas con seudoestratificación, debido a esfuerzos compresivos de la fase Hercínica y fases tectónicas posteriores.

Los afloramientos del granito Querobamba se observan en los sectores de los caseríos de Tintay, Obraje, Yana Paccha, Cerro Chaija, Cerro Sacha Pucro. En el sector de Jojalla y Chejo Cruz se encuentra infrayaciendo al Grupo Mitu.

En el Perú se han reconocido diversas exposiciones de granito del Paleozoico en la región de la Costa Sur y en la Cordillera Oriental del nororiente. En la región de la Cordillera de la Costa entre Atico y el valle Tambo se consideran del Paleozoico los stocks y apófisis de granito rojo de Mejía que tiene una edad absoluta de 400 Ma correspondiente al Ordoviciano.

BELLLIDO, E., (1969) menciona que en el valle del Marañón, del Perú septentrional existen afloramientos de granito rojo parecidos a los de la Cordillera de la Costa. Esta roca intruye a filitas, micaesquistos y gneises precambrianos y se encuentra parcialmente gneisificado. La relación de infrayacencia en discordancia con el Grupo Mitu del Pérmico superior hace suponer que el emplazamiento del granito de Querobamba tuvo lugar en el Paleozoico superior y Pérmico inferior.

Batolito Andino

En las imágenes satelitales se observa este cuerpo de dimensiones batolíticas, con un drenaje dendrítico denso a subdendrítico y subangular, se confunde en la zona de contacto con las cuarcitas superiores del Grupo Yura, posee además tonalidades de gris marrón a gris violáceo.

En el área de estudio el Batolito Andino se encuentra aflorando en el cuadrángulo de Puquio con 24 km de largo y 8 km de ancho en el sector sur central de la hoja de Puquio en los cerros Junday, Jatun loma, Huashara, Pasane, en las faldas del cerro Condorcenja, etc.

Se ha dividido en dos facies:

Facies Dioríticas.- Ubicada en los sectores de Pucaorcco, Saisapampa (Foto N° 27) posee drenaje subangular y tonalidad gris marrón violáceo, en muestra de mano estas rocas de coloración intermedia a gris, mineralógicamente está compuesta por cuarzo 10%, feldespato 30% y plagioclasas 70%.

Facies Graníticas y Granodioríticas.- Ubicada en los alrededores del sector de Tajsanasyoc y en las faldas del cerro Condorcenja, cerca al río Acarí (Foto N° 28) posee un drenaje dendrítico. En muestra de mano estas rocas son de tonalidades leucócratas, mineralógicamente se pueden distinguir cuarzo en un 70%, plagioclasa 20% y micas 5% aproximadamente.

Este cuerpo intrusivo ha condicionado el estilo tectónico del área de estudio pues las evidencias indican que este cuerpo ígneo ha atenuado los efectos de los esfuerzos tectónicos posteriores. Por ejemplo, en el sector SO de la hoja de Laramate los afloramientos que descansan directamente sobre el batolito no muestran evidencias de plegamientos fuertes, lo que existen son fallas normales y movimientos de bloques; sucede lo contrario en el sector NE del cuadrángulo de Santa Ana, donde no hay evidencias de afloramientos de este cuerpo intrusivo y es notorio un estilo tectónico distinto, caracterizado por el predominio de plie-

gues apretados y tumbados acompañado de fallas de corrimiento.

En el cuadrángulo de Puquio se le denomina Superunidad Incahuasi, aquí se encuentra cortando a secuencias plegadas del Grupo Yura, también infrayaciendo a las tobas Nasca.

Regionalmente es un complejo de intrusión múltiple perteneciente al Segmento de Arequipa (COBBING, E., 1977) que se extiende a lo largo de 800 km entre Arequipa y Lima.

Se reporta una composición variada de esta unidad desde dioritas hasta granitos mostrando siempre cierta deformación.

Edad del emplazamiento

De acuerdo a las dataciones obtenidas en muestras de los valles de Ica y Cañete por el método de Rb/Sr en roca total que indican una edad de 90,8 Ma+/-18 Ma (Sánchez, A., 1982).

Intrusiones Paleógeno-Neógenas

En el área de estudio afloran pequeños cuerpos intrusivos a manera de stocks en los sectores de Llullucha, Arcolla, cerro Pucaorcco (cuadrángulo de Puquio), en los cerros: Ayaccocca, Pustojata, Sajsaja (cuadrángulo de Santa Ana).

En la mina La Vicuñita aflora un cuerpo dómico dacítico porfiroide gris claro compuesto por cristales de plagioclasa con cuarzo en matriz afanítica.

En el área de Otoca, adyacente al cuadrángulo de Nasca, afloran dacitas que aparentemente se han emplazado en la Formación Castrovirreyna del Mioceno inferior. Esta relación permite asignar a estas intrusiones al Mioceno inferior probablemente, consecutivas a la fase de plegamiento Quechua.

Otro cuerpo intrusivo dacítico que ha sido cartografiado está ubicado en la localidad de Cabine (cuadrángulo de Chaviña).

Geología Estructural

Marco Tectónico Regional

En este capítulo se hace una descripción de las estructuras delineadas en los cuatro (4) mapas geológicos a escala 1/100 000, que permite establecer una posible cronología de las fases tectónicas de acuerdo al análisis litoestratigráfico y sus implicancias estructurales, apoyados en imágenes satelitales y fotografías aéreas además de un exhaustivo control de campo realizado. Se tomó como referencia el Mapa Geológico del INGEMMET a escala 1/100 000.

A continuación se trata de explicar la evolución tectónica del área de estudio, dividida en zonas estructurales (Fig. N° 11):

Zona de pliegues abiertos, fallas normales y fracturas de dirección NO-SE-Sector SO del área de estudio que abarca parte del cuadrángulo de Puquio.

Zona de pliegues apretados y tumbados con corrimientos de dirección NO-SE-Sector NO del cuadrángulo de Santa Ana.

En el área de estudio se han delineado estructuras tales como fallas, anticlinales y sinclinales usando nombres de la toponimia del lugar y su descripción no considera las zonas estructurales a las que pertenecen:

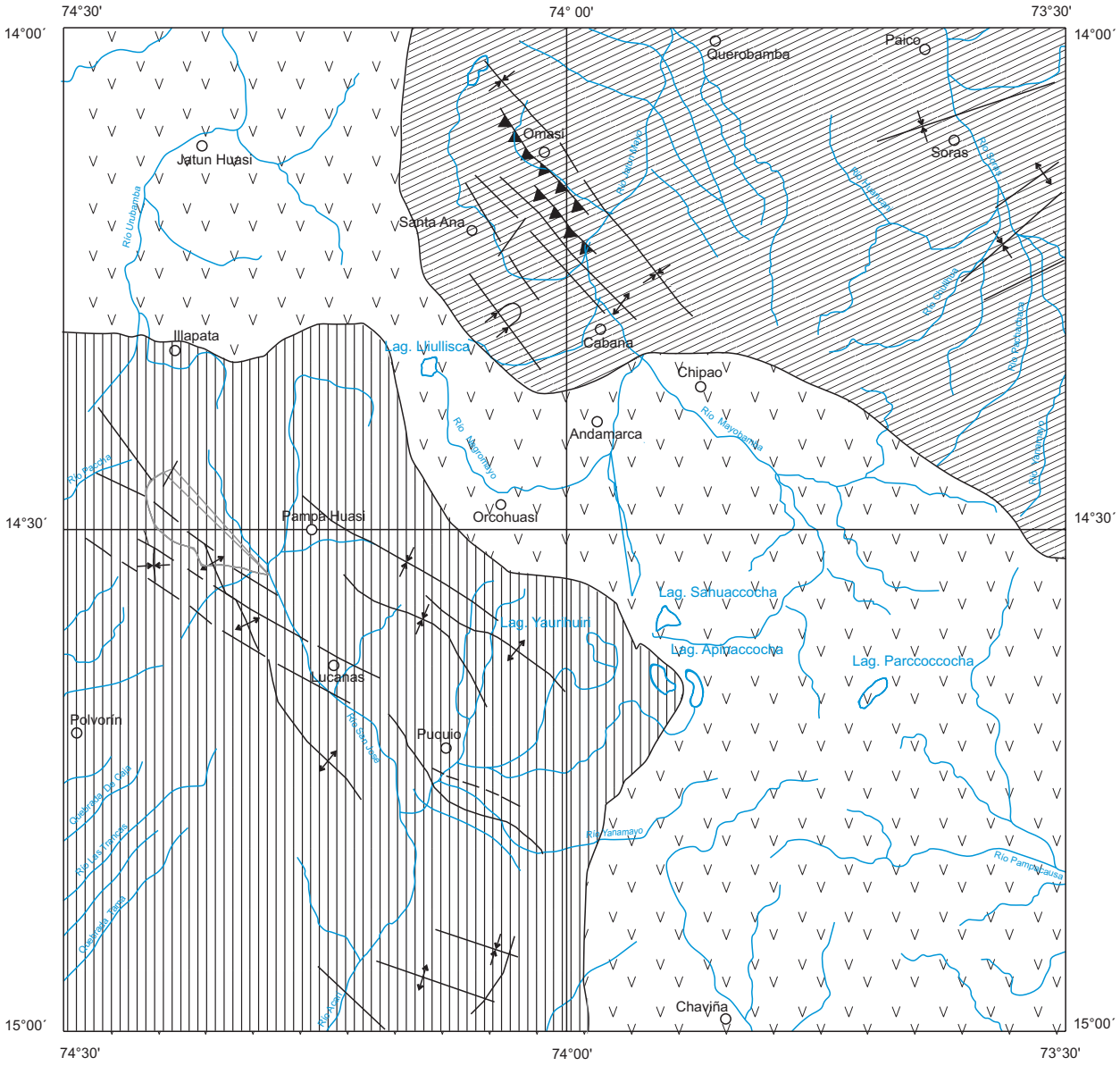
Anticlinales y Sinclinales

Anticlinal Chuquitasqui (8 448 000 N y 612 000 E)

Es una estructura de 15 km aproximadamente con una orientación NO-SE en cuyo núcleo aflora la Formación Socosani, en el flanco derecho aflora en contacto fallado el Grupo Pucará continuando en aparente concordancia el Grupo Mitu. El flanco izquierdo se encuentra en contacto fallado con el Grupo Yura motivo por el cual desaparecen los grupos Mitu y Pucará.

Sinclinal Ajojasa (8 443 000 N y 614 000 E)

Es una megaestructura de 30 km aproximadamente con una orientación NO-SE en cuyo núcleo aflora la Formación Ferrobamba. Ambos flancos están formadas por sedimentos del Grupo Yura. Esta estructura está ubicada en el sector NE del cuadrángulo de Santa Ana y NO del cuadrángulo de Querobamba.



Leyenda

Zonas de pliegues abiertos

Zona de fallamiento inverso

Zona de cobertura volcánica

0 13,5 27 km

Fig. N° 11 Zonas estructurales del área de estudio

Sinclinal Singa Ori (8 448 000 N y 660 000 E)

Estructura elongada de 20 km de longitud y 5 km de ancho con 60° de orientación NE-SO. En el núcleo se observan calizas de la Formación Ferrobamba. Se proyecta a la hoja de Chalhuanca.

Sinclinal y anticlinal de Sacha-ccasa (8 388 000 N y 570 000 E)

Está formado por una sucesión de anticlinales y sinclinales con orientación andina NO-SE cortados por fallas producidas por esfuerzos posteriores de orientación NE-SO. Están configurados en las secuencias volcánicas de la Formación Castrovirreyna.

Anticlinal San José

Estructura muy importante con 30 km de longitud configurado en los volcánicos sedimentarios de la Formación Puquio y Formación San Pedro en el cuadrángulo de Puquio, se caracteriza por presentar una compresión aparentemente moderada. Sigue una orientación NO-SE paralelo al río San José.

Sinclinal Pampamarca.- Estructura de 8 km de longitud, con una orientación NO-SE, se caracteriza por estar ligeramente tumbado al SO, los flancos lo forman las cuarzo areniscas de la Formación Hualhuani (Foto N° 29)

Fallas

Falla Huachuya

Falla normal de movimiento sinestral con orientación andina, posee una longitud de 15 km. Aproximadamente, afecta a los afloramientos de la Formación Puquio. Cerca de la carretera se observan las estrias de fallas (Foto N° 30).

Falla Circo Huaylo

Falla normal cuya dirección sigue paralela al río del mismo nombre, tiene una longitud de 10 km aproximadamente que pone en contacto a las calizas de la Formación Ferrobamba con las pelitas de la Formación Murco y está cubierta por los volcánicos del Grupo Barroso del Plio-Pleistoceno logrando salir nuevamente cerca de Corán. Esta estructura se proyecta a la hoja de Chalhuanca.

Falla Santa Ana

Falla normal de 20 km de longitud, tiene orientación andina NO-SE que pone en contacto a las calizas del Grupo Pucará del Triásico superior-Jurásico inferior con las areniscas calcáreas de la Formación Socosani del Jurásico medio.

Falla Pampamarca

Es una estructura inferida de 30 km de longitud, aparentemente es una abertura de carácter distensivo pues existe un gran valle con un particular alineamiento, los rasgos de esta posible falla están cubiertos por depósitos cuaternarios.

Falla Ccanccacuha

Esta estructura está ubicada en el cerro Ccanccacuha, es una falla inversa con una dirección NO-SE que pone en contacto a las calizas de la Formación Ferrobamba con el Grupo Tacaza.

Geología Estructural

En el área de estudio, la configuración estructural está conformada por sucesivas fases tectónicas reconocidas en el control de campo, con la ayuda de las imágenes satelitales y fotografías aéreas. Estas fases tectónicas son descritas a continuación:

Fase Tardihercínica

Esta fase podría estar representada por el intrusivo de Querobamba, que infrayace en discordancia erosional al Grupo Mitu del Pérmico superior, este granito se describe con marcados efectos de compresión que han dado lugar a un intenso cizallamiento ocurrido probablemente, durante el Pérmico medio.

Ciclo Andino

La tectónica andina empezó a manifestarse después del ciclo andino antiguamente, llamado ciclo geosinclinal andino, cuya sedimentación se inicia en el Triásico con presencia de rocas calcáreas del Grupo Pucará, hasta el Cretáceo superior (fines del Cenomaniano), representada por las calizas de la Formación Arcuquina, después del cual comienzan los movimientos epirogénicos que levantaron los Andes con el consiguiente retiro de los mares.

En el área de estudio se pueden identificar la Fase Peruana, Fase Inca y la Fase Quechua.

Fase Peruana

De edad del Cretáceo superior, se caracteriza primeramente por un levantamiento epirogenético con retiro del mar en una fase de distensión seguido por un replegamiento de la cobertura triásica-jurásica.

Las estructuras tectónicas que están emplazadas en el área de estudio asignadas a esta edad, son plegamientos suaves, con ejes de orientación andina (noroeste-sureste). Se postula que luego de un corto periodo distensivo tuvo lugar el emplazamiento del Batolito Andino.

El emplazamiento de este cuerpo ígneo batolítico, se produjo aprovechando zonas debilitadas de la corteza continental por la existencia de fallas de desgarre profundas preexistentes pertenecientes a un aulacógeno el mismo

que fue abortado en un proceso de rifting durante el Pérmico) las mismas que se reactivaron en inversión tectónica por los esfuerzos compresivos y la presión litostática inducida durante la Fase Peruana.

Fase Quechua

Fase Quechua 1

Después de la fase compresiva Incaica sigue una fase de relativa calma con esfuerzos distensivos, caracterizada por la presencia de fallas de desgarre y de fisura aprovechadas por los eventos volcánicos para depositar gruesas secuencias volcánicas de las formaciones Puquio, Castrovirreyna y Alpabamba y del Grupo Tacaza, desde el Oligoceno superior hasta el Mioceno superior, después del cual es afectada por la tectónica compresiva Quechua 1.

Fase Quechua 2

En esta fase distensiva postorogénico se acumularon los productos de un intenso volcanismo representados por gruesas secuencias de derrames y piroclásticos de las formaciones: Aniso, Caudalosa, Sencca, y Grupo Barroso este evento tuvo lugar durante el Plioceno-Pleistoceno.

Geología Económica

Los recursos minerales metálicos y no metálicos en el área de estudio tienen poca actividad minera extractiva; pero ofrecen grandes posibilidades en la actividad prospectiva.

Minerales Metálicos

Estudios recientes han determinado una "Subprovincia Polimetálica de la faja cordillerana del Sur" la cual está caracterizada por la ocurrencia de yacimientos de Cu, Zn, Pb, Ag, Sn, etc. En el mapa metalogenético del Perú se ubica el área polimetálica designada: Puquio-Caylloma-Andahuaylas-Yauri. Los cuadrángulos de Huancapi, Chincheros, Querobamba y Chaviña, se ubican en esta provincia metalogenética. En el área de estudio existen pocos yacimientos polimetálicos, a excepción de la mina Canaria ubicada en el cuadrángulo de Chincheros (NE del área de estudio).

Minerales No Metálicos

En el área de estudio, se han reportado varios depósitos minerales no metálicos, como yeso, sal, arcillas, mármol, etc. que son explotados en pequeña escala para usos locales en construcción y consumo doméstico.

Prospectos Mineros

A continuación se describen las principales características de las minas o prospectos localizados en el cuadrángulo de Querobamba:

Mina Arriba Perú.- Se halla ubicada en el paraje de Huach Hualla y Kelloyacu, en el distrito de Ancara, provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho.

El acceso se efectúa por la carretera mayormente, afirmada Nasca-Puquio-Soras de 350 km, continuando por 15 km de camino de herradura hasta llegar a la mina. Esta mina cuenta con 3 labores prospectivas que escasamente alcanzan en conjunto 20 m. La mineralización de cobre es muy superficial dentro de un dique diorítico, localmente no ofrece mayores perspectivas económicas.

También se accede por la carretera afirmada Puquio-Negro Mayo-Carhuarazo con aproximadamente 305 km.

El yacimiento es de tipo veta, de origen hidrotermal e irregular geometría, los minerales de mina son cuarzo, pirita, tetraedrita y esfalerita con leyes referenciales de Ag 10,6 oz/tc y Au 0,123 oz/tc.

El denuncio se halla en la parte central de un volcán, el área de interés está vinculada a flujos andesíticos, a una dacita biotítica y lavas silíceas que aparentemente representan el último ciclo eruptivo de la estructura volcánica. En opinión de NOBLE, D. la estructura principal sería el centro volcánico Carhuarazo, cuyo desarrollo a través de un largo período, implicó la generación de fracturas y fallas locales vinculadas a la mineralización presente.

Denuncios Patacanccha N° 6, 7, 8, 9, 10 y 11.- Se ubican en el distrito de Huacaña, provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho. Su acceso es a través de la carretera afirmada Nasca-Puquio-Negro Mayo-Carhuarazo con 305 km.

El yacimiento es de origen hidrotermal de geometría irregular con una mineralización de tipo veta. Los denuncios están comprendidos en el distrito minero Carhuarazo, se localiza en la parte central de un volcán de 40 km aproximado de diámetro, cuyo centro efusivo es el río Carhuarazo. Está compuesto esencialmente por flujos andesíticos, cantidades menores de dacita biotítica que es más silícea en las cercanías del centro efusivo y lavas silíceas aparentemente como última expresión de la erupción volcánica.

El Dr. NOBLE, D. C., (1974) opina que en la estructura central del Carhuarazo se desarrollaron fracturas y fallas locales, vinculadas a la mineralización.

Geología Histórica

Las rocas más antiguas reportadas en el área de estudio, son secuencias molásicas continentales del Grupo Mitu del Pérmico superior depositadas en procesos tectónicos distensivos de la tectónica Tardihercínica. El granito de Querobamba por sus relaciones de campo evidencian que se emplazó durante el Paleozoico inferior (400 Ma, aproximadamente).

A comienzos del Triásico inferior-superior, comienza a desarrollarse el ciclo andino en un proceso de transgresión marina en cuencas de profundidad fluctuante. Este proceso transgresivo desarrolló su mayor amplitud durante el Jurásico inferior y como consecuencia de este evento se depositaron calizas con intercalaciones de lutitas, areniscas calcáreas y lutáceas del Grupo Pucará.

Durante el Jurásico medio y después de un período de quietud se produjo una nueva transgresión que se desarrolló en un mar de mediana profundidad, en el cual se depositaron las calizas arenosas de la Formación Socosani.

El proceso trangresivo continuó durante el Jurásico superior con ligeras oscilaciones en la región, determinando la depositación de los sedimentos del Grupo Yura.

Las postrimerías del Titoniano (transición del Jurásico superior-Cretáceo inferior) está marcada por una fase regresiva en la cual se depositaron las cuarcitas Huallhuani. La máxima regresión se produce durante el Neocomiano con las areniscas y lutitas de la Formación Murco.

Posteriormente, durante el Aptiano-Albiano, ocurren nuevas transgresiones de mares neríticos, con mayores extensiones y profundidades durante el Albiano-Cenomaniano, depositándose la Formación Arcurquina y retirándose los mares definitivamente a fines del Cenomaniano.

Durante el Cretáceo superior y comienzos del Paleógeno se produce el emplazamiento del Batolito Andino. El episodio subsiguiente está caracterizado por una intensa actividad volcánica desde el Paleógeno hasta el Plio-Pleistoceno con ligeras interrupciones. En este informe se consideran tres episodios volcánicos bien marcados y perfectamente distinguibles en el campo:

Finalmente, grandes extensiones de la región, fueron cubiertas por diversos materiales, transportados y acumulados a manera de extensos depósitos morrénicos y fluvioglaciares, durante los diversos períodos de glaciación.

Discusión Estratigráfica

De acuerdo al análisis regional de las unidades aflorantes en la zona de estudio y áreas adyacentes, se deduce que, durante el Pérmico superior el intrusivo Querobamba constituyó un alto estructural, que condicionó la depositación de las molasas del Grupo Mitu hacia los bordes de este cuerpo ígneo; posteriormente durante el Triásico superior-Jurásico inferior el ingreso del mar Pucará cubre gran parte de este intrusivo, como consecuencia de la emersión y subsidencia regional, originándose de esta manera el inicio del ciclo andino. Esta deducción se basa en el hecho de que las calizas Pucará descansan directamente sobre el intrusivo Querobamba en la localidad de Santa Rosa de Guachos, en el cuadrángulo de Chincheros.

En el área de estudio es posible que este cuerpo ígneo, constituyó el borde noroccidental de la cuenca de Arequipa.

El intrusivo Paleozoico Querobamba se ha dividido en tres facies.

Al Grupo Pucará se ha separado en tres formaciones: Chambará, Aramachay y Condorsinga.

Los sedimentos pertenecientes al Grupo Yura que afloran en el área de estudio, corresponden a la parte marginal NO de la megacuenca Arequipa. El Ciclo Andino empezó con la sedimentación sobre un alto sumergido (intrusivo Querobamba) durante el Triásico superior calizas del Grupo Pucará, posteriormente sobre esta superficie se depositaron los sedimentos de la Formación Socosani y del Grupo Yura en una cuenca de profundidad fluctuante, esto explicaría el diacronismo entre la Formación Gramadal más antiguo del área de estudio y la Formación Gramadal más joven (Titoniano) en la zona de Arequipa; por consiguiente se asume que el ingreso del mar Yura probablemente tomó una dirección de NO al SE.

Se asume que las mismas fuentes que transportaron los sedimentos de areniscas del Grupo Goyllarisquizga, en el Perú Central, hayan actuado en el transporte de los sedimentos areniscosos del Grupo Yura; esta hipótesis es alimentada por estudios de dirección de paleocorrientes que indican una dirección vectorial preferencial de migración de sedimentos NO-SE. También estableciéndose Paleocorrientes con direcciones de aporte NE-SO.

La Formación Sencca ha sido replanteada como Unidad ignimbrítica Andamarca que conjuntamente con las lavas andesíticas formaron parte de una sola cámara magmática superficial diferenciada y los estudios de campo sugieren que probablemente provengan del estratovolcán Carhuarazo.

Se plantea la existencia de una gran caldera originada por el colapso de una cámara magmática diferenciada que se produjo inmediatamente después de la expulsión del voluminoso manto ignimbrítico (ignimbritas Andamarca). Los límites de la caldera probablemente están ubicadas en el sector NO, en Santa Ana de Huaycahuacho, al SE cerca de Saccsihua y el límite SO se encuentra cubierto por flujos andesíticos del Carhuarazo.

Las evidencias registradas en el campo que nos llevan a pensar en la existencia de la caldera son:

- Extensas zonas colapsadas

- Anomalías geotérmicas representadas por abundante emanación de las aguas termales a lo largo del río Mayobamba, San Antonio de Chipao, Santa Ana de Huaycahuacho, en los alrededores de la localidad de Andamarca, etc.

- Gruesas secuencias de tobas dacíticas y tobas soldadas se encuentran aflorando cerca de las localidades de Andamarca y Moyocota, por su alta viscosidad y su cercanía a la zona de emisión evidencian poco transporte. Las zonas fracturadas originadas por este colapso sirvieron como conducto para la migración de la cámara magmática a niveles más superficiales y la posterior emanación de lavas andesíticas (volcán Carhuarazo).

Bibliografía

BELLIDO, E. & NARVÁEZ, S. (1960) - Geología del cuadrángulo de Atico. Comisión Carta Geológica Nacional, 2, 59 p.

BENAVIDES, V. (1962) - Estratigrafía Pre-terciaria de la región de Arequipa. En: Congreso Nacional de Geología, 2, Lima, 1960. Bol. Soc. Geol. Perú, (38):5-63.

CASTILLO, J.; BARREDA, J. & VELA, CH. (1993) - Geología de los cuadrángulos de Laramate y Santa Ana. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 45, 66 p.

COBBING, E.J.; OZARD, J.M. & SNELLING, N.J. (1977) - Reconnaisance geochronology of the crystaline basement rocks of the coastal cordillera of Southern Peru. Bull. Geol. Soc. Am., 88(2): 241-246.

COBBING, E.J.; PITCHER, W.S. & TAYLOR, W.P. (1977) - Segments and super-units in the Coastal Batholith of Peru. Journal of Geology, 85(5): 625-631.

GREGORY, H.E. (1916) - A geological reconnaissance of the Cuzco valley, Peru. Reconnaissance of the Ayusbamba (Peru)fossil beds. Am. Jour. Science, 41(241), 100 p.

GUEVARA, C. & DÁVILA, D. (1983) - Estratigrafía y tectónica terciaria del área de Cora Cora - Pacapausa. Bol. Soc. Geol. Perú, (71): 281-289.

JENKS, W.F. (1948) - Geología de la hoja de Arequipa al 200,000. Geology of the Arequipa Quadrangle of the Carta Nacional del Peru. Bol. Inst. Geol. Perú, 9, 204 p.

MCLAUGHLIN, D.H. (1924) - Geology and physiography of the Peruvian Cordillera. Departments of Junin and Lima. Bull. Geol. Soc. Am. 35(3): 591-632.

MENDÍVIL, S. (1965) - Geología de los cuadrángulos de Maure y Antajave. Comisión Carta Geológica Nacional, 10, 97 p.

NEWELL, N.D. (1949) - Geology of the Lake Titicaca region, Perú and Bolivia. Geological Society of America, New York, Memoir 36, 111 p.

NOBLE, D.C., et al. (1974) - Episodic cenozoic volcanism and tectonism in the Andes of Peru; Earth and Planetary Science Letters, 21(2): 213-220.

NOBLE, D.C.; FARRAR, E. & COBBING, E.J. (1979) - The Nazca Group of south-central Peru: age, source, and regional volcanic and tectonic significance. Earth and Planetary Science Letters, 45(1): 80-86.

RUEGG, W. (1961) - Hallazgo y posición estratigráfico-tectónica del Titoniano en la Costa Sur del Perú. Bol. Soc. Geol. Perú, (36): 203-208.

SÁNCHEZ, A. (1982) - Edades Rb/Sr en los Segmentos Arequipa, Toquepala del Batolito de la Costa del Perú. En: Congreso Latinoamericano de Geología, 5, Buenos Aires, 1982, Actas, Serv. Geol. Nac., Buenos Aires, p. 487-504.

STEINMANN, G. (1909) - Über marine Trias in Peru. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, p. 616-618.

WILSON, J.J. & GARCÍA, W. (1962) - Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca. Com. Carta Geol. Nac., Boletín, 4, 81 p.

Anexo Fotográfico

Foto Nº 1 Connglomerados gruesos basales con matriz de areniscas gruesas arcósicas de coloración rojiza y cuyos clastos provienen mayormente del complejo de Querobamba. Sector de obraje, cerca al río Lucanas (cuadrángulo de Querobamba).

Foto Nº 2 Afloramientos de calizas fosilíferas bastante replegadas pertenecientes a la Formación Aramachay cerca de la quebrada Durasnichayoc (cuadrángulo de Querobamba). vista hacia el NO.

Foto Nº 3 Nivel pelítico azulino a gris oscuro asignado a la Formación Cachíos-Labra, hacia la parte superior se observa a las areniscas cuarzosas de la Formación Hualhuani. Sector de Jasapata y Quisuarnioc, vista hacia el NO (cuadrángulo de (Querobamba).

Foto Nº 4 Facies pelitica y samítica de la Formación Hualhuani. Vista en Tactalla y Quisuaniyoc (cuadrángulo de Querobamba).

Foto Nº 5 Facies de cuarzo areniscas en estratos gruesos en los alrededores de Aucara (cuadrángulo de Querobamba).

Foto Nº 6 Formación Murco sobreyaciendo a las cuarzo arenitas de la Formación Hualhuani en el cerro Jachinchilla (cuadrángulo de Querobmabar). Vista hacia el NO.

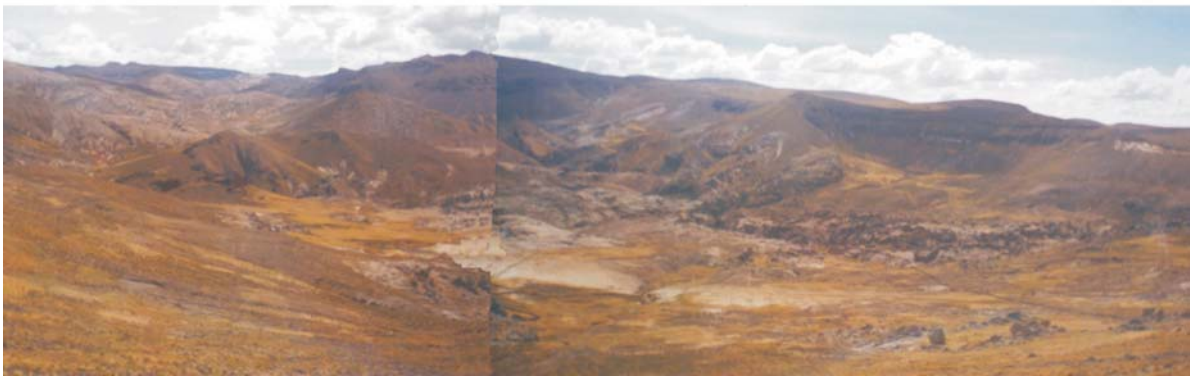


Foto Nº 7 Afloramientos del grupo Tacaza infrayaciendo a las ignimbritas Andamarca. Se observan también a las lavas andesíticas del Grupo Barroso cubriendo a ambas secuencias en Huanco y Negro Puquio (cuadrángulo de Chaviña). Vista hacia el NE.

Foto Nº 8 Nivel silicificado del Grupo Tacaza en Cerro Negro, cerca de Chaquipampa, cuadrángulo de Chaviña.

Foto Nº 9 Tobas retrabajadas, areniscas tobáceas y limoarcillitas gris verdosas a gris violáceas del Grupo Tacaza en Tambo, cuadrángulo de Chaviña.

Foto Nº 10 Deformación observada en rocas del Grupo Tacaza al NE de la mina Vicuñita (cuadrángulo de Chaviña).

Foto Nº 11 Flujos lávicos andesíticos gris verdosos del Grupo Tacaza intensamente replegados,l cuadrángulo de Chaviña.

Foto Nº 12 Tobas retrabajadas gris verdosas de la Formación Puquio en contacto interdigitado con el nivel inferior a medio del Grupo Tacaza cerca de la mina Vicuñita (cuadrángulo de Puquio).

Foto Nº 13 Calizas lacustrinas de la Formación Puquio intensamente replegadas en el sector de Pucapatería (cuadrángulo de Chaviña), vista hacia el NE.

Foto Nº 14 Pliegues disarmónicos observados en el nivel pelítico y calcáreo de la Formación Puquio al costado de la carretera Puquio-Nasca y cerca a la localidad de Lucanas (cuadrángulo de Puquio).

Foto Nº 15 Estructuras de fiammes configuradas en las tobas dacíticas gris blanquecinas de la Formación Castrovirreyna en el sector de Puyhuanlla (cuadrángulo de Puquio).

Foto Nº 16 Miembro inferior de la Formación Castrovirreyna compuesta por tobas gris blanquecinas con fiammes.

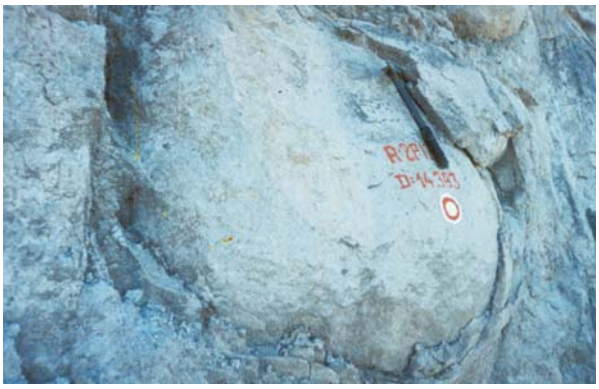


Foto Nº 17 Formación Castrovirreyna mostrando disyunción esferoidal, localidad de Huampulla, cuadrángulo de Puquio.

Foto Nº 18 Conglomerados basales del Grupo Nasca, nótese su estratificación y su leve inclinación. Vista hacia el SO, localidad de Saisapampa (cuadrángulo de Puquio).

Foto Nº 19 Nivel intermedio del Grupo Nasca, nótese el predominio de materiales retrabajados en detrimento de los niveles tobáceos, vista hacia el SO.

Foto Nº 20 Tobas de cristales y tobas gris verdosas de la Formación Alpabamba cerca de los cerros Pucapampa y Huachala (cuadrángulo de Chaviña).

Foto Nº 21 Nivel vitrófiro de las ignimbritas Andamarca observadas cerca del cerro Hacotute, cuadrángulo de Chaviña.

Foto Nº 22 Areniscas tobáceas y tobas retrabajadas gris blanquecinas de la Formación Andamarca en el sector de Hualquiocassa, cuadrángulo de Chaviña.

Foto Nº 23 Volcánicos andesíticos del aparato volcánico "Yancore" del episodio Barroso, foto tomada al cerro Pumaranra, (cuadrángulo de Chaviña).

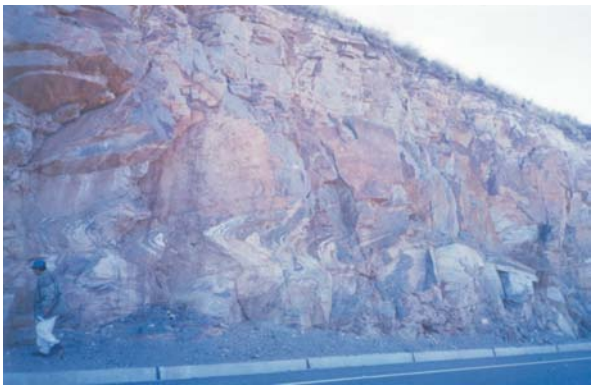


Foto Nº 24 Deformación de flujos en las lavas andesíticas del Grupo Barroso cerca al cerro Yanahorco (cuadrángulo de Chaviña).

Foto Nº 25 Remanentes de las tobas ignimbríticas de la Formación Yacotingo que sobreyacen al intrusivo Querobamba, nótese las diferentes morfologías de estas dos unidades cerca de las quebradas Cocha Corral, Yapiana y cerro Coracora, (cuadrángulo de Querobamba).

Foto Nº 26 Secuencia del Grupo Mitu que infrayacen a la Formación Yacotingo en el cerro Pallaorco, (cuadrángulo de Querobamba).

Foto Nº 27 Segmento de la Superunidad Incahuasi del Cretáceo superior, conformada por rocas mayormente dioríticas en la quebrada Saisapampa, (cuadrángulo de Puquio).

Foto Nº 28 Batolito andino Superunidad Incahuasi, nótese el drenaje dendrítico caraterístico cerca del río Acarí (cuadrángulo de Puquio).

Foto Nº 29 Ambos flancos el sinclinal Pampamarca configurado en rocas de la Formación Huallhuani, en el núcleo de esta estructura se observa a la Formación Murco, cuadrángulo de Querobamba.

Foto Nº 30 Estrías de las fallas observadas en las rocas pertenecientes a la Formación Puquio al NE de la localidad de Puquio, (cuadrángulo de Puquio).