

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

**MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA REVISIÓN Y
ACTUALIZACIÓN DEL CUADRÁNGULO DE
AYAVIRI (30-u)**

Escala 1:50 000

**Por:
Fredy Cerrón Z.
César Chacaltana B.**

 **INGEMMET**

Lima - Perú
Junio 2003

Contenido

Introducción	1
Objetivos	1
Antecedentes	1
Aportes	2
Geología del Área	3
Paleozoico Inferior	3
Grupo San José (Qi-sj)	3
Formación Calapuja (O-ca)	3
Formación San Gabán (S-sg)	5
Formación Chagrapi (SD-ch)	5
Paleozoico Superior	5
Grupo Mitu (PsT-mi)	5
Jurásico-Cretáceo	6
Formación Muni (JsKi-mu)	6
Formación Huancané (Ki-hu)	6
Grupo Moho	6
Formación Viluyo (Ki-vi)	6
Formación Ayavacas (Kis-ay)	7
Formación Vilquechico (Ks-vi)	7
Formación Auzangate (KsP-au)	8
Paleógeno	8
Formación Muñani (P-mu)	8
Grupo Puno (P-pu)	8
Unidad 1 (Ppe-pu1)	9
Unidad 2 (Ppe-pu2)	9
Unidad 3 (Ppe-pu3)	9
Unidad 4 (Ppe-pu4)	9
Neógeno	9
Grupo Tacaza	9
Unidad Brechas (Nm-ta/bxp)	9
Unidad Flujos Lávicos (Nm-ta/an)	9
Formación Tinajani (Nm-ti)	9
Unidad Detrítica (Nm-ti/se)	10
Unidad Tobácea (Nm-ti/tb)	10
Formación Palca (Nm-pa/tb)	10



Formación Yauri (Np-ya)	10
Formación Azángaro (NQ-az)	10
Depósitos Cuaternarios	10
Depósitos de Morrenas (Qpl-mo)	10
Depósito Coluvial (Qh-co)	11
Depósito Deluvial (Qh-de)	11
Depósito Glaciofluvial (Qh- glf)	11
Depósito Fluvioaluvial (Qh-fa)	11
Depósito Fluvial (Qh-fl)	11
Rocas Intrusivas	13
Tectónica	15
Ocurrencias Económicas	17
Yacimientos Metálicos	17
Buena Esperanza (Pb, Ag, Zn)	17
Santa Marta (Cu)	17
La Poderosa (Pb, Ag)	18
No Metálicos	18
Yeso	18
Bibliografía	19
Anexo Fotográfico	21

Introducción

El cuadrángulo de Ayaviri, se ubica en el sur del Perú, entre las coordenadas 14°30' y 15°00' de latitud sur y 70°30' y 71°00' de longitud oeste, en la provincia de Chucuito, departamento de Puno. Morfológicamente esta zona corresponde al Altiplano occidental con extensas pampas, lomadas y pequeñas elevaciones así como un conjunto de cerros de dirección NO-SE que son los rasgos fisiográficos más prominentes, donde destaca el nevado Cunurana con una altura de 5 420 msnm.

La zona presenta un desarrollo estructural y paleogeográfico complejo encontrándose en una zona de transición entre la cuenca Putina al este rellenas por rocas mesozoicas y la cuenca Arequipa al oeste caracterizada por contener rocas continentales y volcánicas sobre un basamento mesozoico; separadas ambas por el bloque estructural levantado Puno-Cusco. Estas zonas estructurales están controladas por un sistema de fallas normales regionales con rumbo andino con fallas menores asociadas de rumbo NS.

Las unidades litoestratigráficas tienen un rango geocronológico del Paleozoico inferior al reciente según se puede apreciar en la columna generalizada que se presenta.

Objetivos

Entre los objetivos alcanzados, se encuentra un mapa cartografiado a la escala 1:50 000. Asimismo, se ha uniformizado la nomenclatura estratigráfica en el ámbito regional (tanto para la cuenca Putina como para la cuenca occidental Arequipa) y se han reasignado las edades de los cuerpos intrusivos sobre la base de nuevas dataciones radiométricas. Además, se ha establecido un mayor detalle de los rasgos estructurales en un marco coherente con las tectónicas establecidas.

Antecedentes

Los estudios geológicos regionales correspondientes al área de estudio se concretaron con la publicación en 1995, del Boletín N° 58 que comprende a los cuadrángulos de Velille (30-s), Yauri (30-t), Ayaviri (30-u) y Azángaro (30-e) cartografiados a escala 1:100 000 a cargo del Ing. Natalio De La Cruz y publicado por el INGEMMET. La presente actualización a escala 1:50 000

que contó con 90 días de campo ofrece un nuevo cartografiado con nuevas evidencias geológicas, definición de unidades estratigráficas y revela rasgos estructurales producto de nuevas tecnologías empleadas (imágenes Landsat 7).

Aportes

Se contribuye poniendo en evidencia nuevas unidades estratigráficas (Grupo San José, Formación San Gabán, Formación Auzangate, Formación Muñani), diferenciando unidades del Cretáceo acorde con la nomenclatura regional (Formación Viluyo, Formación Ayavacas y Formación Vilquechico, como parte del Grupo Moho) y dividiendo subunidades

basándose en características petrológicas (Grupo Puno, Formación Tinajani). Asimismo, se han establecido unidades subvolcánicas correspondientes al volcanismo del Grupo Mitu, que fueron designadas como unidades volcánicas del Mesozoico (Formación Puca Puca) y se han cartografiado evidencias de pequeños cuerpos intrusivos de naturaleza shoshonítica en el cerro Estogahua y de naturaleza lamproítica en el cerro Morojarja.

En cuanto a la geología estructural, se han diferenciado plegamientos y fallas en un marco tectónico regional que refleja una evolución acorde con la deformación que involucra a otros cuadrángulos.

Geología del Área

Paleozoico Inferior

Grupo San José (Qi-sj)

Descrito como tal por DE LA CRUZ, N., (1996) en el cuadrángulo de Sandía, en el área se ha podido reconocer mediante evidencias fósiles de graptolitos, destacando las mejores exposiciones en la comunidad de Llallahue al oeste de Ayaviri y en el poblado de Umachiri, anteriormente cartografiados como Grupo Mitu.

La secuencia está compuesta en la base por limoarcillitas laminares color beige claro con fauna de graptolites y por una intercalación de limoarcillitas oscuras en capas de 0,50 m de grosor, masivas sin estructura interna con areniscas micáceas de grano fino.

No aflora la base y al tope se encuentra discordante con la Formación Tinajani, estimándose un grosor de 50 m (Foto N° 1).

La fauna indicada es monoespecífica y se encuentra en la carretera hacia el caserío de Llallahui, corresponde a *Diplograptus* cf. *D. foliaceus* (MURCHISON, 1839) y asigna a la secuencia una edad del Ordovícico inferior.

Formación Calapuja (O-ca)

La secuencia se observa bien expuesta en las quebradas de los ríos Punco Punco y Chaquimayo y está compuesta por arenisca gris oscura de grano medio en capas de 0,30 m intercaladas con limolitas y areniscas cuarzosas. Hacia el tope consta de areniscas cuarzosas y venillas de sílice.

Sin haberse reconocido la base por encontrarse cubierta, se ha medido un grosor aproximado de 290 m hasta su contacto con la Formación Chagrapí, cerca de la hacienda Huanacuyo, al norte de Ayaviri (Foto N° 2).

En la zona de estudio, la secuencia de límite inferior no se observa, encontrándose los afloramientos en contacto fallado contra el Grupo Puno. La secuencia superior infrayace discordante con la Formación San Gabán en las proximidades de la hacienda Huanacuyo (río Chaquimayo)

Esta formación puede compararse con el Grupo Sandía de la Cordillera Oriental.

Columna Estratigráfica del cuadrángulo de Ayaviri

Eratema	Sistema	Serie	Unidad Litoestratigráfica	Grosor (m)	Litología	Descripción
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holocena	Dep. fluvial			Depósitos de gravas y rodados en una matriz arenosa y limoarcillitas lenticulares.
			Dep. fluvioaluvial			Depósitos de gravas polimícticas en una matriz arenosa sin estratificación.
			Dep. glaciofluvial			Depósitos removilizados de morrenas por acción fluvial de gravas poco consolidadas en matriz areno-limosa y lentes de conglomerados y areniscas.
		Pleistocena	Dep. deluvial			Depósitos inconsolidados de gravas polimícticas al pie de laderas en matriz areno-limosa estratificada y capas lenticulares de limo.
			Dep. coluvial			Depósitos inconsolidados de clastos subangulosos heterométricos dispersos en un conjunto polimíctico con poca matriz areno-limosa.
			Dep. morrenas			Compuestas de till sin estratificación, brechas polimícticas en matriz arenosa
	NEÓGENO	Pliocena	Fm. Azángaro	50		Conglomerados lenticulares intercalados con areniscas de grano grueso friable con laminación paralela y arcillitas en capas medias color amarillento.
			Fm. Yauri	30		Areniscas tobáceas blanquesinas y tobas redepositadas, limolitas claras, limoarcillitas en estratos delgados y capas delgadas de calizas.
			Fm. Palca	200		Flujos piroclásticos de textura cristaloclástica de color blanco.
	PALEÓGENO	Miocena	Fm. Tinajani	200		Conglomerados y areniscas feldespáticas con niveles microconglomerádicos, limolitas y limoarcillitas. Se distingue una unidad de flujo piroclástico
			Gpo. Tacaza	300		Lavas de composición traqubasáltica de textura afanítica Brechas volcánicas de flujo de textura traquítica en matriz piroclástica.
		Eocena	Gpo. Puno	5000		Conglomerados estrato crecientes en estratos masivos intercalados con areniscas feldespáticas de grano grueso así como arcillitas y limoarcillitas en capas medias y niveles calcáreos.
Conglomerados estrato decrecientes en capas masivas y microconglomerados intercalados con areniscas feldespáticas en capas medias y niveles delgados de calizas.						
Paleocena		Fm. Muñani	500	Conglomerados estrato crecientes gruesos en estratos masivos intercalados con niveles de areniscas feldespáticas en capas medias y niveles delgados de areniscas cuarzosas y arcillitas rojas.		
				Areniscas feldespáticas de grano medio a grueso y microconglomerado polimíctico en estratos gruesos. Se alternan niveles de areniscas arcóscicas y niveles delgados de limoarcillitas		
MESOZOICA	CRETÁCEO	Superior	Fm. Auzangate	200	Limoarcillitas en capas delgadas y laminares y lodolitas masivas rojas	
			Fm. Vilquechico	2000	Areniscas blancas de grano fino a medio con laminación interna y paralela con presencia de ondulitas de oscilación intercaladas con niveles delgados de limolitas y limoarcillitas claras.	
					Limoarcillitas carbonosas, fisibles en capas delgadas intercaladas con limoarcillitas abigarradas en capas delgadas. Ocasionales niveles delgados de calizas y areniscas negras en capas delgadas.	
		Inferior	Gpo. Moho		Limoarcillitas y lodolitas rojizas en capas delgadas a finamente laminares	
			Fm. Ayavacas	100	Calizas masivas grises y marrones intercaladas con limoarcillitas rojas	
			Fm. Viluyo	100	Areniscas arcóscicas de grano medio a fino, areniscas finas en capas y delgados niveles de limoarcillitas rojas	
			Fm. Huancané	100	Areniscas cuarzosas de grano medio a grueso en capas medias a gruesas con estratificación sesgada. Se intercala ocasionalmente con limoarcillita.	
Fm. Muni	500	Areniscas de grano fino laminares blanquecinas y areniscas de grano medio con cemento calcáreo, de color rojizo en capas gruesas con laminación interna paralela, limolitas y limoarcillitas en capas medias y calizas en estratos delgados. Niveles de evaporitas y limolitas rojizas con capas de yeso.				
PALEOZOICA	PÉRMICO	Gpo. Mitu	1500	Volcanitas andesíticas y riolíticas de flujos masivos con textura porfirítica color marrón brunáceo a rojizo y niveles morados con fenos de plagioclasa. Areniscas feldespáticas de grano grueso y limolitas rojizas		
	DEVÓNICO	Formación Chagrapí	2500	Limoarcillitas fisibles oscuras intercaladas con limolitas en capas delgadas con presencia de fósiles invertebrados.		
				Limoarcillitas oscuras y fisibles con estructuras cono en cono y predominio de venillas de oxidaciones en estructura stock work.		
	SILÚRICO	Formación San Gabán	150	Limoarcillitas oscuras, fisibles y areniscas de grano grueso con abundante mica en estratos gruesos		
				Limoarcillitas grises en capas medias, areniscas finamente laminadas y deformadas y niveles diamictíticos		
	ORDOVÍCICO	Formación Calapuja	290	Arenisca gris oscura de grano medio intercalada con limolitas y areniscas cuarzosas. Hacia el tope areniscas cuarzosas y venillas de sílice		
Gpo. San José				50	Limoarcillitas laminares con graptolitos, lodolitas oscuras y areniscas micáceas	

Basándose en sus relaciones estratigráficas se le asigna una edad del Ordovícico superior

Formación San Gabán (S-sg)

Esta unidad ha sido reconocida en el presente estudio de actualización y los afloramientos más representativos se observan en las quebradas Punco Punco y Chaquimayo, al noreste de la ciudad de Ayaviri.

Está compuesta por una secuencia de limoarcillitas grises en capas medias, areniscas finamente laminadas y deformadas y niveles diamictíticos con bloques heterométricos que pueden llegar a alcanzar regulares dimensiones compuestos de areniscas y cuarzos lechosos.

El grosor de esta unidad se estima entre 100 y 150 m.

El límite inferior de la secuencia está en contacto concordante con la Formación Calapuja e infrayace también en aparente concordancia con la Formación Chagrapi.

Puede correlacionarse por litología y posición con la Formación San Gabán de la Cordillera Oriental, indicando una geocronología del Silúrico.

Formación Chagrapi (SD-ch)

Esta unidad se distribuye ampliamente en fajas elongadas con dirección NO-SE, teniéndose buenas exposiciones cerca de las cabeceras del río Chaquimayo y del río Huaccaccane al norte de Ayaviri y en el corte del río Pariña, al NO de la localidad de Santa Rosa.

La secuencia está compuesta en sus niveles inferiores por limoarcillitas oscuras, fisibles, presentando capas gruesas de hasta 3,0 m de areniscas de grano grueso con abundante mica (Foto N° 3). Hacia la parte media predomina una secuencia monótona de limoarcillitas oscuras, fisibles, con presencia de estructuras cono en cono (Foto N° 4) y en algunos sectores con predominio de venillas de oxidaciones en estructura tipo stockwork. Los niveles más superiores presentan un predominio de limoarcillita fisible oscura intercalada con niveles de limolitas en capas delgadas beige y crema, con presencia de fósiles invertebrados. Estos nive-

les se pueden reconocer por el tipo de suelo que forman, de color crema característico.

El grosor de esta unidad se estima en 2 500 m.

La secuencia de límite inferior está en contacto concordante con la Formación San Gabán e infrayace discordante con las volcanitas del Grupo Mitu.

Esta unidad puede correlacionarse por su litología y fauna con la Formación Ananea de la Cordillera Oriental.

En cuanto a su geocronología, se han encontrado braquiópodos en el caserío Pacchasilluta, próximo al poblado de Quishuara tal como *Leptocoelia* cf. *L. flabeliites* CONRAD que indica el Devónico inferior a medio, en la localidad de Totorani así como artejos de crinoideos indeterminados.

Paleozoico Superior

Grupo Mitu (PsT-mi)

Denominación dada por McLAUGHLIN, D. H., (1924) en el distrito de Goyllarisquiza Dpto. de Cerro de Pasco a una secuencia sedimentaria y volcánica de arenisca roja y volcanitas.

Los afloramientos más conspicuos y accesibles se han observado en la carretera Santa Rosa-Nuñoa (río Pariña) que pertenecen a una cadena de cerros donde destaca el nevado Cunurana y pequeños afloramientos en el caserío de Quishuara. A lo largo del río Vilacota y en los alrededores de Quisuni, se han distinguido secuencias lávicas del Grupo Mitu que estuvieron cartografiados como Lavas riolíticas de la Formación Puca Puca.

Esta unidad está conformada principalmente por volcanitas de composición química andesítica y riolítica de flujos masivos con textura porfirítica color marrón brunáceo a rojizo y niveles morados con fenos de plagioclasa así como por una secuencia sedimentaria en los niveles inferiores constituida por areniscas feldespáticas de grano grueso y limolitas de color rojizo según se puede observar en el cerro Pucacocha.

A estos eventos del Grupo Mitu, se asocian cuerpos subvolcánicos que afloran en los cerros Chuntar Rosa y Pucará y al frente de éste, los cua-

les deben corresponder genéticamente al volcanismo del Grupo Mitu por su naturaleza petrográfica.

El grosor de esta unidad se estima en más de 1 500 m y se encuentra en contacto discordante con la Formación Chagrapí e infrayace también en forma discordante con secuencias cretácicas de la Formación Huancané según se puede apreciar en las localidades de Uscumachaca (río Vilacota). Asimismo, en la localidad de Jajachupa aflora de manera aislada y conspicua, pudiéndose observar esta relación desde la carretera Ayaviri–Santa Rosa. Hacia el lado de la cuenca Putina, se observa que infrayace discordantemente a secuencias de la Formación Muni.

Esta unidad puede compararse con las volcanitas que se extienden hacia el NO donde aflora entre las localidades de Ayacucho y Huanta.

Jurásico-Cretáceo

Formación Muni (JsKi-mu)

Las mejores exposiciones se observan en el sector NE del cuadrángulo, en los caseríos de Quishuarani y Cerro Huacane (Quisuni Chico).

Litológicamente está constituido por areniscas de grano fino de color blanquecino con laminaciones y areniscas de grano medio con cemento calcáreo rojizo en capas gruesas con laminación interna paralela, limolitas y limoarcillitas rojizas en capas medias así como niveles de caliza beige claro en estratos delgados de hasta 10 cm. Hacia la parte central de los afloramientos predominan secuencias pelíticas con niveles de evaporitas intruidos por cuerpos de domos salinos según se observa a lo largo del río Challacunca en inmediaciones de la hacienda del mismo nombre (Foto N° 5).

A lo largo del río Ayaviri al SE de la ciudad, se observan afloramientos aislados de limoarcillitas y limolitas rojizas con capas de yeso.

El grosor de esta unidad es variable y se estima en 400 m, aproximadamente. La secuencia de límite inferior está en contacto discordante con las secuencias paleozoicas e infrayace concordante con las areniscas de la Formación Huancané.

Esta formación se extiende ampliamente en la cuenca Putina y se le puede asignar la edad del Cretáceo inferior basados en la fauna fósil reportada por NEWELL, N., (1949) al OSO de Pirín, pudiendo su base descender hasta el Jurásico superior (LAUBACHER, G. y MAROCCO, R., 1990).

Formación Huancané (Ki-hu)

Se distribuye en el extremo NE de la hoja a manera de franjas alargadas y delgadas y como núcleos de anticlinales. Morfológicamente, sus afloramientos forman crestas resaltando del resto de relieve.

Las mejores exposiciones se ubican en la hacienda Santa Rosa de Achaco (carretera Santa Rosa-Nuñoa) y en el cerro Tocaranche, cerca al río Grande.

Está constituida por areniscas cuarzosas de grano medio a grueso en capas tabulares medias a gruesas y con estratificación sesgada y en algunos sectores se intercala con limoarcillitas en capas delgadas de unos cms y gruesas. En conjunto esta unidad presenta una coloración rosada (Foto N° 6) y su grosor varía aproximadamente entre 100 y 150 m.

La secuencia de límite inferior y superior está en contacto gradual con la Formación Muni y Formación Viluyo, respectivamente.

Esta formación se extiende en la Cuenca Putina. En el centro del Perú se correlaciona con la Formación Chimú del Grupo Goyllarisquizga y al oriente con la Formación Cushabatay.

En el área de estudio no se han encontrado fósiles; pero por encontrarse debajo de las calizas de la Formación Ayavacas se le atribuye la edad del Cretáceo inferior.

Grupo Moho

Formación Viluyo (Ki-vi)

NEWELL, N., (1949), al norte del lago Titicaca describe como unidad «a» a una secuencia samítica como parte del Grupo Moho. Igualmente describe AUDEBAUD, E., (1973) en el cuadrángulo de Sicuani. LÓPEZ, J. C., (1996), la eleva a la categoría de Formación dentro del Grupo Moho y su localidad típica se considera en las inmediaciones de la hacienda

del mismo nombre en la margen derecha del río Viluyo, carretera Nuñoa-Macusani.

Se distribuye ampliamente al NE de la hoja entre el cerro Soracota, poblado de Cayarani y el poblado de Jampatuire. Morfológicamente presenta terrenos ondulados, suaves y da lugar a un suelo de tonalidad rosada característico (Foto N° 7).

La secuencia está compuesta por areniscas arcósicas de grano medio a fino en capas medias con algunas intercalaciones de limoarcillitas en capas delgadas. Las areniscas limolíticas con laminación sesgada y paralela en capas medias intercaladas con algunos niveles de limoarcillitas.

El grosor de esta unidad es variable, pero se estima que no sobrepasa los 100 m.

La secuencia de límite inferior está en contacto concordante con la Formación Huancané e infrayace también en forma concordante con la Formación Ayavacas.

Por su posición estratigráfica se le considera la edad del Cretáceo inferior.

Formación Ayavacas (Kis-ay)

Se encuentra ampliamente distribuida al norte y sur de la localidad de Macarí distinguiéndose por su morfoestructura característica de estratos de caliza sin una orientación definida y dispuestos caóticamente dentro de una secuencia de limoarcillitas y lodolitas rojo brunáceas. Se caracteriza por su estructura en olistostroma producto de esfuerzos distensivos en la plataforma carbonatada que genera deslizamientos y asentamientos por giros rotacionales originando la conformación de olistolitos (Fotos N° 8 y 9).

Más hacia el NE del cuadrángulo, a lo largo de la quebrada Jampatuire y en los cerros Huayna Inca y Huallataire, las características morfológicas son diferentes, presentándose el nivel calcáreo deformado de manera continua a lo largo de sus afloramientos, manteniendo una uniformidad con las unidades infra y suprayacentes.

La secuencia está compuesta por calizas micríticas gris oscuras de textura fina en capas gruesas de hasta 15 m dentro de una secuencia donde predominan limoarcillitas laminadas y

arcillitas en capas medias de característico color rojo brunáceo.

El grosor de esta unidad varía entre 80 y 100 m y se correlaciona con la Formación Yuncaypata en el Cusco y con el Miembro «b» de NEWELL, N., (1949) y es equivalente con el Miembro Caliza Huatasane (PALACIOS, O. y otros, 1993).

La secuencia de límite inferior está en contacto concordante con la Formación Viluyo e infrayace en igual relación con la Formación Vilquechico.

Formación Vilquechico (Ks-vi)

Esta unidad se distribuye ampliamente al NE del cuadrángulo conformando sinclinales amplios y volcados. Se tienen buenas exposiciones a lo largo de la carretera Orurillo, Ayapate, Cayarani, hacienda Jajachupa, a lo largo de la carretera entre la hacienda Cangalle y Nuñoa, y en la hacienda Quisicancha (carretera antigua Santa Rosa-Nuñoa).

Litológicamente en el área estudiada se pueden distinguir tres secuencias. La primera consiste de limoarcillitas y lodolitas rojizas en capas delgadas a finamente laminares. La segunda consiste en una gruesa secuencia de limoarcillitas carbonosas, fisibles en capas delgadas intercaladas con limoarcillitas abigarradas en capas delgadas a finamente laminares destacando los niveles verdosos (Foto N° 10).

Asimismo esporádicos niveles de caliza en capas delgadas de colores claros a beige brunáceo y algunos niveles de areniscas de color negro en capas delgadas de algunos centímetros. La secuencia superior está caracterizada por presentar areniscas blancas de grano fino a medio con laminación interna paralela y presencia de ondulitas de oscilación en los planos de estratificación, además se intercala con niveles delgados de algunos centímetros de limoarcillitas y limolitas claras.

Se estima para esta unidad un grosor de aproximadamente 2 000 m

La secuencia de límite inferior está en contacto concordante con la Formación Ayavacas e infrayace concordante con la Formación Auzangate según se puede observar en la localidad de Huayantira.

Esta unidad considerada del Cretáceo superior se extiende al norte, hacia los cuadrángulos de Nuñoa y Sicuani, donde es denominada Formación Hanchipacha y al sur se extiende ampliamente en la cuenca Putina donde NEWELL, N., (1945) la denominó Formación Vilquechico, por lo que en el presente trabajo se mantiene esta denominación, diferenciando lo que anteriormente estaba cartografiado como Grupo Moho.

Se encuentra infrayaciendo concordantemente con la secuencia pelítica de la Formación Auzangate.

Formación Auzangate (KsP-au)

Fue definida por LÓPEZ, J., (1996) en el cuadrángulo de Nuñoa para distinguir una secuencia pelito-samítica rojiza.

En el presente estudio, esta unidad ha sido diferenciada y cartografiada conformando el núcleo de los sinclinales como se puede observar en el cerro Santa Lucía y en la hacienda Cangallo (carretera Nuñoa). Asimismo, en el sector SO del cuadrángulo se observa al norte y sur del poblado de Cupi y en el caserío de Marchamarca. Su morfología es suave debido a su constitución litológica, está compuesta por una intercalación monótona de limoarcillitas y lodolitas de un característico color rojo (Foto N° 11).

Las limoarcillitas se presentan en capas delgadas y laminares en algunos niveles y las lodolitas son masivas.

La secuencia de límite inferior está en contacto concordante con la Formación Vilquechico e infrayace concordante con la Formación Muñani.

Paleógeno

Formación Muñani (P-mu)

Sus afloramientos se presentan en la parte occidental del cuadrángulo a manera de franjas alargadas, resaltando por su morfología algo suave respecto a la unidad suprayacente. Esta unidad estaba agrupada dentro de la secuencia del Grupo Puno, diferenciada en el presente trabajo debido a sus características litológicas.

La secuencia está compuesta por una sucesión monótona de areniscas feldespáticas en capas medias a gruesas, areniscas arcósicas y algunos niveles de limoarcillitas en capas delgadas. En conjunto, esta unidad presenta una coloración rojiza.

El grosor de esta unidad varía y puede llegar a los 500 m.

La secuencia de límite inferior está en contacto concordante con la Formación Auzangate y la de límite superior en contacto con el Grupo Puno mediante una secuencia de límite transicional.

Esta unidad se correlaciona con la Formación Muñani que se extiende ampliamente en la cuenca Putina.

Se le asigna la edad del Cretáceo superior por su posición estratigráfica.

Grupo Puno (P-pu)

El Grupo Puno está compuesto por una serie detrítica de conglomerados y areniscas de origen continental y el grosor se estima cercano a los 5 000 m. Esta unidad aflora en dos sectores de diferente desarrollo. Al NO de la ciudad de Ayaviri los afloramientos se encuentran en contacto fallado con unidades Paleozoicas y a lo largo de éstas es indivisa y está compuesta por areniscas feldespáticas en capas gruesas de hasta 1,5 m de grosor, niveles de conglomerados con clastos redondeados de cuarzo y volcánicos en capas masivas así como limoarcillitas en estratos delgadas de color rojizo y verdes. En su parte media se tiene un conspicuo nivel tobáceo.

El mejor desarrollo de esta unidad está frente al poblado de Llallahue y a lo largo del río Macarimayo. La secuencia de límite inferior está en contacto concordante con la Formación Muñani y en algunos lugares en discordancia con la Formación Vilquechico como se puede apreciar en la quebrada Huallatuma y al NO del poblado de Cupi y con la Formación Ayavacas en el caserío de Huacarepunco. Infrayace discordante al Grupo Tacaza según se ve al SO del poblado de Llalli donde ha sido dividido en cuatro unidades basándose en sus distinciones petrográficas.

Unidad 1 (Ppe-pu1)

Está constituida por una alternancia de areniscas feldespáticas de grano medio a grueso y microconglomerados polimícticos de clastos subredondeados en estratos gruesos de hasta 1,0 m de grosor. En la secuencia se alternan en algunos niveles de areniscas arcósicas y niveles delgados de limoarcillitas mostrando todo el conjunto una tonalidad rojiza.

Unidad 2 (Ppe-pu2)

Está compuesta de conglomerados gruesos con clastos subredondeados de hasta 15 cm de eje mayor en estratos masivos, intercalados con niveles de areniscas feldespáticas en capas medias y algunos niveles delgados de areniscas cuarzosas así como de arcillitas rojas, caracterizando a esta unidad el predominio de los conglomerados en un arreglo de grano y estrato creciente.

Unidad 3 (Ppe-pu3)

Está constituida por conglomerados y microconglomerados, areniscas gruesas con matriz tobácea friable en capas gruesas de hasta 1,0 m de grosor, areniscas feldespáticas en capas medias y niveles delgados de calizas beige claras. Hacia el tope de la secuencia el grosor de la capa de los conglomerados va decreciendo.

Unidad 4 (Ppe-pu4)

Está compuesta por conglomerados de clastos gruesos subangulosos a subredondeados de hasta 1,0 m de diámetro de eje mayor en capas masivas en intercalación cíclica con niveles de areniscas feldespáticas de grano grueso así como arcillitas y limoarcillitas en capas medias y algunos niveles calcáreos. Todo el conjunto es estrato creciente.

Neógeno**Grupo Tacaza**

El Grupo Tacaza ha sido dividida en dos unidades:

Unidad Brechas (Nm-ta/bxp)

Esta unidad aflora al SO del cuadrángulo, en las cercanías de la hacienda Huacare. Está constituida por brechas volcánicas de flujo gris oscuras,

afaníticas a faneríticas, de textura traquítica, con clastos heterométricos y menores de 10 cm, subangulosos a subredondeados envueltos en una matriz piroclástica. Hacia la parte superior las capas se presentan masivas. Esta unidad suprayace discordantemente al Grupo Puno y a las calizas de la Formación Ayavacas.

Unidad Flujos Lávicos (Nm-ta/an)

Esta secuencia aflora al sur del cuadrángulo en los cerros Lllallhua y en las nacientes del río Patuapinayto donde se encuentra en contacto fallado con la Formación Tinajani, los derrames lávicos se presentan de manera masiva (Foto N° 12).

Las lavas son de composición traquibasaltos de textura afanítica y con fenos de grano fino. La matriz es criptocristalina compuesta por diminutos feldespatos maclados, serpentinas y clorita intersticiales. Los fenocristales son de piroxenos y olivino y los microfenos de apatito subhedral.

También se observan afloramientos al norte de la ciudad de Ayaviri en franjas alargadas de dirección SE-NO sobreyaciendo en discordancia al Grupo Puno e infrayaciendo a la Formación Tinajani en discordancia angular donde se aprecian los diferentes flujos lávicos. Petrográficamente esta unidad está constituida por una secuencia de lavas coherentes gris oscuras de composición andesítica basáltica porfírica con fenocristales de hornblenda, biotita subhedral y sanidina.

El grosor de esta unidad es variable al norte de Ayaviri con un promedio de aproximadamente 100 m. Los afloramientos que se encuentran al sur del cuadrángulo se estima en más de 500 m de grosor.

Se tiene algunas dataciones radiométricas para esta unidad en K/Ar en roca total de $26 \pm 0,9$; $28,3 \pm 1,0$; $26,9 \pm 1,0$ Ma (Bonhomme et al., 1985) que permite asignar a esta unidad al Oligoceno medio.

Formación Tinajani (Nm-ti)

AUDEBAUD, E. y VATIN-PERIGNON, (1974) describen con esta denominación a una serie detrítica y volcánica que aflora en los alrededores del paraje Tinajani, en el cuadrángulo de Ocuvi. En el área de estudio, los mejores afloramientos se ubican en

las inmediaciones y hacia el sur del poblado de Umachiri, así como a lo largo de la carretera Ayaviri-Chuquibambilla.

Presenta una morfología de lomadas alargadas y redondeadas formando un característico suelo rojizo.

En esta formación se han diferenciado dos unidades, una detrítica y otra piroclástica.

Unidad Detrítica (Nm-ti/se)

Compuesta por conglomerados en capas masivas de clastos polimícticos, subredondeados y heterométricos, pudiendo llegar hasta 30 cm de eje mayor, areniscas feldespáticas de grano grueso con presencia de canales rellenos de conglomerados y algunos niveles microconglomerádicos. Hacia la parte superior la secuencia está conformada por una intercalación de areniscas feldespáticas en capas gruesas y limoarcillitas y arcillitas en capas delgadas. Todo este conjunto se caracteriza por su color rojo ocre (Foto N° 13).

Se calcula un grosor de 200 m en promedio.

Unidad Tobácea (Nm-ti/tb)

Es una unidad de un flujo piroclástico diferenciada en la secuencia detrítica, caracterizada por su petrografía tobácea que marcan una fase de vulcanismo explosivo. Petrográficamente, la toba es de composición riolítica de color blanco rosácea de naturaleza lapillítica y litoclástica rica en cristales de biotita y pómez, abundante lítico volcánico heterométricos en una matriz de ceniza.

Estas tobas se encuentran bastante cohesionadas y parcialmente soldadas.

Se tiene algunas dataciones radiométricas de esta unidad en K/Ar en roca total

de $18,0 \pm 0,6$ Ma (Bonhomme et al., 1985) que le asignan al Mioceno inferior.

Formación Palca (Nm-pa/tb)

Flujos piroclásticos que se exponen al SO del cuadrángulo, por la carretera Llalli-Ocuviri. Morfológicamente conforman terrazas debido a la horizontalidad de los flujos donde se observan hasta tres eventos. Se caracterizan por estar soldados y presentar una textura cristaloclástica donde re-

saltan cristales de hornblenda, biotita y cristales de cuarzo en una matriz de ceniza. La toba destaca por su coloración blanca.

Se estima en el área de estudio un grosor de aproximadamente 100 m.

Se tiene una datación para las tobas de la Formación Palca en el cuadrángulo de Ocuviri en roca total por K/Ar. de $11,2 \pm 1,0$ (KLINCK et al., 1986) que le asignan al Mioceno medio-superior.

Formación Yauri (Np-ya)

Se observan afloramientos aislados al norte de Ayaviri conformando cerros bajos redondeados.

Esta unidad está constituida por una intercalación de areniscas tobáceas blanquecinas en capas delgadas con niveles de tobas redepositadas, limoarcillitas, limolitas claras a cremas en estratos delgados y calizas blanquecinas a beige en capas delgadas de algunos centímetros.

Se encuentra suprayaciendo a la Formación Tinajani

Formación Azángaro (NQ-az)

Sus afloramientos se presentan a lo largo del río Santa Rosa conformando morfológicamente antiguas terrazas de pocos metros de grosor.

La secuencia está compuesta por una intercalación de lentejas de conglomerados, areniscas de grano grueso friable y en algunos sectores se presenta con laminación paralela y limoarcillitas y arcillitas en capas medias de color amarillento.

Se asigna a la Formación Azángaro la edad del Pleistoceno.

Depósitos Cuaternarios

Depósitos de Morrenas (Qpl-mo)

Son depósitos inconsolidados sin estratificación, clastos dispersos en brechas polimícticas soportados por una matriz de arena guijarrosa.

Morfológicamente estos depósitos se presentan formando lomadas alargadas en las laderas y partes altas como se observa en las cabeceras del río Macarimayo y en las lagunas Suitococha y Quesococha en el extremo NO del cuadrángulo.

Depósito Coluvial (Qh-co)

Estos depósitos se encuentran al pie de las laderas formando depósitos inconsolidados de clastos subangulosos heterométricos dispersos en conjunto polimíctico con poco o nada de matriz arenolimososa

Depósito Deluvial (Qh-de)

Depósitos inconsolidados de gravas polimícticas en una matriz arenolimososa estratificada y capas lenticulares de limos. Al suelo que forma le otorga una coloración crema.

Depósito Glaciofluvial (Qh- glf)

Son depósitos removilizados de morrenas por acción fluvial que se encuentran relleno las altiplanicies y están conformados por gravas

subredondeadas poco consolidadas en una matriz arenolimososa, lentejas de conglomerados, areniscas y arcillitas.

Depósito Fluvioaluvial (Qh-fa)

Son depósitos que rellenan los fondos de los valles y algunas planicies de piedemonte con inclinación al valle principal.

Conforma un depósito de gravas polimícticas en una matriz arenosa sin estratificación.

Depósito Fluvial (Qh-fl)

Son depósitos restringidos a los lechos de los ríos y están constituidos de grava y rodados en una matriz arenosa con presencia de limoarcillitas lenticulares.

Rocas Intrusivas

En la zona de estudio afloran en forma aislada diversos cuerpos intrusivos y subvolcánicos relacionados a un sistema de fallas regionales que coinciden con un lineamiento magmático de rumbo andino que se proyecta tanto al norte como al sur. Se trata de pequeños stocks de forma alargada que litológicamente son granodioritas, monzogranito y sienogranitos que afloran en los cerros Tiahuanaco y Cupi y los últimos al NO del cuadrángulo en los cerros Silluta e Incacanchay, en las nacientes del río Vilacota. Son de color leucócrata de grano grueso de textura holocristalina, inequigranular que tienen como componentes principales plagioclasa, cuarzo y ortosa.

Los cuerpos intrusivos que afloran al sur del área de estudio cortan a unidades del Cretáceo. En las nacientes del río Ancari se observa que el Grupo Puno se encuentra encima de la granodiorita que conforma el cerro Tiahuanaco.

Los intrusivos que afloran en el norte se encuentran cortando unidades paleozoicas. Asimismo los cuerpos subvolcánicos de composición dacítica, de textura porfírica en los cerros Sapahuarmi y Mamacunca cortan a los stocks monzograníticos. También se tienen cuerpos subvolcánicos riolíticos de textura porfírica que conforman los cerros Chumtar Rosa y dos pequeños cuerpos de la misma naturaleza en el cerro Pucará y al frente de éste. Pequeños cuerpos de algunas decenas de metros de composición shoshonítica se observan al oeste del cerro Estojahua que petrográficamente se trata de una traquiandesita de textura porfírica con fenos de olivino y matriz microgranular de plagioclasa y biotita.

En el cerro Morojarja se encuentra un pequeño cuerpo de naturaleza lamproítica (Carlier y Lorand, 1997) que presenta textura porfírica con fenocristales de flogopita, diópsido y apatito en una matriz afanítica de flogopita aegirina, sanidina. Este cuerpo tiene una edad de emplazamiento de $2,10 \pm 0,3$ Ma (K/Ar en roca total, Bonhomme et al., 1985) que le asigna la edad del Plioceno superior (Foto N° 14).

Tectónica

El desarrollo estructural del área de estudio ha sido complejo como resultado de las diversas fases tectónicas ocurridas desde el Paleozoico hasta el reciente, tiempo durante el cual se produjeron diversos ciclos orogénicos que han controlado la sedimentación, sobre todo, durante el Cretáceo y el Cenozoico, así como el magmatismo tanto intrusivo como extrusivo. Estas fases tectónicas han dado lugar a estilos propios de deformación de las diversas unidades de rocas, fallándolas y plegándolas con rumbo NO-SE.

La zona estudiada tiene tres unidades morfoestructurales conspicuas de extensión regional, limitadas por fallas normales longitudinales profundas y reactivadas que dan lugar a bloques levantados y hundidos.

De suroeste a noreste se encuentran:

El **Bloque de Umachiri-Macari**, conformado por una gruesa cobertura de rocas continentales y volcánicas sobre un basamento cretácico y una extensa planicie aluvial. Esta zona presenta anticlinales y sinclinales cortos con dirección predominante NE-SO y dos sistemas de fallas, uno de naturaleza normal con rumbos de NE-SO a NO-SE y otro de componentes dextrales y sinestrales que en algunos casos desplaza a las fallas normales.

El **Bloque Cunurana-Punco Punco**, conformado por una franja estrecha y alargada de rocas paleozoicas que estructuralmente constituye un pilar tectónico limitado al occidente por la falla normal de rumbo NE-SO que pasa al este de la ciudad de Ayaviri, que en su proyección al norte es soterrada por depósitos fluviales y en el sector oriental está limitada por un sistema de fallas normales de corto recorrido con rumbo de NNO-SSE a este-oeste relacionadas probablemente, a fallas longitudinales profundas cubiertas por rocas cretácicas.

El **Bloque Putina**, conformado por un gran sinclorium relleno por una gruesa cobertura de rocas cretácicas deformadas intensamente en apretados sinclinales y anticlinales que hacia el NE se llegan a volcar. Son de corto recorrido, algunos de los cuales son truncados y desplazados por un intrincado sistema de fallas normales de poca extensión con rumbo predominante de NNE-SSO y algunas de rumbo este-oeste. También se observan fallas inversas de extensión regional. Es importante resaltar que esta zona ha sufrido acortamiento como producto de una tectónica compresiva según lo demuestran sus estructuras.

Ocurrencias Económicas

En la zona de estudio se presentan algunas ocurrencias de mineralización en vetas con laboreo de minas que en la actualidad se hallan paralizadas.

Yacimientos Metálicos

Buena Esperanza (Pb, Ag, Zn)

Se ubica en la ex hacienda Santa Elena, 20 km al NE del pueblo de Santa Rosa entre las coordenadas UTM 8 386 303N y 324 125E, con una altitud de 4 036 msnm.

Se trata de un depósito filoniano epitermal donde la mineralización rellena fracturas de rumbo N 45° O y buzamiento 40° NE. La longitud de la veta es de 400 m con 0,10 m a 0,90 m de potencia y los minerales presentes son galena argentífera y cerusita.

La roca caja es arenisca de grano fino interestratificada con calizas que corresponden a la Formación Ayavacas del Cretáceo superior.

Actualmente se encuentra inactiva.

Santa Marta (Cu)

Se ubica en el paraje de Aycata Cayarani, a 12 km al NO del pueblo de Orurillo entre las coordenadas UTM 8 380 140N y 326 099E, con una altitud de 4 225 msnm.

Se trata de un depósito filoniano por enriquecimiento secundario donde la mineralización rellena las fracturas de rumbo N 5° O y buzamiento 78° SO. La longitud de una estructura con microfracturas mineralizadas es de 150 m y las microfracturas tienen 0,02 m de potencia. Los minerales presentes son malaquita, azurita, calcosita y calcita.

La roca caja es arenisca de coloración rojiza con algunos niveles arcillosos que corresponden a la Formación Viluyo del Cretáceo inferior.

El análisis geoquímico de una muestra de veta reportó valores de 1,04 % Cu y 0,05 g/tm Au.

Actualmente se encuentra inactiva.

La Poderosa (Pb, Ag)

Se ubica en el cerro Huacoto, 11 km al NO del pueblo de Orurillo entre las coordenadas UTM 8 375 669N y 328 744E, con una altitud de 4 237 msnm.

Se trata de un depósito filoniano epitermal donde la mineralización rellena las fracturas de rumbo NO. Los minerales presentes son galena argentífera, cerusita y pirita.

La roca caja es caliza y lutita gris de la Formación Ayavacas del Cretáceo inferior a superior.

Actualmente se encuentra inactiva.

No Metálicos

Yeso

En el área de estudio se presentan ocurrencias de yeso masivo cerca la localidad de Ayaviri. Las rocas encajonantes son los niveles pelíticos de la Formación Muni.

El yeso del depósito de Minaschaqui ubicado al sur de la ciudad de Ayaviri es explotado eventualmente por los pobladores de la zona.

Los resultados de los análisis químicos de las muestras tomadas superan el 66 % de SO_4Ca , límite inferior que define el yeso de primera categoría.

Depósito de Yeso	Hoja	Prov.	Coordenadas UTM		SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	SO ₃
			Norte	Este	%	%	%	%	%	%	%	%
Minaschaqui	30-u	Melgar	8 353 128	334 796	0,06	<0,02	32,25	<0,01	0,03	<0,02	<0,02	46,00

Bibliografía

- BENAVIDES, V. (1962) - Estratigrafía Pre-terciaria de la región de Arequipa. En: Congreso Nacional de Geología, 2, Lima, 1960. Bol. Soc. Geol. Perú, (38):5-63.
- BONHOMME, M.G.; AUDEBAUD, E. & VIVIER, G. (1985) - K-Ar ages of Hercynian and Neogene rocks along an east west cross section in southern Peru. Comunicaciones (Universidad de Chile), (35): 27-30.
- CARLIER, G. & LORAND, J.-P. (1997) - First occurrence of diopside sanidine phlogopite lamproite in the Andean Cordillera: the Huacancha and Morojarja dikes, southern Peru. Can. J. Earth Sci., 34(8): 1118-1127.
- 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.
- FLORES, T. & RODRÍGUEZ, R. (1999) - Las cuencas neógenas del Sur del Perú. La Cuenca Tinajani. Evolución, sedimentología y tectónica. Tesis Ing. Geólogo, Fac. Ing. Geológica y Geografía, Univ. Nac. San Antonio Abad, Cusco.
- 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.
- LATORRE, O. y OROS, F. (2000) Evolución Sedimentologica y Tectonica Terciaria entre la laguna Langui-Layo y Llalli (Borde NE de la Cordillera Occidental. Tesis Ing. Geólogo, Fac. Ing. Geológica y Geografía, Univ. Nac. San Antonio Abad, Cusco.
- NEWELL, N.D. (1949) - Geology of the Lake Titicaca region, Perú and Bolivia. Geological Society of America, New York, Memoir 36, 111 p.
- 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.

Anexo Fotográfico



Foto N° 1 Discordancia erosional entre la Grupo San José y los conglomerados de la Formación Tinajani. Poblado de Umachiri.



Foto N° 2 Estratos resistentes de areniscas de la Formación Calapuja, quebrada Chaquimayo.



Foto N° 3 Afloramiento de la Formación Chagrapi, resalta dentro de las limoarcillitas carbonosas, niveles resistentes de areniscas.



Foto N° 4 Vista de estructuras "cono en cono" en las pelitas de la Formación Chagrapi.



Foto N° 4a En primer plano la secuencia superior areniscosa de la Formación Muni, formando el flanco de una estructura sinclinal. Vista al oeste, al fondo la planicie aluvial del río Santa Rosa.



Foto N° 5 Mina Chumpihuato, bocamina que sigue la estructura principal, de rumbo N 30° O, buzamiento 82° NE, potencia promedio 0,50 m.

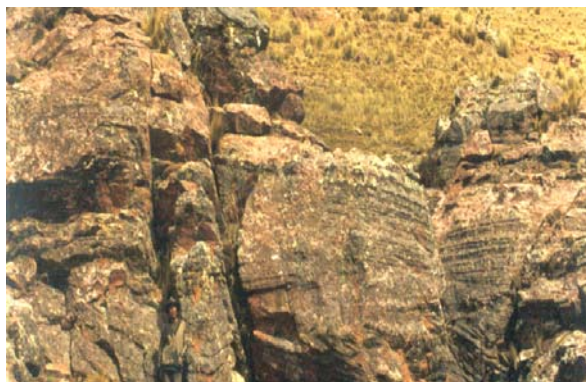


Foto N° 6 Detalle de los estratos de areniscas rosadas con estratificación de la Formación Huancané.



Foto N° 7 Vista al este (norte de Orurillo) en primer plano areniscas de la Formación Viluyo nótese en la parte central de la foto dos estratos resistentes calcáreos de la Formación Ayavacas, encima areniscas pelitas de la Formación Vilquechico.



Foto N° 8 Nótese las calizas de manera caótica dentro de los niveles de limoarcillitas. Quebrada Jajachaca, sur de Santa Rosa.



Foto N° 9 Olistostomo calcáreo de la Formación Ayavacas, cerro Cucape al norte de Orurillo.



Foto N° 10 Afloramiento de la Formación Vilquechico. Nótese niveles de limoarcillitas verdosas características de esta formación. Vista al sur de Macari.



Foto N° 11 Secuencia de lodolitas y niveles delgados de areniscas finas de la Formación Auzangate.



Foto N° 12 En primer plano afloramientos de la Formación Vilquechico, capas delgadas de limoarcillitas rojizas y verdosas. Al fondo niveles lávicos del Grupo Tacaza coronando la cumbre del cerro Llancajahuá, vista al sur de la quebrada Guanacomarca.



Foto N° 13 Vista panorámica del poblado de Ayaviri al pie de afloramientos de la Formación Tinajani. Al fondo Formación Paleozoica.



Foto N° 14 Cuerpo lamproítico emplazado en el Grupo Puno, cerro Morojarja y río Incañan.