

INGEMMET, Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional  
(Escala 1:50 000)  
N° 52

## Geología del cuadrángulo de Juli (hojas 33y3, 33y4)



Lima, Perú  
2023

Waldir Valdivia Vera  
Marco Chumpitaz Ramirez  
Alexandra Benites Cañote  
Ana Anastacio Castillo





**INGEMMET, Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000)  
N° 52**

# **Geología del cuadrángulo de Juli (hojas 33y3, 33y4)**

**Dirección de Geología Regional**

**Waldir Valdivia Vera  
Marco Chumpitaz Ramírez  
Alexandra Benites Cañote  
Ana Anastacio Castillo**

**Lima, Perú  
2023**

Geología del cuadrángulo de Juli (hojas 33y3, 33y4)  
INGEMMET, Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000)  
N° 52

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2023-08944  
ISBN: 978-612-47898-7-8

Autores:

Waldir Valdivia Vera  
Marco Chumpitaz Ramirez  
Alexandra Benites Cañote  
Ana Anastacio Castillo

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico  
Av. Canadá 1470, San Borja, Lima, Perú  
Primera edición digital, octubre de 2023

## © INGEMMET

Presidente Ejecutivo: Henry Luna Córdova.

Gerente General: Esteban Mario Bertarelli Bustamante.

Comité Editor: César Chacaltana Budiel, Carlos Miranda Vargas.

### **Dirección encargada del estudio**

Dirección de Geología Regional: César Chacaltana Budiel.

### **Unidad encargada de edición**

Unidad de Relaciones Institucionales: Carlos Miranda Vargas.

**Revisión Técnica:** Omar La Torre Borda, Walter Ccallo Morocco.

**Revisor Externo:** Javier Jacay Huarache.

Corrección gramatical y de estilo: Ana Bravo Hernandez.

Diagramación: Daniel Chiroque Linares.

Fotografía de la carátula: Vista del afloramiento de lavas con estructuras de disyunción columnar, correspondientes al centro Volcánico Jilarata (UTM 451813/8188142).

### **Referencia bibliográfica**

Valdivia, W.; Chumpitaz, M; Benites, A. & Anastacio, A. (2023) - Geología del cuadrángulo de Juli (hojas 33y3, 33y4). *INGEMMET, Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000)*, 52, 63 p, 2 mapas.

Publicación disponible en libre acceso en el Repositorio Institucional del INGEMMET. La utilización, traducción y creación de obras derivadas de la presente publicación están autorizadas, a condición de que se cite la fuente original ya sea contenida en medio impreso o digital y no se haga uso con propósitos comerciales <https://repositorio.ingemmet.gob.pe>.

Los términos empleados en esta publicación y la presentación de los datos que en ella aparecen son de exclusiva responsabilidad de los autores.

## Contenido

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	7
CAPÍTULO I.....	9
INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 OBJETIVOS.....	9
1.2 FINALIDAD.....	9
1.3 UBICACIÓN.....	9
1.4 EXTENSIÓN.....	9
1.5 METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	11
1.5.1 Trabajos de gabinete precampo.....	11
1.5.2 Trabajos de campo.....	11
1.5.3 Trabajos poscampo.....	12
1.5.4 Puntos de observación geológica (POGs).....	12
1.6 TRABAJOS ANTERIORES.....	12
CAPÍTULO II.....	17
APORTES Y CAMBIOS EN LA ACTUALIZACIÓN.....	17
2.1 GENERALIDADES.....	17
2.2 CAMBIOS EN ESTRATIGRAFÍA.....	20
2.2.1 Formación Ayabacas.....	20
2.2.2 Formación Vilquechico.....	21
2.2.3 Formación Muñani.....	22
2.2.4 Grupo Puno.....	23
2.2.5 Grupo Maure.....	27
2.2.6 Formación Sencca.....	28
2.2.7 Formación Capillune.....	28
2.2.8 Grupo Barroso.....	28
2.2.9 Centro Volcánico Choquechilluma.....	35
2.2.10 Formación Taraco.....	35
2.2.11 Formación Azángaro.....	36
2.2.12 Depósitos cuaternarios.....	36
2.3 ROCAS ÍGNEAS.....	39
2.3.1 Rocas subvolcánicas.....	39
2.3.2 Rocas intrusivas.....	40
2.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	40
2.4.1 Fallas.....	41
2.4.2 Pliegue.....	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
ANEXOS.....	45
RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES.....	63



# RESUMEN

Regionalmente el área de estudio se ubica en la zona morfoestructural altiplánica que se extiende entre Perú y Bolivia. Políticamente las hojas de Juli 33y3, 33y4 están comprendidas entre las provincias de Juli y Pomata del departamento de Puno, a una altitud que varía desde los 3800 hasta los 4600 m s. n. m. Se presenta el nuevo Boletín Serie L acompañado de dos mapas geológicos a escala 1:50 000 y dos secciones estructurales a la misma escala. Los mapas son el resultado de diez días de trabajos de campo realizados en octubre del año 2014 y tuvieron como base los mapas a escala 1:100 000 propuestos los años 1984 y 2000. Este boletín incluye los cambios y aportes que se han realizado a la geología antes propuesta: estratigrafía, rocas ígneas, geología estructural y cartografiado geológico.

Estratigráficamente el apilamiento sedimentario tiene más de 1000 m de espesor y está compuesto de rocas detríticas, carbonatadas y volcánicas, cuyas edades van del Mesozoico (Cretácico) al Cenozoico (Cuaternario). El Mesozoico está representado por las rocas carbonatadas de la Formación Ayabacas (Cretácico), diferenciable por sus mega-deslizamientos (olistostromos de calizas). El paso de las facies carbonatadas a las facies detríticas de la Formación Vilquechico (Cretácico superior) es neto y está compuesto por areniscas y limolitas rojas, verdes y púrpuras. El Cenozoico se inicia con sedimentos correspondientes a la Formación Muñani (Paleógeno) que comprenden limolitas y areniscas arcósicas rojizas. Sobre las anteriores yacen las areniscas y limolitas rojizas en secuencias

grano- y estratodecrecientes del Grupo Puno (Paleógeno), seguido de rocas volcano-sedimentarias del Grupo Maure (Mioceno inferior).

Yace sobre la anterior la Formación Capillune (Mioceno), que soporta la fase del vulcanismo (Plioceno) y está compuesta por niveles de arenas tobáceas y tobas retrabajadas con cristales de cuarzo, biotita, fragmentos de pómez y líticos. Luego se desarrolla el Grupo Barroso (Neógeno), distinguibles en dos **secuencias cartografiables**: i) tobas líticas (secuencia inferior) y ii) lavas de composición andesítica-basáltica (secuencia superior).

Luego, aflora la Formación Taraco (Neógeno-Cuaternario), que está compuesta por conglomerados. Completan el apilamiento las limolitas, areniscas y conglomerados de la Formación Azángaro (Plioceno-Pleistoceno). Los afloramientos de rocas ígneas intrusivas y subvolcánicas indican edades del Cenozoico. Las primeras se manifiestan como resultado de intrusiones y se expone como un plutón de poca extensión de composición tonalítica. Los cuerpos subvolcánicos son de poca extensión y corresponden a andesitas porfídicas y dacitas porfíricas. Estructuralmente el área de estudio no presenta en superficie intensa deformación. Resaltan pliegues y fallas inversas de corta longitud de dirección NO-SE e involucran unidades cretácicas y cenozoicas. En muchos casos estas estructuras se encuentran cubiertas por rocas volcánicas.





## ABSTRACT

The study area develops in the altiplano morphostructural zone that extends between Peru and Bolivia. Politically, quadrangles of Juli 33y3 and 33y4 are located between Juli and Pomata provinces in the Puno region, the altitude ranges from about 3800 to 4600 masl. This new Bulletin Series L comes with two geological maps at scale 1:50 000 and two structural sections at the same scale. The maps reflect the work of 10 days of field work carried out in October 2014 and were based on the geological map 1: 100 000 scale that was undertaken in 1984 and 2000. The report recounted the changes and contributions that have been made to a previous geological report, about: geological mapping, stratigraphy, igneous rocks and structural geology.

Stratigraphically, the sedimentary record is more than a thousand meters thick, composed of detrital, carbonated and volcanic rocks, whose ages range from the Mesozoic (Cretaceous) to the Cenozoic (Quaternary). The Mesozoic is represented by carbonate rocks of the Ayabacas Formation (Cretaceous), known by their megaslides (olystostromes). The transition from the carbonate to detrital facies of the Vilquechico Formation (Upper Cretaceous) is remarkable, composed of red, green and purple sandstones and siltstones. Cenozoic begins with sediments pertaining to Muñani Formation (Paleogene) that include siltstones and reddish arkosic sandstones. On the previous layers overlying reddish sandstones and siltstones in grain-decreasing strata sequences of the Puno Group (Paleogene),

followed by volcano-sedimentary rocks of the Maure Group (lower Miocene).

The stratigraphic position of the layers overlying belongs to Capillune Formation (Miocene), which supports the volcanism phase (Pliocene) and is composed of levels of tuffaceous sands and reworked tuffs with quartz crystals, biotite, pumice and lithic fragments. Later, the Barroso Group (Neogene) can be distinguished in two sequences: i) lithic tuffs (lower sequence) and ii) lavas of andesitic-basaltic composition (upper sequence).

Then, the Taraco Formation (Neogene-Quaternary) outcrops composed of conglomerates. They complete the stacking of the siltstones, sandstones and conglomerates of the Azángaro Formation (Pliocene - Pleistocene). Intrusive and subvolcanic rocks outcrops indicate Cenozoic ages. The former manifest as a result of intrusions that are exposed as a shallow pluton of tonalitic composition. The subvolcanic bodies show of little extension and correspond to porphyritic andesites and porphyritic dacites. Structurally, the studied area does not reveal mayor surface deformation. They highlight folds and short-length reverse faults in NW-SE direction and involve Cretaceous and Cenozoic units. In many cases these structures are covered by volcanic rocks.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El presente boletín corresponde a la geología del cuadrángulo de Juli, hojas 33y3 y 33y4, que incluye dos mapas geológicos a escala 1:50 000. Los mapas geológicos que se proponen corresponden a un nuevo cartografiado que toma como base los mapas a escala 1:100 000 levantado por Palacios et al. (1993) y Sánchez et al. (2000) a escala 1:100 000 y publicados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet) en los años 1986 y 2000, respectivamente. Basados en observaciones de campo antes no reconocidas, los estudios realizados proponen dos mapas geológicos a escala 1:50 000 con aportes que corresponden a la estratigrafía y geología estructural.

En conjunto, el boletín y los mapas son el resultado de los trabajos realizados el año 2014 por el Proyecto GR22A, ejecutados dentro del marco de la Revisión y Actualización de Carta Geológica Nacional mediante la Dirección de Geología Regional del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet).

### 1.1 OBJETIVOS

El objetivo principal del presente boletín es reportar la actualización de la geología del cuadrángulo de Juli, hojas 33y3 y 33y4, a escala 1:50 000. En particular, se tienen los siguientes objetivos:

Objetivos	Objetivos Generales	Objetivos Específicos
Cartográficos	Actualizar la carta geológica nacional con mapas geológicos a escala 1:50 000.	Generar información actualizada sobre la geología de superficie, mediante el cartografiado geológico y actualizar los mapas geológicos del cuadrángulo Juli, hojas 33y3 y 33y4, a escala 1:50 000.
Estratigráficos	Revisar la estratigrafía mesozoica y cenozoica en la zona para definir la evolución vertical y obtener elementos de correlación regional.	Levantamiento de columnas estratigráficas. Muestreo de rocas y fósiles para estudios petrográficos.
Estructurales	Revisar el control estructural de la zona.	Definir fallas, pliegues y toma de datos estructurales.
Otros	Identificar la presencia de recursos minerales.	Reportar la existencia de los recursos minerales de las zonas identificadas.

### 1.2 FINALIDAD

La finalidad de la publicación de los mapas geológicos actualizados del cuadrángulo de Juli, hojas 33y3 y 33y4, es proporcionar información científica verificable para su uso en la exploración y evaluación de los recursos geológicos y naturales. De esta manera, se pone a disposición del público en general esta nueva información para su aprovechamiento en futuras zonas de interés.

### 1.3 UBICACIÓN

El cuadrángulo de Juli, hojas 33y3 y 33y4, se ubica en el extremo sureste del Perú (figura 1.1), en la zona morfoestructural altiplánica que se extiende entre Perú y Bolivia. Políticamente, la hoja 33y3 está comprendida entre las provincias de Juli y Pomata del departamento de Puno, a una altitud variable que va desde los 4000 hasta los 4600 m s. n. m. Se ubica entre las coordenadas geográficas siguientes: 16° 15' 00" 16° 30' 00" latitud sur y 69°

15' 00" 69° 30' 00" de longitud oeste. Políticamente, la hoja 33y4 está comprendida en la provincia de Juli, departamento de Puno, a una altitud variable que va desde los 3800 m s. n. m. hasta los 4300 m s. n. m., entre las coordenadas geográficas siguientes: 16° 15' 00" 16°30'00" latitud sur y 69° 15' 00" 69° 30' 00" de longitud oeste. Geomorfológicamente la zona de estudio corresponde a una extensa planicie que se extiende entre Perú, Bolivia y Argentina con una orientación NO-SE.

### 1.4 EXTENSIÓN

La extensión de la hoja 33y3 del cuadrángulo de Juli es alrededor de 27.5 km x 27.5 km y abarca un área de 756 km<sup>2</sup> aproximadamente. Los accesos dentro de la zona de estudio corresponden a carreteras afirmadas, trochas carrozables y caminos de herradura (figura 1.2). La extensión de la hoja 33y4 del cuadrángulo de Juli aproximadamente alcanza 12.5 km x 8 km y abarca un área de 100 km<sup>2</sup> (figura 1.3).

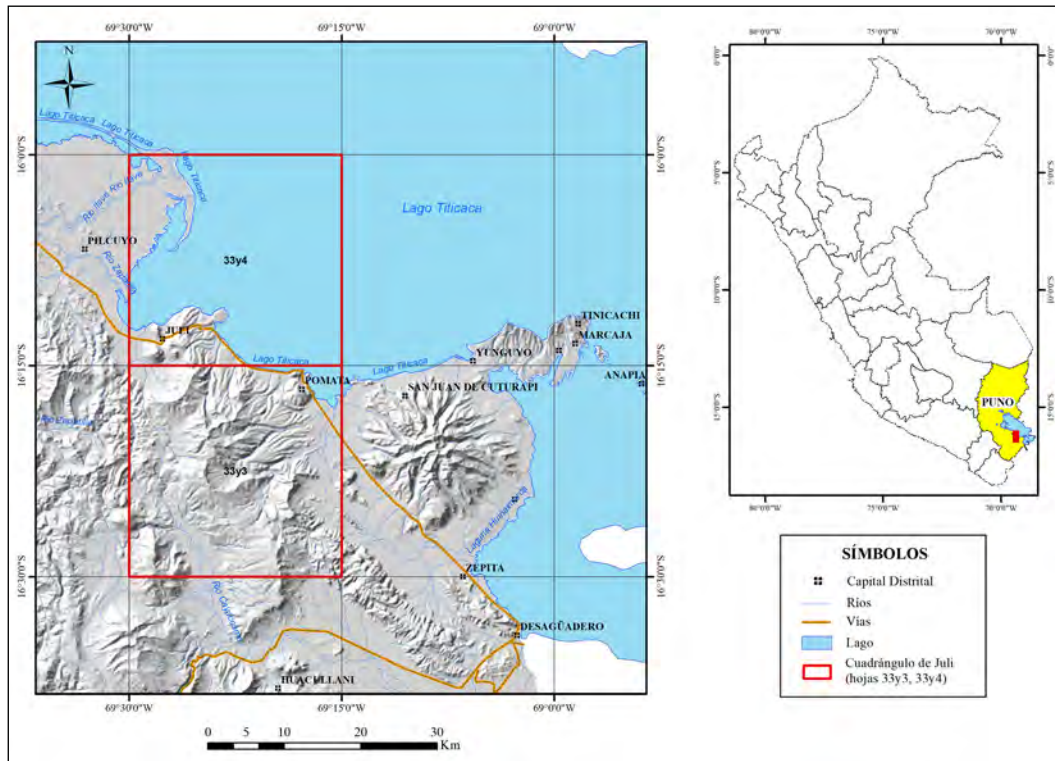


Figura 1.1 Mapa de ubicación de la zona de estudio, en líneas rojas las hojas 33y3 y 33y4

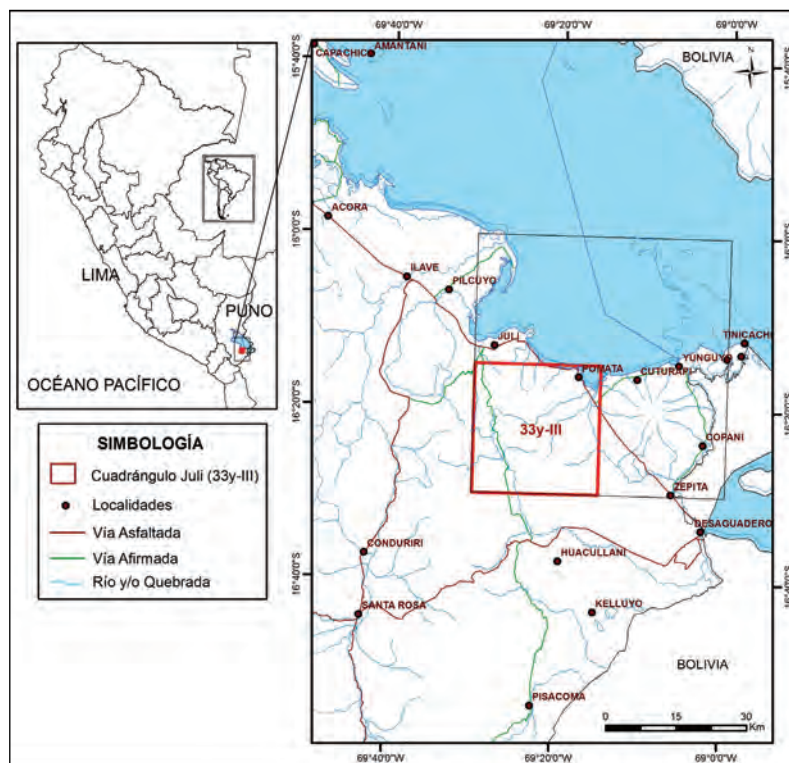


Figura 1.2 Mapa de ubicación de la hoja 33y3 del cuaodrángulo de Juli donde se indican las localidades y vías de acceso

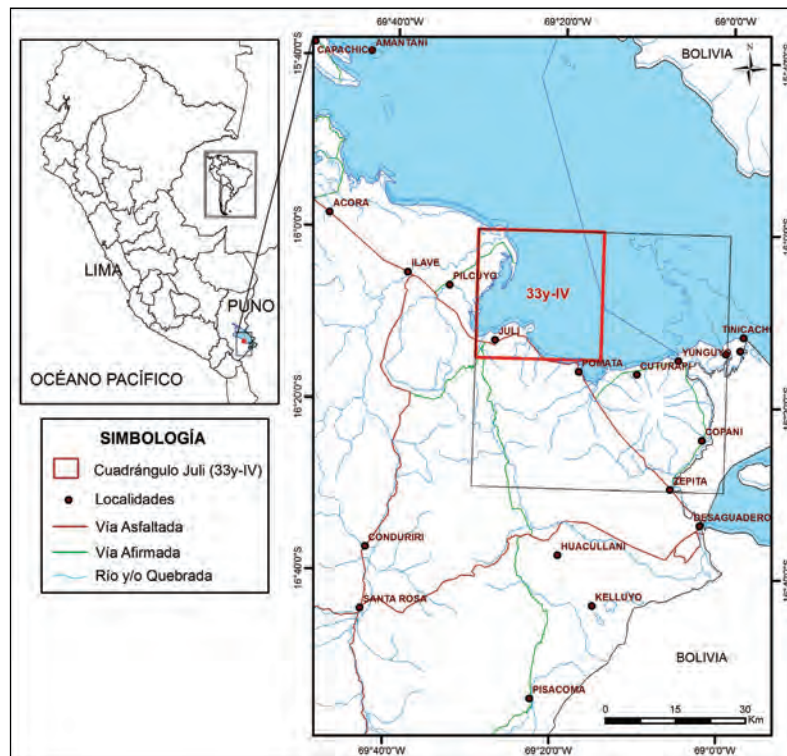


Figura 1.3 Mapa de ubicación de la hoja 33y4 del cuadrángulo de Juli donde se indican las localidades y vías de acceso

## 1.5 METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología utilizada para la actualización del cuadrángulo de Juli, hojas 33y3 y 33y4, incluye tres etapas e involucra trabajos de gabinete y campo: i) Primera etapa involucra trabajos de gabinete precampo; ii) Segunda etapa que involucra trabajos de campo; y, iii) Trabajos de gabinete poscampo.

### 1.5.1 Trabajos de gabinete precampo

Los trabajos de gabinete precampo se basaron en la compilación, análisis e integración de la información geológica existente, interpretación de fotografías aéreas, además de interpretación de imágenes satelitales. El análisis de la información existente, que fue almacenado en una base de datos bibliográfica, permitió conocer previamente la estratigrafía y la geología estructural de la zona. La interpretación de fotografías aéreas, imágenes satelitales y modelos digitales de elevación permitió reconocer los contactos de unidades estratigráficas y rasgos estructurales (fallas, pliegues y lineamientos) y tuvo como resultado el mapa geológico fotointerpretado.

### 1.5.2 Trabajos de campo

El trabajo de campo fue realizado con el instructivo para el cartografiado geológico (Instructivo DGR-I-003). De este modo,

los trabajos geológicos de campo se ejecutaron a través de carreteras, caminos de herradura y quebradas, en lo posible con trayectorias perpendiculares al rumbo de las estructuras. Esta etapa consistió en el cartografiado geológico, levantamiento de columnas estratigráficas y muestreo de rocas y fósiles.

El cartografiado geológico, que tuvo como resultado mapas geológicos con datos de superficie de campo, se realizó sobre la base de mapas topográficos a escala 1:50 000, donde se incluyeron parámetros geológicos correspondientes a contactos litoestratigráficos y controles estructurales. El levantamiento estratigráfico, que tuvo como resultado columnas litoestratigráficas generalizadas, permitió obtener información sedimentológica y el espesor de las unidades sedimentarias involucradas en el estudio. Durante el cartografiado y el levantamiento de columnas estratigráficas, se realizó de manera sistemática el muestreo de rocas y fósiles, que sirvió para los estudios petromineralógicos y paleontológicos.

Los trabajos de campo que se traducen en la cartografía geológica, levantamiento de columnas estratigráficas, toma de datos estructurales y muestreo de rocas y fósiles, se vieron limitados frente a la constante negativa de los pobladores de las comunidades, poblados y caseríos de conceder el acceso a los geólogos (fotografía 1.1).



Fotografía 1.1 A) vista de la reunión entre los pobladores del poblado de Juli y la brigada de geólogos; B) detalle de la brigada de geólogos explicando el trabajo a realizar. Reuniones de comunicación y solicitud de acceso al área de trabajo que tuvieron como resultado la negación por parte de los pobladores y autoridades.

### 1.5.3 Trabajos poscampo

Con los datos recolectados en campo, los trabajos de gabinete poscampaña consistieron en afinar los contactos mediante la reinterpretación fotogeológica, preparación de mapas geológicos preliminares a escala 1:50 000 y sus respectivas secciones estructurales, propuestos para el cuadrángulo de Juli, hojas 33y3 y 33y4. Además, se elaboró la base de datos de campo, que contiene la información correspondiente a las observaciones de campo, datos de muestras fósiles y datos de muestras de roca. Asimismo, se remitieron muestras de fósiles para los estudios paleontológicos y las muestras de rocas para estudios petrográficos.

Los datos generados durante las etapas de gabinete y campo se trasladaron a un Sistema de Información Geográfica (SIG) que permitió almacenar, analizar, actualizar y representar datos espaciales referenciados. La integración de la información de los trabajos de gabinete y campo tiene como resultado dos nuevos mapas geológicos, cada uno con una sección estructural a escala 1:50 000. Finalmente, se elaboraron mapas e ilustraciones, interpretaciones y la redacción del presente boletín de la serie "L", donde se incluyen los principales cambios y aportes del cuadrángulo de Juli, hojas 33y3 y 33y4.

### 1.5.4 Puntos de observación geológica (POGs)

Durante los trabajos de campo en el cuadrángulo de Juli, hojas 33y3 y 33y4, se recolectaron 166 puntos de observación geológica (POG). En particular, en la hoja 33y3 se registraron 112 puntos de observación geológica (POG) y en la hoja 33y4 se registraron 51 puntos. Estos son representados en los mapas de distribución (figuras 1.4 y 1.5) y corresponden a observaciones de superficie que pueden contener uno o más de los siguientes datos: descripciones estratigráficas y sedimentológicas de las unidades aflorantes, controles para

cartografiado y diferenciación de unidades estratigráficas, toma de datos estructurales (rumbos y buzamientos), diferenciación de pliegues y fallas, esquemas interpretativos, columnas estratigráficas generalizadas (según corresponda), columnas detalladas (según corresponda), muestreo de rocas y fósiles (según corresponda) y toma de fotografías.

### 1.6 Trabajos anteriores

Son diversos los estudios regionales realizados en la Cordillera Occidental y el Altiplano, tales como los desarrollados por Jenks (1946) y Newell (1945, 1949) quienes definen la estratigrafía de toda la zona altiplánica. El cuadrángulo de Juli, hoja 33y, ha sido motivo de investigaciones geológicas que inician con el reconocimiento geológico de Torres (1943), con énfasis en la descripción de los depósitos de asfalto en los alrededores de Juli (cabecera del río Salado).

A esto se sumaron los trabajos realizados por el Proyecto Geológico Integrado del Sur, que fue realizado entre los años 1983 y 1986 bajo un programa de Cooperación Técnica entre los Gobiernos del Reino Unido y del Perú. Los organismos encargados de ejecutarlo fueron el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet) del Ministerio de Energía y Minas y el British Geological Survey (BGS) bajo los auspicios de The Overseas Development Administration (ODA). Inmerso en este proyecto los mapas que incluyen el cuadrángulo de Juli, hoja 33y, a escala 1:100 000 fueron publicados el año 1984. Por su parte, Palacios et al. (1993), que estuvieron a cargo de la Comisión de la Carta Geológica Nacional, publicaron el Boletín N° 42: Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano al Oeste del Lago Titicaca-Sur del Perú. Posteriormente, Sánchez et al. (2000), dentro del Programa de Revisión Geológica de la Franja 1 a escala 1:100 000, continuaron con el levantamiento de la Carta Geológica Nacional. Este estudio fue publicado en una memoria explicativa que contempla el área de estudio (figura 1.6).

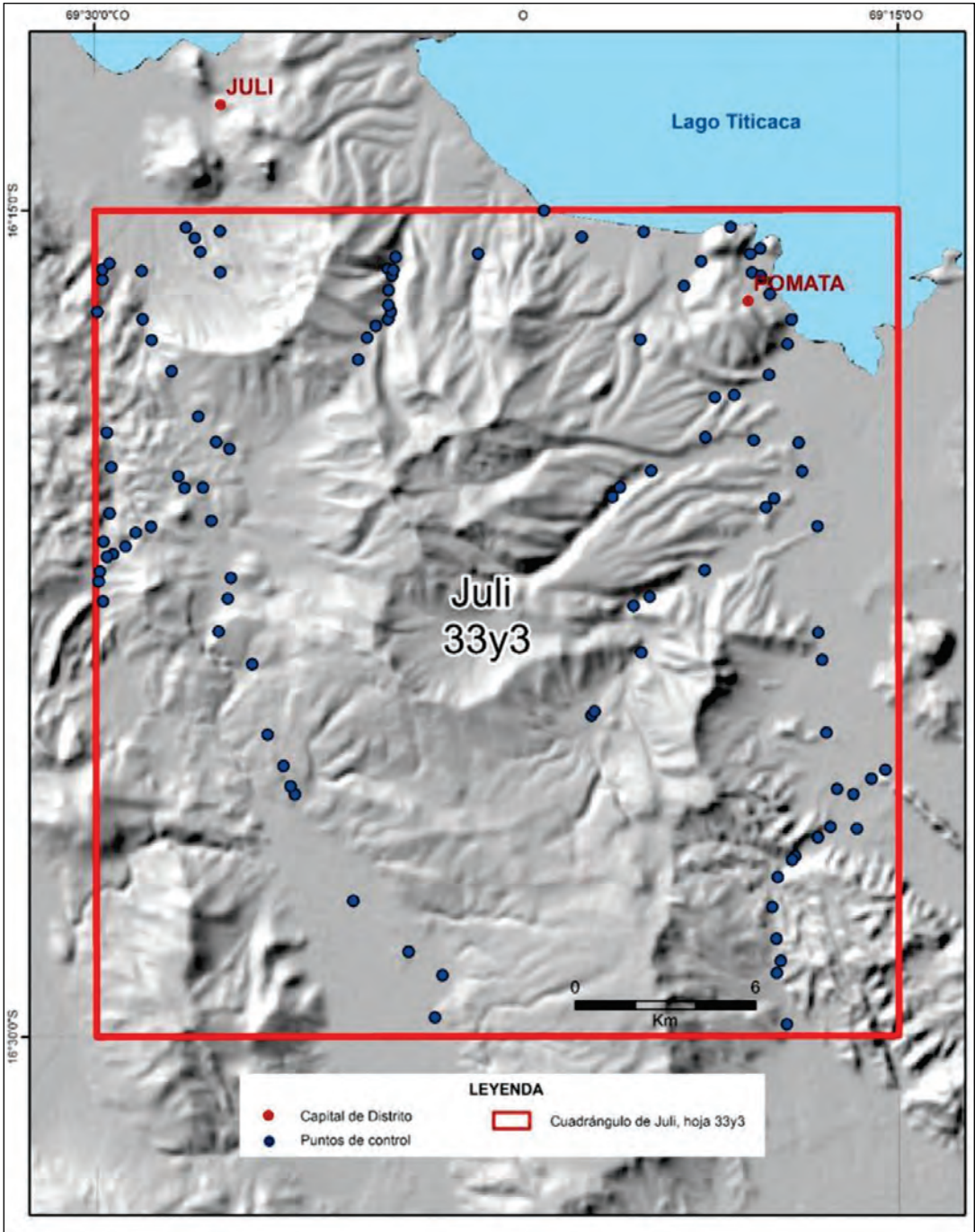


Figura 1.4 Puntos de observación geológica (POG) correspondientes a los trabajos de campo en el cuadrángulo de Juli, hoja 33y3.

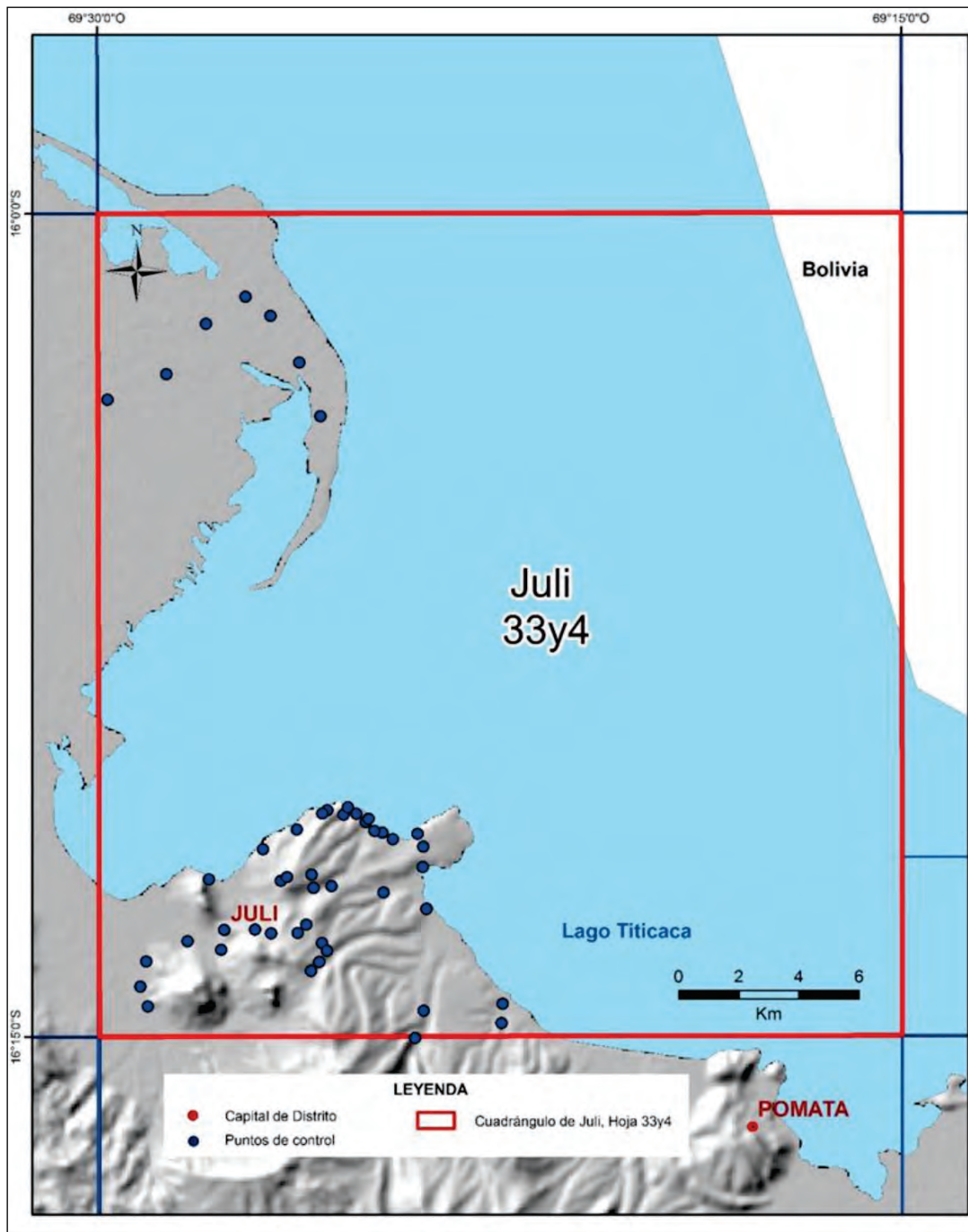


Figura 1.4 Puntos de observación geológica (POG) correspondientes a los trabajos de campo en el cuadrángulo de Juli, hoja 33y4.



ERATEMA	SISTEMA	SERIE	EDAD M.a	Palacios et al. (1993)	Sanchez et al. (2000)	Presente estudio	
CENOZOICO	CUATERNARIO	PLEISTOCENO	0.0117			Depósito biogénico Depósito fluvial Depósito aluvial	
				Formación Azángaro	Formación Azángaro		
				Formación Taraco	Formación Taraco		
	NEÓGENO	PLIOCENO	2.58	Formación Taraco	Grupo Barroso	Lavas andesíticas	Grupo Barroso Andesita Toba lítica Andesita, dacita porfírica
			3.6			Brecha de flujos	
					Formación Capillune	Formación Capillune	
					Formación Sencca	Formación Sencca	
			5.333		Grupo Barroso	Indiviso	Formación Maure
		Formación Casamiento					
	13.82	Grupo Maure					
	MIOCENO			13.82	Grupo Tacaza	Formación Huaylillas	
PALEÓGENO	EÓCENO		23.03	Grupo Puno	Grupo Puno	Grupo Puno	
			33.9				
			56.0				
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	66.0		Formación Muñani	Formación Muñani	
					Formación Vilquechico	Formación Vilquechico	
				Formación Ayabacas	Formación Ayabacas		

Figura 1.6 Resumen estratigráfico de los trabajos realizados en el cuadrángulo de Juli, hojas 33y3 y 33y4. En la columna del extremo derecho se muestra lo propuesto para el presente estudio.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado como parte de los trabajos de Actualización de la Carta Geológica Nacional del Proyecto GR22A, de la Dirección de Geología Regional del Instituto Geológico Minero Metalúrgico (Ingemmet). Así, agradecemos al director, ingeniero Pedro Navarro Colque, por su contribución

con sugerencias y recomendaciones que permitieron mejorar este trabajo.

Al teniente gobernador de la provincia de Juli, Emilia Chambilla, por la atención brindada para el desarrollo de las actividades de campo en la zona de estudio.

# CAPÍTULO II

## APORTES Y CAMBIOS EN LA ACTUALIZACIÓN

### 2.1 GENERALIDADES

Las nuevas revisiones de campo permiten proponer un nuevo mapa geológico a escala 1:50 000 y una modificación en la estratigrafía basada en nuevas evidencias antes no descritas. En el presente boletín se describen las modificaciones a los trabajos precedentes. Por lo tanto, dentro del marco geológico se proponen los siguientes cambios y aportes en el cuadrángulo de Juli, hojas 33y3 y 33y4:

- En el extremo sureste y suroeste, afloramientos que fueron asignados a las formaciones Sencca y Capillune, respectivamente, son considerados en este estudio como Grupo Maure.
- Se proponen dos morfoestructuras volcánicas denominadas Jilarata (tobas líticas y lavas andesíticas y basálticas) y Choquechilluma (lavas andesíticas y dacíticas). Anteriormente, fueron descritas como secuencias del Grupo Barroso. A estas morfoestructuras se les atribuye una edad de Plioceno. En la parte central de la hoja 33y3 se ha diferenciado secuencias de tobas líticas y lavas del Centro Volcánico Jilarata.
- Los afloramientos que fueron asignados a depósitos aluviales en el extremo sur son definidos en este estudio como Formación Azángaro.
- Se ha reconocido un cuerpo intrusivo de composición tonalítica que corta a las rocas carbonatadas de la Formación Ayabacas.
- Por relación de contacto, dataciones radiométricas y correlaciones con áreas vecinas, los cuerpos subvolcánicos de andesita porfírica corresponden al Mioceno.
- Se han reconocido depósitos cuaternarios tales como: fluviales, aluviales y biogénicos.
- Entre el río Salado y la quebrada Collpacay se ha cartografiado la falla inversa Salado que tiene dirección NO-SE y pone en contacto a la Formación Ayabacas con los grupos Puno y Barroso.
- En la península Chocasuyo se ha cartografiado rocas volcánicas correspondientes a lavas andesíticas que anteriormente fueron reportadas como rocas subvolcánicas.
- Se ha reconocido un afloramiento de poca extensión de rocas subvolcánicas de andesitas porfídicas en el cerro San Bartolomé (hoja 33y4).
- Al sureste de la provincia de Juli se han cartografiado pliegues sinclinales y anticlinales en rocas del Grupo Puno.

El cartografiado geológico del cuadrángulo de Juli, hojas 33y3 y 33y4, se realizó sobre la base geológica de los mapas publicados a escala 1:100 000 propuestos por Palacios & Klinck (1984) y Sánchez et al. (2000) (figura 2.1a y b). El cartografiado geológico de campo se realizó en dos bases topográficas a escala 1:50 000 que cubren el cuadrángulo en estudio.

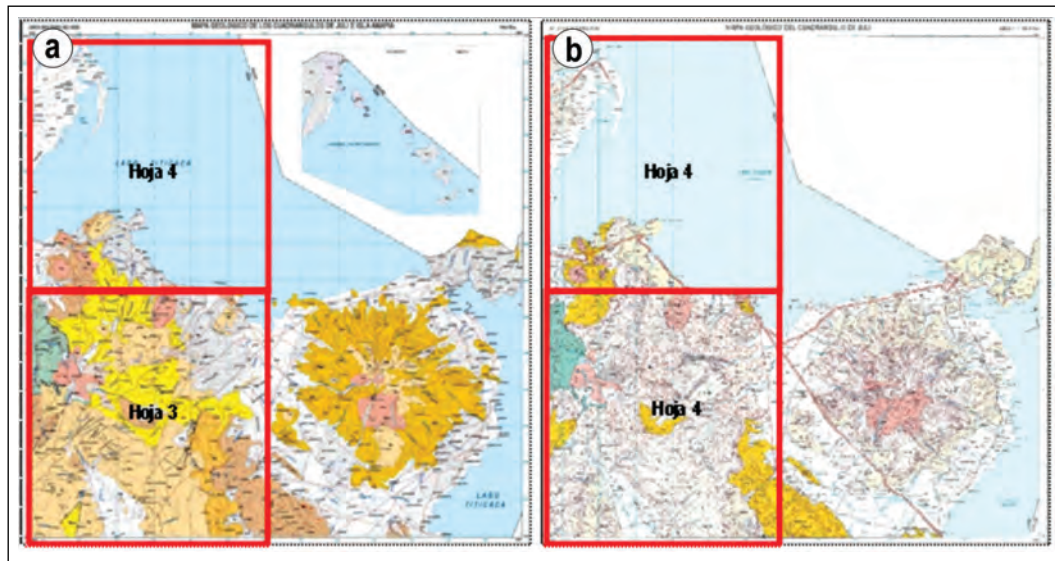


Figura 2.1 Mapas geológicos base a escala 1:100 000. a) mapa geológico del cuadrángulo de Juli, hoja 33y a escala 1:100 000 (Palacios & Klinck, 1984); b) Mapa geológico del cuadrángulo de Juli, hoja 33y a escala 1:100 000 (Sánchez et al., 2000). El cuadro rojo representa el área de estudio (hojas 33y3, 33y4).

En el cuadrángulo de Juli, hoja 33y3, afloran unidades estratigráficas (figura 2.2) con un rango de edad a partir del Mesozoico hasta al Cuaternario. El Cretácico está representado por las formaciones Ayabacas, Vilquechico y Muñani. El Cenozoico está representado por los grupos Puno y Maure, morfoestructuras volcánicas (centros volcánicos) y formaciones Capillune, Taraco y Azángaro, además de cuerpos intrusivos y subvolcánicos.

A partir de los nuevos mapas geológicos cartografiados a escala 1:50 000, donde se muestra la distribución de las unidades y sus relaciones de contacto, se procede a la descripción de los cambios y aportes en estratigrafía y geología estructural que se proponen para el cuadrángulo de Juli, hojas 33y3 y 33y4.

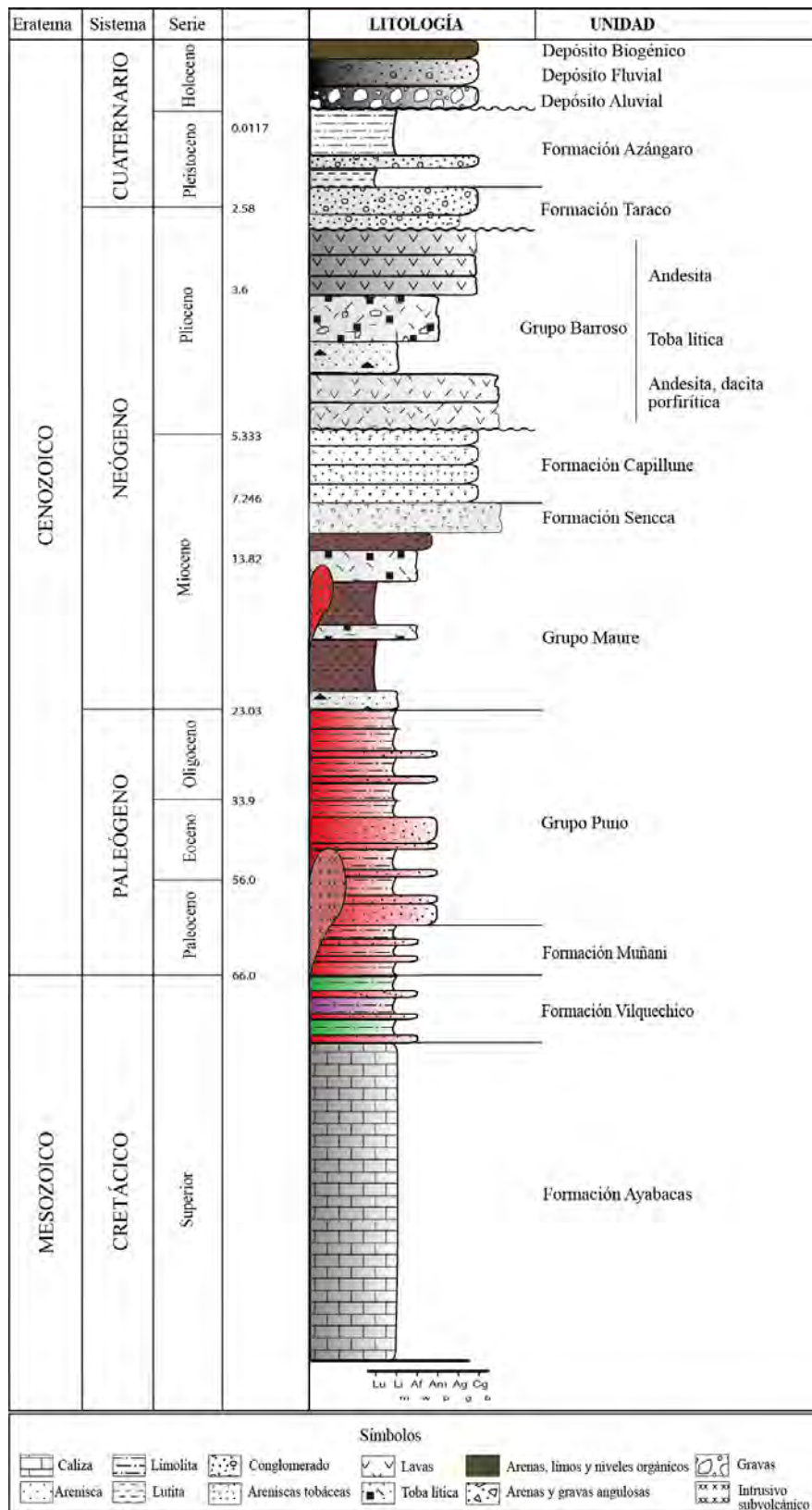


Figura 2.2 Columna estratigráfica generalizada del cuadrángulo de Juli, hojas 33y3 y 33y4.

Sobre la base del contenido litológico, posición estratigráfica, relaciones de contacto y argumentos paleontológicos, se han reconocido y diferenciado unidades estratigráficas. La estratigrafía que a continuación se propone, ha sido modificada basada en las observaciones y datos recopilados en la campaña realizada para este trabajo.

El cuadrángulo de Juli, hoja 33y, tiene un apilamiento sedimentario de más de 2000 m de grosor, compuesto de rocas detríticas, carbonatadas y volcánicas, cuyas edades van del Mesozoico al Cenozoico. Además, está compuesto de rocas ígneas diferenciadas en plutones.

A continuación, se procede a la descripción de la nueva estratigrafía propuesta para el área de estudio, la cual se presenta a partir de los mapas geológicos a escala 1:50 000, donde se muestran los aportes y cambios introducidos.

## 2.2 CAMBIOS EN ESTRATIGRAFÍA

### 2.2.1 Formación Ayabacas

Denominada Formación Ayabacas por Cabrera La Rosa y Petersen (1936), se ubica al noreste de Juliaca. Años después Newell (1949) la incluye como unidad del Grupo Moho. Palacios et al. (1993) la elevan a la categoría de formación. Es una unidad marcadamente resedimentada (constituida por una acumulación de olistolitos) y, por lo tanto, tiene que describirse como megabrecha u olistostromo. (Spence & Tucker, 1997; De Jong, 1974; Sempere, 2000). Su espesor puede sobrepasar varios centenares de metros y se observa sobre un área superior a 50 000 km<sup>2</sup>, lo que la convierte en una de las megabrechas más voluminosas en el mundo (Sempere et al., 2000). La Formación Ayabacas es una unidad formada por el colapso submarino de la plataforma carbonatada del Cretácico medio del oeste de Perú, cerca de la transición Turoniano-Coniaciano (90-89 Ma) (Callot, 2008).

Los afloramientos de la Formación Ayabacas se encuentran en la parte noroeste de la hoja 33y3, entre la localidad de Caspa Yanampaca, el cerro Yaurica y en ambos márgenes del río Jararancane. Se extiende hacia el cuadrángulo de llave, hoja 33x2 con dirección oeste. Esta unidad es limitada por la falla Salado y un cuerpo subvolcánico entre el río Salado y el cerro Pichuña, respectivamente.

La litología la constituyen calizas, limolitas y lutitas. Las calizas varían de mudstone a wackstone, son de color predominantemente gris claro (figura 2.3a), se presentan

generalmente masivas en estratos de espesor que varían de centimétricos hasta 3 m. Algunas presentan restos fósiles (gasterópodos), laminaciones paralelas (figura 2.3b), nódulos y frecuentemente se caracterizan por exponer superficie de erosión cárstica. Las limolitas y lutitas se presentan en grosores que varían de centimétricas a 80 cm, son en su mayoría rojizas y a veces pueden presentar niveles aislados de tonalidades gris oscuro a negras. En conjunto, están dispuestas en estratos decrecientes y algunas veces masivos.

En conjunto, los afloramientos de la Formación Ayabacas presentan estratos de calizas deformados y distribuidos caóticamente dentro de una masa de lutitas y limolitas rojas (fotografía 2.1). Este rasgo es debido al deslizamiento submarino dentro de un régimen de tectónica distensiva, el cual favoreció el carácter olistostómico (Callot, 2008).

La relación de contacto con la unidad infrayacente no ha sido observada en la zona. Sin embargo, la unidad detrítica sobreyacente corresponde a la Formación Muñani, que yace en fuerte discordancia angular. En la zona, debido a que los afloramientos se presentan de forma caótica, el espesor de la Formación Ayabacas es incierto y resulta complejo medir por la falta de continuidad estratigráfica de los afloramientos. Sin embargo, se estima que puede variar de 150 a 250 m.

Según Jaillard & Santander (1992), la Formación Ayabacas es comparable con la Formación Huambo y la Formación Arcurquina en el departamento de Arequipa. La Formación Ayabacas de esta parte del Altiplano peruano se correlaciona con las Calizas Yuncaypata de la región de Cusco (Carlotto et al., 1996, 1999, 2011) y con las formaciones Ferrobamba y Arcurquina de la Cuenca Occidental sur peruana. También se correlaciona con la parte inferior de la Formación Chonta (Carlotto et al., 1996) y las calizas de la Formación Miraflores de Bolivia (Martínez et al., 2008).

En la zona de trabajo no se han recolectado fósiles que definan la edad para estas secuencias carbonatadas. Sin embargo, Sánchez et al. (2004), en el cuadrángulo de llave 33x recolectaron fósiles de *Neithea sieversi* STEINMANN, *Exogira* cf. *E. Mermeti* COQUAND, *Vepricardium* sp, *Cucullaea brevis brevis* D. ORBIGNY, *Mulinoides* sp, *Dentalium pauperculum* MEEK & HAYDEN y *Torquesia* sp. Estas evidencias paleontológicas indican una edad Cenomaniana. Considerando lo anterior y por la posición estratigráfica, se considera que la Formación Ayabacas tiene una edad del inicio del Cretácico superior.

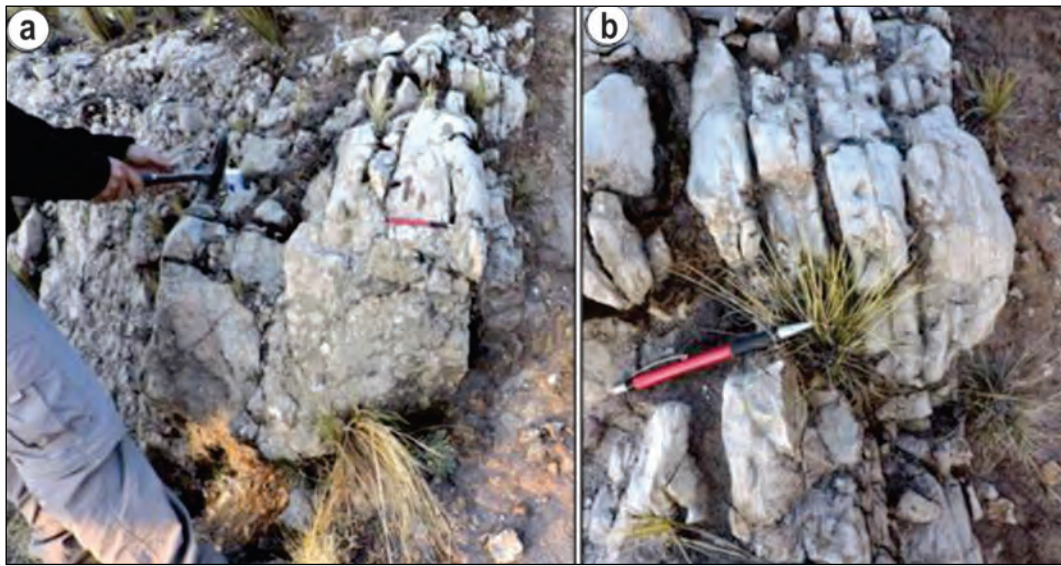


Figura 2.3 Formación Ayabacas. A) estratos de calizas grises con niveles de limolitas masivas color rojizo; B) laminaciones paralelas. Tomada al norte de la Laguna Ajuyani, vista al norte (UTM 450018/8196458).



Fotografía 2.1 Estratos de calizas deformados (olistostomos) de la Formación Ayabacas. Tomada al noroeste del cerro Yaurica, vista al norte (UTM 447602/8192103).

## 2.2.2 Formación Vilquechico

Definida y mapeada por Newell (1949) a 7 km al sureste de Huancané, cerca al pueblo de Vilquechico. En esta parte se midió una sección tipo de 679 m de espesor compuesta de areniscas de grano fino intercaladas con lutitas abigarradas.

Las rocas de la Formación Vilquechico afloran en la parte central del extremo oeste de la hoja 33y3 en ambas márgenes de la quebrada Huayuma. Las extensiones laterales de estas rocas

se prolongan con rumbo NE-SO hacia el cuadrángulo de llave, hoja 32y2.

Litológicamente, está compuesta de estratos de areniscas y limolitas (figura 2.4a). Las areniscas son cuarzosas de color gris claro, pardas y rojizas, aisladamente con tonalidades verdes, varían de grano medio a grueso a veces fino, con grosores entre 0.20 m a 0.30 m. Las limolitas que se intercalan con las anteriores son, por lo general, rojas, verdes y, menos frecuentes, con tonalidades púrpuras (figura 2.4b y c).

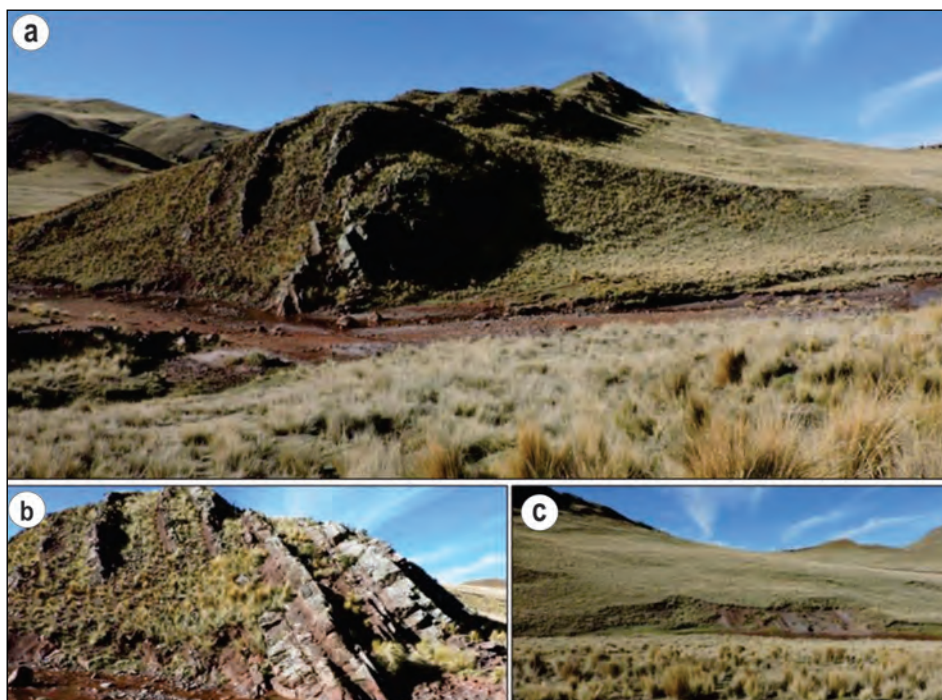


Figura 2.4 Formación Vilquechico. a) areniscas cuarzosas y limolitas rojizas; b) y c) limolitas púrpuras y areniscas. Tomada en el cuadrángulo de llave, cerca a la quebrada Huañuma, vista al suroeste (UTM 446849/8190269).

Su límite inferior muestra un contacto discordante con la Formación Ayabacas y su límite superior es concordante y progresivo con la Formación Muñani. Además, al noreste del cerro Yaurica está cubierta por lavas andesíticas. El espesor estimado en la zona es aproximadamente 100 m. Sin embargo, en su proyección en el cuadrángulo de llave puede superar los 150 m.

La Formación Vilquechico del Altiplano peruano se correlaciona con la Formación Puquin en Cusco (Carlotto et al., 1996). Parcialmente se correlaciona con la Formación Cachiyacu en el nororiente peruano (Audebaud et al., 1976). Y, según Jaillard et al. (1993), se correlaciona con la parte superior del Grupo Moho y la Formación El Molino de Bolivia.

En la zona del cuadrángulo de Juli, hoja 33y, no se han recolectado fósiles. Sin embargo, según el registro fósil, Jaillard et al. (1993) reportan: dientes de pescado, bivalvos, gasterópodos, fragmentos de plantas, ostrácodos, carofitas y huellas fósiles de dinosaurios. Sobre la base de estas dos últimas le asigna la edad Coniaciana-Maastrichtiana (Cretácico superior).

### 2.2.3 Formación Muñani

La Formación Muñani fue definida por primera vez por Newell (1949) en el cuadrángulo de Putina (30x) cerca al pueblo homónimo, donde está compuesta por una potente sucesión estrato granocreciente de marrón rojizo a rojo que contrasta con los colores verdosos a morados de la Formación Vilquechico superior.

En el cuadrángulo de Juli, aflora en la parte media del extremo oeste de la hoja 33y3. En esta parte existe una intercalación de limolitas y areniscas arcóscicas de tonalidades rojizas (figura 2.5a), además de niveles aislados de conglomerados. Hacia la parte superior de la unidad, resalta el incremento de limolitas rojas (figura 2.5b).

Sobreyace de manera concordante a la Formación Vilquechico y bajo la misma relación de contacto infrayace al Grupo Puno (figura 2.5a), como se observa en la quebrada Huañuma. Al norte del cerro Isca Libro, se puede observar que está cubierta por lavas andesíticas del Centro Volcánico Choquechilluma. El espesor estimado en esta parte puede superar los 100 m.

Por sus colores y facies característicos, la Formación Muñani es equivalente a la parte inferior de la Formación Tiahuanaco (Altiplano Norte de Bolivia) y al conjunto constituido por las formaciones Santa Lucía, Cayara y Potoco inferior (Andes bolivianos) (Sempere et al., 2004).

En la zona esta unidad no presenta fósiles; sin embargo, la edad fue considerada desde el Cretácico superior- Paleógeno (Newell, 1949, Portugal, 1974). Asimismo, Grambast et al. (1967), Chávez et al. (1996) y Sánchez & Zapata (2003), por correlaciones estratigráficas con la región de Cusco, consideran la Formación Muñani del Paleógeno inferior. Por lo tanto, por posición estratigráfica y siguiendo lo estimado por estos últimos reportes se le asigna una edad de Paleoceno-Eoceno.



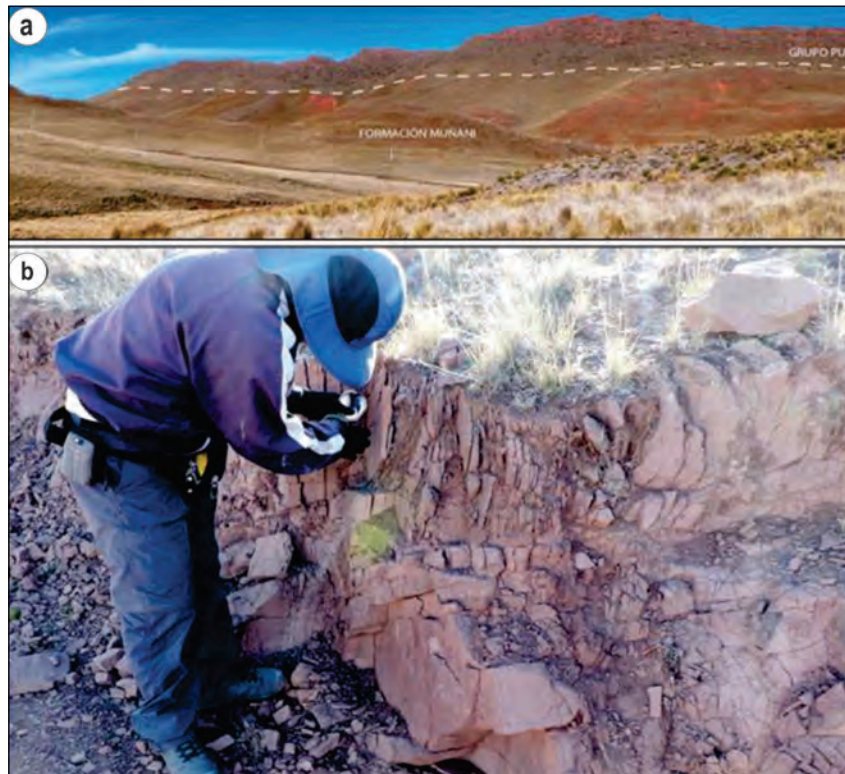


Figura 2.5 Formación Muñani. a) vista panorámica mostrando las secuencias rojas (limolitas y areniscas); b) contacto superior con las secuencias sobreyacentes del Grupo Puno. Vista tomada desde la quebrada Huañuma en la parte media del extremo oeste de la hoja 33y3, vista hacia el suroeste (UTM 445470/8190087).

## 2.2.4 Grupo Puno

Al noroeste de la ciudad de Puno, Gerthi (1915) describió por primera vez unas capas rojas de areniscas y conglomerados. Años después, Cabrera & Petersen (1936) les asignan el nombre de Formación Puno. Posteriormente, fueron mapeadas y descritas con amplitud como parte de la región del altiplano por Newell (1949), quien les asigna la categoría de grupo y las describe como una gruesa acumulación de sedimentos arcóscicos de facies continental de colores rojizos, mal clasificados, los cuales se acumularon en cuencas de subsidencia rápidas durante el Cretácico superior y el Terciario. Años más tarde, Palacios et al. (1993) proponen una división informal en tres facies (secuencias) de extensión regional y con contactos transicionales: en la base: areniscas; en el medio: areniscas con intercalaciones de conglomerados; y en la parte superior: conglomerados con intercalaciones de areniscas.

El Grupo Puno en la zona de estudio tiene amplia distribución entre las localidades de Huapaca Santiago y Tesctaca. En este sector se observan secuencias grano estrato decrecientes (figura 2.6A) compuestas de limolitas rojas (figura 2.6B) y areniscas de coloración rojiza (figura 2.6C). Las limolitas predominan en esta parte y las areniscas varían de grano grueso a medio y se presentan en estratos de hasta 1 m de grosor. Está cubierto por secuencias volcánicas e infrayace al Grupo Maure en contacto concordante. En el sector Oeste aflora en la quebrada Huañuma donde sobreyace en concordancia con la Formación Muñani y es cubierta por lavas andesíticas (fotografía 2.2). Esto también se observa en el sector central, en la localidad de Joko Pampa y al Noreste de la localidad de Pomata.

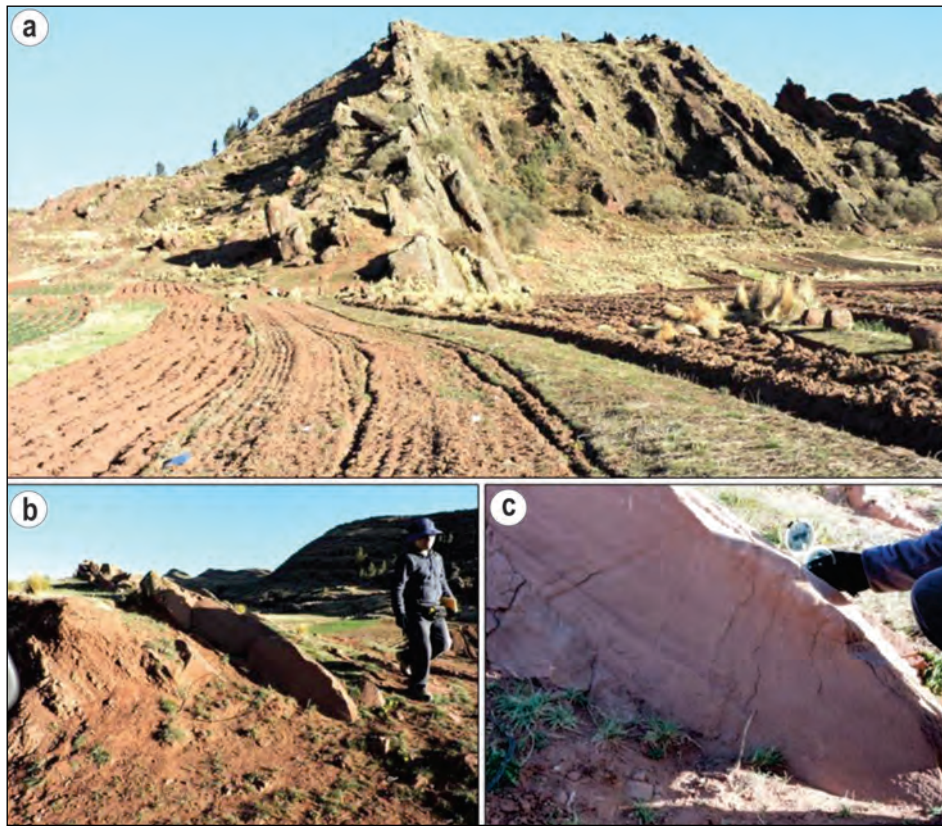


Figura 2.6 a) Se observan secuencias estrato y grano decrecientes; b) secuencia de limolitas rojizas; c) de areniscas. Tomado al sur de la localidad de Viko, vista hacia el sur (UTM 472516/8184250).



Fotografía 2.2 Vista panorámica de las secuencias estrato decrecientes del Grupo Puno que son cubiertas por lavas andesíticas. Tomando al Este de la quebrada Huañuma, vista hacia el sureste (UTM 446845/8190204).

Otros afloramientos distintivos del Grupo Puno se ubican en la parte norte sobre la margen izquierda del río Salado (fotografía 2.3 y figura 2.7A) y en las nacientes del río Japo (figura 2.7B). Estos afloramientos se encuentran parcialmente cubiertos por morfoestructuras volcánicas (centro volcánico). Por fotointerpretación geológica se puede describir que corresponderían a cortes o colapso abruptos del terreno en

estas zonas, formando pendientes de 45° aproximadamente. De este modo, se descarta que formen parte de secuencias volcánicas, debido a su litología y disposición de estratos con rumbo andino, coincidiendo con la gran secuencia del Grupo Puno que se extiende desde la provincia de Puno hasta la provincia de Desaguadero y Bolivia.



Fotografía 2.3 Areniscas y limolitas en conjunto de coloración rojiza. Las areniscas son de grano medio a grueso y en capas con laminaciones oblicuas y paralelas. Tomada en la margen izquierda del río Salado, vista al norte (UTM 449609/ 8202784).

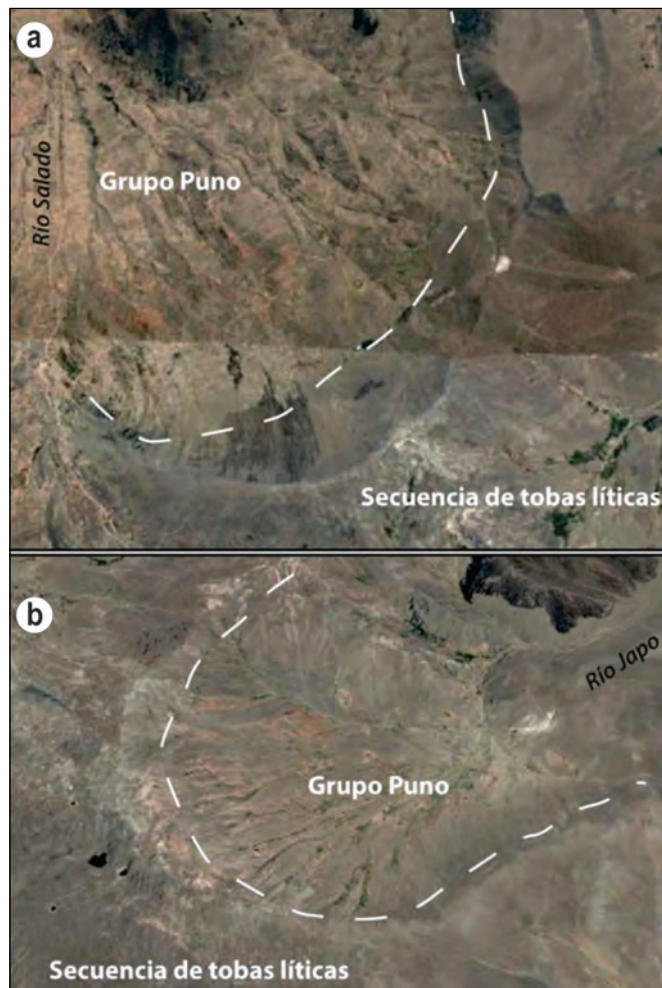


Figura 2.7 Imagen satelital de los afloramientos del Grupo Puno. a) sobre la margen izquierda del río Salado; b) en las nacientes del río Japo. Tomado de Google Earth.

En el extremo suroeste de la hoja 33y4, los afloramientos se ubican específicamente en los alrededores de los cerros Pucará (figura 2.8 A), Yacaré, Caracollo y Zapocollo. En esta parte, está constituida por intercalaciones de areniscas arcósicas de grano grueso a fino y limolitas rojizas, estrato y grano decrecientes que varían de 0.2 a 0.8 m (figura 2.8 B). Esta unidad es intruida por cuerpos subvolcánicos. El espesor de las secuencias atribuidas al Grupo Puno puede superar los 500 m.

Al norte, en la región de Cusco, el equivalente del Grupo Puno parece ser el Grupo San Jerónimo, y tal vez las unidades pélficas rojas a las cuales sobryace (formaciones Chilca y Quilque) (Carlotta, 1998). Los equivalentes del Grupo Puno al sur en Bolivia corresponden a la Formación Tiahuanaco (Altiplano

Norte de Bolivia) y al conjunto formado por las formaciones Santa Lucía, Cayara y Potoco (Andes bolivianos) (Sempere, 2004).

No se ha encontrado elementos paleontológicos para establecer una posible datación del Grupo Puno, siendo la edad de este grupo un tema de amplia discusión. En este estudio, las relaciones de contacto se toman como criterio para asignar la edad. Estas indican que el Grupo Puno es posterior a la Formación Muñani (Cretácico superior) y anterior al sistema volcánico del Plioceno. Además, se toma como referencia los estudios de magnetoestratigrafía en la Laguna Umayo (cuadrángulo de Puno 32v), los cuales indican una edad Eoceno inferior, comprendida entre 55.9 y 53.4 Ma (Sigé et al., 2004). De acuerdo con estas evidencias este estudio considera un rango de edad Paleógeno.

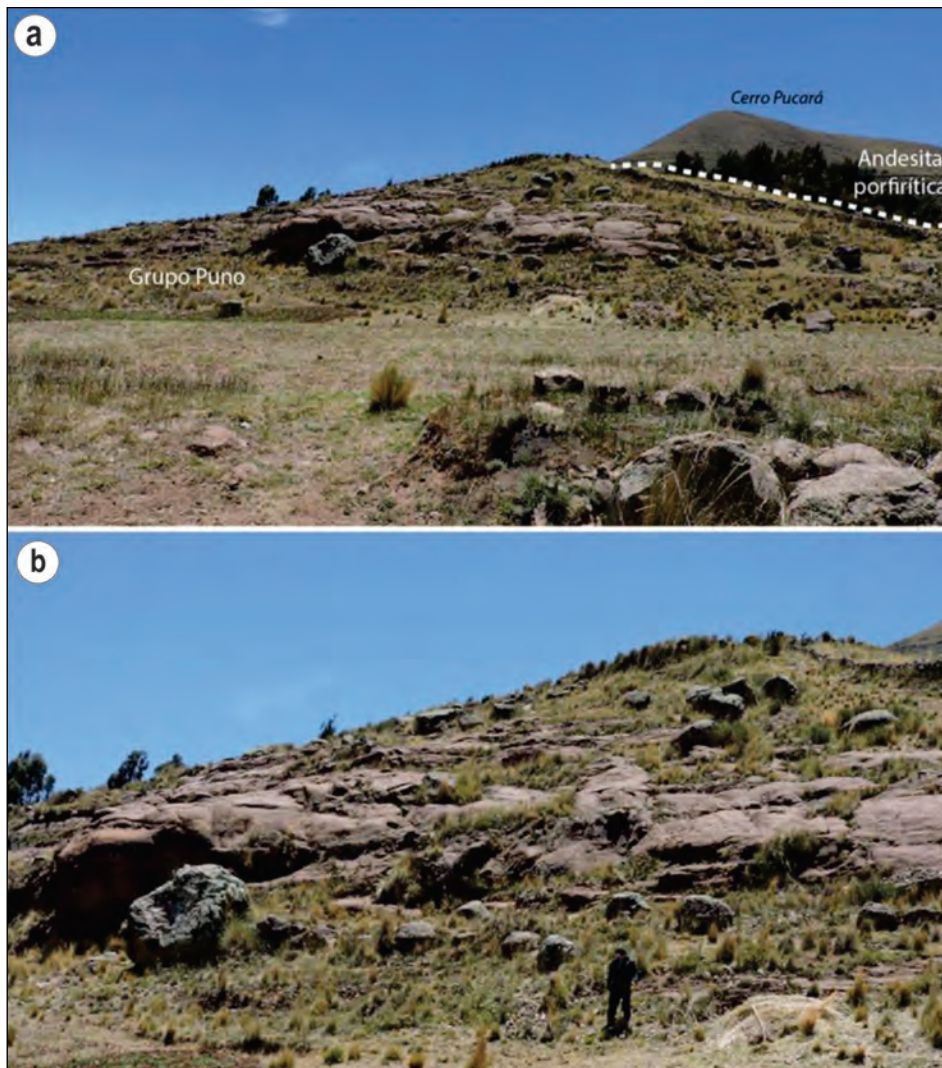


Figura 2.8 a) Grupo Puno en contacto con rocas subvolcánicas; b) areniscas rojizas del Grupo Puno. Tomada al oeste del cerro Pucará, vista al este (UTM 448185/8204363).

### 2.2.5 Grupo Maure

Kozlowski (1918) define bajo el nombre de Estratos del Río Mauri a unas rocas que afloran en el río Mauri en el territorio boliviano cerca de la frontera con el Perú. Años después, Ahlfeld y Branisa (1960) las describen bajo la categoría de formación e incluyen en la unidad una serie sedimentaria inferior y un manto de toba volcánica superior, separados por una discordancia. Por su parte, Wilson & García (1962) denominó a sedimentos y flujos piroclásticos de los cuadrángulos de Pachía (36v) y Palca (36x) como Formación Maure. Posteriormente, Mendivil (1965) incluye dentro de la Formación Maure a una secuencia volcánica post Grupo Tacaza. Luego, Klinck et al. (1986) y Palacios et al. (1993) le asignan el rango de Grupo.

Considerando las observaciones de campo, se define que las rocas descritas anteriormente como Formación Sencca y Formación Capillune en el cerro Tanca Collo (Sánchez et al., 2000) corresponderían al Grupo Maure debido a que no se observan límites estratigráficos entre las unidades. Por lo tanto, se considera lo establecido por Palacios et al. (1993) y se retoma esta nomenclatura de Grupo Maure.

En la zona de estudio, el Grupo Maure aflora en el extremo sureste, entre la localidad de Tarapoto y el cerro Tanca Collo en el límite entre los cuadrángulos de Juli, hoja 33y3 y Pizacoma, hoja 34y4 (figura 2.9a). Litológicamente, está compuesto por conglomerados, areniscas, limolitas y tobas. Los conglomerados contienen clastos subangulosos en su mayoría de composición

volcánica. Las areniscas son tobáceas de grano medio, de color gris verdoso. Las limolitas son rojizas (figura 2.9b). Entre las anteriores se distingue un nivel toba de cristales de composición riolítica de color blanquecino (figura 2.9c).

El Grupo Maure se encuentra sobre rocas del Paleógeno (Grupo Puno) y cubierto por rocas volcánicas. Su límite inferior es aparentemente concordante con el Grupo Puno y su límite superior con las secuencias del Centro Volcánico Jilarata. Se estima un espesor de 300 m.

Palacios (1993) menciona que el Grupo Maure es parcialmente equivalente en tiempo a los Grupos Sillapaca, Barroso y Palca. Asimismo, es equivalente a una parte de las Formaciones Capillune, Sencca, Maure, Quemillone y Pichu, mapeadas en otros sitios del sur del Perú.

En el área estudiada del Grupo Maure no se han encontrado fósiles que puedan definir su edad. Sin embargo, la edad para este grupo se define considerando las dataciones radiométricas por el método K-Ar en roca total, realizadas en el cuadrángulo de Pichacane (33v) y que indican edades de  $10.2 \pm 0.9$  Ma;  $8.0 \pm 0.4$  Ma y  $8.8 \pm 0.4$  Ma. Además, se considera la datación realizada en el cuadrángulo de Condorama (31t) con  $11.2 \pm 0.5$  Ma (Palacios et al., 1993). Asimismo, en el cuadrángulo de Lagunillas (32u) las dataciones radiométricas de los tobas indican una edad Miocena (Boudesseul et al., 2000). De este modo se considera para esta unidad una edad de Mioceno inferior.



Figura 2.9 Vista panorámica de los afloramientos del Grupo Maure al extremo sureste de la hoja. Vista tomada hacia el noroeste (UTM: 468296/8175093).

### 2.2.6 Formación Sencca

Inicialmente la Formación Sencca fue reconocida a lo largo del río Mauri (Bolivia) y definida con el miembro 6 tobáceo de la Formación Pérez (Ahlfeld, 1946; Evernden, 1977). La Formación Sencca se extiende sobre el noroeste de Bolivia y sureste de Perú donde fue erróneamente descrita como Formación Maure (Mégard, 1961; Wilson & García, 1962). Considerando la continuidad lateral de las tobas, en el sur del Perú, se denominó "Volcánico Sencca" (Mendivil, 1965) y no se le atribuyó el rango de formación.

En la zona de estudio las rocas denominadas como Formación Sencca afloran en la parte este del extremo sur de la hoja 33y3 del cuadrángulo de Juli (figura 2.10a). Estas rocas se extienden entre los cerros Pacirca y Tanca Collo, atravesando las quebradas que forman los ríos Tarapoto y Callilla con dirección sureste a noroeste.

La Formación Sencca está compuesta de tobas de lapilli (figura 2.10b) soldadas, con presencia de fragmentos de pómez, líticos de naturaleza andesítica y cristales de cuarzo y biotita. En conjunto es de color blanquecino (figura 2.10c) variando a rosáceo en algunos afloramientos. El espesor es inferior a 60 m y corresponde a la secuencia volcánica que separa al Grupo Maure de la Formación Capillune.

Al sur del Perú la Formación Sencca fue datada por Tosdal et al. (1981) en  $6.5 \pm 0.3$  Ma. Años después fue datada por Martínez & Cervantes (2003) en  $7.6 \pm 0.10$ . Estas edades son similares a la datación de la Formación Sencca al oeste del cuadrángulo de Juli en la zona del cuadrángulo de Pichacani (hoja 33v3) datada en  $8.0 \pm 0.4$  Ma Palacios et al. (1993).

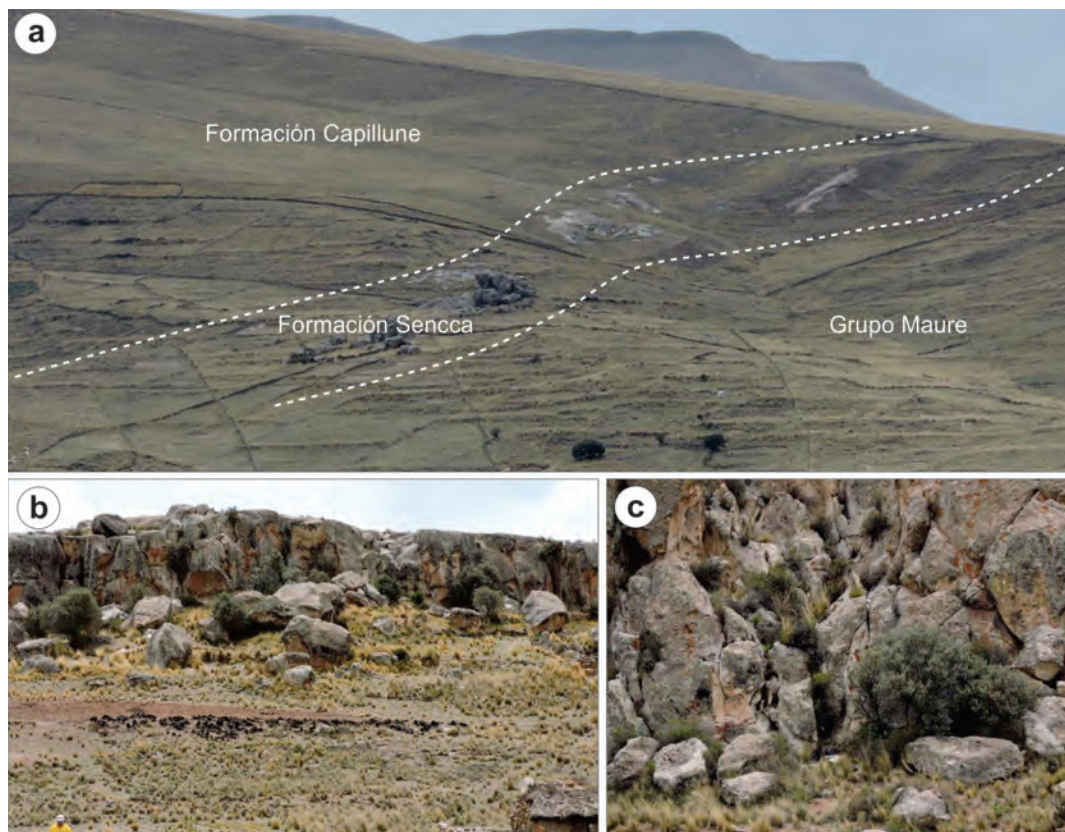


Figura 2.10 Formación Sencca. a) Vista panorámica de los afloramientos de la Formación Sencca ubicados en la parte este del extremo sur de la hoja 33y3 del cuadrángulo de Juli. b) Afloramiento de tobas de lapilli ubicados al límite sur de la hoja 33y3. c) Tobas en conjunto de color blanquecino. Vista tomada hacia el noroeste al sur del cerro Pacirca (límite de los cuadrángulos de Juli 33y3 y Pizacoma 34y4) (UTM 468837/8173106).

### 2.2.7 Formación Capillune

El nombre de Formación Capillune fue propuesto por Mendivil (1965) en el caserío homónimo ubicado a inmediaciones del río Viluta en la localidad de Capillune, del cuadrángulo de Maure (35x), donde define una serie sedimentaria lacustre, compuesta de conglomerados, areniscas, piroclásticos, limolitas y arcillas, con coloraciones grises, blanco, amarillentas y verdosas. Esta formación tiene amplia distribución en el altiplano andino y sus afloramientos en capas horizontales de color blanco amarillento son bien reconocidas.

En el área estudiada los afloramientos se ubican en el extremo este de la hoja 33y3, en los alrededores de la localidad de Takahua y el norte del caserío de Cochini. Estas rocas se extienden al este hacia el área del cerro Ccapia, donde tiene amplia distribución. Afloramientos similares se tienen al oeste y noroeste del cerro Pacirca ubicado en el extremo sur de la hoja 33y3.

Litológicamente, en el extremo este de la hoja 33y3 está compuesta por niveles de areniscas tobáceas blanquecinas a veces rojizas y tobas re trabajadas de color blanquecino a amarillento, con cristales de cuarzo, biotita, fragmentos de pómez fibrosos de color gris y líticos. En el extremo sur los afloramientos en la parte inferior son predominantemente rojizos (figura 2.11) y están compuestos de corresponden a limolitas, areniscas tobáceas de grano fino que varían a medio y niveles de conglomerados polimícticos con clastos de cuarcitas, calizas y andesitas. Al sureste del poblado

de Yunguyo, Sánchez et al., (2000) describen en la parte inferior secuencias de tobas re trabajadas blanquecinas a amarillentas con contenidos de cuarzo, biotita, plagioclasa y algunos fragmentos de pómez y líticos. Luego cambia paulatinamente, con gradación inversa a clastos de pómez y líticos, cuyo diámetro y abundancia va en aumento. Encima continua con una secuencia de arenas tobáceas con estratificación cruzada. Hacia el techo es más conglomerádica con matriz arena tobácea.

La Formación Capillune sobreyace a la Formación Sencca e infrayace discordante a los volcánicos del Grupo Barroso (figura 2.11). Se correlaciona en parte con las arcillas Azángaro (Lago Titicaca) (Newell, 1946) y posiblemente con la parte superior de los estratos de Ulloma (Ahlfeld & Branisa, 1960).

En la zona estudiada en los sedimentos de la Formación Capillune no se han encontrado fósiles. Entonces, no habiendo evidencias paleontológicas, por posición estratigráfica se le asigna una edad del Mioceno superior. Mendivil (1965), en el cuadrángulo de Maure (35x) menciona que la edad de la formación Capillune no ha podido ser establecida con precisión por no haberse obtenido datos paleontológicos. En forma aproximada se le asume en el Plioceno superior teniendo en cuenta únicamente sus relaciones de campo, pues suprayace con leve discordancia al volcánico Sencca, considerado del Plioceno medio a superior.

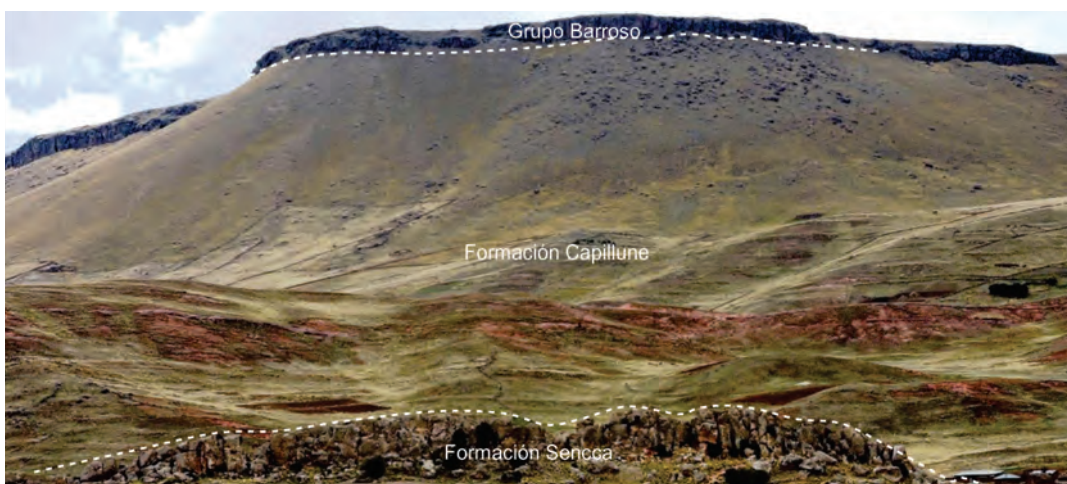


Figura 2.11 Vista panorámica mostrando a la Formación Capillune sobreyaciendo a la Formación Sencca, e infrayaciendo discordante a los volcánicos del Grupo Barroso. Nótese el color rojizo predominante en la parte inferior. Vista tomada hacia el noroeste en el límite de los cuadrángulos de Juli 33y3 y Pizacoma 34y4.

### 2.2.8 Grupo Barroso

Inicialmente fue reconocida en el departamento de Tacna Castro (1960). Posteriormente, se distinguió en los alrededores del río Maure-laguna Loriscota, volcanes que han sido erosionados por acción glacial (Mégard, 1961). Considerando su distribución en el sur del Perú y bajo criterios, petrográficos, químicos, tectónicos entre otros, Mendivil (1965) le atribuye el rango de Grupo.

En el cuadrángulo de Juli, hoja 33y, las observaciones de campo e interpretaciones de imágenes satelitales han permitido diferenciar en base a las características litológicas observadas en campo, se han definido tres secuencias cartografiadas: i) secuencia inferior (andesita a dacita porfírica), ii) secuencia media (tobas líticas) y iii) secuencia superior (lavas de composición andesítica-basáltica). Las anteriores son el producto de dos morfoestructuras volcánicas distinguidas en la zona de estudio denominadas Jilarata y Choquechilluma.

En el sur del Perú existen diversas dataciones realizadas en rocas cartografiadas como Grupo Barroso que arrojan edades

entre 10 a 7 Ma, (Farrar & Noble, 1976; Kaneoka & Guevara, 1984; Klinck et al., 1986). Sin embargo, estos datos no son congruentes con la posición estratigráfica establecida en la zona de estudio, por lo que en base a sus relaciones de contacto, límites y litología se le asigna una edad Pliocena.

#### Secuencia inferior (andesita a dacita porfírica)

Los afloramientos se ubican en el extremo suroeste de la hoja 33y3 entre los ríos Ccallacame y Sora. Afloramientos similares se ubican en los alrededores de los cerros Choquechilluma, Keque, Pucará y Tula Veco (fotografía 2.4). En conjunto los afloramientos se extienden hacia las hojas de llave 33x, Mazocruz 34x y Pizacoma 34y.

Se adopta la litología anteriormente descrita en esta zona, definida como lavas andesíticas y dacitas porfíricas son el producto de la morfoestructura de Choquechilluma. En particular, en el cuadrángulo de Juli las lavas se emplazan sobre las rocas correspondientes al Grupo Maure.



Fotografía 2.4 Vista del afloramiento de lavas. De izquierda a derecha, se observan los cerros Pucará y Choquechilluma. Vista tomada hacia el oeste (UTM 455151/8180247).

#### Secuencia media (tobas líticas)

Las rocas de la secuencia media son producto de la morfoestructura Jilarata. Estas rocas tienen amplia distribución en la hoja 33y3. Se pueden distinguir al sureste de la localidad de Pomata, Challacollo a lo largo de los ríos Molino, Milluna, Japo y Jararampane. Rocas similares afloran en los cerros Morocollo, Nigruchuta, Olla, Calvario, Jilaratahua, Inchupalla, Chucurasi, Pampa Llaquepa y Pampa Mejani.

En la hoja 33y4 los mejores afloramientos se encuentran en los alrededores de la localidad de Vilcallami Alto, Ccarancani. Afloramientos similares destacan entre la quebrada Toqueraya y el río Chihuiñuso.

Litológicamente la secuencia media está compuesta de tobas (figura 2.12) con fragmentos líticos monomícticos de formas subangulosas a subredondeadas de composición andesítica. Los fragmentos tienen diámetros que varían de 5 a 15 cm, (figura 2.13a y b) englobados en una matriz de ceniza de grano fino medio, con tonalidades gris oscuras, gris violáceas y en algunos sectores blanquecinas poco consolidadas. Las rocas son de textura porfírica con fragmentos líticos monomícticos, contienen cristales de plagioclasas, anfíboles y piroxenos.

La relación de contacto muestra que las tobas líticas cubren de forma discordante a las rocas de la Formación Capillune y al Grupo Puno (Paleógeno), e infrayacen a las lavas de la secuencia superior.





Figura 2.12 Afloramiento fracturado de toba lítica en la Quebrada Vilcallamo. Vista tomada hacia el suroeste (UTM 457073/8203307).

#### Secuencia superior (lavas de composición andesítica-basáltica)

Los afloramientos de la secuencia superior también son producto de la morfoestructura Jilarata y se distribuyen de manera similar a la secuencia inferior. En la hoja 33y3, se ubican en las inmediaciones de las localidades de Pomata, Challacollo y Collpa Jahir, entre los ríos Molino, Milluna, Japo y Collpajahuira. Afloramientos similares ocupan parte de los cerros Yaurica, Morocollo, Nigruchuta, Olla, Calvario, Jilaratahua, Inchupalla, Chucurasi, Pampa Llaquepa y Pampa Mejani.

En la hoja 33y4 los afloramientos se encuentran en los alrededores de la localidad de Cruz Pata (fotografía 2.5) y la Península de Chocasuyo (figura 2.14a y b), al sureste del poblado de Juli entre la quebrada Toqueraya y el río Chihuiñuso. Otros afloramientos se ubican a lo largo de las quebradas Cajé, Carancani, Toqueraya, Vilcallame y a orillas del lago Titicaca.

Litológicamente está compuesta por lavas de color gris claro y gris oscuro a negro con ocurrencias groseramente estratificadas (figura 2.15a y b). Pueden presentar disyunción columnar (fotografía 2.6) y algunas de ellas son vesiculares. Tienen composición andesítica a andesita basáltica, texturas que varían de afaníticas a porfiríticas (figura 2.16a) con cristales de plagioclasas, cuarzo, anfíboles, biotitas y ferromagnesianos en matriz afanítica. Algunas lavas son vesiculares (figura 2.16b), con texturas que varían de afaníticas a porfiríticas y de color gris oscuro a negro. Se han recolectado muestras que describen petrográficamente a esta secuencia (anexo 2 Petrografía). Según Klinck et al., (1986) esta estructura volcánica fue erosionada por la acción glaciar. Su posible dinámica eruptiva se puede resumir en dos eventos: un vulcanismo explosivo al inicio, seguido por un efusivo.



Fotografía 2.5 Lavas andesíticas (muestras GR22A-14-132). Tomada al noroeste de localidad de Cruz Pata, vista hacia el sureste (UTM 451532/8209020).

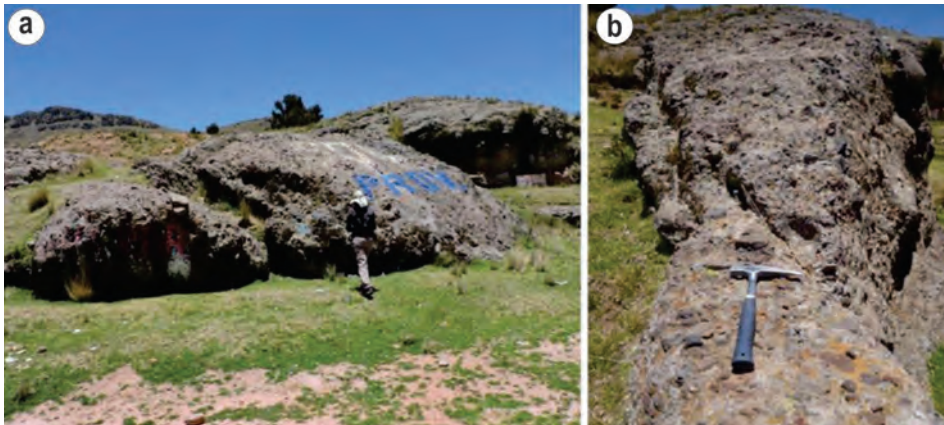


Figura 2.13 Afloramiento de toba lítica en la Quebrada Vilcallamo. Vista tomada hacia el suroeste (UTM 457073/8203307).

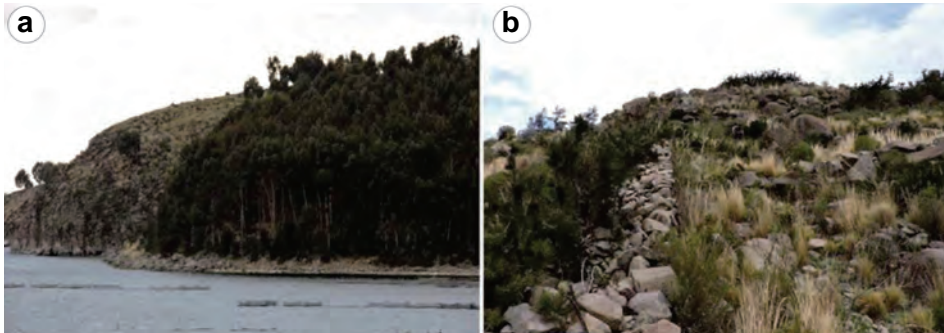


Figura 2.14 Afloramiento de lavas. a) vista de afloramientos de lavas; b) lavas poco estratificadas de color gris oscuro (muestras GR22A-14-128). Vista tomada hacia el sureste de Península de Chocasuyo (UTM 457159/8210165).



Figura 2.15 Lavas. a) vista del afloramiento de lavas, vista tomada hacia el noreste; b) detalle del afloramiento de lavas con estratificación irregular en la Pampa Llaquepa, vista tomada hacia el suroeste (UTM 470613/8192785).



Fotografía 2.6 Vista del afloramiento de lavas con disyunción columnar, al este de la comunidad de Collpa Jahuirá. Vista tomada hacia el sureste (UTM 451813/8188142).

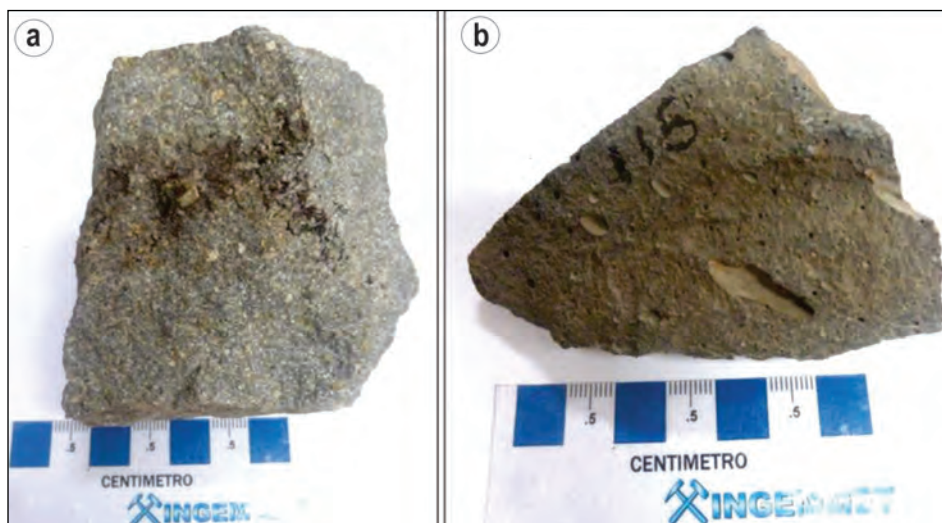


Figura 2.16 Muestra de roca. a) detalle de lava andesítica con textura porfirítica, recolectada en la comunidad de Collpa Jahuirá (muestra GR22A-14-101); b) lava andesita basáltica con textura vesicular, recolectada en la comunidad de Challacollo (muestra GR22A-14-115).

Al oeste de Kajje se ha cartografiado una secuencia volcánica compacta de color negro y textura porfirítica que se caracteriza en conjunto por presentar formas redondeadas debido a la erosión (figura 2.17a y b). La roca está conformada por cristales de plagioclasas inmersos en una matriz de textura afanítica.

Además, se observan vesículas y presenta alto contenido de vidrio volcánico (figura 2.18a y b), petrográficamente se le clasifica como andesita (anexo 2 Petrografía, muestra GR22A-14-129). Según el estudio petrográfico, la roca es de densidad baja y de magnetismo débil.

La relación de contacto de las lavas puede variar de un lugar a otro. Sobreyace a la secuencia de tobas líticas, tal como se observa en el extremo noroeste, al sur de la localidad de Tisñachuro Central y en el extremo este entre las localidades de Pomata y Parjara. Finalmente, en el extremo suroeste entre el cerro Chiarccala, sobreyace directamente sobre las secuencias volcanoclásticas del Grupo Maure (Mioceno). Infrayace en contacto discordante a las rocas de la Formación Taraco (Plioceno superior-Pleistoceno). En las comunidades de Pallaymarca y Combes Alto, se encuentran sobre las tobas líticas. Al sureste de las comunidades Olla y Tacaya sobreyacen

directamente a las secuencias del Grupo Puno y Formación Taraco respectivamente.

Según las relaciones de contacto, las rocas generadas por la morfoestructura corresponden a la parte inferior media del Plioceno. Dataciones radiométricas K/Ar realizadas en estas secuencias (ver extremo noroeste de la hoja Juli 33y3) indica una edad de  $7.2 \pm 0.4$  Ma y  $8.7 \pm 0.4$  Ma (Klinck et al., 1986) y  $7.2 \pm 0.009$  Ma (Kaneoka & Guevara, 1984). Sin embargo, considerando la posición estratigráfica se le asigna una edad Plioceno.

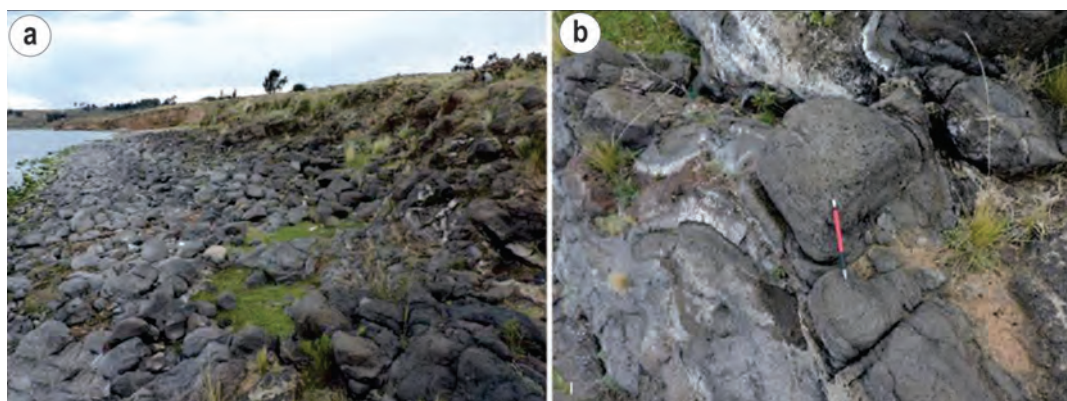


Figura 2.17 Lavas. a) vista del afloramiento de andesitas (muestra GR22A-14-129); b) detalle de la andesita con textura vesicular afanítica, color gris oscuro a negro. Tomada al norte de la localidad Kajje, vista hacia el sur (UTM 455984/8210206).



Figura 2.18 Lavas. a) detalle de andesitas con formas redondeadas; b) andesitas de textura porfídica (muestra GR22A-14-129) de color gris oscuro con alto contenido de vidrio volcánico. Tomada al norte de la localidad Kajje, vista hacia el sur (UTM 455984/8210206).

### 2.2.9 Centro Volcánico Choquechilluma

El Centro Volcánico Choquechilluma fue diferenciado en el extremo sureste del cuadrángulo de llave 33x (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2001), donde tiene su mayor distribución. Se extiende hacia el extremo suroeste de la hoja 33y3, entre los ríos Ccallacame y Sora, además en los alrededores de los

cerros Choquechilluma, Keque, Pucará y Tutupaca (fotografía 2.7). Se adopta la litología anteriormente descrita en esta zona, definida como lavas andesíticas y dacitas porfíricas. Tomando como referencia los datos geocronológicos del Centro Volcánico Jilarata en los niveles de lavas (Kaneoka & Guevara, 1984), se considera la misma edad de Mioceno superior (parte superior).



Fotografía 2.7 Vista del afloramiento de lavas. De izquierda a derecha, se observan los cerros Pucará y Choquechilluma. Vista tomada hacia el este (UTM 455151/8180247).

### 2.2.10 Formación Taraco

En el cuadrángulo de Juli, hoja 33y3 aflora en el extremo norte, y al norte de la localidad de Sihuayro Aurina (fotografía 2.7). En la hoja 33y4 aflora en la parte noreste, entre las localidades de Cochasuyo, Sihuayro Central (figura 2.17a) y Cruz Pata.

Litológicamente, está compuesto por conglomerados de origen fluvial, clastos soportados que varían a matriz soportada

(figura 2.19). Los clastos son polimícticos (volcánicos e intrusivos), subangulosos a subredondeados y presentan canales de areniscas. Estratigráficamente se encuentra cubriendo a cuerpos subvolcánicos de andesitas, a las secuencias sedimentarias del Grupo Puno y frecuentemente a los centros volcánicos. Por posición estratigráfica se le asigna una edad Plioceno-Pleistoceno (Sánchez et al., 2000).



Fotografía 2.8 Afloramiento de conglomerados polimícticos y areniscas de la Formación Taraco. Vista tomada hacia el suroeste de Sihuayro Aurina (UTM 461516/8203352).

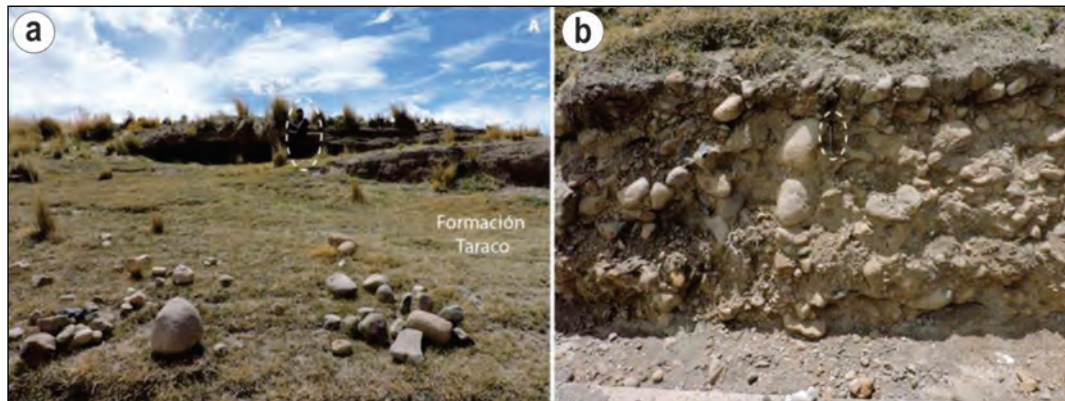


Figura 2.19 Formación Taraco. a) afloramiento de la Formación Taraco; b) detalle de conglomerados clastosoportados. Tomada al norte de la localidad Sihuayro Central, vista hacia el sur (UTM 459950/8209802).

### 2.2.11 Formación Azángaro

Los afloramientos en la hoja 33y3 se ubican en el extremo sur, al norte de la localidad de Tarapoto y a lo largo del río Huapaca. En la hoja 33y4 similares afloramientos se ubican en el extremo noroeste entre las localidades de Ccaccata, Maquecota y Acaso.

Litológicamente está constituida por intercalaciones de areniscas y limos con concreciones calcáreas. Las areniscas son de grano medio a grueso con laminaciones paralelas y limolitas de color gris a gris blanquecino frecuentemente laminadas. Las secuencias se observan en las partes planas dispuestas de manera subhorizontal (figura 2.20). Se estima un espesor de 100 m y el ambiente de depositación es principalmente lacustrino con márgenes fluviales. Se presenta rellenando paleorelieves, cubriendo en el fondo de la quebrada al Grupo Puno. Por posición estratigráfica se le asigna una edad Plioceno-Pleistoceno (Palacios et al., 1993; Sánchez et al., 2000).

### 2.2.12 Depósitos cuaternarios

#### Depósito Aluvial

En la hoja 33y3 los depósitos aluviales son reconocidos a lo largo de las pampas Jiscani Pampa, Llaquepa Pampa, Mejani Pampa y las quebradas Pichuña, Yocto, Cuycuta, Collpa Jahuira, Tanana, Llaquepa y Collimi. Estos presentan una gran continuidad. En la hoja 33y4 se encuentran en los alrededores de Juli, Matine, Chijipuro y Lleca. Además, en el extremo noroeste en los alrededores de la localidad de Yassi (fotografía 2.8).

Consisten en depósitos de gravas, arenas y arcillas (figura 2.19a). Las gravas son subangulosas a subredondeadas de composición volcánica, con diámetros entre 3 a 5 cm; seguido de intercalaciones de arenas de grano fino y arcillas (figura 2.19b), cubriendo llanuras aluviales.

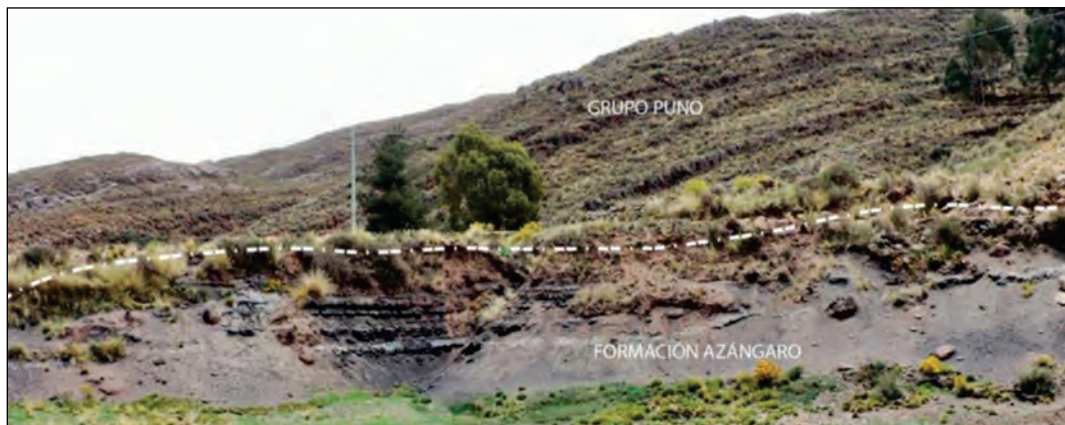


Figura 2.20 Niveles de areniscas y limolitas grises de la Formación Azángaro. Tomada desde el norte de la localidad de Tarapoto, vista hacia el noroeste (UTM 469765/8181610).



Fotografía 2.9 Depósitos aluviales en los alrededores de la localidad de Yassi (extremo noroeste de la hoja 33y4) (UTM 453923/8224194).



Figura 2.21 Depósitos cuaternarios. a) depósitos aluviales compuestos de gravas, arenas y arcillas; b) detalle de gravas subangulosas a subredondeadas matriz soportadas seguidas de intercalaciones de arenas y arcillas. Tomada desde el norte de la localidad de Lampa Grande, vista hacia el norte (UTM 469887/8194887).

### Depósito Fluvial

Los depósitos fluviales en la hoja 33y3 están ubicados en el extremo noreste en el río Tanana (figura 2.22) y el extremo suroeste en el río Colpa Jahuirá. En la hoja 33y4 los depósitos fluviales están ubicados en ambos márgenes del cauce de los ríos llave (extremo noroeste de la hoja) (fotografía 2.10) y Salado (extremo suroeste de la hoja) formando terrazas fluviales.

Litológicamente están compuestos por gravas gruesas redondeadas de 5 a 20 cm de tamaño y algunas arenas transportadas por la corriente del río y quebradas tributarias, formando pequeñas terrazas y acumulaciones de arenas en el borde de los ríos mencionados.



Figura 2.22 Depósito fluvial del borde del río Tanana. Vista hacia el noroeste (UTM 464045/8194087).



Fotografía 2.10 Depósitos fluviales ubicados en la margen derecha del río llave (UTM 451434/8228205)

### Depósito Biogénico

Los depósitos biogénicos se ubican en el extremo noreste de la hoja 33y3, frente a las localidades de Challapampa, Pomata y

Villa Santiago y al sureste de la isla Quijata (figura 2.23). Estos depósitos presentan morfología plana y corresponden a arenas, limos y niveles orgánicos dejados por el retiro del lago.



Figura 2.23 Depósito fluvial del borde del río Tanana. Vista hacia el noroeste (UTM 464045/8194087).



## 2.3 ROCAS ÍGNEAS

### 2.3.1 Rocas subvolcánicas

#### Andesitas porfídicas

En la hoja 33y3 los cuerpos subvolcánicos se representan de oeste a este, entre los cerros Pichuña, Llallahua, Caballune, Pilcojahua y en los alrededores de la localidad de Pomata.

Los afloramientos en algunos sectores presentan coloración blanquecina por efectos de meteorización (figura 2.24). En la hoja 33y4 la cartografía ha permitido diferenciar cinco cuerpos de andesitas porfíricas expuestos en los alrededores del poblado de Juli (figura 2.25). Las intrusiones se ubican en los cerros Pucará, Yacaré, Zapacollo y, por primera vez, se describe intrusiones similares en el cerro San Bartolomé (noreste de Juli).

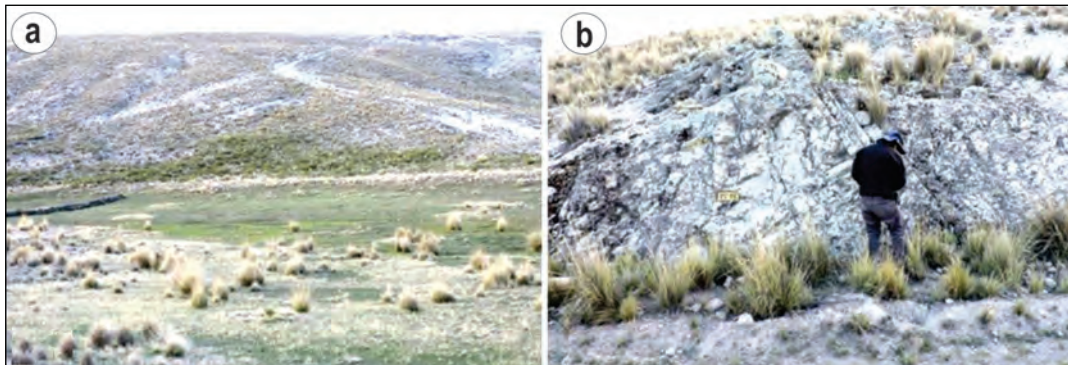


Figura 2.24 Rocas subvolcánicas. a) vista de los afloramientos de andesitas porfídicas meteorizadas; b) detalle del afloramiento de andesitas porfídicas. Tomada en la quebrada Saracucho, vista hacia el norte (UTM 449565/8194069).



Figura 2.25 Imagen satelital que muestra la distribución de los cuerpos subvolcánicos de andesitas y dacitas porfídicas. Estas rocas intruyen a secuencias de los Grupo Puno, rocas volcánicas y a la Formación Taraco. Tomada de Google Earth.

Morfológicamente los cuerpos presentan forma cónica a elíptica y están compuestos por rocas de color blanquecino a rosada. Tienen textura porfírica, de grano grueso y con fenocristales de plagioclasas, biotita (máfico predominante), piroxenos,

anfíboles y cuarzo (menor al 5 %) (figura 2.26). Estos cuerpos se encuentran cortando al Grupo Puno y a las lavas andesíticas. Adicionalmente se muestran descripciones microscópicas (anexo 2 Petrografía, muestra GR22A-14-113).

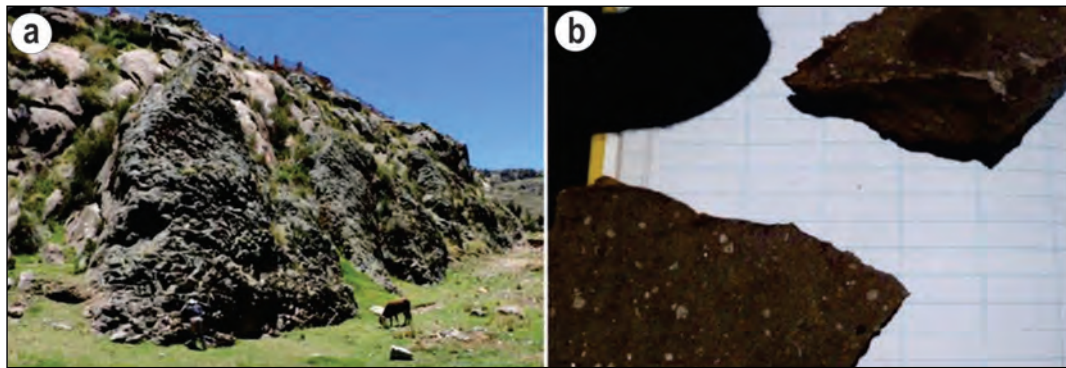


Figura 2.26 Rocas subvolcánicas. a) afloramiento de andesitas porfídicas; b) detalle de la roca de andesitas con textura porfídica y cristales de PGLs, principalmente. Tomada cerca de la localidad de Pomata, vista hacia el sur (UTM 468431/8201280)

En el cerro San Bartolomé se han descrito rocas ígneas subvolcánicas compactas de color gris oliva y con textura porfírica (fotografía 2.11). Presentan cristales de plagioclasas y ferromagnesianos, inmersos en una matriz microcristalina (anexo 2, muestra GR22A-14-133). Según el estudio petrográfico, la

roca tiene densidad y magnetismo alto. Se le asigna una edad Mioceno tomando como referencia las dataciones radiométricas de  $16.9 \pm 0.9$  Ma y  $16.2 \pm 1.7$  Ma (Klinck et al., 1986), ubicadas en las hojas de 33y3 y 33y4, respectivamente.



Fotografía 2.11 Afloramientos fracturados de andesita porfídica en el cerro San Bartolomé. Vista tomada hacia el sur (UTM 452815/8208709).

### Dacitas porfíricas

En el cerro Caracollo se hallan dacitas porfídicas que, mediante una datación radiométrica K/Ar en biotitas, tienen una edad de  $16.2 \pm 1.7$  Ma (Klinck et al., 1986). Estos cuerpos intruyen al Grupo Puno. Por lo tanto, considerando las relaciones de contacto y la datación radiométrica, se propone considerar una edad de Mioceno.

### 2.3.2 Rocas intrusivas

#### Tonalita

Al norte de la localidad de Chila Pucara se ha reconocido y cartografiado un cuerpo intrusivo fracturado de composición

tonalítica anteriormente no descrito. Esta roca es de textura porfírica, leucócrata con cristales de plagioclasa (25 %), cuarzo (20 %) anfíbol (25 %) y biotita (10 %). Según las relaciones de contacto observadas en el campo, el cuerpo intruye a las rocas carbonatadas correspondientes a la Formación Ayabacas, lo que indicaría una edad post Cretácico.

## 2.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

En la hoja 33y3 las estructuras reconocidas en campo corresponden a la falla Salado, la cual fue descrita por Klinck et al. (1986) y el pliegue anticlinal denominado como Chilcane. En la hoja 33y4 en el extremo oeste se ha cartografiado un anticlinal.

### 2.4.1 Fallas

#### Falla Salado

Estructura ubicada al noroeste del cuadrángulo de Juli, hoja 33y3. Se interpreta como falla inversa de poca extensión con dirección NO-SE, convergencia al este y buzamiento al suroeste. La expresión morfológica es el valle del río Salado y el trazo de la falla no se puede seguir hacia el sur de la hoja, debido a la cubierta de depósitos cuaternarios. La falla pone en contacto a rocas cretácicas de la Formación Ayabacas con rocas paleógenas del Grupo Puno y pliocenas de las secuencias del Centro Volcánico Jilarata (figura 2.27).

No se han identificado indicadores cinemáticos claros que nos indiquen el movimiento de la falla. Sin embargo, como criterios de reconocimiento se ha considerado el efecto de la estructura en los rasgos fisiográficos y las relaciones de contacto. Los rasgos fisiográficos están referidos al lineamiento paralelo al río Salado que forma la quebrada del mismo nombre. Las relaciones de contacto están referidas al trazo rectilíneo entre las calizas de la Formación Ayabacas y las rocas volcánicas del Centro Volcánico Jilarata. El trazo de la estructura es distinguible en campo y diferenciable en fotografías aéreas e imágenes satelitales.



Figura 2.27 Panorámica donde se observa el trazo rectilíneo de la falla Salado (en líneas blancas) que pone en contacto a la Formación Ayabacas sobre rocas volcánicas. Tomada en la margen derecha del río Salado, vista hacia el sureste (UTM 448233/8199460).

### 2.4.2 Pliegue

#### Anticlinal Chilcane

Está ubicado en el extremo sureste de la hoja 33y3 sobre la vertiente este del cerro Chilcane. En esta parte se ha identificado y cartografiado un anticlinal de dirección NO-SE que involucra rocas del Grupo Puno (figura 2.28). La reconstrucción

geométrica del pliegue indica un anticlinal asimétrico, apretado con capas de buzamiento fuerte, que varía a normal en algunos tramos de su extensión. Es importante resaltar que se cuenta con datos estructurales de rumbo y buzamiento entre los sectores de San Miguel de Huapaca y Tarapoto, a lo largo del río Huapaca, lo que permite tener mayor precisión en el cartografiado de esta estructura.



Figura 2.28 Panorámica donde se observa el trazo rectilíneo de la falla Salado (en líneas blancas) que pone en contacto a la Formación Ayabacas sobre rocas volcánicas. Tomada en la margen derecha del río Salado, vista hacia el sureste (UTM 448233/8199460).

Al oeste de la hoja 33y4 se tiene un anticlinal que involucra las rocas correspondientes al Grupo Puno (figura 2.29 y 2.30). El pliegue es de poca extensión, tiene dirección NO-SE y en

superficie aparenta estar limitado por las intrusiones de los cuerpos subvolcánicos de los cerros Pucará y Caracollo.



Figura 2.29 Niveles estrato y grano decrecientes de areniscas rojizas del Grupo Puno, que corresponden al flanco este del anticlinal. Tomada al sur de la provincia de Juli, vista hacia el suroeste (UTM 450721/8206942).



Figura 2.30 Panorámica donde se observa el trazo rectilíneo de la falla Salado (en líneas blancas) que pone en contacto a la Formación Ayabacas sobre rocas volcánicas. Tomada en la margen derecha del río Salado, vista hacia el sureste (UTM 448233/8199460).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahlfeld, F. & Branisa, L. (1960) - *Geología de Bolivia*. La Paz: Editorial Don Bosco, 245 p.
- Audebaud, E.; Laubacher, G. & Marocco, R. (1976) - Coupe géologique des Andes du Sud du Pérou de l'Océan Pacifique au Bouclier Brésilien. *Geologische Rundschau*, 65: 223-264. <https://doi.org/10.1007/BF01808465>.
- Boudesseul, N.; Fornari, M.; Sempere, T.; Carlier, G.; Mamani, M.; Ibarra I. ; Meza P. & Cerpa, L. (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*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, t.1, p. 48-57.
- Cabrera, A. & Petersen, G. (1936) - Reconocimiento geológico de los yacimientos petrolíferos del departamento de Puno. *Boletín Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú*, (115): 1-102.
- Callot, P.; Sempere, T.; Odonne, F. & Robert, E. (2008) - Giant submarine collapse of a carbonate platform at the Turonian-Coniacian transition: The Ayabacas Formation, southern Peru. *Basin Research*, 20(3): 333-357. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2117.2008.00358.x>
- Carlotto, V.; Gil, W.; Cárdenas, J. & Chávez, R. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca. Hojas: 27-r y 27-s. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 65, 245 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/187>
- Carlotto, V.; Cárdenas, J.; Romero, D.; Valdivia, W. & Tintaya, D. (1999) - Geología de los cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu. Hojas: 26-q y 27-q. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 127, 319 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/87>
- Carlotto, V.; Cárdenas, J. & Carlier, G. (2011) - Geología del cuadrángulo de Cusco, hoja 28-s, escala 1:50,000. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 138, 261 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/99>
- Chávez, A.; Salas, G.; Cuadros, J. & Gutiérrez, E. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Putina y la Rinconada, Hojas 30-x, 30-y. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 66, 170 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/188>
- De Jong, K.A. (1974) - Melange (Olistostrome) near Lago Titicaca, Peru. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 58(4): 729-741. <https://doi.org/10.1306/83D9147A-16C7-11D7-8645000102C1865D>
- Farrar, E. & Noble, D.C. (1976). Timing of late Tertiary deformation in the Andes of Peru. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 87, 1247-1250.
- Grambast, L.J.; Martínez, M.; Mattauer, M. & Thaler, L. (1967) - Perutherium altiplanense, nov. gen., nov. sp., premier Mammifère mésozoïque d'Amérique du Sud. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 264: 707-710.
- Jaillard, E.; Cappetta, H.; Ellenberger, P.; Feist, M.; Grambast-Fessard, N.; Lefranc, J.P. & Sigé, B. (1993) - Sedimentology, palaeontology, biostratigraphy and correlation of the Late Cretaceous Vilquechico Group of southern Peru. *Cretaceous Research*, 14(6): 623-661. <https://doi.org/10.1006/cres.1993.1044>
- Jaillard, E. & Santander, G. (1992) - La tectónica polifásica en escamas de la zona de Mañazo - Lagunillas (Puno, sur del Perú). *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 21(1): 37-58. [https://www.persee.fr/doc/bifea\\_0303-7495\\_1992\\_num\\_21\\_1\\_1055](https://www.persee.fr/doc/bifea_0303-7495_1992_num_21_1_1055)
- Klinck, B.A.; Ellison, R.A. & Hawkins, M.P. (1986) - *The geology of the Cordillera Occidental and Altiplano west of Lake Titicaca Southern Peru*. Lima: British Geological Survey & Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 353 p.
- Martínez, E.; Fernández, J.; Calderón, Y.; Hermoza, W. & Galdos, C. (2008) - *Titicaca basin, technical report: the hydrocarbon potential of Titicaca basin*. Lima: Perupetro, 108 p.

- Mendivil, S. (1965) - Geología de los cuadrángulos de Maure y Antajave (hojas 35-x, 35-y). *Comisión Carta Geológica Nacional*, 10, 99 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/180>
- Newell, N.D. (1946) - Geological Investigations around Lake Titicaca. *American Journal of Science*, 244(55): 357-366. <https://doi.org/10.2475/ajs.244.5.357>.
- Newell, N.D. (1949) - *Geology of the Lake Titicaca region, Perú and Bolivia*. New York: Geological Society of America, 111 p. GSA Memoirs, 36. <https://doi.org/10.1130/MEM36>
- Palacios, O.; De La Cruz, J.; De La Cruz, N.; Klinck, B.A.; Allison, R.A. & Hawkins, M.P. (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 Geológica Nacional*, 42, 257 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/162>.
- Sánchez, A.; Raymundo, T. & Rosell, W. (2000) - *Memoria explicativa de los cuadrángulos del proyecto de revisión geológica cuadrángulo de Juli (33-y)*. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 4 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2041>
- Sánchez, A. & Zapata, A. (2003) - *Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Sicuani (29-t), Nuñoa (29-u), Macusani (29-v), Limbani (29-x), Sandía (29-y), San Ignacio (29-z), Yauri (30-t), Azángaro (30-v), Putina (30-x), La Rinconada (30-y), Condoroma (31-t), Ocuvi (31-u), Juliaca (31-v), Callalli (32-t) y Acora (32-x), escala 1:100,000*, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 52 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2072>
- Sempere, T.; Acosta, H. & Carlotto, V. (2000) - Estratigrafía del Mesozoico y Paleógeno en la región del Lago Titicaca: hacia una solución?. En: Congreso Peruano de Geología, 10, Lima, 2000. *Trabajos técnicos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, tomo 1, p. 252-291.
- Sempere, T.; Acosta, H. & Carlotto, V. (2004) - Estratigrafía del Mesozoico y Paleógeno al norte del Lago Titicaca. En: Jacay, J. & Sempere, T., eds. *Nuevas contribuciones del IRD y sus contrapartes al conocimiento geológico del sur del Perú*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, Publicación Especial, 5, p. 81-103 p.
- Sempere, T.; Jacay, J.; Carrillo, M.A.; Gómez, P.; Odonne, F. & Biraben, V. (2000) - Características y génesis de la Formación Ayabacas (Departamentos de Puno y Cusco). *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, (90): 69-76.
- Sigé, B.; Sempere, T.; Butler, R.F.; Marshall, L.G. & Crochet, J.Y. (2004) - Age and stratigraphic reassessment of the fossil-bearing Laguna Umayo red mudstone unit, SE Peru, from regional stratigraphy, fossil record, and paleomagnetism. *Geobios*, 37(6): 771-794. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2003.06.006>.
- Spence, G.H. & Tucker, M.E. (1997) - Genesis of limestone megabreccias and their significance in carbonate sequence stratigraphic models: a review. *Sedimentary Geology*, 112(3-4): 163-193. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(97\)00036-5](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(97)00036-5)
- Wilson, J.J. & García, W. (1962) - Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca (Hojas 36-V y 36-x). *Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín* 4, 81 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/114>

## **ANEXOS**

**Anexo I. Puntos de Observación Geológica (POG)**

**Anexo II. Petrografía**





## ANEXO I



Puntos de Observación Geológica (POG) CUADRANTE JULI 3333

ID	COMISIÓN	FECHA	GEÓLOGO	CODE_LIBRETA	CUADRANTE	ESTE_84	NORTE_84	ZONA	ALTURA	LOCALIDAD	LITOLOGÍA	LITOESTRATIGRAFICA	ESTRUCTURA	DIRECCIÓN	INCLINACIÓN	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FOTO
1	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	469984	8195582	19	3836	Pomata- Millo- Topouna	Afloramiento de conglomeraos, areniscas y limolitas estratificadas.	Formación Capillane	estrato	NS	5E	Mapeo			
2	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	470101	8194622	19	3835	Pomata- Millo- Topouna	Depósitos fluviales	-		-	-	Mapeo			906-913
3	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	470613	8192785	19	3825	Pomata- Millo- Topouna	Roca estratificada. Lava andesítica.	Grupo Barroso	Dirección de flujo	NI32	26SO	Mapeo	GR22A-14-95	Roca estratificada, textura afanítica, color gris oscuro, no se observan cristales.	
4	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	470633	8189230	19	3830	Huapaca- San Miguel	Depósitos fluviales	Grupo Barroso		-	-	Mapeo			
5	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	470759	8188311	19	3832	Huapaca- San Miguel	Areniscas y limolitas de color gris oscuro, que presentan estratificación paralela.	-		-	-	Mapeo			
6	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	470904	8185873	19	3847	Huapaca- San Miguel	Areniscas de grano medio, en secuencias estrato decrecientes.	Grupo Puno	estrato	NI40	63SO	Mapeo			113-114(Marco)
7	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	471261	8183987	19	3862	Huapaca- San Miguel	Fallas sin sedimentarias	-		-	-	Mapeo			
8	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	469764	8181611	19	3878	Huapaca- San Miguel	Niveles de areniscas y limos, color gris, a gris oscuro, andesita al Huapacoc.	Formación Azángano?		-	-	Mapeo			16-17(Waldir)
9	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	469289	8181037	19	3886	Huapaca- San Miguel	Niveles de areniscas grueso a microconglomerado, en secuencia estrato, grano	Grupo Puno	estrato	NI50	45SO	Mapeo			
10	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	469111	8180039	19	3927	Huapaca- San Miguel	Secuencia estrato grano crecientes, que varían de	Grupo Puno	estrato	NI45	45SO	Mapeo			
11	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	469241	8178974	19	3989	Huapaca- San Miguel	Niveles de areniscas de grano medio.	Grupo Puno	estrato	NI60	37SO	Mapeo			
12	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	469390	8178236	19	4002	Huapaca- San Miguel	Falla norporco	Grupo Puno	Falla normal	EO	42S	Plano de falla			
13	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	469261	8177824	19	3969	Huapaca- San Miguel	Contacto entre niveles de estratos finos con secuencia estrato decreciente.	Grupo Puno		-	-	Mapeo			125(Marco)
14	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	469592	8176117	19	3916	Huapaca- San Miguel	Secuencia de intercalaciones de estratos de areniscas con pelitas folijas.	Grupo Puno	estrato	NI50	55SO	Mapeo			
15	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	457893	8176340	19	3882	N del Poblado Mulluchuyo	Roca estratificada	Grupo Barroso	estrato	NI00	45NE	Mapeo	GR22A-14-96	Roca estratificada textura porfirica, matriz gris violácea, con cristales de plagioclasas, anfíboles y biotita.	
16	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	458140	8177755	19	3887	N del Poblado Mulluchuyo	En niveles volcánicos.	Grupo Barroso	estrato	NI65	20SO	Mapeo			
17	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	457016	8178538	19	3887	N del Poblado Mulluchuyo	En niveles volcánicos.	Grupo Barroso		-	-	Mapeo			
18	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	455173	8180241	19	3886	N del Poblado Mulluchuyo	En niveles volcánicos.	Grupo Barroso		-	-	Mapeo			
19	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 3333	453235	8183805	19	3949	Margen derecha de la Cda. Pichuña	Roca estratificada, textura porfirica de grano fino, matriz gris oscuro, con cristales de plagioclasas.	Grupo Barroso	estrato	N65	17NO	Mapeo	GR22A-14-97	Roca estratificada, textura porfirica de grano fino, matriz gris oscuro, con cristales de plagioclasas.	

20	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	453091	8184080	19	3970	Margen derecha de la Qda. Pichuña	Rocas estratificadas	Grupo Barroso		N115	30	Mapeo	GR22A-14-98 GR22A-14-99	GR22A-14-98: Roca estratificada, textura porfirítica, matriz gris, con cristales de plagioclasas, anfíboles y biotita alterados. Presenta vesículas. GR22A-14-99: Roca estratificada, textura porfirítica de grano, matriz gris oscuro, con cristales de plagioclasas (orientados).		
21	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	452855	8184757	19	4019	Margen derecha de la Qda. Pichuña	Roca estratificada, textura porfirítica de grano, matriz gris oscuro, con cristales de plagioclasas (orientados).	Grupo Barroso	estrato	NI07	25NE	Mapeo				
22	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	452328	8185806	19	4044	Margen izquierda de la Qda. Pisac Zepita	Roca poco estratificada	Grupo Barroso	estrato	NI15	60NE	Mapeo	GR22A-14-100	Roca poco estratificada, textura porfirítica de grano fino, matriz gris pardo, con cristales de plagioclasas y anfíboles. Presenta vesículas pequeñas y concentraciones de máficos.	152(Marco)	
23	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	451814	8188160	19	4058	Poblado Jacha Colpa Jahuira	Rocas diáclasadas	Grupo Barroso	estrato	NI10	22SO	Mapeo	GR22A-14-101	Roca diáclasada, textura afanítica, color gris oscuro, no se observan cristales.		
24	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	450693	8189257	19	4156	S del Poblado Chiehine	Rocas poco estratificadas	Grupo Barroso	estrato	N55	45SE	Mapeo	GR22A-11-102	Roca poco estratificada, textura porfirítica, matriz gris violácea, con cristales de plagioclasas y anfíboles?.	157(Marco)	
25	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	451000	8190361	19	4092	S del Poblado Chiehine	Niveles de calizas gris blanquecinas, deslizadas.	Formación Ayabacas	estrato	N80	30NE	Mapeo				159(Marco)
26	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	451101	8191055	19	4079	SO del Poblado Patapup	Rocas masivas	Intrusivo		-	-	Mapeo	GR22A-14-103	Roca masiva, textura porfirítica, matriz blanquecina, con cristales de plagioclasas, cuarzo, biotita y anfíboles. Presenta concentraciones de plagioclasas.		
27	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	450451	8192968	19	4111	Margen izquierda de la Qda. Soracucho	Rocas masivas	Intrusivo		-	-	Mapeo	GR22A-14-104	Roca masiva, textura porfirítica, matriz blanquecina, con cristales de plagioclasas (fenocristales), cuarzo,		
28	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	450776	8194082	19	4121	Margen izquierda de la Qda. Soracucho	Roca diáclasada	Intrusivo	estrato	N80	56NO	Mapeo	GR22A-14-105	Roca diáclasada, textura porfirítica, matriz blanquecina, con cristales de plagioclasas (fenocristales), cuarzo,		
29	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	449565	8194069	19	4127	Margen izquierda de la Qda. Soracucho	Contacto de Formación Ayabacas con Intrusivo.	Contacto		-	-	Mapeo				
30	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	449357	8194451	19	4130	Margen izquierda de la Qda. Soracucho	Contacto de Formación Ayabacas (secuencia de areniscas arcóscas) con cuerpo intrusivo.	Formación Ayabacas		-	-	Mapeo				

31	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	450018	8196458	19	4146	Margen izquierda de la Cda. Soracucho	Calizas gris blanquecinas con laminaciones algáceas.	Formación Ayabacas	estrato	N40	70NO	Mapeo		
32	2014_3	28/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	449129	8197974	19	4154	Margen izquierda de la Cda. Soracucho	Calizas gris blanquecinas con laminaciones algáceas.	Formación Ayabacas	estrato	N135	70NE	Mapeo		
33	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	444893	8207733	19	3819	NO de Pomata	Contacto fallado Formación Muni con calizas de la Formación Ayabacas.	Formación Muni?		-	-	Mapeo		
34	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	464718	8199035	19	3857	NO de Pomata	No existen brechas en las quebradas.	-		-	-	Mapeo		
35	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	466174	8200833	19	3826	NO de Pomata	Intrusivo en domo corto al Grupo Barroso, sienita-granito?	Intrusivo?		-	-	Mapeo		
36	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	466739	8201656	19	3820	NO de Pomata	Grupo Barroso, sienita-granito?			-	-	Mapeo		
37	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	467720	8202799	19	3858	NO de Pomata	Roca masiva, textura porfirítica, matriz rosada, con fenocristales de plagioclasas, bty anf.	Intrusivo?		N20	8SE	Mapeo	GR22A-14-112	Roca masiva, textura porfirítica, matriz rosada, con fenocristales de plagioclasas, biotita y anfíboles.
38	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	468374	8201907	19	3829	NO de Pomata	Punto de control y mapeo.	-		-	-	Mapeo		
39	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	468705	8202083	19	3831	NO de Pomata	Niveles de brechas volcánicas.			-	-	Mapeo		
40	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	468431	8201280	19	3842	NO de Pomata	En contacto del Grupo Puno con brechas volcánicas.	Grupo Puno	estrato	N120	29NE	Mapeo		
41	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	468722	8201164	19	3835	NE de Pomata	Rocas estratificadas	Subvolcánico		NS	20W	Mapeo	GR22A-14-113 GR22A-14-114	GR22A-14-113: Roca estratificada, textura porfirítica, matriz gris claro algo amarillenta, con cristales de plagioclasas, augita y biotita. GR22A-14-114: Roca poco estratificada, textura porfirítica, matriz gris claro, con cristales de plagioclasas, augita y
42	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	469023	8200553	19	3836	NE de Pomata	Límite de cuerpo intrusivo con brecha.	Grupo Barroso		-	-	Mapeo		
43	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	469617	8198881	19	3832	NE de Pomata	Niveles de brechas y lavas.	Grupo Barroso		-	-	Mapeo		
44	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	468992	8197857	19	3838	NE de Pomata	Niveles de brechas.	Grupo Barroso		-	-	Mapeo		
45	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	467843	8197174	19	3842	NE de Pomata	Punto de control y mapeo.	Grupo Barroso		-	-	Mapeo		
46	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	467199	8197101	19	3849	NE de Pomata	Niveles de brechas y lavas.	Grupo Barroso		-	-	Mapeo		
47	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	466883	8195762	19	3944	NE de Pomata	Punto de control y mapeo.			-	-	Mapeo		
48	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	463795	8193764	19	3935	SE del Poblado Callacollo	Rocas masivas	Grupo Barroso		-	-	Mapeo	GR22A-14-115	Roca masiva, textura vesicular afanítica, color gris oscura. No se observan cristales.
49	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	464045	8194087	19	3935	SE del Poblado Callacollo	Niveles de areniscas gravaca.	Formación Azángaro		-	-	Mapeo		
50	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	465076	8194641	19	3907	SE del Poblado Callacollo	Punto de control y mapeo.	-		-	-	Mapeo		
51	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	468487	8195670	19	3862	SO del Poblado Chamaacami	Rocas masivas.	Grupo Barroso		-	-	Mapeo	GR22A-14-116	Roca masiva, textura porfirítica, matriz gris violáceo, con fenocristales de plagioclasas (orientados), anfíboles. Presenta concentraciones de plagioclasas.
52	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	469168	8193717	19	3871	SO del Poblado Chamaacami	Brechas volcánicas.	Grupo Barroso		-	-	Mapeo		
53	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	468862	8191313	19	3866	SO del Poblado Chamaacami	Brechas volcánicas.	Grupo Barroso		-	-	Mapeo		

54	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	465035	8190421	19	3877	SO del Poblado Chamaacami	Brechas volcánicas.	Grupo Barroso	-	-	Mapeo		
55	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	464497	8190121	19	3891	SO del Poblado Chamaacami	Dato estructural tomado en diaclasa, clastos de volcánicos.	Grupo Barroso	N112	1150	Mapeo		
56	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	464756	8188552	19	3910	Margen derecha del Río Collini	Roca estratificada	Grupo Barroso	N162	14NE	Mapeo	GRZA-14-117	Roca estratificada, textura porfirítica, matriz violácea, con cristales de plagioclasas (orientados), anfíboles y biotita.
57	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	463092	8186452	19	3957	Margen derecha del Río Collini	Niveles de brechas.	Grupo Barroso	-	-	Mapeo		
58	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	463194	8186586	19	3944	Margen derecha del Río Collini	Depósito aluvial.		-	-	Mapeo		212(Ale)
59	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	468894	8193422	19	3890	Margen derecha del Río Collini	Brechas volcánicas, cubiertas por depósito cuaternario aluvial.	Grupo Barroso	-	-	Mapeo		
60	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	475929	8200759	19	3825	Margen derecha del Río Collini	Punto de control y mapeo.		-	-	Mapeo		
61	2014_3	30/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	474482	8200925	19	3821	E del Cerro Morocolo	Roca, poco estratificada	Grupo Barroso	-	-	Mapeo	GRZA-14-118	Roca, poco estratificada, textura porfirítica, matriz gris oscura a violácea, con cristales de plagioclasas, sanidina?, biotita y anfíboles.
62	2014_3	31/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	488943	8182453	19	3872	Alrededores de cerro Yaurica		Formación Capillune	-	-	Mapeo		
63	2014_3	31/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	488162	8182123	19	3853	Alrededores de cerro Yaurica	Conglomerados, matriz soportado.	Deposito Aluvial	-	-	Mapeo		
64	2014_3	31/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	485430	8181101	19	3835	Alrededores de cerro Yaurica	Tobas líticas	Grupo Barroso	-	-	Mapeo		
65	2014_3	31/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	484536	8180725	19	3829	Alrededores de cerro Yaurica	Tobas líticas	Grupo Barroso	-	-	Mapeo		
66	2014_3	31/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	483771	8181072	19	3844	Alrededores de cerro Yaurica	Tobas de pómeo, líticas, areniscas, tobáceas.	Formación Capillune	N155	1050	Mapeo		
67	2014_3	31/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	483166	8182420	19	3887	Alrededores de cerro Yaurica	Niveles de areniscas y conglomerados, cubiertos al tope por lavas.	Formación Capillune	-	-	Mapeo		
68	2014_3	31/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	482182	8183403	19	3883	Alrededores de cerro Yaurica	Areniscas y Limolitas de color violáceo, que presentan estratificación paralela.	Formación Vilquechico	N25	10NO	Mapeo		
69	2014_3	31/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	480596	8184974	19	3903	Alrededores de cerro Yaurica	Areniscas y Limolitas de color violáceo, que presentan estratificación paralela.	Formación Vilquechico	-	-	Mapeo		
70	2014_3	31/10/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	480594	8184974	19	3898	Alrededores de cerro Yaurica	Areniscas y Limolitas de color violáceo, que presentan estratificación paralela.	Formación Vilquechico	-	-	Mapeo		
71	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	448137	8201333	19	3880	NE de laguna Ajujani	Areniscas y Limolitas de color violáceo, que presentan estratificación paralela.	Formación Vilquechico	-	-	Mapeo		
72	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	448134	8201332	19	3875	NE de laguna Ajujani	Calizas con laminaciones algáceas.	Formación Ayabacas	-	-	Mapeo		
73	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	448166	8199717	19	3942	NE de laguna Ajujani	Calizas con laminaciones algáceas.	Formación Ayabacas	N130	4050	Mapeo	-	
74	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y3	448466	8199014	19	4018	NE de laguna Ajujani	Punto de control y mapeo.		-	-	Mapeo		

75	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	450609	8195604	19	4137	NE de laguna Ajujani	Roca masiva	Grupo Barroso		-	-	Mapeo	GR22A-14-119	Roca masiva, textura porfirítica, matriz blanquecina, con fenocristales de plagioclasas, cuarzo, anfíboles y biotita.
76	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	451059	8195376	19	4122	NE de laguna Ajujani	Niveles volcánicos.			-	-	Mapeo		
77	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	448444	8192771	19	4129	NE de laguna Ajujani	Niveles de calizas con nódulos y limolitas gris oscuras.	Formación Ayabacas	estrato	N145	42NE	Mapeo		
78	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	447940	8192569	19	4123	NE de laguna Ajujani	Niveles de calizas con nódulos y limolitas gris oscuras.	Formación Ayabacas	estrato	NS	50E	Mapeo		
79	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	447602	8192103	19	4072	NE de laguna Ajujani	Punto de control y mapeo.			-	-	Mapeo		
80	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	447183	8191851	19	4046	NE de laguna Ajujani	Niveles de calizas con nódulos y limolitas gris oscuras.	Formación Ayabacas	estrato	N135	35SO	Mapeo		
81	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446977	8191760	19	4036	Margen derecha de Cda Colipacay	Roca masiva	Grupo Barroso		-	-	Mapeo	GR22A-14-120	Roca masiva, textura porfirítica de grano fino, matriz gris oscuro, con pocos cristales de plagioclasas.
82	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446746	8191264	19	4001	Margen derecha de Cda Colipacay	Punto de control y mapeo.			-	-	Mapeo		
83	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446707	8190935	19	4000	Margen derecha de Cda Colipacay	Niveles de areniscas.	Formación Ayabacas	estrato	N100	90	Mapeo		
84	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446849	8190269	19	3999	Margen derecha de Cda Colipacay			estrato	EO	52S	Mapeo		
85	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446594	8191352	19	3993	Margen derecha de Cda Colipacay	Punto de control y mapeo.			-	-	Mapeo		
86	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	445470	8190087	19	4024	Margen derecha de Cda Colipacay		Formación Auzangate	estrato	N53	55SE	Mapeo		
87	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446320	8190922	19	4008	Margen derecha de Cda Colipacay	Mapeo, hacia fella haciendo cabalgar a la Formación Ayabacas.		Falla	-	-	Mapeo		
88	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446581	8191167	19	3997	Margen derecha de Cda Colipacay			estrato	N140	70NE	Mapeo		
89	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446870	8192268	19	3994	Margen derecha de Cda Colipacay		Formación Ayabacas	estrato	N115	40SO	Mapeo		
90	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	447068	8193213	19	4004	Margen derecha de Cda Colipacay	Niveles de calizas con nódulos y limolitas gris oscuras.	Formación Ayabacas	estrato	N83	75NO	Mapeo		
91	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	447127	8194763	19	4017	Margen derecha de Cda Colipacay	Niveles de calizas con nódulos y limolitas gris oscuras.	Formación Ayabacas	estrato	N170	70NE	Mapeo		
92	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446984	8195918	19	4033	Margen derecha de Cda Colipacay	Niveles de calizas con nódulos y limolitas gris oscuras.	Formación Ayabacas	estrato	N140	70NE	Mapeo		
93	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446612	8196885	19	4046	Margen derecha de Cda Colipacay	Niveles de calizas con nódulos y limolitas gris oscuras.	Formación Ayabacas	estrato	N145	55NE	Mapeo		
94	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446337	8197551	19	4063	Margen derecha de Cda Colipacay	Niveles de calizas con nódulos y limolitas gris oscuras.	Formación Ayabacas	estrato	N115	35NE	Mapeo		
95	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446475	8198683	19	4100	Margen derecha de Cda Colipacay	Calizas y lutitas negras, con laminaciones paralelas.	Formación Ayabacas	estrato	N55	20SE	Mapeo		
96	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446611	8199429	19	4049	Margen derecha de Cda Colipacay	Calizas y lutitas negras, con laminaciones paralelas.	Formación Ayabacas	estrato	N15	50SE	Mapeo		
97	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446661	8199954	19	4032	Margen derecha de Cda Colipacay	Calizas y lutitas negras, con laminaciones paralelas.	Formación Ayabacas	estrato	N15	35NO	Mapeo		

98	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446832	8201035	19	4009	Margen derecha de Oda Collipacay	Calizas bioclasticas, restos de Luriteilas.	Formación Ayabacas	estrato	NI40	ZSSO	Mapeo			
99	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	446832	8201381	19	3965	S del Poblado Callatane	Roca masiva	Grupo Barroso		-	-	Mapeo	GR22A-14-121	Roca masiva, textura porfirica de grano fino, matriz blanquecina, con cristales de plagioclasas, cuarzo, anfiboles y biotita.	
100	2014_3	1/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	447060	8201577	19	3929	S del Poblado Callatane	Areniscas Rojas	Formación Muñani?		-	-	Mapeo			
101	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	456327	8201396	19	4026		Niveles de lavas.			-	-	Mapeo			
102	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	455338	8198365	19	4242	Margen izquierda de la Oda. Vitallame	Roca diadasada	Grupo Barroso		-	-	Mapeo	GR22A-14-122	Roca diadasada, textura porfirica, matriz gris violacea, con cristales de plagioclasas, cuarzo, anfiboles, biotita y donitas.	
103	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	455633	8199093	19	4203	Margen izquierda de la Oda. Vitallame	Roca estratificada	Grupo Barroso	estrato	N95	205	Mapeo	GR22A-14-123	Roca estratificada, textura porfirica, matriz gris violacea, con cristales de plagioclasas, cuarzo, anfiboles, biotita. Presenta litico máfico.	
104	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	455919	8199485	19	4158	Margen izquierda de la Oda. Vitallame	Niveles de lavas estratificados.			-	-	Mapeo			
105	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	456333	8199711	19	4140	Margen izquierda de la Oda. Vitallame	Niveles de brechas.			-	-	Mapeo			
106	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	456424	8199962	19	4116	Margen izquierda de la Oda. Vitallame	Niveles de lavas.			-	-	Mapeo			
107	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	456345	8200188	19	4104	Margen izquierda de la Oda. Vitallame	Contacto de lava con brechas.			-	-	Mapeo			
108	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	456352	8200678	19	4089	Margen izquierda de la Oda. Vitallame	Niveles de brechas.			-	-	Mapeo			
109	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	456462	8201181	19	4064	Margen izquierda de la Oda. Vitallame	Roca poco estratificada	Grupo Barroso		-	-	Mapeo	GR22A-14-124	Roca poco estratificada, textura porfirica, matriz gris violacea, con cristales de plagioclasas, anfiboles, biotita y px?. Presenta vesículas pequeñas.	
110	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	456507	8201359	19	4056	Margen derecha de Oda Humaweco	Roca diadasada.	Grupo Barroso		-	-	Mapeo	GR22A-14-125	Roca diadasada, textura porfirica, matriz violacea, con cristales de plagioclasas, cuarzo, anfiboles. Presenta vesículas.	
111	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	456586	8201797	19	4039	Margen derecha de Oda Humaweco	Posibles brechas?			-	-	Mapeo			
112	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	457078	8203309	19	3959	Margen derecha de Oda Humaweco	Roca diadasada	Grupo Barroso	estrato	N170	36NE	Mapeo	GR22A-14-126	Roca masiva, textura porfirica, matriz gris violacea, con cristales de	
113	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	450743	8202666	19	3885	Rio Chiruyó	Areniscas arcólicas con laminaciones oblicuas y cruzadas.	Grupo Puno	estrato	N135	30SO	Mapeo			
114	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	450751	8201282	19	3956	Rio Chiruyó	Areniscas arcólicas con laminaciones oblicuas y cruzadas.	Grupo Puno	estrato	N120	15SO	Mapeo			



115	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	450082	8201968	19	3902	Rio Chiantuyo	Areniscas arcóscicas con laminaciones oblicuas y cruzadas.	Grupo Puno	estrato	N57	10NO	Mapao		
116	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	449903	8202433	19	3875	Rio Chiantuyo	Areniscas arcóscicas con laminaciones oblicuas y cruzadas.	Grupo Puno	estrato	N60	20NO	Mapao		
117	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	449609	8202784	19	3867	Rio Chiantuyo	Areniscas arcóscicas con laminaciones oblicuas y cruzadas.	Grupo Puno	estrato	N85	15NO	Mapao		
118	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	448185	8204363	19	3843	Rio Chiantuyo	Niveles de areniscas rojas. Punto de control de mapeo, hacia el Grupo Puno que esta cortado por cuerpo intrusivo.	Grupo Puno	estrato	N160	15NE	Mapao		
119	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	447935	8205031	19	3836	Rio Chiantuyo	Niveles de areniscas a microconglomerados hacia el tope.	Grupo Puno	estrato	N155	30NE	Mapao		
120	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	448229	8205878	19	3833	Rio Chiantuyo	Niveles de areniscas y conglomerados.	Grupo Puno	estrato	N170	25SO	Mapao		
121	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	450623	8206269	19	3866	Rio Chiantuyo	Barra de arenas con laminaciones paralelas, con niveles de limolitas rojizas.	Grupo Puno	estrato	N125	22SO	Mapao		
122	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 3	450721	8206942	19	3899	Rio Chiantuyo	Niveles de areniscas rojas, que v aían de 20 a 1cm. Con laminaciones paralelas.	Grupo Puno	estrato	N145	35NE	Mapao		

Puntos de Observación Geológica (POG) CUADRANTE JULI 33Y4

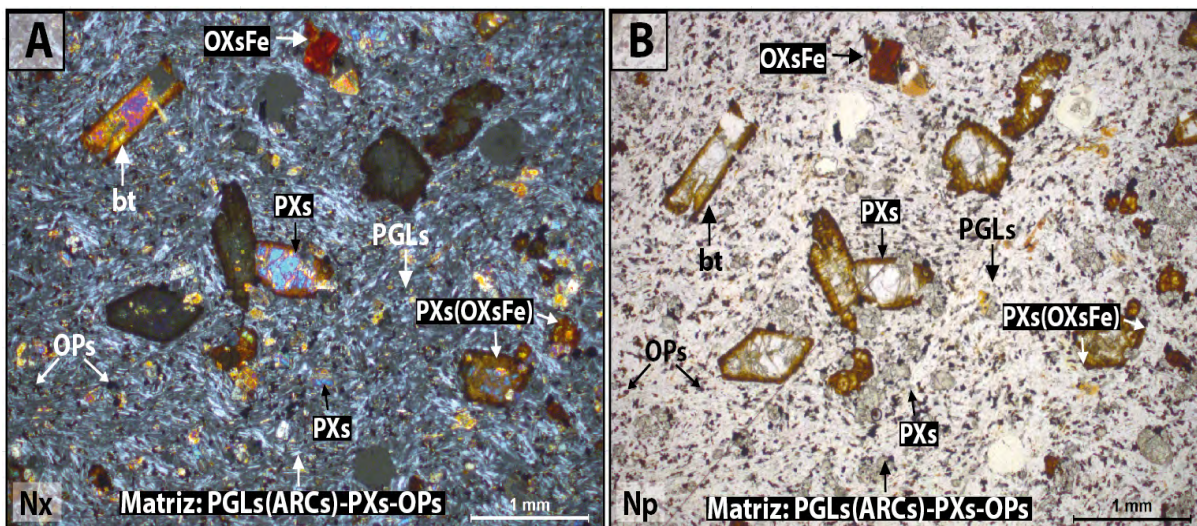
ID	COMISIÓN	FECHA	GEOLOGO	CODE_LIBRETA	CUADRANTE	ESTE_84	NORTE_84	ZONA	ALTURA	LOCALIDAD	LITOLOGIA	UNIDAD LITOSTRATIGRAFICA	ESTRUCTURA	DIRECCIÓN	INCLINACIÓN	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FOTO
181	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	457358	8204222	19	3937	Margen izquierda del río Molho	Roca masiva	Grupo Barroso	estrato	N12	160	GR22A-14-127	Roca mal estratificada, textura porfírica, matriz gris, con cristales de plagioclasas, anfíboles alternados y zircones.	
182	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	459994	8204453	19	3842	Margen izquierda del río Molho	Niveles de areniscas y conglomerados.			-	-			
183	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	459321	8201909	19	3972	Margen izquierda del río Molho	Punto de control y mapeo.			-	-			
184	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	459950	8203802	19	3860	Margen izquierda del río Molho	Niveles de conglomerados.		estrato	N170	1550			
185	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	461516	8203952	19	3836	Margen izquierda del río Molho		Formación Taraco	estrato	N175	10NE			
186	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	462764	8202466	19	3850	Margen izquierda del río Molho		Formación Taraco		-	-			
187	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	457449	8207639	19	3841	Margen izquierda del río Molho	Areniscas y conglomerados, al lado de la carretera.	Formación Taraco		-	-			
188	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	456025	8208197	19	3859	Margen izquierda del río Molho		Formación Taraco		-	-			
189	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	457333	8209049	19	3827	Margen izquierda del río Molho		Formación Taraco		-	-			
190	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	457350	8209735	19	3877	Margen izquierda del río Molho		Formación Taraco		-	-			
191	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	457157	8210163	19	3852	Península de Chocasuyo	Roca poco estratificada	P-an	estrato	NS	250	GR22A-14-128	Roca mal estratificada, textura afanítica, color gris oscuro, no se observan cristales. Presenta vesículas.	
192	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	456335	8209983	19	3843			Grupo Puno?	estrato	N120	1550			
193	2014_3	2/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	455984	8210206	19	3827	N del Poblado Chocasuyo	Roca poco estratificada	Grupo Barroso	estrato	N135	1250	GR22A-14-129	Roca masiva, textura vesicular afanítica, color gris oscuro a negro, no se observan cristales.	
205	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	451745	8206944	19	3987	NO del Cerro Coracollo	Roca masiva	Grupo Barroso		-	-	GRA-14-130	Roca masiva, textura porfírica, matriz rosada, con cristales de cuarzo, ortosa?, plagioclasas, anfíboles y biotita.	
206	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	452287	8206822	19	4015	NO del Cerro Coracollo	Punto de control de mapeo.	Grupo Barroso		-	-			
207	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	453168	8206835	19	4109	NO del Cerro Coracollo	Punto de control de mapeo. Sobre lavas cubiertas.	Grupo Barroso		-	-			
208	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	453976	8206497	19	4067	NO del Cerro Coracollo	conglomerados.	Formación Taraco		-	-			
209	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	454141	8206235	19	4064	NO del Cerro Coracollo	Punto de control de mapeo.			-	-			
210	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	453888	8205861	19	4071	E del Cerro Coracollo	Roca poco estratificada	Grupo Barroso	estrato	N140	25NE	GR22A-14-131	Roca mal estratificada, textura porfírica, matriz gris violácea, con cristales de plagioclasas (algunos están orientados) y anfíboles. Presenta vesículas y fragmentos líticos polimícticos.	

211	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	453613	8205558	19	4074	Quebrada Caroncani	Niveles de lavas en la Qda. Caroncani.	Grupo Barroso	-	-	-	-	-	-
212	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	453458	8207113	19	4066	E del Poblado Cruz Pata	Roca estratificada	Grupo Barroso	estrato	M153	15NE	GR22A-14-132	Roca estratificada, textura porfirica de grano fino, matriz roja, con cristales de plagioclasas, anfíboles y biotita (poco contenido).	
213	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	452611	8208586	19	4035	E del Poblado Cruz Pata	Contacto de lavas en discordancia sobre el Grupo Puno.	Grupo Barroso	-	-	-	-	-	
214	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	452815	8208709	19	4086	E del Poblado Convento	Roca diaclasada	Grupo Barroso	estrato	N10	30E	GR22A-14-133	Roca diaclasada, textura porfirica de grano fino, matriz gris con pocos cristales de plagioclasas y anfíboles? .	
215	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	453633	8208789	19	4053	N de Juli	Niveles de lavas.	Grupo Barroso	estrato	N20	35NO			
216	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	453699	8208343	19	3994	N de Juli	Punto de control de mapeo. Niveles volcanicos y conglomerados sobre la carretera.	Grupo Barroso	estrato	-	-			
217	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	454296	8208403	19	3969	N de Juli	Niveles de lavas sobre la pista.	Grupo Barroso	estrato	N65	40SE			
218	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	455724	8210261	19	3850	N de Juli	Lavas andesíticas infrayace al Grupo Puno.	Grupo Barroso	estrato	N80	18SE			
219	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	455438	8210556	19	3845	N de Juli	Conglomerado en canales y encima flujos mas caóticos	Formación Taraco	estrato	N30	32SE			
220	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	455528	8210672	19	3839	N de Juli	Lavas andesíticas infrayace al Grupo Puno.	Grupo Barroso	estrato	-	-			
221	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	455120	8210840	19	3851	N de Juli	Niveles de lavas.	Grupo Barroso	estrato	-	-			
222	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	454696	8210806	19	3876	N de Juli	Niveles de lavas.	Grupo Barroso	estrato	-	-			
223	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	454836	8211057	19	3860	N de Juli	Niveles de lavas.	Grupo Barroso	estrato	N155	35SO			
224	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	454159	8210956	19	3893	N de Juli	Niveles de cuerpos volcanicos.	Grupo Barroso	estrato	-	-			
225	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	453984	8210848	19	3886	N de Juli	Contacto de areniscas rojizas con conglomerados.	Grupo Puno - Formación Taraco	estrato	N30	23SE			
226	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	453135	8210313	19	3870	N de Juli	Niveles de areniscas rojizas, siendo en discordancia con lavas en la parte superior.	Grupo Puno	estrato	N50	35SE			
227	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	452012	8209641	19	3855	N de Juli	Niveles de conglomerados.	Formación Taraco	estrato	-	-			
228	2014_3	3/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	450218	8208636	19	3867	N de Juli	Punto de control de mapeo. Grupo Puno y Taraco, cortado por cuerpo intrusivo.	Grupo Puno	estrato	-	-			
271	2014_3	6/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	453923	8224194	19	3812	Ambas Margenes del Rio llave	Cobertura aluvial.	Depósitos aluviales	-	-	-	-	-	
272	2014_3	6/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	453222	8226004	19	3813	Ambas Margenes del Rio llave	Cobertura aluvial.	Depósitos aluviales	-	-	-	-	-	
273	2014_3	6/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	452262	8227562	19	3815	Ambas Margenes del Rio llave	Cubierta aluvial ?	Depósitos aluviales	-	-	-	-	-	
274	2014_3	6/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	451434	8228205	19	3815	Ambas Margenes del Rio llave	Cubierta fluvial.	Depósitos aluviales	-	-	-	-	-	
275	2014_3	6/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	450117	8227297	19	3819	Ambas Margenes del Rio llave	Cubierta por suelo.	Depósitos aluviales	-	-	-	-	-	
276	2014_3	6/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	448794	8225611	19	3820	Ambas Margenes del Rio llave	Cubierta aluvial.	Depósitos aluviales	-	-	-	-	-	
277	2014_3	6/11/14	ABENITES	GR22_2014_1_ABC	JULI 33Y 4	446841	8224745	19	3823	Ambas Margenes del Rio llave	Cubierta por suelo.	Depósitos aluviales	-	-	-	-	-	

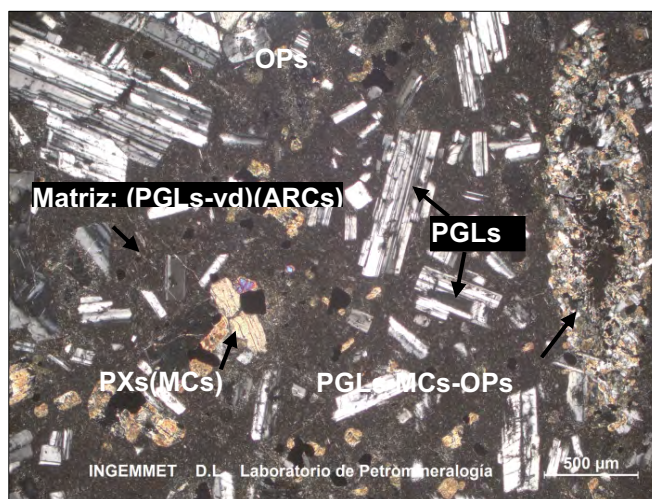


## ANEXO II

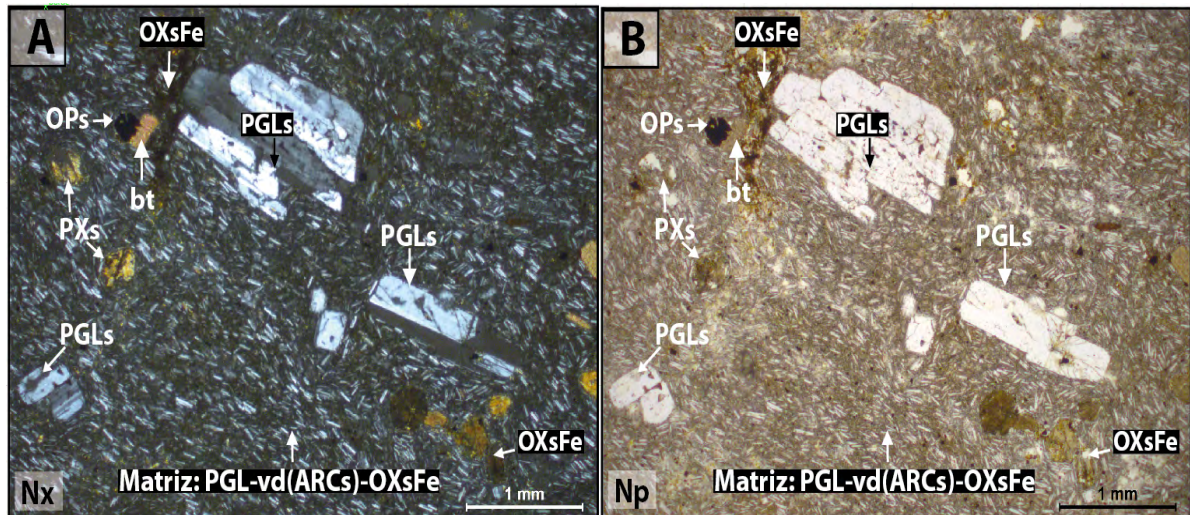




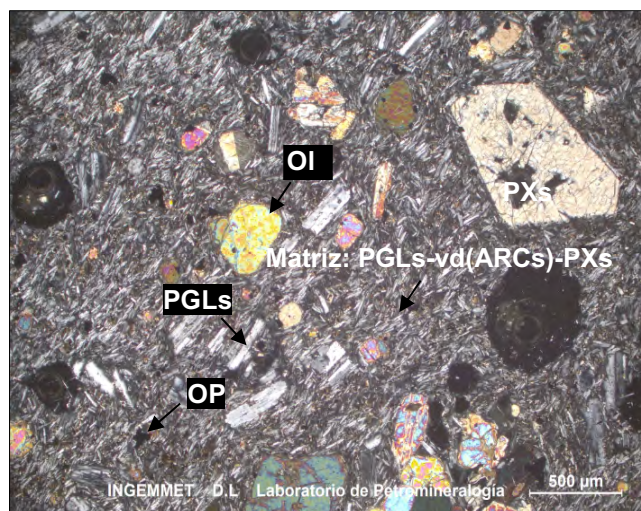
Muestra GR22A-14-98 A y B. Muestra de lava andesita, constituida por cristales de plagioclasas: PGLs, piroxenos: PXs, y biotita: bt con impregnación de óxidos de hierro. Están inmersos en una matriz microcristalina con textura traquítica, compuesta por microcristales de plagioclasas alteradas a arcillas, piroxenos y diseminación de minerales opacos: PGLs(ARCs)-PXs-OPs.



Muestra GR22A-14-101. Muestra de lava andesítica con textura porfírica, constituida por cristales de plagioclasas: PGLs, piroxenos alterados por micas: PXs(MCs) y molde de ferromagnesiano reemplazado por plagioclasas, micas y minerales opacos: PGLs-MCs-OPs. Están inmersos en una matriz constituida por plagioclasas y vidrio alterados por arcillas: (PGLs-vd)(ARCs). Asimismo, minerales opacos diseminados: OPs.



Muestra GR22A-14-113 A y B. Muestra de andesita porfídica, constituida por cristales de plagioclasas: PGLs, minerales opacos: OPs, piroxenos: PXs, y biotita: bt, dispuestos en una matriz microcristalina con textura traquítica, compuesta por microcristales de plagioclasas, vidrio con alteración de arcillas e impregnaciones de óxidos de hierro: PGLs-*vd*(ARCs)-OXsFe.



Muestra GR22A-14-115. Muestra de lava andesita basáltica, constituida por cristales de plagioclasas: PGLs, además piroxenos: PXs, olivino: ol y minerales opacos diseminados: OPs. Están inmersos en una matriz microcristalina constituida por plagioclasas y vidrio alterado por arcillas, además piroxenos en intersticios: PGLs-*vd*(ARCs)-PXs.



## RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES

### Mapas

- Mapa 1** Mapa geológico del cuadrángulo de Juli - hoja 33y3  
**Mapa 2** Mapa geológico del cuadrángulo de Juli - hoja 33y4

### Figuras

- Figura 1.1** Mapa de ubicación de la zona de estudio, en líneas rojas las hojas 33y3 y 33y4
- Figura 1.2** Mapa de ubicación de la hoja 33y3 del cuadrángulo de Juli donde se indican las localidades, quebradas y vías de acceso
- Figura 1.3** Mapa de ubicación de la hoja 33y4 del cuadrángulo de Juli donde se indican las localidades, quebradas y vías de acceso
- Figura 1.4** Puntos de observación geológica (POG) correspondientes a los trabajos de campo en el cuadrángulo de Juli, hoja 33y3
- Figura 1.5** Puntos de observación geológica (POG) correspondientes a los trabajos de campo en el cuadrángulo de Juli, hoja 33y4
- Figura 1.6** Resumen estratigráfico de los trabajos realizados en el cuadrángulo de Juli, hojas 33y3 y 33y4. En la columna del extremo derecho se muestra lo propuesto para el presente estudio.
- Figura 2.1** Mapas geológicos base a escala 1:100 000. a) mapa geológico del cuadrángulo de Juli, hoja 33y a escala 1:100 000 (Palacios & Klinck, 1984); b) Mapa geológico del cuadrángulo de Juli, hoja 33y a escala 1:100 000 (Sánchez et al., 2000). El cuadro rojo representa el área de estudio (hojas 33y3 y 33y4).
- Figura 2.2** Columna estratigráfica generalizada del cuadrángulo de Juli, hojas 33y3 y 33y4.
- Figura 2.3** Formación Ayabacas. A) estratos de calizas grises con niveles de limolitas masivas color rojizo; B) laminaciones paralelas. Tomada al norte de la Laguna Ajujani, vista al norte (UTM 450018/8196458)
- Figura 2.4** Formación Vilquechico. a) areniscas cuarzosas y limolitas rojizas; b) y c) limolitas púrpuras y areniscas. Tomada en el cuadrángulo de llave, cerca a la quebrada Huañuma, vista al suroeste (UTM 446849/8190269)
- Figura 2.5** Formación Muñani. a) vista panorámica mostrando las secuencias rojas (limolitas y areniscas); b) contacto superior con las secuencias sobreyacentes del Grupo Puno. Vista tomada desde la quebrada Huañuma en la parte media del extremo oeste de la hoja 33y3, vista hacia el suroeste (UTM 445470/8190087)
- Figura 2.6** a) Se observan secuencias estrato y grano decrecientes; b) secuencia de limolitas rojizas; c) de areniscas. Tomado al sur de la localidad de Viko, vista hacia el sur (UTM 472516/8184250)
- Figura 2.7** Imagen satelital de los afloramientos del Grupo Puno. a) sobre la margen izquierda del río Salado; b) en las nacientes del río Japo. Tomado de Google Earth
- Figura 2.8** a) Grupo Puno en contacto con rocas subvolcánicas; b) areniscas rojizas del Grupo Puno. Tomada al oeste del cerro Pucará, vista al este (UTM 448185/8204363)
- Figura 2.9** Vista panorámica de los afloramientos del Grupo Maure al extremo sureste de la hoja. Vista tomada hacia el noroeste (UTM: 468296/8175093).

- Figura 2.10** Formación Sencca. a) Vista panorámica de los afloramientos de la Formación Sencca ubicados en la parte este del extremo sur de la hoja 33y3 del cuadrángulo de Juli. b) Afloramiento de tobas de lapilli ubicados al límite sur de la hoja 33y3. c) Tobas en conjunto de color blanquecino. Vista tomada hacia el noroeste al sur del cerro Pacirca (límite de los cuadrángulos de Juli 33y3 y Pizacoma 34y4) (UTM 468837/8173106).
- Figura 2.11** Vista panorámica mostrando a la Formación Capillune sobreyaciendo al Grupo Maure e infrayaciendo discordante a los volcánicos del Grupo Barroso. Nótese el color rojizo predominante en la parte inferior. Vista tomada hacia el noroeste en el límite de los cuadrángulos de Juli 33y3 y Pizacoma 34y4.
- Figura 2.12** Afloramiento fracturado de toba lítica en la Quebrada Vilcallamo. Vista tomada hacia el suroeste (UTM 457073/8203307).
- Figura 2.13** Tobas. a) vista del afloramiento de tobas líticas; b) detalle de tobas líticas de composición andesítica y dacítica. Vista tomada hacia el noroeste (UTM 470613/8192785).
- Figura 2.14** Afloramiento de lavas. a) vista de afloramientos de lavas; b) lavas poco estratificadas de color gris oscuro (muestras GR22A-14-128). Vista tomada hacia el sureste de Península de Chocasuyo (UTM 457159/8210165).
- Figura 2.15** Secuencia superior: lavas. a) vista del afloramiento de lavas, vista tomada hacia el noreste; b) detalle del afloramiento de lavas con estratificación irregular en la Pampa Llaquepa, vista tomada hacia el suroeste (UTM 470613/8192785).
- Figura 2.16** Muestra de roca. a) detalle de lava andesítica con textura porfírica, recolectada en la comunidad de Collpa Jahuira (muestra GR22A-14-101); b) lava andesita basáltica con textura vesicular, recolectada en la comunidad de Challacollo (muestra GR22A-14-115).
- Figura 2.17** Lavas. a) vista del afloramiento de andesitas (muestra GR22A-14-129); b) detalle de la andesita con textura vesicular afanítica, color gris oscuro a negro. Tomada al norte de la localidad Kajje, vista hacia el sur (UTM 455984/8210206).
- Figura 2.18** Lavas. a) detalle de andesitas con formas redondeadas; b) andesitas de textura porfídicas (muestra GR22A-14-129) de color gris oscuro con alto contenido de vidrio volcánico. Tomada al norte de la localidad Kajje, vista hacia el sur (UTM 455984/8210206).
- Figura 2.19** Formación Taraco. a) afloramiento de la Formación Taraco; b) detalle de conglomerados clastosoportados. Tomada al norte de la localidad Sihuyro Central, vista hacia el sur (UTM 459950/8209802).
- Figura 2.20** Niveles de areniscas y limolitas grises de la Formación Azángaro. Tomada desde el norte de la localidad de Tarapoto, vista hacia el noroeste (UTM 469765/8181610).
- Figura 2.21** Formación Taraco. a) afloramiento de la Formación Taraco; b) detalle de conglomerados clastosoportados. Tomada al norte de la localidad Sihuyro Central, vista hacia el sur (UTM 459950/8209802).
- Figura 2.22** Depósito fluvial del borde del río Tanana. Vista hacia el noroeste (UTM 464045/8194087).
- Figura 2.23** Depósito fluvial del borde del río Tanana. Vista hacia el noroeste (UTM 464045/8194087).
- Figura 2.24** Rocas subvolcánicas. a) vista de los afloramientos de andesitas porfídicas meteorizadas; b) detalle del afloramiento de andesitas porfídicas. Tomada en la quebrada Saracucho, vista hacia el norte (UTM 449565/8194069).
- Figura 2.25** Imagen satelital que muestra la distribución de los cuerpos subvolcánicos de andesitas y dacitas porfídicas. Estas rocas intruyen a secuencias de los Grupo Puno, rocas volcánicas y a la Formación Taraco. Tomada de Google Earth.
- Figura 2.26** Rocas subvolcánicas. a) afloramiento de andesitas porfídicas; b) detalle de la roca de andesitas con textura porfídica y cristales de PGLs, principalmente. Tomada cerca de la localidad de Pomata, vista hacia el sur (UTM 468431/8201280).
- Figura 2.27** Panorámica donde se observa el trazo rectilíneo de la falla Salado (en líneas blancas) que pone en contacto a la Formación Ayabacas sobre rocas volcánicas. Tomada en la margen derecha del río Salado, vista hacia el sureste (UTM 448233/8199460).

- Figura 2.28** Vista panorámica del pliegue anticlinal asimétrico que deforma rocas correspondientes al Grupo Puno. En la vertiente este del cerro Chilcane. Vista tomada hacia el noroeste. (UTM 471916/8182662).
- Figura 2.29** Niveles estrato y grano decrecientes de areniscas rojizas del Grupo Puno, que corresponden al flanco este del anticlinal. Tomada al sur de la provincia de Juli, vista hacia el suroeste (UTM 450721/8206942).
- Figura 2.30** Niveles estrato grano decreciente de areniscas rojizas del Grupo Puno, que corresponden al flanco oeste del anticlinal. Tomada al sur de la provincia de Juli. Vista tomada hacia el suroeste (UTM 450721/8206942).

### **Fotografías**

- Fotografía 1.1** A) vista de la reunión entre los pobladores del poblado de Juli y la brigada de geólogos; B) detalle de la brigada de geólogos explicando el trabajo a realizar. Reuniones de comunicación y solicitud de acceso al área de trabajo que tuvieron como resultado la negación por parte de los pobladores y autoridades.
- Fotografía 2.1** Estratos de calizas deformados (olistostomos) de la Formación Ayabacas. Tomada al noroeste del cerro Yaurica, vista al norte (UTM 447602/8192103)
- Fotografía 2.2** Vista de las secuencias estrato grano decrecientes del Grupo Puno que son cubiertas por lavas andesíticas. Tomado al este de la quebrada Huañuma, vista hacia el sureste (UTM 446845/8190204)
- Fotografía 2.3** Areniscas y limolitas en conjunto de coloración rojiza. Las areniscas son de grano medio a grueso y en capas con laminaciones oblicuas y paralelas. Tomada en la margen izquierda del río Salado, vista al norte (UTM 449609/8202784)
- Fotografía 2.4** Vista del afloramiento de lavas. De izquierda a derecha, se observan los cerros Pucará y Choquechilluma. Vista tomada hacia el oeste (UTM 455151/8180247).
- Fotografía 2.5** Lavas andesíticas (muestras GR22A-14-132). Tomada al noroeste de localidad de Cruz Pata, vista hacia el sureste (UTM 451532/8209020).
- Fotografía 2.6** Vista del afloramiento de lavas con disyunción columnar, al este de la comunidad de Collpa Jahuira. Vista tomada hacia el sureste (UTM 451813/8188142)
- Fotografía 2.7** Vista del afloramiento de lavas. De izquierda a derecha, se observan los cerros Pucará y Choquechilluma. Vista tomada hacia el este (UTM 455151/8180247)
- Fotografía 2.8** Afloramiento de conglomerados polimícticos y areniscas de la Formación Taraco. Vista tomada hacia el suroeste de Sihuayro Aurina (UTM 461516/8203352)
- Fotografía 2.9** Depósitos aluviales en los alrededores de la localidad de Yassi (extremo noroeste de la hoja 33y4) (UTM 453923/8224194)
- Fotografía 2.10** Depósitos fluviales ubicados en la margen derecha del río llave (UTM 451434/8228205)
- Fotografía 2.11** Afloramientos fracturados de andesita porfídica en el cerro San Bartolomé. Vista tomada hacia el sur (UTM 452815/8208709)



Av. Canadá 1470 - San Borja, Lima 41, Perú  
Teléfono: 051 - 1- 618 9800  
[www.gob.pe/ingemmet](http://www.gob.pe/ingemmet)  
[comunicacion@ingemmet.gob.pe](mailto:comunicacion@ingemmet.gob.pe)

ISBN: 978-612-47898-7-8



9 786124 789878