

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

**MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA REVISIÓN Y
ACTUALIZACIÓN DE LOS CUADRÁNGULO DE
CARAVELÍ (32-p), CHUQUIBAMBA (32-q),
CHIVAY (32-s), CAILLOMA (31-s), VELILLE
(30-s), LIVITACA (29-s) Y PACAPAUSA (30-p)
Escala 1:100 000**

Por:
Luis Quispesivana Quispe
Pedro A. Navarro Colque

 **INGEMMET**

Lima - Perú
Junio 2003

Contenido

Cuadrángulo de Caravelí (32-p)	1
Ubicación	1
Aportes	1
Grupo Yura	1
Formación Sotillo/P-so (± 300 m)	2
Grupo Tacaza/Nm-ta (± 200 m)	2
Formación Moquegua/Nm-mo (± 600 m)	2
Formación Pisco/Nm-pi (± 300 m)	3
Formación Millo/Nm-mi (± 500 m)	3
Tobas Post-Huaylillas/Nm-tbka (± 300 m)	3
Grupo Barroso	3
Grupo Andagua/Qpl-an	4
Intrusivos	4
Cuadrángulo de Chuquibamba (32-q)	5
Ubicación	5
Aportes	5
Paleozoico Indiferenciado	5
Grupo Yura (± 1500 m)	6
Formación Moquegua/Nm-mo (± 500 m)	6
Formación Pisco/Nm-pi (± 250 m)	6
Grupo Tacaza/Nm-ta (± 200 m)	7
Tobas Post Huaylillas/Nm-tbka (± 300 m)	7
Grupo Barroso	7
Intrusivos	8
Cuadrángulo de Chivay (32-s)	9
Ubicación	9
Aportes	9
Grupo Yura (± 1000 m)	9
Grupo Tacaza (± 1000 m)	10
Grupo Barroso	10
Grupo Andagua	13
Depósitos Aluviales	13
Intrusivos	13



Cuadrángulo de Cailloma (31-s)	15
Ubicación	15
Aportes	15
Grupo Sillapaca (\pm 200 m)	15
Formación Capillune (\pm 150 m)	16
Grupo Barroso	16
Grupo Andagua	17
Cuadrángulo de Velille (30-s)	19
Ubicación	19
Aportes	19
Grupo Yura	19
Grupo Barroso	20
Intrusivos	21
Cuadrángulo de Livitaca (29-s)	23
Ubicación	23
Aportes	23
Grupo Yura	23
Formación Arcurquina/Ks-ar (\pm 300 m)	24
Grupo Tacaza Indiviso/Nm-ta (\pm 800 m)	24
Volcánico Quechua Grande (\pm 500 m)	24
Formación Pisquicocha/NQ-pi (\pm 100 m)	24
Grupo Barroso	24
Depósitos Aluviales	24
Intrusivos	25
Cuadrángulo de Pacapausa (30-p)	27
Ubicación	27
Aportes	27
Formación Socosani (Jm-so)	27
Grupo Yura	28
Formación Murco (Ki-mu)	28
Formación Arcurquina (Ks-ar)	28
Complejos Eruptivos Neógenos	28
Complejo Volcánico Saycata	28
Formación Vilcarani (NQ-vvi)	28
Grupo Barroso	28
Bibliografía	31
Anexo Fotográfico	35



Cuadrángulo de Caravelí (32-p)

Ubicación

El presente estudio corresponde a la versión actualizada de la geología de los cuadrángulos de Caravelí (32-p), Chuquibamba (32-q), Chivay (32-s), Cailloma (30-s), Velille (30-s), Livitaca (29-s) y Pacapausa (30-p); durante el programa de Revisión y Actualización de la Franja N° 2 (meridianos 14°00'00" y 16°00'00" de latitud sur) durante el año 2001. Llevado a cabo por el Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET) y la ex-Dirección de Carta Geológica Nacional (DCGN), hoy Dirección de Geología Regional (DGR).

El área estudiada se localiza en el sur del Perú, departamento de Arequipa, abarcando parte de las provincias de Caravelí, Condesuyos, Camaná y La Unión. Está limitada por las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud : 15° 30' 00" a 16° 00' 00" sur

Longitud : 73° 00' 00" a 73° 30' 00" oeste

Hacia el año de 1984, Víctor Pecho realizó la "Geología de los Cuadrángulos de Pausa y Caravelí", determinando diferentes unidades estratigráficas. Las cuales están constituidas por el Complejo Basal de la Costa (Precámbrico), Grupo Yura (Jurásico superior-Cretáceo inferior), Formación Arcurquina (Cretáceo medio), Formación San José (Paleoceno), Formación Caravelí (Paleoceno-Eoceno), Formación Paracas (Eoceno), Formación Camaná (Oligoceno), Formación Huaylillas (Mioceno), Volcánico Sencca (Plioceno), Grupo Barroso (Plioceno-Pleistoceno), y los Volcánicos Sara Sara-Mollebamba. Finalmente consideró dentro de la serie reciente a los depósitos aluviales.

Aportes

Durante el programa de revisión y actualización del cuadrángulo de Caravelí (32-p) a escala 1/100 000, se han delineado de un modo conveniente los contactos y establecido una posición estratigráfica de las diferentes unidades litoestratigráficas. De modo que:

Grupo Yura

Las formaciones denominadas y agrupadas en Labra-Cachíos (Jurásico superior), han sido simplificadas en una sola, denominándose en adelante

sólo Formación Labra, por presentar sus características y litología predominante de dicha formación.

A. Formación Labra/Js-la (± 600 m)

Esta unidad estratigráfica se encuentra plegada y fallada. Su litología consiste principalmente de areniscas de coloraciones blanquecinas a gris claras, con una gradación inversa del tamaño de grano, siendo más fino hacia la base. Se reconocen muy pocos horizontes de lutitas, las cuales se encuentran abigarradas y con coloraciones negras a gris verdosas, que se intercalan con las capas de areniscas.

Sus afloramientos se localizan en las inmediaciones de la quebrada Las Clavelinas, donde sobreyace al Complejo Basal de la Costa con discordancia angular. Cerca de Iquipí, se encuentran metamorizadas al entrar en contacto con apófisis del complejo subvolcánico Bella Unión.

En el sector sureste de la hoja, sus estratos tienen una orientación noroeste-sureste. Se prolonga hacia el este (hoja de Chuquibamba, 32-q).

En la región de Arequipa, la sedimentación se produjo en el Jurásico superior (Oxfordiano–Titoniano). Esta formación es correlacionable con dicha secuencia estratigráfica.

Formación Sotillo/P-so (± 300 m)

Denominada inicialmente como Formación San José (PECHO, 1984). Consiste de areniscas, lutitas y arcillas finamente estratificadas; las cuales están cortadas por abundantes venillas de yeso (Foto N° 1). Se han podido reconocer dos facies: Una inferior constituida por areniscas que se encuentran cortadas por enjambres de venillas de yeso, y por conglomerados finos de 0,5-2 cm de diámetro interestratificados con areniscas rojizas de grano grueso a medio. Una superior conformada por areniscas arcólicas interestratificadas con lutitas, lodolitas y limolitas de coloraciones muy rojizas. Hacia el tope de la unidad se reconocen abundante capas de yeso, anhidrita en nódulos botrioidales de 2 a 20 cm de diámetro.

Su origen se puede relacionar a una depositación en cuencas lagunares de baja profundidad. Se le encuentra aflorando en el sector sureste de la hoja, en inmediaciones de los cerros

Cruz Blanca, Fortuna y San José. También se le puede reconocer cerca a la actual vía de comunicación hacia el poblado de Caravelí. Dicha unidad se prolonga hacia la hoja de Chuquibamba (32-q).

Estratigráficamente esta formación sobreyace a la Formación Labra (Jurásico superior) y subyace con discordancia erosional a la Formación Moquegua. Por lo tanto se le brinda una edad paleógena de amplio rango al no tener evidencias paleontológicas. Se le correlaciona con la Formación Seraj de Huambo (32-r).

Grupo Tacaza/Nm-ta (± 200 m)

Se han reconocido afloramientos volcánicos que corresponden al Grupo Tacaza (Mioceno) que tienen una mejor exposición hacia el norte de Caravelí (cuadrángulo de Pausa, 31-p).

Consiste de derrames lávicos de andesitas porfíricas gris violáceas, que se encuentran intercaladas en la base con algunas brechas y conglomerados volcánicos.

Se le ha reconocido al norte de la hoja, cubriendo al Complejo Basal de la Costa y subyaciendo a las tobas post-Huaylillas por lo que se le asigna una edad miocena, además por dataciones existentes en cuadrángulos cercanos (Orcopampa, 31-r)

Formación Moquegua/Nm-mo (± 600 m)

Conocida inicialmente como Formación Caravelí y asignada al Paleoceno-Eoceno (PECHO, 1984), corresponde a la Formación Moquegua del Mioceno. Se trata de depósitos torrenciales, que representan acumulaciones de piedemonte (Foto N° 2).

Se han reconocido tres facies: La facies inferior conformada por conglomerados medios, con un 60 por ciento de ellos redondeados a subredondeados, tratándose de cuarcitas y subvolcánicos. Una facies media, constituida por lutitas, areniscas finas, limolitas con textura tobácea; también se ha reconocido horizontes de ceniza volcánica, y capas de conglomerados finos que sometidos a la erosión dejan zonas escarpadas. La facies superior, conformada por conglomerados heterogéneos poco consolidados, hacia su tope se aprecian areniscas y piroclastos. Se encuentra en todo el sector sur de la hoja, sus depó-

sitos se prolongan hacia el oeste (hoja de Cháparra, 32-o), sur (hoja de Ocoña, 33-p) y este (hoja de Chuquibamba, 32-q).

Dataciones realizadas por el método K/Ar en unos horizontes tobáceos, cerca a la localidad de Amargoso brindaron $24,5 \pm 0,8$ Ma y $25,5 \pm 1,0$ Ma (Sévrier et al., 1988); correspondiéndole la edad del Mioceno-Oligoceno.

Formación Pisco/Nm-pi (± 300 m)

Denominada inicialmente como formación Paracas y asignada al Eoceno (PECHO, 1984), corresponde a la Formación Pisco. Está constituida por rocas sedimentarias depositadas en un ambiente marino, en su mayoría se tratan de areniscas gruesas interestratificadas con lutitas, areniscas tobáceas, areniscas arcillosas y margas. Forma niveles gruesos de coquinas. Sus estratos son horizontales a subhorizontales. Estratigráficamente sobreyace con discordancia erosional a la Formación Moquegua e infrayace de igual modo a la Formación Millo (Foto N° 3). Aflora en el sector sur de la hoja, prolongándose hacia el oeste (hoja de Cháparra, 32-o), sur (hoja de Ocoña, 33-p) y este (hoja de Chuquibamba, 32-q).

Se tomaron muestras paleontológicas en un afloramiento ubicado en la quebrada Carrizal (Muestras Car-5A, Car-5B), cuyos resultados nos sugieren un amplio rango. Por lo tanto se le asigna una edad miocena por ser correlacionable con la formación del mismo nombre localizada en la cuenca de Pisco.

Formación Millo/Nm-mi (± 500 m)

Denominada inicialmente como Formación Camaná y asignada al Mioceno (PECHO, 1984), corresponde a la Formación Millo. Consiste principalmente de bancos gruesos de conglomerados volcánicos, intercalados con niveles de areniscas grises de grano grueso a fino, con una capa tobácea hacia la base. Estratigráficamente descansa sobre la Formación Pisco (Foto N° 3) e infrayace a las tobas post-Huaylillas o también conocidas como Tobas Cuno Cuno (LEÓN, 2000). Aflora principalmente hacia el sector suroeste de la hoja, prolongándose hacia el sur (hoja de Ocoña, 33-p) y al oeste (hoja de Cháparra, 32-o). Se le asigna una edad miocena por encontrarse sobreyaciendo a la Formación Pisco.

Tobas Post-Huaylillas/Nm-tbka (± 300 m)

Denominadas inicialmente como Formación Huaylillas y asignadas al Mioceno (PECHO, 1984), parecen corresponder a varios eventos de la formación de una caldera volcánica, localizada en la depresión que actualmente ocupa la laguna Parinacochas. Se encuentran conformadas por tobas riolíticas a riodacíticas blancas variando a rosadas y niveles de vulcarenitas y tobas soldadas de composición riodacítica con estructura *fiamme* de pómez aplastada, evidenciando la típica textura eutaxítica. Estas tobas no son compactas, son fácilmente atacables por fenómenos meteóricos. Sus componentes minerales son feldespatos, biotita, hornblenda y cuarzo. Sus depósitos son horizontales con inclinación de 5° a 10° al sur-sureste (Foto N° 4). Cubre aproximadamente el 40 por ciento del área de la hoja. Aflorando principalmente en el sector oeste, prolongándose hacia el oeste (hoja de Cháparra, 32-o) y el sur (hoja de Ocoña, 33-p).

Teniendo en consideración dataciones por el método K/Ar de $9,41 \pm 0,22$ Ma y $10,8 \pm 0,24$ Ma (HUAMÁN, 1985), le corresponde a esta unidad una edad del Mioceno superior.

Grupo Barroso

Los depósitos volcánicos del Grupo Barroso (Plioceno-Pleistoceno) han sido asociados a los estratovolcanes Sara Sara y Solimana.

A. Estratovolcán Sara Sara/NQ-ba_g/br

Localizado en el cuadrángulo de Pausa (31-p), solamente se ha reconocido una unidad bastante extensa, que cubre a las tobas post Huaylillas en el sector norte de la hoja, correspondiente a la fase superior del estratovolcán Sara Sara. Consiste de una intercalación de brechas piroclásticas con flujos lávicos andesíticos africos gris verdosos. Se encuentran subhorizontales o con una suave inclinación hacia el sur-suroeste. Tienen un grosor de ± 200 m.

B. Estratovolcán Solimana

Localizado en el cuadrángulo de Cotahuasi (31-q), sus depósitos se encuentran reconocidos en el sector noreste de Caravelí. Ha sido dividido en dos unidades: *Unidad inferior* (Qpl sl1) que consiste prin-

principalmente de flujos andesíticos afíricos con cavidades, y con coloraciones gris oscuras. *Unidad superior* (Qpl-sl2) que consiste de una intercalación de flujos lávicos andesíticos afíricos grises, tobas dacíticas y brechas volcánicas con fragmentos angulosos y de diverso tamaño, cubiertas por cenizas. Ambas unidades conforman un grosor de \pm 300 m (Foto N° 5).

Grupo Andagua/Qpl-an

Las unidades denominadas Volcánicos Sara Sara y Mollebamba (Holoceno) han sido asociadas a los depósitos del Grupo Andagua, por no tener mayores evidencias de campo para correlacionarlas a alguna estructura volcánica. Su grosor es de 50 - 100 m.

Intrusivos

Se han reconocido cuerpos plutónicos en forma de stocks pertenecientes a las superunidades Linga, Incahuasi y Tiabaya. Así mismo apófisis subvolcánicas pertenecientes al Complejo Bella Unión, y otras de composición dacítica y andesítica.

La Superunidad Linga (Ks-mz/li) consiste de granodioritas y monzonitas gris claras, de grano medio a grueso, con muchas concentraciones de ferromagnesianos (biotita, hornblenda). El afloramiento característico se encuentra en las pampas de Sondor y del Toro. Las monzonitas tienen un alto contenido de cuarzo (16 a 21 por ciento), lo que las convierte en monzonitas cuarcíferas. Se le reconoce en el sector suroeste (Foto N° 6), prolongándose hacia el oeste (hoja de Cháparra, 32-o); se localiza también a lo largo de la quebrada de Chorunga, en el sector sureste de la hoja, cortando a las rocas del Complejo Basal. Tiene una edad de 97 Ma, corresponde al Cretáceo superior.

La Superunidad Incahuasi (Ks-to/in) consiste de tonalitas, granodioritas y dioritas. Entre los minerales principales se encuentran plagioclasa, ortosa, cuarzo; entre los accesorios se tiene biotita; los secundarios están conformados por calcita, sericita. Aflora en el sector suroeste, a lo largo de la quebrada del Indio Viejo (Foto N° 7), prolongándose hacia el oeste (hoja de Cháparra, 32-o); se le reconoce también en el sector sureste, en

ambas márgenes del valle de Ocoña, prolongándose hacia el este (hoja de Chuquibamba, 32-q). Tiene una edad de 95 Ma, corresponde al Cretáceo superior.

La Superunidad Tiabaya (Ks-gd/ti) consiste principalmente de granodioritas con concentraciones de ferromagnesianos, tiene como minerales constituyentes: plagioclasa, ortosa y cuarzo. Intruye a las rocas del complejo basal, aflorando en el sector noreste, en ambas márgenes del valle de Ocoña y de Cotahuasi, se prolonga tanto al norte (hoja de Pausa, 31-p) como al este (hoja de Chuquibamba, 32-q). Se le reconoce también en el sector sureste en los cerros Santa Mónica y Ezera. Tiene una edad de 80 Ma, corresponde al Cretáceo superior.

Intrusiones menores referidas a cuerpos subvolcánicos se encuentran formando afloramientos restringidos, aislados y dispersos en el sector sur y noroeste de la hoja. Entre estos cuerpos tenemos al Complejo Bella Unión (Ks-bu) de composición andesítica a dacítica, consiste de afloramientos discontinuos que se prolongan tanto al oeste (hoja de Cháparra, 32-o) y al este (hoja de Chuquibamba, 32-q). El afloramiento localizado en la pampa del Toro es de color gris oscuro verdoso, de grano fino y textura afanítica. También se le reconoce en el valle de Caravelí, en las inmediaciones del paraje de Angostura (Foto N° 8), de color gris verdoso pero con textura porfírica, con plagioclasa y cuarzo. Otro afloramiento intruye y corta al complejo basal y a la Formación Labra en el sector sureste de la hoja, en las inmediaciones del valle de Ocoña.

Se han reconocido otras intrusiones menores correspondientes a apófisis subvolcánicas y diques. Se tiene una apófisis andesítica (Muestra Car-12) que corta a la Superunidad Linga, de color gris oscuro con fenocristales gris claros, matriz parcialmente afanítica, con plagioclasa como mineral esencial y anfíboles, piroxenos, loritas como accesorios. Se observan diques que cortan a la Superunidad Linga. Estos diques (Muestra Car-14) corresponden a una latita porfírica gris oscura con fenos gris claros; con plagioclasas y feldespatos potásicos como minerales esenciales; piroxenos, epidota, clorita y anfíboles como secundarios.

Cuadrángulo de Chuquibamba (32-q)

Ubicación

El área estudiada se localiza en el sur del Perú, departamento de Arequipa, abarcando parte de las provincias de Condesuyos y La Unión. Está limitada por las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud : 15° 30' 00" a 16° 00' 00" sur

Longitud : 72° 30' 00" a 73° 00' 00" oeste

En el año de 1973, Enrique Olchanski realizó la primera parte de la "Geología de los cuadrángulos de Chuquibamba y Cotahuasi", la segunda parte correspondió a la supervisión de campo realizada por David Dávila y Carlos Guevara. Una vez concluido el trabajo se determinaron varias unidades estratigráficas constituidas por el Complejo Basal de la Costa y metasedimentos (Precámbrico), Grupo Ongoro (Paleozoico inferior), Formación Socosani (Jurásico medio), Grupo Yura (Titoniano-Neocomiano), Formación Murco (Aptiano), Formación Arcurquina (Albiano), Formación Sotillo (Paleoceno), Formación Caravelí (Paleoceno-Eoceno), Formación Paracas (Eoceno), Grupo Tacaza (Oligoceno-Mioceno), Formación Alpabamba (Mioceno), Formación Huaylillas (Mioceno), Volcánico Sencca (Plioceno), Grupo Barroso (Pleistoceno), depósitos morrénicos y glaciofluviales (Pleistoceno). Finalmente consideró dentro de la serie reciente a los depósitos aluviales y al Grupo Andagua.

Aportes

Durante el programa de revisión y actualización del cuadrángulo de Chuquibamba (32-q) a escala 1/100 000, se ha delineado de un modo conveniente los contactos y establecido una posición estratigráfica de las diferentes unidades litoestratigráficas. De modo que:

Paleozoico Indiferenciado

Dentro de este grupo se han incluido a los metasedimentos precambrianos. Dichos depósitos metamórficos corresponden a la primera

fase de metamorfismo de los sedimentos, por lo tanto se pueden inferir que es una unidad inferior, ya que en algunas zonas el grado de metamorfismo es muy alto, evidenciado por la presencia de probables migmatitas.

Los minerales que caracterizan a esta formación son anfíboles, micas, sericitas, actinolitas. El bandeamiento típico de los esquistos nos indica un metamorfismo regional, y la presencia de estos minerales sugiere un grado bajo a medio. El protolito debe tratarse de rocas pelíticas. Las rocas metamórficas resultantes son principalmente: esquistos de cuarzo-actinolita (Muestra Chq-5), esquistos de sericita-mica (Muestra Chq-17), pizarras. Sus afloramientos se encuentran en las quebradas de Ongoro y Huario, y en el río Majes (Foto N° 9).

Se tiene una datación en proceso que nos indicará su edad radiométrica (Muestra Chq-17), por ahora se le correlaciona con sus similares que afloran en el cuadrángulo de Huambo, asignados al Devoniano.

Grupo Yura (± 1500 m)

Inicialmente no fueron diferenciadas sus cinco formaciones, en el presente trabajo se le ha dividido y reconocido las formaciones Puente, Cachíos, Labra, Gramadal y Hualhuani.

A. Formación Puente/Jm-pu

Aflora en las inmediaciones de la localidad de Tipán-río Llaclajo (sector noreste). Consiste de areniscas blanquecinas que muestran estratificación cruzada.

B. Formación Cachíos/Jm-ca

Aflora en las cercanías de las localidades de Tagre y Llato. Consiste de intercalaciones de lutitas negras y limolitas grises (Foto N° 10).

C. Formación Labra/JKi-la

La de mayor extensión, aflora en la localidad de Cabra Grande (sector noreste), El Castillo (sector sureste) y en la quebrada Esbilla-cerro Antane (sector suroeste). Consiste principalmente de intercalaciones de areniscas blanquecinas de grano medio a fino con algunas capas de limolitas gris verdosas que efervecen al ácido

D. Formación Gramadal/Ki-gr

Aflora en las inmediaciones del cerro Antauco-Llacha (sector noreste). Consiste de secuencias de calizas grises a amarillentas intercaladas con algunas capas de areniscas grises.

E. Formación Hualhuani/Ki-hu

Aflora en inmediaciones del cerro Antauco (sector noreste). Consiste de varias series de areniscas cuarcíferas de grano medio a fino; morfológicamente se presentan en bancos gruesos. Los fósiles encontrados y estudiados (DÁVILA, 1984), indican que el Grupo Yura se depositó desde el Bajociano (Jurásico medio) hasta el Neocomiano (Cretáceo inferior).

Formación Moquegua/Nm-mo (± 500 m)

Conocida inicialmente como Formación Caravelí y asignada al Paleoceno-Eoceno (PECHO, 1984), corresponde a la Formación Moquegua del Mioceno. Se trata de conglomerados, areniscas tobáceas y tobas retrabajadas. Sus depósitos dan lugar a caprichosas geoformas (Foto N° 11).

Sus afloramientos se localizan en los sectores suroeste y sureste del cuadrángulo, donde se encuentran cubriendo a los intrusivos del Batolito de la Costa y en otros casos a la Formación Sotillo.

Por ser depósitos de origen continental no se han reportado fósiles, sin embargo por su posición estratigráfica y por dataciones radiométricas realizadas en el cuadrángulo de Caravelí (SÉBRIER et al., 1988), se le asigna la edad del Mioceno-Oligoceno.

Formación Pisco/Nm-pi (± 250 m)

Denominada inicialmente como Formación Paracas y asignada al Eoceno (Pecho, 1984), corresponde a la Formación Pisco. Está constituida por rocas sedimentarias depositadas en un ambiente marino, en su mayoría se tratan de areniscas gruesas interestratificadas con calcarenitas y areniscas tobáceas. La coloración de la formación varía de gris blanquecino a blanco amarillento. Se reconocen algunos niveles de coquinas, sus estratos son horizontales a subhorizontales. Sobreyace en discordancia erosional a la Forma-

ción Moquegua e infrayace a las tobas post-Huaylillas. Aflora en el sector sur de la hoja, prolongándose hacia el oeste (hoja de Caravelí, 32-p) y sur (hoja de La Yesera, 33-q). Se le asigna al Mioceno tal como en el cuadrángulo de Caravelí.

Grupo Tacaza/Nm-ta (± 200 m)

Se han reconocido depósitos del Grupo Tacaza que consisten de lavas andesíticas, localizadas en la pampa de Saldívar. Localidad donde se reporta una datación radiométrica de $16 \pm 4,0$ Ma, realizada por el método de K/Ar en hornblendas (VILCA et al., 1993). Por lo tanto el Grupo Tacaza está acorde con la edad miocénica asignada.

Tobas Post Huaylillas/Nm-tbka (± 300 m)

Denominadas inicialmente como Formación Huaylillas y asignadas al mioceno (Wilson y García, 1962), parecería corresponder a varios eventos de la formación de una caldera volcánica, quizás localizada en la depresión que actualmente ocupa la laguna Parinacochas (cuadrángulo de Cora Cora, 31-o) o en alguna estructura localizada en el cuadrángulo de Orcompampa (31-r). Se encuentran conformadas por tobas riolíticas a dacíticas blancas a blanco amarillentas, tobas soldadas de composición riódacítica con estructura *fiamme* de pómez aplastada (típica textura eutaxítica). Estas tobas no son compactas, son fácilmente atacables por fenómenos meteóricos o gravitacionales, motivo por el cual se han deslizado y están rellenando la depresión de Chuquibamba. Cubren gran parte de la hoja. Al tomar en consideración una datación radiométrica de $13,8 \pm 0,3$ Ma, realizada por el método K/Ar en biotitas (NOBLE et al., 1974), corresponde a esta unidad una edad miocénica.

Grupo Barroso

Los depósitos volcánicos del Grupo Barroso (Plioceno-Pleistoceno) han sido asociados a los estratovolcanes Solimana y Coropuna, y al domo volcánico Pumarana.

A. Estratovolcán Solimana

Localizado en el cuadrángulo de Cotahuasi (31-q), sus depósitos se encuentran reconocidos en el sector noroeste de Chuquibamba. Han sido dividi-

dos en dos unidades: *Unidad inferior (Qpl-sl1)* que consiste principalmente de flujos andesíticos afíricos con cavidades, y con coloraciones gris oscuras. *Unidad superior (Qpl-sl2)* que consiste de una intercalación de flujos lávicos andesíticos afíricos grises, tobas dacíticas y brechas volcánicas con fragmentos angulosos y de diverso tamaño, cubiertas por cenizas. Ambas unidades conforman un grosor de ± 300 m.

B. Estratovolcán Coropuna

Está ubicado en el sector noreste del cuadrángulo, sus depósitos han sido divididos y asociados en base a su morfología y naturaleza (dinámica eruptiva), para finalmente ser correlacionados con dataciones radiométricas existentes. Por lo tanto se han diferenciado cinco eventos:

El *primero (Np-co1)* que consiste de flujos lávicos andesíticos afíricos a porfíricos que se encuentran sobreyaciendo discordantemente a los depósitos del Grupo Tacaza, se extiende hacia el suroeste de la estructura volcánica, llegando a recorrer distancias superiores a los 20 km. Teniendo en consideración una datación radiométrica de $5,3 \pm 0,3$ Ma, realizada por el método K/Ar en roca total (WEIBEL M. y FEJER Z., 1977), se asigna a la base del estratovolcán Coropuna una edad pliocénica.

El *segundo (Np-co2)* que consiste principalmente de tobas dacíticas a riódacíticas y algunos flujos lávicos andesíticos que cubren a los depósitos de base, antes fueron denominados y asociados a la Formación Sencca. Se extiende también en dirección suroeste, al ser su naturaleza más móvil, recorren distancias mayores que los flujos, llegando a bordear los 30 km. Teniendo en consideración dataciones radiométricas por el método de K/Ar de: $2,5 \pm 0,7$ Ma, en biotita (VILCA et al., 1993); $1,8 \pm 0,5$ Ma, en biotita (WEIBEL M. y FEJER Z., 1977); y $1,7 \pm 0,2$ Ma, en roca total (WEIBEL M. y FEJER Z., 1977); se le asigna a este evento una edad pliocénica.

El *tercero (Qpl-co3)* que consiste principalmente de lavas andesíticas porfíricas fluidales, que conforman el aparato volcánico y se extienden tanto hacia el sur, oeste, este (cuadrángulo de

Huambo) y norte (cuadrángulo de Cotahuasi). Teniendo en consideración dataciones radiométricas por el método K/Ar en roca total de $0,64 \pm 0,02$ y $0,64 \pm 0,09$ Ma (Archivo del INGEMMET CCP019, CCP016), se asigna a este evento una edad pleistocénica (Foto N° 12).

El *cuarto* (*Qpl-co4*) que consiste de depósitos piroclásticos; flujos de pómez, caídas de pómez y de cenizas grises; se le ubica en el flanco oeste del estratovolcán, rellenando algunas quebradas (en el caso de los flujos) y cubriendo a las lavas del tercer evento (en el caso de las caídas). No se reportan dataciones al respecto, pero por su posición se le asigna una edad pleistocénica.

El *quinto* (*Qpl-co5*) que consiste de flujos andesíticos aféricos vesiculados de coloraciones negras, anteriormente denominados como Grupo Andagua. Estos flujos son los últimos eventos del estratovolcán. Morfológicamente aparecen como domos coladas, que tienen poca extensión, no superior a los 8 km de recorrido. Se les reconoce en los flancos del aparato y se prolongan hacia el norte (cuadrángulo de Cotahuasi). No se reportan dataciones al respecto en el área, pero por su posición se le asigna una edad pleistocénica (Foto N° 12).

C. Domo Volcánico Pumaranra/NQ-ba/p

Se localiza en el cuadrángulo de Cotahuasi, y consiste principalmente de lavas andesíticas aféricas que se extienden hacia el sector noreste de la hoja,

prolongándose al sector de Huambo. Al no tener mayores evidencias de campo, se le asigna una edad del Neógeno al Cuaternario.

Intrusivos

Se han reconocido cuerpos plutónicos en forma de stocks pertenecientes a las superunidades Patap (dioritas), Linga (monzonitas), Incahuasi (tonalitas) y Tiabaya (granodioritas). Así mismo apófisis subvolcánicas pertenecientes al Complejo Bella Unión (andesitas), y otras de composición dacítica.

El afloramiento de la Superunidad Tiabaya localizado en la depresión de Chuquibamba, consiste principalmente de granodioritas y ha sido asociado al Plutón Andamayo-Lucería (*Ks-ti-al/gd*) que proviene del sector de Huambo. Engloba xenolitos del grupo Ongoro y muestra un crecimiento de fenocristales de feldespato alcalino (Fotos N° 13 y 14); aquí se recolectó la Muestra Chq-16 la cual tras el análisis petrográfico reporta un sienogranito color blanco crema con ferromagnesianos negros con feldespatos alcalinos, cuarzo, plagioclasas y anfíboles como minerales esenciales; arcillas, epidota y piroxenos como accesorios. Así mismo un plutón corta a esta unidad y se le ha llamado intrusivo temprano (*Ki-di*) por carecer de evidencias de relación de campo para asociarla a alguna superunidad. Consiste principalmente de dioritas verdosas de grano fino con concentraciones de ferromagnesianos.

Cuadrángulo de Chivay (32-s)

Ubicación

El área estudiada se localiza en el sur del Perú, departamento de Arequipa, abarcando parte de las provincias de Cailloma y Arequipa. Está limitada por las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud : 15° 30' 00" a 16° 00' 00" sur

Longitud : 1° 30' 00" a 72° 00' 00" oeste

En el año de 1985, se realizó un estudio geológico a nivel regional llamado "Proyecto Integrado del Sur", el cual fue compartido por geólogos ingleses del Servicio Geológico Británico (British Geological Survey) y geólogos peruanos del INGEMMET. El cuadrángulo de Chivay (32-s) fue estudiado por KLINCK, B.A. (BGS) y Palacios, O. Se identificaron diferentes unidades estratigráficas constituidas por: El Grupo Yura con sus formaciones Labra, Gramadal y Hualhuani (Titoniano-Aptiano), Formación Murco (Albiano), Formación Arcurquina (Coniaciano), Formación Chilcane (Santoniano), Formación Huanca (Oligoceno inferior), Grupo Tacaza (Mioceno), Grupo Barroso (Plioceno), grupos Ampato y Colca (Pleistoceno). Finalmente se consideró dentro de la serie reciente a los depósitos fluvio-glaciares y aluviales.

Aportes

Durante el programa de revisión y actualización del cuadrángulo de Chivay (32-s) a escala 1/100 000, se han delineado de un modo conveniente los contactos y establecido una posición estratigráfica de las diferentes unidades litoestratigráficas. De modo que:

Grupo Yura (\pm 1000 m)

Inicialmente sólo se le reconocieron tres formaciones: Labra, Gramadal y Hualhuani. Con el presente trabajo se ha reconocido a la Formación Puente y se han diferenciado algunos afloramientos, antes reconocidos como Hualhuani, en Labra.

A. Formación Puente (Jm-pu)

Aflora en el cauce del río Colca, cerca de Cabanaconde, sector noroeste, y se prolonga hacia el cuadrángulo de Huambo. Consiste de areniscas masivas blanquecinas de grano fino a medio que muestran estratificación cruzada; se encuentran intercaladas con capas de lutitas.

B. Formación Labra (JKi-la)

Aflora en el cauce del río Colca, cerca al poblado de Madrigal, anteriormente cartografiada como Formación Hualhuani, así como también cerca del poblado de Maca (Foto N° 15). Consiste de areniscas cuarzosas blanquecinas a marrón, que se encuentran intercaladas con finas capas de lutitas.

No se han reportado fósiles en el área, pero estos depósitos se extienden desde el Jurásico medio (Bajociano) hasta el Cretáceo inferior (Neocomiano).

Grupo Tacaza (± 1000 m)

Se han reconocido depósitos del Grupo Tacaza a lo largo del río Colca (sector norte del cuadrángulo), los cuales no se pudieron dividir (*Nm-ta*), consisten de intercalaciones de brechas, tobas líticas (clastos de andesitas), lavas andesíticas y algunos horizontes de areniscas tobáceas (Foto N° 16). En el sector de Tuti-Sibayo el predominio de las tobas es notorio, las cuales presentan mucho cuarzo, plagioclasa y biotita dentro de una matriz de ceniza.

Hacia el sector sureste de la hoja el Grupo Tacaza ha sido dividido en dos unidades: *Unidad inferior (Nm-tai)* que consiste de lavas andesíticas a traquibasálticas que se prolongan hacia el cuadrángulo de Arequipa (33-s). *Unidad superior (Nm-tas)* que consiste de tobas de bloques intercaladas con aglomerados volcánicos, que también se prolonga hacia el sur, donde se reportan dataciones radiométricas por el método K/Ar (Cordani et al., 1985) que reportan $6,9 \pm 1,3$ Ma (por roca total), $8,4 \pm 2,6$ Ma (por plagioclasa) y $9,5 \pm 1,2$ Ma (por roca total) asignándole a esta secuencia superior una edad miocénica. Sin embargo dichas edades indicarían que las secuencias cartografiadas asignadas al Grupo Tacaza en el trabajo de la Franja N° 1, cuadrángulo de Arequipa, son eventos muy

recientes y no correspondientes a este grupo, pero para efectos del cartografiado se ha mantenido dicha denominación.

Hacia el sector suroeste de la hoja se ha individualizado al grupo Tacaza, asignándole la denominación de Formación Pichu por presentar depósitos con similares características. Consiste de intercalaciones de conglomerados con clastos de caliza y areniscas tobáceas pardo rojizas, cubiertas por tobas soldadas con fragmentos líticos, lapillipómez y matriz cenizosa, de coloraciones rosáceas. Se tiene una datación radiométrica de $19,5 \pm 0,3$ Ma, método de K/Ar (archivo INGEMMET), por lo cual correspondería al Mioceno.

Grupo Barroso

Los depósitos volcánicos del Grupo Barroso (Plioceno-Pleistoceno) anteriormente, agrupados a diferentes formaciones o grupos como Puto Puto, Ampí, Patapampa, Sencca, Jatunpampa. En el presente trabajo estas formaciones han sido asociadas a diferentes estructuras volcánicas tales como: Sabancaya, Ampato, Hualca Hualca, Las Minas, Mismi, Anccasi, Ananta, Huarancante y Jollo Jello. Sus depósitos han sido agrupados en base a su morfología y naturaleza (dinámica eruptiva).

A. Complejo Volcánico Jollo Jello

Localizado en el sector suroeste de la hoja (Foto N° 17). Sus depósitos han sido divididos en cuatro eventos:

El *primer evento (Np-jj/tbka)* que consiste de tobas lapillíticas vitrificadas y soldadas que se extienden hacia el sur (hoja de Arequipa, 33-s) cubriendo al Tacaza superior y a los conglomerados de la Formación Huanca. El *segundo evento (Np-jj/an1)* que consiste de flujos lávicos de andesita fluidal que forman los flancos del complejo volcánico. El *tercer evento (Np-jj/an2)* que consiste de los últimos flujos andesíticos localizados en la cumbre del complejo, se tiene una datación radiométrica de $6,1 \pm 0,6$ Ma, método de K/Ar en roca total (Klinck et al., 1986), por lo que se le ubica a este complejo en el Plioceno. El *cuarto evento (Np-jj/dan)* que consiste del emplazamiento de unos domos andesíticos vesiculados en el flanco suroeste del complejo que determinan los últimos pulsos de la actividad volcánica del Jollo Jello.

B. Complejo Volcánico Huarancante

Localizado en el sector sureste del cuadrángulo. Sus depósitos han sido divididos en siete eventos:

El *primero evento (NQ-hu/tbka)*, consiste de tobas soldadas vitrificadas de color gris medio a oscuro, con textura eutaxítica que se extienden hacia el oeste del complejo, cubriendo con discordancia angular al grupo Tacaza indiviso. El *segundo evento (NQ-hu/ap1)*, consiste de flujos lávicos andesíticos gris verdosos que se extienden hacia el norte y noreste (cuadrángulo de Callalli, 32-t), cubren igualmente al Tacaza en las alturas de la localidad de Tuti. El *tercer evento (NQ - hu/an)*, consiste de flujos andesíticos que se extienden hacia los flancos del complejo. El *cuarto evento (NQ-hu/ap2)*, consiste de flujos andesíticos porfíricos y vesiculados de la cumbre, se extienden hacia el este (cuadrángulo de Callalli, 32-t). El *quinto evento (NQ-hu/tbk)*, consiste de tobas de cristales intercaladas con piroclastos (depósitos de caída de pómez y algunos flujos de lapilli- pómez), que rellenan el erosionado cráter del complejo y se extienden hacia el flanco suroeste, nos sugieren la formación de una caldera de explosión, KLINCK y PALACIOS, (1993) les denominaron formación Ampí. El *sexto evento (NQ-hu/dh)*, consiste de domos y flujos de andesitas afíricas vesiculadas que se localizan al norte del complejo (cerro Hornillo) que cortan las unidades antes mencionadas. El *séptimo evento (NQ-hu/dmrd)*, consiste de domos y flujos riodacíticos porfíricos, localizados en el flanco sureste del complejo y se extienden hacia el cuadrángulo de Callalli. No se cuenta con datación radiométrica, por lo que se le asigna una edad del Neógeno al Cuaternario.

C. Complejo Volcánico Ananta

Localizado en el sector sureste del cuadrángulo (Foto N° 18). Sus depósitos han sido agrupados en tres eventos:

El *primer evento (NQ-a/an1)*, consiste de flujos de andesitas porfíricas que se extienden hacia el suroeste y oeste, cubriendo a los depósitos del Tacaza superior. El *segundo evento (NQ-a/an2)* donde se reconocen domos y flujos de andesita afírica localizados en la cumbre y que conforman los flancos del complejo. El *tercer evento (NQ-a/dan)*, se trata de un domo andesítico (cerro Sintirje) locali-

zado en el flanco sur del complejo, que sugiere los últimos pulsos de la actividad volcánica. No se cuenta con datación radiométrica, por lo que se le asigna una edad del Neógeno al Cuaternario.

D. Complejo Volcánico Ancasi

Localizado en el sector sureste del cuadrángulo. Sus depósitos fueron agrupados en cuatro eventos: El *primer evento (NQ-an/tbka)*, consiste de tobas soldadas y vitrificadas que se extienden hacia el este del complejo y cubren a los depósitos del Tacaza inferior. El *segundo evento (NQ-an/an1)*, consiste de flujos dacíticos con textura fluidal que se extienden alrededor del complejo y forman la base del aparato. El *tercer evento (NQ-an/an2)*, consiste de flujos andesíticos afíricos a traquiandesíticos localizados en la cumbre del complejo. El *cuarto evento (NQ-an/dan)*, consiste de domos andesíticos porfíricos localizados al norte (cerro Lloco). Tampoco se cuenta con datación radiométrica, por lo que se le asigna una edad del Neógeno al Cuaternario.

E. Complejo Volcánico Mismi

Localizado en la hoja de Cailloma (31-s). Sus depósitos fueron agrupados en tres eventos: El *primer evento (Np-cvm/an1)*, consiste de flujos de andesitas porfíricas que se extienden hacia el sur del complejo y sobreyacen a depósitos del Tacaza indiviso (Foto N° 16). El *segundo evento (Np-cvm/an2)*, se trata de andesitas afíricas vesiculadas que se localizan en la cumbre, no son muy fluidas. El *tercer evento (Qpl-cvm/tbk)*, consiste de tobas de cristales no soldadas, antes denominadas Formación Puto Puto que se localizan hacia el sur del complejo, relleno parte del valle del río Colca o quedando como remanentes colgados (túnel de Maca); se tiene una datación radiométrica de $1,1 \pm 0,5$ Ma, método K/ar en roca total (KLINCK et al., 1986), lo que permite asignar a esta unidad una edad plio-pleistocénica.

F. Estratovolcán Las Minas

Localizado en la hoja de Arequipa (33-s). Sus depósitos fueron agrupados en dos eventos: El *primer evento (Np-mi/tbk)*, consiste de tobas de cristales cubiertos por algunos niveles piroclásticos que se han canalizado a lo largo del río Aycata, extendiéndose hacia el sur. El *segundo evento (Qpl-mi/*

an), consiste de flujos de andesita basáltica, que se extienden hacia el sur (hoja de Arequipa), donde se tiene una datación radiométrica de $1,3 \pm 0,3$ Ma, método K/Ar en roca total (OLADE, 1980), lo que permite asignar a este estratovolcán una edad plio-pleistocénica. El estratocono se encuentra truncado en la parte superior (Foto N° 19), lo que sugiere que posiblemente sea la morfoestructura resultante de una caldera de explosión, cuyos depósitos piroclásticos se localizan hacia el oeste (cuadrángulo de Callalli, 32-t) .

G. Complejo Volcánico Hualca Hualca

Localizado en el sector noroeste de la hoja (Foto N° 20). Sus depósitos han sido agrupados en seis eventos: El *primer evento* (*Qpl-hh/tqa*), consiste de flujos de lavas traquiandesíticas que se extienden hacia el este del complejo, cubriendo discordantemente a los depósitos del Tacaza indiviso y a las tobas soldadas del complejo volcánico Huarancante. El *segundo evento* (*Qpl-hh/an1*), consiste de flujos de andesita intercalados con tobas cristalolíticas, ambos forman la base del complejo volcánico, se extienden hacia el este y oeste, cubriendo a los depósitos del Tacaza indiviso. El *tercer evento* (*Qpl-hh/an2*), consiste de flujos de andesita porfírica, que se extienden hacia el flanco sur, infrayaciendo a los depósitos del estratovolcán Sabancaya. El *cuarto evento* (*Qpl-hh/an3*), consiste de flujos andesíticos afíricos a porfíricos de la cumbre. El *quinto evento* (*Qpl-hh/da*), consiste de domos y flujos dacíticos posteriores, el emplazamiento de este domo (criptodomo) originó el colapso del flanco norte del complejo, por lo que se emplazaron depósitos de avalanchas de escombros hacia el río Colca y hacia Cabanaconde, originando una caldera de colapso (DÁVILA y LÓPEZ, 1991), estos depósitos conforman el *sexto evento* (*Qpl-hh/dae*) que taponaron las aguas del río, creando un represamiento aguas arriba con posterior sedimentación de depósitos lacustrinos (Madrigal, Maca). Cerca de este domo se localizan manifestaciones geotermales (surgente de gas de Pinchollo) y alteraciones hidrotermales.

H. Estratovolcán Ampato

Localizado en el sector este de la hoja (Foto N° 21). Sus depósitos han sido agrupados en siete eventos: El *primer evento* (*Qpl-eva/tbka*), consiste

de tobas soldadas vitrificadas que se extienden hacia el sureste, cubriendo discordantemente a las calizas Arcurquina y a los conglomerados Huanca, se prolongan al cuadrángulo de Huambo (32-r), y hacia el noreste, infrayaciendo a las tobas del estratovolcán Sabancaya. El *segundo evento* (*Qpl-eva/av*), consiste de flujos de andesitas vesiculadas porfíricas localizadas hacia el sureste. El *tercer evento* (*Qpl-eva/tqa*), consiste de flujo lávicos traquiandesíticos, con cristales macroscópicos de plagioclasa, estos depósitos forman la base del estratocono. El *cuarto evento* (*Qpl-eva/dae*), consiste de depósitos de avalanchas de escombros que sugieren el colapso parcial del flanco sureste del estratocono. Se localizan en el piedemonte sureste donde se reconocen sus geoformas características de pequeñas colinas cónicas (*hummocks*). El colapso puede haber sido gravitacional, al reconocer un alineamiento estructural en dicho flanco de dirección noroeste. El *quinto evento* (*Qpl-eva/dp*), consiste de flujos de dacitas porfíricas que atestiguan nuevamente la formación del flanco. El *sexto evento* (*Qpl-eva/tbk*), consiste de tobas de cristales no soldadas que se emplazan en las depresiones preexistentes, antes denominada Formación Jatunpampa, dichos depósitos indican la formación de una caldera de explosión en la cumbre, de 3 x 2 km de dimensiones, alargada hacia el noroeste. Esta caldera está cubierta por el *séptimo evento* (*Qpl-eva/da*) que consiste de flujos de dacitas de la cumbre que atestiguan la continua formación del estratocono.

I. Estratovolcán Sabancaya

Localizado en el sector este de la hoja y hacia el norte del estratovolcán Ampato (Foto N° 22). Sus depósitos han sido divididos y agrupados en cuatro eventos. El *primer evento* (*Qpl-eva/tbka*), consiste de tobas soldadas vitrificadas que se extienden hacia el este del cono y rellenan una depresión preexistente, sobreyacen a las tobas del primer evento del estratovolcán Ampato. El *segundo evento* (*Qpl-eva/da1*), consiste de flujos dacíticos fluidales, cuyos frentes son muy conspicuos y cubren a las tobas del sexto evento del Ampato, extendiéndose por lo tanto hacia el sureste. El *tercer evento* (*Qpl-eva/da2*), consiste de flujos dacíticos a traquiandesíticos que forman los flancos del estratocono, cubriendo a los depósitos preexistentes

del Ampato y Hualca Hualca. El *cuarto evento* (*Qpl- $evs/da3$*), consiste de domos de flujos dacíticos afíricos en la cumbre, con los que finalizó la construcción del estratocono, se extienden principalmente hacia el norte. En los alrededores del Sabancaya, se han reconocido depósitos de ceniza correspondientes al período de actividad volcánica (1985-93), sin embargo al ser poco gruesos (± 5 cm) no fueron cartografiados.

Grupo Andagua

En el valle del río Colca (localidad de Chivay), se reconocen unos domos y flujos andesíticos a traquiandesíticos afaníticos muy vesiculados, anteriormente conocidos como Formación Inca. A estos depósitos se los correlaciona al Grupo Andagua por ser más de carácter regional y al no poder asociarlos a alguna estructura volcánica importante. Se tiene dataciones radiométricas, método K/Ar en roca total de $0,4 \pm 0,1$ Ma (OLADE, 1980), $0,23 \pm 0,05$ Ma y $0,095 \pm 0,009$ Ma (KANEOKA y GUEVARA, 1984); que sugieren un período de emplazamiento en el Pleistoceno.

Depósitos Aluviales

Anteriormente se consideraban a los depósitos conglomerádicos y fluviales como el Grupo Colca, sin embargo se ha optado por agruparlos bajo la denominación de depósitos aluviales por no ser de extensión regional. Además se han diferenciado unos depósitos lacustres (*Qpl-la*) en los bordes de la laguna Mucurca.

Intrusivos

Se han reconocido cuerpos plutónicos pertenecientes a la Superunidad Tiabaya, llamado Plutón Seraj (*KP-ti-se/t*) anteriormente considerado como cuerpo subvolcánico de composición dacítica. Localizado en el sector suroeste, prolongándose hacia el cuadrángulo de Huambo. Corta a las calizas Arcurquina y se encuentra cubierto por tobas del sexto evento del Ampato. Consiste principalmente de tonalitas leucócratas equigranulares de grano medio, con pocos minerales ferromagnesianos.

Cuadrángulo de Cailloma (31-s)

Ubicación

El área estudiada se localiza en el sur del Perú, departamentos de Arequipa y Cusco, abarcando las provincias de Cailloma y Espinar, respectivamente. Está limitada por las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud : 15° 00' 00" a 15° 30' 00" sur

Longitud : 71° 30' 00" a 72° 00' 00" oeste

En el año 1988, fue publicado el estudio geológico del cuadrángulo de Cailloma, realizado por David Dávila, Guillermo Díaz y Manuel Montoya. Al concluir el trabajo se determinaron varias unidades estratigráficas. Las cuales están constituidas por el Grupo Yura con sus formaciones Puente, Cachíos, Labra, Gramadal y Hualhuani (Jurásico medio-Cretáceo inferior); Formación Murco, dividida en cuatro miembros (Cretáceo inferior); Formación Arcurquina (Cretáceo superior); Grupo Tacaza (Mioceno), diferenciado en dos unidades: Orcopampa e Ichocollo; Formación Sencca (Terciario superior), Grupo Barroso (Pleistoceno) fue dividido y sus productos asociados a morfoestructuras principales; finalmente se considera al Grupo Andagua (reciente). Así mismo se pone de manifiesto la existencia de una caldera volcánica denominada "Caldera Cailloma" (DÁVILA, 1981; DÁVILA y LÓPEZ, 1991)

Aportes

Durante el programa de revisión y actualización del cuadrángulo de Cailloma (31-s) a escala 1/100 000, se ha delineado de un modo conveniente los contactos y establecido una posición estratigráfica de las diferentes unidades litoestratigráficas. Así mismo se han reconocido otras formaciones que no fueron descritas anteriormente.

Grupo Sillapaca (\pm 200 m)

Se localiza en el sector sureste de la hoja en el cerro Sirire, extendiéndose hacia el este, cuadrángulo de Condorama (31-t). Anteriormente sus depósitos fueron considerados dentro del Grupo Barroso. Sin embargo estos depósitos consisten principalmente de flujos dacíticos a traquiandesíticos con fenos de augita. La edad del Grupo Sillapaca está determinada en base a

dataciones radiométricas que le asignan un rango entre $14,0 \pm 0,6$ Ma y $12,8 \pm 0,4$ Ma (INGEMMET, 1993), por lo que se determina que pertenecen al Mioceno.

Formación Capillune (± 150 m)

Se localiza en el sector este de la hoja, en el cerro Chajue, extendiéndose hacia el este, cuadrángulo de Condoroma. Anteriormente estos depósitos fueron reconocidos como Formación Sencca. Consisten de tobas, tobas retrabajadas, secuencias de vulcanitas y limonitas pardo amarillentas a gris verdosas que cubren discordantemente a las lavas de la Formación Ichocollo del Grupo Tacaza. No hay reporte de edad radiométrica, sin embargo por su posición estratigráfica se le asigna al Mioceno.

Grupo Barroso

Los depósitos volcánicos del Grupo Barroso (Pleistocena) fueron anteriormente agrupados a morfoestructuras principales como: estratovolcán, domo-lava, domo y otros aparatos volcánicos. En el presente trabajo los depósitos han sido asociados a las siguientes estructuras volcánicas: Caldera Cailloma y complejos volcánicos Jañuma y Mismi; en base a su morfología y naturaleza (dinámica eruptiva).

A. Complejo Volcánico Mismi

Localizado en la hoja de Cailloma (31-s). Sus depósitos fueron agrupados en tres eventos, de los cuales afloran sólo dos:

El *primero evento* (*Np-cvm/an1*), consiste de flujos de andesitas porfíricas que se extienden hacia el sur del complejo (Foto N° 23) y sobreyacen a los depósitos del Tacaza indiviso. El *segundo evento* (*Np-cvm/an2*) se trata de andesitas afíricas vesiculadas que se localizan en la cumbre, no son muy fluidas. Estos depósitos cubren a la formación Orcompampa del Grupo Tacaza.

B. Complejo Volcánico Jañuma

Localizado en el sector noreste de la hoja (cerro Huayna Condori). El complejo se ubica en la hoja de Condoroma (31-t). Sus depósitos han sido divididos en dos eventos:

El *primer evento* (*Np-ja/pi*), consiste de niveles de tobas, vulcanitas y tobas retrabajadas intercaladas con piroclastos y tobas cristalolíticas que provienen del este. El *segundo evento* (*Np-ja/an*), consiste de domos y flujos lávicos de andesita de textura granular media a gruesa.

C. Caldera Cailloma

Localizada en el sector central del cuadrángulo. Sus depósitos se extienden y cubren gran porcentaje de la Hoja, y se los ha agrupado en seis eventos:

El *primer evento* (*Np-cay/tbka*), consiste de tobas soldadas cristalolíticas (Foto N° 24) que se extienden hacia el norte y este de la estructura, canalizándose en depresiones preexistentes, llegando a recorrer distancias superiores a 30 km. Se tiene una datación radiométrica por el método K/Ar en sanidina, de $4,4 \pm 0,1$ Ma para estas tobas (NOBLE et al., 2002). El *segundo evento* (*Np-cay/dl*) consiste de domos y flujos de riolitas porfíricas a afíricas, localizados hacia el lado noroeste de la caldera (cerro Calvario) de edad $4,0 \pm 0,1$ Ma. El *tercer evento* (*Np-cay/tbk*) consiste de tobas de cristales que se extienden en la misma dirección del primer evento, suprayaciéndolo, reporta una edad tentativa de 3,4 Ma (NOBLE et al., 2002) y $3,77 \pm 0,14$ Ma (KANEOKA y GUEVARA, 1984). El *cuarto evento* (*Np-cay/tbl*) consiste de tobas de lapilli y cristales, intercalados con piroclásticos. Se extienden principalmente hacia el sur y noroeste de la caldera (Foto N° 25), tentativamente se le asigna 2,5 Ma (NOBLE et al., 2002). El *quinto evento* (*Qpl-cay/ap*) consiste de domos (cerro Cosana) y flujos de andesitas porfíricas a afíricas intercalados con piroclásticos de composición intermedia, dichas lavas reportan una edad radiométrica, método K/Ar en roca total, de $1,02 \pm 0,03$ Ma (OLADE, 1980). El *sexto evento* (*Qpl-cay/aav*) consiste de conos de ceniza y lavas andesíticas afíricas vesiculadas, que se ubican en los bordes de la caldera volcánica, atestiguando la existencia de fracturas y/o fallamientos que originaron la caldera. Las dataciones realizadas permiten asignarle una edad del plioceno al pleistoceno.

Grupo Andagua

Consiste generalmente de flujos andesíticos a tranquiandesíticos de textura afírica vesicular. Se le localiza en el sector suroeste de la hoja (río Molloco, Foto N° 26). Considerado anteriormente

dentro de la serie reciente, se lo asigna en el presente trabajo como parte del pleistoceno al tener una datación radiométrica, método K/Ar en roca total, de $0,06 \pm 0,023$ Ma (KANEOKA y GUEVARA, 1984).

Cuadrángulo de Velille (30-s)

Ubicación

El área estudiada se localiza en el sur del Perú, departamentos de Cusco y Arequipa, abarcando las provincias de Espinar y Chumbivilcas, y Condesuyos, respectivamente. Está limitada por las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud : 14° 30' 00" a 15° 00' 00" sur

Longitud : 71° 30' 00" a 72° 00' 00" oeste

El año de 1995, fue publicado el estudio geológico del cuadrángulo de Velille, realizado por Natalio De la Cruz quien determinó diferentes unidades estratigráficas constituidas por: el Grupo Yura con las formaciones Velille y Hualhuani (Jurásico medio-Cretáceo inferior); Formación Murco (Cretáceo inferior); Formación Arcurquina (Cretáceo superior); Grupo Puno (Paleógeno); Grupo Tacaza (Mioceno) diferenciado en dos unidades: Orcopampa e Ichocollo; Formación Alpbamba (Mioceno); Grupo Barroso (Pleistoceno) fue dividido y asociado a morfoestructuras: formaciones Huaycha y Casanuma, y estratovolcán; formaciones Garza y Yauri (Pleistoceno).

Aportes

Durante el programa de revisión y actualización del cuadrángulo de Velille (30-s) a escala 1/100 000, se ha delineado los contactos de modo conveniente y establecido la posición estratigráfica de las diferentes unidades litoestratigráficas. Así mismo se han reconocido otras formaciones que no fueron anteriormente descritas. De modo que:

Grupo Yura

Se localiza en el sector noroeste de la hoja, cerca al poblado de Velille, extendiéndose hacia el norte, cuadrángulo de Livitaca (29-s). Está representado por las formaciones Cachíos y Hualhuani.

A. Formación Cachíos/Jm-ca (\pm 500 m)

Sus afloramientos se localizan en las quebradas de Chacopala, Caychapampa y Fauce. Anteriormente fue cartografiado como Formación Velille. Está constituida principalmente por intercalaciones de lutitas negras con are-

niscas gris blanquecinas. Se le asigna el nombre de Formación Cachíos por ser correlacionable en posición estratigráfica. No se han encontrado fósiles en la secuencia, se le considera del Jurásico medio.

Grupo Barroso

Los depósitos volcánicos del Grupo Barroso (Pleistoceno) fueron anteriormente estudiados y asociados en formaciones: Huaycha, Casanuma, y en morfoestructuras: Estratovolcán. En el presente trabajo no fue posible asociar los depósitos del Grupo Barroso a aparatos volcánicos, tal como sucede en los demás cuadrángulos, sin embargo estos depósitos fueron agrupados en tres unidades diferentes que guardan similitud en emplazamiento y en tipo de depósitos. Además se han reconocido otros depósitos no mencionados anteriormente: volcánicos Vilcarani, el primer evento de la Caldera Cailloma y el complejo volcánico Jañuma.

A. Complejo Volcánico Jañuma

Localizado en el sector sureste de la Hoja (Cerro Sayuta). El complejo se ubica en la hoja de Condorama (31-t). Sus depósitos han sido divididos en dos eventos:

El *primer evento* (*Np-ja/pi*) que consiste en niveles de tobas, vulcanitas y tobas retrabajadas intercaladas con piroclastos y tobas cristalolíticas que provienen del este. El *segundo evento* (*Np-ja/an*) que consiste de domos y flujos lávicos de andesita de textura granular media a gruesa. Ambos depósitos cubren discordantemente a lavas de la Formación Ichocollo del Grupo Tacaza.

B. Unidad Tobácea (NQ/ba1)

Anteriormente fue cartografiado como Formación Huaycha que consiste principalmente, de gruesas secuencias tobáceas que muestran facies brechosas, líticas, lapillíticas-cenizas (cineríticas). Las brechas son de composición dacítica, las tobas son dacíticas y se encuentran soldadas (Foto N° 27). Sobreyacen discordantemente a la Formación Alpbamba (sector oeste del cuadrángulo) y a la Formación Ichocollo del Grupo Tacaza.

C. Unidad Lávica Porfírica-Africa (NQ/ba2)

Anteriormente fue cartografiado y denominado como Formación Casanuma. Consiste de lavas andesíticas porfíricas gris rojizas hacia la base (Foto N° 27), volviéndose gris oscuras la secuencia africa hacia el tope; se encuentran también algunos niveles tobáceos.

D. Unidad Lávica Vesicular (NQ/ba3)

Consiste de domos y flujos de lavas andesíticas africanas vesiculares negruzcas. Las vesículas tienen formas elongadas y tamaños superiores a 3 cm en algunos casos. Esta unidad aflora en las partes altas de la sección y parecen indicar la culminación de los eventos eruptivos.

E. Volcánico Vilcarani (NQ/vi)

Anteriormente no fue reconocido en el área de trabajo. Se localiza en el sector noroeste de la hoja, en los alrededores del poblado de Velille (Foto N° 28). Consiste de tobas de composición dacítica gris rojizas, con micas diseminadas en una matriz cinerítica, se aprecian pómez alargados evidenciado la típica textura eutaxítica. Toma esta denominación al ser correlacionable con sus similares que afloran en los cuadrángulos de Livitaca (29-s) y Santo Tomás (29-r).

F. Caldera Cailloma

En el área de trabajo aflora el primer evento (*Np-cay/tbka*) que consiste de tobas soldadas cristalolíticas (Foto N° 29), que proviene del cuadrángulo de Cailloma (31-s) y se extienden hacia el este, al cuadrángulo de Yauri (31-t). Una muestra tomada en la zona petrográficamente se denomina tufo vitrocristalino blanquecino, con alto grado de cohesión; al microscopio se reconocen fragmentos de vidrio, pómez, plagioclasas, cuarzo, biotita y fragmentos líticos. Anteriormente fue cartografiada como Formación Garza y asignada al Pleistoceno. Sin embargo se tiene una datación radiométrica, método K/Ar en sanidina, de $4,4 \pm 0,1$ Ma para estas tobas (NOBLE et al., 2002). Lo cual permite asignarle una edad pliocénica.

Intrusivos

Anteriormente se cartografiaron unas rocas plutónicas que pertenecían al batolito de Apurímac indiferenciado. El trabajo realizado en la Franja N° II ha permitido a las brigadas de Geología Regional-INGEMMET, la división en superunidades representativas. En el área de trabajo se ha reconocido el afloramiento de la Superunidad Colquemarca, las rocas intrusivas han sido asociados al plutón del mismo nombre (*PN-co-co/to*). Consisten principalmente de tonalitas y granodioritas leucócratas, equigranulares, de grano medio. También se han reconocido pequeños cuerpos de diorita mesócrata de grano medio a fino, con muchos minerales

ferromagnesianos que cortan las lutitas de la Formación Cachíos (Foto N° 28).

Así mismo se ha delineado de un modo más conveniente los afloramientos de otro cuerpo intrusivo denominado Diorita Coporaque (*P-di*). Son rocas mesócratas de grano medio a fino. Se ha recopilado información sobre dataciones radiométricas (Archivo, INGEMMET) realizadas en el mismo lugar pero por diferente mineral a datar, fueron hechas por el método K/Ar: $33,3 \pm 0,9$ Ma (en plagioclasa), $35,9 \pm 1,3$ Ma (en biotita) y $38,2 \pm 1,0$ Ma (en feldespato alcalino); lo que permite ubicarlo dentro del Paleógeno (Oligoceno-Eoceno).

Cuadrángulo de Livitaca (29-s)

Ubicación

El área estudiada se localiza en el sur del Perú, departamento de Cusco, provincia de Chumbivilcas. Está limitada por las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud : 14° 00' 00" a 14° 30' 00" sur

Longitud : 71° 30' 00" a 72° 00' 00" oeste

El año de 1994, fue publicado el estudio geológico del cuadrángulo de Livitaca, realizado por MENDÍVIL SALVADOR y DÁVILA DAVID. Al concluir el trabajo se determinó diferentes unidades estratigráficas. Las cuales están constituidas por el Grupo Mitu (Pérmico superior); Formación Murco (Cretáceo inferior); Formación Arcurquina (Cretáceo superior); Grupo Puno (Paleógeno); Formación Alpabamba (Mioceno), Formación Huaylla (Mio-plioceno); Formación Pisquicocha (Plioceno); Formación Vilcarani (Pleistoceno). Finalmente depósitos morrénicos, glaciofluviales y aluviales dentro del Holoceno.

Aportes

Durante el programa de revisión y actualización del cuadrángulo de Livitaca (29-s) a escala 1/100 000, se han delineado de un modo conveniente los contactos y establecido una posición estratigráfica de las diferentes unidades litoestratigráficas. Así mismo se han reconocido otras formaciones que no fueron descritas anteriormente.

Grupo Yura

Se localiza en el sector sur de la hoja, cerca al poblado de Velille (30-s). Está representado por las formaciones Cachios y Hualhuani. Anteriormente no fue reconocido en el área de trabajo.

A. Formación Cachios/Jm-ca (\pm 500 m)

Está constituida principalmente por intercalaciones de lutitas negras con areniscas gris blanquecinas. No se han encontrado fósiles en la secuencia, se la considera de edad del Jurásico medio. Se encuentra atravesada por diques y pequeños cuerpos dioríticos.

B. Formación Hualhuani/Ki-hu (\pm 700 m)

Está constituida por areniscas cuarzosas gris blanquecinas, forman bancos gruesos, no se observa su contacto inferior, están cubiertas por las limolitas rojas de la Formación Murco.

Formación Arcurquina/Ks-ar (\pm 300 m)

Consiste de una secuencia calcárea de calizas gris oscuras, intercaladas con dolomías, margas y algunos horizontes de lutitas. En el sector noreste de la hoja se tenía cartografiada la Formación Sangarara, sin embargo al tener estos depósitos similares características deposicionales y litología, se les incluye dentro de la Formación Arcurquina.

Grupo Tacaza Indiviso/Nm-ta (\pm 800 m)

Consiste de intercalaciones de aglomerados volcánicos y lavas brechoides. Aflora a lo largo del río Apurímac (Foto N° 30) en el sector sureste del cuadrángulo, se prolonga hacia el este (hoja de Sicuani, 29-t). Infrayace a depósitos del Barroso y al Grupo Puno del Paleógeno.

Volcánico Quechua Grande (\pm 500 m)

Anteriormente fue cartografiado como Formación Alpabamba y parte de la Formación Pisquicocha. Sin embargo dichos depósitos fueron asociados y agrupados a esta estructura volcánica (Foto N° 31) en tres eventos:

El *primer evento* (NQ-*gg1*) consiste de lavas dacíticas porfíricas gris rojizas, que muestran un intenso fracturamiento; se encuentran intercaladas con niveles de brechas volcánicas de coloraciones violáceas. Aflora hacia el flanco este del aparato, cubriendo discordantemente al Grupo Tacaza. El *segundo* (NQ-*gg2*) consiste de tobas dacíticas no soldadas gris blanquecinas a rosáceas, con bastante pómez alargadas en una matriz lapillítica; muestra hacia la base un nivel de aglomerado con matriz cinerítica; se localiza hacia el flanco oeste y norte cubriendo discordantemente al Grupo Puno (Foto N° 32), en fotografía aérea e imagen satelital muestra un drenaje radial centrífugo muy típico. El *tercero* (NQ-*gg3*) consiste de domos y flujos

dacíticos porfíricos que culminan el ciclo eruptivo del Quechua Grande.

Formación Pisquicocha/NQ-pi (\pm 100 m)

Anteriormente la Formación Pisquicocha abarcaba parte del complejo Quechua Grande y depósitos tobáceos en su litología. Sin embargo ahora ha sido restringido solamente a secuencias sedimentarias (Foto N° 33). Consiste de conglomerados polimícticos finos a medianos de coloraciones gris amarillenta, areniscas y limonitas de grano medio a grueso. Estos conglomerados se depositaron al ser truncado el cauce del río Livitaca tras el emplazamiento del segundo evento del Quechua Grande. No se han encontrado fósiles, sin embargo por sus relaciones litoestratigráficas se le puede asignar el Neógeno-Cuaternario.

Grupo Barroso

Los depósitos volcánicos del Grupo Barroso (Pleistoceno) fueron anteriormente asociados a las formaciones Huaylla y Alpabamba. En el presente trabajo no fue posible asociar los depósitos del Grupo Barroso a aparatos volcánicos, tal como en la hoja de Velille, sin embargo fueron agrupados en dos unidades diferentes que guardan similitud en emplazamiento y tipo de depósito.

A. Unidad Tobácea (NQ/ba1)

Anteriormente fue cartografiada como Formación Alpabamba. Consiste principalmente, de gruesas secuencias tobáceas dacíticas que están soldadas, y algunas brechas, de composición dacítica. Suprayacen discordantemente al primer evento del volcánico Quechua Grande, al sureste de la hoja.

B. Unidad Lávica Porfírica-Afríca (NQ/ba2)

Anteriormente fue cartografiado y denominado como Formación Huaylla. Consiste de lavas andesíticas, dacíticas a traquiandesíticas, con texturas porfíricas a afrícas.

Depósitos Aluviales

Dentro de estos depósitos se han considerado los depósitos de bofedales (Qh – bo) que son el resultado de una sedimentación en ambiente

subacuoso, muestran una vegetación abundante, se les localiza en regiones altas y cerca de lagunas; están constituidas por limos, arenas y niveles orgánicos.

Intrusivos

Anteriormente se han cartografiado unas rocas intrusivas denominadas por su dimensión como Batolito de Apurímac indiferenciado. El trabajo realizado en la Franja N° 2 ha permitido a las brigadas de Geología Regional-INGEMMET, su división en

superunidades representativas. En la hoja de Livitaca se han reconocido las siguientes superunidades: Superunidad Colquemarca, sus depósitos han sido asociados al plutón Colquemarca (*PN-co-co/to*) que consiste principalmente de tonalitas y granodioritas leucócratas, equigranulares, de grano medio. Superunidad Llajua, plutón Chahuarani (*PN-ll-cha/di*), que consiste de dioritas melanócratas de grano medio a fino con presencia de muchos ferromagnesianos.

Cuadrángulo de Pacapausa (30-p)

Ubicación

El área estudiada se localiza en el sur del Perú, abarca parte de los departamentos de Ayacucho y Apurímac, provincias de Parinacochas y Aymaraes, respectivamente. Está limitada por las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud : 14° 30' 00" a 15° 00' 00" sur

Longitud : 73° 00' 00" a 73° 30' 00" oeste

El año de 1988, fue publicado el estudio geológico del cuadrángulo de Pacapausa, realizado por David Dávila. Al concluir el trabajo se identificaron varias unidades estratigráficas. Las cuales están constituidas por el Grupo Yura con tres formaciones: Piste, Chuquibambilla y Soraya (Jurásico medio-Cretáceo inferior); Formación Mara (Cretáceo inferior); Formación Ferrobamba (Cretáceo medio a superior); Grupo Tacaza (Terciario medio); Formación Alpabamba (Terciario medio), Formación Aniso (Terciario medio); Formación Saycata (Terciario medio); Formación Sencca (Terciario superior); Formación Pampamarca (Terciario superior); el Grupo Barroso fue asociado a morfoestructuras principales como: Estratovolcán, domo lava, y domo (Pleistoceno). Finalmente depósitos morrénicos, glaciofluviales y aluviales.

Aportes

Durante el programa de revisión y actualización del cuadrángulo de Pacapausa (30-p) a escala 1/100 000, se han delineado de un modo conveniente, los contactos y asumido formaciones de carácter regional. Así mismo se han reconocido otras formaciones que no fueron anteriormente descritas como:

Formación Socosani (Jm-so)

Anteriormente denominada Formación Piste y ubicada dentro del Grupo Yura, sin embargo se trata de horizontes de calizas gris oscuras a negras, que se encuentran intercaladas con lutitas laminadas hacia el tope. Aflora en

el sector noreste de la hoja prolongándose hacia el norte (cuadrángulo de Chalhuanca, 29-p). Se le asigna la edad del Jurásico medio por ser correlacionables a las existentes en la región de Arequipa.

Grupo Yura

Se localiza en el sector suroeste de la hoja, cerca al poblado de Pacapausa. Está representado por la Formación Hualhuani (*Ki-hu*), anteriormente denominada Formación Soraya. Está constituida por areniscas cuarzosas gris blanquecinas, forman bancos muy gruesos (Foto N° 34). Se le asigna una edad cretácica por correlación estratigráfica con su similar de la región de Arequipa.

Formación Murco (Ki-mu)

Se localiza en el sector suroeste de la hoja, cubriendo discordantemente a la Formación Hualhuani. Consiste de una intercalación de areniscas rojizas con calizas areniscosas al tope de la secuencia. Anteriormente fue denominada como Formación Mara. Se le asigna una edad cretácica por ser correlacionable con su similar de la región de Arequipa.

Formación Arcurquina (Ks-ar)

Se localiza en el sector suroeste y este de la hoja. Cubre discordantemente a la Formación Murco e infrayace a los volcánicos Tacaza. Consiste de una secuencia calcárea de calizas nodulosas intercaladas con calizas areniscosas y pequeñas capas de lutitas. Se le asigna una edad cretácica por correlación estratigráfica con su similar de la región de Arequipa.

Complejos Eruptivos Neógenos

Se han reconocido los siguiente centros eruptivos: *Chibemi (N-ch)* localizado en el sector sureste del cuadrángulo, consiste de flujos de andesita porfírica fluidal, que cubren a las tobas de la Formación Alpbamba. *Chacoma (N-cha)* localizado en el sector noreste de la hoja, consiste de flujos andesíticos afíricos a porfíricos que se extienden hacia el este (cuadrángulo de Chulca, 30-q), cubriendo a los volcano-sedimentarios Aniso, siendo cubierto por las tobas del volcánico Vilcarani.

Complejo Volcánico Saycata

Anteriormente fue cartografiado como Formación Saycata, sin embargo estos depósitos fueron asociados y agrupados a esta estructura volcánica en tres eventos: El *primer evento (N-sy1)* consiste de tobas soldadas vítreas a cristalolíticas gris parduscas (Foto N° 35) con cristales y fragmentos de plagioclasas y líticos en una matriz vítrea; el vidrio es el mineral esencial y el depósito de mayor extensión que se prolonga hacia el norte (hoja de Chalhuanca, 29-p). El *segundo evento (N-sy2)* consiste de flujos andesíticos porfíricos fluidales de naturaleza latandesítica gris violáceas, con plagioclasa como mineral esencial y feldespatos potásicos y vidrio como accesorios. El *tercer evento (N-sy3)* consiste de domos y flujos andesíticos afíricos (Foto N° 36) que culminan el ciclo eruptivo del Saycata. Al no tener dataciones radiométricas, se le asigna la edad neógena.

Formación Vilcarani (NQ-vvi)

Anteriormente no fue reconocida en el área de trabajo. Consiste de tobas gris blanquecinas que provienen del noreste (cuadrángulo de Antabamba, 29-q). Sobreyace a los volcano-sedimentarios de la Formación Aniso y a los depósitos volcánicos Chacoma.

No se han encontrado fósiles ni dataciones radiométricas, sin embargo por sus relaciones estratigráficas se le puede asignar el rango del Neógeno-Cuaternario.

Grupo Barroso

Los depósitos volcánicos del Grupo Barroso (Pleistoceno) fueron anteriormente asociados a morfoestructuras: Estratovolcán, domo lava y domo. En el presente trabajo solamente se ha reconocido un probable edificio volcánico, denominado *Centro Eruptivo Huayllacucho (NQ-hu)* cuyos depósitos consisten de flujos andesíticos, se encuentran cubiertos por depósitos glaciofluviales del Pleistoceno y se localiza en el sector oeste de la hoja, en el cuadrángulo de Chaviña (30-o). Además se observan otros afloramientos volcánicos denominados *Volcánico Sotaya (NQ-ba/so)* que consisten de intercalaciones de lavas andesíticas y tobas soldadas grises, su centro eruptivo se encuentra en la

hoja de Chahuanca (29-p). Cabe señalar que la denominada Formación Sencca es correlacionable con las tobas Andamarca provenientes del estratovolcán Carhuarazo (cuadrángulo de

Querobamba, 29-o), estos depósitos consisten de tobas cristalovítricas cremas a parduscas con cristales y fragmentos de plagioclasas, cuarzo, biotitas y fragmentos de vidrio.

Bibliografía

- ANAYA, A. (1964) - Reconocimiento geológico entre Pampacolca, Machaguay - Tipán. Tesis Bach., E.P. Ingeniería Geológica, Univ. Nac. San Agustín, Arequipa.
- BARREDA, F. (1966) - Reconocimiento geológico de la zona comprendida entre Murco, Huancané y Taya. Tesis Bach., E.P. Ingeniería Geológica, Univ. Nac. San Agustín, Arequipa.
- CORDANI, U.G., et al. (1985) - Geochronological results from the southeastern part of the Arequipa Massif. Comunicaciones (Universidad de Chile), (35):45-51.
- DÁVILA, D. (1981) - Cailloma: caldera tipo valle. Bol. Soc. Geol. Perú, (68): 25-31.
- DÁVILA, D. (1988) - Geología del cuadrángulo de Cailloma. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 40, 93 p.
- DÁVILA, D. (1991) - Geología del cuadrángulo de Pacapausa. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 41, 75 p.
- DÁVILA, D. & LÓPEZ, J.C. (1991) - Litoestratigrafía y estructuras volcánicas neógenas entre Cailloma – Chivay y Arequipa. En: Congreso Peruano de Geología, 7, Lima 1991, Resúmenes extendidos, Soc. Geológica del Perú, Lima, t. 1, p. 15-17.
- DE LA CRUZ, N. (1995) - Geología de los cuadrángulos de Velille, Yauri, Ayaviri y Azángaro. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 58, 144 p.
- HUANQUI, C. (1985) - Contribución al estudio geológico del Cuadrángulo de Chivay (32-s del I.G.M.), departamento Arequipa. Tesis Bach., E.P. Ingeniería Geológica, Univ. Nac. San Agustín, Arequipa.
- KANEOKA, I. & GUEVARA, C. (1984) - K-Ar age determinations of late Tertiary and Quaternary Andean volcanic rocks, southern Peru. *Geochemical Journal*, 18(5): 233-239.
- KLINCK, B.A.; ELLISON, R.A. & HAWKINS, M.P. (1986) - The geology of the Cordillera Occidental and Altiplano west of Lake Titicaca Southern Peru. British Geological Survey, INGEMMET, Lima, 353 p.

- LAJO, J. (1977) - Contribución al estudio de la geología del cuadrángulo de Caylloma. Tesis Bach., E.P. Ingeniería Geológica, Univ. Nac. San Agustín, Arequipa.
- LEÓN, W. & PALACIOS, O. (2000) - Revisión y actualización geológica del Cuadrángulo de Ocoña (33-p). INGEMMET, Lima. (Informe interno).
- LEÓN, W. & PALACIOS, O. (2000) - Revisión y actualización geológica del Cuadrángulo de La Yesera (33-q). INGEMMET, Lima. (Informe interno).
- LÓPEZ, W. (1976) - Estratigrafía del valle de Caravelí. Tesis Bach., Prog. Acad. Geología, Univ. Nac. San Agustín, Arequipa, 44 p.
- MANRIQUE, V. (1976) - Geomorfología del área de Caravelí. Tesis Bach., Prog. Acad. Geología, Univ. Nac. San Agustín, Arequipa, 37 p.
- MENDÍVIL, S. & DÁVILA, D. (1994) - Geología de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 52, 115 p.
- MOLLO, D. (1982) - Estudio geológico preliminar para emplazar una bocatoma sobre el río Arma - Condesuyos. Tesis Bach., E.P. Ingeniería Geológica, Univ. Nac. San Agustín, Arequipa.
- NOBLE, D.C., et al. (1974) - Episodic cenozoic volcanism and tectonism in the Andes of Peru; Earth and Planetary Science Letters, (21): 213-220.
- NOBLE, D.C., et al. (2002) - Eruptive history of the Pliocene Cailloma caldera, high plateau province of southern Peru. En: Congreso Peruano de Geología, 11, Lima, 2002, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 203.
- OLCHAUSKI, E. (1980) - Geología de los cuadrángulos de Jaqui, Coracora, Chala y Chaparra. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 34, 83 p.
- OLCHAUSKI, E. & DÁVILA, D. (1994) - Geología de los cuadrángulos de Chuquibamba y Cotahuasi. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 50, 52 p.
- ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA (1980) - Proyecto de investigación geotérmica de la República del Perú – Estudio de Reconocimiento – Resultado de Dataciones Absolutas (K/Ar). OLADE.
- PALACIOS, O., et al. (1993) - Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano al oeste del Lago Titicaca – Sur del Perú (Proyecto Integrado del Sur). INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 42, 257 p.
- PARODI, L. (1976) - Petrografía de las rocas intrusivas y volcánicas del valle de Caravelí. Tesis Bach., Prog. Acad. Geología, Univ. Nac. San Agustín, Arequipa, 43 p.
- PECHO, V. (1983) - Geología de los cuadrángulos de Pausa y Caravelí. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 37, 125 p.
- SACACA, J. (1979) - Estudio geológico del sector del nevado Hualca-Hualca sur del distrito de Pinchollo - Caylloma. Tesis Bach., E.P. Ingeniería Geológica, Univ. Nac. San Agustín, Arequipa.
- SÉBRIER, M., et al. (1988) - Tectonics and uplift in Central Andes (Peru, Bolivia and northern Chile) from Eocene to present. Géodynamique, 3(1-2): 85-106.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN (2000) - Revisión y actualización geológica del Cuadrángulo de Arequipa (33-s). Univ. Nac. San Agustín, Arequipa.
- VARGAS, E. (1988) - Estudio geológico y microtectónico de las hojas de Caravelí y Gramadal en la provincia de Caravelí, departamento de Arequipa. Tesis Bach., E.P. Ingeniería Geológica, Univ. Nac. San Agustín, Arequipa.
- VILCA, C., et al. (1993) - Reconocimiento geológico e investigaciones de depósitos minerales en el ambiente volcánico Neógeno y Cuaternario del departamento de Arequipa, Sur del Perú. En: Investigaciones de metales preciosos en el complejo volcánico

Neógeno-Cuaternario de los Andes Centrales, Proyecto BID / TC-88-02-32-5. Servicio Geológico de Bolivia, SERNAGEOMIN e INGEMMET, La Paz, p. 169-195.

WEIBEL, M. & ZSOLT, F. (1977) - El Nevado Coropuna, Departamento de Arequipa. Bol. Soc. Geol. Perú, (57-58): 87-98.

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

Anexo Fotográfico



Foto N° 1 Afloramiento de formación Sotillo (P-so). Horizontes de lodolitas y areniscas cortadas por numerosas venillas y concreciones de yeso. Quebrada Pedregal de Llocllasca



Foto N° 2 Afloramiento de la formación Moquegua, se aprecia a la base secuencias tobáceas (1), cubiertas por areniscas y conglomerados (2). Sobreyace con discordancia erosional la formación Pisco (3). Quebrada Corral de Peña



Foto N° 3 Afloramiento de la formación Pisco (Nm-pi), intercalación de areniscas y niveles fosilíferos (1). Sobreyace la formación Millo (Nm-mi) con una toba a la base y una secuencia de conglomerados y areniscas (2). Quebrada Carrizal



Foto N° 4 Afloramiento de las tobas de cristales soldadas, intercaladas con niveles piroclásticos (caídas) de color blanquecino. Altos de la quebrada del Indio Viejo



Foto N° 5 Estratovolcán Solimana, se aprecian los flujos lávicos andesíticos de la base (1), cubiertos por tobas y lavas andesíticas (2). Vista tomada desde el vuelo Lima Arequipa.



Foto N° 6 Afloramiento intrusivo monzonítico correspondiente a la Superunidad Linga. Quebrada del Indio Viejo



Foto N° 7 Afloramiento del intrusivo tonalítico correspondiente a la Superunidad Incahuasi (1). Sobreyacen los depósitos conglomeráticos de la formación Moquegua (2) cubiertos a su vez por las tobas post-Huaylillas (3). Cerro Alto de Bombón, quebrada del Indio Viejo.



Foto N° 8 Afloramiento del complejo subvolcánico Bella Unión (1), que se encuentra cortado por numerosas vetillas de cuarzo. Sobreyacen tobas del volcánico Sencca (2). Río Caravelí Paraje Angostura.



Foto N° 9 Afloramiento del Paleozoico indeferenciado del Grupo Ongoro, su esquistocidad tiene un rumbo predominante de N 30° O con una inclinación de 20° NE. Huatiapilla, río Majes



Foto N° 10 Afloramiento de lutitas negras intercaladas con areniscas gris verdosas pertenecientes a la formación Cachíos. Llato, Camino Pampacolca Tipán



Foto N° 11 Afloramiento de la Formación Moquegua, conglomerados polimícticos hacia la base (1), cubiertos por areniscas tobáceas (2). Sobreyacen a los intrusivos de la Superunidad Tiabaya, plutón Lucería Andamayo (3). Hacienda El Castillo, camino Aplao-Chuquibamba



Foto N° 12 Estratovolcán Coropuna. Se aprecia un flujo andesítico vesiculado (1) que cubre parte de las lavas andesíticas porfíricas que forman los flancos del estratovolcán (2). Pampa



Foto N° 13 Afloramiento de la Superunidad Tiabaya, plutón Lucería-Andamayo (2), cubierto por la formación Moquegua (1). Quebrada La Cantera



Foto N° 14 El Plutón Lucería-Andamayo de la Superunidad Tiabaya engloba xenolitos del grupo Ongoro y fenocristales de feldespatos alcalino. Quebrada La Cantera



Foto N° 15 Afloramiento de la formación Labra, intercalación de areniscas cuarzosas y lutitas (1). Cubierto por tobas de cristales pertenecientes al complejo volcánico Mismi (2). Río Colca, cerca al poblado de Maca



Foto N° 16 Afloramiento del Grupo Tacaza Indiviso, que está constituido por brechas y tobas líticas (1). Flujos de andesitas porfíricas que rellenan una aparente depresión preexistente (2). Flujos de andesitas afíricas vesiculadas que cubren a la unidad anterior (3); ambas unidades forman parte del Complejo Volcánico Mismi. Domos y flujos andesíticos afíricos vesiculados pertenecientes al Grupo Andagua (4). Camino Patapampa Chivay



Foto N° 17 Complejo Volcánico Jollo Jello. Tobas lapilíticas que muestran disyunción columnar (1). Flujos andesíticos que forman la base del edificio volcánico (2). Domos andesíticos vesiculados (3). Caserío de Moca (Huanca)



Foto N° 18 Complejo Volcánico Ananta, flanco Oeste. Flujos de andesitas porfíricas (1). Complejo Volcánico Jollo Jello (2). Pampa Chincana



Foto N° 19 Estratovolcán Las Minas, flanco Norte. Flujos de andesita que forman el estratocono (1). Borde de la probable caldera de explosión (2) que depositó piroclastos hacia el Oeste. Pampa Rayo

Foto N° 20 Complejo Volcánico Hualca Hualca, flanco Norte. Sección interna de la probable caldera, limitada por lavas andesíticas (segundo evento) que formaron el antiguo flanco oeste del estratocono (1). Lavas andesíticas afíricas a porfíricas (cuarto evento) cubiertas por nieve (2). Domos y flujos dacíticos (quinto evento) que ocasionaron el colapso del flanco norte del estratocono (3). Flujos dacíticos y pequeñas colinas cónicas que forman parte de los depósitos de avalanchas de escombros resultantes del colapso de la estructura volcánica (4). Caserío de Tocallo Cerro Llocallasi (al norte de Cabanaconde).





Foto N° 21 Estratovolcán Ampato, flanco Sur. En la quebrada Huaycumayo se reconocen unos afloramientos de conglomerados cuarcíticos, pertenecientes a la formación Huanca (1) que están cubiertos por una tobas soldadas (primer evento) que ocupan la pampa de Vanllay (2). Se reconocen las pequeñas colinas cónicas (hummocks) que sugieren el probable colapso del flanco sur del estratovolcán Ampato (3). Una vez producido el colapso, el estratocono se continuo formando, lo que es evidenciado por los depósitos de lavas dacíticas porfíricas (4). Probable borde de una caldera de explosión (5) que originó unos depósitos de tobas de cristales localizados hacia el este y oeste. Flujos dacíticos de la cumbre que sugieren que luego de la actividad explosiva, el estratocono continuo formándose (6). Caserío de Moca (Huanca)



Foto N° 22 Estratovolcán Sabancaya, flanco Este. Flujos dacíticos (segundo evento) cuyos bordes son notorios, se extienden hacia el caserío Huacachiguero (1). Lavas dacíticas a traquiandesíticas (tercer evento) que se extienden hacia el caserío de Vizcachal (3). Flanco Este del estratovolcán Ampato (4). Cercanías del caserío de Colihuiri Pampa de Colihuiri



Foto N° 23 Complejo volcánico Mismi, flanco Oeste (Cerro Sahualke). En los flancos de la quebrada se observan los flujos de andesitas porfíricas (1). Así como los flujos de andesitas afíricas vesiculadas (2). Quebrada de Esllirca.



Foto N° 24 Afloramiento de la toba soldada cristalítica perteneciente al primer evento de la Caldera Cailloma. Nótese las diferentes subunidades que sugieren el emplazamiento de varios flujos simultáneos. Río Cayomani, cerca del caserío de Chacapalca camino Cailloma a Yauri.

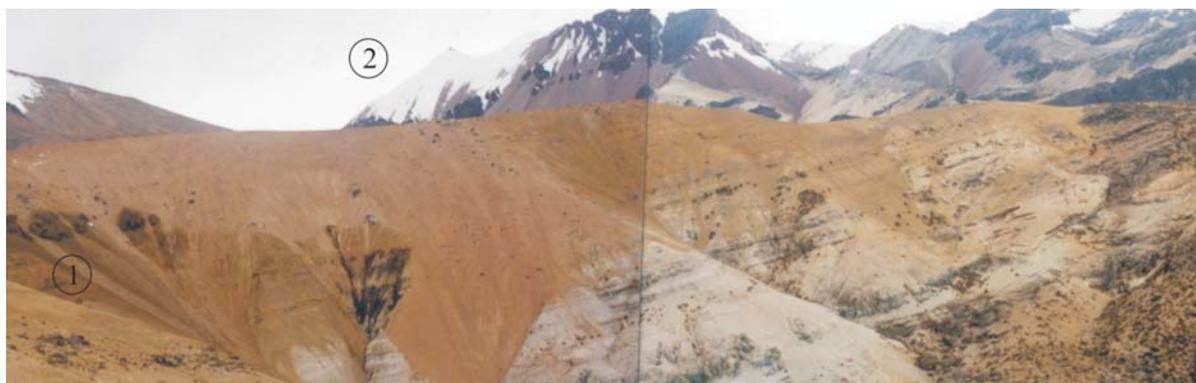


Foto N° 25 Afloramiento de las tobas de lapilli (cuarto evento) de la Caldera Cailloma, localizado cerca al Cerro Tuyunima río Molloco.



Foto N° 26 Afloramiento de domos y flujos andesíticos afíricos vesiculares pertenecientes al Grupo Andagua. Río Molloco.



Foto N° 27 Afloramiento del Grupo Barroso. Tobs soldadas pertenecientes a la unidad tobácea (1) que se encuentran cubiertas por lavas andesíticas porfíricas de la unidad lávica (2). Camino Yauri Velille, quebrada Aroccopa.



Foto N° 28 Afloramiento de pequeños cuerpos intrusivos dioríticos (1) que cortan las lutitas de la formación Cachíos que se encuentran a la base. También se observa a las areniscas cuarcíferas de la formación Hualhuani (2) que son cubiertas discordantemente por las tobas del volcánico Vilcarani (3). Poblado de Velille, quebrada de Fauce.

Foto N° 29 Afloramiento de tobas del primer evento de la Caldera Cailloma, se puede advertir subunidades que sugieren el emplazamiento de varios flujos en cortos periodos de tiempo. Río Apurímac.

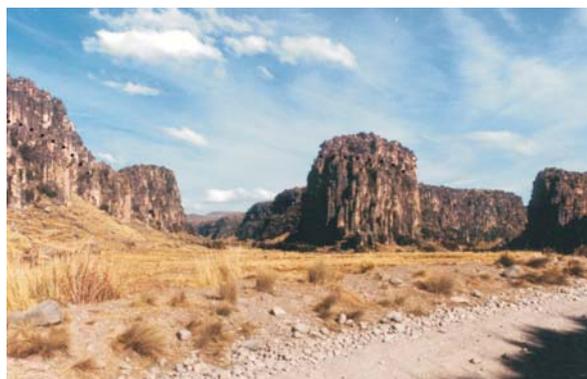


Foto N° 30 Afloramiento de lavas y aglomerados volcánicos pertenecientes al Grupo Tacaza indiviso. Río Apurímac



Foto N° 31 Complejo Volcánico Quechua Grande, flanco Oeste. Afloramiento de tobas dacíticas no soldadas pertenecientes al segundo evento (1), cubiertas por domos y flujos dacíticos porfíricos.



Foto N° 32 Afloramiento de tobas pertenecientes al complejo volcánico Quechua Grande (2) que sobreyacen discordantemente a los conglomerados del Grupo Puno (1) que tiene una edad radiométrica por el método K/Ar en roca total de 29.9 ± 1.1 Ma (Archivo, INGEMMET). Río Livitaca, Hacienda Sahuja Sahuja.



Foto N°33 Afloramiento de la formación Pisquicocha, consistente de areniscas y limonitas de coloraciones gris blanquecinas. Río Livitaca, cerca de Ccuechapampa.



Foto N° 34 Afloramiento de areniscas cuarzosas pertenecientes a la formación Hualhuani, anteriormente denominadas como formación Soraya. Camino Pacapausa Upahuacho.



Foto N° 35 Afloramiento de tobas soldadas vítreas a cristalolíticas de coloraciones gris parduscas. Quebrada Chispa.



Foto N° 28 Afloramientos de domos y lavas andesíticas áfricas pertenecientes al tercer evento del complejo volcánico Saycata. Pampa Caycopata.
