

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA  
FACULTAD DE GEOLOGIA - GEOFISICA Y MINAS

CONVENIO UNSA - INGEMMET



REVISION Y ACTUALIZACION DE LOS CUADRANGULOS  
DE Chulca(30 q), Cayarani (30 r), Cotahuasi (31 q) y  
Orcopampa (31 r)

POR:

Msc. Guido Salas A.  
Dr. Antenor Chavez V.  
Bach. Eddy Agullar V.  
Bach. Erik Chavez B.

Ing. Anibal Lajo S.  
Ing. Jose Diaz R.  
Bach. Antonio Umpire Ll.  
Bach. Miguel Barreda

Arequipa - Perú

Marzo 2002

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA  
FACULTAD DE GEOLOGIA - GEOFISICA Y MINAS

CONVENIO UNSA - NGEMMET



REVISION Y ACTUALIZACION DE LOS CUADRANGULOS  
DE Chulca(30 q), Cayarani (30 r), Cotahuasi (31 q) y  
Orcopampa (31 r)

POR:

Msc. Guido Salas A.  
Dr. Antenor Chavez V.  
Bach. Eddy Aguilar V.  
Bach. Erik Chavez B.

Ing. Anibal Lajo S.  
Ing. Jose Diaz R.  
Bach. Antonio Umpire Ll.  
Bach. Miguel Barreda

Arequipa - Perú

Marzo 2002

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	<b>5</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>1.1 GENERALIDADES.</b>	<b>6</b>
<b>1.2 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD.</b>	<b>6</b>
<b>1.3 METODOLOGÍA DEL TRABAJO.</b>	<b>6</b>
<b>1.4 ESTUDIOS PREVIOS</b>	<b>7</b>
<b>1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.</b>	<b>7</b>
<b>2 GEOMORFOLOGIA.</b>	<b>8</b>
<b>2.1 GENERALIDADES.</b>	<b>8</b>
<b>2.2 ZONAS GEOMORFOLOGICAS DE LOS CUADRANGULOS DE ORCOPAMPA Y COTAHUASI. ( Fig 2)</b>	<b>8</b>
2.2.1 CONOS VOLCÁNICOS DE LA CORDILLERA DEL BARROSO.	8
2.2.2 ZONA DE ALTIPLANO.	8
2.2.2.1 CIRCOS GLACIARIOS.	9
2.2.2.2 ARTESAS GLACIARIAS.	9
2.2.2.3 MORRENAS.	9
2.2.3 LA CUBETA DE ANDAGUA.	9
2.2.3.1 COLADAS DE LAVA.	10
2.2.3.2 CONOS VOLCÁNICOS.	10
2.2.3.3 LLANURAS ALUVIALES Y CONOS DE DEYECCIÓN	10
2.2.4 ZONA DE FUERTE DISECCIÓN: CAÑÓN DE COTAHUASI.	10
<b>2.3 ZONAS GEOMORFOLOGICAS DE LOS CUADRANGULOS DE CHULCA Y CAYARANI</b>	<b>11</b>
2.3.1 ALTA CORDILLERA.	11
2.3.2 VALLES ESTRECHOS.	11
2.3.3 LOMAS Y VALLES ESTRECHOS.	12
2.3.4 VALLES AMPLIOS Y LOMAS	12
<b>3 ESTRATIGRAFIA.</b>	<b>13</b>
<b>3.1 GENERALIDADES.</b>	<b>13</b>
<b>3.2 UNIDADES ESTRATIGRAFICAS.</b>	<b>13</b>
3.2.1 FORMACIÓN SOCOSANI	13
3.2.2 GRUPO YURA	14
3.2.2.1 FORMACION PUENTE.	14
3.2.2.2 FORMACION CACHIOS.	14
3.2.2.3 FORMACION LABRA	15
3.2.2.4 FORMACIÓN GRAMADAL.	15
3.2.2.5 FORMACION HUALHUANI.	15
3.2.3 FORMACIÓN MURCO.	16
3.2.4 FORMACIÓN ARCURQUINA.	17
<b>3.3 UNIDADES VOLCÁNICAS.</b>	<b>18</b>
3.3.1 GRUPO TACAZA.	18
3.3.1.1 FORMACIÓN ORCOPAMPA.	19

A)	MIEMBRO PISACA.	20
B)	MIEMBRO SANTA ROSA.	20
C)	MIEMBRO MANTO.	21
D)	MIEMBRO AICAJE.	21
3.3.1.2	FORMACIÓN ICHUCOLLO.	22
3.3.2	GRUPO SILLAPACA.	22
3.3.3	FORMACIÓN ALPABAMBA.	23
3.3.3.1	MIEMBRO HUARCAYA (ALPABAMBA 1).	23
A)	TOBAS DE LA LAGUNA PARIGUANAS.	24
3.3.3.2	MIEMBRO TORO (ALPABAMBA 2).	24
A)	TOBAS HUMACHULCO.	25
3.3.4	FORMACIÓN ANISO.	26
3.3.5	FORMACION SENCCA.	26
3.3.6	GRUPO BARROSO	26
3.3.6.1	FORMACIÓN BARROSO 1 (FORMACIÓN ARMA)	27
3.3.6.2	FORMACIÓN BARROSO 2	27
3.3.6.3	FORMACIÓN BARROSO 3.	27
3.3.6.4	ESTRATO VOLCAN COROPUNA	28
3.3.6.5	ESTRATO VOLCAN SOLIMANA	29
3.3.6.6	COMPLEJO VOLCANICO FIRURA	29
3.3.6.7	ESTRATO VOLCAN HUAJRAHUIRE , HATUN HUAYCHAHUI	30
3.3.7	GRUPO ANDAGUA.	30
3.3.8	FORMACIÓN SANTO TOMAS	30
<b>3.4</b>	<b>DEPOSITOS CLASTICOS CUATERNARIOS.</b>	<b>31</b>
3.4.1	DEPOSITOS MORRENICOS Y FLUVIOGLACIARIOS	31
3.4.2	DEPOSITOS DE FLUJOS DE LODO Y ALUVIALES.	31
<b>3.5</b>	<b>ROCAS INTRUSIVAS</b>	<b>32</b>
3.5.1	COMPLEJO COTAHUASI	32
3.5.2	COMPLEJO SALAMANCA.	32
3.5.3	COMPLEJO CHACHAS.	33
3.5.4	COMPLEJO CHILLACANCHA	33
<b>3.6</b>	<b>UNIDADES SUBVOLCANICAS</b>	<b>33</b>
3.6.1	COMPLEJO SARPANE.	34
3.6.2	COMPLEJO HUMACHULCO.	34
3.6.3	COMPLEJO PAMPAMARCA	35
3.6.4	COMPLEJO CHINCHON.	35
3.6.5	COMPLEJO CHALLAHUIRE.	36
3.6.6	COMPLEJO DE PICHACANE	36
3.6.7	COMPLEJO SENJAPALLA	36
<b>4</b>	<b>GEOLOGIA ESTRUCTURAL.</b>	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>GENERALIDADES.</b>	<b>37</b>
<b>4.2</b>	<b>GEOLOGIA ESTRUCTURAL DE ORCOPAMPA Y COTAHUASI</b>	<b>37</b>
<b>4.3</b>	<b>DISLOCACIONES.</b>	<b>37</b>
4.3.1	DISLOCACIONES DE PLEGAMIENTO.	37
4.3.1.1	SINCLINAL CHACHAS.	38
4.3.1.2	SINCLINAL Y ANTICLINALES PANAHUA.	38
4.3.1.3	ANTICLINAL PALCUYO.	38
4.3.1.4	SISTEMA DE PLEGAMIENTOS CHAPACOCO.	38
4.3.2	DISLOCACIONES DE RUPTURA.	38

4.3.2.1	FALLAS LONGITUDINALES.	38
A)	SISTEMA DE FALLAS CHAPACOCO.	39
B)	FALLA UMACHULCO.	39
4.3.2.2	FALLAS TRANSVERSALES.	39
A)	FALLA HUANCARAMA.	39
B)	FALLA HUILLUCO.	39
C)	FALLA SAN SIXTO.	39
D)	FALLA SANTA ROSA.	39
E)	FALLA SANTIAGO.	40
F)	FALLA CONDOR.	40
G)	FALLA MAGALI.	40
H)	FALLA RAYO.	40
<b>4.4</b>	<b>CUADRANGULOS DE CHULCA Y CAYARANI</b>	<b>40</b>
4.4.1	PLIEGUES	40
4.4.2	FALLAS	41
4.4.2.1	SISTEMA DE FALLA NW-SE	41
4.4.2.2	SISTEMA DE FALLAS NE-SO	41
4.4.3	TECTONICA	41
4.4.3.1	FASE PERUANA DEL CRETACICO SUPERIOR	41
4.4.3.2	FASE QUECHUA I	41
4.4.3.3	FASE QUECHUA 2	41
4.4.3.4	FASE QUECHUA 3	42
4.4.3.5	FASE DEL PLIOCENA-PLEISTOCENA	42
<b>5</b>	<b>GEOLOGIA ECONOMICA</b>	<b>43</b>
<b>5.1</b>	<b>GENERALIDADES.</b>	<b>43</b>
<b>5.2</b>	<b>MINERALIZACION METALICA.</b>	<b>43</b>
5.2.1	YACIMIENTO MINERO DE ORCOPAMPA	43
5.2.1.1	UBICACIÓN.	43
5.2.1.2	MINERALIZACIÓN.	43
5.2.2	YACIMIENTO MINERO SHILA.	44
5.2.2.1	UBICACIÓN.	44
5.2.2.2	MINERALIZACIÓN.	44
5.2.3	YACIMIENTO MINERO ARES	44
5.2.3.1	UBICACIÓN.	44
5.2.3.2	MINERALIZACIÓN.	45
<b>5.3</b>	<b>RECURSOS GEOTERMALES.</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>GEOLOGIA HISTORICA.</b>	<b>46</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>48</b>

## RESUMEN

La región estudiada, alcanza una extensión aproximada de 6000 km<sup>2</sup>, comprende los cuadrángulos de Orcopampa y Cotahuasi y se encuentra dentro de los índices geográficos siguientes: 72° 00' - 73° 00' de Longitud Oeste y 15° 00' - 15° 30' de Latitud Sur. Geomorfológicamente, se trata de una superficie modelada casi exclusivamente por procesos volcánicos y glaciarios y se extiende mayormente al este del Arco Volcánico del Barroso, entre los 2300 y 5500 m.s.n.m.

Su estructura geológica, esta definida básicamente por una secuencia plegada de fácies sedimentarias de edad mesozoica, y un grueso manto compacto de fácies volcánicas emplazadas desde el Paleógeno medio al Cuaternario reciente. Las fácies sedimentarias afloran en menor extensión, la base consta de areniscas y cuarcitas correspondientes a las formaciones Labra y Hualhuani del Grupo Yura, sobreyacen en forma concordante las fácies molásicas rojizas de la Formación Murco y las calizas gris azuladas de la Formación Arcurquina. La secuencia volcánica alcanza mayor extensión, su base, está definida por grandes volúmenes de aglomerados, piroclastos y lavas andesíticas y dacíticas correspondientes al Grupo Tacaza, por lo general, estas fácies, se encuentran fuertemente hidrotermalizadas e intruidas por cuerpos subvolcánicos cuya naturaleza varia desde brechas como las más antiguas hasta dacitas cristalinas y andesitas como las más jóvenes. Rellenando un paleo relieve relativamente accidentado y labrado mayormente a expensas del Grupo Tacaza, se encuentra una gruesa secuencia horizontal a subhorizontal de tobas, e ignimbritas y fácies sedimentarias de piroclastos retrabajados correspondientes a la Formación Alpbamba. Posterior a esta secuencia se inicia el volcanismo Barroso, sus fases iniciales, están constituidas por lavas andesíticas de regular fluidez que forman generalmente mesetas lávicas principalmente en la región del altiplano, después de este proceso, el vulcanismo migra hacia la parte occidental sobre una plataforma piroclástica aparentemente equivalente a la Formación Sencca, la cual fue acompañada por el emplazamiento de domos lava de naturaleza riolítica, sobre esta plataforma piroclástica se construyen finalmente los aparatos volcánicos Coropuna, Solimana y Firura. El análisis geoquímico de las fácies que conforman estos volcanes precisa que la naturaleza del proceso magmático de estos aparatos se desarrolla hasta el presente en un proceso de acidez creciente con el emplazamiento de lavas andesíticas de mayor fluidez en los procesos iniciales hasta lavas traquiandesíticas de mayor viscosidad en los procesos finales (volcanismo Andagua).

Tectónicamente, las fácies sedimentarias se encuentran fuertemente deformadas por la fase peruana de la tectogénesis andina, las dislocaciones están constituidas por pliegues y fallas que siguen la orientación andina, en cambio las fácies volcánicas, principalmente las del Grupo Tacaza, se encuentran levemente deformadas por la fase Quichuana y sus dislocaciones están constituidas por plegamientos de amplio radio y fallamientos normales que siguen una dirección antiandina. Pequeños fallamientos normales que desplazan las vetas mineralizadas parecen indicar la presencia de una fase tectónica en el Plioceno

Desde el punto de vista económico, la región cuenta con cuatro yacimientos metálicos en explotación y varios prospectos explorados. La mineralización metálica es principalmente filoniana, se encuentra como relleno de fracturas antiandinas preexistentes en las rocas del Grupo Tacaza y con la asociación de Au- Ag- Pb- Zn y Sb. Esta mineralización se ha efectuado en una secuencia que va desde los 18 M:A para la mina Orcopampa, 9 M:A para la mina Shila, 5 M.A, para la mina Arcata. El fenómeno responsable de esta mineralización esta relacionado principalmente con cuerpos subvolcánicos de composición dacítica, ocasionalmente parecen encontrarse cuerpos de granodiorita y tonalita.

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 GENERALIDADES.

El presente texto, reporta la geología de los cuadrángulos de Orcopampa, Cotahuasi, Chulca y Cayarani. Constituye el informe definitivo presentado por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA), en cumplimiento a los requerimientos establecidos en el contrato N° 064-2001, suscrito con el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET), para llevar a efecto la "Revisión de los Mapas Geológicos de las hojas de Chulca (30-q), Cayarani (30-r), Cotahuasi (31-q) y Orcopampa (31-r).

## 1.2 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD.

Dentro de la demarcación política del país, los cuadrángulos de Orcopampa, Cothuasi, Chulca y Cayarani se encuentran abarcando parte de las provincias de Castilla, Condesuyos, La Unión y Caylloma, del departamento y región de Arequipa (Fig. N° 1), Geográficamente se circunscriben dentro de las coordenadas siguientes:

72° 00' - 73° 00' Longitud Oeste.  
14° 30' - 15° 30' Latitud Sur.

La accesibilidad al cuadrángulo de Orcopampa esta definida por dos vías que unen la ciudad de Arequipa con el distrito de Orcopampa . Una vía esta constituida por la carretera afirmada que parte de la ciudad de Arequipa y recorre los distritos de Yura, Callali y Caylloma y los asentamientos mineros de Caylloma, Ares y Orcopampa. La otra vía, esta definida por la carretera afirmada que parte de la ciudad de Arequipa y recorre los distritos de La Joya, Corire, Aplao, Pampacolca, Viraco, Andagua, Chilcaymarca y Orcopampa.

La accesibilidad al cuadrángulo de Cotahuasi esta definida por la vía que une la ciudad de Arequipa con la ciudad de Cotahuasi, via las ciudades de Aplao y Chuquibamba.

Se puede acceder a los cuadrángulos de Chulca y Cayarani desde la ciudad de Arequipa por la carretera que conduce hacia Arequipa Sibayo Caylloma y Arcata, el otro acceso es por Arequipa, Aplao, Viraco, Andagua, Orcopampa y Arcata, ambas estan en buenas condiciones de transitabilidad, el tiempo de Arequipa hacia Arcata es de unas 8 horas.

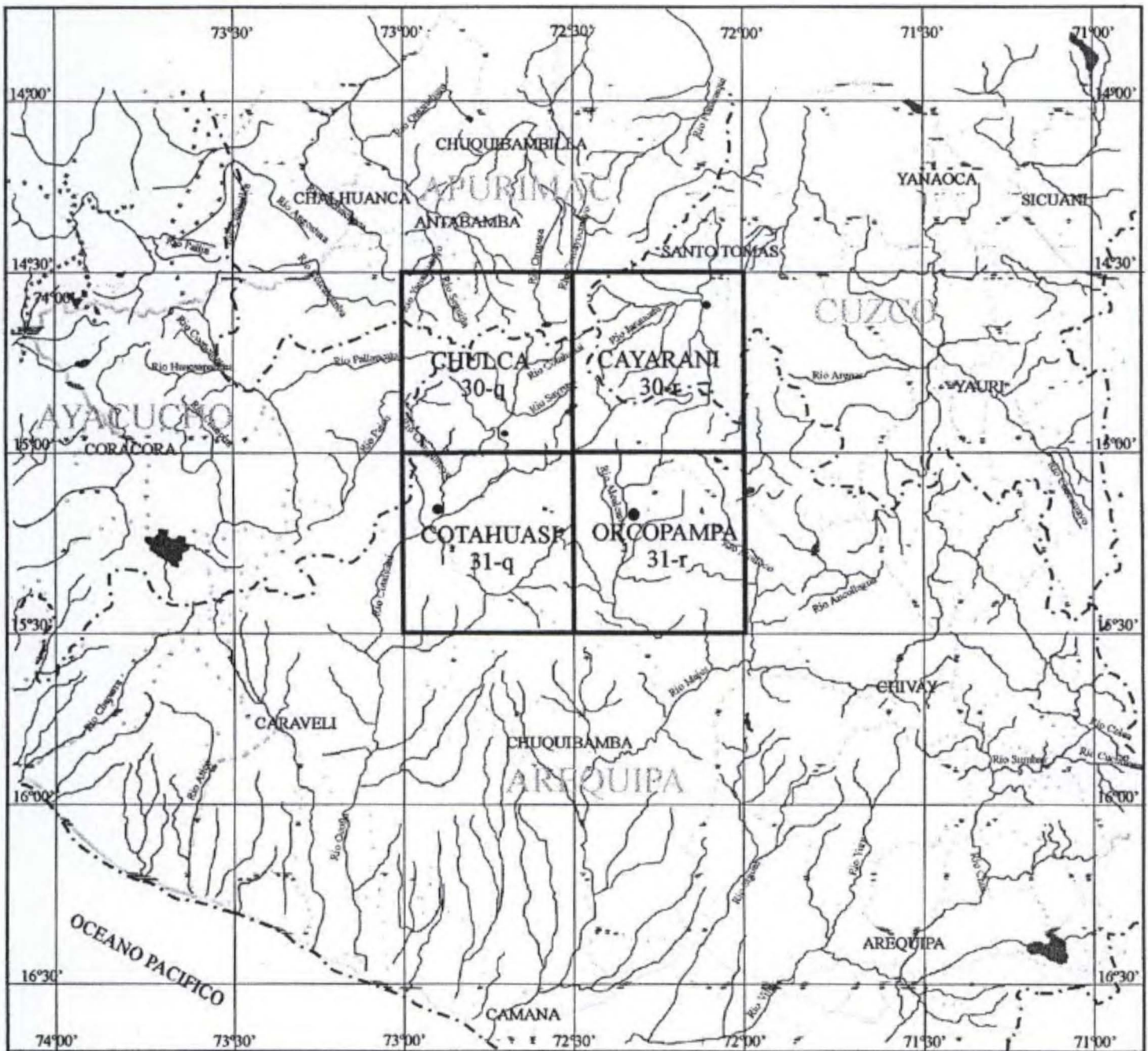
De la mina Arcata existe una serie de trochas carrozables que permiten acceder a diferentes localidades de ambos cuadrángulos, merece mencionar una trocha que va de Arcata hacia el cuadrángulo de Chulca, pasando por el río Ocoruro (Cusipampa) dirigiendose a las lagunas de Huanzo (Culipampa) y Huacullo; de Culipampa sale una trocha hacia el caserío de Huarcaya de ahí continua hacia la mina Turnire en el cuadrángulo de Pacapausa, esta trocha atravieza la parte central del cuadrángulo de Chulca .

Para acceder al sector norte del cuadrángulo de Cayarani se utiliza la carretera que conduce de Yauri a Santo Tomás y de aquí sale una trocha hacia el sur de este cuadrángulo hasta llegar a la zona de Huarajo.

## 1.3 METODOLOGÍA DEL TRABAJO.

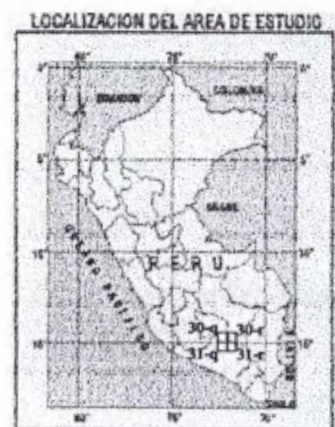
El trabajo ha sido realizado de acuerdo a la metodología empleada por el INGEMMET, para tal efecto, se ha utilizado como material de gabinete: fotografías aéreas a escala aproximada 1: 50 000, tomadas por la Misión Hycon en julio de 1955, cuatro fotografías Lansad a escala 1: 100 000 y

# UBICACION DE LOS CUADRANGULOS DE CAYARANI, CHULCA, ORCOPAMPA Y COTAHUASI



10 0 10 20 30 40 50 Km

- |             |  |                      |  |
|-------------|--|----------------------|--|
| ASFALTO     |  | LIMITE DEPARTAMENTAL |  |
| AFIRMADO    |  | RIO                  |  |
| SIN AFIRMAR |  | LAGUNA               |  |
| TROCHA      |  |                      |  |



**FIGURA 1**



hojas topográficas a escala 1: 100 000 preparadas tanto por el IGN como por el INGEMMET. De acuerdo a las recomendaciones del INGEMMET, la información ha sido vaciada sobre la hoja topográfica elaborada por el INGEMMET.

#### **1.4 ESTUDIOS PREVIOS**

Los estudios previos mas importantes, estan constituidos por: la publicación de Julio Caldas (1993) referente a la geología de los cuadrángulos de Huambo y Orcopampa, O. Olchanski (1991) referente a la geología de los cuadrángulos de Chuquibamba y Cotahuasi. Aparte de estas publicaciones, no existe otros trabajos de magnitud, la mayoría de información esta referida a trabajos locales relacionados con tesis y labores mineras efectuadas por la compañías acentadas en la zona: Orcopampa, Shila, Ares y Arcata.

#### **1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.**

El trabajo reporta una cartografía de detalle, en este sentido se han hecho subdivisiones en algunas formaciones y se han identificado las diferentes unidades efusivas relacionadas principalmente con las estructuras volcánicas correspondientes al Grupo Barroso.

Las limitaciones del presente trabajo, están referidas principalmente a la carencia de información relacionada con edades radiométricas que permitan precisar la ubicación en tiempo de los estratos. El análisis estratigráfico solo se funda en la posición espacial de las diferentes unidades.

## 2 GEOMORFOLOGIA.

### 2.1 GENERALIDADES.

La superficie cubierta por los cuadrángulos de Orcopampa, Cotahuasi, Chulca y Cayarani se encuentra mayormente al este de la Cordillera Volcánica del Barroso, formando parte del elemento morfológico del Altiplano. Su área de influencia, se desarrolla entre los 2300 y 5500 m.s.n.m. y corresponde a una superficie modelada mayormente por procesos volcánicos y glaciáricos.

El ambiente geomorfológico dominante para los cuadrángulos de Orcopampa y Cotahuasi, está constituido por cuatro zonas geomorfológicas bien definidas: a) una zona de conos volcánicos correspondientes a la Cordillera del Barroso, b) una zona ligeramente ondulada de Altiplano, c) una depresión tectónica, descrita aquí como la "Cubeta de Andagua", y c) una zona de fuerte disección, correspondiente al Cañón del río Cotahuasi.

### 2.2 ZONAS GEOMORFOLOGICAS DE LOS CUADRANGULOS DE ORCOPAMPA Y COTAHUASI. ( Fig 2)

#### 2.2.1 CONOS VOLCÁNICOS DE LA CORDILLERA DEL BARROSO.

Esta unidad geomorfológica limita la parte sur de los cuadrángulos de Orcopampa y Cotahuasi, esta constituida por un alineamiento NO-SE de los aparatos volcánicos Coropuna, Solimana y Firura. A excepción de este último, los otros son verdaderos estratovolcanes cuyos puntos mas altos alcanzan los 6100 m.s.n.m.

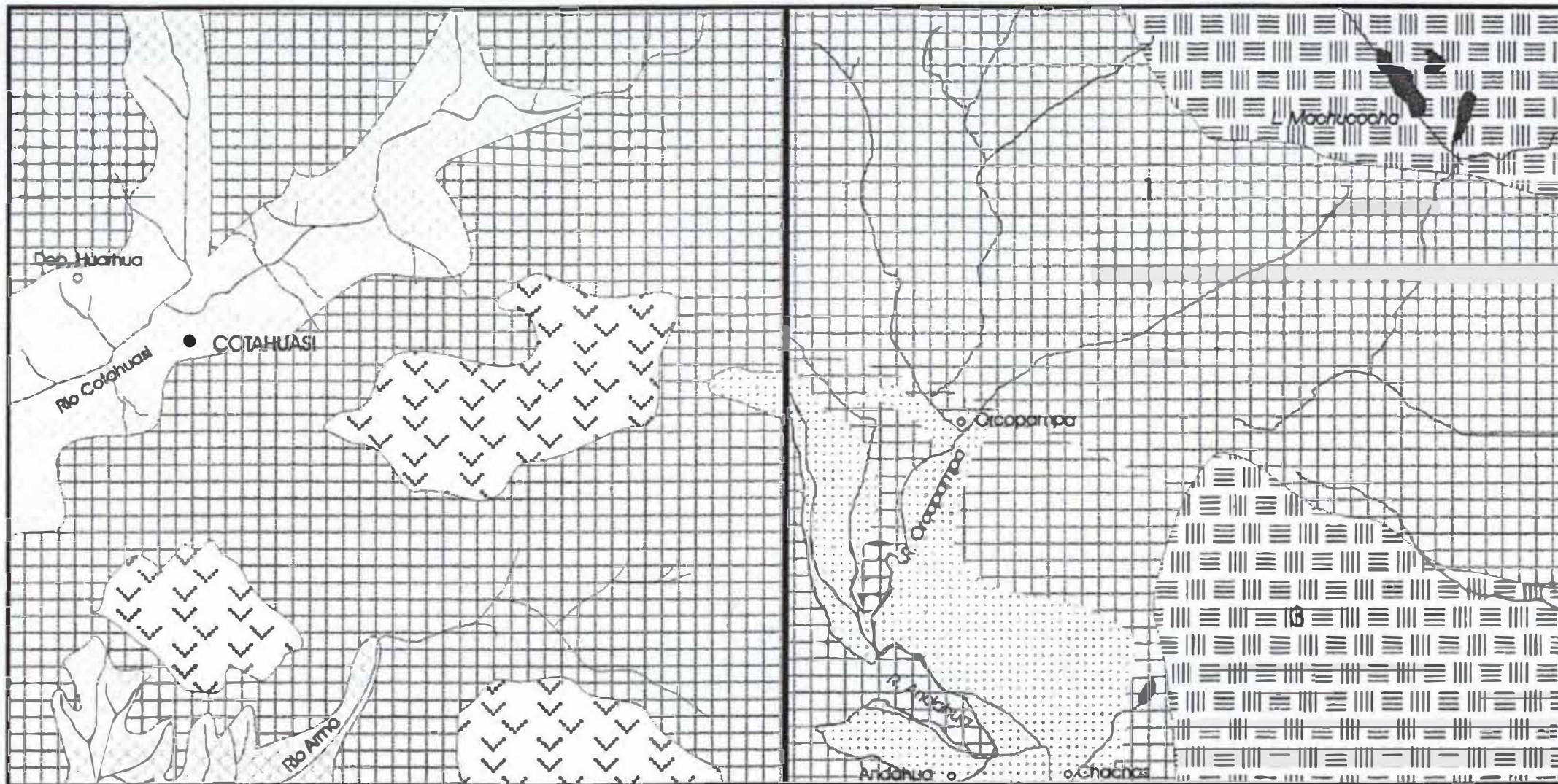
La morfogénesis de este elemento, esta relacionada con una actividad volcánica relativamente joven (2 millones de años aproximadamente), la cual, se prolonga hasta el presente, con débiles pulsaciones lávicas de naturaleza cada vez mas ácidas ( traquiandesitas)

Las geoformas menores que acompañan a estas colosales morfoestructuras, están constituidas principalmente por morrenas laterales y terminales que se presentan en las partes mas altas, así como, materiales fluvio-glaciáricos acumulados principalmente en las laderas mas inferiores y al pie de estos. Las mejores exposiciones de estos materiales, se presentan en el flanco nomoroeste del volcán Solimana y en la parte nomoroeste del volcán Coropuna.

#### 2.2.2 ZONA DE ALTIPLANO.

Esta unidad geomorfológica, se extiende por la mitad superior de los cuadrángulos de Orcopampa y Cotahuasi. Se caracteriza por mostrar un relieve casi plano o ligeramente ondulado, esta constituido principalmente por derrames lávicos que conforman significativas meseta lávicas y superficies de erosión residual correspondientes a relictos de la superficie Puna de Mc Laughlin o superficie postmadura de Bowman .

Una característica importante, es que el relieve de esta zona, responde a una superficie fuertemente afectada por los glaciares pleistocénicos. Particularmente, un tipo de glaciares intermedios: glaciar de meseta o calotas glaciarias, habrían actuado sobre le relieve volcánico pre-existente, ello queda justificado en razón a que sus huellas mas significativas como estrías, depósitos de acumulación (Morrenas) y el emplazamiento de las artesas , indican un desplazamiento radial de las masas de hielo que cubrieron las áreas mas o menos elevadas. Las masas glaciarias que habrían alcanzado su



ZONA DE ALTA  
CORDILLERA



ZONA DE  
ALTIPLANICIE



ZONA DE LA CUBETA  
DE ANDAHUA



ZONA DE FUERTE  
DISECCION Y VALLES



ZONA DE FUERTE  
DISECCION Y VALLES



ESCALA GRAFICA

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS DEL CUADRANGULO DE  
COTAHUASI - ORCOPAMPA

FIGURA 2

mayor desarrollo en el Pleistoceno, se hacen presentes aun de vez en cuando en tiempos recientes pero mostrando una avanzada debilidad. Entre los mayores rasgos glaciarios presentes en la zona, se describen los siguientes:

#### **2.2.2.1 CIRCOS GLACIARIOS.**

Se distinguen circos pequeños en forma de nichos arropados en los flancos de los valles, circos colgantes y circos simples, estos últimos son los mas comunes y de mayor magnitud, se presentan como depresiones caliciformes preferentemente en las cabeceras de las artesas glaciarias. Se caracterizan por estar rodeados de paredones altos y empinados (cabeceras de 100 a 150 m de altura) los cuales mayormente se hallan altamente fracturados, de tal manera que los materiales gelivados se acumulan como taludes de derrubios en una cuenca plana o débilmente ondulada, frecuentemente sin umbral y por lo general albergue de bofedales e insignificantes lagunas, son ejemplos significativos, el circo simple de la parte superior de la quebrada Tranquilla, los circos colgantes de la parte superior de las lagunas de Arcata y Huisca, entre otros lugares.

#### **2.2.2.2 ARTESAS GLACIARIAS.**

El rasgo mas distintivo de esta superficie glaciada, son los valles en U que se presentan como depresiones longitudinales poco profundas y mas o menos anchas, entalladas mayormente en las partes mas altas de la zona. La mayoría de estas geoformas empiezan en la parte inferior de los circos simples (cabecera de la arteza) y desembocan en superficies planas de aluvión fluvioglacial. Sus perfiles longitudinales presentan en la parte superior cierto numero de escaleras, las que gradualmente van desapareciendo hacia el extremo inferior, observándose por tanto, un fondo casi plano, las escaleras son de dimensiones variables y casi siempre sin manperlán, presentan una huella relativamente plano cóncava con una contrahuella que en el mayor de los casos alcanzan los cuatro metros de altura. El perfil transversal es la clásica forma de U, mas o menos ancho y geométricamente simétrico.

#### **2.2.2.3 MORRENAS.**

Estos apilamientos detríticos adoptan definidos caracteres morfológicos, de acuerdo a la posición en que se encuentran ha sido posible identificar morrenas laterales, terminales y basales. Las primeras son las de mayor predominio y mejor expuestas, representan formas alargadas y se disponen generalmente en pares, este aspecto es mas expresivo en valles que se extienden por tramos cortos como por ejemplo los que descienden de las partes mas altas y por el contrario, no son frecuentes en los grandes valles. La difusión de las dos últimas clases (terminales y basales) es restringida y poco significativas en cuanto a su tamaño, se presentan con formas no definidas mayormente en las partes bajas (desembocaduras) como testimonio de una prolongada detención o retiro del glaciar; se cita como ejemplo las morrenas terminales de la laguna Machucocha, las morrenas laterales y terminales de los flancos norte de los volcanes Coropuna y Solimana.

#### **2.2.3 LA CUBETA DE ANDAGUA.**

La cubeta de Andagua, esta definida por una depresión elongada en dirección N 30° O. Se trata de una depresión labrada en las rocas del Grupo Tacaza y fácies sedimentarias principalmente del Grupo Yura y rellenada en casi toda su extensión por fácies volcánicas recientes (Grupo Andagua).

Morfogenéticamente, J. Caldas (1993) la describe como una depresión de origen tectónico, resultante de una distensión regional ocurrida durante el cuaternario reciente. Este fenómeno habría provocado un fallamiento gravitacional con la consecuente separación de bloques limitados por fallas preexistentes que condujeron a un activo volcanismo a lo largo de la depresión.

Dentro de la cubeta, se desarrollan una serie de geoformas menores esencialmente relacionadas con un proceso volcánico muy joven (volcanismo Andagua), entre las principales geoformas se describen las siguientes:

### 2.2.3.1 COLADAS DE LAVA.

Las eyecciones lávicas se encuentran cubriendo mayormente la depresión de la cubeta de Andagua, particularmente, se trata de lavas cordadas (Pahoe-hoe) que se han emplazado en todas las direcciones siguiendo las líneas de máxima pendiente a manera de lenguas (coladas lávicas) de diferente morfología. Una característica importante de estas coladas, es su poco recorrido y por lo general presentan superficies escoriáceas debido al escape violento de los gases. No obstante a que están afectadas por la erosión, estas superficies conservan aun su característico microrelieve rugoso.

### 2.2.3.2 CONOS VOLCÁNICOS.

Formando parte de las coladas y a veces levantándose aisladamente en medio de las pampas, se encuentran pequeños conos volcánicos recientes que alcanzan altitudes comprendidas en la escala métrica, mayormente son de composición lávica y otros completamente piroclásticos, estructuralmente son monogénicos y monoáxicos y se encuentran bien conservados, son de edad post-glacial y se asientan sobre depósitos glaciáricos. La distribución de los pequeños conos volcánicos en relación con el ambiente estructural no es claramente definida, la razón, está en que sus propios productos eyectados fosilizan las posibles fuentes que debieron controlar su emplazamiento. Dentro de toda la extensión de la cubeta, el número de volcanes llega a 35, sin embargo, A. Hoempler (1962) informa haber reconocido mas de 60 y según el mismo autor existen alrededor de 85 de estos aparatos distribuidos regionalmente.

### 2.2.3.3 LLANURAS ALUVIALES Y CONOS DE DEYECCIÓN

Dentro de esta depresión complementan también el paisaje pequeñas llanuras de inundación de los cursos fluviales (pampas) y conos de deyección recientes.

Los conos de deyección son las geoformas menos prominentes que en el tiempo actual se vienen construyendo, su morfogénesis responde a la acción de las corrientes temporales de montaña. Estas acumulaciones clásticas se encuentran en las desembocaduras de pequeñas quebradas que descienden desde las partes altas hacia las partes bajas mas o menos planas o hacia cursos fluviales mayores. Son por lo general pequeños (del orden de los metros) y simples lo que indica su marcado estado de juventud; pocas veces se unen para formar pequeñas bajadas como por ejemplo los conos compuestos del aeropuerto de Orcopampa, el cual se encuentra afectado por pequeños y contados "uadis" o "cañadones secos".

La llanura aluvial de mayor dimensión esta constituida por el fondo del valle del río Orcopampa, un rasgo especial que se observa en el perfil transversal de esta llanura, es la presencia de terrazas de acumulación aluvial en su margen izquierda y con rellanos terraciformes mas o menos planos, de suave declive hacia el cause del río y con frentes de escasos metros de altura. La presencia de esta particularidad, plantea un problema complejo en la interpretación de la evolución geomorfológica del valle del río Orcopampa y tributarios.

### 2.2.4 ZONA DE FUERTE DISECCIÓN: CAÑÓN DE COTAHUASI.

Morfológicamente, esta zona se caracteriza por presentar un relieve muy accidentado normalmente de grandes desniveles altimétricos. Los elementos más prominentes y de mayor dominio en el paisaje, están definidos por una serie de elevaciones localmente conocidas como cuchillas. Estas

geoformas que por lo general se disponen sin ninguna orientación preferencial, responden genéticamente a formas de erosión residuales; es decir, corresponden a los restos de una superficie, tallada por la erosión a expensas de las rocas del grupo Tacaza, en este caso su relieve se caracteriza también por estar sumamente disectado por un drenaje dendriforme bastante denso, esta particularidad le otorga la presencia de cerros empinados cuyas pendientes de alto ángulo le dan al paisaje un aspecto sumamente agreste.

## 2.3 ZONAS GEOMORFOLOGICAS DE LOS CUADRANGULOS DE CHULCA Y CAYARANI

La zona de estudio se sitúa sobre las partes más elevadas de una de las grandes unidades Geomorfológicas de los Andes como es la cordillera occidental esta zona abarca también parte de sus flancos de la cordillera, se pueden distinguir las siguientes unidades geomorfológicas locales (fig. 3)

### 2.3.1 ALTA CORDILLERA.

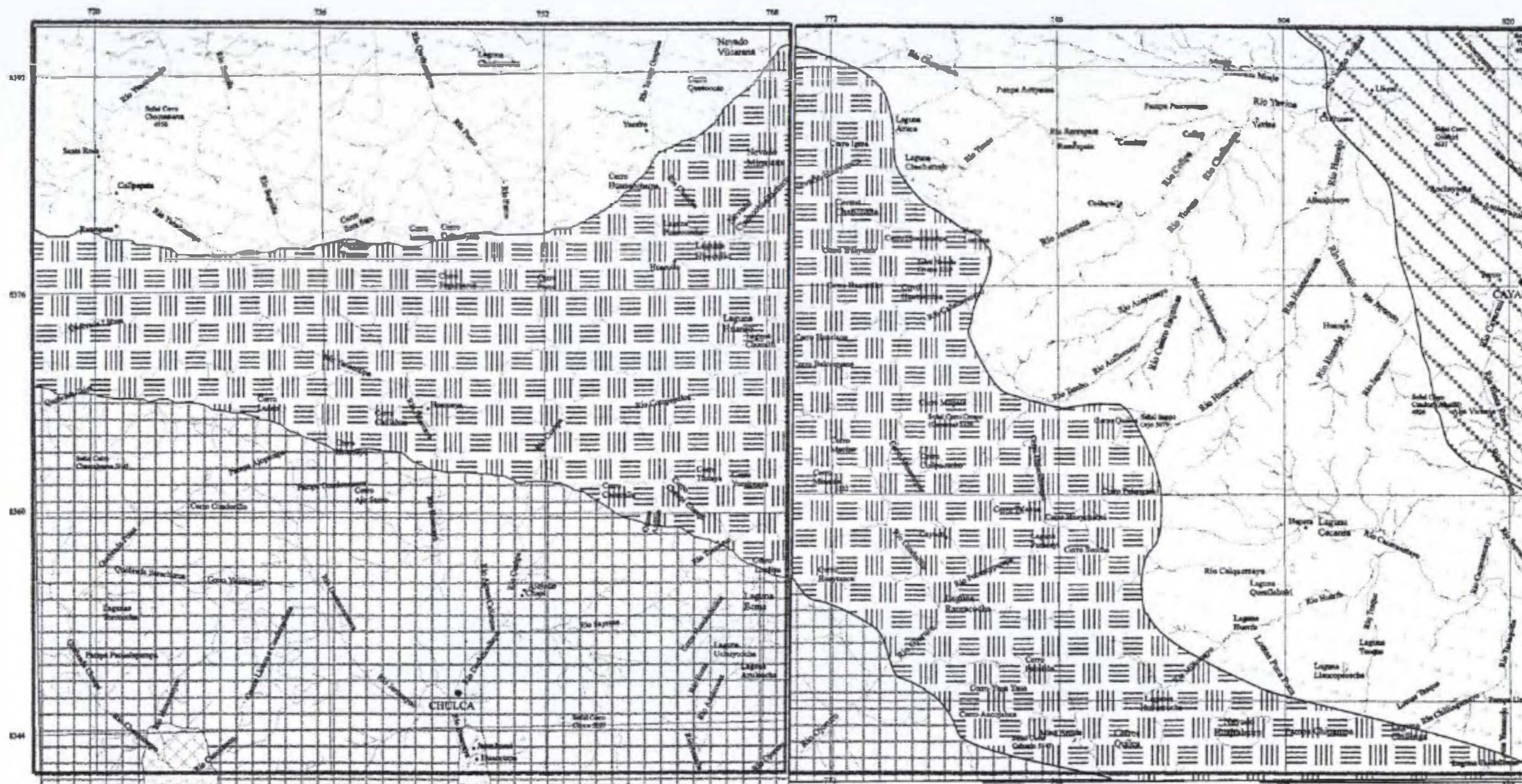
En el cuadrángulo de Chulca, constituye la cresta de la cordillera occidental, es una zona de relieve áspero, son frecuentes las geoformas de circos glaciares asociados a farallones y aristas agudas, de esta zona nacen los principales ríos que drenan el área. También existen sobre estas zonas glaciares muy restringidos a las partes más altas (más de 5000 m) los cuales están en franco retroceso pues se observa muy cerca de ellos cordones de morrenas de retroceso. En esta zona abundan también los bofedales que son lugares con humedad permanente los cuales son aprovechados para el pastoreo de auquénidos.

En el cuadrángulo de Cayarani, esta zona corresponde a la cordillera occidental de los Andes, tiene una orientación NO-SE, las partes más elevadas se hallan conformando los nevados Huajrahuire, Cerro Pabellón, Cerro Acojahua, Cerro Yana Yana, Cerro Huayunca, cuyas alturas fluctúan entre los 4,800 a 5,400 m. de altura frecuentemente se hallan cubiertos por glaciares, las rocas que afloran en esta cordillera son lavas del Grupo Barroso; algunos de estos nevados muestran signos de retroceso glaciar y evidencias de anteriores glaciaciones, además de los glaciares se pueden observar valles en "U," morrenas y circos.

### 2.3.2 VALLES ESTRECHOS.

En el cuadrángulo de Chulca, esta unidad tiene altitudes entre los 4400 y los 4800 m. se distingue esta unidad por sus valles estrechos de paredes muy verticales que dan el aspecto de cañones, esta unidad se encuentra hacia el sur de la Sub-Unidad Alta Cordillera, en el fondo de estos valles se encuentran algunas terrazas formadas por el depósito y erosión de los ríos, en algunos valles como el de Huarcaya se pueden distinguir hasta tres unidades de terrazas. Los relieves de las cumbres son suaves y a veces se encuentran planicies colgadas formadas por el Grupo Barroso, tal como la pampa de Ajopampa, situada en la parte central Este del Cuadrángulo; debido a que los terrenos son volcánicos y mayormente tobáceos son frecuentes las acumulaciones de material fino como conos de escombros en las laderas de los valles.

En el cuadrángulo de Cayarani, esta Unidad abarca el lado suroeste del área de estudio se caracteriza por su relieve accidentado, es aquí donde nace el río Cotahuasi teniendo como afluentes principales a los ríos Condorillo, Pacchihuayjo, Huarajayoc; todos estos tienen un origen glaciar que nacen en las estribaciones del flanco oeste de la Cordillera Occidental. Como consecuencia de la actividad erosiva de los ríos en sus nacientes, presentan sección de tipo en "U"



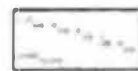
ZONA DE ALTA  
CORDILLERA



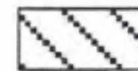
ZONA DE  
ALTIPLANICIE



ZONA DE FUERTE  
DISECCION Y VALLES



ZONA DE LOMAS  
Y VALLES ESTRECHOS



ZONA DE VALLES  
AMPLIOS Y LOMAS



ESCALA GRAFICA

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS DEL CUADRANGULO DE  
CHULCA - CAYARANI

FIGURA 3

la cual cambia progresivamente aguas abajo a una sección transversal en "V", por lo general atraviesa rocas volcánicas de la Formación Alpbamba.

### 2.3.3 LOMAS Y VALLES ESTRECHOS.

En el cuadrángulo de Chulca esta sub-unidad se encuentra situada en el flanco norte de la alta cordillera, con altitudes que van de los 4000 a los 4600 m.s.n.m., es una zona compuesta por cerros con relieve suave a manera de lomas debido a la poca dureza de las rocas volcánicas principalmente tobas. Esta zona está disectada por 4 valles que corren hacia el norte, estos mismos son encañonados y más profundos (paredes de 400 a 600 m de alto), sus flancos son muy empinados y a veces con farallones, el fondo de estos valles cuentan con terrazas hasta en más de tres niveles, cuentan con cursos de agua permanente que proviene de los deshielos de los nevados de la alta cordillera.

En el cuadrángulo de Cayarani esta sub-unidad comprende las estribaciones orientales de la Cordillera Occidental, se encuentra inmediatamente a continuación de la zona de alta cordillera, sus alturas varían entre los 4,200 a 4,800 sus principales valles están formados por los ríos Ranrapata, Yavina, Jaraucata, Cuatro Esquinas, Huancarama, estos corren hacia una dirección noreste, formando valles estrechos como el río Huarajo, Tocuta, Collpa, Santo Tomás. A pesar de su relieve accidentado en la parte sureste llega a formar pequeñas lomas irregulares como las de Huilcho, Puca Puca, Poncho, Umachaccha, Tesque, Yanamojo, formadas en las secuencias Volcánicas del Barroso inferior, así también en la parte central superior límite con el cuadrángulo de Santo Tomás aparecen lomas como la de Acuyauca, Pampa de Pacopampa, construidas en las lavas del Barroso Inferior.

### 2.3.4 VALLES AMPLIOS Y LOMAS

Esta sub-unidad geomorfológica se encuentra ubicada en el extremo noreste del cuadrángulo de Cayarani, el valle más importante lo constituye el río Cayarani, que en su trayecto forma mesetas aluviales con inclinación hacia el norte, en su primer tramo este valle presenta una dirección preferencial de sur a norte para luego incursionar al cuadrángulo de Velille con una dirección hacia el noreste; hacia el norte de esta sub unidad geomorfológica se encuentran promontorios continuos que desarrollan superficies de formas suavemente onduladas con altitudes entre los 4000 a 4200 m, son laderas con pendientes suaves y de litología granítica, que por meteorización han desarrollado suelos aprovechables para la agricultura.



### 3 ESTRATIGRAFIA.

#### 3.1 GENERALIDADES.

La cronología de los eventos que han dado lugar a la secuencia estratigráfica observable en los cuadrángulos de Orcopampa y Cotahuasi (Fig 4), data desde el Jurásico superior al Cuaternario reciente. De manera general, es posible distinguir una secuencia de fácies sedimentarias plegadas y una secuencia de fácies volcánicas levemente deformadas e intruidas por fácies subvolcánicas de naturaleza cada vez mas ácida y en algunos casos fácies plutónicas

En el área de estudio que comprende los Cuadrángulos de Chulca y Cayarani afloran rocas de edad Mesozoica y Cenozoica (fig 5).

El Mesozoico esta representado por la Formación Socosani (Jurásico inferior), Grupo Yura, (Jurásico medio y superior), Formaciones Murco (Cretácico inferior) y Arcurquina (Cretácico superior).

El Cenozoico esta constituido por rocas volcánicas; comienza con el Grupo Tacaza, las Formaciones Alpabamba, Aniso y por ultimo el Grupo Barroso.

También se presentan intrusiones de rocas plutónicas y subvolcánicas como pórfidos andesíticos.

#### 3.2 UNIDADES ESTRATIGRAFICAS.

Las fácies sedimentarias se encuentran expuestas al sur del cuadrángulo de Orcopampa y en la parte central oeste del cuadrángulo de Cotahuasi. Están constituidas por la Formación Socosani, el Grupo Yura, las formaciones Murco y Arcurquina y subyacen a los volcánicos paleógenos en marcada discordancia angular.

##### 3.2.1 FORMACIÓN SOCOSANI

W. Jenks (1948), V. Benavides (1962), L.Vargas (1970). Un pequeño afloramiento de calizas ubicado en la parte este de la localidad de Chachas, pareciera confirmar la presencia de la Formación Socosani al sur del cuadrángulo de Orcopampa

Litológicamente el pequeño afloramiento esta constituido por calizas de color gris oscuro intercaladas con algunas capas delgadas de lutitas negras con nódulos calcareos y areniscas de color gris claro.

Sus relaciones de yacencia no son bien definidas. Particularmente el contacto inferior no es observable, en tanto que, el contacto superior, es concordante con las areniscas de la Formación Puente y discordante con las fácies volcánicas del Miembro santa Rosa (Grupo Tacaza)

Aflora también en el extremo norte del Cuadrángulo de Chulca en el río Seguíña, se trata de una sucesión de lutitas negras laminares, en las que intercalan capas de calizas negras y algunas areniscas finas de colores grises, se presentan también paquetes de lutitas negras carbonosas con nódulos y fósiles.

La Formación Socosani ha sido asignada al Jurásico inferior por Jenks (1948), V. Benavides (1962), L. Vargas (1970), Vicente et.al. (1979), determinándose los pisos Toarciano- Bajociano, la cual se considera para el área de estudio.

**COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA DE LOS CUADRANGULOS DE ORCOPAMPA Y COTAHUASI**

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS		LITOLOGIA	DESCRIPCION	
<b>CENOZOICO</b>	<b>CUATERNARIO</b>	<b>HOLOCENA</b>	<b>Gpo. Andahua</b>			Conos de ceniza y escorias, lavas traquandesiticas vesiculares gris oscuro a negras	
			Disc. Eros.				
			<b>Dep. Aluviales</b>			Gravas, arenas y limos cubiertos por vegetación	
		<b>PLEISTOCENA</b>	<b>Dep. Fluvioglaciaarios</b>			Gravas en matriz arenosa	
			<b>Dep. Morrenicos</b>			Fragmentos volcánicos en matriz limo arcillosa	
			Disc. Eros.				
	<b>NEOGENO</b>	<b>PLIOCENA</b>	<b>Gpo. Barroso</b>			Lavas andesiticas, gris-oscuras afaniticas	
			Disc. Eros.				
			<b>Fm. Sencca / Fm. Arma</b>	150		Toba gris clara ligeramente rosada, dacitica poco compacta Piroclastos daciticos estratificados, tobas e ignimbritas daciticas grises a marrones	
		<b>MIOCENA</b>	<b>Grupo Sillapaca</b>				Aglomerados Volcanicos
			Disc. Ang.				
			<b>Formacion Alpacabamba</b>	<b>Miembro Alpacabamba 2</b>	200		Tobas retrabajadas, arenas tobaceas y cineritas estratificadas
				<b>Miembro Alpacabamba 1</b> <b>Unidad Parihuana</b>	800		Tobas daciticas brechoides Tobas soldadas gris claro-amarillo
			Disc. Eros.				
			<b>Fm. Ichucollo</b>		200		Aglomerados y lavas andesiticas grises a verdes
			<b>Gpo. Tacaza</b> <b>Fm. Orcopampa</b>	<b>Miembro Aycaje</b>	500		Andesitas grises porfiriticas
	<b>Miembro Manto</b>	800			Tobas e Ignimbritas gris claras a gris amarillas		
	<b>Miembro Sta. Rosa</b>	1000			Aglomerados, brechas de flujo y lavas gris oscuras, gris claras, gris verdosas, gris violaceas y gris amarillentas		
	Disc. Ang.						
	<b>MESOZOICO</b>	<b>CRETACEO</b>	<b>SUPERIOR</b>	<b>Fm. Arcurquina</b>	500		Calizas grises fosiliferas con nódulos de chert y venillas de yeso
<b>INFERIOR</b>			<b>Fm. Murco</b>		500		Areniscas y lutitas rojo purpuras, con capas de Yeso e intercaladas con limolitas
			<b>Fm. Hualhuani</b>	400		Cuarcitas, cuarzoarenitas y areniscas gris claro a blanco amarillentas	
<b>JURASICO</b>		<b>SUPERIOR</b>	<b>Gpo. Yura</b>	<b>Fm. Labra</b>	400		Intercalaciones de areniscas grises claras, limolitas y calizas gris claro amarillentas
				<b>Fm. Cachios</b>	200		Lutitas oscuras, limolitas y lutitas carbonosas,
		<b>MEDIO</b>	<b>Fm. Puente</b>	250		Lutitas oscuras con areniscas grises	

FIGURA 4

## COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA DE LOS CUADRANGULOS DE CHULCA Y CAYARANI

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	LITOLOGIA	DESCRIPCION	
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENA	Cuaternario Aluvial		Gravas y Arenas	
			Morrenas		Bloques, gravas y arcillas	
		PLEISTOCENA	Formación Sto. Tomas		Lavas Andesíticas Basálticas	
			Disconformidad			
			Estrato Volcán		Lavas Andesíticas	
		PLIOCENA	GRUPO BARROSO	Disconformidad		
	Formación Barroso 3				Andesitas plomizas a Olivinos	
	Formación Barroso 2				Andesitas	
	Formación Barroso 1				Tobas blancas	
	Disconformidad					
	Fm. Aniso			Tobas retrabajadas, volcarenitas		
	MIOCENA	Formación Alpabamba	Alpabamba 2		Tobas dacíticas	
			Alpabamba 1		Tobas retrabajadas, volcarenitas, tobas	
			Disc. Angular			
		Grupo Tacaza	Formación Ichucollo		Lavas Andesíticas, aglomerados	
			Formación Orcopampa		Tobas retrabajadas, volcarenitas, conglomerados	
			Disc. Angular			
	MESOZOICO	CRETACEO	Superior	Cenozoico Albiano	Formación Arcurquina	
Inferior			Apino Neocenoico	Formación Murco		Lutitas rojas, conglomerados, areniscas
Neocenoico			Fm. Hualhuani		Cuarciarenitas limpias	
JURASICO		Superior	Titoniano	Fm. Gramadal		Lentes de calizas y lutitas negras
			Fm. Labra		Cuarciarenitas grises con estratificación sesgada, algunas capas de lutitas	
			Fm. Cachios		Lutitas negras algunas delgadas capas de areniscas finas	
			Fm. Puente		Alternancia de areniscas y lutitas negras	
Medio		Caloviano Bathoniano	Fm. Socosani		Lutitas negras y calizas	
Bajociano		Fm. Socosani		Lutitas negras y calizas		

FIGURA 5

### 3.2.2 GRUPO YURA

(Esta unidad Estratigráfica ha sido estudiada por diferentes autores esencialmente en el cuadrángulo de Arequipa, W. Jenks (1948) , V. Benavides (1962), L. Vargas (1970) y posteriormente J.C. Vicente et. al. (1979) realiza un estudio regional de las unidades Jurásicas-Cretácicas en el sur del Perú , el cual ha permitido avanzar en la nomenclatura y datación de estas unidades, que será utilizada en el presente informe.

En el cuadrángulo de Orcopampa, las rocas del Grupo Yura se encuentran principalmente en los alrededores de las localidades de Andagua, Chachas, Chapacoco y Chilcaymarca, también se encuentran en la quebrada Allhuire, al este del volcán Anchajollo y Mina Santa Rosa, entre otros. En el cuadrángulo de Cotahuasi, se encuentran mayormente al sur y suroeste de la ciudad de Cotahuasi entre las localidades de Cachana, el Toro y la catarata de Sipia, un afloramiento pequeño se encuentra también en la parte superior del río Pampamarca cerca del límite norte con el cuadrángulo de Chulca.

Los afloramientos aquí referidos, forman escarpas prominencias en el terreno y son fácilmente diferenciables por su topografía agreste. Por lo general, la mayor parte de los afloramientos se presentan en forma incompleta y tectónicamente muy afectados, por esta razón, es un poco difícil precisar en algunos casos, sus grosores y sus relaciones de yacencia.

Otros afloramientos de este Grupo se sitúan en el extremo noroeste del Cuadrángulo de Chulca entre la quebrada Sillajasa y el cerro Huashua, estos mismos son de pequeña extensión y constituyen el extremo sur de amplios afloramientos en el Cuadrángulo de Antabamba.

#### 3.2.2.1 FORMACION PUENTE.

La Formación Puente, en el cuadrángulo de Orcopampa, se encuentra al oeste de la localidad de Chachas constituyendo la base de la secuencia del afloramiento, sus relaciones de sobreyacencia no son observables, en cambio, sus relaciones de infrayacencia es concordante con la Formación Cachios.

La litología esta definida por areniscas cuarcíticas gris verdosas en superficie fresca, por meteorización presentan una coloración marrón claro a pardusco, por lo general son de grano muy fino y se disponen en estratos delgados (ocasionalmente gruesos), los cuales intercalan con finas capas de lutita gris oscura con coloraciones verdosas. El grosor del afloramiento en el cerro Jollevirca (oeste de la localidad de Chachas) se estima en 250 m.

En el cuadrángulo de Chulca aflora entre la quebrada Sillajasa , río Yanahurajo y cerro Aycho. Se encuentra suprayaciendo a la Formación Socosani, presentándose plegada en una serie de anticlinales y sinclinales algo apretados. Se trata de una sucesión rítmica de areniscas verdosas y grises de grano fino a medio con intercalaciones de lutitas negras y grises laminares, esta unidad ha sido asignada a la serie Jurásica Media ( Caloviano medio).

#### 3.2.2.2 FORMACION CACHIOS.

Al igual que en el caso anterior, la Formación Cachios, se encuentra también únicamente en el afloramiento antes descrito, sobreyace e infrayace concordantemente a las formaciones Puente y Labra respectivamente, su grosor es delgado alcanzando un valor promedio de 200 m.

Litológicamente escapa en cierta medida del patrón litológico típico, está constituida por lutitas con algunas intercalaciones de areniscas un tanto cuarcíticas. Las lutitas son carbonosas, presentan una coloración que varía de un matiz gris verdoso hasta negro, tienen buena fisilidad y se acomodan

intercalando a los bancos areno-cuarcíticos en mantos delgados, mostrando esquistocidad, pequeñas venas de calcita, grado medio de destrucción y disminución marcada en forma gradual hacia los niveles superiores.

En el cuadrángulo de Chulca se presenta en la margen derecha del río Seguiña, en el Cerro Cuatro. Esta unidad tiene un grosor aproximado de 300 m. , esta compuesta por una sucesión de lutitas negras y grises en las que se intercalan delgadas capas de areniscas grises de grano fino a medio . Esta Formación ha sido asignada a la serie Jurásica media a superior (Caloviano – Oxfordiano).

### 3.2.2.3 FORMACION LABRA

En el cuadrángulo Orcopampa, la Formación Labra, se expone tanto en el afloramiento antes señalado (oeste de Chachas), así como, en los alrededores de la localidad de Chapacoco y proximidades de Chilcaymarca. En el afloramiento ubicado al oeste de Chachas, se encuentra en la parte superior de la secuencia, dentro de esta condición, su contacto inferior es concordante con la Formación Cachios en tanto su contacto superior no es observable. En la localidad de Chapacoco constituye en cambio la base del afloramiento, dentro de esta condición, su contacto inferior no es observable, en tanto que, su contacto superior es concordante con la Formación Hualhuani. En el cuadrángulo de Cotahuasi, la Formación Labra, es posible observarla en los alrededores de la catarata de Sipia ubicada al suroeste de la ciudad de Cotahuasi (Foto N° 1), en esta parte se encuentra en el fondo del valle (Cañón del río Cotahuasi), dentro de esta condición, su contacto inferior no es posible observarse, en cambio su contacto superior es concordante con la formación Hualhuani.

El grosor aproximado del afloramiento se estima en unos 400 m. y su litología esta definida por areniscas de color gris claro a ligeramente rosáceas en superficie fresca, por meteorización presentan coloraciones amarillento-rojizas, son de grano fino a medio y se disponen en estratos delgados a medianos (ocasionalmente gruesos), intercalados con delgadas capas de lutita gris oscuras (en algunos casos abigarrada) y ocasionalmente margas y calizas de color marrón a pardas.

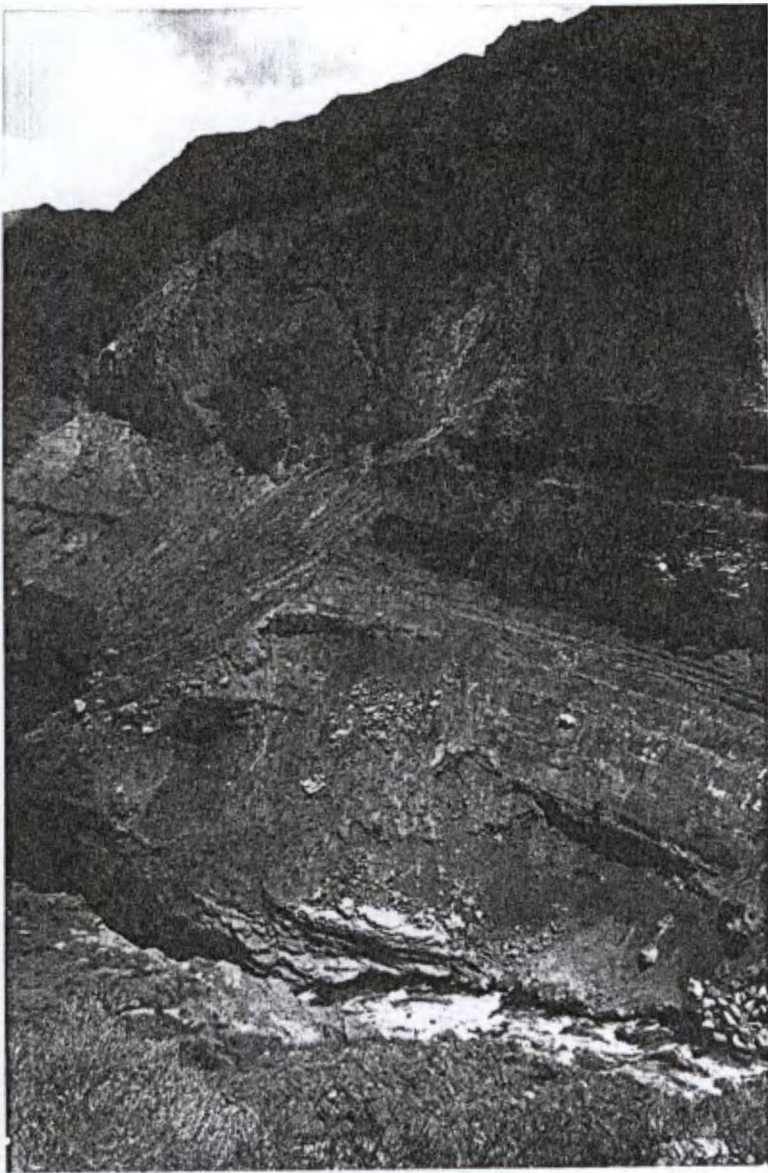
En el cuadrángulo de Chulca aflora en una franja en la falda Oeste de cerro Huashua, Esta constituida por aproximadamente 700 m. de una sucesión de areniscas grises a blancas, de grano fino a medio, la estructura interna de los estratos es la laminación plano paralela y la estratificación sesgada, los estratos se disponen en secuencias estrato crecientes hacia arriba, se presentan también intercalaciones de delgadas capas de lutitas negras y grises. La unidad ha sido asignada a la serie Jurásica superior (Kimmeridgiano – Titoniano).

### 3.2.2.4 FORMACIÓN GRAMADAL.

En el cuadrángulo de Chulca, se presenta en una angosta franja que cruza por cerca de la cumbre del cerro Huashua con una dirección noroeste-sureste, con un grosor de menos de un centenar de metros esta unidad esta compuesta por lutitas negras y grises , en las que intercalan capas de calizas grises en estratos lenticulares . La edad que se le ha asignado corresponde a la serie Jurásica superior (Titoniano)

### 3.2.2.5 FORMACION HUALHUANI.

La Formación Hualhuani, se presenta tanto en el cuadrángulo de Orcopampa como en el cuadrángulo de Cotahuasi. En Orcopampa, se encuentra en la localidad de Chapacoco constituyendo la parte superior del afloramiento, su contacto inferior es concordante con la Formación Labra en tanto que sus contacto superior es discordante con el Grupo Tacaza. En el cuadrángulo de Cotahuasi, se encuentra en la localidad de Cachana ubicada al sureste de la ciudad



1.- Grupo Yura (Formación Hualhuani) en contacto con el flujo de lodo Ubicado cerca a la catarata Sipia al SO de la localidad de Cotahuasi



2.- Cuarcitas de la formación Hualhuani, cerro Jatunquilcasa, vista hacia el NO, Cuadrangulo de Chulca

de Cotahuasi, así como en la localidad de el Toro y en los alrededores de la catarata de Sipia ( Foto N°1).

La litología de esta formación es un tanto monótona en todos los afloramientos antes citados. Esta constituida básicamente por cuarcitas, las cuales, presentan coloraciones que varían del gris claro (blanquecino) al gris pardusco en fractura fresca y tintes amarillentos a rosado pardusco en superficie meteorizada; ocurren en bancos de 0.60 m. hasta 0.80 m. de grosor y ofrecen un grado de compactación y cohesión considerable. Una muestra de mano, revela una textura constituida por granos de cuarzo, subredondeados y a veces también facetados, de tamaño fino a medio y englobados en escasa matriz algo arcillosa.

La mayoría de los afloramientos tanto en el cuadrángulo de Orcopampa como en el de Cotahuasi se presentan generalmente incompletos, sin embargo, la única sección que se presenta en forma completa es la que se encuentra en el paraje de la catarata de Sipia donde alcanza los 400 m aproximadamente.

**Contenido Fosilífero.-** Tanto las areniscas como las lutitas, presentan una flora constituida por restos de Equizetales, mal conservados y de diverso tamaño, no ha sido posible encontrar contenido fosilífero de mayor valor paleontológico.

Aflora también en la parte Norte del Cuadrángulo de Chulca en el cerro Huashua, en la margen izquierda del río Parco y en los alrededores de las lagunas de Chiclococha, Llanacocha y Morococha (Foto N° 2) y en un muy reducido afloramiento en el cerro Angosto al sur de la laguna de Huanzo.

Se trata de 200 m. de areniscas de grano medio, subredondeadas, bien clasificadas de color gris claro, la estructura interna es generalmente estratificación sesgada de alto ángulo, son notorias también estructuras de canales; el grosor de los estratos varía de 30 a 50 cm. y generalmente se encuentran asociados en secuencias estrato creciente hacia arriba.

Esta unidad esta recubierta por el Grupo Tacaza, y en algunos lugares se le observa con fuertes oxidaciones como en las nacientes de la quebrada Casilla.

En esta unidad no se han encontrado fósiles, se le ha reconocido como Formación Hualhuani por sus características sedimentarias, a esta unidad se le asigna una edad Cretácica inferior (Neocomiano).

### 3.2.3 FORMACIÓN MURCO.

W. Jenks (1948) y V. Benavides (1962). Los afloramientos de esta unidad, ocurren también en forma limitada por las partes central y suroeste del cuadrángulo de Orcopampa, se la observa en las proximidades de Chapacoco, Chilcaymarca, Panahua, mina Santa Rosa, Misahuanca y en la margen derecha del río Sanjollota (Foto N° 3). Particularmente, en Panahua y Palcuyoc, la Formación Murco se encuentra en la parte media del afloramiento, aquí sus relaciones de sobreyacencia e infrayacencia es concordante con las formaciones Hualhuani y Arcurquina respectivamente; en cambio, al sur de Chilcaymarca, la Formación Murco se encuentra en la parte superior del afloramiento, sus condiciones de sobreyacencia es concordante con la Formación Hualhuani, en tanto que su contacto superior es discordante con el Miembro Manto del Grupo Tacaza. En el cuadrángulo de Cotahuasi su extensión es también limitada, se encuentra al oeste de la ciudad de Cotahuasi sobre las márgenes derecha e izquierda del valle del río Cotahuasi; en la margen derecha sus condiciones de yacencia es en franca concordancia tanto en su contacto inferior con la Formación Hualhuani como con su contacto superior con la Formación Arcurquina; en la



3.- Vista al NE Rio Sanjollota – Orcopampa. Contacto entre la Formación Arcurquina y la Formación Murco



4.- Areniscas y conglomerados de la Formación Murco. Cerro Huancayosayhua, vista hacia el NO, Cuadrangulo de Chulca



margen izquierda, las condiciones varían, su contacto inferior es concordante con la Formación Hualhuani, en cambio, su contacto superior es discordante con la Formación Alpbamba.

Por lo general, estos afloramientos forman expresiones suaves en el terreno. Su litología está definida por una secuencia de color rojizo constituida mayormente por lutitas abigarradas, interestratificadas con areniscas rojo violáceas de grano fino a grueso y lutitas púrpura; en menor proporción, se presentan fácies conglomerádicas de gránulos y guijarros.

El grosor completo de esta formación es difícil de precisar, debido a la forma incompleta como se presentan los afloramientos. De manera general, se puede señalar que las secciones aflorantes en el paraje de la catarata de Sipia (cuadrángulo de Cotahuasi) alcanzan grosores que varían entre 400 y 600 m. aproximadamente.

**Contenido Fosilífero.-** No se ha podido contar con fósiles que permitan asignarle una datación exacta.

Afloramientos de pequeña extensión se presentan en la parte central norte del Cuadrángulo de Chulca, conforma una franja que corre por la margen derecha del río Parco, en las nacientes de las quebradas Millocagua (Foto N° 4), Anacocha, por los cerros Mallmaya y Chachani.

En una sección estudiada en la quebrada Anacocha de 180 m de grosor, esta compuesta a la base por lutitas, areniscas finas y algunas capas de espesor centimétrico de calizas grises; continúan volcarenitas de color verde, estas así mismo son sobreyacidas por conglomerados en capas métricas, el tamaño de clásto promedio es de 5 a 10 cm. de diámetro, subredondeados a redondeados, vienen enseguida volcarenitas verdes de grano grueso, subangulosos en capas de 10 – 30 cm. , la parte superior de esta Formación está compuesta por conglomerados en capas métricas, con notorias estructuras de canal; el tamaño de clásto promedio es de 10-20 cm. existiendo clastos de más de 30 cm. de diámetro, los clastos son subredondeados a redondeados su litología es su totalidad son rocas volcánicas (andesitas, ignimbritas).

No se ha encontrado fósiles se ha reconocido por su posición estratigráfica que sobreyace a la Formación Hualhuani. J.Caldas en el cuadrángulo de Huambo la asigna a la serie Cretácica inferior ( Neocomiano superior – Aptiano).

### 3.2.4 FORMACIÓN ARCURQUINA.

W. Jenks (1948), V. Benavides (1962). Al igual que las anteriores fácies sedimentarias, la exposición de la Formación Arcurquina es limitada en el cuadrángulo de Orcopampa, se presenta en Panahua, al NE de Andagua en el flanco norte del cerro Huano Panco (Foto N°5) y Palcuyoc, En Panahua, su contacto inferior es concordante con la Formación Murco, en tanto que, su contacto superior no es observable; al NE de Andagua, su contacto inferior no es observable, en cambio, su contacto superior es discordante con las fácies ignimbriticas del Miembro Manto del Grupo Tacaza; en Palcuyoc, esta unidad sobreyace en concordancia a la Formación Hualhuani e infrayace parcialmente a la Formación Alpbamba y Grupo Tacaza. En el cuadrángulo de Cotahuasi, la Formación Arcurquina alcanza regular extensión, se presenta en los alrededores de la ciudad de Cotahuasi principalmente por la margen derecha del cañón, también se encuentra en las localidades de Pampamarca, Taurisma ( Foto N° 6), entre otros. En casi todos los afloramientos de los flancos del cañón no es posible observarse el contacto inferior, salvo en el paraje de la catarata de Sipia y en la margen izquierda de la quebrada de Andamarca donde reposa sobre la Formación Murco; en cambio, su contacto superior está definido por una franca discordancia angular con el Grupo Tacaza y la Formación Alpbamba.

Por lo general, la litología de la Formación Arcurquina es casi uniforme en todos los afloramientos está constituida por una gruesa secuencia de calizas las cuales alternan con delgas capas de



5.- Vista al NW Cerro Huano Panco - Orcopampa, contacto de las calizas Arcurquina (parte superior) y el afloramiento de la Formación Murco (parte inferior)



6.- Calizas Arcurquina en contacto con el volcánico Tacaza al NE de la localidad de Taurisma, Cotahuasi

areniscas calcáreas y horizontes de Chert. Las calizas son de color gris azuladas a gris claro y se disponen generalmente en bancos gruesos y competentes de 0.80 hasta 2 m. de grosor, en algunos casos presentan texturas muy brechoides y por lo general muestran abundantes manchas amarillas y rosadas. El grosor de la secuencia calcárea de la Formación Arcurquina se estima en unos 500 m.

Estructuralmente, se encuentra constituyendo principalmente el núcleo de las estructuras anticlinales y sinclinales desarrolladas en esta parte. Particularmente en el sector meridional de la hoja de Orcopampa, ocurren afloramientos dispersos, en especial, en la margen occidental del río Ocoruro y en las proximidades del caserío de Panahua. En la quebrada Tintayquisma el tope de la formación esta compuesto por calizas brechosas grises muy replegadas, conteniendo Knemiceras, terminan cubiertas, por la Formación Hualhuani en contacto anormal.

Contenido Fosilífero.- Las calizas presentan fósiles principalmente de equinoideos y ammonites y están asociadas con abundantes nódulos de chert de colores mayormente negros, marrones y beige. Particularmente, en la zona de Andagua, se ha encontrado abundante fauna, principalmente el equinodermo Pseudodiadema del Albiano (J. Portocarrero, 1960).

Se presenta también en pequeños y aislados afloramientos en la parte norte del Cuadrángulo de Chulca en la margen derecha del río Parco, en el Cerro Chancara, en la margen derecha de la quebrada Ancoripayoc, también se presenta en el cuadrángulo de Cayarani, en un pequeño afloramiento al norte del caserío de Senjapalla. Los afloramientos presentan secciones muy incompletas y tectonizadas. Se trata de calizas de color gris, muy recristalizadas y fracturadas y atravesadas por frecuentes venillas de calcita.

Sin embargo se puede ver de manera muy esporádica de que se trata de calizas micríticas en capas de 20-40 cm. con contenido de restos de conchas de pelecípodos y gasterópodos. Este episodio carbonatado ampliamente distribuido en el sur del Perú ha sido datado por V. Benavides en el Cuadrángulo de Arequipa como perteneciente a la serie Cretácica superior (Albiano- Cenomaniano probable extensión al turoniano)

### 3.3 UNIDADES VOLCÁNICAS.

La secuencia de la actividad volcánica para el área de Orcopampa, se data desde el Paleógeno medio (Mioceno) y se prolonga intermitentemente hasta tiempos recientes, mostrando cada vez un nivel decreciente en su manifestación. Sus productos eyectados están constituidos por brechas de flujo, tobas y derrames lávicos de naturaleza andesítica, dacítica, traquiandesítica y conforman un grueso manto compacto que yace sobre un substratum sedimentario plegado y fallado del mesozoico antes descrito.

#### 3.3.1 GRUPO TACAZA.

Newell (1948). El Grupo Tacaza, constituye la unidad litoestratigráfica de mayor desarrollo dentro de los cuadrángulos de Orcopampa y Cotahuasi, abarcan aproximadamente el 40% del área cartografiada desde los 3900 hasta los 5500 m.s.n.m. y se extienden fuera del área por grandes distancias. En el cuadrángulo de Orcopampa, estas fácies fueron descritas por J.Caldas (1993) bajo la denominación de Formación Orcopampa, en tanto que, en el cuadrángulo de Cotahuasi han sido descritas con el nombre genérico de Grupo Tacaza y en algunos casos como volcánico Cotahuasi.

En el cuadrángulo de Chulca aflora en la parte norte donde se encuentra en discordancia angular sobre las unidades mesozoicas, en el cuadrángulo de Cayarani se presenta bien expuesto en la parte norte y sur. En ambos cuadrángulos se ha podido reconocer dos secuencias en base a sus características litológicas separándolas en dos formaciones, la inferior denominada Formación

Orcopampa que presenta una secuencia tobácea y conglomerádica y la superior más lávicas denominada Formación Ichucollo.

### 3.3.1.1 FORMACIÓN ORCOPAMPA.

J.Caldas (1993). Las fácies de la Formación Orcopampa constituyen la primera manifestación del intenso volcanismo que afectó a la región y constituyen el volumen más cuantioso depositado en mantos extensos. Estos aspectos, junto a la inexistencia de huellas de conos volcánicos asociados a estos productos, fortalecen en definitiva la explicación de su origen fisural, sin embargo, la ubicación posible de estas fisuras lineales o ejes de eyección volcánica, es un tanto problemático determinarlas.

La litología de la secuencia, esta constituida por la alternancia de tobas, brechas de flujo (aglomerados) y flujos de lava de composición andesítica, dacítica, riolítica y riodacítica con la participación ocasional de marcados horizontes de fácies sedimentarias continentales constituidas principalmente por lutitas tobáceas, cineritas, calizas y conglomerdos de extensión reducida. Estos materiales, que de manera significativa reflejan las repetidas alternancias de erupciones tanto efusivas como explosivas y periodos calmos de sedimentación y que ocurrieron durante un período geológico mas o menos largo, se acomodan en bancos gruesos, pseudo estratiformes y lenticulares, mostrando en algunos casos una significativa horizontalidad y en otros buzamientos promedio de 10° a 13° principalmente al NNE. Por efectos de meteorización, exhiben generalmente coloraciones rojizas, violáceas, moradas, amarillentas, verdosas, entre otras. Localmente y de acuerdo con las labores de la mina Orcopampa, se han diferenciado dentro de la Formación Orcopampa los siguientes miembros:

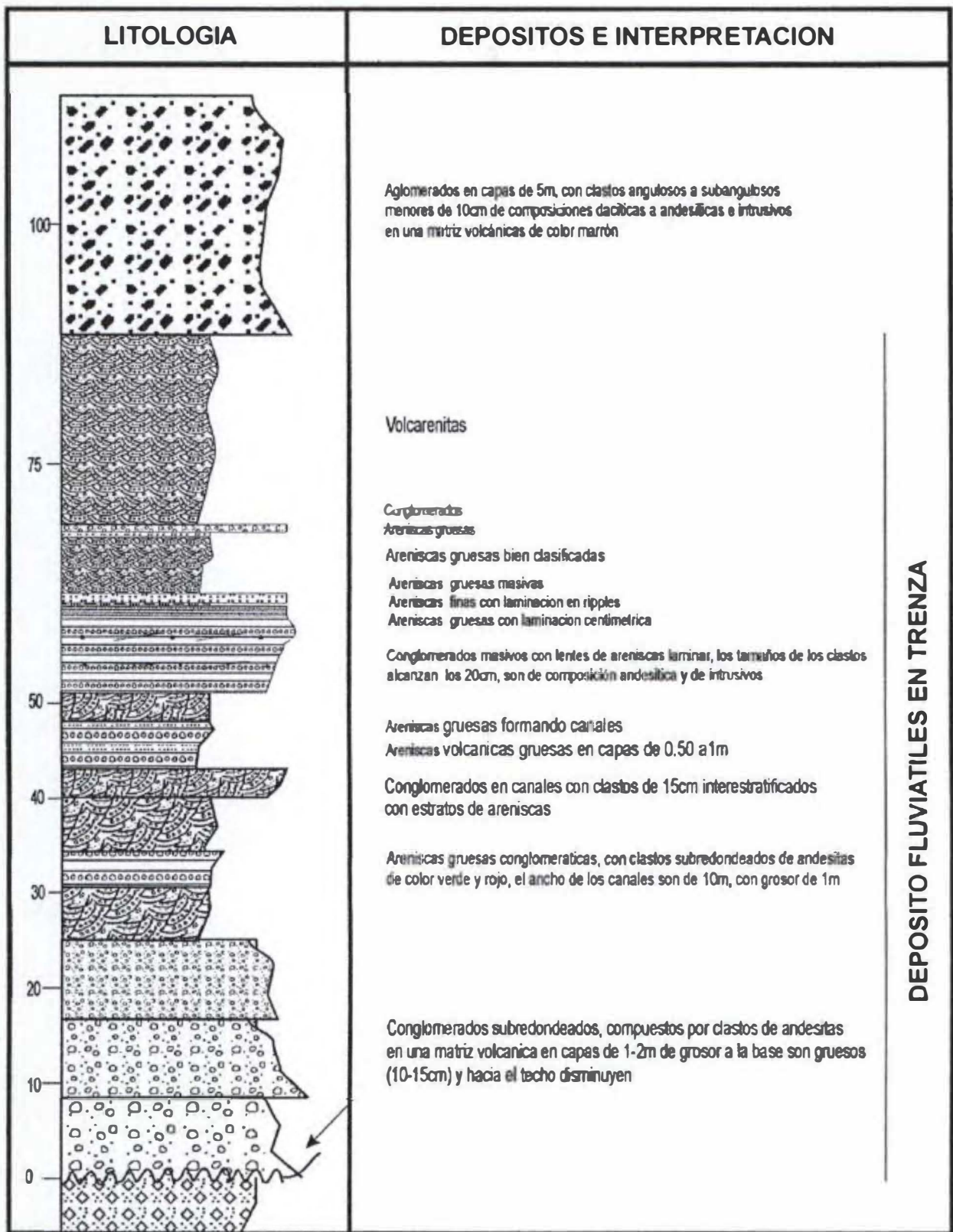
En el cuadrángulo de Cayarani se presenta en el sector norte en los alrededores del paraje de Anchayaque, donde se observa a la base unas tobas de color gris no muy endurecidas compuestas por clástos volcánicos andesíticos intercalados con sedimentos conglomerádicos. Estas mismas fácies continúan a lo largo del río Cayarani llegando hasta el pueblo de Alja Victoria, donde las fácies se hacen más conglomerádicas (Foto N° 7) en estratos métricos, son de color violáceo contienen clástos de tobas grises a blancas cuyos tamaños son menores de 60 cm. , también se encuentran clástos andesíticos afíricos de colores rojizos y grises, envueltos en una matriz volcánica sedimentaria de color violeta.

Otros afloramientos que representan a esta unidad se encuentran al sur de Huataca su grosor es de aproximadamente 120 m. (Fig. N° 6) litológicamente esta constituida a la base por conglomerados subredondeados en capas métricas, los elementos líticos son pórfidos andesíticos de diámetro que varían de 10 a 15 cm. hacia arriba continua con intercalaciones de areniscas gruesas a conglomeradicas, estas mismas están constituidas por granos de feldespatos, cuarzo subredondeados en una matriz areno tobácea, los elementos líticos del conglomerado son andesitas con diámetros de hasta 15 cm. muestran buena estratificación están bien compactas formando estructuras sedimentarias de erosión como canales. El ambiente de sedimentación indica depósitos fluviales en trenza.

Todo este conjunto de rocas esta afectado por una fuerte alteración hidrotermal que ha dado lugar a la Formación de Yacimientos epitermales de oro y plata que están en una etapa de exploración en los alrededores de Alja Victoria.

Por la similitud de fácies en el cuadrángulo de Velille además existen edades radiométricas que fluctúan entre los  $18.9 \pm 0.4$  a  $19.1 \pm 0.3$  Ma. ( Mioceno inferior) en los alrededores de la Mina Orcopampa Noble (1974), se les a dado los mismos nombres así como su edad.

Se han diferenciado dentro de la Formación Orcopampa los siguientes miembros:

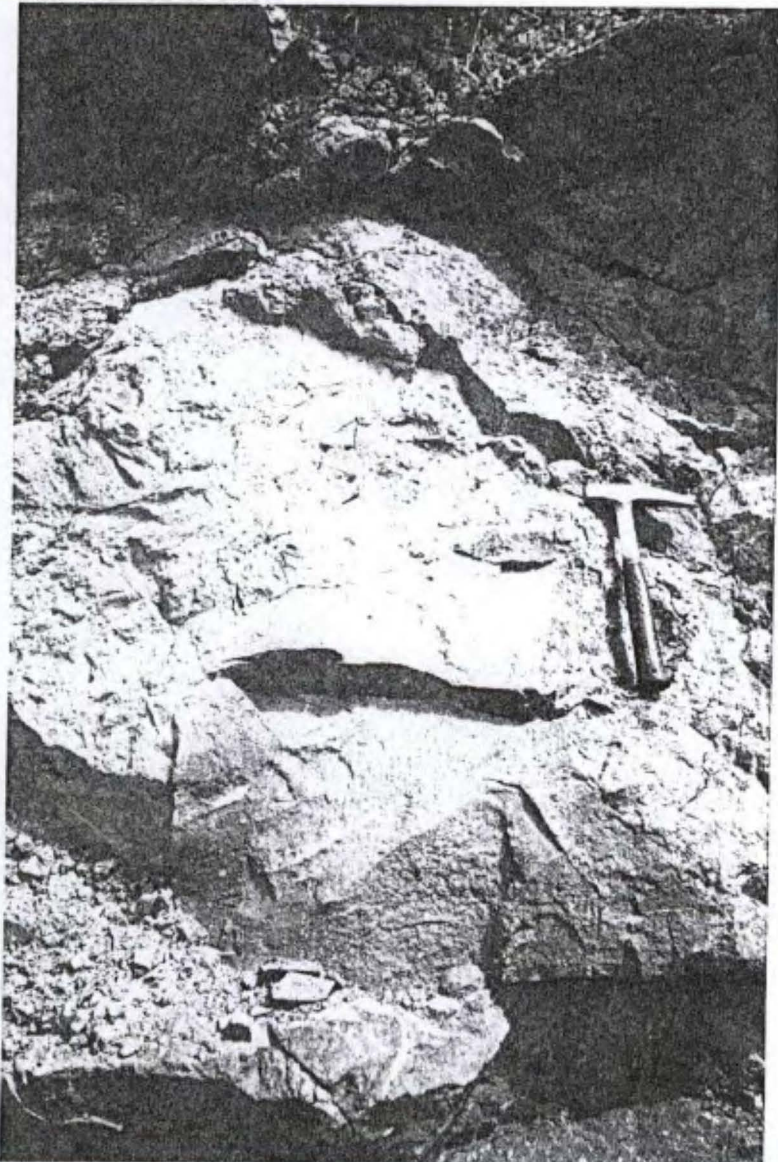


DEPOSITO FLUVIATILES EN TRENZA

**FIGURA Nº 6**  
**COLUMNA LITOESTRATIGRAFICA DE LA FORMACION ORCOPAMPA**  
**(Grupo Tacaza inferior) LEVANTADA AL SUR DE HUATACA**  
**(Cuadrángulo de Cayarani)**



7.- Conglomerados de la Formación Orcopampa, en Alja Victoria, Cuadrangulo de Cayarani, vista hacia el Oeste



8.- Afloramiento de aglomerado volcánico ubicado en la localidad de Tomepampa-Cotahuasi, perteneciente al Miembro Sta. Rosa del Grupo Tacaza.

### **A) MIEMBRO PISACA.**

Las tobas del Miembro Pisaca constituyen las rocas más antiguas de la secuencia y son reconocidas solamente en las labores mineras de la mina Orcopampa, afloramientos pequeños no cartografiados a la escala del presente trabajo se encuentran típicamente en los alrededores de Huancarama y Allhuire. La base, muestra una coloración blanco amarillenta y está compuesta por tobas que muestran avanzado grado de alteración (caolinización de feldespatos), hacia la parte superior, la tonalidad cambia a un color blanco amarillento con matices rojizos y esta constituida por delgados estratos lapillíticos compactos. Se trata de tobas riolíticas, dacíticas y riódacíticas y alcanzan un grosor aproximado de 250 a 400 m. Estas tobas revisten especial importancia porque en ellas se encuentran buena parte de la mineralización del yacimiento Orcopampa. En fractura fresca, son de color gris claro a blanquecino, por meteorización muestran una coloración gris pardusco. El análisis mineralógico, reporta la presencia de un 20% de fenocristales envueltos en una matriz afanítica (micro granular), siendo los más abundantes las plagioclasas y luego el cuarzo, en menor proporción (5 %) se encuentran la biotita y la hornblenda, siendo menos abundante esta última, en algunos casos, puede ser el único mineral ferromagnésico importante presente; óxidos de hierro y titanio siempre están presentes. De manera general, los feldespatos muestran un proceso de caolinización.

Edad.- Una datación radiométrica por el método del K/Ar arroja una edad de 19.1 ± 0.3 M.A.

### **B) MIEMBRO SANTA ROSA.**

Se denomina Miembro Santa Rosa a una secuencia de brechas y lavas que afloran típicamente al SE de la ciudad de Orcopampa (alrededores de las minas Santa Rosa-Tudela, Calera, Allhuire y Blancas). Constituye la unidad de mayor extensión y se encuentra tanto en el cuadrángulo de Orcopampa como en el de Cotahuasi, su grosor varía desde los 50 m. hasta los 400 m. y se encuentra sobreyaciendo al Miembro Pisaca y en algunos casos a la Formación Hualhuani. Esta constituida por brechas de flujo (Foto N° 8) localidad de Tomepampa) intercaladas con lavas andesíticas, ocasionalmente se encuentran tobas subacuosas, lentes de lutitas y calizas de agua fresca. La composición varía, son principalmente de composición dacítica, latita cuarcífera y Andesítica.

Las brechas, están formadas por fragmentos de naturaleza generalmente andesítica, seguidos por dacitas y fragmentos redondeados de cuarcita y caliza (quebrada Mulañan). La matriz en la mayoría de los casos es Andesítica. Los fragmentos varían de semiangulosos a semiredondeados con un diámetro de 0.05 m. llegando algunos hasta 2 m., las tonalidades varían desde el marrón claro hasta el verdoso, amarillento y violáceo, una muestra sobre estas características puede observarse en la (Foto N° 9) (Cerro Sayasaya ubicado al oeste de la localidad de Humachulco). La secuencia presenta horizontes de conglomerados de cuarcitas, andesitas, calizas de agua fresca y lutitas rojas.

Una muestra de mano de estas brechas, muestra generalmente una coloración gris a gris marrón en fractura fresca, se observan fragmentos líticos de andesita tanto de textura afanítica como porfírica, en promedio, estos fragmentos varían desde 3 mm a 3 cm de diámetro, muestran contornos angulosos hasta subredondeados y están embebidos en una matriz microlítica (a veces vítrea) compuesta de feldespatos calcosódicos y potásicos. A la lupa, las andesitas porfíricas, muestran fenos de plagioclasa, constituidas principalmente por andesinas euédrales a subédrales con maclas polisintéticas y zoneadas.

En el cuadrángulo de Chulca aflora en la parte norte donde se ha podido observar que presenta una buena estratificación y una litología compuesta de conglomerados, arenas volcánicas, interestratificadas con capas de tobas retrabajadas.

Edad.- Seis dataciones radimétricas K-Ar y dos dataciones Ar-Ar efectuadas en estas fácies, reportan edades comprendidas entre  $22.8 \pm 0.7$  y  $19.47 \pm 0.6$  M.a. (E. Swanson, 1998), estas dataciones ubican al Miembro Santa Rosa en el Mioceno inferior.

### **C) MIEMBRO MANTO.**

Se define como Miembro Manto a un conjunto de tobas e ignimbritas con características casi similares a las tobas Pisaca. Se le encuentra solamente en el cuadrángulo de Orcopampa, tiene un grosor aproximado de 250 a 300 m. y aflora típicamente en la localidad de Chilcaymarca, Tintaymarca y en los alrededores de la mina manto (Distrito minero de Orcopampa) y al NE de Allhuire.

Presentan una coloración gris verdoso a violáceo por la alteración de los máficos. De lejos, se las observa como una faja de color blanquecino que rompe la monotonía de la gruesa acumulación de aglomerados y lavas, pero su continuidad lateral no es posible determinarla. Son de composición riolítica a latita cuarcífera, tienen un aspecto más masivo y compacto que las tobas Pisaca.

Estas tobas son de composición riolítica o latita cuarcífera y son más masivas que las tobas Pisaca. El análisis mineralógico de las ignimbritas reporta un contenido de 25 a 30 % de fenocristales de los cuales 1/3 son de cuarzo y 2/3 de feldespatos; la sanidina está presente, la biotita es el mineral ferromagnésico dominante, es mayor que la hornablenda. En la zona de "veta manto" las tobas se hallan piritizadas y toman una coloración dominante pardo amarillento a blanquecina por argilitización y gris claro en las periferias por estar ligeramente alterada.

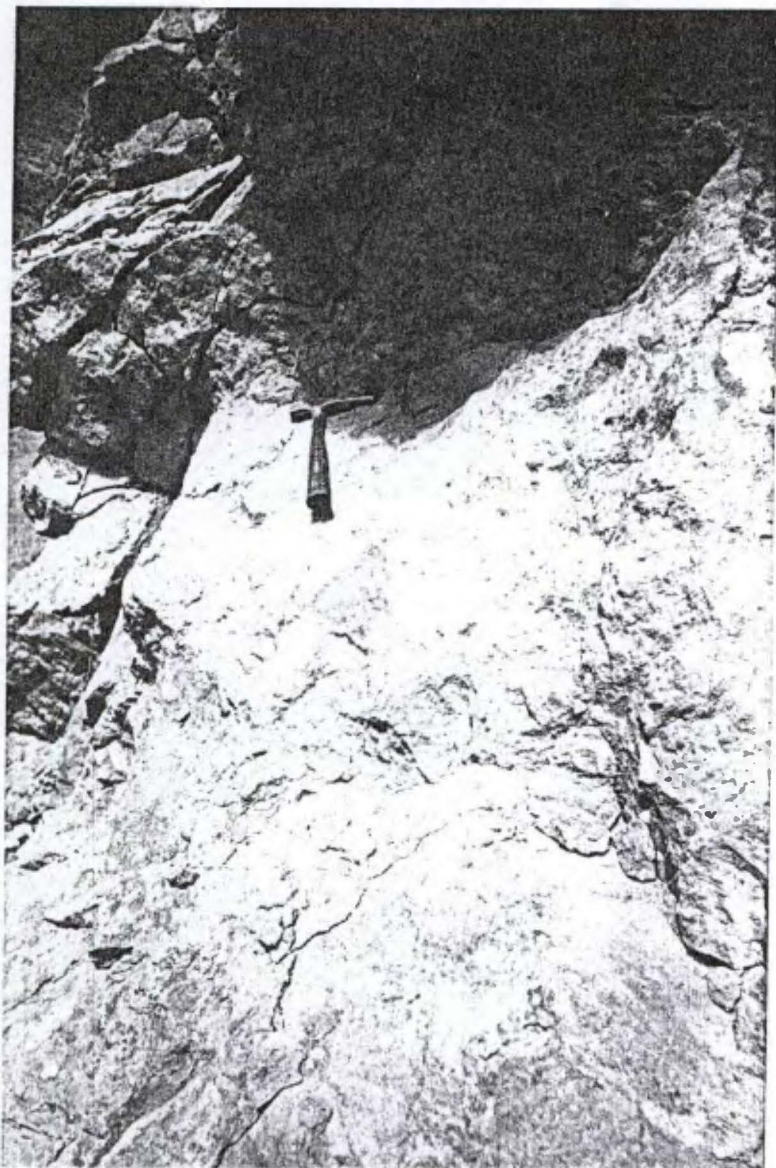
Hacia la parte superior, las tobas manto termina en una secuencia intercalada de tobas riolíticas-láticas, calizas, material lutáceo, arenas volcánicas y Chert, localmente se las describe como Tufo subacuoso: La Lengua y aflora en Calera, alrededor de Manto etc. Los paquetes de caliza alcanzan los 2 m son grises y de granulación muy fina con impurezas de arcilla y óxidos de Hierro, por su fracturamiento sobresalen nítidamente en el terreno. Las capas lutáceas son muy delgadas (0.20 m, frágiles y deleznales. Se estima un grosor promedio de 40 m.

Edad.- Existen 15 dataciones radimétricas realizadas en este miembro: 6 corresponden al método K-Ar.; 8 al método Ar-Ar. y 1 al método Rb-Sr. Las dataciones K-Ar reportan una edad comprendida entre  $19.9 \pm 0.6$  y  $18.3 \pm 0.6$  M.a, en tanto que, las dataciones Ar-Ar reportan una edad comprendida entre los  $20.35 \pm 0.39$  y  $14.16 \pm 0.025$  M.a. (C. Noble et al 1974 y E Swanson, 1998). La datación radimétrica por el método Rubidio-Estroncio arroja finalmente una edad de  $18.9 \pm 0.4$  M.a. Estas dataciones ubican también al Miembro Manto dentro del Mioceno inferior-medio.

### **D) MIEMBRO AICAJE.**

Se describe como Miembro Aicaje a una secuencia de lavas andesíticas que tienen como afloramiento típico al cerro Aicaje ubicado al este de la mina Shila. A estas andesitas se las correlaciona o considera equivalentes a las andesitas que afloran en los cerros Posoco y Sani ubicados al este de la localidad de Tolcone (centro este del cuadrángulo de Orcopampa); cerro Hualllin ubicado al este de Orcopampa; cerros Chuycho y Jatunjaja ubicados al noroeste de la central hidroeléctrica de la mina Orcopampa y las cumbres del cerro Laychanhuiri ubicado al noroeste de la localidad de Umachulco.





9.- Vista al Oeste de Humachulco  
Cerro Sayasaya – Cuadrangulo de  
Orcopampa  
Brecha Santa Rosa



10.- Formación Ichucollo falda Oeste del Nevado Huayunca Cuadrangulo de Cayarani, vista  
al NE

En el cerro Aicaje y en las cumbres del cerro Laychanhuiri, las andesitas reposan en franca discordancia sobre las fácies aglomeradas del Miembro santa Rosa, en cambio, en los cerros Posoco y Sani, Huall, Chuycho y Jatunjaja reposan en cierta concordancia sobre la fácies tobáceas e ignimbríticas del Miembro manto.

Litológicamente, las andesitas son de color gris ligeramente oscuro, por meteorización muestran una tonalidad marrón rosáceo a parduzco, son de textura porfírica de grano fino-medio, ocasionalmente de grano grueso, los elementos minerales principales están constituidos por Andesina, Augita, Biotita y ocasionalmente Cuarzo. Los fenos de Andesina, son euhedrales a subhedrales, muestran macla polisintética y están zoneados, sus bordes están corroídos y alteran a Calcita y Sericita; los fenos de Biotita, son también euhedrales a subhedrales y sus bordes corroídos alteran a Limonita; los fenos de Augita, varían de subhedrales a anhedrales y alteran a Tremolita y Arcilla; finalmente, los fenos de Cuarzo, son anhedrales y rellenan cavidades intersticiales.

Edad.- Una datación radimétrica por el método K-Ar arroja una edad de  $11.4 \pm 0.6$  M.a. Esta datación ubica a estas andesitas en el Mioceno medio-superior.

### 3.3.1.2 FORMACIÓN ICHUCOLLO.

Aflora en la parte sur del cuadrángulo de Cayarani en los alrededores de la Mina Arcata, una columna levantada en la margen derecha del río Salto (Fig N° 7) esta compuesta a la base por areniscas de grano medio, en capas de 5 a 15 cm. con laminación plano paralela que alternan con limos tobáceos; inmediatamente encima se presentan flujos de lavas cuyos grosores varían entre 7 a 20. metros, se tratan de lavas andesíticas de textura gruesa porfírica de color verde sus plagioclasas están en forma cuadrada presentan alteración a cloritas; continuando hacia arriba se encuentran 350 metros de aglomerados de color blanco, que intemperizan a un color amarillo sus clastos están constituidos mayormente por material tobáceo de color blanco, con cristales de biotita, cuarzo, plagioclasas, en una matriz piroclástica, continua hacia arriba con brechas piroclásticas compuestas por fragmentos de pómez subredondeados de color verde con tamaños máximos de 25 cm. son de color blanco, están hidrotermalizados y contienen pigmentaciones de fierro; la columna termina con una lava andesítica de 35 m. de grosor totalmente hidrotermalizada los anfíboles están cloritizados. En todo este conjunto de rocas se presenta una importante área con mineralización argentífera (Mina Arcata) con vetas que tienen una dirección promedio este oeste siendo su mineralogía sulfosales de plata.

Otro afloramiento de esta unidad se presenta en la esquina noroeste del cuadrángulo de Cayarani (Foto N° 10), el cual continua dentro del cuadrángulo de Chulca; a esta cadena volcánica se le denomina cordillera de Huanzo. En estos afloramientos se observa una sucesión de lavas de andesitas porfíricas y aglomerados atravesados por diques andesíticos, en este lugar se encuentra la mina Huanzo que presenta una mineralogía de plomo plata y molibdeno.

### 3.3.2 GRUPO SILLAPACA.

Como una excepción dentro de la secuencia del Grupo Tacaza y con el nombre de Grupo Sillapaca, se describe a un afloramiento de aglomerados y lavas andesíticas con fuertes evidencias de alteración hidrotermal y meteórica que afloran en los cerros Ccaccape, Vista Chico y Tancane ubicados en la parte alta del cañón y al suroeste de la ciudad de Cotahuasi (cuadrángulo Cotahuasi)

Su identificación es un tanto problemática, por una parte parece corresponder a las fácies del Grupo Tacaza, pero no obstante, se le describe provisionalmente como Grupo Sillapaca. La litología esta definida por aglomerados andesíticos de color gris claro gris verdoso, gris violáceo y amarillento y lavas de color gris claras y gris verdosos, los fragmentos de los aglomerados son andesitas porfíricas cuyas dimensiones varían desde los 10 a 15 cm, los cuales se encuentran embebidos en


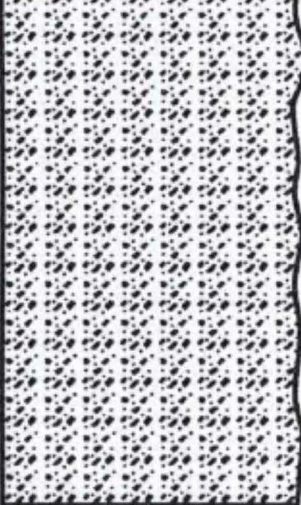
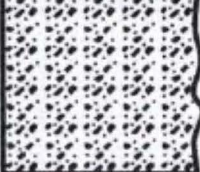


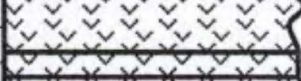
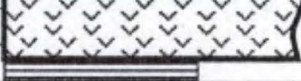
LITOLOGIA	DEPOSITOS E INTERPRETACION
	<p>Tobas andesíticas de color verde compuestas por 1% de litcos, de composición andesítica, cuyos tamaños alcanzan los 10cm de diámetro.</p>
	<p>Aglomerados de color amarillo con clastos de composición andesítica, dacítica sus colores varían de marrón a gris, de tamaño de 4 a 5 cm, esta bien hidrotermalizada</p>
	<p>Aglomerados de color gris verdosos, sus clastos son de composición tobacea de color blanco</p>
	<p>Aglomerados de color gris blanco, sus clastos son tobas blancas de hasta 30 cm de diámetro de composición andesítica</p>
 <p>100 70</p>	<p>Lavas andesíticas porfíricas de color gris oscuro, visibles cristales de plagioclasas</p>
 <p>60 40</p>	<p>Lavas Andesíticas porfíricas de color verde con gruesos cristales de plagioclasas</p>
 <p>30 20 10</p>	<p>Lavas andesíticas porfíricas de color verde Lavas Andesíticas de color verde con textura porfírica, gruesos cristales de plagioclasas, biotitas Volcarenitas de grano medio en capas de 5 cm</p>

FIGURA Nº 7

COLUMNA LITOESTRATIGRAFICA DE LA FORMACION ICHUCOLLO (Grupo Tacaza Superior)  
LEVANTADA AL SUR DE LA MINA ARCATA  
(Cuadrángulo de Cayarani)

una matriz afanítica ligeramente porosa. Hacia la parte superior de la secuencia alternan horizontes de ignimbritas gris claras. El contacto inferior no es observable en tanto que su contacto superior esta en relación discordante con las fácies ignimbríticas y tobáceas del Miembro Arma (Barroso superior).

### 3.3.3 FORMACIÓN ALPABAMBA.

E. Olchauski (1994). La Formación Alpabamba aflora por la parte sur del cuadrángulo de Orcopampa y se extiende ampliamente por la mitad norte del cuadrángulo de Cotahuasi. Precisamente, una de las mejores exposiciones de esta formación se encuentra entre el flanco derecho del río Huarcaya y el cerro Allcullacu (este de la localidad de Puica), ubicados en el cuadrángulo de Cotahuasi, así como en las partes altas de la localidad de Pampamarca (.Foto N° 11)

Esta unidad se encuentra rellenando un paleo-relieve aparentemente muy accidentado labrado a expensas de las rocas del Grupo Tacaza y fácies sedimentarias mesozoicas, dentro de estas condiciones, en el cuadrángulo de Orcopampa reposan en discordancia erosional sobre las fácies ignimbríticas del Miembro Manto (Grupo Tacaza), en tanto que en el cuadrángulo de Cotahuasi, reposan sobre el Grupo Tacaza (Miembro Santa Rosa) y las formaciones Hualhuani, Murco y Arcurquina. De manera general, toda la secuencia tiene una coloración que varía del blanco amarillento al marrón blanquecino y marrón violáceo, estas coloraciones son características y permiten que sea fácilmente identificable en el campo casi en forma regional. En la composición, toman parte tobas, ignimbritas, lapilli y fácies retrabajadas estratificadas, ocasionalmente se interestratifican lavas riolíticas a dacíticas con brechas de flujo.

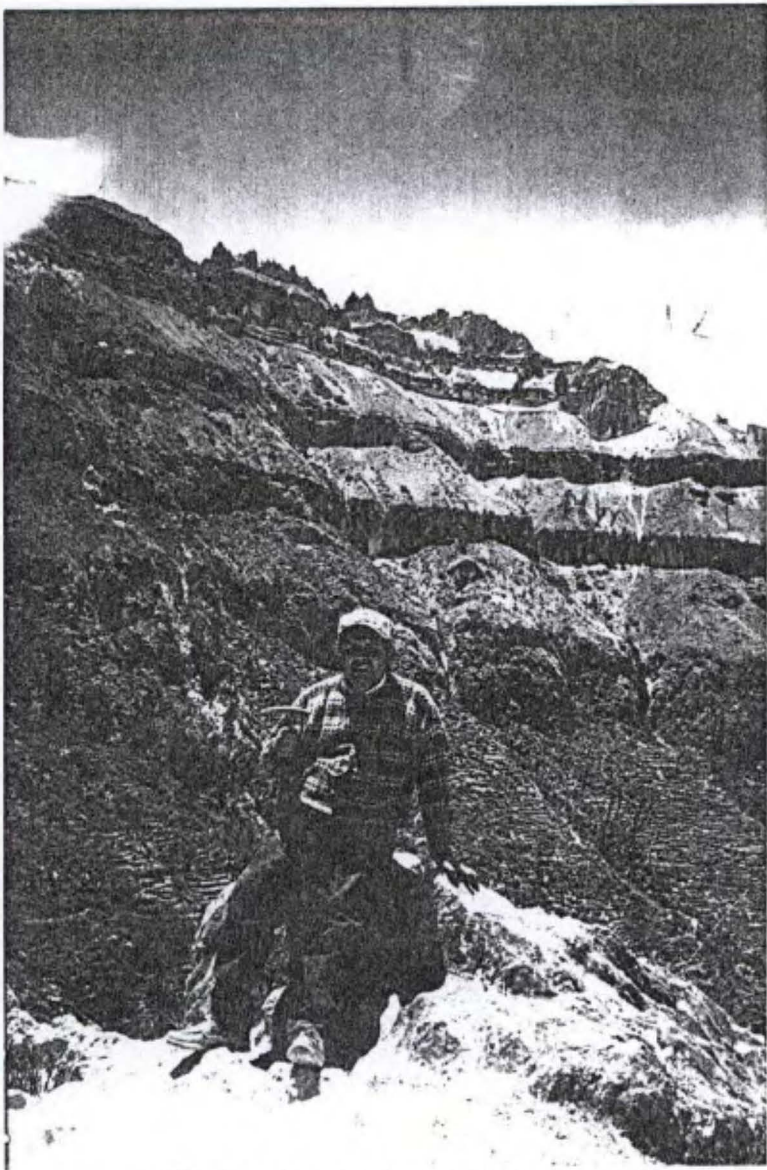
En los cuadrángulos de Chulca y Cayarani sus mejores afloramientos están localizados en ambos lados de la cadena de Nevados que conforman la Cordillera Occidental, esta unidad descansa con ligera discordancia angular sobre el Grupo Tacaza tal como se observa en el pueblo de Chilhuane (Cayarani).

Según esta particularidad, se pueden diferenciar tres miembros.

#### 3.3.3.1 MIEMBRO HUARCAYA (ALPABAMBA 1).

Esta Unidad es la de mayor grosor y se considera como el afloramiento típico el ubicado en el río Huarcaya y el cerro Allcullacu, ubicado al oeste de la localidad de Puica (cuadrángulo de Cotahuasi). En este lugar la secuencia presenta un grosor de 1500 m. y aun puede diferenciarse tres niveles de fácies tobáceas. La unidad inferior reposa directamente sobre el Grupo Tacaza en paleo relieve y esta constituido por tobas brechoides gris claras de buena consistencia; hacia la parte media se presenta una secuencia alterada de fácies tobáceas de color blanco amarillento a rosáceos y fácilmente erosionables, fruto de esta situación, se forman suelos de color blanquecino fácilmente reconocibles a la distancia; , finalmente, hacia la parte superior se presenta una secuencia de fácies tobáceas un tanto mas duras que las anteriores, las cuales, muestran escarpas bien definidas. En las partes altas de la localidad de Puica, estas fácies se encuentran interestratificadas con lavas de naturaleza riolíticas a dacíticas

En el poblado de Ayahuasi y el cerro condorsayhua ubicados al sureste de la localidad de Alca (flanco izquierdo del cañón de Cotahuasi) se encuentran tobas soldadas con fragmentos de rocas de tamaño variable. En los cerros aycano y Sonccopata ubicados también al noreste de la localidad de Alca, se encuentran unas tobas de color amarillento que reposan sobre aglomerados del Miembro Santa Rosa (Grupo Tacaza), en estas tobas se observan cristales alargados de anfíboles de color negro brillante de 0.5 a 5mm. de longitud. En el cerro Huiñao ( este de la ciudad de Cotahuasi), las tobas son de color gris rosáceo y se presentan con disyunción columnar, en una muestra de mano se



11.-Vista de la Formación Alpabamba ubicada en la parte alta, al Oeste de la localidad de Pampamarca – Cuadrangulo de Cotahuasi



12.- Tobas blancas del Alpabamba 1 en el sector de Chilhuane, Cuadrangulo de Cayarani vista al NO

puede observar fragmentos de pómez hasta de 3 cm., así mismo, minerales de plagioclasa, cuarzo y biotita.

En el cuadrángulo de Chulca aflora en la parte central y sur, su litología esta compuesta por una sucesión de tobas blancas, en capas de 10 a 15 m. intercaladas con depósitos de caída.

En el cuadrángulo de Cayarani los afloramientos del Alpabamba 1 se extienden en forma continua a ambos lados de la cadena de Nevados Cacya, Seccha, Cerros Palangata; una de sus mejores exposiciones se encuentran en el trayecto del río Huarajo y el pueblo de Chilhuane, aquí se levanto una columna donde a la base se encuentra el Grupo Tacaza (Formación Ichucollo) conformado por aglomerados de color marrón a verde con clastos cuyos diámetros varían de 3 a 35 cm., inmediatamente hacia arriba se inicia la Formación Alpabamba 1 (Fig. N° 8) con un depósito de caída de pómez de 1 m. de grosor, continua 0.50 m. de arenas rojas de grano medio masivas luego 1 m. de pómez de caída, encima vienen 180 m. de flujos ignimbríticos soldados (Foto N° 12) de color blanco con gruesas estructuras en flama ricos en biotita intercalados con coignimbritas para luego terminar con una ignimbrita rica en líticos del Grupo Barroso.

#### **A) TOBAS DE LA LAGUNA PARIGUANAS.**

Se describe como tobas de la laguna Pariguanas a un conjunto de tobas cuyas mejores exposiciones se encuentran en los alrededores de la laguna Pariguanas ubicada hacia la parte noreste del cuadrángulo de Orcopampa (Suroeste de la localidad de Tolcone).

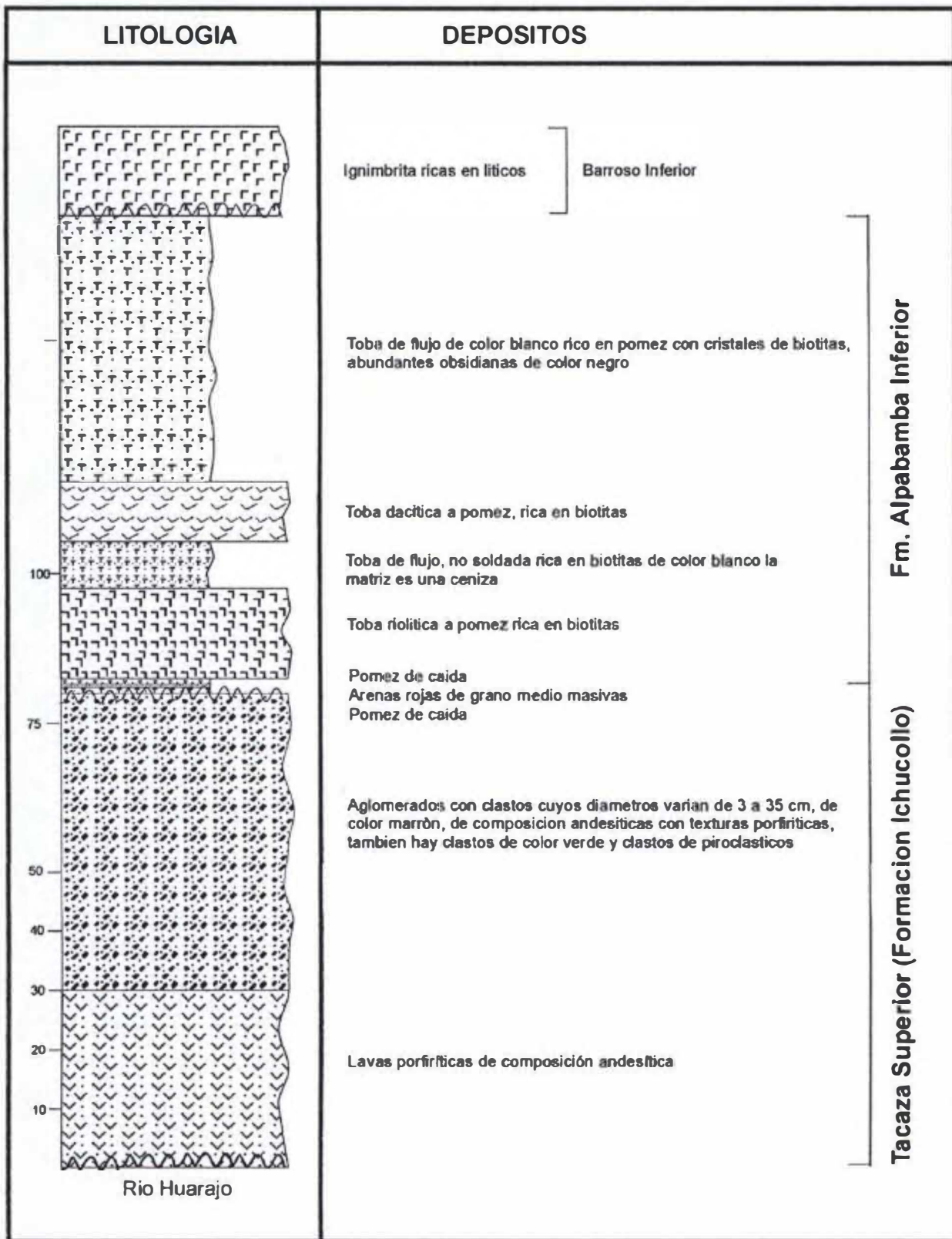
Estas tobas tienen una extensión muy local y sobreyacen en discordancia a las aglomerados del Miembro Santa Rosa, a las fácies piroclásticas del Miembro Manto y a las fácies lávicas del Miembro Aicaje (esta última relación se puede observar en el paraje de Pampa Chilpe) en sus relaciones superiores, se encuentran intruidas por domos colada correspondientes al Grupo Barroso y domos colada correspondientes al complejo Challahuire.

Se trata de tobas brechoides poco consistentes de color gris verdoso en superficie fresca y de color amarillo rojizo en superficie intemperizada. Los clastos que se encuentran embebidos en la matriz tobácea están constituidos mayormente por fragmentos de pómez y andesitas gris gris rosadas cuyas dimensiones varían desde 0.5 a 2.5 cm. Siguen en menor proporción granos de cuarzo, plagioclasas y biotita. Por lo general los fragmentos de pómez están alterados, alteran a fácies arcillosas mostrando coloraciones verdosas, en algunos casos estas fracciones arcillosas son han sido lavadas mostrando por lo tanto la roca muchas oquedades.

**Edad.**- Dos dataciones radio métricas por el método K-Ar han sido realizadas en estas tobas. Estas dataciones reportan una edad comprendida entre  $7.6 \pm 0.3$  y  $7.1 \pm 0.2$  M.a. ( E. Swanson, 1998), por lo tanto, estas fácies se ubicarían en el Mioceno superior.

#### **3.3.3.2 MIEMBRO TORO ( ALPABAMBA 2).**

La secuencia descrita aquí como Miembro Toro constituye la parte superior con la cual rematan todos los eventos que han dado lugar a la Formación Alpabamba. Esta unidad se presenta bien expuesta al este y en las partes altas de la localidad de el Toro, ubicada al suroeste de la Ciudad de Cotahuasi, también se encuentra ampliamente difundida al noreste y en las partes altas de la localidad de Pampamarca conformando la pampa Pachapaqui (esquina noreste del cuadrángulo de Cotahuasi), así mismo, se puede observar afloramientos pequeños en las partes altas de la localidad de Huaynacotas.



**FIGURA N° 8**  
**COLUMNA LITOSTRATIGRAFICA DE LA FORMACION ALPABAMBA 1**  
**LEVANTADA DESDE EL RIO HUARAJA A CHILHUANE**  
**(Cuadrángulo de Cayarani)**

La litología de esta unidad, esta constituida principalmente por una secuencia finamente estratificada de fácies retrabajadas de tobas, arenas tobáceas, lapilli y cineritas. Por lo general estos materiales se disponen de una manera horizontal a subhorizontal sobre las fácies del miembro anterior y en algunos casos sobre las rocas del Grupo Tacaza. Son muy deleznable y aparentemente parece haber sido depositados en niveles subacuosa, dado que presentan pequeñas estructuras sedimentarias como ripples, canales y variaciones faciales a corta distancia. En la localidad típica el Toro, la secuencia presenta un grosor de mas o menos 200 m.

En el cuadrángulo de Chulca aflora en ambas márgenes de los Valles de los ríos Compepalca, Yegua y Cushpa, Chulca y margen izquierda del río Huanacamarca. Se trata de un volcanismo explosivo y retrabajado de unos 350 m de grosor en el que se puede distinguir tobas primarias de 5-15m de grosor compuestas por pómez y algunos líticos andesíticos, cuarzo, plagioclasas, biotitas y piroxenos, estas tobas están soldadas son de color blanquecino con intemperismo de color amarillento. Alternan también capas de pómez de caída cuyos espesores varían de 30 – 60 cm dando una estratonomía homogénea en paquetes de 40 – 50 m, se trata mayormente de depósitos de ceniza retrabajadas posiblemente en ambientes lagunares. Es notoria también la presencia de capas de 30 – 40 cm de conglomerados subangulosos a subredondeados compuestos por líticos de andesita, pómez y tobas endurecidas.

En el cuadrángulo de Cayarani la Formación Alpabamba 2 se presenta como remanentes, en la margen derecha del río Condorillo, en ambas márgenes de la quebrada Paccaihuijo, prolongándose hacia el sureste. Las mejores exposiciones están entre Madriyoc y el cerro Tacupacha, también en el cerro Pabellón, margen derecha del río Condorillo; pequeños restos de esta unidad se encuentran a ambas márgenes del río Ocoruro. Una columna levantada entre Madriyoc y el cerro Tacupacha de 150 metros de grosor (Fig N° 9) tiene las siguientes características: hacia a la base se encuentran conglomerados con clastos de pómez verdes y líticos andesíticos, sus diámetros alcanzan el centímetro englobados en una matriz de ceniza piroclástica, luego hacia arriba hay una alternancia de litarenitas y volcarenitas (Foto N° 13), en capas de 1 a 3 metros con gradación normal; su ambiente de depositación es continental con fácies de conos aluviales, a sistemas fluviales y lacustres.

#### **A) TOBAS HUMACHULCO.**

Geólogos de la mina Orcopampa describen como tobas Humachulco a una delgada secuencia de tobas y piroclastos estratificados que afloran por la parte noroccidental del cuadrángulo de Orcopampa. Reposan en franca discordancia a los aglomerados del Miembro Santa Rosa y a las fácies piroclásticas del Miembro Manto; en aparente concordancia, parecen sobreyacer a las fácies piroclásticas de la Formación Alpabamba. Por la parte superior, infrayacen en discordancia a las fácies lávicas del Grupo Barroso (Barroso inferior). Por sus relaciones de yacencia y sus características litológicas mas o menos similares al Miembro Toro presente en el cuadrángulo de Cotahuasi, se las incluye y describe provisionalmente dentro de esta unidad hasta determinar si se trata de las mismas fácies o son unidades diferentes.

Particularmente, estas fácies rellenan una depresión labrada a expensas de las fácies del Grupo Tacaza (miembros Santa Rosa y Manto) y son cubiertas por lavas del Grupo Barroso (Barroso inferior) Litológicamente, la sección esta constituida por tobas en la base y fácies piroclásticas retrabajadas en la parte superior. Las tobas son de naturaleza dacítica, por lo general muestran una textura un tanto brechoide, son poco compactas y de color gris claro a blanquecino en fractura fresca y de color blanco amarillento por alteración, toman parte en su composición, fragmentos angulosos y subredondeados de andesitas y pomez, los minerales más frecuentes son fenocristales de andesina con hornablenda y biotita, ocasionalmente se presenta cuarzo. Las fácies piroclásticas



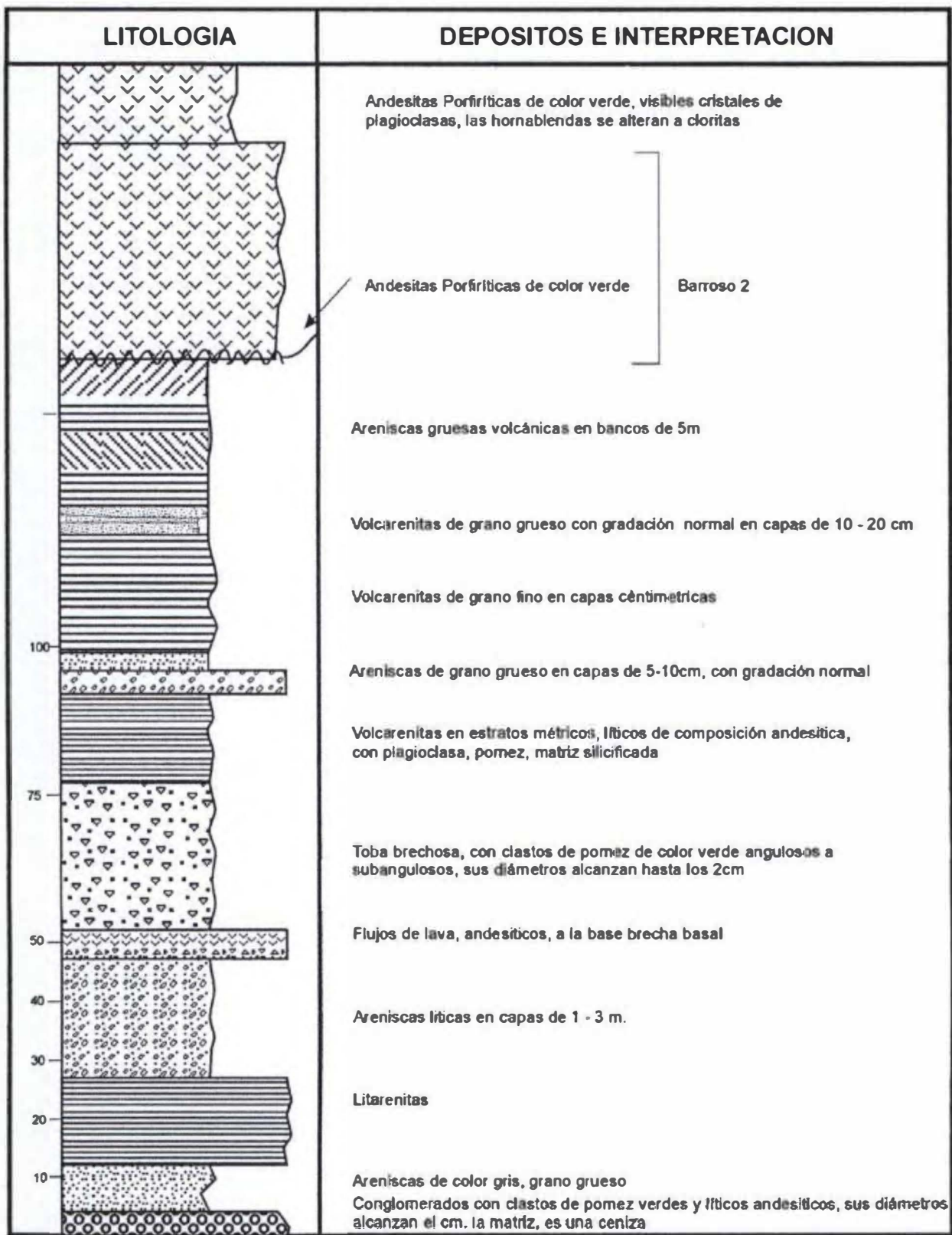
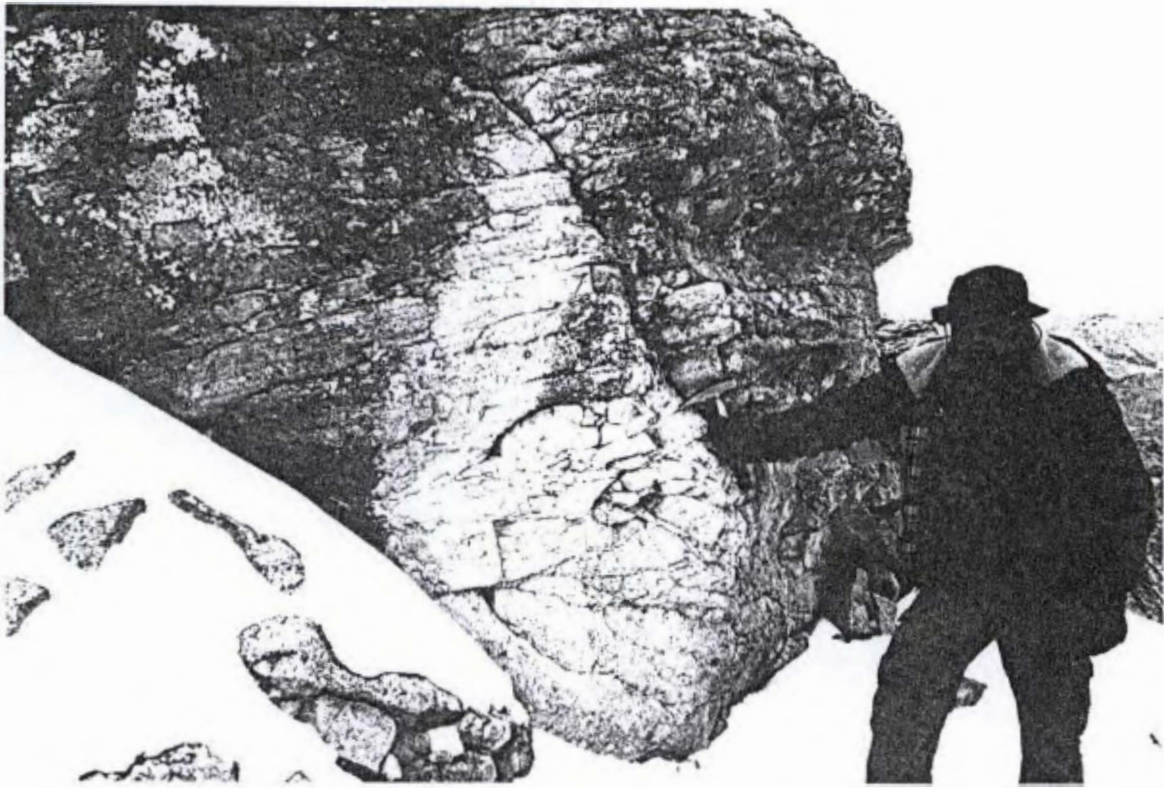


FIGURA Nº 9

COLUMNA LITOESTRATIGRAFICA DE LA FORMACION ALPABAMBA 2  
LEVANTADA ENTRE MADRIYOC Y CERRO TACUPACHA  
(Cuadrángulo de Cayarani)



13.- Conglomerado intercalados con volcarenitas, Alpabamba 2, cerro Madriyoc al NE de la Mina Arcata, Cuadrangulo de Cayarani.



14.- Vista al NW desde el poblado de Arcata – Cuadrangulo de Orcopampa  
Vease la formación Alpabamba 2

retrabajadas están constituidas por lapillis, arenas tobáceas y cineritas, se disponen en estratos delgados del orden métrico y centimétrico mostrando en algunos casos plegamientos pequeños aparentemente no relacionados con procesos tectónicos, dada su magnitud y la forma en que se presentan, mas parecen el resultado de una compactación diferencial como consecuencia del peso o carga de la acumulación de los materiales piroclásticos (Foto N° .14). Se estima un grosor de 100 m.

**Edad.-** Dos dataciones radimétricas por el método K-Ar han sido realizadas en las fácies tobáceas Humachulco. Estas dataciones reportan una edad de  $6.3 \pm 0.1$  y  $6.3 \pm 0.2$  M.a. (Farrar y Noble, 1976 y Candiotti et al, 1990). Esta edad ubica a estas fácies en el Mioceno superior.

### 3.3.4 FORMACIÓN ANISO

Esta Formación fue definida por Guevara C. y Dávila D. (1983) en el cuadrángulo de Pacapausa, describiéndola como una unidad compuesta por tobas retrabajadas, conglomerados y volcarenitas en el área de estudio se ha reconocido entre la quebrada Pampahuasi y la quebrada Tajra una unidad compuesta por mas de 300 m. de tobas retrabajadas, en las cuales se puede distinguir una estratificación compuesta por capas de 20 a 30 cm. la litología consiste en pómez, líticos de andesita de 1 a 2 cm, en una matriz compuesta por vidrio, plagioclasas, biotitas. La estructura interna es masiva y los materiales están mal clasificados. Esta unida desaparece rápidamente debajo de las tobas Vilcarani.

### 3.3.5 FORMACION SENCCA.

J. Jenks (1948) La Formación Sencca, se hace presente solamente en el cuadrángulo de Orcopampa La distribución de estas fácies piroclásticas, es en cierta medida muy reducida. Se las encuentra circunscritas a la margen derecha del río Silbe y en los alrededores de Chuco Chuco pampa ubicada en la margen oriental de la mitad inferior del cuadrángulo. Está constituida por tobas brechoides de color gris claro, por alteración, muestran coloraciones blanco rosáceos; son poco compactas, los fragmentos constituyentes son angulosos y subredondeados, generalmente de lavas de composición andesítica. Una muestra de mano, muestra a una toba de composición dacítica, con abundantes fenocristales de andesina hornablenda y biotita.

**Edad.-** No se cuenta con dataciones radimétricas en la zona.

### 3.3.6 GRUPO BARROSO

J. Wilson (1962). Las fácies del Grupo Barroso se extienden mayormente por la mitad sur del cuadrángulo de Cotahuasi, afloramientos aislados se encuentran por la mitad norte tanto del cuadrángulo de Cotahuasi como del cuadrángulo de Orcopampa.

De manera general, esta constituido por fácies lávicas andesíticas las cuales reposan mayormente en discordancia erosional las rocas del Grupo Tacaza y la Formación Alfabamba. Morfológicamente se presentan ya sea como mantos lávicos, domos-colada o constituyendo estrato-volcanes. de regular dimensión.

Desde el punto de vista genético, las fácies lávicas situadas por la parte norte de los cuadrángulos ( región altiplanica ) parecen ser más antiguas, en tanto que, las fácies lávicas que constituyen los estrato volcanes Coropuna, Solimana y Firura ubicados en la parte sur (cordillera del Barroso) parecen ser mucho más jóvenes. En definitiva, esta particularidad prueba que el volcanismo

Barroso de habría iniciado en la región altiplanica hace mas de 6 millones de años y habría migrado hacia la parte occidental tentativamente hacia los 2 millones de años.

Las particularidades morfológicas, litológicas y relaciones estratigráficas de estas fácies, permiten distinguir dentro del grupo dos unidades: una unidad inferior (Barroso inferior) caracterizada por lavas mas fluidas y por lo tanto de mayor recorrido y una unidad superior (Barroso superior) constituido por lavas mucho más viscosas y por lo tanto de menor recorrido, que ha permitido la formación de estratovolcanes de mayor significancia.

En los cuadrángulos de Chulca y Cayarani el Grupo Barroso tiene una amplia distribución, presentando a la base depósitos piroclásticos del volcánico Vilcarani, continua un conjunto de lavas andesitas porfiríticas, encima vienen lavas horizontales afáníticas y finalmente se instalan una serie de estrato volcanes

### 3.3.6.1 FORMACIÓN BARROSO 1 (FORMACIÓN ARMA)

Se describe como Formación Arma a una secuencia estratificada de materiales piroclásticos que alcanza regular extensión y se encuentran constituyendo la base sobre la cual se han edificado las estructuras volcánicas jóvenes como los volcanes Solimana, Coropuna y Firura. El espesor varía entre 100 y 150 metros, una mejor exposición se encuentra a lo largo del rio Arma. La secuencia esta constituida por: aglomerados en la base, sigue una secuencia de lapillis y cenizas de color blanco amarillento, continuan hacia arriba una secuencia de tobas ligeramente deleznable y finalmente cierra la secuencia un conjunto de ignimbritas de color gris claros El afloramiento del paraje de Ocoruro rellenan un pequeño valle pequeño y esta constituido por ignimbritas de color gris claro ligeramente plomas, presentan disyunción columnar.

**Origen y Edad.** - No se cuenta con evidencias para indicar exactamente las estructuras que habrían controlado la eyección de estas fácies explosivas. Las observaciones de campo, solamente permiten indicar la posibilidad de un control conjugado de tipo central y de fisura.

### 3.3.6.2 FORMACIÓN BARROSO 2

En el cuadrángulo de Chulca se encuentran como parches en las partes más elevadas de la cordillera de Huanzo, también en los alrededores de la laguna Uchuycocha, cerro Chilpe y al este de la laguna Azulcocha.

En el cuadrángulo de Cayarani se encuentra formando las crestas de los nevados Igma, Yaurinca, Huamanripa, Condorillo, cubriendo discordantemente a la Formación Ichucollo, ( Grupo Tacaza) hacia el sur de este cuadrángulo y al noreste de la Mina Arcata se encuentran conformando los cerros de Tacupacha, Quilca, se trata de lavas andesíticas porfiríticas con gruesos cristales de plagioclasas que alcanzan los 3 mm. de tamaño, los anfíboles se presentan completamente cloritizados, la muestra presenta una alteración propilitica.

### 3.3.6.3 FORMACIÓN BARROSO 3.

Las fácies lávicas correspondientes al Barroso 3 se extienden principalmente por la parte altiplanica, en particular, se extienden por la parte norte de los cuadrángulos de Cotahuasi y Orcopampa, cubriendo en discordancia a las fácies del Grupo Tacaza y la Formación Alpabamba

Una característica principal de esta unidad, es que esta constituida básicamente por flujos lávicos, que por lo general se disponen adoptando morfologías que varían entre los mantos lávicos y domos-colada, aparentemente no ha habido la tendencia a formar estrato-volcanes de significativa

dimensión, o bien han sido casi totalmente desmantelados por efecto de las glaciaciones posteriores

Los mantos lávicos alcanzan largas distancias fuera del punto de emisión, siguen los lineamientos de la topografía preexistente y tienden a aproximarse geoméricamente a cuerpos estratiformes. En o cerca a los esqueletos volcánicos, estos mantos se encuentran inclinados según las pendientes de estos, al alejarse, van adquiriendo gradualmente la horizontalidad o subhorizontalidad, dando lugar en las partes bajas, a pequeñas geoformas preservadas como aisladas mesetas lávicas. Litológicamente estos mantos están constituidos por lavas andesíticas gris oscuras en fractura fresca y gris claras a gris parduscas por meteorización, son de textura afanítica, la cual, en muchos casos va acompañada de una textura fluidal (principalmente en los niveles de la base) y en otros, de una textura vesicular orientadas según la dirección del flujo. En su composición, se observa un regular contenido de piroxenos (Augita), los cuales, no están bien definidos y alteran a fácies arcillosas. Dentro de este contexto, los mejores exponentes de esta unidad son el ruinoso aparato volcánico Cajchaya ubicado en las proximidades de la mina Ares (Limite Norte del cuadrángulo de Orcopampa) y los mantos lávicos del cerro Antapuna ubicado al norte de la ciudad de Orcopampa.

Los domos-colada, tienen menor distribución, son de dimensión pequeña y son observables únicamente en el cuadrángulo de Orcopampa. Litológicamente, estas fácies son un tanto más viscosas que las anteriores, están constituidas por andesitas grises a gris azuladas en superficie fresca, las cuales, ofrecen coloraciones gris parduscas por meteorización, son de textura porfirítica de grano fino a medio y sus principales minerales están constituidos por andesina en mayor proporción y biotita y piroxenos en menor proporción. Son ejemplos de este tipo de morfología los domos colada ubicado al sureste de la central hidroeléctrica de la mina Orcopampa, el domo colada ubicado al sur de la laguna Corococha, los domos colada ubicados al este y oeste de la laguna Pariguana, así como, la colada ubicada en la planta de concentración de la mina Shila.

En el cuadrángulo de Chulca afloran en la parte central y sur constituyendo pequeñas planicies elevadas.

En el cuadrángulo de Cayarani, afloran en el sector central y sur se encuentran conformando aparatos volcánicos erosionados en los que se observa parcialmente el cráter tal como se observa en los cerros Huentecamani, Chuanuma dando estructuras lávicas subhorizontales como la pampa de Uchuysora donde las lavas afiricas descasan discordantemente sobre las lavas porfiríticas. Petrográficamente se tratan de lavas de composición andesítico basálticas afiricas de color negro que intemperizan a color gris claro, sin cámara magmática producidas por una subida rápida de magna, ocasionalmente se pueden observar cristales de olivinos.

#### 3.3.6.4 ESTRATO VOLCAN COROPUNA

La estructura del estrato volcán Coropuna se encuentra en la parte sureste del cuadrángulo de Cotahuasi, extendiéndose mayormente por la parte noreste del cuadrángulo Chuquibamba. La formación de la estructura de este volcán obedece obviamente a la sucesión de varios periodos de emisiones lávicas. En el área que compromete al cuadrángulo de Cotahuasi se han podido distinguir tres eventos de pulsaciones diferentes. La primera esta constituida por fácies lávicas que muestran regular recorrido (mayor fluidés) constituyendo la base de la estructura volcánica. Su litología, esta definida por lavas andesíticas de color gris claro en superficie fresca y gris marrón en superficie intemperizada, son de textura afanítica y los minerales mas importantes son plagioclasas, biotitas y algunos piroxenos y amfiboles presentes en pequeñas fracciones.

La segunda fase, estaria constituida por lavas andesíticas de color gris claro de textura porfirítica, grano medio-grueso, los fenos están constituidos principalmente por plagioclasas hornablenda y biotita,

La tercera fase, está constituida por lavas de color gris oscuro a negro, son de textura afanítica y en parte ligeramente vesicular. Aparentemente podrían tratarse de traquiandesitas y por lo tanto correlacionable con el nivel N° 4 del volcán Firura equivalente al Gpo. Andagua.

### 3.3.6.5 ESTRATO VOLCAN SOLIMANA

El estrato volcán Solimana se encuentra por la parte suroeste del cuadrángulo de Cotahuasi y se extiende por la parte noroeste del cuadrángulo de Chuquibambilla. En la parte que abarca el cuadrángulo de Cotahuasi se ha podido distinguir dos fases.

La primera fase esta constituida por lavas andesíticas de color gris claro y de textura porfírica de grano fino, ocasionalmente se encuentran fenocristales de tamaño grueso. Los minerales predominantes son las plagioclasas, biotita, hornablenda y augita.

La segunda fase esta constituida por lavas andesíticas de color gris ligeramente claro y de textura porfírica, ligeramente fluidal. Los elementos minerales son plagioclasas, biotitas y hornablenda.

### 3.3.6.6 COMPLEJO VOLCANICO FIRURA

El complejo volcánico Firura, escapa al clásico sistema de estratovolcán su desarrollo evolutivo se caracteriza por una migración de las diferentes pulsaciones (fases) eruptivas dentro de una área de 150 km<sup>2</sup> aproximadamente. Un análisis evolutivo genérico permite distinguir cinco eventos en el desarrollo del complejo volcánico Firura.

El primer evento parece haberse iniciado por el borde occidental del área comprometida, en esta parte es posible observarse antiguas morfoestructuras semidestruidas tanto por la actividad erosiva ejercida por el cañón como por los efectos glaciares, estas estructuras habrían dado lugar a la emisión de lavas de regular fluidés que se extienden formando ligeras mesetas por largas distancias, litológicamente estas lavas son de naturaleza andesítica de textura afanítica de color gris claro a ligeramente azulado, ocasionalmente presentan cierta cantidad de vesículas como resultado de la lixiviación mineral.

Las segundas pulsaciones habrían migrado hacia la parte central y este de la estructura. La litología esta definida por lavas andesíticas de color gris claro en fractura fresca, son mayormente de textura afaníticas con pequeña cantidad de fenocristales de tamaño fino. Los minerales observables son plagioclasas y augitas

La tercera fase, se expone en la parte este de la estructura. Esta constituida por lavas andesíticas de color gris claro a gris oscuro, la textura es porfírica y los minerales presentes, están constituidos por plagioclasa, hornablenda y augita,

La cuarta fase estaría representada por derrames lavicos que aun conservan su estructura de colada, las cuales, se encuentran en la parte central de la estructura del Firura. Litologicamente se trata de lavas de color gris oscuro a negro, la textura es porfírica siendo los fenos principalmente plagioclasas. Particularmente se trata de traquiandesitas equivalentes a un nivel inferior del Grupo Andagua.

Finalmente, la quinta fase esta definida por pequeñas y conos y domos colada constituidos por lavas escoriáceas de color gris oscuro a negro en superficie fresca y varían a tonalidades marrones y rojizas en superficie intemperizada, al igual que las lavas de la fase anterior, estas son traquiandesitas equivalentes a una fase posiblemente superior de Grupo Andagua.



15.- Lavas andesíticas porfíricas en el flanco este volcán Yana Yana Cuadrángulo de Cayarani



16.- Estrato Volcán Huajrahuire, vista hacia el este, a la base Barroso I, Cuadrángulo de Cayarani

### 3.3.6.7 ESTRATO VOLCAN HUAJRAHUIRE , HATUN HUAYCHAHUI

Afloran en el sector sur del cuadrángulo de Cayarani formando estratovolcanes que alcanzan alturas que sobrepasan los 5000 metros, siendo el más representativo el Huajrahuire (Foto N° 15) también se tiene el complejo volcánico Seccha – Jatun Huaychahui, el cerro Ancojahua, Yana Yana, estos últimos están bien erosionados pero conservan parcialmente su cráter, sus rangos petrográficos varían de andesitas porfíricas a andesitas basálticas, en algunos casos, como los del cerro YanaYana sus lavas forman prismas hexagonales columnares, (Foto N° 16) que incluso descienden por los valles.

### 3.3.7 GRUPO ANDAGUA.

(J. Caldas, 1975). Cerrando la secuencia volcánica de la región se encuentran débiles pulsaciones magmáticas recientes, descritas como Grupo Andagua. Se trata de una gran cantidad de efusiones de lava derramadas en distintas direcciones y conos volcánicos monogénicos y monoáxicos cuyas dimensiones no exceden los 150 metros de altura. Mayormente, estos materiales se encuentran rellenando una depresión tectónica orientada en dirección NNO al sur del cuadrángulo de Orcopampa, la cual, se bifurca al norte de la localidad de Andagua formado dos ramales principales de eyección bien definidos, una depresión en dirección a la localidad de Orcopampa y otra orientada en dirección a las lomas de Jochane. Erupciones aisladas ocurren también en otros puntos tales como por ejemplo los derrames lávicos de la localidades de Umachulco y Orcopampa, las efusiones lávicas de la parte alta de la localidad de Chachas, los domos lava del cerro Antapuna (Foto N° 17) , así como los derrames del cerros Pumrangra y Coropuna ubicados en los límites norte y suroriental del cuadrángulo, entre otros.

Litológicamente, estas lavas se caracterizan por presentar un color rojo ladrillo en superficie meteorizada y una textura sumamente porosa debido al escape violento de los gases durante su emisión, la cual posiblemente tubo lugar a temperaturas muy elevadas dando como resultado por enfriamiento rápido a pequeñas ondulaciones rugosas a manera de sogas (lavas cordadas o lavas pahoehoe) actualmente fracturadas en cuerpo de diverso tamaño. Aparentemente la composición varía en cierta medida según la secuencia eruptiva, tal es el caso de la diferente morfología que presentan y los tipos de superficie que en algunos casos son sumamente escoriáceas. Una muestra de mano y en superficie fresca presenta una coloración gris oscura a negra, el peso específico es sumamente bajo (livianas), y no es fácil de diferenciar sus elementos constitutivos.

Edad.- Una datación K-Ar de una muestra en el valle de Andagua cerca a la localidad del mismo nombre, arroja una edad de  $0.06 \pm 0.23$  M.a (Kaneoka, 1984). Esta datación, las ubica dentro del Cuaternario reciente.

### 3.3.8 FORMACIÓN SANTO TOMAS

En el sector norte límite con el cuadrángulo de Santo Tomás por la ruta que entra de Bellavista, Llique, debajo de las tobas Vilcarani aparecen flujos de lavas andesítico basálticas de textura afanítica de color negro macroscópicamente no se observan minerales, son de color negro, muy ricos en vesículas.

En el sector sur de la hoja de Cayarani se encuentran unos depósitos lávicos andesíticos basálticos de color negro afaníticos rico en vesículas que tienen una gran similitud en su dinamismo y composición con el vulcanismo lávico de Santo Tomás, se trata de un centro volcánico ubicado al sur de la Laguna Angostura, reposa sobre una planicie inclinada reciente, donde se observa que por sus características morfológicas de las lavas muestran un marcado estado de conservación.





17.- Vista al NE Cerro Antapuna – Orcopampa. Lava cordada del Grupo Andahua



18.-Tomado al NE del Nevado Solimana, apreciamos al Grupo Barroso, las morrenas y fluvio-glaciares, Cuadrangulo de Cotahuasi

### 3.4 DEPOSITOS CLASTICOS CUATERNARIOS.

La zona de estudio se sitúa sobre la parte más elevada de la cordillera Occidental, esta misma es una divisoria de aguas; de su flanco SO nace un drenaje hacia el río Cotahuasi que fluye hacia el pacífico y de su flanco NE el drenaje va hacia el río Apurímac que fluye hacia el Atlántico. El otro aspecto importante son las altitudes que van de 4000 a más de 5000 m. de tal manera que esta zona ha sido objeto de erosión tanto por los glaciares como por aguas de escorrentías que han dejado una serie de depósitos así:

#### 3.4.1 DEPOSITOS MORRENICOS Y FLUVIOGLACIARIOS

Los depósitos morrénicos, están constituidos por materiales resultantes tanto de la destrucción mecánica de las rocas por el glaciar en movimiento así como de materiales sueltos provenientes de las laderas montañosas, de acuerdo a la posición en que se encuentran es posible observar morrenas laterales, terminales y basales. Las morrenas laterales son las de mayor predominio, su desarrollo es más expresivo en valles que se extienden por tramos cortos como por ejemplo La difusión de las morrenas terminales y basales es un tanto menos significativa, se presentan mayormente por las partes bajas como fiel testimonio de una prolongada detención o retiro del glaciar y con morfologías no muy bien definidas principalmente por efectos de erosión; se cita como ejemplo las morrenas terminales del lado oriental del estrato volcán Solimana (Foto N° 18).

Los depósitos fluvio-glaciarios se distribuyen tanto en las partes altas como en los sitios bajos principalmente de suave relieve, se encuentran como pequeñas cubiertas y abanicos de aluvión fluvio-glacial, resultantes del acarreo y acción acumulativa que ha ejercido la fuerte energía cinética de las aguas de fusión glaciaria sobre las morrenas terminales mayormente (de aquí que estos depósitos son escasos). Están constituidos por arenas, gravas y guijarros de naturaleza volcánica, principalmente subangulares.

En el cuadrángulo de Chulca los depósitos más importantes se encuentran en una depresión entre la laguna de Huacullo y la Laguna de Huanzo así también en algunas quebradas como Uquitaca, Ayaquilla, Chinchahuayo. El grosor de estos depósitos pasa de 100 m; esta compuesto por bloques, clastos y gravas subangulosas, en su mayoría de litología volcánica, todos estos elementos se hallan englobados en una matriz de arena fina limosa tobácea, estos se encuentran en el fondo de los valles, y también formando planicies.

En el cuadrángulo de Cayarani los depósitos más importantes se encuentran en la falda noreste del nevado Huajrahuire conformando planicies, otros depósitos se encuentran en la esquina noroeste del este cuadrángulo.

#### 3.4.2 DEPOSITOS DE FLUJOS DE LODO Y ALUVIALES.

Rellenando fundamentalmente el valle del cañón del Cotahuasi y valles aledaños, así como indistintamente algunas partes de los flancos del mismo, se encuentran una serie de depósitos de flujos de lodo. Estos materiales están constituidos por fácies terrígenas pobremente clasificadas las cuales fueron arrastradas por flujos de agua que comprometieron mayormente la poca consistencia de las fácies tobáceas de la Formación Alpbamba (Foto N° 19).

Sobre yaciendo a las unidades volcánicas en forma aislada, se encuentra una variedad de depósitos clásticos cuaternarios, los cuales, litológicamente no han sido estudiados en detalle en el presente trabajo. Están constituidos por depósitos clásticos depositados principalmente por acción de las corrientes permanentes (ríos) y por las corrientes temporales de montaña (se incluye en estos

depósitos, los clastos resultantes de la alteración "In Situ" como los conos de escombros), se acumulan mayormente en los fondos de los valles formando verdaderas "llanuras aluviofluviales" y en los cambios de pendiente de las laderas, como "conos aluviales" o "conos de deyección". Están constituidos por conglomerados, gravas, arenas y arcillas débilmente consolidados y parcialmente ordenados en una pobre estratificación alcanzando dimensiones entre 1 y más de 2 metros de espesor. Dadas sus características texturales, presentan altos valores de porosidad y permeabilidad, constituyéndose en importantes receptáculos de agua y por lo tanto, en importantes centros de vegetación (bofedales), útiles para el pastoreo de los rebaños del lugar.

En los cuadrángulos de Chulca y Cayarani estos depósitos se encuentran en el área de estudio en los fondos de las quebradas y valles son productos de la erosión y depósitos de agua de escorrentía por la fusión glaciaria y aguas meteóricas; están compuestos por terrazas y aluviones de los cauces de los ríos. En su mayor parte están constituidos por bloques cantos y gravas subredondeadas en una matriz arenosa.

### 3.5 ROCAS INTRUSIVAS

#### 3.5.1 COMPLEJO COTAHUASI

Se define como complejo Cotahuasi, a dos intrusiones de regular dimensión que afloran a lo largo del Cañón del río Cotahuasi: una aflora inmediatamente al norte del paraje de la Catarata de Sipia (cerro Yuca) y la otra, aflora inmediatamente al noreste de la localidad de Alca (cerro Tarcanya).

El afloramiento del cerro Yuca, es de composición cuarzo latita y se encuentra intruyendo a las calizas de la Formación Arcurquina y cubierto por las fácies piroclásticas de la Formación Alpabamba. Por meteorización, la roca muestra una coloración gris blanquecina y en superficie fresca, la coloración varía desde el gris claro, gris verdoso a gris rosáceo; presenta una textura de grano fino y está constituida por plagioclasa, cuarzo, biotita y hornablenda que por lo general, se presentan en cristales verdosos de 2 a 5 mm. de largo. Ocasionalmente incluyen xenolitos verdosos.

El afloramiento del cerro Tarcanya se encuentra cubierto por las fácies volcánicas del Grupo Tacaza y la Formación Alpabamba. Litológicamente, se trata de una diorita de color gris claro a gris verdoso y en su composición, destacan la plagioclasa, el cuarzo, la hornablenda y la augita.

**Edad.-** Una datación radimétrica efectuada por la misión japonesa (1986) en una muestra obtenida en el afloramiento de la localidad de Alca, arroja una edad de  $53.7 \pm 2.7$  M.A. Esta datación permite asignar a estos afloramientos al Paleoceno tardío o principios del Eoceno.

#### 3.5.2 COMPLEJO SALAMANCA.

El complejo Salamanca está definido por una serie de intrusiones que afloran en la localidad de Salamanca (extremo suroeste del cuadrángulo de Cotahuasi y parte superior del río Arma) y se extienden hacia el extremo noroeste del cuadrángulo de Chuquibamba.

La litología de estas intrusiones varía entre granodioritas y tonalitas y se encuentran cubiertas en discordancia por las fácies piroclásticas de la Formación Alpabamba, sus relaciones inferiores no es posible observarse. Una muestra recogida en la localidad de Salamanca, muestra una coloración que varía del gris claro al gris verdoso, su textura es de grano grueso y en su composición se observa, plagioclasa, cuarzo, ortosa y hornablenda.

**Edad.-** Una datación efectuada por Max Weibelzolt Fejer (1977) en una muestra obtenida en los alrededores de la localidad de Salamanca, reporta una edad de 97. 4 M.a. Esta datación, ubicaría a estos afloramientos en el Cretáceo superior

### 3.5.3 COMPLEJO CHACHAS.

Se describe como complejo Chachas a un conjunto de intrusiones que afloran por el extremo sur del cuadrángulo de Orcopampa. Generalmente son reconocidas en las labores mineras de las minas Chachas y Shila ubicadas en y al NE de la localidad de Chachas respectivamente.

Litológicamente, este complejo, está constituido mayormente por una serie de intrusiones de naturaleza diorítica variando a tonalitas y granodioritas. Una muestra recogida en la mina Sando Alcalde (Yacimiento minero Shila), muestra una coloración gris verdosa, textura de grano grueso y en su composición toman parte

La morfología de estas intrusiones varía desde cuerpos irregulares hasta diques o sills de diferente dimensión, se encuentran instruyendo tanto a las fácies sedimentarias del Grupo. Yura como a los aglomerados del Miembro Santa Rosa (grupo Tacaza). Aparentemente, la mineralización de las minas Chachas y Shila están relacionadas con estas intrusiones.

**Edad.-** No se cuenta con dataciones radiométricas para estos afloramientos, sin embargo, si se considera que estos cuerpos son los responsables de la mineralización de la mina Shila, podría asignárseles una edad comprendida entre 10.3 a 8.6 M.a., la cual, es la edad de la mineralización de este yacimiento. En este caso, se las ubicaría dentro del Mioceno superior

### 3.5.4 COMPLEJO CHILLACANCHA

Se ubica en la esquina noreste del cuadrángulo de Cayarani los mejores afloramientos se encuentran en los cortes de la carretera que conduce de Esquina a Santo Tomás, se trata de intrusivos cuyos rangos petrográficos varían desde gabros hasta tonalitas.

En la falda este del cerro Sayhua, aflora un cuerpo diorítico de grano grueso de color oscuro con textura holocristalina contiene cristales de plagioclasa, estas fácies continúan a lo largo de la carretera hasta el cerro Quimsacancha donde cambian sus fácies a una roca clara bien expuesta en la quebrada Queuñamayo, se trata de una tonalita de grano grueso holocristalina con visibles cristales de plagioclasa y hornablendas.

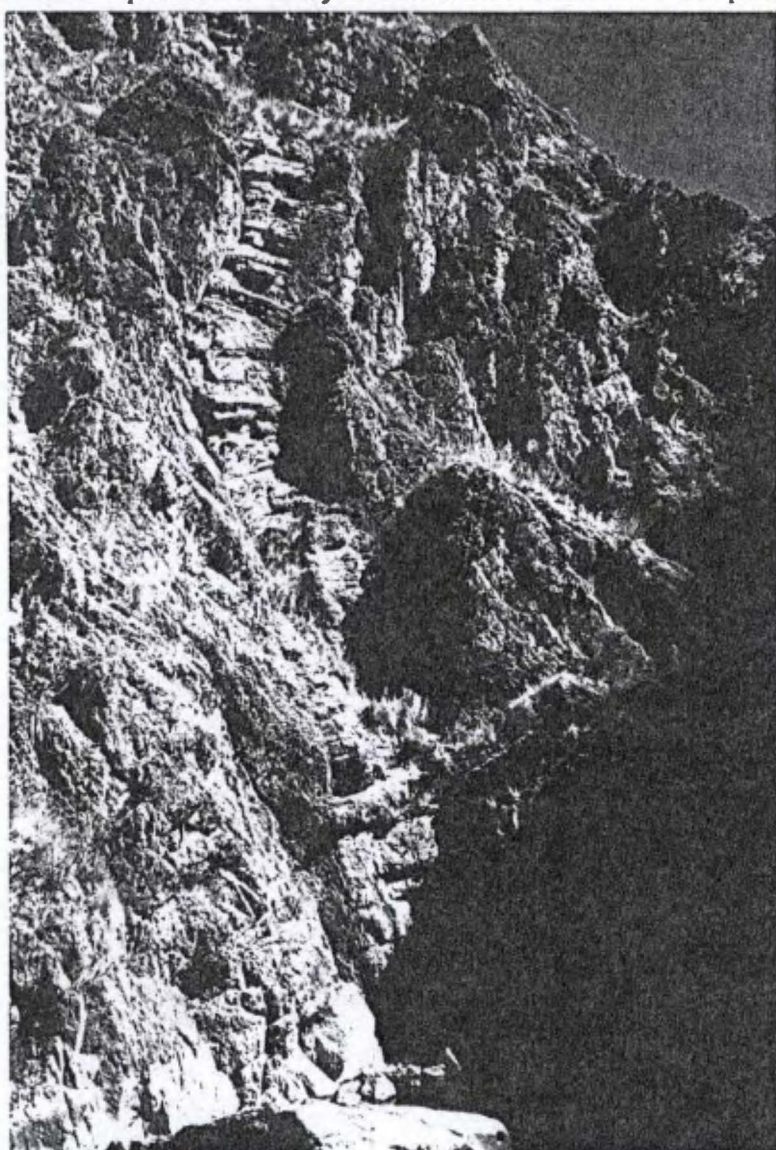
## 3.6 UNIDADES SUBVOLCANICAS

Las fácies subvolcánicas se encuentran principalmente en el cuadrángulo de Orcopampa, en el cuadrángulo de Cotahuasi, la presencia de estas es muy puntual.

Esta fácies se presentan generalmente como cuerpos intrusivos adoptando morfologías que varían entre domos, cuellos y domos-colada. Aparentemente el emplazamiento de estos cuerpos parecen haberse efectuado entre el Mioceno temprano y el Plioceno. Las intrusiones más antiguas (Mioceno temprano) se habrían emplazado inmediatamente después del emplazamiento de las fácies volcánicas del Grupo Tacaza y son generalmente de composición dacítica y Andesítica; en cambio, las intrusiones más jóvenes (Plioceno) son de composición riolítica y riodacítica y se habrían emplazado inmediatamente después de haberse efectuado la primera fase del volcanismo Barroso. Desde el punto de vista económico, las primeras parecen ser responsables de la mineralización



19.-Vista aguas arriba del cañon del río Cotahuasi en la zona del 2º puente al NE de Pampa Echunga, muestra la erosión del río a los flujos de lodo, en la margen derecha se observa la formación Alpbamba sobreyaciendo a la formación Arcurquina



20.- Vista al NW Río Ocoruro – Cuadrangulo de Orcopampa vease Dique Dacitico

metálica de los diferentes yacimientos de oro y plata presentes en la región, en tanto que las segundas parecen no guardar relación con la mineralización (estériles). A continuación, se describen brevemente a estas fácies subvolcánicas en una serie de complejos descritos provisionalmente con relación a su agrupamiento espacial.

### 3.6.1 COMPLEJO SARPANE.

Se denomina complejo Sarpane a un conjunto de cuerpos subvolcánicos mayormente de formas no muy bien definidas y muchos no cartografiables a la escala empleada que se encuentran en los cerros ubicados en los alrededores de la localidad de Orcopampa (parte central del cuadrángulo de Orcopampa). El afloramiento típico se encuentra en el cerro Sarpane (NE de Orcopampa), son importantes también los afloramientos ubicados en los cerros: Pucara, Chilcane (alrededores de Chilcaymarca), Huancarama (norte de Orcopampa), Huichinca (Foto N° 20), entre otros, así mismo, son incluidos en este complejo los diques y lavas de las minas Tudela, Manto, Santa Rosa, Calera, Santiago, entre otras

Litológicamente, esta constituido mayormente por pequeños cuerpos de dacita, latita cuarzosa y andesitas, las cuales se presentan ya sea como cuerpos dómicos o como coladas comprometiendo mayormente a las fácies de los miembros Pisaca y Manto. Por lo general, las dacitas son de color verde grisáceo en fractura fresca, por meteorización, presentan un color blanco parduzco a amarillento. La textura es porfirítica, a la vista se reconocen fenos subhedrales de plagioclasas cuyas dimensiones varían de 1,3 a 3,2 mm. Granos de cuarzo hialino con bordes corroídos y pequeñas disseminaciones de pirita; todos englobados por una matriz microgranular homogénea. El análisis microscópico de una muestra de dacita obtenida en la mina manto reporta lo siguiente:

Color: Gris verdoso

Estado de conservación: Mayormente fresco

Grano: Parcialmente fanerítico

Estructura: Masiva

Textura : Porfirítica

Minerales: Feldespato, cuarzo, clorita, epidota y pirita.

Una muestra obtenida en el cerro Sarpane (Andesita Sarpane), muestra una textura algo porfirítica, mineralógicamente esta constituida por plagioclasas andesina 25 %, hornablenda 10%, biotita 3%; presenta algo de cuarzo en algunas zonas en forma de inclusiones acompañadas por pequeños fragmentos de roca. Esta roca se presenta en el área de estudio como un domo volcánico en estructura de flujo bien definida, también como diques y sills, son de composición dacítica a andesítica.

**Edad.-** Dos edades radiométricas K-Ar efectuadas en estos cuerpos reportan una antigüedad comprendida entre los  $20.35 \pm 0.55$  y  $18.3 \pm 0.6$  M.a (muestras N° 28 y 16 del plano geológico). Se encuentran cortando a los miembros Pisaca, Manto y Santa rosa (Grupo Tacaza) y se les asigna por tanto una edad correspondiente al Mioceno inferior.

### 3.6.2 COMPLEJO HUMACHULCO.

Se define como complejo Humachulco a una serie de intrusiones que se encuentran al NE de la localidad de Humachulco, precisamente en el cerro Pampa Jache y los caseríos Collpa y Jullucasa ubicados en el cuadrángulo de Orcopampa. A diferencia del complejo Sarpane, el área de influencia de estas intrusiones alcanza menor dimensión.

Litológicamente esta constituido principalmente por cuerpos dacíticos, los cuales se encuentran intruyendo a las fácies del Miembro Santa Rosa. Las dacitas presentan igualmente una coloración gris verdosa, la textura es porfirítica de grano grueso, los fenos más importantes son: cuarzo y feldespatos bien desarrollados, seguidos por los fenos de hornablenda y biotita en menor proporción.

**Edad.-** No se cuenta con edades radiométricas, pero no obstante, se asume que sean de la misma edad que las intrusiones del complejo Sarpane, es decir, del Mioceno inferior.

### 3.6.3 COMPLEJO PAMPAMARCA

Se describe como complejo Pampamarca a un conjunto de intrusiones pequeñas de composición principalmente andesítica que afloran mayormente en la localidades de Pampamarca y Taurisma ubicadas en el cuadrángulo de Cotahuasi. Estos cuerpos se encuentran intruyendo a las calizas de la Formación Arcurquina y a las rocas volcánicas del Grupo Tacaza (Miembro Santa Rosa).

Litológicamente, estas andesitas son de color gris verdoso y en su composición toman parte fenocristales de plagioclasa, augita y hornablenda, las cuales, se encuentran en una matriz de plagioclasa. Principalmente la andesitas de la localidad de Taurisma, muestran alteración del tipo cloritización y sericitización ( Olchanski, E. y Davila, D.; 1994).

**Edad.-** No se cuenta con dataciones radiométricas que pudieran precisar la edad de estas andesitas; sin embargo, por la composición y sus relaciones de yacencia muy parecidas a las intrusiones subvolcánicas mas antiguas que afectan a las rocas volcánicas del Grupo Tacaza (Complejo Sarpane), se les puede atribuir una edad correspondiente al Mioceno inferior.

### 3.6.4 COMPLEJO CHINCHON.

Se denomina complejo Chinchón a un conjunto de brechas y cuerpos de dacita que se encuentran intruyendo a las fácies del Grupo Tacaza (Miembro Santa Rosa) en los alrededores del cerro Chinchón (Foto N° 21), ubicado al sureste del yacimiento minero de Orcopampa o al noroeste del yacimiento minero Shila (cuadrángulo de Orcopampa).

Este complejo, ha sido definido por E. Swanson, C. Noble y otros (1998) como materiales correspondientes a una caldera denominada Caldera Chinchón. En el presente trabajo se ha tomado este concepto con mucha reserva debido a que no se ha encontrado las características geológicas (particularmente estructurales) determinantes como para su caracterización como tal. Por el contrario se asume que se trate de un cuello o cuellos de Chimenea volcánica.

El afloramiento de este complejo, se encuentra en la parte más alta de la cadena de cerros que se ubican en este lugar, tiene una forma mas o menos circular y de lejos muestra tonalidades claras que varían desde el blanco amarillento, blanco verdoso, hasta el blanco violáceo y ligeramente rojizo. La litología de este complejo, esta definida por brechas y cuerpos de dacita principalmente. El proceso de emplazamiento parece haberse iniciado con la expulsión de tobas y brechas tobáceas de color gris claro en superficie fresca y de tonalidades marrón amarillento por meteorización, estas fácies se encuentran en los cerros Solimana ubicado al NE de la planta metalúrgica de la mina Shila y en el flanco este del cerro Huamangore ubicado al este de la mina Orcopampa. Luego, se habrían emplazado las brechas de flujo, las cuales, comprometen la mayor extensión del afloramiento, estas brechas se disponen en una sucesión de varias etapas y particularmente su composición esta definida por clastos de litologías múltiples y una matriz lávica de naturaleza Andesítica con ligero transito a dacitas. De manera general, los clastos están constituidos mayormente por fragmentos y bloques correspondientes a los miembros Manto y Santa Rosa del Grupo Tacaza, así como, por



21.- Vista al NE Cerro Chinchon – Cuadrangulo de Orcopampa. Afloramiento de la Dacita Chinchon



bloques de deslizamiento de más de 100 m. de tamaño correspondientes a cuarcitas (Formación Hualhuani) del Grupo Yura. Finalmente, el proceso estaría terminando con el emplazamiento de fácies lávicas de naturaleza dacítica, estas dacitas muestran la topografía más agreste y elevada de la zona (agujas o puntones más prominentes) y se encuentran instruyendo a su vez a las brechas de flujo tal como muestra los de calcinación que presentan estas brechas como consecuencia de la intrusión de las dacitas

**Edad.-** Seis dataciones radimétricas K-Ar pueden precisar la edad de este complejo. Cuatro dataciones le asignan a la brechas una edad comprendida entre los  $12.7 \pm 0.4$  y  $10.8 \pm 0.4$  M.a. y dos dataciones le asignan a las intrusiones dacíticas una edad comprendida entre los  $7.7 \pm 0.2$  y  $6.5 \pm 0.2$  M.a. ( E. Swanson, 1998). En definitiva, estas dataciones le estarían otorgando a este complejo una edad correspondiente al Mioceno medio-superior.

### 3.6.5 COMPLEJO CHALLAHUIRE.

Se identifica como complejo Challahuire a un conjunto de domos lava que se distribuyen en forma de semi arco por la parte este y norte del cuadrángulo de Orcopampa. Se denomina Challahuire por que el afloramiento típico se encuentra en el cerro Challahuire ubicado

Estos cuerpos adoptan una morfología característica de domo colada y Litológicamente están constituidos por lavas riolíticas y riódacíticas. En los casos de los domos colada ubicados en la parte sur del complejo, se puede observar que en la base de estos se presentan brechas riódacíticas y hacia la parte superior el material se hace francamente rió lítico. Son cuerpos relativamente pequeños cuyas dimensiones son medibles en la escala métrica.

**Edad.-** Una datación radimétrica K-Ar efectuada en el cerro Challahuire, reporta una edad de  $5.9 \pm 0.2$  M.a. (Candiotti et al 1990). Ahora bien, esta edad Mioceno superior-Plioceno y la relación de yacencia sobre las lavas andesíticas del nivel inferior del Grupo Barroso (Barroso inferior), tal como se puede observar en la laguna de Corcocha, permiten indicar que estos cuerpos subvolcánicos se habrían emplazado como una fase intermedia del proceso eruptivo del volcanismo Barroso y serian equivalente a las fácies piroclásticas del Miembro Arma que como se ha señalado anteriormente constituye la plataforma piroclástica sobre la cual se han edificado las estructuras volcánicas Coropuna, Solimana y Firura.

### 3.6.6 COMPLEJO DE PICHACANE

En la parte central del borde este del Cuadrángulo de Chulca, en los alrededores de Pichacane afloran 2 pequeños stocks porfido andesítico, de color gris claro, de grano medio en la que son visibles cristales euhedrales de plagioclasas, hornablendas y biotitas, en una matriz afanítica. Así también en las nacientes de la quebrada Millochahua, se presenta un cuerpo dacítico de color gris claro de grano medio, contiene cristales de plagioclasas, con cuarzo y biotitas alteradas a clorita

### 3.6.7 COMPLEJO SENJAPALLA

El mas característico se ubica entre la quebrada Pucará y río Huarajo hasta los alrededores del caserío de Huataca, se encuentra bien expuesto sobre la carretera Senjapalla Huataca, se trata de un cuerpo subvolcánico andesítico de forma alargada de color claro con textura media sus mineralogía esta constituida por cristales de plagioclasas, cuarzo donde son visibles agujas de anfíboles.

## 4 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

### 4.1 GENERALIDADES.

Los mayores efectos tectónicos se presentan en las fácies sedimentarias mesozoicas, por el contrario, no existen evidencias de mayores efectos que hayan comprometido a la secuencia volcánica. Los rasgos estructurales mayores en las fácies sedimentarias están constituidas por fallas y plegamientos moderadamente apretados que siguen la orientación andina, en cambio las estructuras en las rocas volcánicas están definidas por cambios de buzamiento que indican combamientos de amplio radio de curvatura y fallamientos normales, los cuales indistintamente siguen una dirección andina y antiandina respectivamente, estas estructuras son observables principalmente en las rocas del Grupo Tacaza. (Fig N°10)

### 4.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL DE ORCOPAMPA Y COTAHUASI

Dadas las características antes señaladas es posible deducir que, la estructura geológica del área, estaría definida por tres grandes niveles estructurales con litología y grado de formación distinta:

- Se infiere un zócalo Paleozoico y/o Cratónico rígido, sobre el cual, reposa la secuencia sedimentaria (Jurásico) y volcánica (Terciario-cuatemaria) descrita, cuya reacción ante las deformaciones andinas, fue probablemente de mayor estabilidad.
- Se observa una secuencia sedimentaria areno-lutácea del Jurásico superior-Albiano bastante plástica, la cual, fue plegada y fallada por una tectónica superficial (fases Peruana e Incaica), posiblemente con un despegue a manera de escama del zócalo rígido.
- Finalmente, se advierte un grueso manto compacto (Terciario-Cuatemario) de naturaleza volcánica, el cual, rellena una topografía irregular y se muestra afectado por una deformación sencilla, cuyos mayores efectos, se muestran principalmente en una tectónica de fractura y cambios de buzamiento que indican combamientos de amplio radio de curvatura.

### 4.3 DISLOCACIONES.

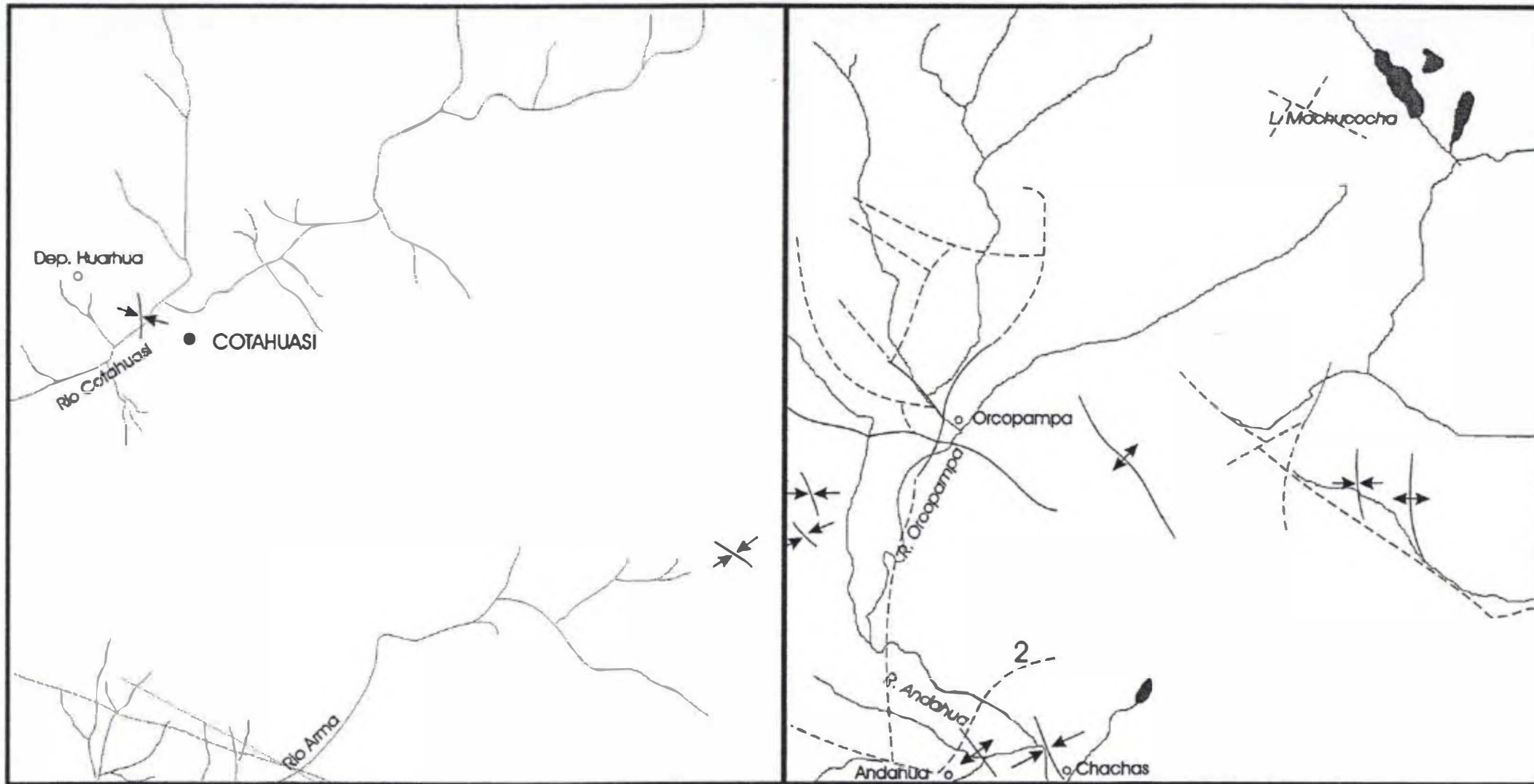
Dos estilos de dislocación esencialmente distintos, configuran el diseño estructural que expone el área estudiada:

Plegamientos de dirección NO-SE de edad Cretácico terminal u oligocénicos.

Fallamientos orientados según dos direcciones: de NO a SE y de NE a SO, de edad Mioceno medio a superior. A las fallas que desplazan estructuras mineralizadas se las considera de edad pliocénica.

#### 4.3.1 DISLOCACIONES DE PLEGAMIENTO.

El mayor rasgo de plegamiento definido que se observa, se muestra en las fácies sedimentarias mesozoicas correspondientes al Grupo Yura y las formaciones Murco y Arcurquina. Entre las estructuras más importantes relacionadas con este tipo de dislocamiento, se encuentran las siguientes:



— Falla Normal

- - - Falla Inversa

↘ ↙ Eje Sinclinal

↔ Eje Anticlinal

10 Km 5 Km

ESCALA GRAFICA

MAPA ESTRUCTURAL CUADRANGULO DE COTAHUASI - ORCOPAMPA

FIGURA Nº 10

#### 4.3.1.1 SINCLINAL CHACHAS.

Esta estructura esta formada exclusivamente por rocas del Grupo Yura: formaciones Puente, Cachios y Labra. Se encuentra al Oeste del pueblo de Chachas (parte sur del cuadrángulo de Orcopampa), su eje tiene una orientación de N 45° O y sus limbos presentan buzamientos un tanto diferentes, el limbo occidental presenta buzamientos de 15° a 20° al NE en tanto que el limbo este presenta buzamientos de 35° a 45° al SO. Se trata de un sinclinal relativamente abierto y cubierto en gran parte por rocas volcánicas correspondientes al Grupo Barroso.

#### 4.3.1.2 SINCLINAL Y ANTICLINALES PANAHUA.

Estas son tres pequeñas estructuras formadas por las rocas del Grupo Yura, Formación Murco y la Formación Arcurquina, se encuentran en los alrededores de la localidad de Panahua (mitad sur del cuadrángulo de Orcopampa). Los ejes de estas estructuras tienen una orientación promedio de N 45° O y sus limbos correspondientes presentan buzamientos promedio de 25° . Se trata de plegamientos muy ligeramente apretados

#### 4.3.1.3 ANTICLINAL PALCUYO.

Al igual que en el caso anterior, esta estructura esta formada por las rocas del Grupo Yura, Formación Murco y la Formación Arcurquina, se encuentra en las proximidades del poblado de Palcuyo (margen suroccidental del cuadrángulo de Orcopampa). El eje de esta estructura tiene una orientación N 30° O y sus limbos presentan buzamientos fuertes hasta de 30° al NE y SO respectivamente, se trata de un anticlinal ligeramente cerrado y cubierto parcialmente por rocas del Grupo Tacaza y la Formación Alpbamba.

#### 4.3.1.4 SISTEMA DE PLEGAMIENTOS CHAPACOCO.

Estas estructuras se encuentran formadas en las rocas del Grupo Yura (formaciones Labra y Hualhuani) y la Formación Murco. Se desarrollan en los alrededores del poblado Chapacoco ubicado al sur de localidad de Chilcaymarca. Los ejes de estas estructuras tienen una orientación promedio N 40° O , las fallas presentan buzamientos promedio de 40° al SO y los plegamientos presentan sus limbos mas o menos cerrados con buzamientos que van desde los 30° hasta los 75°. Estas estructuras se encuentran cubiertas por las fácies ignimbríticas del Miembro Manto (Grupo Tacaza).

### 4.3.2 DISLOCACIONES DE RUPTURA.

Las, dislocaciones de ruptura son igualmente importantes tanto en las fácies sedimentarias como en las rocas volcánicas. Las trazas presentes en superficie son por lo general pequeñas, están señaladas por escarpas que muestran trituraciones (brechamiento), estriaciones y laminaciones de las rocas en los labios de falla y en algunos casos, por notables surcos de erosión que siguen trazos rectilíneos. De acuerdo al eje principal de deformación de los Andes pueden agruparse en fallas longitudinales y transversales.

#### 4.3.2.1 FALLAS LONGITUDINALES.

Los rasgos de estas fallas que con un rumbo promedio de N 50° O siguen la dirección del eje principal de deformación andina, son perfectamente observables en tramos cortos, la interpretación fotogeológica indica que pueden seguirse por tramos apreciables determinándose así su carácter en cierta medida regional.

#### **A) SISTEMA DE FALLAS CHAPACOCO.**

Estas fallas se encuentran afectando juntamente con una serie de plegamientos a las rocas del Grupo Yura en los alrededores del poblado de Chapacoco (sur de la localidad de Chilcaymarca. Estas fallas son normales tienen una orientación promedio N 40° O y presentan buzamientos promedio de 40° al SO.

#### **B) FALLA UMACHULCO.**

Se encuentra en los alrededores de las localidades de Umachulco y Misahuanca, tiene un rumbo promedio de N33°O y un buzamiento hacia el este; se le ha clasificado como una falla del tipo normal. En esta falla se alinea el volcán Ayaccasa y Huilluco.

#### **4.3.2.2 FALLAS TRANSVERSALES.**

Son fallas normales de trazos no muy extensos (escala métrica) y están orientadas según un rumbo promedio N45°E mostrando generalmente buzamientos fuertes (60°-80°) predominantemente al SE. Varias fallas alineadas en un sistema paralelo y perpendicular al sistema andino, se definen principalmente en los asientos mineros de Orcopampa y Shila. Se trata de dislocaciones aparentemente resultantes de esfuerzos secundarios al esfuerzo principal que originó el fracturamiento longitudinal durante el Mioceno medio posiblemente. Entre las fallas más importantes que pertenecen a este sistema se encuentran las fallas Huancarama y Huilluco.

#### **A) FALLA HUANCARAMA.**

Pasa por la localidad del mismo nombre con un rumbo aproximado de N49°E y un buzamiento subvertical, se le ha clasificado como una falla normal, su longitud reconocida es de 15 km aproximadamente; se alinean a ella los volcanes Ayaccasa, Yana Mauras y Huaylla Huaylla.

#### **B) FALLA HUILLUCO.**

Esta falla pasa cerca de la localidad de Misahuanca, tiene un rumbo aproximado de N43°E, su buzamiento también es subvertical irregular, se le ha clasificado como falla normal. En ella se alinean los volcanes Huilluco y Challhua.

Como fallas menores (locales) se encuentran las siguientes: se les ha clasificado también como fallas normales formadas por esfuerzos tensionales:

#### **C) FALLA SAN SIXTO.**

En esta se emplaza la veta del mismo nombre, tiene rumbo aproximado de N22°E y un buzamiento de 82° NO; pone en contacto a los miembros Santa Rosa y Pisaca y se le ha clasificado como una falla de tipo normal. Su trazo ha sido reconocido en una longitud de 1,300 m. aproximadamente.

#### **D) FALLA SANTA ROSA.**

En ella se emplaza la veta del mismo nombre, su rumbo promedio es de N58°E y su buzamiento de 65° NO; se le ha clasificado como falla normal. Ha sido reconocida en una longitud de 1,200 m. aproximadamente.

**E) FALLA SANTIAGO.**

En esta misma falla se emplaza la veta Santiago Este con un rumbo aproximado de N85°E y buzamiento de 68° SE. Cerca de la intersección de Santiago Este con la falla San Sixto, sale Santiago Norte al piso de la estructura principal, con un rumbo promedio de N60°E y 70°-85° SE de buzamiento. A partir de la coordenada N308 178 – E 790 355, se divide en dos ramales, de los cuales en el sur (Split) posee el mismo rumbo de Santiago Norte, siendo el buzamiento de mayor grado 85°-90° SE. Al sur de Santiago Este se presenta el ramal (veta "2"), con un rumbo promedio de N70°E y 60° SE de buzamiento. A todas estas fallas también se les ha clasificado como del tipo normal.

**F) FALLA CONDOR.**

Esta falla tiene un rumbo casi similar al de Santiago norte N65°-60° E y un buzamiento de 82° SE aproximadamente, se comporta como contacto entre el Miembro Manto al Norte y el Miembro Santa Rosa al sur, se le clasifica también como falla del tipo normal. A sido reconocida en una longitud de 800 m aproximadamente.

**G) FALLA MAGALI.**

Se le ha determinado un rumbo de N45°-50° E y un buzamiento aproximado de 65°-75° SE, en esta misma falla se emplaza la veta del mismo nombre y se le ha reconocido en una longitud de 200 m. aproximadamente, al igual que las anteriores fallas es de tipo normal.

**H) FALLA RAYO.**

En esta falla se emplaza la veta del mismo nombre,, posee un rumbo promedio de N40°E y un buzamiento aproximado de 50° SE, se le ha clasificado como una falla del tipo normal y ha sido reconocida en una longitud de 420 m.

**4.4 CUADRANGULOS DE CHULCA Y CAYARANI**

En los cuadrángulos de Chulca y Cayarani (Fig N°11,12) afloran esencialmente rocas de edad Cenozoica las cuales presentan una deformación muy leve. Las rocas del Mesozoico afloran en pequeña extensión en el norte del cuadrángulo de Chulca, en estas rocas se observa una deformación más importante.

**4.4.1 PLIEGUES**

Una serie de sinclinales y anticlinales se presentan en las rocas Mesozoicas, son pliegues apretados con flancos que buzán entre 40° y 70°, la dirección de los ejes varía entre N120°E a N140°E y pasan a N160°E en los afloramientos del río Parco.

# MAPA ESTRUCTURAL DEL CUADRÁNGULO DE CHULCA (30-q)

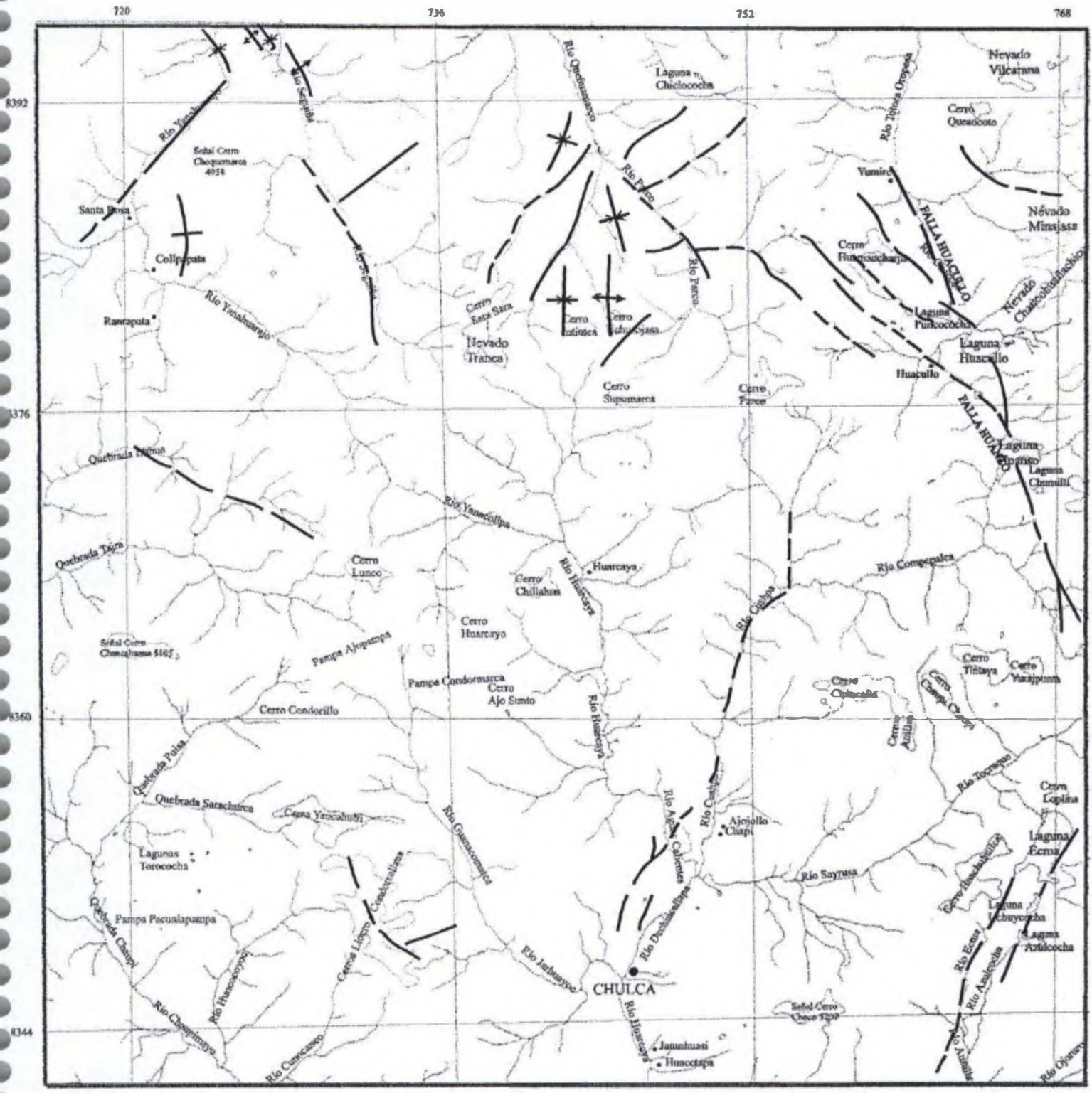


FIGURA Nº 11

# MAPA ESTRUCTURAL DEL CUADRÁNGULO DE CAYARANI (30-T)

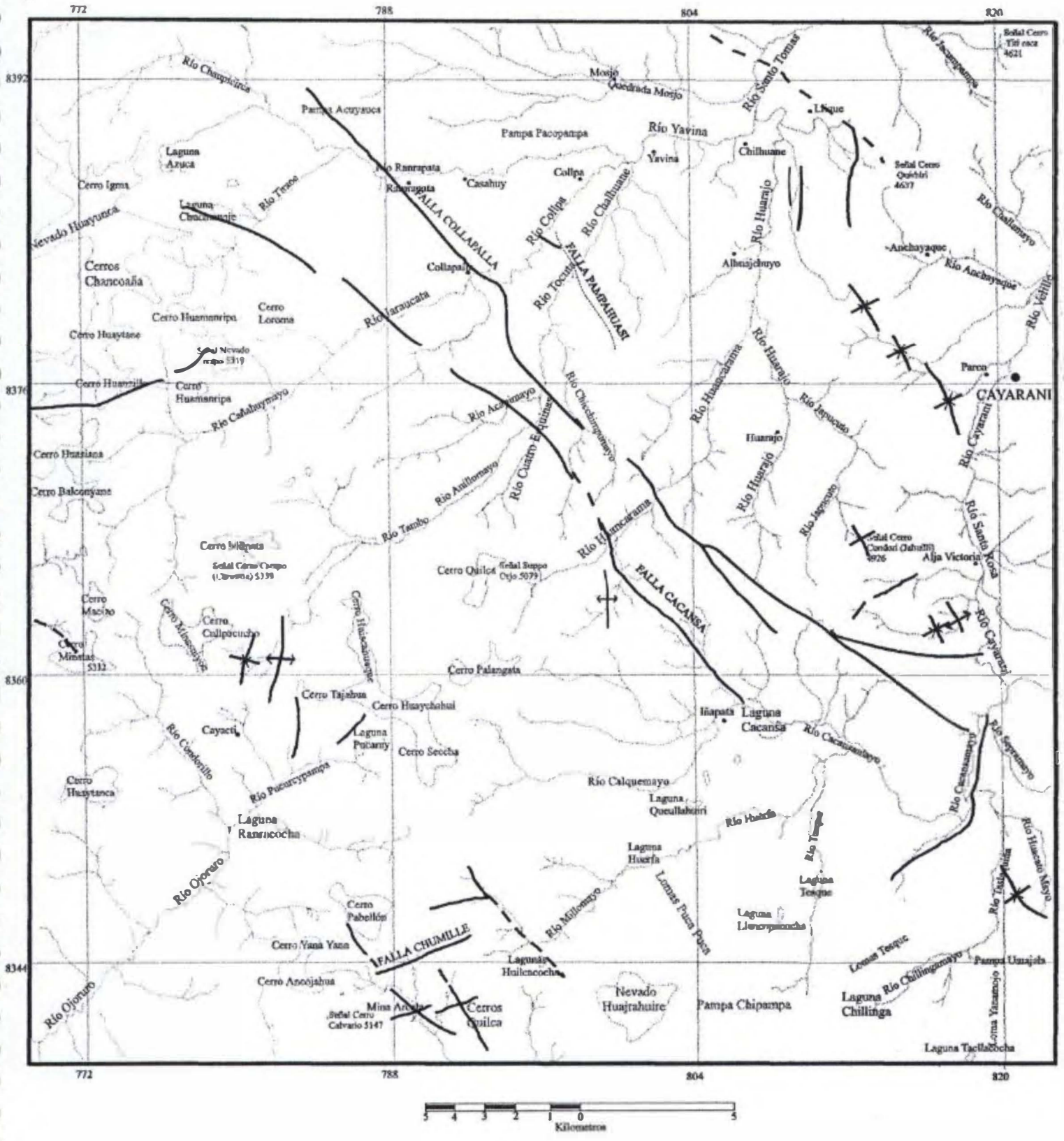


Figura N° 12



#### 4.4.2 FALLAS

En este fallamiento se distinguen dos sistemas.

##### 4.4.2.1 SISTEMA DE FALLA NW-SE

De tipo normal, a este sistema pertenece la falla Collapalla, que con una dirección N140°E atraviesa el cuadrángulo de Cayarani, esta falla tiene asociadas 2 fallas como son Caccansa y Pampahuasi, estas fallas tiene una traza rectilínea, lo que indica que el plano de falla es subvertical; a este mismo sistema pertenece el sistema de fallas de Huanzo, que con una dirección de N150°E a N130°E cruza la esquina NE del cuadrángulo de Chulca.

Estas fallas concuerdan con la dirección Andina en general por lo que corresponden a movimientos de bloques del basamento pre vulcanismo cenozoico por las rocas sedimentarias del mesozoico.

##### 4.4.2.2 SISTEMA DE FALLAS NE-SO

Estas fallas son de menor extensión y menos evidentes, de tipo normal y buzamiento sub vertical, este sistema seria posterior al anterior sistema.

A este sistema pertenecen las Falla Chumille situada al NO de la mina Arcata (cuadrángulo de Cayarani), las fallas de la laguna Ecma y las situadas en la parte Norte del cuadrángulo de Chulca.

#### 4.4.3 TECTONICA

En la zona de estudio se presentan afloramientos de rocas mesozoicas en la parte norte del cuadrángulo de Chulca los cuales son continuación de amplios afloramientos del cuadrángulo de Antabamba.

La mayor parte de rocas que afloran son volcánicos del cenozoico. En estos materiales se han registrado deformaciones de diferente intensidad.

##### 4.4.3.1 FASE PERUANA DEL CRETACICO SUPERIOR

Las rocas mesozoicas que afloran en el área de estudio son Formaciónm. Socosani, Grupo Yura, Formaciones Murco y Arcurquina, están afectadas por un plegamiento apretado que da lugar a sinclinales y anticlinales isopacos; los flanco tienen buzamientos de mas de 40 grados hasta vertical, la dirección NO SO de estas estructuras concuerdan con la dirección regional de los Andes, esta fase es seguida de un magmatismo en el Paleoceno Eocena-Oligocena después de esta deformación, el área de estudio debió estar sometida a una fuerte erosión, pues faltan unidades estratigráficas del Cretácico superior y Paleógeno.

##### 4.4.3.2 FASE QUECHUA I

Del Mioceno inferior, en el área de estudio no existe materiales afectados por esta deFormación, sin embargo la discordancia angular entre el Grupo Tacaza y las rocas mesozoicas da testimonio de una erosión intensa que habría acompañado a esta fase.

##### 4.4.3.3 FASE QUECHUA 2

Esta fase funciona en el Mioceno; una vez sucedida la erosión Post-Mesozoica se produce un vulcanismo intenso y de gran extensión en el sur del Perú el Grupo Tacaza. Esta unidad se encuentra afectada por un plegamiento algo abierto con anticlinales y sinclinales cuyos flancos

buzan entre 20° y 30°, este plegamiento es seguido de una erosión que forma un paleorelieve sobre el que va a depositarse la Formación Alpabamba.

#### **4.4.3.4 FASE QUECHUA 3**

Miocena Superior o finimiocena, sobre el paleorelieve dejado por la anterior fase se emplaza un volcanismo de tipo explosivo de la Formación Alpabamba se depositan tobas, brechas piroclásticas, las cuales son erosionadas y redepositadas en cuencas sedimentarias, como la Formación Aniso. Las formaciones Alpabamba y Aniso se encuentran en concordancia y afectadas por un plegamiento suave muy abierto pues en estas unidades se miden buzamientos de 15° a 10°, esta fase es seguida de un magmatismo de tipo subvolcánico que emplaza algunos pórfidos andesíticos como los del borde central Este del cuadrángulo de Chulca. Termina esta fase con la Formación de una superficie de erosión sobre la que se va a depositar el Grupo Barroso.

#### **4.4.3.5 LA SERIE PLIOCENA-PLEISTOCENA**

Durante la Serie Pliocena-Pleistocena la zona de estudio estaría afectada esencialmente por una distensión la cual permite la salida de un volcanismo explosivo al comienzo y después lávico, se forma una serie de aparatos volcánicos. Es durante este volcanismo que se produce un fuerte hidrotermalismo que afecta a las unidades infrayacentes como al Grupo Tacaza y Alpabamba. En el área de estudio se presentan grandes zonas hidrotermalizadas siendo una de ellas la cordillera de Huanzo, situada en los límites de los cuadrángulos de Chulca y Cayarani, en la misma se emplaza una serie de vetas con mineralización de oro y plata.

El yacimiento más importante lo constituye la mina Arcata (Cuadrángulo de Cayarani) la cual tiene una importante producción de plata.

## 5 GEOLOGIA ECONOMICA

### 5.1 GENERALIDADES.

La economía de la región, se asocia básicamente con la existencia de recursos naturales relacionados con la minería, principalmente en el cuadrángulo de Orcopampa se encuentran tres yacimientos en explotación (Orcopampa, Shila y Ares) y entre el cuadrángulo de Orcopampa y Cotahuasi, existen una serie de prospectos explorados y algunos en actual exploración. La explotación de los yacimientos actuales, se remonta mayormente a tiempos coloniales. Los yacimientos más importantes son los siguientes:

### 5.2 MINERALIZACION METALICA.

#### 5.2.1 YACIMIENTO MINERO DE ORCOPAMPA

##### 5.2.1.1 UBICACIÓN.

El yacimiento minero de Orcopampa, se encuentra ubicado en los alrededores de la localidad del mismo nombre. Su desarrollo, marca su inicio en la época colonial, principalmente con una metodología que planteó la selección de las zonas ricas de los rajos (clavos) especialmente en la zona de oxidación y cementación superior (por encima del nivel freático)

##### 5.2.1.2 MINERALIZACIÓN.

La mineralización, es de origen hidrotermal del tipo de relleno de fracturas y esta asociada con los aglomerados y lavas andesíticas del Grupo Tacaza (miembros Pisaca y Manto) y se encuentra repartida en un sistema fallas pequeñas orientadas de NE a SO (fallas perpendiculares a la dirección general de las estructuras andinas). Se trata específicamente de vetas de cuarzo y rodonita con minerales de plata y otros sulfuros, los cuales, se habrían depositado bajo un régimen de temperaturas y presiones que comprende todo el proceso hidrotermal, es decir, con variaciones desde regiones hipo termales hasta tele termales (es probable que la mayor parte de los minerales, se hayan depositado en un ambiente típicamente meso a epitermal).

Los minerales de mena, están constituidos principalmente por minerales de Plata: destacan entre estos la Argentita ( $S\text{Ag}_2$ ), Tetraedrita ( $S\text{b}_4\text{S}_{13}$  (Cu, Fe, Zn, Ag) $_{12}$ ), Pirargirita ( $S_3\text{SbAg}_3$ ), Proustita ( $S_3\text{AsAg}_3$ ) y Polibasita ( $S_{11}\text{Ag}_{16}\text{Sb}_2$ ); minerales de Plomo: Galena ( $\text{SPb}$ ); minerales de Zinc: Blenda ( $S\text{Zn}$ ) y minerales de Antimonio: Estibina ( $S_3\text{Sb}_2$ ) y Valentinita ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ). En poco valor, ocurren minerales de Cobre como: Calcopirita ( $S_2\text{CuFe}$ ), Covelita ( $\text{S}_{\text{Cu}}$ ), Malaquita ( $\text{CO}_3\text{Cu}_2(\text{OH})_2$ ), etc; minerales de Hierro como: Pirita ( $S_2\text{Fe}$ ), Arsenopirita ( $\text{S}_{\text{FeAs}}$ ), etc y otros minerales raros de Manganeseo como Alabandita ( $\text{SMn}$ ).

Los minerales de ganga, están constituidos principalmente por una secuencia de Cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ), Rodonita ( $\text{SiO}_3\text{Mn}$ ), Pirita, Estibina y Baritina, Calcita ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ) y Rodocrosita ( $\text{CO}_3\text{Mn}$ )

## 5.2.2 YACIMIENTO MINERO SHILA.

### 5.2.2.1 UBICACIÓN.

El yacimiento minero Shila, se encuentra ubicado al Sureste del yacimiento minero de Orcopampa y al Noreste de la localidad de Chachas entre los 4980 a 5400 m.s.n.m.. Se encuentra en la parte sur de la cordillera Shila, que empieza en la parte suroccidental de los andes, a 130 km al norte de la ciudad de Arequipa. políticamente pertenece al distrito de Chachas, provincia de Castilla, región Arequipa. Las coordenadas geográficas, en la cual se ubica la mina Apacheta, son las siguientes: 72° 10' 26'' de Longitud Oeste y 15° 23' 10'' de Latitud Sur. El trayecto de acceso de Arequipa a la mina es la siguiente: Arequipa-Yura Pista asfaltada 25km. Yura -Caylloma: carretera afirmada 190km. Caylloma -Peñas Blancas: Carretera afirmada 10km. Peñas Blancas-Mina Shila: Trocha carrozable 44km. Total:274 km.

### 5.2.2.2 MINERALIZACIÓN.

Shila se define como un yacimiento hidrotermal, epitermal con mineralización de oro y plata, asociada en menos grado metales básicos (Pb,Cu,Zn), considerado del tipo Adularia-sericita de acuerdo a la clasificación de Helad Foley y Huayba. La ocurrencia de valores de oro y plata esta ligada aun ensamble mineralógico constituido por silice, cuarzo, rodonita y óxidos de manganeso acompañados de una alteración hidrotermal argilica-silica. Se presentan diversas texturas típicas de yacimientos epitermales.

Al igual que el yacimiento de Orcopampa, la mineralización de la mina Shila, esta asociada principalmente con las fácies volcánicas del Gpo. Tacaza, la diferencia esta en que mientras la mineralización en el yacimiento de Orcopampa se da en la tobas de los Miembros Pisaca y Manto, en el yacimiento Shila se da en las fácies aglomerádicas del Miembro Santa Rosa. De igual manera, la mineralización ocurre en fallas pequeñas orientadas en dirección NE-SO, son importantes las vetas de Apacheta, Pillune, Sando Alcalde, entre otras.

Los minerales de mena están definidos por la siguiente asociación: Existen galena argentifera, esfalerita, calcopirita, teraedrita, proustita, oro nativo y electrum. Estudios minera gráficos, indican presencia de pearceita, mackinstita, luzonita, bornita y covelita. Los minerales de ganga más comunes son: cuarzo, pirita, rodocrosita, rodonita, calcita, cuarzo amatista y adularia.

La mineralización de oro-plata, por estudios de secciones pulidas, se determino que el oro ocurre en los bordes de la esfalerita y calcopirita, en las micro fracturas de la galena y como diseminación en las gangas de carbonatos. La plata nativa, ocurre en forma anherdral rellenando intersticios, microfracturas y reemplazando alas gangas de carbonatos y argentitas.

Las estructuras mineralizadas de mayor importancia son: La veta 14 con un rumbo promedio de 75°NO-SE y buzamiento 75° al SO, la veta 21 con rumbo promedio N88°O, buzamiento entre 75° a 82° al S, veta 59 con rumbo y buzamiento 57° al NE, de las cuales la veta 21 es la que muestra mayor evidencia de mineralización aurífera.

## 5.2.3 YACIMIENTO MINERO ARES

### 5.2.3.1 UBICACIÓN.

Se encuentra emplazado en la franja meridional de la zona sur de la cordillera de los Andes, a 160 Km de Arequipa en linea recta y a 30 Km al NE del pueblo de Orcopampa

### 5.2.3.2 MINERALIZACIÓN.

Las vetas son estructuras filoneas y tabulares con relleno de fracturas, formados por acción de soluciones hidrotermales en fácies epitermales. Las estructuras están rellenas principalmente por cuarzo lechoso epitermal, bandeado, simétrico y de grano fino (textura azucarada). La textura de bandeamiento simétrico presenta bandas finas de sulfosales de plata, seudomorfas de calcita lamelar y adularia.

El oro asociado al cuarzo como disseminaciones finas microscópicas. El grosor medio de las estructuras es de 1.86 m. alcanzando un máximo de 10.20 m. El oro nativo se presenta como inclusiones, relleno de intersticios, microvenillas y finas disseminaciones microscópicas que alcanzan tamaños que varían entre 10 y 30 micrones. también como granos libres de oro nativo y electrum (aleación natural oro y plata), diminutas partículas asociadas a platas rojas (proustita pirargirita)

### 5.3 RECURSOS GEOTERMALES.

Si bien no son muy abundantes, es preciso señalar sin embargo la existencia de surgencias termales que indican claramente la existencia de calor remanente en la profundidad. Estas se encuentran principalmente en la localidad de Huancarama ubicada al NE de la ciudad de Orcopampa. Las fuentes, emanan en la parte alta de Huancarama y fluyen a través de fracturas presentes en la fácies tobáceas correspondientes al Miembro Pisaca. Emanan con una temperatura de 40°C aproximadamente y un volumen 10 l/s. mas o menos.

A pesar que no se ha hecho un análisis químico de estas aguas, es posible sin embargo, incluirlas dentro del grupo de las aguas carbonatadas sulfurosas, en razón del escape de gran cantidad de burbujas de gas carbónico y al olor fétido que despiden. Actualmente, estas fuentes son usadas como baños medicinales por los habitantes del lugar.

## 6 GEOLOGIA HISTORICA.

A pesar de no encontrar ningún testimonio de acontecimientos geológicos anteriores a los del Jurásico superior, es posible sin embargo deducir en razón a lo manifestado en los capítulos anteriores, de que rocas del Paleozoico inferior y/o Cratónicas, constituirían el basamento sobre el cual se desarrollaron los diferentes sucesos que contribuyeron al desarrollo estratigráfico, estructural y minero que se expone en la región; los cuales pueden ordenarse en síntesis según la siguiente secuencia.

- a) En el Caloviano, la superficie mayormente metamorfoseada y peneplanizada que exponía la región después de la orogenia herciniana, habría sido invadida por primera vez por las aguas del Pacífico. La transgresión inundó la región con un mar relativamente somero y la sedimentación se desarrolló en un régimen definido de tectónica oscilatoria con cambios de ambiente de depósito; las diferentes unidades del Grupo Yura atestiguan esta afirmación, donde desde una cuenca sujeta a constantes movimientos verticales se produce al Neocomiano inferior un ascenso gradual considerable, alcanzándose la deposición de la Formación Hualhuani en ambientes de playa, con restos de Equizetites y marcas de oleaje bien definidos.
- b) En el curso comprendido entre el Neocomiano superior-Aptiano, dicho ascenso debió llevar a la región a una ligera emersión. Los procesos denudatorios habrían actuado sobre los sedimentos del Grupo Yura principalmente ubicados en la parte norte, mientras sus productos fueron acarreados a las partes bajas sumergidas donde a un se depositaban la Formación Murco y equivalentes.
- c) Durante el Albiano, la región experimentó nueva subsidencia desarrollándose el depósito de las calizas de la Formación Arcurquina en un mar sujeto a ambientes agitados y de poca profundidad. Todo queda establecido en razón a su naturaleza algo arenosa y fauna de ammonites de los afloramientos particularmente ya indicados.
- d) A fines del Coniaciano o a principios del Santoniano posiblemente, un levantamiento epirogénico considerable habría puesto fin al ciclo de sedimentación geosinclinal que comprometió a la región sur peruana durante el Mesozoico. Este acontecimiento, habría llevado por consiguiente al área de las nacientes del río Amazonas, a la emersión definitiva y a un subsiguiente proceso denudatorio, el cual, habría alternado con complicadas fases de compresión y distensión, que ocurrieron en el Cretáceo terminal y en el Oligoceno. Dentro de este contexto y a fines del Paleógeno medio, gran parte de sedimentos mesozoicos habrían sido erosionados, quedando la superficie de esta región complejamente deformada e irregularmente desgastada mayormente a expensas de las rocas del Grupo Yura.
- e) A principios del Mioceno y como consecuencia de un proceso de distensión que sigue a la fase de compresión Incaica de la tectogénesis andina, surge la primera manifestación magmática bajo un régimen mayormente efusivo emplazando al Grupo Tacaza, el cual, sepulta finalmente la superficie de erosión antes indicada.
- f) A fines del Mioceno medio, las fácies volcánicas del Grupo Tacaza, son seguidamente afectadas por una tectónica de compresión y distensión probablemente durante el Mioceno medio (fase Quichuana de la tectogénesis andina), originando un modelo estructural con combamientos de amplio radio y dislocaciones de ruptura de dirección dominante NO-SE. En efecto, la actividad efusiva que emplazó a las rocas del Grupo Tacaza, habría sido seguida en esta fecha por una fase tranquila de ascenso lento de

magma, originando el emplazamiento de cuerpos subvolcánicos, mayormente vinculados con soluciones mineralizantes que rellenan dislocaciones de este evento tectónico con una secuencia regional de Ag – Pb – Zn – Au y Sb, característica de los yacimientos mineros de la región.

- g) Después del emplazamiento del Grupo Tacaza, el proceso denudatorio se habría reestablecido, dejando antes del Plioceno medio o superior, una superficie ondulada (superficie Puna) con altos y cuencas de erosión que posiblemente durante el Plioceno inferior o medio, fueron colmadas por sedimentos lacustres.
- h) En el curso del Plioceno medio-superior al Pleistoceno, el área es afectada nuevamente por eventos volcánicos que alternan con un continuo proceso denudatorio. Particularmente, durante el Plioceno medio-superior, un proceso de tensión habría llevado a la manifestación explosiva de tobas e ignimbritas que conforman la Formación Sencca. Seguidamente, a fines del Plioceno y principios del Pleistoceno, una nueva fase efusiva de naturaleza andesítica y con un desarrollo de conos volcánicos, habría dado lugar finalmente al Grupo Barroso que cierra el proceso volcánico pre-glacial.
- i) A fines del Pleistoceno, la zona habría alcanzado altitudes considerables, suficientes para la formación de masas glaciarias que, en su marcado proceso de gradación y degradación, han dejado a una superficie glaciada con una variedad morfológica bien expuesta.
- j) Durante el Cuaternario reciente, todavía los glaciares se hacen presentes de vez en cuando y la actividad magmática compromete aún a esta área, con débiles pulsaciones de lavas ácidas (lavas pahoehe) como indicando la extinción del volcanismo Cenozoico o tal vez el inicio de un nuevo proceso en la evolución de los Andes.
- k) Actualmente, el área esta sometida a un proceso denudatorio principalmente por la acción eólica y pluvial.

## BIBLIOGRAFIA.

- ARENAS, M. (1974). Geología de la Mina Orcopampa y alrededores. Arequipa. III Congreso Peruano de Geología. Lima. Perú.
- BELLIDO, E. (1977). Geomorfología del Cañón del Río Cotahuasi. Tesis. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa.
- BENAVIDES, V. (1964). Estratigrafía Pre-Terciaria de la Región de Arequipa. Tesis. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- BOWMAN, I. (1938). Los Andes del Sur del Perú. Ed. La Colmena. Arequipa. Perú.
- CALDAS, J. (1993). Geología de los cuadrángulos de Huambo y Orcopampa. Bol. N° 46. Ed. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Lima. Perú.
- CARPIO, M. A. (1979). Geología y Mineralización de las Minas de Orcopampa. Tesis. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa. Perú.
- COBING, J. (1972). Tectonics Elements of Peru and the Evolution of the Andes. Ed. I.G.S. Section 3, 306-315. London. Gran Bretaña.
- COBING, J; PITCHER, W. (1972). Plate Tectonics and the Andes Peruvian. Ed. I.G.S. and Department of Geology University of Liverpool. London. Gran Bretaña.
- DAVILA, D. (1988). Geología del Cuadrángulo de Caylloma. Bol. N° 40. Ed. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Lima. Perú.
- HOEMPLER, A. (1962). Valle de los Volcanes de Andagua, Arequipa. Bol. Soc. Geol. Del Perú. Tomo 37. Lima. Perú.
- INGEMMET Y JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. (1986). Geological Survey Geochemical Prospecting. Report on Mineral. Exploration in Cotahuasi Area. Phase I.
- JENKS, W. (1948). Geología del Cuadrángulo de Arequipa escala 1:200 000. Inst. Geol. del Perú. Bol. N° 9. Lima. Perú.
- LAHARIE, R. (1973). Ciclo de conferencias de Geomorfología del Sur del Perú. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa. Perú.
- LAJO, A. (1977). Contribución al estudio de la geología del cuadrángulo de Caylloma. Tesis Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa. Perú.
- LAJO, A. (2000). Geología del Proyecto de Embalse Angostura. Anales del X Congreso Peruano de Geología. Lima. Perú.
- MAX WEIBEL-ZSOLT (1977). Nevado de Coropuna, departamento de Arequipa. Bol. Soc. Geol. del Perú. Tomo 57-58. Lima. Perú.
- MENDIVIL, S. (1965). Geología de los cuadrángulos de Maure y Antajave. Bol. N° 10. Ed. Comisión Carta Geológica Nacional. Lima. Perú.



MIRANDA, Y. (1979). Controles Geológicos de Mineralización Veta Manto Orcopampa. Tesis. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa. Perú.

NEWELL, N.D. (1949). Geología of the Lake Titicaca Region, Perú and Bolivia. Geol. Soc. Memori 36

NOBLE, D. (1974). Tertiary Pyroclastic Rocks of the Peruvian Andes and their relation to lava volcanism, batholith emplacement and regional Tectonism. Ed. Geol. Soc. America Abs. With programs, V.5.

OLCHAUSKI, E.; DAVILA, D. (1994). Geología de los Cuadrángulos de Chuquibamba y Cotahuasi. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Bol N° 50. Lima. Perú.

PALACIOS, O; DE LA CRUZ, J; DE LA CRUZ, N; KLINCK, B; ALLISON, R; HAWKINS, M. (1993). Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano al Oeste del Lago Titicaca- sur del Perú. Bol. N° 42. Ed. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Lima. Perú.

PECHO, V. (1983). Geología de los cuadrángulos de Pausa y Caraveli. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Bol. N° 37. Lima. Perú.

PORTOCARRERO, J. (1960). Reconocimiento Geológico del Valle de Andagua. Tesis. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa.

STEWAR, J.; SNELLING, N. (1971). Age determinations from Andean Perú: a reconnaissance survey. Geol. Soc. Am. Bull. Vol. 85.

SWANSON, K; NOBLE, D; CONNORS, K; MAYTA, O; MCKEE, E; HEIZLER, M. (2001). Geologic Map of the Orcopampa Quadrangle. Trabajo Inédito. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Lima. Perú.

VARGAS, L. (1970). Geología del Cuadrángulo de Arequipa. Bol. N° 24. Ed. Servicio de Geología y Minería. Lima. Perú.

VICENTE, J. C.(1981). Elementos de la Estratigrafía Mesozoica sur peruana. Cuenca sedimentarias del Jurásico y Cretáceo. Ed. II Congreso Latinoamericano de Geología. Porto Alegre. Buenos Aires. Argentina.

WILSON, J. GARCIA, W. (1962). Geología del Cuadrángulo de Pachía y Palca. Bol. Com. Carta Geol. Nac. N° 4. Lima. Perú.