

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

**MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA REVISIÓN Y
ACTUALIZACIÓN DEL CUADRÁNGULO DE
LAGUNILLAS (32-u)**

Escala 1:50 000

**Por:
Enrique Valdivia
Rildo Rodríguez**

 **INGEMMET**

Lima - Perú
Junio 2003

Contenido

Introducción	1
Aportes	2
Estratigrafía	3
Paleozoico	3
Grupo Cabanillas: Devónico	3
Mesozoico	3
Grupo Yura	5
Formaciones Chocolate-Socosani: Sinemuriano-Bajociano?	5
Formaciones Puente-Cachíos: Bajociano-Caloviano	5
Unidad Cuarzosa I: Oxfordiano?	6
Unidad Calcárea superior: Titoniano	6
Unidad Cuarzosa II: Neocomiano	6
Formación Huancané: Neocomiano	7
Formación Saracocha: Cretáceo inferior	7
Formación Ayavacas: Albiano-Cenomaniano	7
Formación Ausangate: Cretáceo superior	8
Cenozoico	8
Grupo Puno: Eoceno-Oligoceno inferior	8
Grupo Tacaza	8
Sucesión inferior-Volcano-sedimen-tario 90-350 m	8
Sucesión intermedia-Lavas y brechas 250-450 m	9
Sucesión superior-Lavas porfiríticas 30-40 m	9
Formación Totorani: Eoceno?-Oligo-ceno inferior	9
Formación Carayccasa. Oligoceno superior-Mioceno inferior? (PN-tc)	10
Grupo Palca	10
Volcano-sedimentario	10
Volcánico	10
Toba lítica basal: 180-200 m	10
Toba de cristales superior: 100-150 m	10
Grupo Maure: Mioceno	11
Formación Santa Lucía: Mioceno	11
Estratovolcán Colquerane: Mioceno-Pleistoceno	12
Formación Ignimbrita Confital: Mioceno	12
Grupo Sillapaca: Mioceno	12
Complejo volcánico Sillapaca:	12



Grupo Barroso: Plioceno-reciente	12
Depósitos Cuaternarios	12
Morrenas: (Q-mo)	12
Depósitos fluvioaluviales: (Qh-fa)	13
Depósitos fluviolacustres: (Qh-fl)	13
Bofedales: (Qh-bo)	13
Suelos coluviales: (Q-co)	13
Suelos eluviales: (Q-el)	13
Rocas Subvolcánicas e Intrusivos Menores	15
Rocas Subvolcánicas	15
Cayachira	15
Usumoco	15
Pucará	15
Churuma	15
Cutic Laca	16
Jurapuco	16
Iquinchu	16
Taquipiquiña	16
Colquerane	16
Intrusivos Menores	16
Ipucati	16
Limón Verde	16
Huayllane	16
Saitoco	16
Angostura	16
Diques	17
Tectónica	19
Descripción de las Estructuras a partir del Mapa Geológico	19
Dominio Suroeste	19
Dominio Central	19
Dominio Noreste	20
Descripción del Perfil Estructural	20
Evolución Tectónica y Paleogeográfica	20
Bibliografía	23
Anexo Fotográfico	25



Introducción

La revisión y actualización del cuadrángulo de Lagunillas (32-u) a escala 1/50 000 fue realizada entre los meses de febrero y diciembre del 2001, dentro del Proyecto de Actualización de la Carta Geológica Nacional-Franja N° 2, teniendo como objetivo revisar y actualizar el cartografiado del cuadrángulo de Lagunillas (32-u), utilizando imágenes de satélite y fotografías aéreas.

Se realizaron 3 salidas al campo de 30 días y el tiempo restante fue utilizado en los trabajos de gabinete. La base topográfica empleada fue la digitalizada por el INGEMMET, imágenes de satélite a escala 1/50 000 y 1/100 000, análisis químicos y fotografías aéreas.

El Cuadrángulo de Lagunillas se encuentra ubicado en el sur del Perú, entre las coordenadas 70° 30' y 71° 00' longitud oeste y 15° 30' y 16° 00' latitud sur, políticamente se encuentra en la provincia de Lampa, departamento de Puno.

En la zona de estudio existen varios accesos a diferentes ciudades principales del área, así tenemos:

- Desde la ciudad de Arequipa se accede por la carretera asfaltada a Yura-Imata-Juliaca y Puno, la zona de estudio abarca el tramo entre Imata y el distrito de Santa Lucía (principal poblado de la zona de estudio) luego de esta carretera se puede seguir por otras carreteras afirmadas y trochas carrozables que conducen a la parte norte del cuadrángulo. Las principales carreteras afirmadas son Laguna Lagunillas-Pinaya y Pamapa Viviniri-Pampa Catapata-Paratia.

Otro Acceso importante a la zona de estudio es por la carretera afirmada Arequipa-Chiguata-Laguna Salinas-Tincopalca, a la altura de la laguna Chacchura, esta carretera se divide en dos, una en dirección a Mañazo-Puno y la otra a Santa Lucia-Juliaca.

El estudio realizado por PALACIOS et al., (1993) es el más importante para el presente trabajo por abarcar totalmente el área de estudio. También existen estudios que han abarcado parte de la zona de estudio, de los cuales los más importantes son: NEWELL, N. D., (1949), PORTUGAL, J. A., (1974), BELLON & LEFÉVRE, (1976), GARCÍA (1978), VICENTE, (1981), SALAS, (1984), JAILLARD, E., & SANTANDER, G., (1993) y BOUDESSEUL et al., (2000).

Aportes

- Se cambió de nombre al Grupo Lagunillas por Grupo Yura correlacionando sus unidades con la región de Arequipa.
- En la zona de estudio la unidad calcárea cartografiada como formaciones Chocolate y Socosani, no presentan discordancia, por este motivo se ha considerado dentro del Grupo Yura.
- La Formación Saracocha considerada como parte del Grupo Puno ha sido cartografiada como del

Cretáceo inferior por no presentar evidencias de fallas que hagan cabalgar sobre la Formación Ayavacas. No obstante siempre existen discrepancias, con respecto a la posición estratigráfica.

- El Grupo Tacaza, ha sido cartografiado con diferentes nomenclaturas y se han considerado dos dominios diferentes. Norte y Sur.
- Se han ubicado pequeñas cuencas de edad miocena, coetáneas del Grupo Maure.

Estratigrafía

La secuencia estratigráfica en el área de Lagunillas comienza con rocas del Paleozoico, Silúrico-Devónico (Grupo Cabanillas) hasta depósitos del Cuaternario reciente (Fig. N° 1), los cuales en su mayor parte se encuentran en los bordes de los ríos formando pequeñas terrazas fluvioaluviales.

Paleozoico

El Paleozoico se encuentra conformado por el Grupo Cabanillas, restringido a la parte noreste del cuadrángulo (hoja 32-u-l)

Grupo Cabanillas: Devónico

Definido por NEWELL, (1949) en el poblado de Cabanillas (cuadrángulo de Puno, 32-u), aflora en el extremo noreste de la zona de estudio, constituyendo así la proyección de los afloramientos de la zona de Cabanillas. Los afloramientos más destacables son los de la quebrada Vilafausa, en donde se aprecia una potente secuencia sedimentaria compuesta por cuarcitas masivas de color amarillo a crema con intercalación de algunos bancos de areniscas cuarzosas con laminación oblicua (Foto N° 1), los estratos alcanzan grosores métricos posiblemente, superiores a los 10 m.

En la parte superior se encuentra una secuencia dominada por areniscas verdes intercaladas con lutitas y esporádicos estratos de conglomerados verdes con clastos menores de 0, 5 cm.

Los afloramientos del Grupo Cabanillas en la zona de estudio sobrepasan los 700 m de grosor, no obstante la mayor parte de la secuencia del grupo se encuentra en el cuadrángulo de Puno (32-v).

En la localidad tipo NEWELL, (1949) encontró *Tropidoleptus* sp., *Conularia* sp., *Toonurus* sp. y *Australospirifer* sp. por lo que le asignó una edad devoniana que en el presente estudio se asume, puesto que es la proyección del poblado de Cabanillas.

Mesozoico

Las rocas mesozoicas en mayor parte, se encuentran ubicadas a lo largo del sistema de fallas Lagunillas, el mismo que forma parte de un sistema mayor conocido como Lagunillas-Laraqueri-Abaroa.

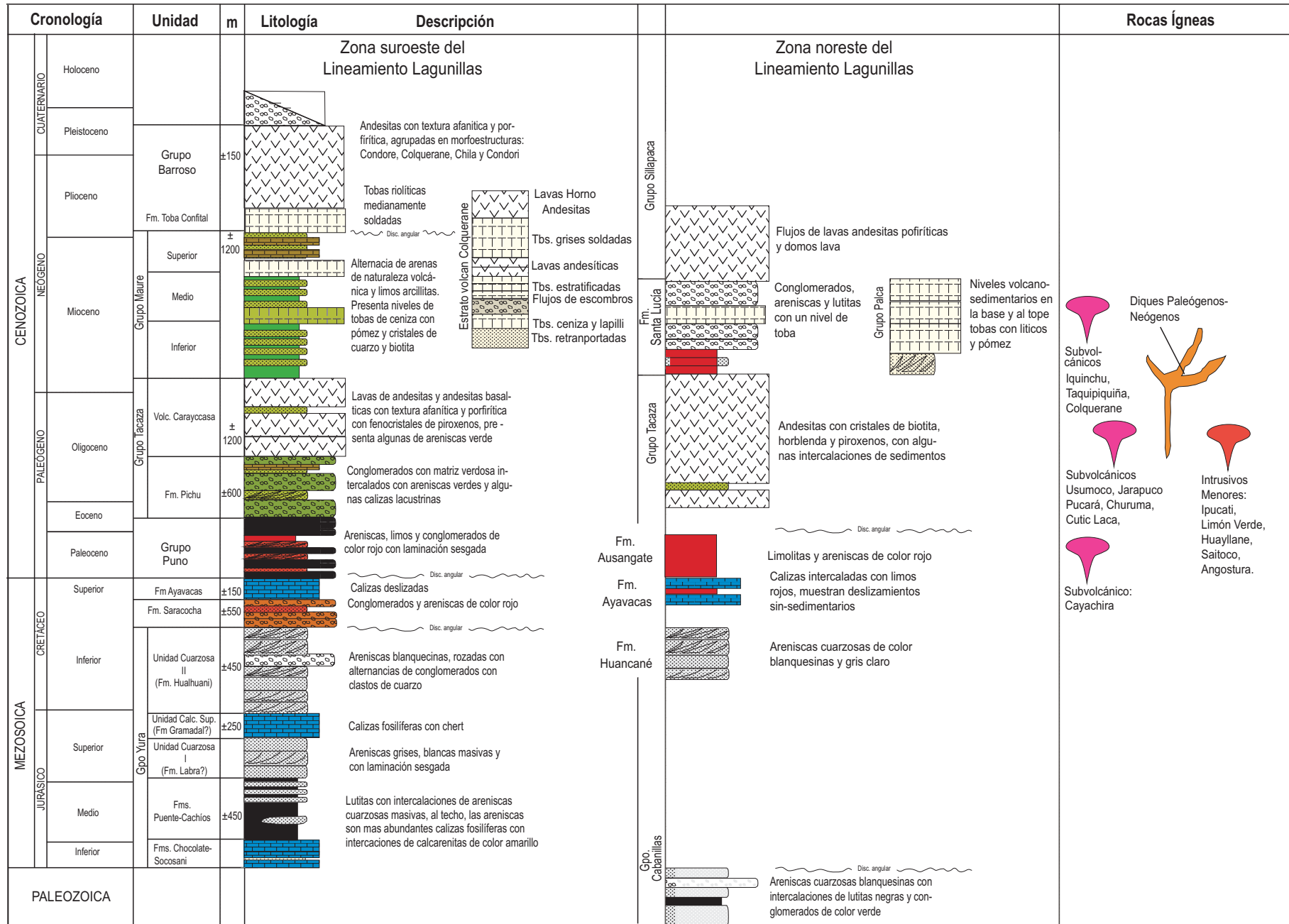


Fig. N° 1 Columna estratigráfica del cuadrángulo de Lagunillas (32-u)

El Mesozoico está conformado por tres unidades estratigráficas, más antigua a la más reciente son: Grupo Yura y Formación Ayavacas.

Grupo Yura

Definido por NEWELL, (1949) como Grupo Lagunillas, en el presente estudio se denomina Grupo Yura por estar dentro de la cuenca occidental del sur del Perú (cuenca de Arequipa), de esta manera se uniformiza la nomenclatura dentro de la estratigrafía del sur del Perú.

Aflora a lo largo del sistema de fallas Lagunillas, entre las lagunas Lagunillas, Saracocha y Calzada proyectándose hasta la zona de Mañazo, en el cuadrángulo de Puno (32-v).

En el Grupo Yura se han diferenciado varias unidades estratigráficas y debido a que las correlaciones no pueden ser precisas por la poca existencia de fósiles, se han cartografiado las siguientes formaciones: Chocolate-Socosani, Puente-Cachíos, Unidad Cuarzosa I, Unidad Calcárea superior y Unidad Cuarzosa II.

Formaciones Chocolate-Socosani: Sinemuriano-Bajociano?

Afloran en la localidad de Utaña, está compuesta por calizas grises intercaladas con calcarenitas amarillentas en estratos menores a un metro de grosor.

La base de estas formaciones no aflora en el cuadrángulo de Lagunillas (32-u) sin embargo una sección parcial en Utaña nos permitió determinar un grosor aflorante de 160 m. Está infrayaciendo en forma discordante a los conglomerados de la Formación Saracocha del Cretáceo inferior.

En base a *Vermiceras* sp.? Se le asigna al Sinemuriano, en estudios anteriores como el de PORTUGAL, (1974) se reportan *Amaurapsis* sp. y también *Vermiceras* sp. que indican la misma edad. Sobre esta secuencia se encuentran las formaciones Puente-Cachíos de edad caloviana. A las formaciones Chocolate-Socosani se asigna una edad comprendida entre el Sinemuriano y Bajociano?.

Correlacionando con la región de Arequipa, encontramos que la Formación Chocolate está compuesta mayormente por material volcánico con al-

gunas intercalaciones de calizas marinas (LEÓN, 1981), además BENAVIDES, (1962) indica que el contacto entre las formaciones Chocolate y Socosani son conformes y que la Formación Socosani, está compuesta por calizas. En base a estos datos se asume que las formaciones Chocolate y Socosani en la región de Arequipa corresponden a un mismo ciclo de sedimentación, donde la Formación Chocolate tiene sus facies más proximales a un arco volcánico.

Formaciones Puente-Cachíos: Bajociano-Caloviano

Afloran en los cerros Compuerta, Antacahua, lagunas Calzada y Saracocha, sobreyace en contacto aparentemente concordante a las formaciones Chocolate-Socosani e infrayace en forma progresiva a la Unidad Cuarzosa I. En el cerro Antacahua se puede ver la evolución estratigráfica, empezando de la base al techo con bancos de areniscas cuarzosas mayormente masivas de color amarillento (± 40 m) continuando una secuencia dominada principalmente por lutitas negras, y hacia el techo se intercalan con bancos delgados masivos de areniscas (± 70 m). En estas secuencias se han encontrado slumps, los cuales están muy caóticos y no es posible ver la dirección de la paleopendiente. La secuencia termina con el predominio de las areniscas sobre las lutitas (± 120 m). En conjunto esta secuencia puede llegar a los 230 m de grosor.

La Fauna reportada corresponde a la especie *Reineckeia branchoi* STEINMANN, encontrada en el cerro Compuerta (NEWELL, 1949). En el cerro Zapana y la hacienda Queirane, esta última en el cuadrángulo de Puno (PORTUGAL, 1974) se han encontrado *Reineckeia* cf. *R. paucicostata* TORNQUIST, *Reineckeia*. (*Reineckeites*)cf. *R. (R.) eusculpata* HILL y *Reineckeia* cf. *R. branchoi* STEINMANN, entre otras que caracterizan al Caloviano. Visitando los lugares en donde se ha encontrado la mencionada fauna se puede asumir que el Caloviano está marcado casi al tope de la secuencia y asignar a estas formaciones una edad comprendida entre el Bajociano y Caloviano pudiendo llegar hasta el Oxfordiano en base a *Perisphinctes* (NEWELL, 1949). En consecuencia, las formaciones Puente-Cachíos de la zona de estudio corresponden a las formaciones Puente y

Cachíos de la región de Arequipa, aunque no sean similares en litología y grosor.

Unidad Cuarzosa I: Oxfordiano?

Aflora en los alrededores de la lagunas Lagunillas y Saracocha, en el cerro Compuerta, en la parte sur de la laguna Calzada y cerro Antacahua. Sobreyace en forma progresiva a las formaciones Puente-Cachíos e infrayace concordantemente en contacto progresivo a la secuencia calcárea superior del Grupo Yura.

En la zona de estudio esta secuencia está compuesta por areniscas cuarzosas bien compactas en estratos masivos de 15 a 50 cm, con laminación horizontal y oblicua. En la parte superior de esta unidad se encuentran intercalaciones de areniscas arcóscas grises, formando secuencias elementales grano-crecientes. En conjunto toda esta unidad puede estar comprendida entre los 350 y 400 m de grosor.

No se han encontrado fósiles, por tanto no se tienen datos precisos de edad, sin embargo, descansa sobre las formaciones Puente-Cachíos del Bajociano-Caloviano, y se encuentra infrayaciendo a la unidad calcárea superior del Grupo Yura posiblemente del Titoniano, entonces esta secuencia puede corresponder al Oxfordiano-Kimmeridgiano? y especulativamente ser equivalente lateral de la Formación Labra de la región de Arequipa.

Unidad Calcárea superior: Titoniano

Aflora en la laguna Lagunillas y cerro Antacahua, suprayaciendo en forma concordante y posiblemente, en forma progresiva (cerro Antacahua) a la Unidad Cuarzosa I del Grupo Yura. Infrayace concordantemente; pero en contacto con la Unidad Cuarzosa II del Grupo Yura.

Litológicamente está compuesta por calizas mudstone y packstone, en bancos de 0,4 a 1,5 m caracterizadas por la presencia de abundante chert. (característica para diferenciarla de las formaciones Chocolate-Socosani), en la base se han encontrado intercalaciones de lutitas negras y areniscas arcóscas. También se tienen a lo largo de toda la secuencia intercalaciones de calizas fosilíferas con bivalvos, gasterópodos. El grosor total de la unidad puede sobrepasar los 60 m.

Los fósiles encontrados en esta unidad no evidencian una edad precisa, por correlaciones estratigráficas en el sector de Omate-Carumas, la Formación Omate (Gramadal) es del Titoniano (LOZA, 1998) y en muestras del cuadrángulo de Pichacani (33-v) se han podido observar en secciones delgadas «fantasmas» de calpionelas las cuales aparecen a partir del Titoniano hasta el Neocomiano, en una plataforma carbonatada extensa. Esta unidad, en el cuadrángulo de Lagunillas (32-u), correspondiente a la Formación Gramadal de la región de Arequipa de edad Titoniano, sin descartar que la base de esta unidad podría corresponder a la Formación Labra de la región de Arequipa.

Unidad Cuarzosa II: Neocomiano

Aflora en la laguna Lagunillas y al sur de la laguna Calzada, suprayace en forma concordante a la unidad calcárea superior del Grupo Yura e infrayace en discordancia angular a los conglomerados de la Formación Saracocha. En anteriores publicaciones de estudios de la zona se describe una secuencia lutítica de color rojo entre la unidad calcárea superior y la unidad cuarzosa II (JALILLARD & SANTANDER, 1993 ; VICENTE, 1981) sin embargo, en los alrededores de la laguna Lagunillas se puede observar nítidamente el contacto en forma concordante y brusco entre calizas y areniscas cuarzosas (sur de la isla Arata).

La base de esta unidad empieza con estratos menores a 20 cm de grosor compuestos por areniscas cuarzosas masivas blancas con restos de tallos de plantas, luego los estratos se hacen más gruesos hacia el techo, donde los estratos con laminaciones es más abundante incluso se intercalan con pequeños niveles de conglomerados con clastos redondeados de cuarzo que evidencian un sistema sedimentario fluvial. El grosor de la unidad cuarzosa II puede sobrepasar los 600 m, aunque no se descarta la posibilidad de que existan fallas que puedan hacer repetir la secuencia.

En esta unidad no existen fósiles que determinen su edad, por lo que debe ser inferida. Debido a que suprayace en forma concordante a la unidad calcárea superior del Grupo Yura (Titoniano) e infrayace a la Formación Saracocha (Cretáceo inferior), se asume la edad neocomiana.

Formación Huancané: Neocomiano

Definida por NEWELL, (1945, 1949) en el poblado de Huancané. En el presente estudio se encontró un afloramiento cerca de la hacienda Cayachira (3332-82725), el cual está conformado por areniscas a las que PALACIOS et al., (1993) identificaron como Formación Angostura. Por ser el afloramiento muy restringido y tratando de uniformizar nombres con la región del Altiplano, se le ha denominado como Formación Huancané.

El contacto inferior no es notorio pero se puede especular que está directamente en discordancia angular sobre el Grupo Cabanillas, infrayaciendo a la Formación Ayavacas del Cretáceo inferior en contacto no definido.

Litológicamente esta secuencia está compuesta por areniscas de grano fino a grueso con estratificación cruzada, de color marrón y grosor aproximado de 50 m.

Formación Saracocha: Cretáceo inferior

NEWELL, (1949) definió como conglomerado Saracocha a una unidad gruesa que se encuentra debajo de las calizas de la Formación Ayavacas, luego PORTUGAL, (1974) considera que existen fallas que hacen cabalgar a la Formación Ayavacas sobre el conglomerado Saracocha. SALAS, (1984), le denomina Grupo Puno; pero considera a la Formación Ayavacas como olistolitos dentro del Grupo Puno, por consiguiente las calizas de la Formación Ayavacas se encuentran encima de los conglomerados de la Formación Saracocha. Posteriormente PALACIOS et al., (1993) siguiendo el mismo criterio de PORTUGAL, (1974) lo cartografiaron como Grupo Puno. En el presente estudio se le asigna al Cretáceo inferior, no obstante existir discrepancias en cuanto a la posición estratigráfica de los conglomerados de la Formación Saracocha.

Aflora en las lagunas Saracocha y Lagunillas, hacienda Añavili, de donde se proyecta hasta la parte NO del cuadrángulo de Lagunillas (32-u). Suprayace en discordancia angular a las diferentes formaciones del Grupo Yura e infrayace en aparente concordancia a la Formación Ayavacas (Foto N° 3).

Litológicamente es una secuencia grano decreciente, compuesta por conglomerados con clastos subredondeados mayormente de cuarcita (más abundante hacia la base), volcánicos, intrusivos y calizas (más abundante hacia el tope), envueltos en una matriz limoarenosa roja.

Los afloramientos en la parte NO del cuadrángulo de Lagunillas (32-u) han sido considerados como parte de la Formación Saracocha y posiblemente correspondan a una facies más distal en donde se encuentran limos y areniscas rojas en el tope de la secuencia. En conjunto la Formación Saracocha en la laguna Lagunillas puede alcanzar 150 m de grosor (SALAS, 1984).

En este estudio se ha considerado a la Formación Saracocha en el Cretáceo inferior debido a que no existen evidencias notorias que indiquen que la Formación Ayavacas del Albiano-Cenomaniano cabalga encima de la Formación Saracocha, como fue interpretada por estudios anteriores, sino por el contrario su relación es discordante como se aprecia en Utaña, en los cerros Chaupicapillasalla y Piti (alrededores de la laguna Saracocha), hacienda Ichocollo.

Asumiendo que la Formación Saracocha sea del Cretáceo inferior tentativamente sería correspondiente a zonas proximales de la Formación Murco de la región de Arequipa.

Formación Ayavacas: Albiano-Cenomaniano

Definida por CABRERA y PETERSEN, (1936) en la localidad de Ayavacas, donde está constituida por calizas y pelitas rojas. En el cuadrángulo de Lagunillas (32-u), esta formación está dividida en dos sectores encontrándose el primero a lo largo del sistema de fallas Lagunillas. SALAS, (1984) consideraba a las calizas de la Formación Ayavacas como olistolitos dentro del Grupo Puno, en el presente trabajo se considera que los olistolitos descritos por SALAS, (1984) corresponden a la Formación Ayavacas tal como se evidencia en la localidad de Utaña, donde suprayace a la Formación Saracocha en aparente discordancia e infrayace en discordancia erosional a la Formación Totorani del Grupo Tacaza. El segundo sector se encuentra en la parte NE de la zona de estudio, donde suprayace

directamente al Grupo Cabanillas y a la Formación Huancané e infrayace a la Formación Ausangate.

Existen sectores donde se observan pequeños afloramientos de la Formación Ayavacas, por ejemplo cerca de Toroya, la Formación Ayavacas al parecer aflora en la superficie por medio de escamas de falla.

Litológicamente está compuesta por calizas caóticas envueltas en una matriz limosa roja. En el sector noreste del cuadrángulo de Lagunillas (32-u), se pueden observar calizas estratificadas plegadas en forma caótica (Foto N° 4) que evidencian deslizamientos sinsedimentarios.

En la Formación Ayavacas no se ha encontrado fósiles para determinar una edad precisa, pero en los cuadrángulos vecinos, como en el cuadrángulo de Puno (32-u) donde se tienen fósiles que indican la edad del Albiano a Cenomaniano, por lo cual, se puede correlacionar la Formación Ayavacas del Altiplano con la Formación Arcurquina de la región de Arequipa.

Formación Ausangate: Cretáceo superior

En el sector noroeste afloran pelitas de color rojo suprayaciendo a las calizas de la Formación Ayavacas. Estas pelitas en conjunto presentan un color rojo ladrillo y se encuentran en el núcleo de un sinclinal de dirección noroeste a sureste con una edad probable del Cretáceo superior, por su posición estratigráfica encima de la Formación Ayavacas del Cretáceo inferior-superior.

Cenozoico

Grupo Puno: Eoceno-Oligoceno inferior

GERTHI, (1915) describió por primera vez unas capas rojas de areniscas y conglomerados que afloran inmediatamente al noroeste de la ciudad de Puno. En anteriores estudios (PORTUGAL, 1974, SALAS, 1984 y PALACIOS et al., 1993) consideraron como Grupo Puno a los afloramientos que se encuentran a lo largo del sistema de fallas Lagunillas, en este estudio, en el cuadrángulo de Lagunillas (32-u) el Grupo Puno aflora en una extensión pequeña cercana a la desembocadura de la quebrada

Angostura, cerca al límite con el cuadrángulo de Puno (32-v), está compuesto por estratos de lutitas rojas intercaladas con areniscas gruesas con laminación oblicua y horizontal. Otro afloramiento se encuentra hacia el noroeste de la localidad de Pinaya (SO del cerro Huancarane), donde afloran areniscas rojas y conglomerados polimícticos en bancos medios y gruesos con estructuras internas sesgadas y paralelas, laminaciones finas. Su relación es discordante con las lavas afaníticas del Grupo Tacaza.

De acuerdo a las observaciones se asume que en los alrededores de la quebrada Angostura se encuentra el límite occidental de la cuenca donde se depositó el Grupo Puno.

La edad de esta unidad no ha sido determinada con exactitud y se encuentra en discusión, muchos autores consideran al Grupo Puno del Cretáceo superior-Mioceno; pero en el presente estudio se considera que el Grupo Puno tiene la edad del Eoceno-Oligoceno de acuerdo a dataciones hechas en el Grupo San Jerónimo (región de Cusco) que es equivalente lateral del Grupo Puno (CÓRDOVA, 1986 y CARLOTTO 1998).

Grupo Tacaza

NEWELL, (1949) Describió por primera vez con el nombre de Volcánico Tacaza a una gruesa acumulación de rocas volcánicas en las proximidades de la mina del mismo nombre (cuadrángulo de Lagunillas).

En el área de estudio, las relaciones de contacto entre las unidades pre y post Tacaza son observadas claramente, es discordante con el Grupo Puno y paraconforme con las tobas del Grupo Palca.

Este grupo está conformado principalmente por rocas volcánicas y volcano-sedimentarias, la relación general de la sucesión de dichas rocas que afloran al noreste del lineamiento Lagunillas son de la siguiente manera:

Sucesión inferior-Volcano-sedimentario 90-350 m

Estos niveles son encontrados indistintamente en el área de estudio, no se ha podido seguir la secuencia continua que defina su posición clara;

pero por encontrarse por lo general por debajo de niveles de lavas, brechas y tobas, se ha definido como la parte basal del Grupo Tacaza.

Sus afloramientos se encuentran hacia el noroeste de Santa Lucía, en la quebrada Carpasencca (8 274 500 N, 317 200 E - Foto N° 5), estas secuencias están constituidas principalmente, por material volcano-sedimentario conformados por niveles de areniscas gris verdosas con leves estructuras internas como estratificación sesgada con abundante contenido de plagioclasas y algo de micas. Estas secuencias están cortadas por varios diques basálticos. Otro afloramiento muy importante que se ha descrito está localizado a lo largo del río Cerrillos (represa Lagunillas 8 613 000 N, 317 700 E) y cerro Yahuallana, donde aflora una sucesión de sedimentos grises volcano-sedimentarios intercalados con brechas, flujos de *debris*, lavas afaníticas; esta secuencia presenta una interstratificación con rumbo N 40° O y buzamiento leve de 25° al NE.

Es probable que estos materiales volcano-sedimentarios correspondan por su similitud litológica a la parte superior de la secuencia volcano-sedimentaria de la Formación Pichu descrita por MAROCCO y DEL PINO, (1966) en el cuadrángulo de Ichuña.

Sucesión intermedia-Lavas y brechas 250-450 m

Por encima de las secuencias volcano-sedimentarias descritas en la quebrada Carpasencca, afloran brechas autoclásticas de flujos lávicos porfíricos delgados, asimismo, diferentes depósitos epiclásticos intercalados como flujos de *debris* y *lahares*. Un delgado flujo volcanogénico de bloques y ceniza o toba lítica (block and ash flow) formado a partir de colapsos de domos por extrusión endógena se encuentra sobreyaciendo a las flujos de *debris*.

Al oeste de la estación Maravillas aflora una secuencia de conglomerados rojos constituidos por clastos principalmente de origen volcánico como andesitas, dacitas e intrusivos, todos ellos tienen formas subredondeadas a redondeadas. Existen muy pocos clastos de origen sedimentario, la matriz es arenácea de color rojo oscuro, también se pueden

apreciar algunas estructuras internas como estratificación paralela y sesgada. Esta secuencia mantiene una alternancia de bancos gruesos de 1 a 2 m de grosor en promedio.

A lo largo del nuevo trazo de la carretera Juliaca Arequipa, entre Santa Lucía y Campamento de Cosapi, afloran niveles de lavas afaníticas gris oscuras intercaladas con flujos de brechas y/o flujos de *debris* monomícticos y polimícticos. En la parte media y hacia la parte superior afloran tobas líticas (*block and ash flow*) muy conspicuos en bancos gruesos sellados por lavas afaníticas y porfíricas grises de superficie áspera en bloques angulosos (*roughly and scoraceous flow*) (cerro Mistilaya). En esta zona se observa en ambos márgenes del río Verde (cerro Lipitaña) la sucesión de brechas y lavas, los cuales guardan una interstratificación muy clara, constituida por bancos gruesos de aproximadamente 3 a 4 m de grosor.

Sucesión superior-Lavas porfíricas 30-40 m

Principalmente conformado por lavas andesíticas y algunas dacíticas, estas rocas por lo general son de textura porfírica con abundante feno de plagioclasas de hasta 2 cm de diámetro, algunas veces presenta cristales de micas, hornblenda y en menor proporción cuarzo con una matriz microcristalina vítrea. También se observan algunos niveles de lavas con textura afanítica gris oscura con feldespatos, hornblendas y micas.

Al suroeste del lineamiento Lagunillas aflora el Grupo Tacaza de la siguiente manera:

Formación Totorani: Eoceno?-Oligoceno inferior

PALACIOS et al., (1993) lo denomina como conglomerado Totorani asumiendo como su localidad tipo el cerro Totorani.

En el cuadrángulo de Lagunillas la Formación Totorani, aflora formando una franja alargada de dirección noroeste a sureste desde la quebrada Pasto grande hasta el cerro Tolapoco (8 240 000 N-337 000 E), proyectándose hasta el cuadrángulo de Puno (32-v).

Sobreyace a las formaciones Saracocha y Ayavacas en discordancia erosional, el contacto con la Formación Saracocha es muy difícil de determinar en algunos sectores, infrayace progresivamente a los volcánicos Carayccasa.

Litológicamente está constituida por niveles conglomerádicos con clastos de naturaleza volcánica, cuarcitas y calizas, envueltos en una matriz arenosa de composición volcánica de color verde, hacia el tope se encuentran intercalaciones de areniscas gruesas y brechas volcánicas.

Debido a que se encuentran por debajo de las volcanitas Carayccasa datadas por K/Ar en $21,7 \pm 0,5$ Ma (BELLON & LEFÉVRE, 1976) y suprayacer a la Formación y Ayavacas (Albiano-Cenomaniano) se le asigna la edad del Eoceno? a Oligoceno. Es correlacionable con el Grupo Puno de la región del Altiplano y la Formación Huanca de la región de Arequipa y con el Grupo San Jerónimo de la región de Cusco.

Formación Carayccasa. Oligoceno superior-Mioceno inferior? (PN-tc)

Los volcánicos Carayccasa se encuentran suprayaciendo a la Formación Totorani en forma progresiva e infrayaciendo al Grupo Maure en contacto normal.

Está compuesta por coladas de composición andesítica a andesita basáltica con textura afanítica y porfirítica con cristales de plagioclasas alteradas a clorita, se intercala con brechas volcánicas monomíticas. Hacia el techo se observan niveles de conglomerados con clastos subangulosos de naturaleza volcánica intercalado con arenas arcósicas verdes.

Las dataciones hechas en esta unidad por BELLON & LEFÉVRE, (1976) por K/Ar, en roca total, han dado como resultado una antigüedad de $21,7 \pm 0,5$ Ma. Por esta razón se asume la edad más antigua que podría abarcar desde el Oligoceno superior hasta el Mioceno inferior.

Grupo Palca

Volcano-sedimentario

Representa pequeñas intercalaciones sedimentarias de areniscas de origen volcánico intercala-

das con material de explosiones volcánicas (*surges*).

Volcánico

Toba lítica basal: 180-200 m

Litológicamente está constituida por abundante fragmento lítico cognatos y comagmáticos de textura porfirítica y afanítica, formas angulosas a subangulosas, englobados en una matriz de ceniza moderadamente soldada de tonalidad amarillenta, compuesta por cristales de cuarzo, vidrio, micas (biotita) y pómez algo conservados.

Próximo a la mina Santa Catalina aflora una toba con las mismas características (río Verde), la relación de contacto entre la toba y las sucesiones volcano-sedimentarias del Grupo Tacaza son directas y cortantes.

Esta ignimbrita aflora mayormente en la parte noreste del complejo volcánico Sillapaca conformando la parte inferior de esta estructura volcánica.

Toba de cristales superior: 100-150 m

Constituida principalmente por cristales de cuarzo, plagioclasas, micas (biotita), hornblenda? y materiales juveniles como trazas de vidrio y pómez moderadamente conservados de tamaños variables, se observa una disminución en proporción y tamaño de los líticos, sin embargo estos pueden ser de diferentes composiciones y texturas.

La matriz es de ceniza moderadamente compactada de tonalidad blanquecina. La estructura global de esta toba es masiva, presenta algunas zonas que probablemente, se trata de estructuras de escape de gases o simplemente efectos de la erosión diferencial.

Esta toba de cristales se encuentra por encima de la toba lítica basal que aflora en el río Verde y se encuentra en la parte noreste del complejo volcánico Sillapaca y hacia el suroeste de Santa Lucía.

Se especula que estas ignimbritas conforman parte de los ciclos eruptivos explosivos del complejo volcánico Sillapaca y que correspondería a las fases pre Grupo Sillapaca (lavas dacíticas) descrito en la localidad típica por PALACIOS et al., (1993).

Grupo Maure: Mioceno

WILSON y GARCÍA, (1962), en el cuadrángulo de Palca mencionan por primera vez el término Maure, para una secuencia de sedimentos y piroclásticos post Grupo Barroso, MENDIVIL (1965) atribuye el término Maure a una secuencia sedimentaria pre Grupo Barroso, PALACIOS et al., (1993) eleva a la categoría de Grupo Maure, considerando secuencias lacustrinas post Grupo Tacaza, de esta forma reunieron como Grupo Maure secuencia que han sido denominadas como formaciones Sencca, Capillune, Quemillone y Pichu (WILSON y GARCÍA, 1962; MENDÍVIL, 1965; MAROCCO y DEL PINO 1966 Y GARCÍA, 1978).

En el presente estudio, se ha considerado como Grupo Maure a una secuencia lacustrina post Grupo Tacaza, diferenciándola de las formaciones Sencca y Capillune,

El Grupo Maure ha sido cartografiado con tres etiquetas diferentes de las cuales Nm-ma/sed es la más abundante y representa a los niveles sedimentarios, las etiquetas Nm-ma/tb y Nm-ma/an representan niveles de tobas riolíticas y lavas andesíticas respectivamente. Adicionalmente se han cartografiado como parte del Grupo Maure a los conglomerados de la Formación Santa Lucía, que son pequeñas cuencas sedimentarias ubicadas al noreste del sistema de fallas Lagunillas.

El mejor lugar para estudiar al Grupo Maure, se encuentra en el río Quemillone, lugar donde se puede apreciar la parte inferior (± 650 m) compuesta por limos y arenas verdes intercaladas con niveles de calizas lacustrinas.

Las areniscas pueden presentar laminaciones oblicuas y superar el metro de longitud. En los limos se han encontrado hojas y tallos de plantas que en algunos casos llegan a medir 10 cm de diámetro, la secuencia inferior, está limitada por la presencia de lavas andesíticas en la parte superior. La secuencia superior (± 550 m) presenta un color verde claro, litológicamente está compuesta por limos y calizas lacustrinas con intercalaciones de tobas piroclásticas blancas y rosadas con pómez y fragmentos líticos (Foto N° 6).

El Grupo Maure por encontrarse suprayaciendo a los Volcánicos Carayccasa, (datadas en $21,7 \pm 0,5$ Ma por K/Ar, roca total BELLON & LEFÉVRE, 1976), empezaría desde el Mioceno inferior. También ha sido datado un nivel de toba (método Ar/Ar en biotita) en el poblado de Tincopalca que corresponde a la base de la secuencia superior, cuyo resultado indica una edad de $18,62 \pm 0,11$ Ma (BOUDESSEUL et al., 2000). De acuerdo con algunas informaciones de FORNARI, M. (comunicación verbal) los niveles de tobas que se encuentran en la parte superior del Grupo Maure pueden alcanzar hasta los 5 Ma. Por tanto el Grupo Maure abarcaría todo el Mioceno.

El medio en que se ha depositado el Grupo Maure es lacustrino, así lo evidencian la gran cantidad de niveles calcáreos a lo largo de toda la secuencia. Los lagos se encontraban en medios de arcos volcánicos invadidos por eventos volcánicos. La intervención volcánica en la secuencia inferior ha sido de composición andesítica, en la secuencia superior la intervención volcánica se manifiesta por la presencia de piroclásticos de composición dacítica a riolítica.

Formación Santa Lucía: Mioceno

Fue denominada como Formación Cancosane por PALACIOS et al., (1993), se trata de secuencias sedimentarias con intercalaciones volcánicas depositadas en pequeñas cuencas ubicadas al noreste del sistema de Fallas Lagunillas. La cuenca Santa Lucía tiene una forma semicircular y se encuentra rodeando al poblado del mismo nombre, por esta razón ahora se le denomina Formación Santa Lucía. Litológicamente consta de conglomerados polimícticos constituidos por areniscas, cuarcitas, intrusivos y volcánicos, soportados por una matriz arenácea gris clara, en bancos subhorizontales, presenta además una toba intercalada, que corresponde al volcanismo del Grupo Palca.

Teniendo en cuenta que la Formación Santa Lucía es coetánea al Grupo Palca y éste a su vez con el Grupo Maure, La Formación Santa Lucía es de edad miocénica.

Estratovolcán Colquerane: Mioceno-Pleistoceno

Se denomina con este nombre a una estructura volcánica antigua ubicada al suroeste de la falla Toroya, conformada por tobas de cristales con bastante lítico, flujo de escombros con clastos de tobas, en la parte media se presentan lavas andesíticas. Luego la actividad piroclástica, deposita tobas grises bien soldadas con presencia de líticos y cristales de plagioclasa y termina con lavas andesíticas porfiríticas con cristales de plagioclasa (Lavas Horno de PALACIOS et al., 1993).

Las tobas inferiores han sido datadas en 20 Ma BOUDESSEUL et al., (2000), por tanto el inicio de este estratovolcán corresponde al evento volcánico del Grupo Palca, las lavas superiores «Lavas Horno» fueron asignadas al Plioceno-Pleistoceno, es decir que este aparato volcánico tuvo actividad desde el Mioceno inferior hasta el Plio-Pleistoceno.

Formación Ignimbrita Confital: Mioceno

Se trata de una toba porfirítica soldada que aflora a lo largo de la pampa Confital, presenta una textura porfirítica con cristales mayormente de plagioclasa, su erosión es esferoidal que deja como resultado fragmentos de rocas circulares.

Los niveles de tobas en algunos sectores, son más soldados que en otros. También presentan niveles de ceniza volcánica y oleadas basales.

A la Formación Confital se asigna al Mioceno superior por encontrarse intercalada con las tobas soldadas grises de la estructura volcánica Colquerane.

Grupo Sillapaca: Mioceno

Complejo volcánico Sillapaca:

Aflora en la parte norte-central del cuadrángulo de Lagunillas (32-u). En la localidad tipo el complejo volcánico Sillapaca consiste de flujos lávicos de composición andesítica y dacítica; la morfología de la estructura muestra varios niveles de flujos lávicos, algunos de ellos están parcialmente erosionados; las coladas lávicas más jóvenes muestran dirección de flujo, siendo algunos típicos de domos lava de composición dacítica.

Los frentes de lava presentan estructuras como disyunción columnar, zonas de autobrecha en la parte basal del flujo. Estas lavas sobreyacen en aparente concordancia a las ignimbritas del Grupo Palca (Foto N° 7)

En la localidad de Pinaya, el Grupo Sillapaca aflora formando una estructura circular muy similar a la de un cono piroclástico. La textura de la roca es algo tobácea félsica con cuarzo, micas y plagioclasas.

Grupo Barroso: Plioceno-reciente

Dentro del cuadrángulo de Lagunillas, el Grupo Barroso está agrupado en morfoestructuras: Estratovolcán Condori, estratovolcán Condori y la estructura Chila. Consiste de lavas andesíticas gris oscuras, abundante cristal de plagioclasas, biotitas y hornblendas? y algo de cuarzo, la matriz es afanítica vítrea microcristalina.

Las lavas se encuentran coronando la parte superior y los flancos de la estructura volcánica, sobreyaciendo directamente a las tobas blancas del Grupo Maure.

Depósitos Cuaternarios

Cubriendo diversas partes del cuadrángulo de Lagunillas (32-u) se encuentran numerosos depósitos cuaternarios que rellenan valles, depresiones y planicies; su naturaleza está relacionada íntimamente a las zonas geomorfológicas a las que están asociados.

Morrenas: (Q-mo)

En la parte norte del cuadrángulo de Lagunillas (32-u) se encuentran depósitos de morrenas, que se han originado por la erosión que han sufrido los afloramientos del Grupo Sillapaca. En estos sectores los depósitos de morrenas están conformados por bloques de roca de composición mayormente volcánica, envueltos en una matriz arenosa. En la parte sur existen en menos cantidad estos depósitos, en la quebrada Angostura, se tienen morrenas por el desprendimiento del cuerpo intrusivo del cerro Chiro y están compuestas por bloques de rocas intrusivas (dioritas).

Depósitos fluvioaluviales: (Qh-fa).

Bajo este nombre se han agrupado a los sedimentos aluviales y fluviales que están dispersos en todos los valles y planicies cubriendo a las formaciones antiguas, litológicamente están constituidos por gravas con clastos de igual composición a las formaciones a las que son erosionadas por los ríos o aluviones, huaycos, etc.

Depósitos fluviolacustres: (Qh-fl)

Se ha diferenciado con el nombre de depósitos fluviolacustres a los sedimentos compuestos por gravas intercaladas con limos que se encuentran en las orillas de los lagos, es decir estos depósitos constituyen las zonas de inundación por lagos.

Bofedales: (Qh-bo)

Depósitos constituidos por material de turba y lodo saturados de agua, generalmente se encuen-

tran en zonas de inundación ubicadas en los márgenes de los ríos, acuíferos y quebradas.

Suelos coluviales: (Q-co)

Son depósitos que se encuentran al pie de los taludes, estos están conformados por bloques de la misma composición de los afloramientos rocosos que se encuentran en la parte superior de los taludes.

Suelos eluviales: (Q-el)

Constituye el material formado por el intemperismo de las rocas y por el removimiento que sufre por causa del agua, cubren a las formaciones rocosas.

Rocas Subvolcánicas e Intrusivos Menores

Rocas Subvolcánicas

Cayachira (Kis-da) 8 277 000 N y 333 800 E

Este cuerpo subvolcánico aflora en la hacienda Cayachira, presenta composición cuarzo-feldespática, cristales principalmente de plagioclasas euhedrales a subhedrales, subcentimétricas a milimétricas, cuarzo en menor proporción, asimismo, se observa algo de feldespato potásico como ortosa, la matriz es de tonalidad blanquecina félsica, microcristalina, y algunos minerales máficos como biotita.

La relación de contacto es muy clara, notándose a las calizas de la Formación Ayavacas por encima del cuerpo subvolcánico en un contacto recto. PALACIOS et al., (1993) dataron esta roca por K-Ar de biotita dando una edad de 104 ± 4 Ma.

Usumoco (P-an) 8 270 600 N y 330 500 E

Este pórfido aflora al NO de la localidad de Usumoco, es de composición andesítica y está constituido principalmente por plagioclasas, hornblendas y algo de cuarzo, la matriz es vítrea microcristalina, la textura es porfírica de tonalidad gris claro. Este cuerpo corta a las secuencias de limolitas y calizas de la Formación Ayavacas.

Pucará (P-po/hb) 8 281 000 N y 318 500 E

Pórfido de plagioclasas con abundante contenido de hornblenda, matriz félsica, grano fino microcristalino.

Churuma (P-an) 8 274 150 N y 316 000 E

Cuerpo subvolcánico pequeño, aflora frente a la hacienda Churuma. Consiste principalmente de cristales de plagioclasas, cuarzo y algo de biotitas, la matriz es vítrea de tonalidad rosácea, se encuentra parcialmente brechado hacia los bordes del cuerpo.

**Cutic Laca (P-po) 8 258 500 N y
332 000 E**

Pórfido de plagioclasa y cuarzo, matriz leucócrata hialina, granos de plagioclasas subcentimétricas a milimétricas, algo de micas presentes. Este cuerpo subvolcánico corta a las brechas y lavas del Grupo Tacaza. Otros pequeños afloramientos con las mismas características litológicas se encuentran aflorando hacia el sur, en el cerro Yanaoco.

**Jurapuco (P-an) 8 237 500 N y
332 000 E**

Aflora en el cerro Jurapuco, consiste de fenocristales de plagioclasas centimétricas a milimétricas, algunos máficos (biotita, hornblenda?), la matriz es afanítica gris oscura, algunos pequeños cristales máficos, la textura de la roca es porfirítica.

**Iquinchu (N-po) 8 282 500 N y
332 000 E**

Pórfido de cuarzo-feldespato, con mínima proporción de micas, matriz félsica (leucócrata). Existen otros pequeños cuerpos distribuidos hacia la parte SE y NE del cuadrante I, estos pequeños cuerpos tienen las mismas características petrográficas.

Taquipiquiña (N-da)

Cuerpos pequeños alineados, controlados por fallas de dirección NO-SE, compuestos por cuarzo y feldespatos (plagioclasas) y algo de biotitas, color leucócrato félsico. Es muy probable que estos cuerpos sean producto de las últimas etapas de formación (domos) de los volcánicos Sillapaca.

**Colquerane (N-dml/po-an) 8 238
700 N y 302 500 E**

Pórfido de plagioclasas con biotitas, hornblendas y mínima proporción de cuarzo, tonalidad gris crema (mesócrata), los cristales tienen formas subhedrales a excepción del cuarzo que se nota amorfo. La matriz es vítrea gris oscura.

La morfología del afloramiento es típica de extrusiones dómicas de estadios finales de la estructura volcánica. Otro afloramiento con las mis-

mas características aflora en el cerro Carcarane localizado hacia el este de este cuerpo subvolcánico.

Intrusivos Menores

**Ipucati (P-di) 8 277 500 N y
324 000 E**

Cuerpo semiradial que aflora cortando a los volcánicos del Grupo Tacaza. Su composición química es diorita, abundante cristal de plagioclasas, cuarzo y hornblendas.

**Limón Verde (P-an) 8 266 000 N y
328 200 E**

Cuerpo diorítico de forma irregular que aflora al NO de Santa Lucía. Está constituido por plagioclasa, cuarzo en menor proporción, ortosa y algunas hornblendas.

En esta zona se puede observar que el intrusivo diorítico alteró a las calizas de la Formación Ayavacas, las zonas de alteración presentan zonas mineralizadas.

**Huayllane (P-cmzd) 8 259 700 N y
318 000 E**

Se ubica hacia el oeste del caserío Huayllane, el cuerpo intrusivo fanerítico a porfirítico de tonalidad félsica grisácea, abundante cristal de plagioclasas submilimétricas a subcentimétricas, hornblendas centimétricas a subcentimétricas y submilimétricas y cuarzo submilimétrico. Este pórfido cuarzo-feldespático con hornblendas podría tratarse de una cuarzo-monzodiorita.

**Saitoco (P-gdi) 8 270 000 N y
396 000 E**

Ubicado en el cerro Saitoco, al SO de la hacienda Pinaya, este pequeño cuerpo tiene una textura fanerítica, cristales de feldespatos potásicos, hornblendas, plagioclasas y cuarzo. Intruye a las calizas de la Formación Ayavacas, se observan algunos afloramientos de travertino.

**Angostura (P-di) 8 252 000 N y
336 000 E**

Cuerpo de textura granítica holocristalina, con cristales inequigranulares de plagioclasas, biotitas,

hornblendas y cuarzo, el color de la roca es gris claro. Probablemente la composición de este intrusivo sea diorítico, es de tamaño regular de aproximadamente 6 km x 4 km, se extiende desde el cerro Chiro hasta los cerros Velacirca, Sutuhuaní y Chaupicapillasalla.

Otro cuerpo intrusivo con las mismas características aflora hacia el SSO de la laguna Ululunsa. Pequeños afloramientos de la misma composición se encuentran en la hacienda Añavile y al SO de la hacienda Pataceña y en la quebrada Toroya (8 365 000 N y 312 500 E).

Diques

En el cuadrángulo de Lagunillas se ha reconocido una cantidad considerable de diques de diferentes dimensiones, algunos de ellos no son cartografiados debido a la escala.

Sin embargo la mayoría de los diques observados y mapeados tienen composición básica a inter-

media, es decir diques basálticos y andesíticos, por ejemplo, en los alrededores de la hacienda Llapuca, frente a la localidad de Churuma, afloran varios diques de forma tabular, con direcciones EO, NO-SE y NE-SO, asemejándose a una estructura de enjambre de diques. La composición de estos diques es principalmente basáltica, con fenos de olivino y matriz afanítica gris oscura.

Otro afloramiento es encontrado en el corte de la carretera Panamericana hacia Juliaca (8 265 400 N y 332 250 E), de pequeña dimensión, su forma y contacto es irregular.

Otros diques de composición andesítica basáltica y andesítica se ubican hacia el este de la hacienda Cerrillos (8 264 700 N y 324 500 E) exactamente en el corte de la carretera, aquí es posible ver varios afloramientos a lo largo del tramo, de formas irregulares.

Tectónica

Descripción de las Estructuras a partir del Mapa Geológico

En el cuadrángulo de Lagunillas (32-u) se han diferenciado tres dominios estructurales. El Dominio Suroeste caracterizado por presentar pliegues y estructuras volcánicas neógenas. El Dominio Central caracterizado por presentar fallas de dirección noroeste a sureste, y el Dominio Noreste caracterizado por presentar lineamientos de dirección noroeste a sureste.

Dominio Suroeste

Se encuentra en la parte suroeste del cuadrángulo, en este sector afloran rocas desde el Eoceno al Mioceno y se han diferenciado dos sectores separados por la falla Toroya.

- **En el Sector Norte**, ubicado en la parte superior del Dominio Suroeste, se encuentra la cuenca sedimentaria oligo-miocena limitada al sur por la falla Toroya que probablemente ha tenido un movimiento de rumbo con componente normal. También se encuentran pliegues conservando la misma orientación de la falla Toroya, es decir, de noroeste a sureste. Estos pliegues cuanto más cercanos se encuentran a esta falla son más apretados, inclusive pueden llegar a invertirse.

- **El Sector Sur**, ubicado en la parte inferior, se caracteriza por la presencia de una estructura volcánica antigua (estratovolcán Colquerane) y otras estructuras volcánicas menores.

Dominio Central

El Dominio Central se emplaza a lo largo del sistema de fallas Lagunillas, este dominio se caracteriza por la presencia de rocas desde el Jurásico inferior hasta el Cretáceo inferior que están afectadas por fallas de dirección NO-SE, en este dominio también es notoria la presencia de intrusiones subvolcánicas del Oligoceno al Mioceno.

El sistema de fallas Lagunillas, divide al cuadrángulo de Lagunillas en dos zonas (Noreste y Suroeste), presentando cada una de ellas diferentes unidades estratigráficas.

En la actualidad el sistema de fallas Lagunillas está dominado por movimientos de rumbo sinistral?, con algún componente inverso. Además se presume que el emplazamiento de los eventos volcánicos de los grupos Tacaza, Palca y Sillapaca se deben a este sistema.

Dominio Noreste

El Dominio Noreste se ubica en el extremo superior del cuadrángulo de Lagunillas (32-u), en este dominio se han diferenciado los siguientes sectores:

- **Estructura volcánica Sillapaca**, está ubicada en el extremo noreste del Dominio Noreste, se trata de un antiguo estratovolcán del Mioceno medio a superior afectado por fallas de dirección NO a SE.
- **Estructuras volcánicas erosionadas**, se encuentran ubicadas en la parte central y corresponde al volcanismo Tacaza donde se aprecian secuencias volcánicas, domos volcánicos y rocas plutónicas.
- **Proyección del alto de Cabanillas**, está ubicada en la parte este del cuadrángulo de Puno y está caracterizada por presentar rocas sedimentarias del Paleozoico inferior y del Cretáceo inferior. En este sector se encuentran pliegues en forma caótica que afectan a rocas cretácicas, esto evidencia el deslizamiento de las calizas de la Formación Ayavacas antes de su solidificación.
- **Cuencas sedimentarias miocenas**, son pequeñas cuencas sedimentarias menores de 100 km² de forma semicircular, ubicadas en el límite con el Dominio Central, son fáciles de reconocerlas en medio de las rocas volcánicas, domos y rocas plutónicas.

Descripción del Perfil Estructural

En la zona de estudio se ha elaborado un perfil estructural con dirección NE-SO, en una longitud de 75 km. En el lado izquierdo de este perfil, se encuentra el Dominio Suroeste donde se ubica la Pampa Confital y se presentan de manera subhorizontal tobas soldadas cartografiadas como toba Confital, asimismo se observa el antiguo estratovolcán

Colquerane con una intrusión subvolcánica (domo Colquerane), más a la derecha se observa la falla Toroya que sirve como límite de la cuenca del Grupo Maure, además se encuentra una intrusión subvolcánica de composición dacítica que aprovechó la falla Toroya para salir a la superficie. También se encuentra un sinclinal con el flanco izquierdo más inclinado, afectando a los grupos Maure y Tacaza, que han rellenado una antigua cuenca oligomiocena, cuyo sustrato es el Grupo Yura y las formaciones Saracocha y Ayavacas.

En el Dominio Central se encuentran aflorando las formaciones jurásico-cretácicas afectadas por el sistema de fallas Lagunillas, además se nota la discordancia angular entre la Formación Saracocha y el Grupo Yura, se interpreta un dique en profundidad por encontrarse muy cerca a la línea del perfil, afloramientos de diques de composición diorítica.

En el Dominio Noreste se ha emplazado la cuenca miocena de Santa Lucía, la cual está limitada por intrusiones subvolcánicas de composición andesítica. A la derecha se observa una intrusión subvolcánica porfirítica de cuarzo y feldespato del Cretáceo inferior, también es notorio el contacto en discordancia angular entre el Grupo Cabanillas del Siluro Devónico y la Formación Ayavacas del Albiano-Cenomaniano, en este sector son notables los deslizamientos sinsedimentarios de las calizas de la Formación Ayavacas sobre el sustrato Paleozoico.

Evolución Tectónica y Paleogeográfica

En la zona de estudio, por el afloramiento en forma restringida del Grupo Cabanillas del Siluro Devónico, no permite tener una idea clara de la evolución tectónica y paleogeográfica.

Luego de la sedimentación del Grupo Cabanillas, se produce un hiato sedimentario, debido a que el alto de Cabanillas tenía un relieve positivo, por esta razón sólo se produce la sedimentación a partir del Jurásico, que se evidencia por una discordancia ubicada en la hacienda Huertas (cuadrángulo de Puno). En el Dominio Noreste de la zona de estudio se encuentran rocas del Paleozoico inferior (Grupo Cabanillas) directamente en contacto con las for-

maciones Huancané y Ayavacas del Cretáceo inferior.

A partir del Jurásico inferior se originan fuerzas de distensión que dan lugar a una cuenca jurásico-cretácica que empieza con una distensión aparentemente suave, porque la cuenca no ha sido profunda y se emplaza una plataforma carbonatada correspondiente a las formaciones Chocolate-Socosani. La mayor profundización de la cuenca se realiza desde el Bajociano al Caloviano en donde se tienen turbiditas cerca de la línea de costa (formaciones Puente-Cachíos). Luego en el Oxfordiano? empieza la nueva somerización de la cuenca, dando origen a una plataforma silicoclástica (Unidad Cuarzosa I del Grupo Yura) y en el titoniano se origina una extensa plataforma carbonatada (Secuencia Calcárea superior del Grupo Yura).

Luego de que la cuenca ha sido colmatada se emplaza un sistema deltaico, para luego pasar progresivamente a un sistema de ríos entrelazados distales (Unidad Cuarzosa II del Grupo Yura).

En el Cretáceo inferior, en la zona de estudios, ocurrió una desestabilización de la cuenca occidental del sur del Perú (cuenca Arequipa) donde se inicia la sedimentación de conglomerados del sistema aluvial que progresivamente pasan a ríos distales (Formación Saracocha). Luego en el Albiano, se tiene una gran distensión que abarca casi todo el sur del Perú, dando origen a una plataforma carbonatada extensa muy inestable, es por ello el deslizamiento de la Formación Ayavacas.

Después de la sedimentación y deslizamiento de las calizas de la Formación Ayavacas, en el Dominio Noreste (noreste de sistema de Fallas Lagunillas), no se descarta la existencia de unida-

des pertenecientes al Cretáceo superior. Lo contrario ocurre en el Dominio Central donde sí es seguro no existen unidades estratigráficas del Cretáceo superior, esta ausencia de unidades puede ser causado por la erosión de paleorelieves ocurrido a consecuencia del plegamiento originado por las fases tectónicas Mochica, Peruana y parte de la Inca.

Luego del evento tectónico Inca, en la zona de estudio se instalan sistemas sedimentarios continentales, tal es así que en Dominio Suroeste se originó un sistema de abanicos aluviales (Formación Totorani) con intervención volcánica en la parte superior (lavas del Grupo Tacaza), que han rellenado paleorelieves (conformados por unidades del Jurásico-Cretácico), contemporáneamente en el Dominio Noreste se implanta un sistema de ríos distales con presencia de muchas llanuras de inundación (Grupo Puno).

Al término del desarrollo del volcanismo básico del Grupo Tacaza, en la zona de estudio se emplaza un evento volcánico ácido correspondiente al Grupo Palca, y paralelamente en el Dominio Sur, se instala una cuenca de intra-arco, que era rellenada por sedimentos lacustrinos. Además en el Dominio Noreste, se emplazan pequeñas cuencas sedimentarias de abanicos aluviales y ríos proximales (Formación Santa Lucía). Esta actividad volcano-sedimentaria es correspondiente a la fase tectónica Quechua 1.

Finalmente en la zona de estudio, en el Dominio Norte se emplaza un segundo evento básico correspondiente al evento Sillapaca (estratovolcanes Sillapaca). En el Dominio Sur son equivalentes las lavas Horno del estratovolcán Colquerane y lavas del estratovolcán Condori.

Bibliografía

- BELLON, H. & LEFÉVRE, C. (1976) - Données géochronométriques sur le volcanisme andin dans le sud du Pérou. Implications volcano tectoniques. C. R. Acad. Sciences, Paris, Ser. D, 283(1): 1-4.
- 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.
- BOUDESSEUL, N., et al. (2000) - Un importante evento volcánico de edad Mioceno inferior en la zona de Descanso - Ayaviri - Condorama - Santa Lucía (Dptos. de Cusco, Puno y Arequipa). En: Congreso Peruano de Geología, 10, Lima, 2000, Trabajos técnicos, Soc. Geológica del Perú, Lima, (CD-ROM).
- CABRERA LA ROSA, A. & PETERSEN, G. (1936) - Reconocimiento geológico de los yacimientos petrolíferos del departamento de Puno. Bol. Cuerpo Ing. Minas Perú, 115: 9-100.
- CARLOTTO, V. (1998) - Evolution andine et raccourcissement au niveau de Cuzco (13-16°S, Pérou): Enregistrement sédimentaire, chronologie, contrôles paléogéographiques et évolution cinématique. These Doct., Université de Grenoble, 203 p.
- CÓRDOVA, A. (1986) - Estudio estratigráfico y sedimentológico de las rocas del Cretácico medio y superior en el Pongo de Rentema - Río Marañón - Dpto. Amazonas. Tesis Ing. Geólogo, E.A.P. de Ing. Geológica, Univ. de San Marcos, Lima, 106 p.
- GERTH, H. (1915) - Geologische und morphologische Beobachtungen in den Kordilleren Südperus. Geol. Rundschau, 6: 129-153.
- JAILLARD, E. & SANTANDER, G. (1992) - La tectónica polifásica en escamas de la zona de Mañazo - Lagunillas (Puno, sur del Perú). Bull. Inst. Fr. Études Andines, 21(1): 37-58.
- LEÓN, I. (1981) - Antecedentes sedimentológicos del Jurásico-Cretácico inferior en la zona de Yura. Tesis Bach., E.P. Ingeniería Geológica, Univ. San Agustín, Arequipa, 84 p.

- LOZA, W. (1988) - Paleogeografía y tectónica del sector Carumas–Quinistaquillas - Moquegua. Tesis Bach., E.P. Ingeniería Geológica, Univ. San Agustín, Arequipa.
- MAROCCO, R. & DEL PINO, M. (1966) - Geología del cuadrángulo de Ichuña. Com. Carta Geol. Nac., Boletín, 14, 57 p.
- MENDÍVIL, S. (1965) - Geología de los cuadrángulos de Maure y Antajave. Comisión Carta Geológica Nacional, 10, 97 p.
- NEWELL, N.D. (1949) - Geology of the Lake Titicaca region, Perú and Bolivia. Geological Society of America, New York, Memoir 36, 111 p.
- 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.
- PORTUGAL, J.A. (1974) - Mesozoic and Cenozoic stratigraphy and tectonic events of Puno-Santa Lucia area, Department of Puno, Peru. Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., 58(6): 982-998.
- SALAS, A. (1984) - Reconocimiento geológico del área sur oeste de la laguna «Lagunillas»- Puno. Tesis Bach., E.P. Ingeniería Geológica, Univ. San Agustín, Arequipa.
- VICENTE, J.C. (1981) - Elementos de la estratigrafía mesozoica Sur-Peruana. En: Volkheimer, W. & Musacchio, E., eds. Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur, Buenos Aires, t. 1, p. 319-351.
- 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 Cuarzitas masivas en bancos gruesos y delgados interestratificados qda. Chacalaya.



Foto N° 2 Afloramientos del Grupo Yura y las formaciones Saracocha y Ayavacas, en la orilla de la laguna Lagunillas.



Foto N° 3 Contacto entre la Formación Saracocha del Cretácico inferior y la Formación Ayavacas del Cretácico inferior-superior.



Foto N° 4 Pliegues de anticlinal y sinclinal tumbados y fallados. Fm. Ayavacas C° Aripasani. Vista al Norte (8272000. 334500)



Foto N° 5 Parte inferior del Grupo Tacaza, compuesto por secuencia volcánica sedimentaria qda. Carpasenca (8274500-317200). Vista tomada al norte



Foto N° 6 Secuencias volcánicas y sedimentarias plegadas y falladas. Grupo Maure Corte de Carretera-Crucero alto.



Foto N° 7 Sucesión volcánica constituida por 2 niveles de tobas en la parte inferior y lavas con estructura columnar en la parte superior. Estrato volcán Sillapaca. Margen derecha del río Jarpaña. Vista al suroeste
