PERÚ | Ministerio de Energía y Minas | Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET

INGEMMET

Geología del cuadrángulo de Chachapoyas Hoja 13-h

Boletín N° 147 Serie A
Carta Geológica Nacional
Escala 1:50,000

Rildo Rodríguez Mejía
Eber Cueva Tintaya
Edwin Giraldo Saldivar
Elvis Sánchez Chimpay

Teresa Cornejo Sánchez

Lima, Perú
2012

PERÚ | Ministerio de Energía y Minas | Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET

INGEMMET

Geología del cuadrángulo de Chachapoyas Hoja 13-h

Boletín N° 147 Serie A
Carta Geológica Nacional
Escala 1:50,000

Rildo Rodríguez Mejía

Eber Cueva Tintaya

Edwin Giraldo Saldivar

Elvis Sánchez Chimpay

Teresa Cornejo Sánchez

Lima, Perú
2012

SERIE A: CARTA GEOLÓGICA NACIONAL,
N° 147, 2012.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú
N° 2012-15165
Razón Social: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
Domicilio: Av. Canadá N° 1470, San Borja, Lima, Perú
Primera Edición, INGEMMET 2012
Se terminó de imprimir el 15 de Diciembre del año 2012 en los talleres de Imprenta Cano s.r.l.

© **INGEMMET**
Derechos Reservados. Prohibida su reproducción

Presidente del Consejo Directivo: Susana Vilca
Secretario General: Wens Silvestre

Comité Editor: Susana Vilca, Víctor Carlotto, Lionel Fídel, Jorge Chira, Giovanna Alfaro

Dirección encargada del estudio: Dirección de Geología Regional

Unidad encargada de edición: Unidad de Relaciones Institucionales.

Correción Geocientífica: Victor Carlotto Caillaux
Digitalización y SIG: David Ojeda y Claudia Fabian
Corrección gramatical y de estilo: María del Carmen La Torre
Diagramación: Zoila Solis

Portada: El Grupo Pucará, del Triásico - Jurásico, afectado por pliegues y cubierto en discordancia angular por la Formación Corontachaca del Jurásico y por el Grupo Goyllarizquisga del Cretácico inferior. Margen izquierda del cañon del río Utcubamba. Vista tomada al oeste desde el mirador de Huancas (al norte de Chachapoyas).

Referencia bibliográfica
Rodríguez, R.; Giraldo, E.; Cueva, E.; Sánchez, E. & Cornejo, T. (2012) - Geología del cuadrángulo de Chachapoyas (13-h), *INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 147, 142 p.

Contenido

RESUMEN **1**

ABSTRACT **2**

CAPÍTULO I **3**
INTRODUCCIÓN 3

CAPÍTULO II **7**
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS 7

CAPÍTULO III **13**
ESTRATIGRAFÍA Y ROCAS INTRUSIVAS 13

CAPÍTULO IV **59**
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 59

CAPÍTULO V **75**
GEOLOGÍA ECONÓMICA 75

CAPÍTULO VI **83**
RELACIONES ENTRE TECTÓNICA, SEDIMENTACIÓN Y MINERALIZACIÓN 83

CAPÍTULO VII **93**
ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES 93

CAPÍTULO VIII **105**
GEOPATRIMONIO, GEOTURISMO, CONSERVACIÓN Y SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO 105

BIBLIOGRAFÍA **119**

ANEXOS **123**
APÉNDICE PALEONTOLÓGICO CUADRÁNGULO DE CHACHAPOYAS 125

RESUMEN

La mayor parte del área del cuadrángulo de Chachapoyas (13-h) pertenece a la región Amazonas y a una zona restringida al extremo noreste de la región San Martín. Desde el punto de vista morfoestructural, la zona de estudio se encuentra en la Cordillera Oriental del norte del Perú, la misma que está conformada por mesetas intracordilleranas, zonas cordilleranas, laderas cordilleranas y tres tipos de valles: intercordillerano, sinclinal y cañón.

El marco estratigráfico del cuadrángulo de Chachapoyas (13-h) se realizó por medio de trabajos de campo. Estos trabajos permitieron determinar la variabilidad de litología, espesores y relaciones de contacto de cada unidad litoestratigráfica. La estratigrafía se dividió en cinco ciclos: 1) Paleozoico inferior, conformado por la Formación Macno; 2) Paleozoico superior, conformado por el Grupo Ambo; 3) Pérmico-Jurásico inferior, conformado por los grupos Mitu y Pucará; 4) Jurásico medio-Cretácico, conformado por las formaciones Corontachaca y Sarayaquillo del Jurásico, los grupos Goyllarizquisga y Oriente del Cretácico inferior, y las formaciones Chulec, Pulluycana, Chonta y Vivian del Cretácico medio-superior; y 5) Cenozoico, conformado por las formaciones Yahuarango e Inguilpata.

El magmatismo está restringido al sector suroeste, donde se encuentran granitos atribuidos al Carbonífero inferior. Un segundo evento magmático, pero discreto, está dado por las tobas que se intercalan dentro de la Formación Inguilpata del Neógeno.

Dentro del cuadrángulo de Chachapoyas, existen fallas regionales, entre ellas se encuentran Kuélap, Chachapoyas, Paclas y Chontapampa. Estas fallas controlaron la evolución de cuencas sedimentarias entre el Pérmico y el Neógeno, lo que conlleva a diferenciar cuatro dominios tectono-estratigráficos: suroccidental, occidental, central y nororiental. Durante el Permo-Jurásico inferior, el dominio suroccidental fue un alto estructural, mientras que los otros dominios fueron depocentros. En cambio, durante el Neógeno, el dominio central sirvió como depocentro de la cuenca de la Formación Inguilpata. Las fallas regionales también controlaron la migración y emplazamiento de la mineralización aurífera y del tipo Mississippi Valley (MVT), que existen dentro de la zona de estudio.

Los yacimientos metálicos están divididos en dos franjas metalogenéticas. Una de ellas es la franja de Au en rocas metasedimentarias del Ordovícico y Silúrico, que se encuentra en el dominio tectoestratigráfico suroccidental (suroeste de la zona de estudio). La otra es la franja de depósitos tipo Mississippi Valley (MVT) de Pb-Zn del Eoceno-Mioceno, la cual se encuentra en la parte central de la zona de estudios, en los dominios tectoestratigráficos central y occidental. Asimismo, destacan las minas de Soloco y Florcita. Puntualmente, se encuentran depósitos de Au tipo placer fluvio-aluvial, los cuales se ubican en la localidad de Magdalena dentro del dominio tectono-estratigráfico occidental.

Todas las unidades estratigráficas, de acuerdo con sus características litológicas, pueden ser aprovechadas para la ejecución de obras civiles. Por ejemplo, las calizas del Grupo Pucará pueden ser usadas para la fabricación de cemento y para lastre en la construcción de carreteras; las areniscas de los grupos Goyllarisquizga y Oriente, y de la Formación Vivian pueden ser usadas como arenas para la construcción y, en algunos casos, para la fabricación de vidrio; las calizas de las formaciones Chulec, Pulluycana y Chonta son usadas como lastre en la construcción de carreteras; y, finalmente, los conglomerados de la Formación Inguilpata son usados como material de subbase en la construcción de las carreteras, así como, en ocasiones, algunos niveles de arcillas son usados como materia prima para el trabajo en cerámica.

El cuadrángulo de Chachapoyas está ubicado en el centro del territorio de la cultura Chachapoyas. Allí se encuentra la fortaleza de Kuélap y otros restos arqueológicos importantes. En el presente trabajo, se indicarán medidas preventivas preliminares desde el punto de vista geológico para la conservación de los principales centros arqueológicos y de los atractivos naturales.

La zona de estudio tiene lugares importantes para ser considerada como geopatrimonio. Allí destacan los afloramientos de fallas geológicas, acompañados de numerosas cavernas y rutas para el *tracking.*

ABSTRACT

Most part of the Chachapoyas quadrangle area (13-h) belongs to the Amazonas region and to a restricted area in the northeast of the San Martin region. From the morphostructural point of view, the area of study is in the Eastern Cordillera of northern Peru, and it is made up of intermontane plateaus, mountain range areas, mountain range slopes and three types of valleys: intermontane plateaus, syncline and canyon.

The stratigraphic framework of the Chachapoyas quadrangle (13-h) was established from on side studies and fieldwork. This allowed to determine the variability of lithology, the thickness and the contact relationships of each lithostratigraphic unit, which was controlled by paleogeographic faults. The stratigraphy was divided into five cycles: 1) The Lower Paleozoic, formed by the Macno Formation; 2) the Upper Paleozoic, formed by the Ambo group; 3) The Permian-Lower Jurassic, formed by the Mitu and Pucara groups; 4)The Middle Jurassic-Cretaceous, formed by the Corontachaca and Sarayaquillo formations from the Jurassic, the Goyllarizquisga and Oriente groups from the Lower Cretaceous, and the Chulec, Pulluycana, Chonta and Vivian formations from the Mid-upper Cretaceous; finally, 5) Cenozoic, formed by the Yahuarango and Inguilpata formations.

The magmatism is restricted to the southwest area, where granites attributed to the Lower Carboniferous can be found. A second event, magmatic but discreet, is at testified by the tuffs, which are inserted into the Neogene Inguilpata formation.

In the Chachapoyas quadrangle, there are regional faults such as Kuelap, Chachapoyas, Paclas and Chontapampa. These faults controlled the evolution of sedimentary basins between Permian and Neogene, which lead to distinguish four tectostratigrafic domains: Southwestern, Western, Central and Northeastern. During the Permian-Lower Jurassic, the Southwestern domain was a structural high, while the other domains were depocenters. In contrast, during the Neogene, the Central Domain served as the depocenter for the basin of the Inguilpata Formation. The regional faults also controlled the migration and emplacement of gold mineralization and the Mississippi Valley mineralization (MVT), which exist in the area of study.

The ore deposits are divided into two metallogenetic belts. One of them is a Au belt in Ordovician Silurian metasedimentary rocks, located in the Southwest tectostratigraphic domain (southwest of the area of study).The other belt is the Mississippi Valley–type (MVT) Pb-Zn deposits of the Eocene-Miocene, which is located in the central part of the area of study, in the Central and Western tectostratigraphic domains. Where, the mines Florcita and Soloco stand out. There are some, Au fluvial-alluvial type deposits which are located in the town of Magdalena in the Western tectostratigraphic domain.

According to their lithological characteristics, all the stratigraphic units can be used for civil works. For example, the limestones from the Pucara Group can be used for the manufacture of cement and ballast in road construction. The sandstones from the Oriente and Goyllarisquizga groups, and the Vivian Formation can be used as sand for construction, and in some cases, for the manufacture of glass. The limestone from the Chulec, Pulluicana and Chonta formations are used as ballast in road construction. Finally, the conglomerates from the Inguilpata formation are used as subfoundation in roads construction, and occasionally some levels of clays are used as raw material for ceramic work.

The Chachapoyas quadrangle is located in the center of the territory of the Chachapoyas culture. The fortress of Kuelap and other important archaeological remains can be found there. In this study, we propose preliminary preventive measures from a geological point of view for the conservation of major archaeological sites and natural attractions.

The area of study has important places to be considered as geopatrimony. They include the outcrops of geological faults, accompanied by numerous caves and routes for tracking.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

UBICACIÓN Y ACCESO

El cuadrángulo de Chachapoyas (13-h), ubicado entre los 78º00' a 77º30' O y 6º00' a 6º30' S (Fig. 1), abarca un área aproximada de 2980 km^2. Políticamente, el área de estudio pertenece a la Región Amazonas, localizada en la ceja de selva con una temperatura promedio de 18°C y una humedad relativa de 74%.

El acceso al área de estudio, desde la ciudad de Lima, se realiza por vía aérea por medio de vuelos cívicos que realiza la Fuerza Aérea del Perú en la ruta Lima-Chachapoyas y por vía terrestre, utilizando la carretera Panamericana Norte, pasando por las ciudades de Trujillo, Chiclayo, hasta el valle de Olmos; luego se toma el desvío hacia Bagua Grande, Pedro Ruiz y, finalmente, se coge el ramal para la ciudad de Chachapoyas, que está ubicada en la parte central del cuadrángulo. Existe una tercera alternativa de acceso, la que puede realizarse por vía aérea hasta la ciudad de Chiclayo y continuar el recorrido anterior.

OBJETIVOS

El principal objetivo de este nuevo boletín de la serie A: Carta Geológica es la actualización de la Carta Geológica Nacional en un nuevo formato a escala 1:50 000 que ha adoptado el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET).

Los otros objetivos están relacionados a las aplicaciones de la información, pues van desde los aspectos científicos hasta las exploraciones de los recursos geológicos como minerales, rocas y geopatrimonio. Sin embargo, pensamos que el objetivo más importante es poner esta información a disposición de las autoridades y pobladores para la evaluación de los recursos naturales, así como, de los peligros geológicos y su aplicación en la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) y los Planes de Ordenamiento Territorial (POT).

PRESENTACIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) es la entidad especializada en la gestión y el manejo de información geológica, minera y metalúrgica, y cumple con su ámbito de competencia y funciones, que consiste en desarrollar, mantener y actualizar la Carta Geológica Nacional y sus derivaciones temáticas.

En este estudio, se presenta la actualización del cuadrángulo de Chachapoyas, enmarcada dentro del Proyecto de Investigación GR-6 «Geología de rocas sedimentarías y volcánicas del Altiplano y Cordillera Oriental» de la Dirección de Geología Regional. Integrado por el Msc. Rildo Rodríguez (jefe de proyecto), el Ing. Eber Cueva, el Ing. Edwin Giraldo, el bachiller Elvis Sánchez y la Ing. Teresa Cornejo.

Se presentan cuatro mapas geológicos a escala 1:50 000, correspondientes a los cuatro cuadrantes del cuadrángulo 1: 100 000 de Chachapoyas (hoja 13-h). Los mapas a escala 1:50 000 se realizaron con base en los trabajos de campo y gabinete a escala 1:25 000, también se presentan nuevas columnas litoestratigráficas; así como, secciones estructurales del área de los cuadrantes (hojas 13h-I-II-III-IV). Los trabajos de actualización se iniciaron en el año 2008, con el cartografiado geológico del cuadrante 13h-III, posteriormente, durante el 2010, se continuaron y concluyeron los trabajos de campo correspondientes a este cuadrángulo.

El Boletín de la Geología del Cuadrángulo de Chachapoyas (hoja 13-h) incluye anexos con diferentes mapas que acompañan a la carta geológica, como los mapas geomorfológicos, estructural, dominios tectono-estratigráficos, así como el mapa metalogenético que incluye la ubicación de prospectos y las zonas de interés para la exploración de yacimientos mineros.

ESTUDIOS ANTERIORES

En el cuadrángulo de Chachapoyas, desde inicios del siglo pasado, se han desarrollado los primeros estudios del Grupo Pucará del norte del Perú. Jaworski (1922) describió fauna del Triásico en el valle del Utcubamba, luego Steinmann (1930) la daría a conocer en su libro «Geología del Perú». Un estudio completo del Grupo Pucará fue realizado por Weaver (1942), quien dividió al grupo en las formaciones Utcubamba Chilingote y Suta. Posteriormente, Loughman & Hallam (1982) analizaron las litofacies del Grupo Pucará en el valle de Utcubamba. La edad del Grupo Pucará está determinada en función de la fauna estudiada por Geyer (1979), Hillebrandt (1981) y Prinz (1985), y que fue confirmada, con dataciones radiométricas en tobas de la Formación Aramachay, por Schaltegger et al., (2006). Un análisis sedimentológico de las

areniscas del Cretácico inferior fue realizado por López (1997), el mismo que marca la zona de transición entre los grupos Goyllarisquizga y Oriente.

Los registros más antiguos de exploración minera son de la década del 60 del siglo pasado. Los yacimientos de Pb-Zn son los más buscados. Logan King & Asociados visitaron el proyecto Soloco que más tarde fue estudiado por Blucher (1969); más al norte se encuentra la mina Florcita que fue estudiada por Huaicane (2001) y Manrique (2007). Estudios regionales de la mineralización de Pb-Zn en el Grupo Pucará fueron realizados por Reid (2001) que determinó las características litológicas de la roca caja, luego Basuki et al.,2008) y Basuki & Spooner (2009) realizaron estudios de inclusiones fluidas e isótopos de los yacimientos del tipo MVT alojados dentro del Grupo Pucará.

El cuadrángulo de Chachapoyas fue cartografiado por Sánchez (1995) como parte de un estudio mayor de siete cuadrángulos, en donde se encontraban los cuadrángulos vecinos de Jumbilla, Lonya Grande, Rioja y Leimebamba. El mencionado estudio marca un buen punto de partida para diferentes actividades de investigación y de exploración regional. Sin embargo, por la falta de mapas topográficos y del cartografiado de detalle, esta información no puede ser aprovechada para estudios más locales. En el presente Boletín se presenta información detallada del área del cuadrángulo como columnas estratigráficas, que han permitido interpretar el comportamiento tectónico de las fallas importantes a través de la evolución andina y sus implicancias en el emplazamiento de depósitos de minerales e hidrocarburos. El trabajo realizado a escala 1:50 000 podrá ser aprovechado para el Plan de Ordenamiento Territorial y Zonificación Ecológica Económica de las diferentes provincias de Región Amazonas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresamos nuestro sincero agradecimiento a la población de la ciudad de Chachapoyas y sus anexos por el apoyo brindado durante los trabajos de campo; asimismo, al Ing. David Ojeda y a la Srta. Claudia Fabian por su participación en las etapas de digitalización, redacción, corrección y diagramación del presente estudio, y al bachiller Diego Báez por el apoyo brindado en campo en la etapa inicial del estudio, al Espeleo Club Andino ECA PERU por las fotos y mapas de Parjugsha.

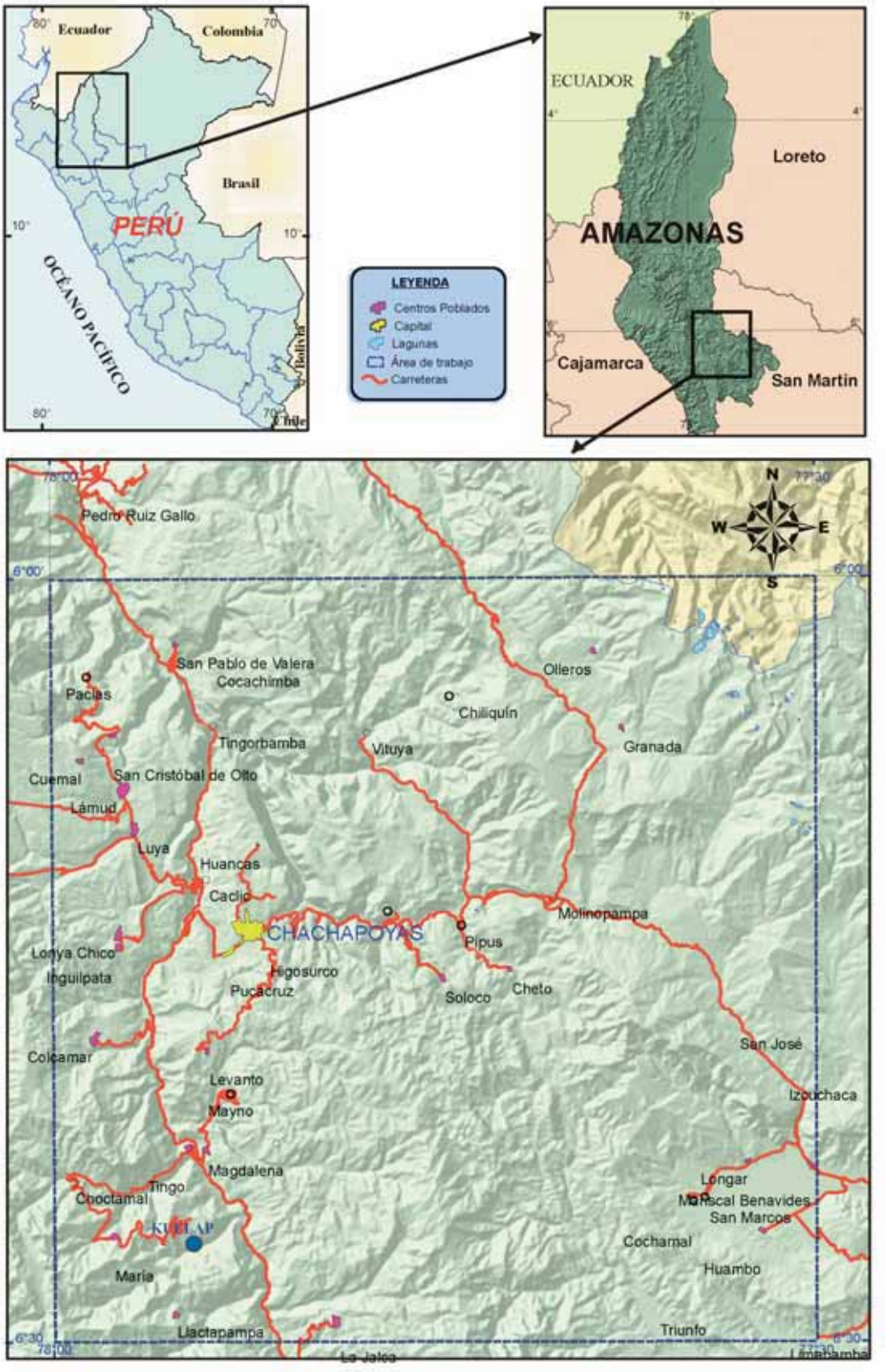


Figura 1. Mapa de ubicación del cuadrángulo de Chachapoyas.

CAPÍTULO II
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

El área del cuadrángulo de Chachapoyas está en la Cordillera Oriental, la misma que localmente puede ser dividida en tres tipos de unidades geomorfológicas: zonas cordilleranas, valles y mesetas estructurales (Fig. 2).

ZONAS CORDILLERANAS

Las zonas cordilleranas presentan relieves abruptos controlados por la actividad de las fallas regionales (Foto 1). Dentro del cuadrángulo de Chachapoyas, se han determinado tres zonas cordilleranas, las cuales presentan rocas más antiguas al oeste y más recientes al este.

Cordillera Dusharán-Batea

Está ubicada en la parte suroccidental del cuadrángulo, tiene una orientación NO-SE y cotas entre los 3200 y 3600 msnm. El clima es semiseco, templado y húmedo con temperaturas que oscilan entre los 15º y 17º C. Presenta superficies heterogéneas que van desde cerros con crestas encorvadas hasta cumbres afiladas que, generalmente, muestran una morfología agreste.

La Cordillera Dusharán-Batea, principalmente, está compuesta por rocas metamórficas de la Formación Macno (Cámbrico-Ordovícico inferior) y, en menor proporción, por lutitas negras del Grupo Ambo (Carbonífero), conglomerados del Grupo Mitu (Permo-Triásico) y calizas del Grupo Pucará (Triásico superior-Jurásico inferior).

Cordillera de Yasgolga

La Cordillera de Yasgolga se extiende por el sur desde Atuén (cuadrángulo de Leimebamba) pasando por el este de La Jalca Grande, hasta la parte media y central del cuadrángulo de Chachapoyas. Tiene orientación N-S que cambia bruscamente a E-O en su parte norte (al sur de Chachapoyas). Las cotas pueden variar entre los 2900 y 3300 msnm. El clima es semiseco, templado y húmedo con temperaturas que oscilan entre los 15º y 17º C.

Hidrográficamente, este accidente morfoestructural constituye el *divortium acuarium* de las cuencas hidrográficas de los ríos Utcubamba (al oeste) y Shocol (al este).

Estructuralmente, está controlada por la actividad de las fallas Soloco y Triunfo, las cuales dieron origen a un gran anticlinal, cuyo núcleo está conformado por lutitas negras del Grupo Ambo (Carbonífero), areniscas del Grupo Mitu (Permo-Triásico) y, en menor cantidad, por calizas del Grupo Pucará (Triásico superior-Jurásico inferior), que generan una morfología irregular con crestas abruptas y en las cuales se puede observar algunas dolinas.

Cordillera de Piscohuañuna o Ventilla

Está ubicada en el extremo noreste del cuadrángulo de Chachapoyas, al noreste de Granada, y se proyecta hacia los cuadrángulos vecinos. Tiene orientación NO-SE con cotas entre los 3800 y 3900 msnm. El clima es frío, seco y húmedo con temperatura promedio entre los 13º y 15º C.

Estructuralmente, la Cordillera de Piscohuañuna o Ventilla está controlada por la actividad de fallas inversas que originaron un gran anticlinal, cuyo eje se encuentra en los cuadrángulos de Nueva Cajamarca y Rioja. En el cuadrángulo de Chachapoyas, solo aflora el borde oeste de dicha cordillera, compuesta principalmente por areniscas cuarzosas rojas y areniscas cuarzosas blancas de la Formación Sarayaquillo (Jurásico) y areniscas cuarzosas con algunos niveles de carbón del Grupo Oriente (Cretácico inferior).

Ladera cordillerana

Esta ladera se halla en ambos lados de la Cordillera de Yasgolga. Sus cotas pueden variar entre 2500 y 3000 msnm. Se caracteriza por presentar pendientes moderadas que oscilan entre los 20º y 35ºC.

Ladera cordillerana de La Jalca Grande

Se encuentra al oeste de la Cordillera de Yasgolga. Presenta pendiente suave entre 25° y 30°, correspondiente a los buzamientos de los estratos de rocas sedimentarias que los componen.

Estructuralmente, corresponde al flanco occidental del gran anticlinal que constituye la Cordillera de Yasgolga. Estratigráficamente, está compuesta por areniscas del Grupo Mitu (Permo-Triásico), calizas del Grupo Pucará (Triásico-Jurásico) y escasos niveles de areniscas cuarzosas blancas del Grupo Goyllarisquizga (Cretácico inferior).

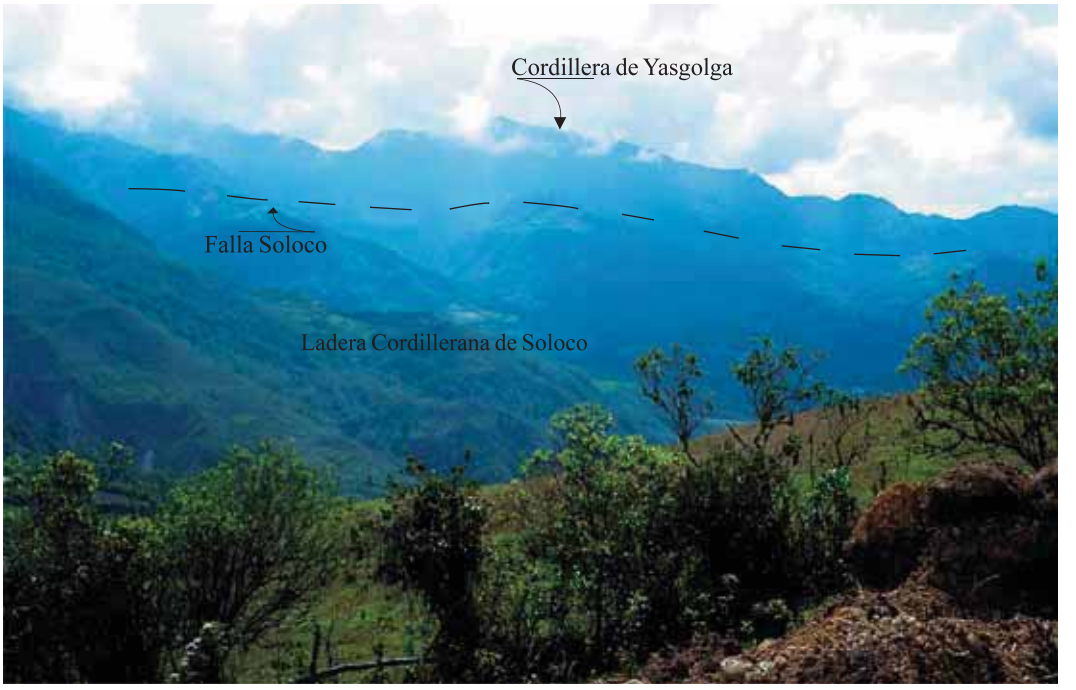


Foto 1. Al fondo se observa la Cordillera de Yasgolga controlada por la actividad de las fallas Chachapoyas y Soloco. Vista tomada al sur desde Sonche.

Ladera cordillerana de Soloco

Se encuentra al este de la Cordillera de Yasgolga. El relieve es más abrupto que el de la ladera cordillerana de La Jalca Grande. Estructuralmente, está compuesta por una serie de repeticiones tectónicas que afectan al Grupo Pucará.

Mesetas estructurales

Las mesetas estructurales se encuentran en la parte norte de la zona de estudio (hojas 13h-I y IV). Están conformadas por las areniscas cuarzosas del Grupo Goyllarisquizga y las calizas de la Formación Chulec que tienen sus estratos subhorizontales o con un plegamiento suave resistente a la erosión.

El relieve es de suave a llano. El clima es lluvioso, semicálido y húmedo, y la temperatura promedio se encuentra entre los 17º y 19º C. Sobre las planicies, se han desarrollado las ciudades de Chachapoyas, Luya (Fig. 2), Lámud y Molinopampa.

Un análisis preliminar de la geomorfología sugiere que todas las mesetas (excepto la de Molinopampa) fueron una gran planicie, la misma que sirvió como depocentro de la cuenca Inguilpata (Mioceno). Posteriormente, en el Mioceno superior, la gran planicie estructural fue erosionada por canales de agua que dieron origen a los valles encañonados de los ríos Utcubamba y Sonche. (Foto 2).

Valles

Los valles del cuadrángulo de Chachapoyas tienen diferente grado de madurez y pueden ser divididos en valles cañón y valles interandinos. Ambos se encuentran erosionando a todas las unidades geomorfológicas anteriormente descritas. El clima, por lo general, es igual al de las mesetas estructurales; es decir, lluvioso, semicálido y húmedo con temperatura promedio entre los 17º y 19º C.

Valles cañón

Los valles cañón fueron originados por una intensa erosión vertical ocasionada por ríos caudalosos que, generalmente, atraviesan las planicies estructurales. Estos valles se caracterizan porque sus laderas tienen cambios bruscos de pendientes y pueden ser verticales e inaccesibles (Foto 3); además, contienen caídas de agua que pueden sobrepasar los 700 m de altura. También, presentan zonas de deslizamientos o derrumbes antiguos que forman pequeñas mesetas dentro de las laderas de los valles. Los desniveles entre el techo y el fondo de valle llegan a sobrepasar los 3000 m (quebrada Río Seco).

Los valles cañón están ubicados en la parte norte de la zona de estudio. Erosionan areniscas del Grupo Goyllarisquizga (Cretácico), areniscas rojas y brechas calcáreas de las formaciones

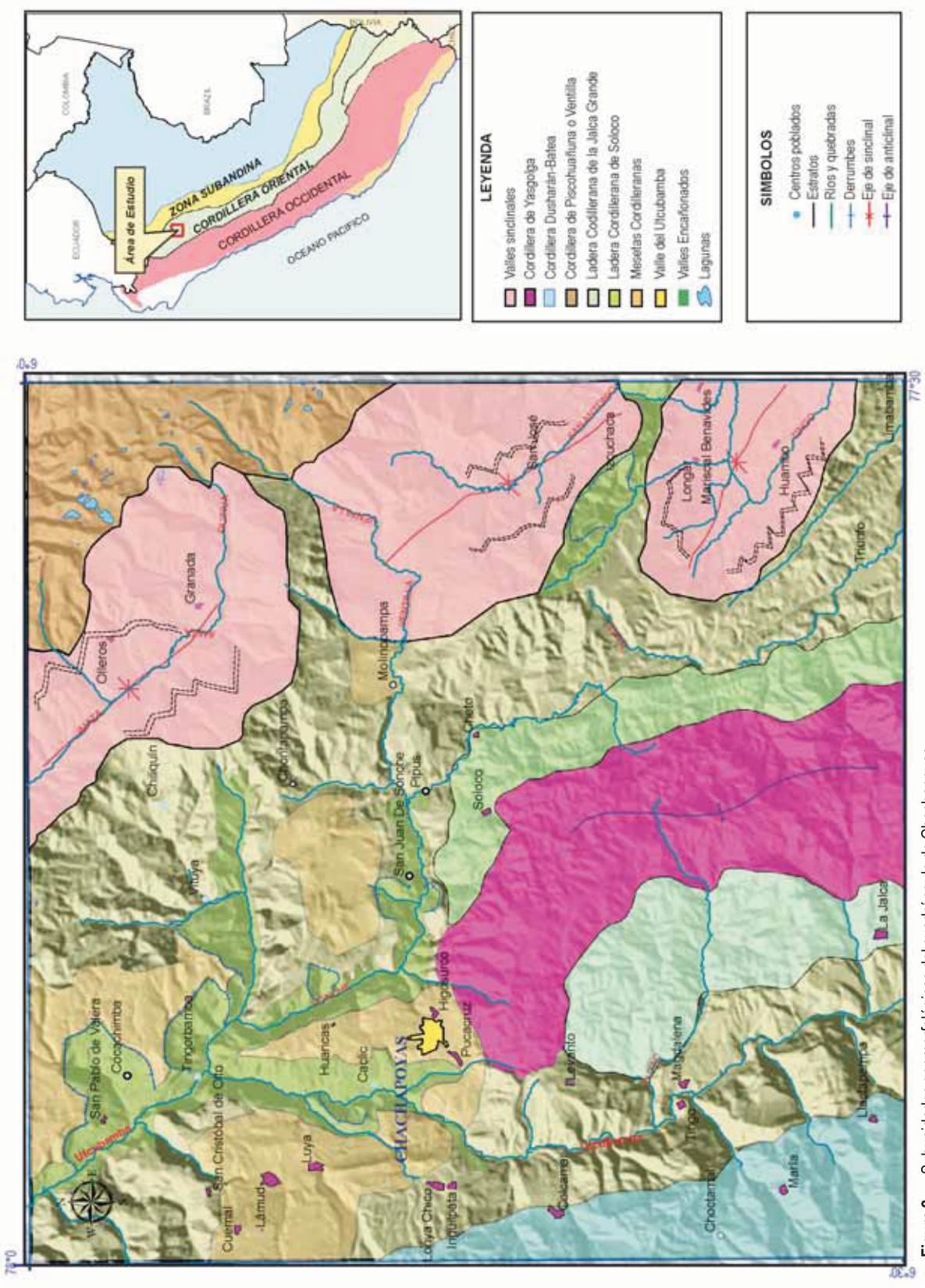


Figura 2 Subunidades geomorfológicas del cuadrángulo de Chachapoyas.

Foto 2 Meseta estructural de Luya cortada en el fondo de la foto por el valle del río Utcubamba.

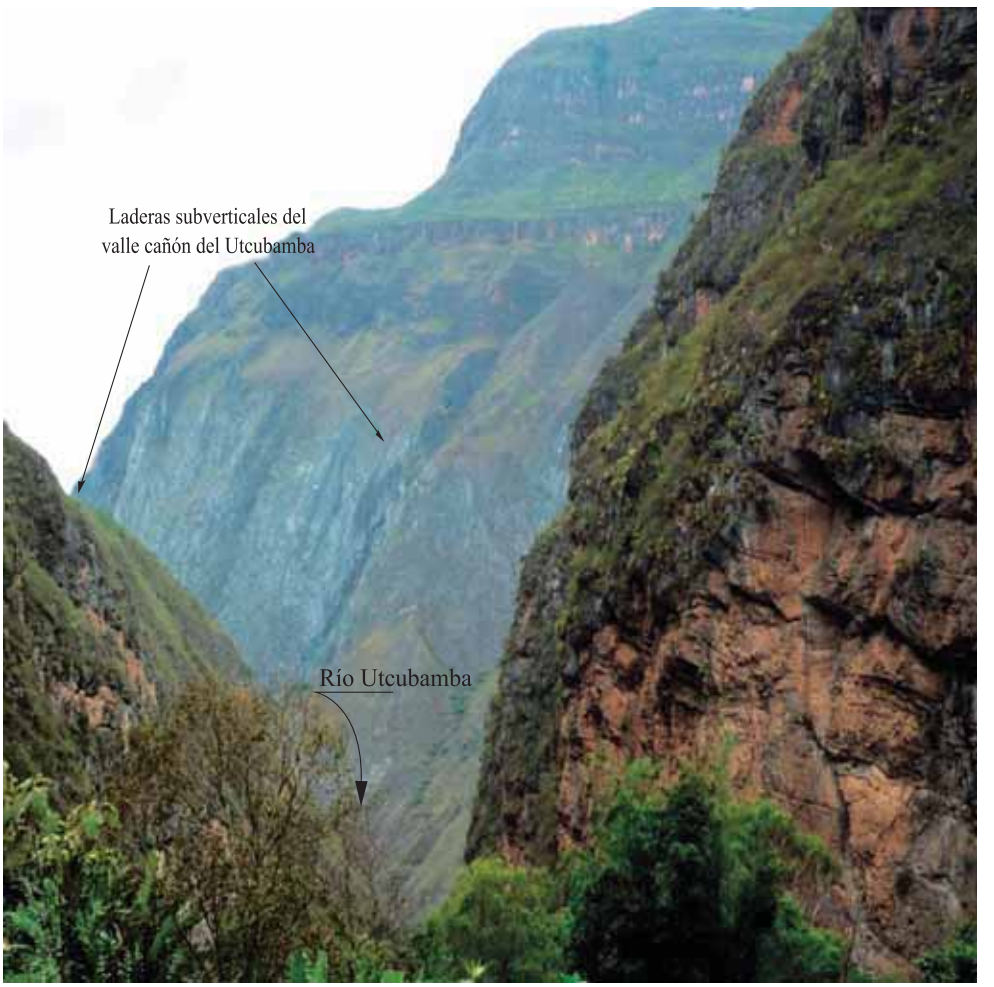


Foto 3 Valle cañón con sus laderas verticales e inaccesibles. Valle del río Utcubamba.

Sarayaquillo y Corontachaca (Jurásico), y calizas del Grupo Pucará (Triásico superior-Jurásico inferior).

Otra zona donde se puede observar este tipo de morfología es en el lado sureste del cuadrángulo (hoja 13h-II), en la quebrada Río Seco. En este sector, las rocas erosionadas son areniscas cuarzosas del Grupo Oriente, y lutitas y calizas de la Formación Chonta (Cretácico).

Valles intracordilleranos

Constituyen la unidad geomorfológica más abundante. Ocupan aproximadamente el 50% del área del cuadrángulo, con secciones en forma de V y con pendientes subverticales (Foto 4).

Entre los principales valles intracordilleranos, se encuentra el sector suroeste del cuadrángulo, a lo largo del curso de río Utcubamba (hoja 13h-III). Este se encuentra ubicado entre la Cordillera Dusharán-Batea y la ladera cordillerana de La Jalca Grande. Erosionan calizas del Grupo Pucará, areniscas del Grupo Goyllarisquizga y secuencias carbonatadas de la Formación Chulec y el Grupo Pulluicana.

En el lado este del cuadrángulo (hojas 13h-I y13h-II), con dirección NO-SE, podemos encontrar otro valle que es moldeado por los ríos San Antonio, Shocol e Imaza. Este valle contiene, en las laderas areniscas del Grupo Goyllarisquizga, calizas del Grupo Pucará y, al sureste, las rocas de la Formación Chonta.

En el sector sureste (hoja 13h-II), en el lado oriental de la Cordillera de Yasgolga, se encuentra el valle formado por el río Shocol. Está conformado por las calizas de grupo Pucará y, hacia el sur, por las areniscas del Grupo Ambo.

Valles sinclinales

Los valles sinclinales tienen orientación NO-SE. Son valles que se han formado paralelamente al eje de sinclinales que afectan a unidades del Cretácico (Grupo Oriente y Formación Chonta). El fondo del valle, por lo general, es ancho y llano. En él se encuentran depósitos sedimentarios actuales, los cuales son buenos para la agricultura o la ganadería. Las pendientes de los valles son controladas por el buzamiento de los estratos y varían entre 15 y 45° (Foto 5). El drenaje es subparalelo a subdendrítico.

En el cuadrángulo de Chachapoyas, se han identificado tres valles sinclinales. El primero es el valle de Granada, ubicado en el extremo noreste del cuadrángulo. Este es erosionado por la red hidrográfica del río Imaza, donde se encuentran los distritos de Granada, Olleros y Chiliquín. El segundo es el valle de Huambo, ubicado al sureste del cuadrángulo. Es erosionado por la red hidrográfica del río Huayabamba (cuadrángulo de Rioja), donde se localizan las quebradas de Tingo y Río Grande, y los distritos de Huambo, Longar y Cochamal. El tercero es el valle de la laguna Huamanpata (cuadrángulo de Rioja), es erosionado por el río San Antonio y la red hidrográfica de la laguna Huamanpata.

Foto 4 Valle intracordillerano en la carretera Chachapoyas-Molinopampa. Vista tomada al oeste.

Foto 5 Flanco oeste del valle sinclinal de la laguna Huamanpata. Se observa que la pendiente de la ladera adopta el buzamiento de los estratos y que, en el fondo del valle, se encuentran depósitos recientes. Vista tomada al sureste.

CAPÍTULO III

ESTRATIGRAFÍA Y ROCAS INTRUSIVAS

El marco estratigráfico del cuadrángulo de Chachapoyas (13-h) fue realizado mediante trabajos de campo, donde se determinó la variabilidad litológica, espesores y relaciones de contacto. Las unidades estratigráficas varían de un lugar a otro en litología y espesor. Se encuentran controladas y limitadas por fallas regionales que determinan cuatro dominios tectono-estratigráficos, cada uno de ellos con características propias (Fig. 3).

Las unidades estratigráficas que comprende el cuadrángulo de Chachapoyas (13-h) van desde el Cámbrico hasta el Neógeno. En líneas generales, se resumen cinco grandes ciclos: Cámbrico-Paleozoico superior, Paleozoico superior, Pérmico-Jurásico inferior, Jurásico medio-Cretácico y Cenozoico.

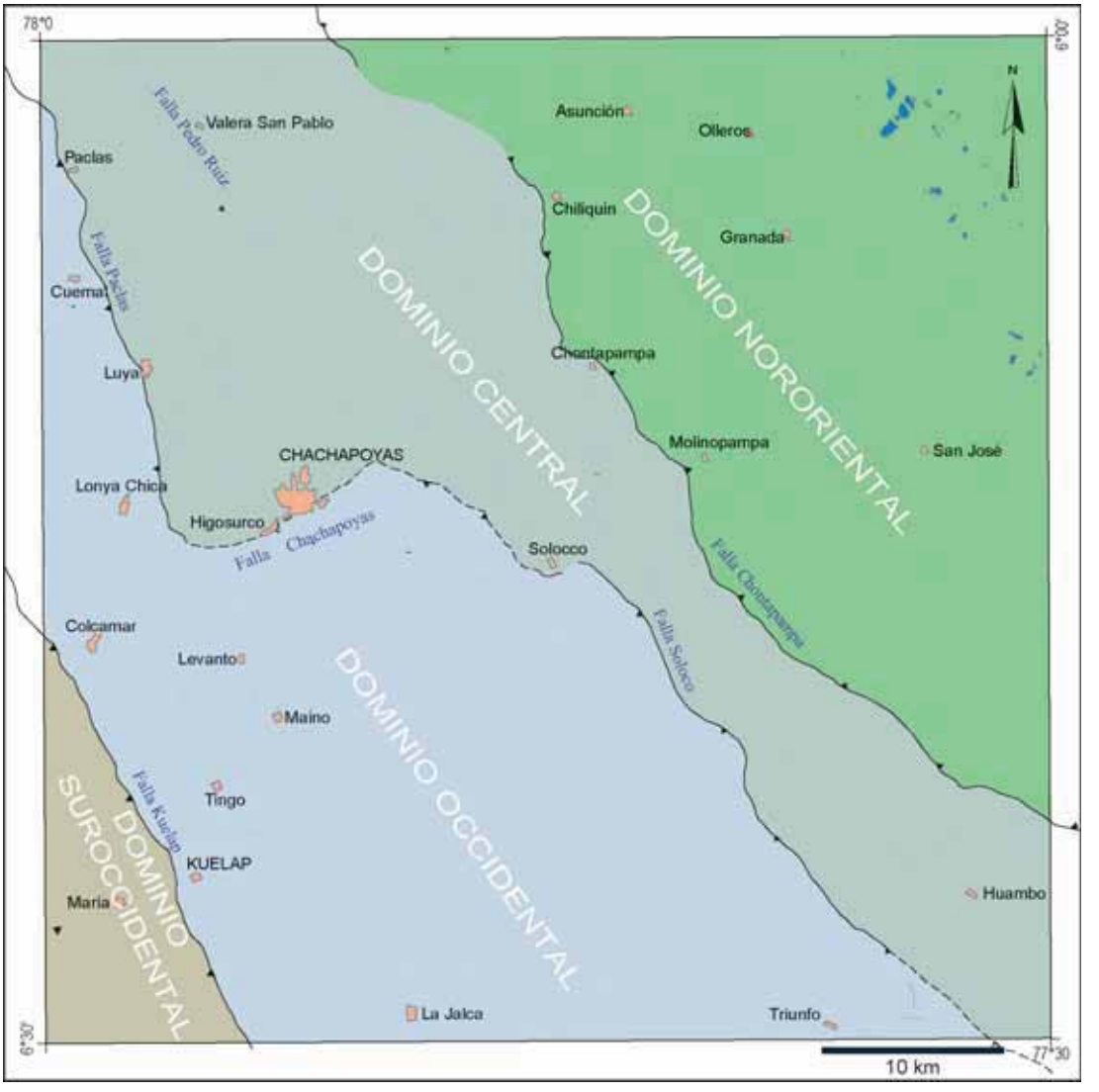


Figura 3 Mapa de dominios tectono-estratigráficos controlado por fallas regionales.

CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS DE LOS DOMINIOS TECTONO-ESTRATIGRÁFICOS

Dominio suroccidental

Este dominio se encuentra al extremo suroeste del cuadrángulo de Chachapoyas (13h-II) y está limitado hacia el este por la falla Kuélap (Fig. 3) de dirección NO-SE y vergencia al NE. Este dominio está conformado por las unidades estratigráficas más antiguas comprendidas entre el Cámbrico y Jurásico. La unidad estratigráfica más antigua corresponde a la Formación Macno (Cámbrico-Ordovícico inferior), compuesto por gneis, esquistos y pizarras. Estas rocas infrayacen en discordancia angular al Grupo Mitu (Permo-Triásico), el cual presenta conglomerados polimícticos en la base y, secuencias rojas compuestas por areniscas intercaladas con lutitas en la parte superior. El Grupo Pucará indiviso (Triásico superior-Jurásico inferior) sobreyace en discordancia al Grupo Mitu y corresponde a una secuencia calcárea, cuya base presenta calizas con algunos niveles dolomíticos. El Grupo Ambo (Carbonífero inferior) infrayace en discordancia al Grupo Mitu y aflora, a manera de una ventana, al NE de la localidad de María, presentando intercalaciones de pizarras y filitas gris oscuras (Fig. 4).

Los dos únicos cuerpos intrusivos que afloran en el cuadrángulo de Chachapoyas se encuentran en este dominio. Petrográficamente, corresponden a tonalitas-granodioritas atribuidas al Carbonífero. Uno de los cuerpos ígneos aflora al este de la localidad de María; y el otro, en el límite con el cuadrángulo de Lonya Grande.

Dominio occidental

Este dominio se encuentra limitado al oeste por la falla Kuélap y, hacia el este, por las fallas Soloco y Paclas, ambas de dirección NO-SE (Fig. 3). La sección estratigráfica esquemática que muestra este dominio se puede observar en la figura 4. La unidad estratigráfica más antigua corresponde al Grupo Ambo (Carbonífero inferior), compuesta por pizarras, areniscas feldespáticas, lutitas y niveles de calizas que afloran en la parte este del dominio. Asimismo, infrayace en discordancia al Grupo Mitu (Permo-Triásico), compuesto por secuencias de areniscas cuarzo feldespáticas con algunos niveles finos de limoarcillitas y lutitas rojas; estas unidades afloran en la parte central del dominio (Fig.5). Hacia el oeste, aflora el Grupo Pucará, que presenta sus tres formaciones típicas: Chambará, Aramachay y Condorsinga; la relación estratigráfica con el Grupo Mitu es en aparente concordancia, en tanto que, hacia la parte superior, infrayace en discordancia angular al Grupo Goyllarisquizga.

Las secuencias del Cretácico resaltan en la topografía y son diferenciables en el camino de herradura que baja de la fortaleza de Kuélap hacia Tingo, donde las areniscas cuarzosas correspondientes al Grupo Goyllarisquizga (Cretácico inferior) infrayacen en concordancia a la Formación Chulec. Hacia la parte superior, se tiene las calizas del Grupo Pulluicana (Cretácico superior), donde se encuentra la fortaleza de Kuélap. Las secuencias atribuidas a la Formación Inguilpata (Neógeno) sobreyacen en discordancia y de manera indistinta sobre los grupos Ambo, Mitu, Pucará y las secuencias cretácicas.

Cabe destacar que el Grupo Pucará (Triásico superior-Jurásico inferior) aflora ampliamente en este dominio y es posible diferenciar las formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga. La Formación Chambará presenta calizas y dolomitas, las que están fracturadas y da la apariencia de brechas. La Formación Aramachay presenta limoarcillitas calcáreas, bituminosas, con niveles de calizas arenosas fosilíferas y areniscas finas. Finalmente, la Formación Condorsinga está compuesta por calizas en estratos medianos que infrayacen en discordancia erosional a las areniscas del Grupo Goyllarisquizga (Cretácico inferior).

Otros afloramientos importantes se observan en el camino de herradura entre La Jalca y Triunfo, donde se puede ver la secuencia completa del Grupo Pucará. Asimismo, en el valle del Utcubamba, Prinz (1985) diferenció las tres formaciones del Grupo Pucará, basándose en consideraciones paleontológicas.

Dominio central

El dominio central se encuentra limitado al oeste por las fallas Soloco y Paclas, mientras que, hacia el este, por la falla Chontapampa (Fig. 3). En este dominio, se encuentran las unidades sedimentarias del Triásico superior hasta el Neógeno (Fig. 4). Corresponde a una zona de transición y cambio de facies de las unidades estratigráficas del Jurásico medio al Cretácico superior.

Las calizas del Grupo Pucará afloran en el cañón del río Utcubamba, entre Cáclic (cuadrángulo de Chachapoyas) y Pedro Ruiz (cuadrángulo de Bagua grande). Aquí se pueden diferenciar las formaciones Chambará y Aramachay, las mismas que están plegadas e infrayacen en discordancia angular a los conglomerados y brechas calcáreas de la Formación Corontachaca (Jurásico medio-superior).

Las unidades atribuidas al Jurásico medio-superior corresponden a las formaciones Corontachaca y Sarayaquillo, las cuales infrayacen en leve discordancia angular a los grupos Goyllarisquizga y Oriente respectivamente. Las observaciones de campo evidencian que la Formación Corontachaca presenta variación de facies hasta pasar a la Formación Sarayaquillo.

Las secuencias del Cretácico están representadas por el Grupo Goyllarisquizga, la Formación Chulec y el Grupo Pulluicana; los

que son sobreyacidos, en discordancia angular, por la Formación Inguilpata del Neógeno.

Dominio nororiental

Este dominio se encuentra en la parte oriental del cuadrángulo de Chachapoyas y está limitado al oeste por la falla Chontapampa de dirección NO-SE (Fig. 3). El límite este se encuentra en el cuadrángulo de Rioja. Presenta secuencias que van desde el Jurásico inferior al Paleoceno (Fig. 4).

La unidad más antigua corresponde a la Formación Condorsinga del Grupo Pucará, que aflora en el borde NE del presente dominio. Esta unidad infrayace concordante a las secuencias detríticas de la Formación Sarayaquillo (Jurásico medio-superior).

La relación estratigráfica entre la Formación Sarayaquillo y las areniscas cuarzosas del Grupo Oriente (Cretácico inferior) es ligeramente discordante, y se observa en el cerro El Morro. Hacia la parte superior, se tiene la Formación Chonta (Cretácico inferior-medio), la que ha sido diferenciada en tres unidades (Sánchez, 1995) y se observa claramente a lo largo del río San Antonio.

Al este de la localidad de San José, aflora la Formación Vivian, compuesta por areniscas cuarzosas finas de color blanco, que resaltan en la topografía y pueden ser diferenciadas fácilmente. Estas secuencias sobreyacen concordante a la Formación Chonta e infrayacen en discordancia a las secuencias rojas de la Formación Yahuarango (Eoceno inferior).

UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS

Paleozoico inferior

Formación Macno: Cámbrico-Ordovícico inferior

Definición y relaciones estratigráficas. Wilson y Reyes (1964) definen y describen una serie metamórfica, en el valle del Marañón, a la que denominan «Complejo Metamórfico del Marañón». En el antiguo mapa del cuadrángulo de Chachapoyas, las rocas metasedimentarias fueron cartografiadas como el Complejo Metamórfico del Marañón del Precámbrico (Sánchez, 1995). Sin embargo, estos afloramientos corresponden a las secuencias sedimentarias de la Formación Macno del oeste de Santo Tomás (cuadrángulo de Leimebamba) definida por Sánchez et al. (2006) en la carretera Chagual-Parcoy (cuadrángulo de Pataz).

Los afloramientos se encuentran en el dominio suroccidental, en el borde SO del cuadrángulo de Chachapoyas. En general, presentan una forma de franja alargada con orientación NO-SE.

La Formación Macno infrayace en discordancia angular a los grupos Ambo y Mitu. Se estima un espesor comprendido entre los 1200 m y 1500 m.

Litología y ambiente sedimentario. La litología está compuesta por esquistos, gneis, esquistos micáceos y metasedimentos que pueden ser agrupados en dos unidades informales.

La Unidad I (esquistos y gneis) está compuesta, principalmente, por esquistos de coloración gris verdosa y gneis de coloraciones de grises a rosados. Los esquistos son de cuarzo y micas con algunas plagioclasas y granates, en tanto que los ortogneis son de composición granítica y tonalítica con cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y granate. Los minerales accesorios más comunes son el apatito, el circón, la clorita y la sericita.

La Unidad II (metasedimentos) constituye un conjunto de rocas metamórficas de bajo grado. Se compone, principalmente, de una intercalación de pizarras, esquistos micáceos, filitas, cuarcitas y mármoles.

Los sedimentos que formaron la Formación Macno corresponderían a un protolito pelágico que ha sufrido procesos de metamorfismo regional que se evidencian por las esquistosidades que se observan en sus afloramientos (Sánchez, 1995).

Edad. La edad de las rocas metasedimentarias del norte del Perú fue atribuida al Precámbrico (Wilson y Reyes, 1964; Sánchez, 1995). Sin embargo, en la región de Huánuco, la edad de las rocas metasedimentarias atribuidas al Complejo Metamórfico del Marañón son principalmente del Ordovícico y presentan pequeños núcleos con rocas de edad precámbrica (Cardona, 2006). Esto es confirmado en la región de Pataz, en donde la Formación Macno sobreyace en leve discordancia a las rocas metamórficas del Complejo Metamórfico del Marañón (Precámbrico) e infrayace a las pelitas de la Formación Contaya (Ordovícico medio). En consecuencia, se le atribuye una edad Cámbrica-Ordovícico inferior (Sánchez, 2006).

Paleozoico superior

Grupo Ambo: Carbonífero inferior

Definición y relaciones estratigráficas. El Paleozoico superior fue reconocido por Steinmann (1929). Posteriormente, Newell et al. (1953) denominan Grupo Ambo a una secuencia de lutitas oscuras intercaladas con niveles de calizas y areniscas en la localidad homónima de la región de Huánuco.

Los afloramientos atribuidos al Grupo Ambo, en el cuadrángulo de Chachapoyas, se encuentran en la quebrada Papayacu y en la Cordillera del Yasgolga, del dominio occidental. Otro afloramiento se observa al NE de Longuita, en la parte SO del cuadrángulo (dominio suroccidental).

La base del Grupo Ambo no aflora, mientras que el techo infrayace en discordancia angular al Grupo Mitu. En general, se estima un espesor entre 600 m y 800 m.

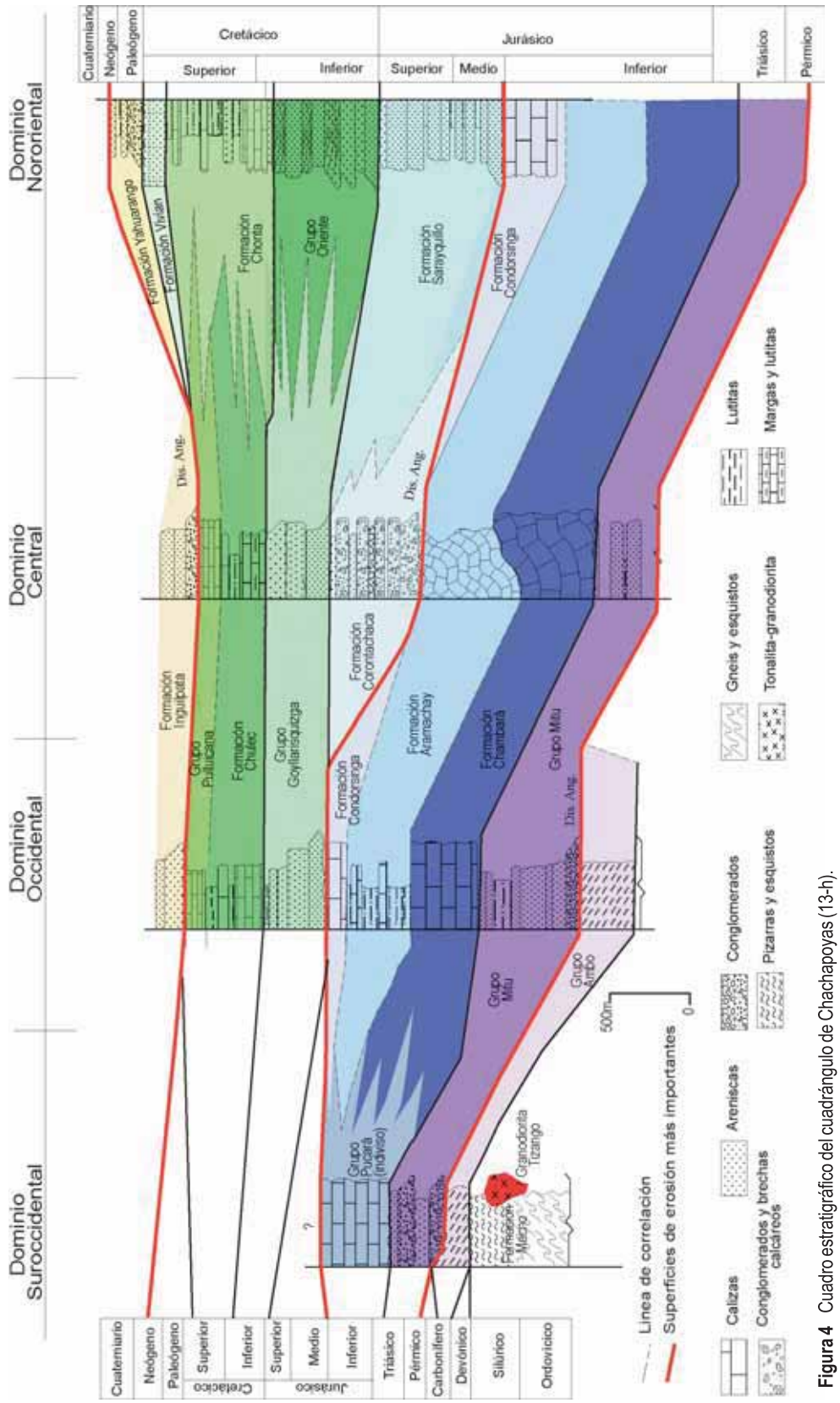


Figura 4 Cuadro estratigráfico del cuadrángulo de Chachapoyas (13-h).

Foto 6 Pizarra de la Formación Macno en la carretera Tingo-Kuélap.

Litología y ambiente sedimentario. La litóloga está constituida por lutitas negras, areniscas finas a medias, limoarcillitas y limolitas micáceas de color gris pardo a pardo verdoso; y en ocasiones niveles delgados de calizas. Los estratos, en esta secuencia, tienen espesores entre 20 cm y 60 cm.

En el camino La Jalca – El Triunfo, se observan areniscas cuarzo feldespáticas de grano medio a fino con intercalaciones de lutitas de colores amarillentos. Asimismo, se observan algunos niveles de calizas grises intercaladas con niveles de areniscas gris rojizas (Foto 7), areniscas grises en estratos de 0.20 m a 0.50 m (Foto 8) y areniscas cuarzo feldespáticas en estratos de 0.20 a 0.40 m de espesor, que muestran una coloración pardo amarillenta por alteración.

En la quebrada Papayacu, el Grupo Ambo está compuesto por abundantes lutitas negras con restos de plantas (Foto 9). El medio sedimentario en que se sedimentaron las rocas del Grupo Ambo corresponde a una plataforma silicoclástica somera con predominancia en sedimentos detríticos.

Edad. En la quebrada Papayacu (SE de Chachapoyas), se han identificado *Calamites sp*. que sugieren una edad al Carbonífero inferior (Sánchez, 1995).

Pérmico superior-Jurásico inferior

Grupo Mitu: Pérmico superior-Triásico inferior

Definición y relaciones estratigráficas. Fue definido en el Perú Central por McLaughlin (1924) como una unidad del Carbonífero, compuesto por una secuencia de areniscas rojas. Posteriormente, Newell et al. (1953) la asignan al Pérmico superior. En el Perú Central, el Grupo Mitu es atribuido al Pérmico medio-Triásico inferior (Mégard, 1979; Dalmayrac et al., 1980); en tanto que, en el sur de Perú, se tienen dataciones de circones detríticos que indican que la sedimentación Grupo Mitu empieza en el Triásico superior y alcanza el Jurásico inferior (Rietsma et al., 2010; Carlotto et al., 2010).

En el dominio suroccidental, el Grupo Mitu, aflora al sur de la localidad de María y al norte de Choctamal, en la Cordillera Dusharán-Bateas. En la carretera María-Shaski, cerca al límite con el cuadrángulo de Lonya Grande, el Grupo Mitu sobreyace en discordancia erosional a los intrusivos graníticos atribuidos al Carbonífero (Schaltegger et al., 2006; Miscovik et al., 2009). En el dominio occidental, aflora al este del centro poblado de Triunfo y al este de la ciudad de Chachapoyas.

Foto 7 Calizas grises con niveles de 3 cm de areniscas gris rojas pertenecientes al Grupo Ambo en la Cordillera de Yasgolga del dominio occidental.

Foto 8 Areniscas grises en estratos de 0.20 m a 0.50 m del Grupo Ambo en la Cordillera de Yasgolga, dominio occidental.

Foto 9 Lutitas negras del Grupo Ambo en la quebrada Papayacu.

En el dominio occidental, el Grupo Mitu, sobreyace en discordancia angular al Grupo Ambo (Carbonífero inferior), mientras que, en el dominio suroccidental, a la Formación Macno (Cámbrico-Ordovícico inferior) o granitos del Carbonífero. El techo no se observa claramente, pero infrayace en discordancia angular o discordancia erosional al Grupo Pucará.

Litología y ambiente sedimentario. En el dominio suroccidental, la carretera María-Shaski (Fig. 5, Foto 10), muestra a la base una secuencia de 50 m de areniscas rojas con clastos aislados de metamórficos, intercalados con limos en estratos de 20 cm a 50 cm. Las areniscas presentan clastos aislados de rocas metamórficas; luego, en forma progresiva, se observa una secuencia conglomerádica gruesa y fina de 60 m. Los conglomerados gruesos contienen clastos, subredondeados a subangulosos, de gneis, esquistos e intrusivos de 10 cm a 30 cm de diámetro, envueltos en una matriz areno-limosa. Presentan estratificación plana (*sheet flow*). En cambio, los conglomerados finos presentan clastos subangulosos de cuarzo y cuarcitas con 0.5 cm de diámetro, y estratificación cruzada de canal. Hacia el techo de la secuencia, los conglomerados desaparecen en forma progresiva hasta quedar solo areniscas finas rojas con laminación horizontal.

En el dominio central, entre Tingo y la Cordillera de Yasgolga (Fig. 6), el Grupo Mitu está compuesto mayormente por areniscas (grauwacas feldespáticas, arcosas) y lutitas rojas. Las areniscas están dispuestas en estratos de 0.30 m a 1 m (Foto 11), muestran coloración rojiza y se observan laminaciones, paleocanales y grietas de desecación. En pequeñas proporciones, están algunas rocas volcánicas piroclásticas y brechas polimícticas.

El espesor puede variar de un dominio a otro. En efecto, en el dominio suroccidental, solo alcanza 200 m (Fig. 7), mientras que, en el dominio central, alcanza los 700 m (Fig. 6).

El Grupo Mitu se desarrolló en un ambiente continental, con abanicos aluviales intermedios que provenían del oeste (dominio suroccidental) y depositaron conglomerados con estratificación plana (*sheet flow*), y con clastos polimícticos y gruesos. Hacia la parte superior se desarrolla una retrogradación de los abanicos aluviales hacia el oeste para dar origen a ríos distales que dejaron areniscas rojas laminadas con intercalaciones de lutitas rojas; estas últimas con grietas de desecación y trazas de raíces que corresponden a llanuras de inundación.

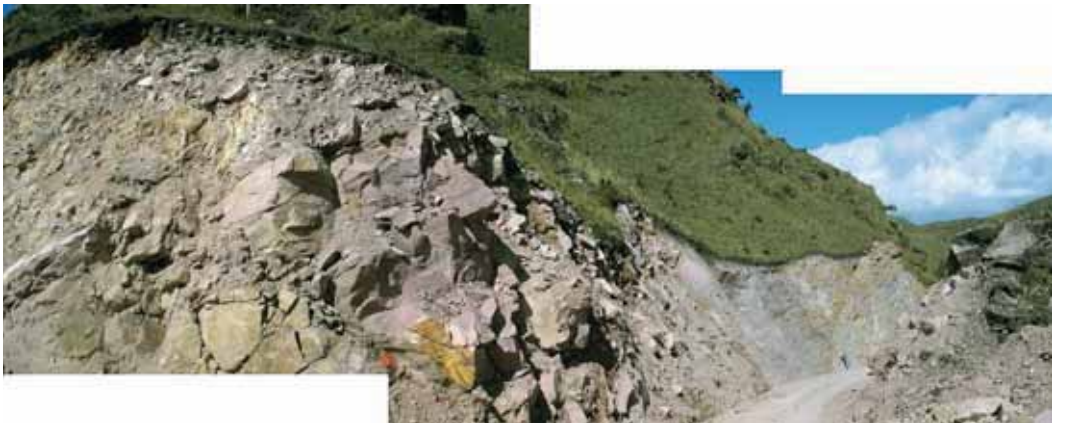


Foto 10 Vista panorámica de las areniscas del Grupo Mitu en la carretera María-Shaski, dominio suroccidental (vista tomada al oeste).

Foto 11 Areniscas laminadas del Grupo Mitu en la Cordillera de Yasgolga, dominio occidental.

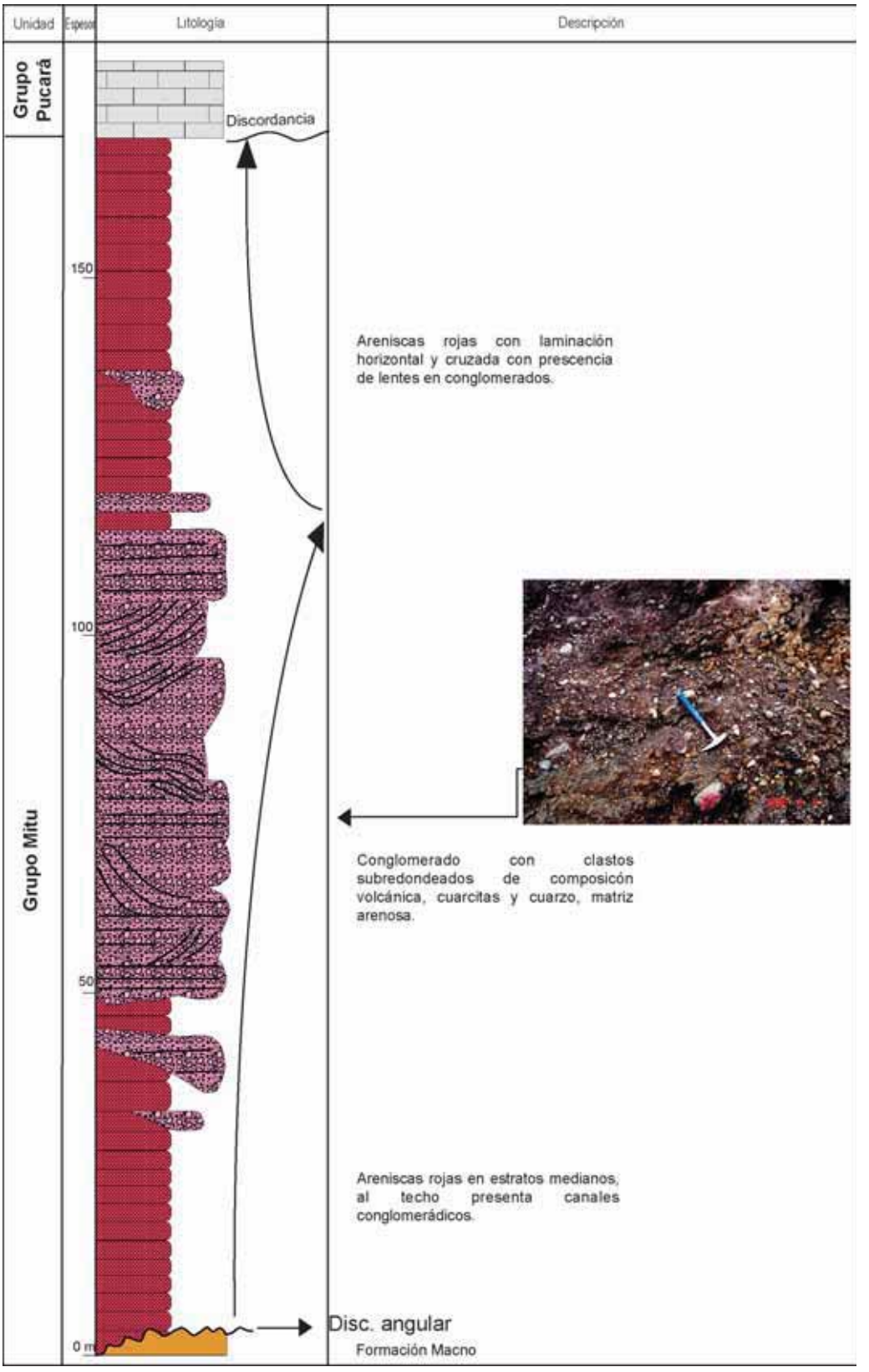


Figura 5 Columna estratigráfica del Grupo Mitu en la carretera María-Shaski, dominio suroccidental.

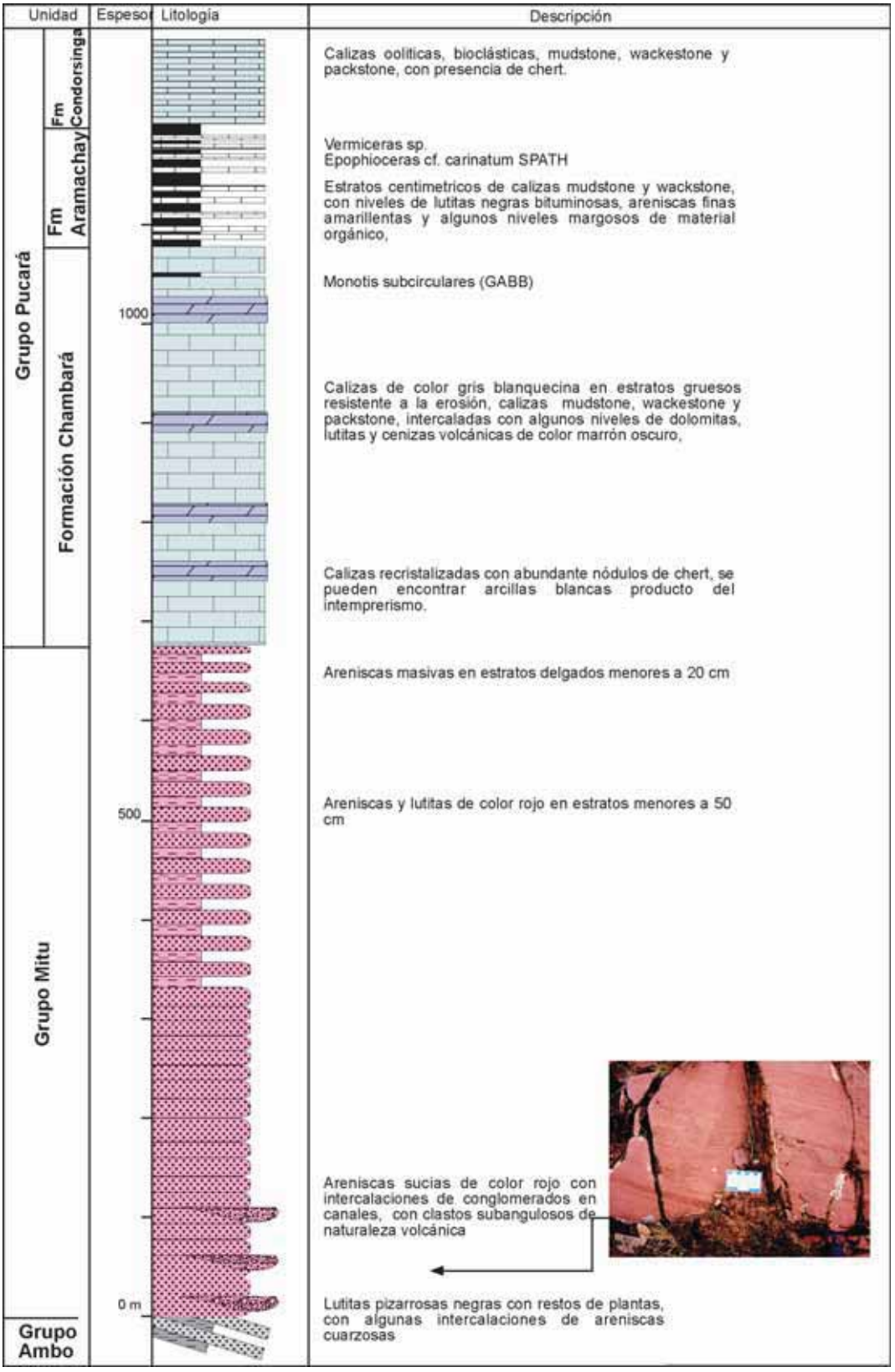


Figura 6 Columna estratigráfica de los grupos Mitu y Pucará entre Tingo y la Cordillera de Yasgolga, dominio occidental.

Edad: El Grupo Mitu, en el norte del Perú, no tiene fósiles ni dataciones; ya que se encuentra sobre el Grupo Ambo del Carbonífero y debajo del Grupo Pucará del Triásico superior-Jurásico inferior, se asume que el Grupo Mitu, en la zona de estudio, puede tener la misma edad que en el centro del Perú; es decir, Pérmico superior al Triásico inferior. Sin embargo, una probable edad Triásico inferior a medio no es descartada.

Grupo Pucará: Triásico superior-Jurásico inferior

El nombre de calizas Pucará fue atribuido por McLaughlin (1924) para las calizas del Triásico superior-Liásico que se exponen ampliamente en los Andes Centrales. Posteriormente, Jenks (1951) propone elevarlo al rango de Grupo Pucará y, luego Mégard (1968) lo dividió en tres formaciones: Chambará, Aramachay y Condorsinga.

En el cuadrángulo de Chachapoyas, el Grupo Pucará del Triásico superior-Jurásico inferior presenta características similares a las descritas por Mégard (1968) en el Perú Central. En varios lugares de la zona de estudio, se han podido observar y diferenciar las formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga (Foto 12, Fig. 7).

Aflora, principalmente, en los dominios suroccidental, occidental y central mostrando particularidades en este último, donde se encuentra plegado. Constituye franjas de orientación NO-SE controladas por las fallas Shaski, Chachapoyas, Triunfo, Soloco y Pedro Ruiz. En el valle del río Utcubamba, Prinz (1985), diferenció las tres formaciones típicas del Grupo Pucará, basándose en consideraciones paleontológicas

El Grupo Pucará se encuentra bastante deformado, sobreyace en discordancia angular y erosional sobre el Grupo Mitu, e infrayace en igual relación a las formaciones Corontachaca y Sarayaquillo o a los grupos Goyllarisquizga y Oriente.

Formación Chambará: Noriano-Rhaetiano

Definición y relaciones estratigráficas. Mégard (1968) denominó a las calizas inferiores del Grupo Pucará como Formación Chambará. Los afloramientos presentan una orientación NO-SE. Se observan, principalmente, en el dominio occidental, y en menor proporción en el dominio central. Aflora en varios sitios como la carretera Tingo-La Jalca Grande; en el flanco izquierdo del río Singache, al sureste de la localidad de Suta; en el camino de herradura La Jalca Grande-Triunfo-Huambo; en la carretera Chachapoyas-Levanto; y, principalmente, en el valle del río Utcubamba entre Cáclic y Tingorbamba, donde está afectada por fallas y pliegues (Fotos 13 y 14).

En la carretera Chachapoyas-Levanto y en el río Yuyac (este de Magdalena), la Formación Chambará sobreyace al Grupo Mitu en ligera discordancia. La parte superior infrayace en concordancia a la Formación Aramachay.

En el río Sonche, la Formación Chambará infrayace en discordancia angular a las formaciones Corontachaca, Sarayaquillo y al Grupo Goyllarisquizga.

Su espesor varía entre 400 m y 500 m, aunque se asume que puede sobrepasar los 1000 m en el valle del río Sonche.

Foto 12 El Grupo Pucará en la margen izquierda del río Utcubamba (vista tomada al norte).

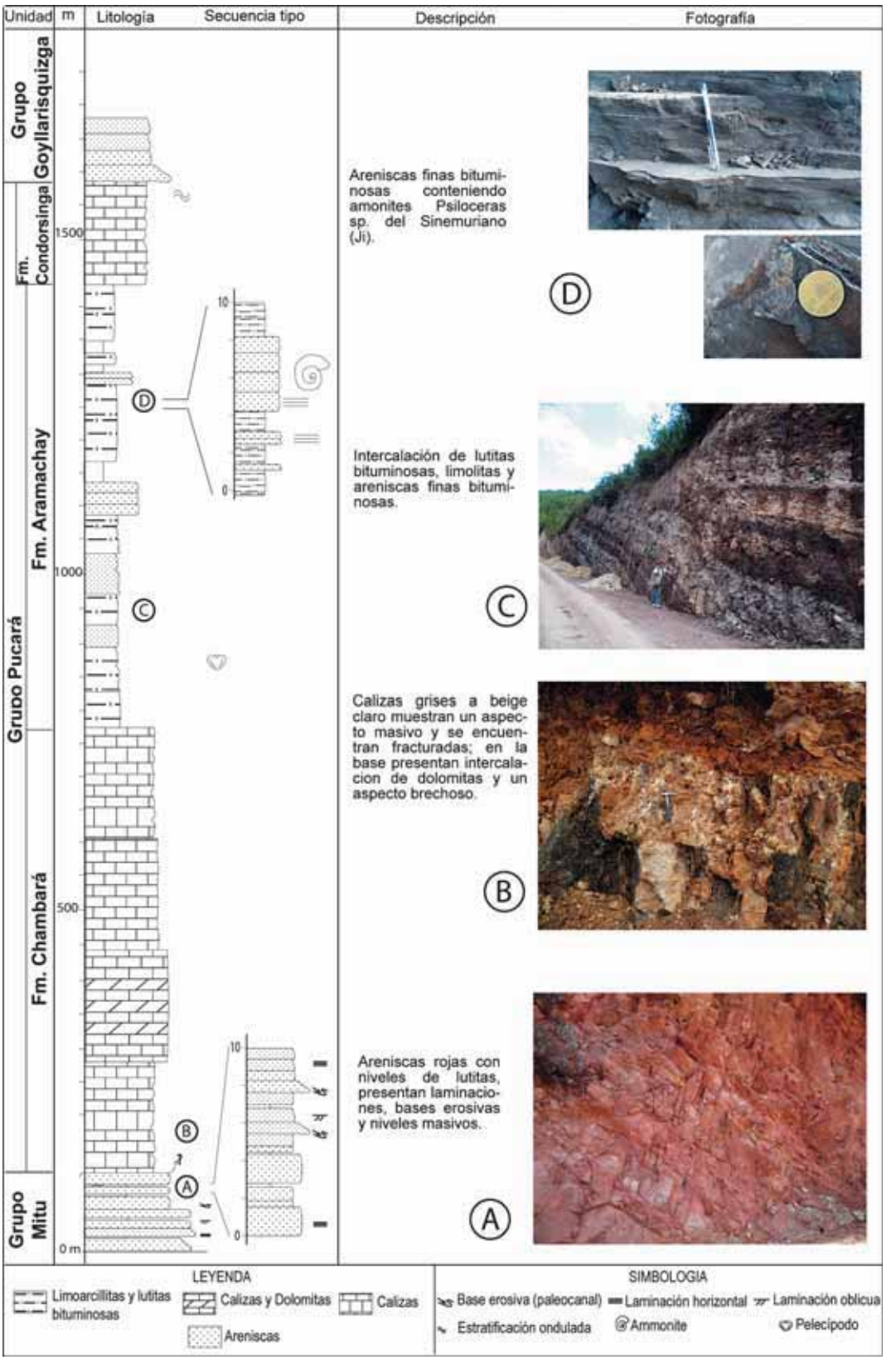


Figura 7 Sección estratigráfica del Grupo Pucará en la carretera Chachapoyas-Levanto, dominio occidental.

Foto 13 Calizas gris azuladas de la Formación Chambará afectadas por fallas, carretera Chachapoyas-Pedro Ruiz (vista tomada al norte).

Foto 14 Pliegues que afectan a las calizas de la Formación Chambará, carretera Chachapoyas-Pedro Ruiz (vista tomada al noroeste).

Litología y ambiente sedimentario. La litología está compuesta, esencialmente, por calizas en estratos gruesos que varían entre 0.50 y 1.5 m con presencia de nódulos calcáreos. En la Cordillera de Yasgolga (Fig. 6), la Formación Chambará está compuesta, en la base, por calizas recristalizadas con abundantes nódulos de chert y con algunas intercalaciones de arcillas blancas; pasando al techo, a calizas *mudstone* y *packstone* intercaladas con niveles de dolomeas, lutitas y esporádicas cenizas volcánicas de color marrón oscuro.

En la carretera Chachapoyas-Levanto (Fig. 7), las calizas son masivas de color gris a gris oscuro. Superficialmente, el Grupo Pucará muestra coloraciones de beige a marrón claro con estratificación paralela y superficies onduladas; contiene algunos nódulos silíceos. Petrográficamente, son calizas biomicritas, calizas dolomíticas esparíticas y calizas micríticas dolomitizadas, y presentan restos de moluscos.

Por sus características texturales, litofacies y la presencia de fósiles, el medio sedimentario de la Formación Chambará corresponde a una plataforma externa.

Edad. De acuerdo con los fósiles descritos por Prinz (1985), entre los cuales destacan *Monotis scutiformis* (TELLER), *Monotis typic* (KIPARISOVA), *Monotis subcircularis* (GABB), *Cyrtopleurites* sp., *Oxytoma cf. O. kiparisovae*, se le asigna una edad Noriano-Rhaetiano. Similares especímenes identificados como *Monotis subcircularis* (GABB) (Foto 15) se han encontrado entre Cáclic-Tingorbamba, en la carretera Chachapoyas-Levanto y en el valle del Utcubamba (ver apéndice paleontológico).

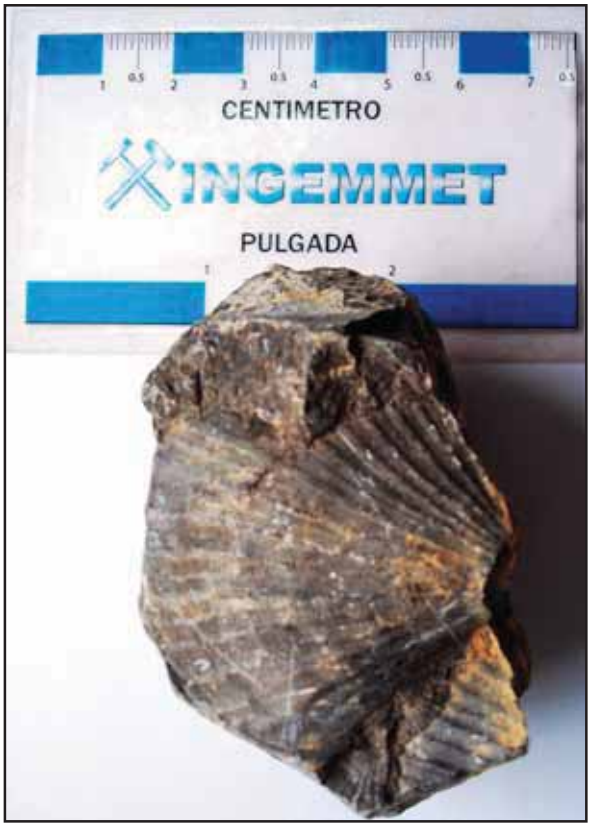


Foto 15 *Monotissubcircularis* del Noriano, encontrado entre Cáclic y Tingorbamba.

Formación Aramachay: Hettangiano-Sinemuriano

Definición y relaciones estratigráficas. Mégard (1968) definió la Formación Aramachay en el centro del Perú. Constituye la unidad clave para el cartografiado del Grupo Pucará ya que se caracteriza por sus facies detríticas oscuras y abundantes fósiles.

La Formación Aramachay aflora ampliamente en el dominio occidental, a lo largo de la quebrada Tambomayo, en el camino La Jalca-Triunfo; al oeste de Curiaquillo, en el camino de herradura Triunfo-Huambo; en la quebrada Golinas al sur de Cheto (Foto 16); entre Magdalena y Mayno, en la carretera Chachapoyas-Levanto y en la carretera Olto-Paclas. En el dominio central aflora en el valle del río Utcubamba, en las cercanías del poblado de Vituya y en la quebrada Cocahuayco, camino hacia la catarata Gocta.

Las relaciones de contacto de la Formación Armachay varia de un dominio tectono-estratigráfico a otro. En el domino occidental, sobreyace en concordancia a la Formación Chambará e infrayace en la misma condición a la Formación Condorsinga. Mientras tanto, en el domino central la Formación Aramachay infrayace en discordancia angular y erosional a la Formación Corontachaca.

Litología y ambiente sedimentario. Consiste de lutitas negras, limos finos bituminosos, calizas bituminosas de color gris a negro (Foto 17) y limoarcillitas calcáreas de color marrón oscuro y negras cuando son bituminosas. Los estratos son tabulares limitados por superficies planas y paralelas en estratos que varían entre 5 cm y 40 cm. Superficialmente, los limos calcáreos muestran una coloración de crema a beige (Foto 16). Presenta niveles calcáreos con nódulos de hasta 0.60 m de diámetro, aunque estos pueden ser mucho más grandes. Schaltegger et al. (2008) indican la presencia de tufos volcánicos entre Suta y Levanto. En la carretera Tingo-Kuélap, se encuentran conglomerados calcáreos con clastos redondeados con *Monotis* sp., que indican que fueron erosionados de la Formación Chambará del Noriano (Foto 18). El espesor de la Formación Aramachay se estima entre 150 m y 400 m.

La Formación Aramachay corresponde a la profundización de una plataforma carbonatada a un ambiente anóxico de una cuenca profunda. En algunos sectores la cuenca, ocurrieron deslizamientos submarinos sinsedimentarios que originaron conglomerados con clastos redondeados de caliza, con fósiles de *monotis* de la Formación Chambará envueltos en una matriz de lodo calcáreo con ammonites del Jurásico inferior (Foto 18).

Foto 16 Limos de la Formación Aramachay con presencia de ammonites del Hettangiano, en las cercanías de Cheto, dominio occidental.

Foto 17. Calizas bituminosas en estratos delgados con nódulos y fósiles. Alrededores de Cocachimba, dominio central.

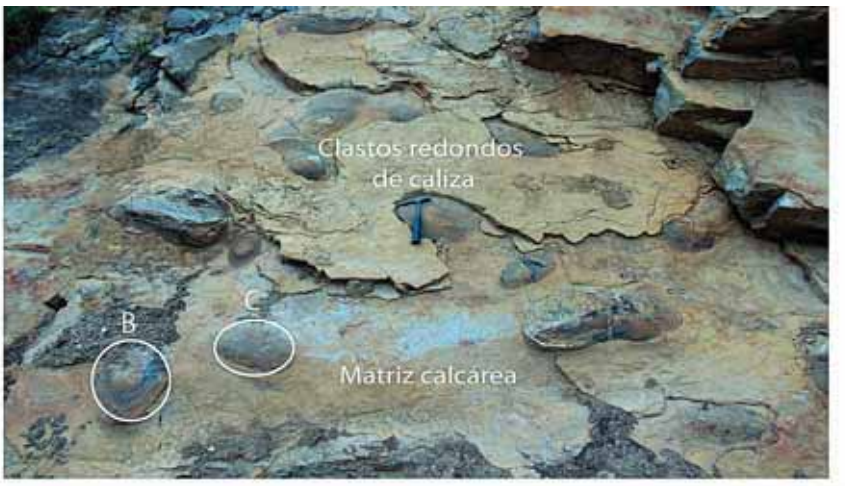


Foto 18 a) Conglomerado con clastos redondeados de caliza, b) ammonites*Crucilobicerassp*. en la matriz, c) *monotis* en los clastos. Carretera Tingo-Kuélap en el dominio occidental.

Edad. Sánchez (1995) reportó los ammonites de las especies *Vermiceras stubeli* (TILMANN), *Arnioceras ceratitoides* (QUENSTEDT), *Psiloceras cf. P. planorbis* (SOWERBY), *Psiloceras reissi* (TILMANN), *Schlotheiminia cf. S. angulata* (SCHLOTHEIM) y *Epophioceras cf. E. carinatum* (SPATH). Dichas especies sugieren una edad entre el Hettangiano y el Sinemuriano.

En el presente estudio, se encontraron ammonites que se determinaron como *Lectochontria aff. L. tingensis* (TILMANN), *Arnioceras ceratitoides* (QUENSTEDT), *Vermiceras stübeli* (TILMANN) (Foto 19), *Weyla tingensis* (TILMANN), *Psiloceras cf. P. planorbis* (SOWERBY) y *Coroniceras brevidorsale* (QUENSTEDT), los que indican una edad Hettangiano-Sinemuriano (ver anexo paleontológico). En la carretera Tingo-Kuélap, en la matriz de los conglomerados calcáreos, se encuentran los ammonites *Crucilobiceras* sp (Foto 18b), que indican una edad del Sinemuriano superior al Pliensbachiano inferior. Schaltegger et al. (2008), en las cenizas volcánicas de Suta y Levanto, obtuvieron dos edades por el método U/Pb: la primera 201.58 ± 0.17/0.28 Ma (Rhaetiano-Hettangiano); la segunda 199.53 ± 0.19/ 0.29 Ma (Hettangiano-Sinemuriano). Esto confirma la edad Hettangiano-Sinemuriano para la Formación Aramachay.

Foto 19 Ammonite del Sinemuriano identificado como *Vermicerasstübeli* (TILMANN), encontrado en Cocachimba, dominio central.

Formación Condorsinga: Sinemuriano superior-Toarciano superior

Definición y relaciones estratigráficas. Fue definida por Mégard (1968) en el centro del Perú. En el dominio occidental, aflora entre Kuélap y Tingo (Foto 20), en las cercanías de Levanto, en la quebrada Tambomayo, en el camino La Jalca-Triunfo; en las cercanías de Curiaquillo, en el camino Triunfo–Huambo y al sur del poblado de Soloco. En el dominio nororiental, aflora al noreste de Siete Lagunas. En el dominio central, no aflora esta unidad que al parecer fue erosionada.

Las relaciones estratigráficas de la Formación Condorsinga se observan en el dominio occidental, en donde sobreyace concordantemente a la Formación Aramachay e infrayace en ligera discordancia al Grupo Goyllarisquizga (Foto 20). En el dominio nororiental, infrayace en aparente concordancia a la Formación Sarayaquillo.

La Formación Condorsinga no se encuentra completa en la zona de estudio. En las márgenes del río Utcubamba puede llegar a tener 150 m de espesor.

Litología y ambiente sedimentario. Está compuesta por una secuencia calcárea de calizas y algunos niveles de dolomitas. Las calizas muestran coloración de gris a beige con aspecto masivo (Foto 21), y presentan, a veces, laminación cruzada. Su estratificación es ligeramente tabular, delgada en la base y gruesa hacia el tope, con estratos que miden entre 0.20 y 0.60 m de espesor alcanzando 1 m hacia la parte superior. Petrográficamente, corresponden a calizas micríticas.

La Formación Condorsinga corresponde a ambientes de plataforma externa que posiblemente llegaron a facies de talud y dieron lugar a algunos *slumps* que se observan sobre las ruinas de Makro (Sánchez, 1995).

Edad. Prinz (1985) encontró en el río Utcubamba *Crucilobiceras submuticum* (OPPEL) del Pliensbachiano, y se le asigna una edad entre el Sinemuriano superior y el Toarciano superior. Esta edad es corroborada con los fósiles encontrados por Mégard (1968) en el Perú Central.

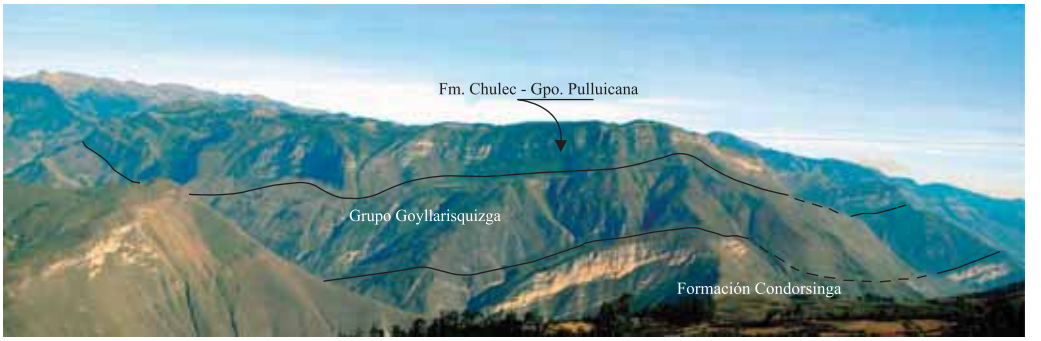


Foto 20 Vista panorámica de la Formación Condorsinga infrayaciendo al Grupo Goyllarisquizga, al oeste de La Jalca Grande (vista tomada al oeste).

Foto 21 Calizas masivas grises en estratos tabulares de la Formación Condorsinga.

Jurásico medio-superior-Cretácico

Formación Corontachaca: Jurásico medio-superior

Definición y relaciones estratigráficas. Fue definida por Sánchez (1995) en las cercanías del puente Corontachaca aproximadamente a 3 km al noroeste de Pedro Ruiz (cuadrángulo de Bagua Grande), donde constituye un afloramiento de relieve abrupto y resistente que sobreyace al Grupo Pucará.

En el cuadrángulo de Chachapoyas, la Formación Corontachaca aflora ampliamente en el dominio central. Sus mejores afloramientos están en la margen izquierda del río Sonche, cerca de los poblados de La Colpa y San Juan de Sonche, al suroeste de Vituya (Foto 22) y entre Cáclic y Tingorbamba, donde se observa una estratificación media a gruesa.

En el dominio central, la Formación Corontachaca sobreyace en discordancia angular a la Formación Aramachay e infrayace en ligera discordancia al Grupo Goyllarisquizga del Cretácico inferior. En la parte este del dominio central los conglomerados Corontachaca son la base de la Formación Sarayaquillo, mientras que en el domino nororiental, solo aflora la Formación Sarayaquillo. De lo descrito se deduce que la Formación Corontachaca es un equivalente lateral de la Formación Sarayaquillo (Foto 22 y Fig. 8).

El espesor es variable, en el puente Corontachaca (cuadrángulo de Bagua Grande) alcanza 400 m. En tanto que, en el cuadrángulo de Chachapoyas se encuentra solamente en el dominio central, donde puede abarcar desde los 0 a 200 m.

Litología y ambiente sedimentario. La litología está compuesta principalmente por brechas y conglomerados monomícticos con clastos de caliza y algunos de areniscas o esquistos. Los clastos angulosos a subangulosos pueden estar juntos o suspendidos en la matriz calcárea (Foto 23). El espesor de los estratos varía de un lugar a otro y pueden llegar a tener hasta 3 m. Asimismo, se pueden observar niveles de conglomerados con matriz arenosa y cemento calcáreo.

La base presenta, principalmente, brechas calcáreas (Foto 24). En tanto que, hacia la parte superior, predominan intercalaciones de conglomerados, brechas calcáreas y areniscas cuarzo feldespáticas de color rojo amarillento con laminaciones oblicuas muy similares a las de la Formación Sarayaquillo, las cuales pueden presentar *slumps* o evidencias de deslizamientos sinsedimentarios (Foto 25).

Las características texturales de los conglomerados son propias de sedimentos que han sufrido poco transporte y corresponde a depósitos de conos aluviales. Los afloramientos de la Formación Corontachacha se encuentran a lo largo de las fallas principales, por lo que se interpreta que en la época de sedimentación, hubo una tectónica que provocó taludes que originaron los conos aluviales. La explicación tectónica de los pliegues y de la sedimentación de los conglomerados se explica en el capítulo V.

Edad. La Formación Corontachaca es posterior a las calizas del Grupo Pucará. En el centro del Perú, la sedimentación carbonatada del Grupo Pucará abarca hasta el Toarciano superior (Mégard, 1968), y sigue ininterrumpidamente hasta el Bajociano-Bathoniano, época, en que se depositó la Formación Chunumayo (Giraldo et al., 2010).

En ese sentido, en la zona de estudio, no se puede evidenciar hasta qué época duró la sedimentación carbonatada del Grupo Pucará. Sin embargo, es posible que haya durado hasta el Jurásico medio, como en el caso del centro del Perú. Entonces, lo más probable es que la sedimentación de la Formación Corontachaca haya empezado a fines del Jurásico medio.

En este estudio, se plantea que la Formación Corontachaca es un equivalente lateral de la Formación Sarayaquillo, en consecuencia ambos serían del Jurásico medio-superior.

Formación Sarayaquillo: Jurásico medio-superior

Definición y relaciones de contacto. Fue definida por Kummel (1946) en las montañas de Cushabatay, cerca al frente de la faja corrida y plegada de la faja subandina. En el cuadrángulo de Chachapoyas, aflora principalmente en el dominio nororiental. Los afloramientos más expuestos y notorios se encuentran al este de Chachapoyas, entre La Colpa y Pipus (Foto 26). Otros afloramientos importantes se observan a 6 km al sur de Vituya, en el gran anticlinal que se extiende desde Yurumarca hasta Chontapampa y en el extremo noreste de la hoja 13h-I, entre el cerro El Morro y el paraje Siete Lagunas.

En el dominio central, la Formación Sarayaquillo incluyendo los conglomerados basales de la Formación Corontachaca sobreyace en discordancia al grupo Pucará (Tríasico superior-Jurásico inferior). En el dominio nororiental, sobreyace en concordancia a la Formación Condorsinga del Grupo Pucará. En ambos dominios, la Formación Sarayaquillo infrayace en leve discordancia al Grupo Goyllarisquizga (Foto 26).

Litología y ambiente sedimentario. Consiste principalmente de areniscas rojas cuarzo feldespáticas, arcosas y grauwacas, intercaladas con lutitas rojas (Fotos 27 y 28). También, se encuentran secuencias de areniscas pardo-amarillentas y pardo-verdosas (Foto 29). Dichas secuencias presentan delgados niveles de brechas con fragmentos de calizas angulosas englobados en una matriz calcárea arenosa de color rojo, que son equivalentes laterales de los conglomerados de la Formación Corontachaca.

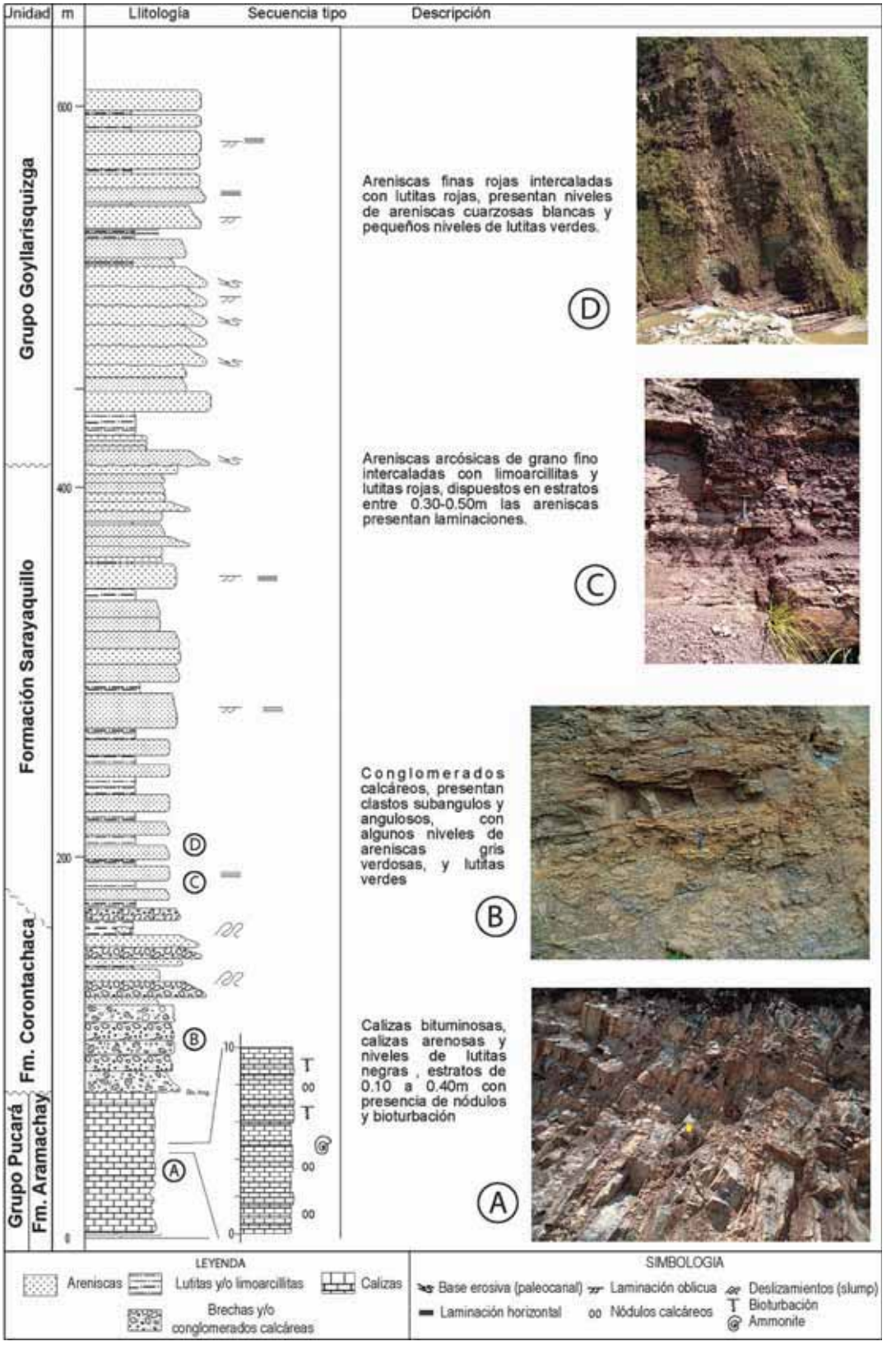


Figura 8 Columna estratigráfica de las formaciones Aramachay, Corontachaca y Sarayaquillo, al sur de Vituya.

Foto 22 Vista panorámica de la discordancia angular entre la Formación Aramachay y la Formación Corontachaca, al sur de Vituya, en el rio Yurucmarca (vista tomada al norte).

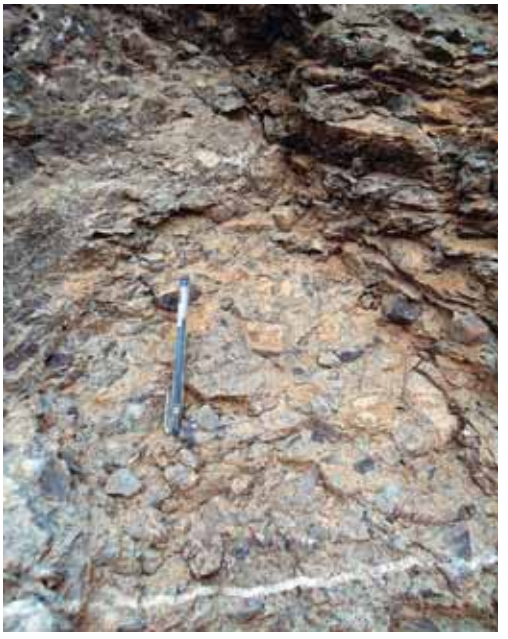


Foto 23 Brechas calcáreas monomícticas con clastos juntos y soportados en la matriz calcárea de la Formación Corontachaca, en Vituya.

Foto 24 Brechas calcáreas correspondientes a la base de la Formación Corontachaca en posición casi vertical, al sur de Vituya.

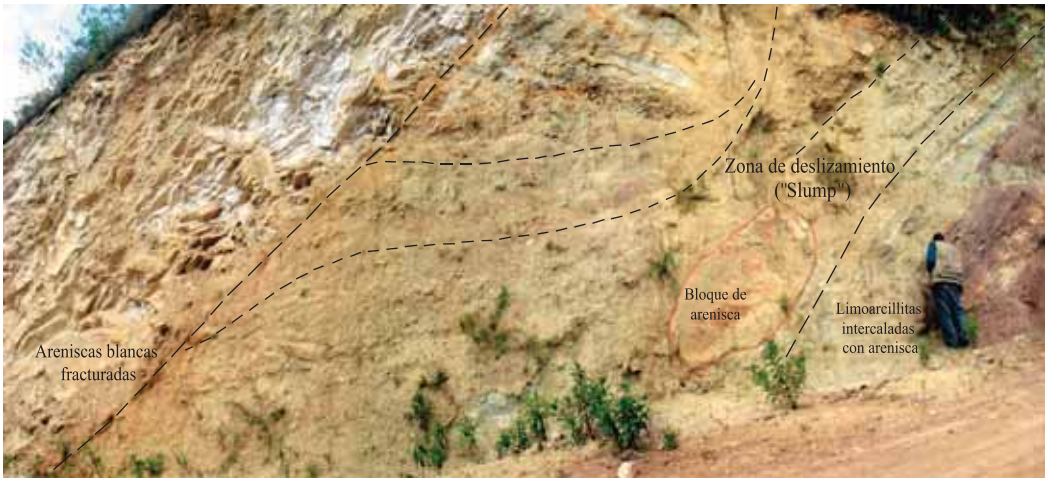


Foto 25 Areniscas intercaladas con limoarcillitas de la Formación Corontachaca. Se observan olistolitos (carretera San Juan de Sonche-Vituya).

De manera aislada, se encuentran secuencias de evaporitas incluyendo capas de sal.

En la carretera Pipus-La Colpa, se observan algunas fallas normales sinsedimentarias que afectan las lutitas (Foto 30).

En las cercanías de Vituya (dominio central), se ha realizado una columna estratigráfica (Fig. 8), donde la Formación Sarayaquillo se puede dividir en 4 secuencias. La secuencia basal corresponde a conglomerados (Corontachaca). La secuencia inferior está compuesta por areniscas intercaladas con limoarcillitas y algunos niveles de conglomerados arenosos. La secuencia media está compuesta por areniscas rojas intercaladas con lutitas; además, se intercalan estratos de areniscas cuarzosas blanco-amarillentas con algunas laminaciones que pueden medir entre 15 cm y 30 cm. Finalmente, en la secuencia superior, predominan las intercalaciones de areniscas y lutitas rojas.

En las cercanías de Mariscal Benavides, en la carretera Chachapoyas-Rodríguez de Mendoza, aflora la parte superior de la Formación Sarayaquillo (ver más adelante en la figura 10), que está compuesta por areniscas finas con niveles de limoarcillitas y lutitas rojas

La Formación Sarayaquillo es una secuencia de origen continental con varios medios sedimentarios. En efecto, al oeste de los ríos Utcubamba y Sonche, se observan conglomerados y algunas brechas polimícticas con espesores variables que representan una sedimentación coluvial y también fluvial. En el sector comprendido entre el río Sonche y la localidad de Pipus, la secuencia de la Formación Sarayaquillo representa una sedimentación de tipo llanura de inundación en clima semiárido. La presencia de evaporitas puede indicar una sedimentación en cuenca residual o lacustre. Las laminaciones oblicuas mayores a 15 cm de Vituya corresponden a un medio eólico.

Se estima una potencia entre 300 m y 500 m; sin embargo, puede incrementar hacia el este del dominio nororiental.

Edad. No se han encontrado fósiles, no obstante, Chacaltana et al. (2009), en el pongo de Lorocache, cuadrángulo de Aramango, reportaron *Otosamites* sp., que tuvo su mayor abundancia en el Jurásico inferior y su decadencia a partir del Jurásico superior. A partir de esta información y las relaciones estratigráficas se asume una edad Jurásico medio-superior para la Formación Corontachaca.

Foto 26 Contacto entre la Formación Sarayaquillo y el Grupo Goyllarisquizga entre La Colpa y Pipus en el dominio central (vista tomada al este).

Foto 28 Areniscas finas laminadas de la Formación Sarayaquillo en la carretera Pipus-La Colpa.

Foto 27 Areniscas finas rojas intercaladas con lutitas rojas de la Formación Sarayaquillo en el cerro El Morro, dominio nororiental.

Foto 29 Limoarcillitas intercaladas con areniscas de la Formación Sarayaquillo en la carretera Pipus-La Colpa, en el dominio central.

Foto 30 Areniscas finas con lutitas y limoarcillitas con fallas normales sinsedimentarias dentro de la Formación Sarayaquillo, en la carretera Pipus-La Colpa, en el dominio central.

Cretácico

Grupo Goyllarisquizga: Cretácico inferior

Definición y relaciones estratigráficas. Fue definido en el centro del Perú por Jenks (1951) como Formación «Areniscas Goyllarisquizga Jatunhuasi». Luego, Wilson (1963) la elevó a la categoría de Grupo, constituido por las formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat. En el cuadrángulo de Chachapoyas, se describe a una secuencia sílico-clástica de areniscas cuarzosas y limoarcillitas que sobreyacen indistintamente y en discordancia angular o erosional a las rocas precretácicas.

El Grupo Goyllarisquizga aflora, principalmente, en los dominios occidental y central. En el primer dominio, aflora en los sinclinales de Kuélap y Levanto; en el segundo, aflora ampliamente. En este último, se distingue con facilidad por su morfología abrupta y resistente a la erosión, tal como se observa en ambos flancos del río Utcubamba, norte de Cáclic; entre los poblados de San Juan de Sonche y San Pablo de Valera, donde constituye el umbral de

la catarata Gocta (Foto 31). Otros afloramientos importantes se encuentran en la carretera Pipus-Molinopampa y en el camino de herradura Vituya-Chiliquín.

El límite inferior, observado entre Kuélap y Tingo, indica que el Grupo Goyllarisquizga sobreyace en ligera discordancia sobre la Formación Condorsinga del Grupo Pucará; en tanto, los afloramientos observados en el dominio central evidencian que sobreyace en fuerte discordancia angular a las formaciones Aramachay y Chambará del Grupo Pucará, y en ligera discordancia angular a la Formación Corontachaca (Foto 31). En otros afloramientos, sobreyace en discordancia erosional o angular a la Formación Sarayaquillo. Infrayace concordante y progresivamente a la Formación Chulec.

Litología y ambiente sedimentario. Consiste de areniscas cuarzosas de grano grueso a fino en estratos tabulares de 0.5 m a 3 m de espesor, con base erosiva que puede ser rellenada por areniscas microconglomerádicas con laminaciones oblicuas, propio de un canal fluvial (Foto 32). El color de las areniscas varía entre blanco, blanco rojizo, blanco grisáceo a crema, con coloraciones rojizas y pardas debido a la meteorización (Foto 33). Ocasionalmente, dentro de las areniscas, se encuentran restos de troncos indeterminados. En la parte superior del Grupo Goyllarisquizga, cerca del contacto con la Formación Chulec, se intercalan limolitas y limoarcillitas grises y verdosas.

En la Carretera Cáclic-Chachapoyas, se ha medido una columna estratigráfica parcial de Grupo Goyllarizquisga (Fig. 9) compuesta por areniscas cuarzosas de grano grueso a medio que presentan laminaciones oblicuas y horizontales, con intercalaciones de lutitas gris verdosas a gris oscuras. Otra columna estratigráfica con las mismas características litológicas se ubica al sur de Vituya (Fig. 8).

Por las características de las facies detríticas que muestra el Grupo Goyllarisquizga, representa una sedimentación fluvial distal con influencia marina litoral, con ambientes restringidos de transición; incluso, algunos niveles representan una sedimentación eólica.

Se ha considerado entre 300 m y 350 m al espesor del Grupo Goyllarisquizga en anteriores estudios; sin embargo, puede llegar a medir 700 m en el río Utcubamba y al este de Vituya.

Edad. En la margen derecha del río Sonche (bajada de Chachapoyas), al este de Tingorbamba, Sánchez (1995) encontró restos de plantas asociados con limoarcillitas grises y niveles de carbón correspondientes a *Cladophlebis cf. C. dunkeri* (SCHPR), *Brachyphyllum pompeckji* (SALF) y *Otozamites* sp., los cuales sugieren una edad Neocomiano-Aptiano. Considerando estos registros paleontológicos y su posición estratigráfica, la edad del Grupo Goyllarisquizga es atribuida al Cretácico inferior.

Foto 31 Vista panorámica del Grupo Goyllarisquizgasobreyaciendo en discordancia angular a las formaciones Aramachay y Corontachaca en los alrededores de Cocachimba, dominio central.

Foto 32 Areniscas cuarzosas de grano grueso con laminación oblicua del Grupo Goyllarisquizga, al norte de Cáclic, dominio central.

Foto 33 Afloramiento de areniscas cuarzosas blancas del Grupo Goyllarisquizga, las cuales presentan, generalmente, laminación oblicua.

Grupo Oriente: Cretácico inferior

Definición y relaciones estratigráficas. Fue definido por Kummel (1946) como Formación Oriente. Posteriormente, fue elevada a la categoría de Grupo Oriente por Zegarra & Olaechea (1970). Comprende las formaciones Cushabatay, Esperanza o Raya y Agua Caliente.

El Grupo Oriente aflora principalmente en el dominio nororiental y se extiende en dirección NO-SE entre los parajes de Siete Lagunas y cerro El Morro (Foto 34). Otros afloramientos se observan al noreste de Olleros, en el cerro Goyo y al noreste de Molinopampa.

La base del Grupo Oriente se observa al noreste de la laguna Cochaconga, en la parte NE del dominio nororiental, donde sobreyace en ligera discordancia erosional a la Formación Sarayaquillo (Foto 35). La misma relación se observa al noroeste de Granada, en el paraje denominado Siete Lagunas, y al noreste de Longar (Foto 36). En tanto, la parte superior infrayace concordante a la Formación Chonta, y el paso litológico es progresivo.

Litología y ambiente sedimentario. Está compuesto por areniscas cuarzosas blancas, gris a gris claras, de grano grueso a fino, en bancos que superan 1 m de espesor. Presenta algunas intercalaciones de limoarcillitas y limolitas grises, en partes gris verdosas, dispuestas en estratos que varían desde 10 cm a mayores de 1 m (Foto 37). Los niveles de areniscas contienen material carbonoso en forma de laminillas o pueden ser deleznables (Foto 38). En Mariscal Benavides y San Antonio (Fig. 10), el Grupo Oriente está compuesto, en la base, por conglomerados con clastos de cuarzo envueltos en una matriz arenosa, seguidos de areniscas blancas con laminaciones oblicuas, horizontales y ocasionalmente con *slumps*, intercaladas con algunos niveles de lutitas negras carbonosas. Las secuencias elementales, por lo general, son grano estrato decreciente con base conglomerádica. Hacia el techo de la secuencia, las areniscas son cada vez más delgadas y más finas, y se intercalan con limos y lutitas negras que indican el paso progresivo a la Formación Chonta.

El medio sedimentario del Grupo Oriente es similar al del Grupo Goyllarisquizga, puesto que empieza con una sedimentación fluvial distal con presencia de zonas reductoras donde se originaron las lutitas negras carbonosas.

El Grupo Oriente representa mayormente facies marinas litorales con un aporte importante de material carbonoso. El grano grueso, estratificación sesgada tangencial, oblicua y la laminación paralela hacen suponer ambientes de alta energía que corresponden a plataformas litorales, mientras que las limoarcillitas sugieren baja energía, posiblemente, en zonas de inundación o medios de transición.

El espesor del Grupo Oriente está entre 400 m y 600 m de espesor.

Edad. Por su posición estratigráfica, se le atribuye una edad que comprende el Neocomiano-Aptiano (Cretácico inferior), y corresponde al equivalente lateral en parte del Grupo Goyllarisquizga.

Foto 34 Vista panorámica del Grupo Oriente en el cerro El Morro (vista tomada al sureste).

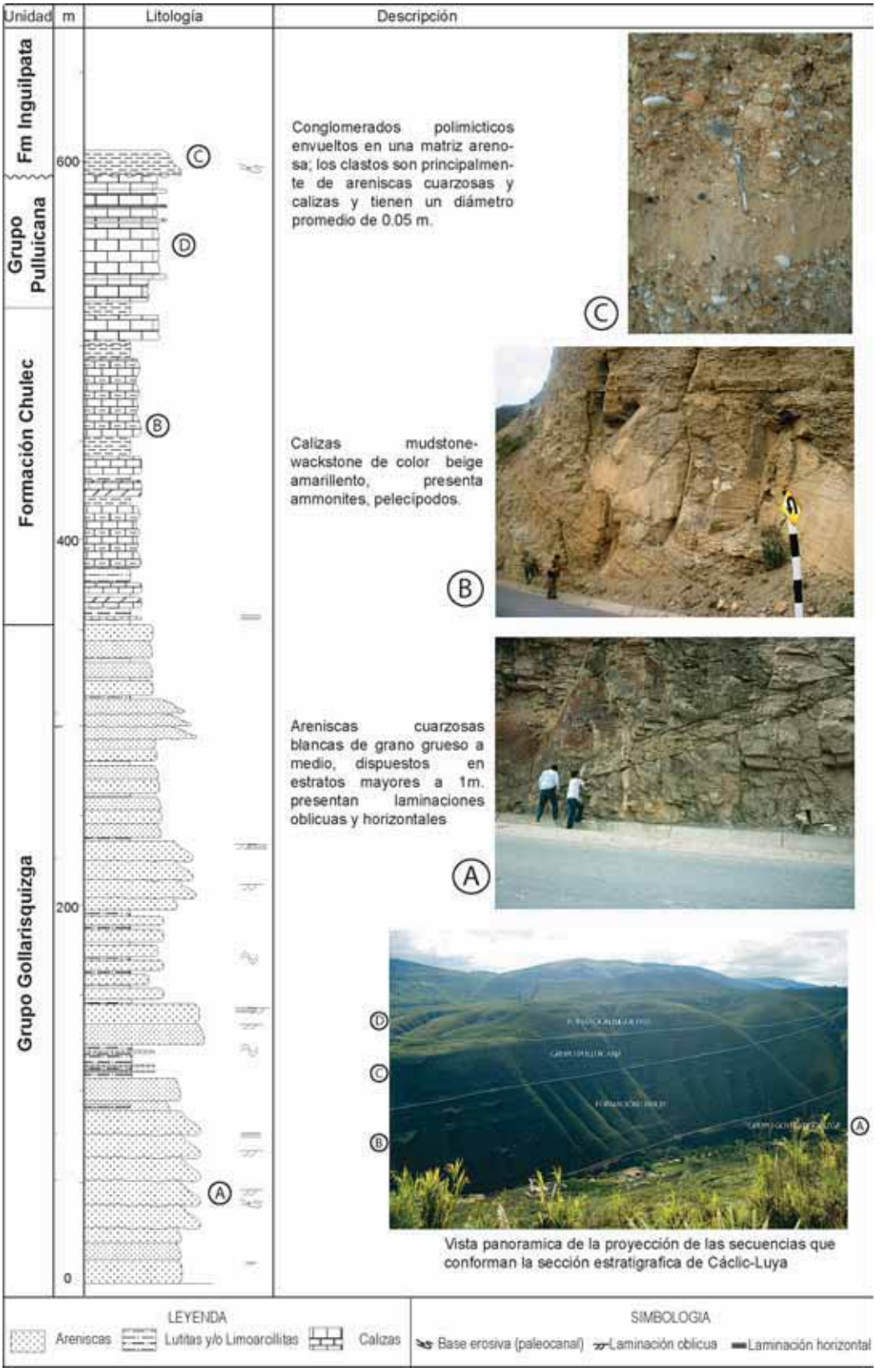


Figura 9 Sección estratigráfica del Grupo Goyllarisquizga, Formación Chulec y Grupo Pulluicana en Cáclic.

Foto 35 Vista del contacto estratigráfico en ligera discordancia erosional entre el Grupo Oriente y la Formación Sarayaquillo, norte de la laguna Cochachonga.

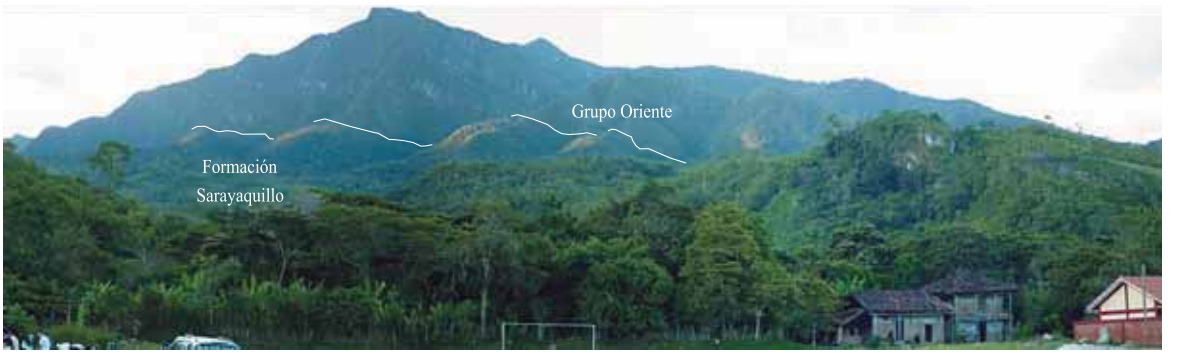


Foto 36 El Grupo Oriente sobreyaciendo a la Formación Sarayaquillo, noreste de Longar (vista tomada al noreste).

Foto 37 El Grupo Oriente compuesto por areniscas cuarzosas intercaladas con secuencias de lutitas negras, en la carretera Rodríguez de Mendoza-Molinopampa.

Foto 38 Areniscas cuarzosas deleznables del Grupo Oriente. Carretera Rodríguez de Mendoza-Molinopampa.

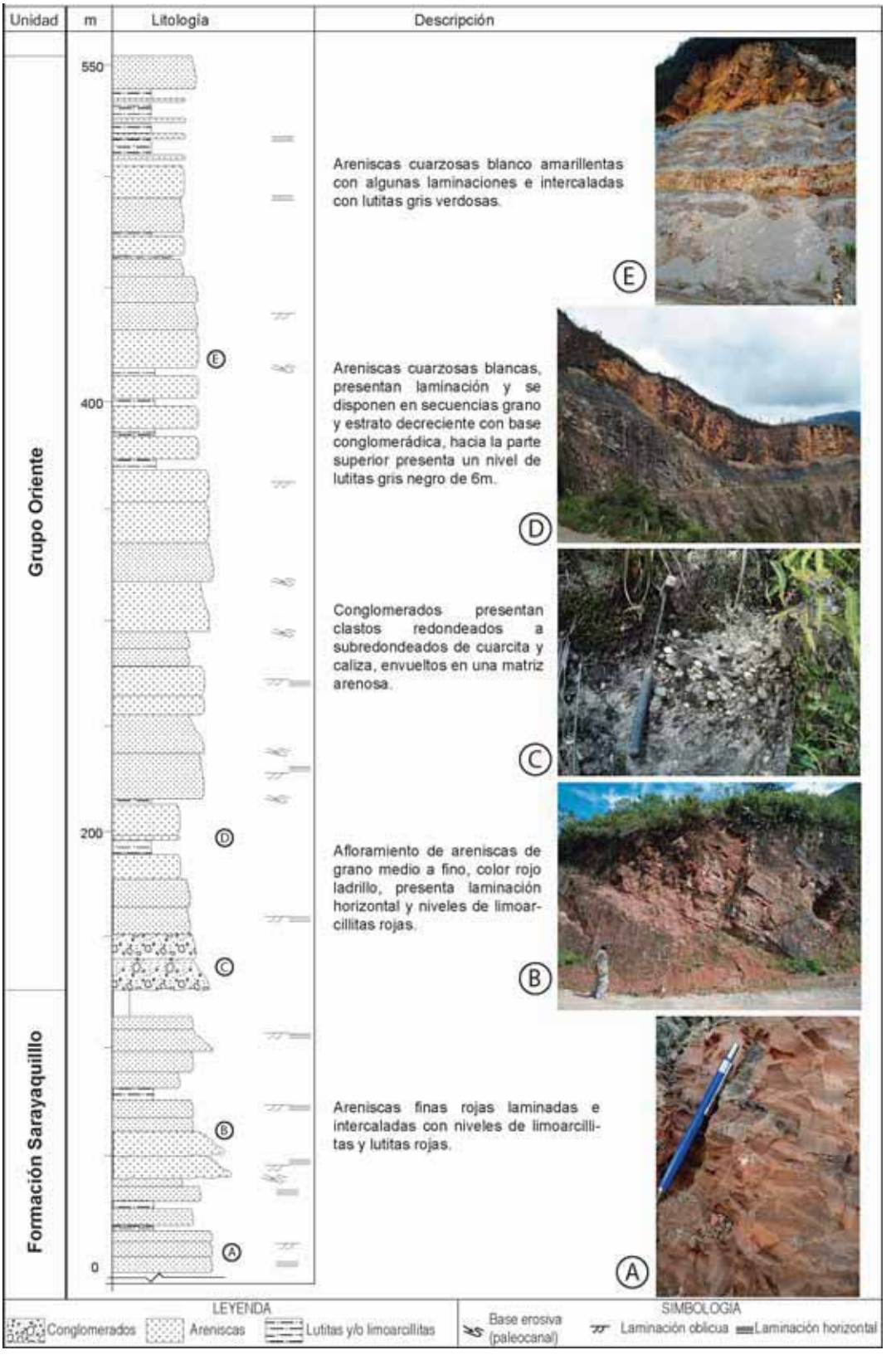


Figura 10 Columna estratigráfica de la Formación Sarayaquillo y el Grupo Oriente, entre Mariscal Benavides y San Antonio.

Formación Chulec: Albiano

Definición y relaciones estratigráficas. Fue definida inicialmente por McLaughlin (1925) en el centro del Perú y la denominó como Miembro inferior de las calizas Machay. Luego, Benavides (1956) la elevó a la categoría de formación.

La Formación Chulec aflora en los dominios occidental y central. En el primero, se encuentran en dirección NO-SE a lo largo de la falla Paclas y en el sinclinal de Kuélap; y, en el segundo, aflora en ambas márgenes del río Utcubamba, en las carreteras Cáclic-Luya (Fig. 9) y Cáclic-Chachapoyas (Foto 39), mostrando una morfología suave y coloraciones cremas en superficie.

La Formación Chulec sobreyace concordante al Grupo Goyllarisquizga e infrayace a las calizas del Grupo Pulluicana. En los alrededores de Chachapoyas, Inguilpata, Luya y Lámud, infrayace en discordancia angular a la Formación Inguilpata.

La Formación Chulec se correlaciona con la Formación Crisnejas de la cuenca Cajamarca y con el miembro inferior de la Formación Chonta del dominio nororiental del cuadrángulo de Chachapoyas.

Litología y ambiente sedimentario. La Formación Chulec está compuesta por calizas y margas de colores beige, crema y gris verdoso, con ammonites de hasta de 40 cm (Foto 40), dispuestos en estratos entre 10 cm y 40 cm. A lo largo de la secuencia, se intercalan limoarcillitas y lutitas gris a gris verdosas con meteorización a manera de nódulos. Las calizas son micríticas y biomicritas con presencia de ammonites, pelecípodos y otros.

En la Carretera Chachapoyas-Cáclic (Fig. 9) se pueden observar que la base presenta calizas margosas de color gris verdoso con intercalaciones de lutitas, mientras que en la parte central, intercalaciones de areniscas finas con margas, lutitas y niveles de calizas. Finalmente, al techo, las calizas son margosas con abundante contenido de fósiles en estratos que superan los 2 m de espesor (Foto 40).

La litología, facies y la fauna de la Formación Chulec indican un ambiente marino de plataforma externa, algo somera, con aguas tranquilas posiblemente de un ambiente anaeróbico anóxico.

El espesor de la Formación Chulec, entre Cáclic y Luya se estima entre 150 y 180 m; en tanto que, hacia el oeste de Luya, entre 80 y 100 m.

Edad. La Formación Chulec contiene abundantes fósiles, entre los cuales figuran ammonites, lamelibranquios, equinoideos, gasterópodos que corresponden al Albiano inferior a medio. Entre los ammonites, destacan las siguientes especies: *Knemiceras cf. K. ziezag* (BREISTROFFER) y *Knemiceras cf. K. raimondi* (LISSON) (Sánchez, 1995).

En la carretera Chachapoyas-Cáclic, se han encontrado ammonites, equinoideos y pelecípodos determinados como *Glottoceras crassinodosum* (SOMMERMEIER) (Foto 41), *Glottoceras Raimondi* (LISSON), *Diplopodia texanus* (ROEMER), *Liophista cf. L. molli* (CONQUAND). Asimismo, al sureste de Luya, se han encontrado abundantes ammonites de la especie *Glottoceras raimondi* (LISSON). Todos estos especímenes indican una edad comprendida entre el Albiano inferior a medio.

Foto 39 Intercalación de calizas y lutitas verdosas de la Formación Chulec, en la carretera Chachapoyas-Cáclic.

Foto 40 Calizas margosas con ammonites de la Formación Chulec, en Cáclic.

Foto 41 Ammonite identificado como *Glottoceras crassinodosum,* encontrado en las calizas de la Formación Chulec, en los alrededores de Chachapoyas.

Grupo Pulluicana: Albiano-Cenomaniano

Definición y relaciones estratigráficas. El Grupo Pulluicana fue definido por Tafur (1950) en el valle de Cajamarca. En cuadrángulo de Chachapoyas, litológicamente, solo presenta calizas masivas y calizas nodulares con estratificación ondulada tabulares.

El Grupo Pulluicana aflora en los dominios occidental y central. En el primero, aflora en el sinclinal que pasa por las ruinas de Kuélap (Foto 42), donde se encuentran pliegues sinsedimentarios; y, en el segundo, aflora en la margen izquierda del río Utcubamba (Foto 43), donde forma una escarpa pronunciada en la que resaltan las calizas masivas con estratificación tabular.

El Grupo Pulluicana sobreyace concordante a la Formación Chulec e infrayace en discordancia erosional a la Formación Inguilpata del Neógeno superior (Foto 43).

Litología y ambiente sedimentario. Consiste principalmente de calizas de tipo *mudstone - wackstone* de color gris blanquecino a beige, en estratos tabulares entre 0.30 m y 0.60 m de espesor. A lo largo de la secuencia, se intercalan niveles calcáreos bioclásticos, calizas que muestran laminaciones y delgados niveles de lutitas de color gris verdoso. Asimismo, en las calizas masivas, se pueden observar superficies onduladas en los límites de cada estrato.

Se estima un espesor de 80 m en la margen izquierda del río Utcubamba (carretera Cáclic-Luya), en tanto que, en otros lugares, donde la erosión ha sido intensa, puede tener algunas decenas de metros.

Edad. El Grupo Pulluicana, en el cuadrángulo de Chachapoyas, presenta fósiles en los niveles de calizas nodulosas bioclásticas, entre los cuales destacan ostreas y pelecípodos, los mismos que se encuentran mal conservados. Considerando la edad de los fósiles colectados por Sánchez (1995) y por estar sobre la Formación Chulec del Albiano inferior a medio, se considera que la Formación Pulluicana abarca el Albiano superior hasta el Cenomaniano.

Foto 42 El Grupo Pulluicana que sobreyace a la Formación Chulec. Se observan pliegues sin sedimentarios que afectan a las calizas del Grupo Pulluicana (vista tomada hacia al sur, desde la fortaleza de Kuélap).

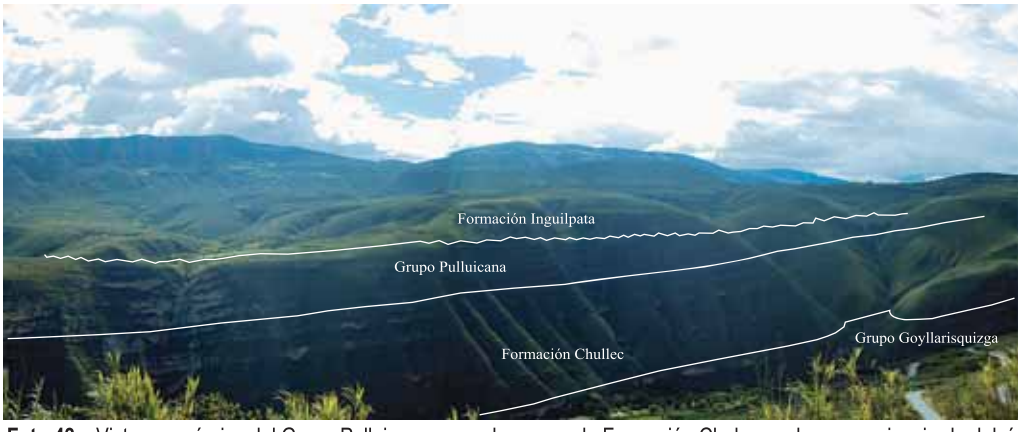


Foto 43 Vista panorámica del Grupo Pulluicana que sobreyace a la Formación Chulec, en la margen izquierda del río Utcubamba (vista tomada al noroeste).

Formación Chonta: Albiano-Campaniano

Definición y relaciones estratigráficas. Fue definida por Morán & Fyfe (1933) en la isla de Chonta en el río Pachitea (cuadrángulo de Masisea, hoja 18-ñ). Está compuesta por calizas, margas, lutitas y areniscas. En la sección tipo mide aproximadamente 400 m.

Los afloramientos se encuentran en el dominio nororiental, específicamente en las cercanías de Molinopampa, en la carretera Molinopampa-Granada, entre Mariscal Benavides y Santa Cruz de Tingo (río San Antonio), en los alrededores de Chontapampa y en ambos flancos del río Imaza. La Formación Chonta sobreyace concordante a las areniscas cuarzosas del Grupo Oriente, y su paso se muestra progresivo. Infrayace, en igual relación, a las areniscas de la Formación Vivian. Lateralmente, se considera como equivalente lateral de la Formación Chulec y del Grupo Pulluicana.

Litología y ambiente sedimentario. La Formación Chonta, en el cuadrángulo de Chachapoyas, muestra un cambio lateral de facies respecto a la Formación Chulec y el Grupo Pulluicana. El contacto inferior con el Grupo Oriente está dado por una transición de areniscas blancas a gris blanquecinas en estratos laminados menores a 1 m con intercalaciones de lutitas verdes, verde amarillentas en estratos de 5 cm a 20 cm. En la parte media, muestra principalmente calizas en paquetes de 0.50 m y 1.5 m intercaladas con niveles de lutitas que miden hasta 2 m. Finalmente, en la parte superior, se tiene lutitas grises verdosas con niveles bituminosos que se intercalan con algunas calizas nodulosas y calizas masivas.

En la carretera Molinopampa-Granada, existen buenos afloramientos de la secuencia sedimentaria de la Formación Chonta. Hacia la base, presenta areniscas cuarzosas, blancas, de grano fino con laminaciones dispuestas en estratos delgados y masivos menores a 1 m (Foto 44). Continuando la secuencia, las calizas se intercalan con niveles de lutitas grises y gris verdosas (Foto 45) en cuyo tope se encuentran areniscas cuarzosas de grano fino laminadas, de color blanco a gris, bien estratificadas, en estratos de 0.10 a 0.50 m (Foto 46). Más arriba, niveles de calizas nodulosas con lutitas gris a gris verdosas y lutitas negras bituminosas, contienen pelecípodos en estratos que miden desde 0.50 m a 3.0 m de espesor (Foto 47). Finalmente, las calizas son grises masivas (Foto 48) con intercalaciones de pequeños niveles de lutitas gris verdosas. El techo de la secuencia está erosionado.

La sección descrita por Sánchez (1995) a lo largo del río San Antonio, en la carretera Molinopampa-Rodríguez de Mendoza muestra una división de la Formación Chonta (1219 m) en 3 miembros: San Antonio, Iscuchaca y San José, los que son descritos a continuación, con información proveniente de la carretera Mariscal Benavides-Yuracyacu (Fig. 11).

Foto 44 Areniscas finas gris blanquecinas laminadas de la base de la Formación Chonta, en la carretera Molinopampa-Granada.

Foto 45 Intercalación de calizas y lutitas gris verdosas de la Formación Chonta, en la carretera Molinopampa-Granada.

Foto 46 Areniscas blanquecinas cuarzosas con laminaciones horizontales y laminación oblicua de bajo ángulo dentro de la Formación Chonta, en la carretera Molinopampa-Granada.

Foto 47 Lutitas grises a negras con restos de plantas intercaladas con niveles de calizas nodulosas que pertenecen a la Formación Chonta, en la carretera Molinopampa-Granada.

Foto 48 Calizas grises masivas de la Formación Chonta, en la carretera Molinopampa-Granada.

Miembro San Antonio (581 m). En la base, se encuentran areniscas de grano fino a medio con intercalaciones de lutitas verdes y algunos niveles de caliza (Foto A de la figura 11). La parte superior está compuesta por calizas grises en estratos de 0.20 a 1.0 m de espesor (Foto B de la figura 11), que se agrupan formando escarpas. Las calizas se intercalan con areniscas pardo-amarillentas a blanco humo, subarcósicas de grano fino a medio, algunas de las cuales tienen cemento calcáreo. También se intercalan margas, limolitas y limoarcillitas grises.

Miembro Iscuchaca (388 m). Está compuesto por estratos gruesos, muy compactos de calizas micríticas fosilíferas y biomicritas grises con algunas laminaciones horizontales (Foto C de la figura 11). A lo largo de la secuencia, se presentan estratos delgados de calizas de color beige, de apariencia nodulosa. Tiene algunas intercalaciones de limoarcillitas grises a grises verdosas (foto E de la figura 11).

Miembro San José (250 m). Está compuesto por lutitas carbonosas con abundantes restos de plantas y lutitas gris a gris oscuras, con algunos nódulos calcáreos y estratos delgados de calizas (Foto E de la figura 11).

Los depósitos de la Formación Chonta corresponden a una trasgresión marina. Así lo demuestra el paso de areniscas de un ambiente sublitoral a calizas de plataforma carbonatada y lutitas negras de un ambiente anóxico somero.

Edad. Por su posición estratigráfica y los fósiles colectados en la localidad de San Antonio por Sánchez (1995), la Formación Chonta corresponde al Albiano y el Turoniano. Asimismo, se tiene pelecípodos *Neithea* sp que indican una edad similar (Foto 49). Sin embargo, Chacaltana et al. (2012), en la cuenca Santiago han determinado mediante fósiles que la Formación Chonta abarca el Albiano inferior terminal hasta el Campaniano. Esto permite correlacionarla con la Formación Chulec y el Grupo Pulluicana de los dominios occidental y central.

Foto 49 Pelecípodo encontrado dentro del miembro San José de la Formación Chonta, en la carretera Molinopampa-Rodríguez de Mendoza. Este fósil es indicador del Albiano-Turoniano.

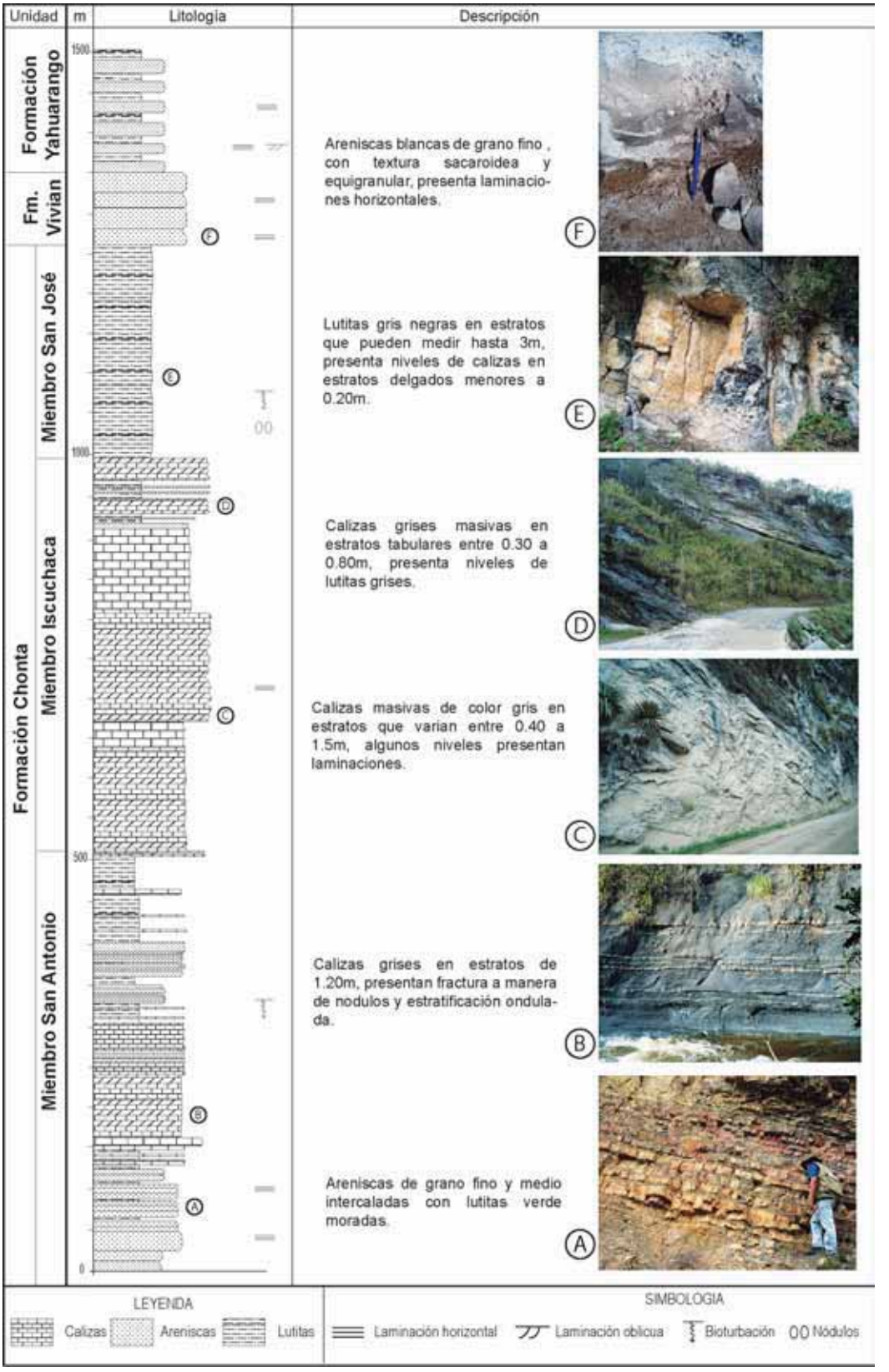


Figura 11 Columna estratigráfica de las formaciones Chonta, Vivian y de la Formación Yahuarango entre San Antonio y San José, carretera Rodríguez de Mendoza-Molinopampa.

Formación Vivian: Maastrichtiano inferior a medio

Definición y relaciones estratigráficas. La Formación Vivian fue estudiada por Singewald (1927), quien la describió como areniscas Huancanqui. Luego, Morán & Fyfe (1933), en la quebrada Vivian, de los cerros de Contamana, la describieron como «Areniscas de Azúcar». Más tarde, Kummel (1946) le atribuyó el nombre de Formación Vivian.

En la zona de estudio, solo existe un afloramiento dentro del domino nororiental, al noreste de San José, el cual forma el núcleo de un sinclinal (Foto 50). Por sus características litológicas competentes, resalta en la topografía y es fácilmente diferenciable.

La Formación Vivian sobreyace concordantemente a la Formación Chonta, e infrayace con ligera discordancia a las capas rojas de la Formación Yahuarango (Fig. 11). Alcanza 90 m de espesor.

Litología y ambiente sedimentario. La Formación Vivian está compuesta por areniscas blancas cuarzosas de grano fino a grueso, con laminaciones oblicuas. Se encuentran dispuestas en estratos de 10 cm a 60 cm y separadas, en algunos casos, por capas muy delgadas de limoarcillitas grises. Las areniscas son bien clasificadas; además, están formadas por cuarzo y algunos litoclastos (Fig. 9). Se clasifican como cuarzoarenitas y areniscas sublíticas cuarzosas de grano medio a fino con textura sacaroidea. Estas características sugieren que la Formación Vivian se depositó en medio fluvial de ríos distales.

Edad. La edad de la Formación Vivian ha sido asignada a diferente épocas, desde Mueller & Aliaga (1981) que le asignaron al Campaniano-Maastrichtiano inferior y Jalllard et al. (1985) que le asignan una edad campaniana. En el sur del Perú la Formación Vivian contiene un buen número de circones detríticos de 68.5 Ma que indican el Maastrichtiano medio (Kennan & Pindell, 2006). Al norte de la zona de estudio, en el Pongo de Lorocache, Chacaltana et al. (2012) determinaron que el techo de la Formación Chonta abarca hasta el Campaniano. En consecuencia, en el norte del Perú, la edad de la Formación Vivian es Maastrichtiano inferior a medio.

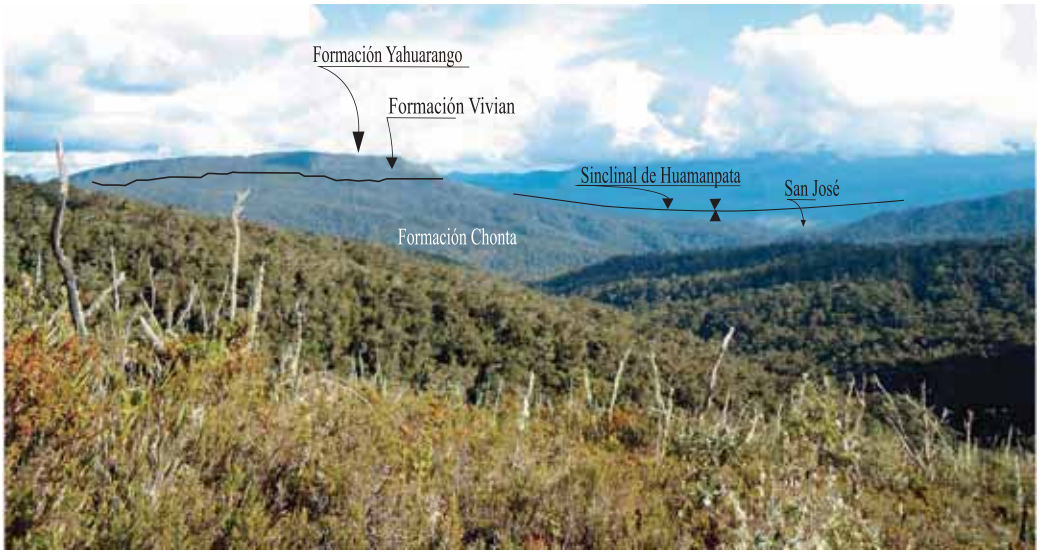


Foto 50 Vista panorámica de la Formación Vivian que sobreyace a la Formación Chonta e infrayace a la Formación Yahuarango, en el sinclinal de Huamampata al noreste de San José (vista tomada al sureste).

Terciario

Formación Yahuarango: Eoceno inferior

Definición y relaciones estratigráficas. Fue definida por Kummel (1946) en la cuenca Ucayali en las riveras del río Cushabatay, en la quebrada Yahuarango, como Miembro Yahuarango.

En el cuadrángulo de Chachapoyas, La Formación Yahuarango está restringida a la parte sureste del dominio nororiental, en donde constituye el núcleo del sinclinal de Huamampata que se prolonga al cuadrángulo de Rioja (Foto 50). Sobreyace en aparente concordancia a la Formación Vivian, la parte superior está erosionada, por lo que solamente se encuentran 250 m de espesor.

Litología y ambiente sedimentario. Está constituida principalmente por areniscas rojas con intercalaciones de limolitas rojas y gris rojizas. Las areniscas son principalmente arcósicas y líticas con laminaciones horizontales y oblicuas de bajo ángulo (Fotos 51 y 52). El medio sedimentario corresponde a ríos distales con llanura de inundación.

Edad. La edad asignada por Kummel (1946) es Paleoceno. Sin embargo, por su posición estratigráfica a nivel regional, estaría ubicada en el Eoceno inferior.

Foto 51 Areniscas rojas intercaladas con limoarcillitas rojas de la Formación Yahuarango, al noreste de San José.

Foto 52 Areniscas finas cuarzo feldespáticas con laminaciones de la Formación Yahuarango, al noreste de San José.

Formación Inguilpata: Neógeno

Definición y relaciones estratigráficas. Fue asignada como Formación Inguilpata por Sánchez (1995) en los alrededores de Inguilpata, al oeste de Chachapoyas.

La Formación Inguilpata aflora en el dominio central y abarca los sectores de Inguilpata, Luya, Lámud, Olto, Chachapoyas, Huancas y en la carretera Chachapoyas-Molinopampa.

La base de la Formación Inguilpata sobreyace en discordancia angular a rocas cretácicas, principalmente, a la Formación Chulec y al Grupo Pulluicana. También, se la ha observado indistintamente sobreyaciendo en discordancia angular sobre los grupos Mitu, Pucará y Goyllarisquizga.

La secuencia sedimentaria de la Formación Inguilpata no se encuentra completa debido a la erosión reciente, por lo que solo se encuentran afloramientos parciales que pueden llegar a alcanzar los 200 m de espesor.

Litología y ambiente sedimentario. La litología está compuesta por una secuencia inconsolidada de conglomerados, areniscas con bloques de roca, areniscas tobáceas, limolitas y flujos piroclásticos (Foto 53).

La base de la Formación Inguilpata está compuesta por areniscas con bloques aislados, que pueden ser del Grupo Goyllarisquizga (carretera Chachapoyas-Molinopampa, Foto 54), o de la Formación Chulec, (carretera Luya-Inguilpata). Sobre estas se encuentra un nivel de flujo piroclástico dacítico (suroeste de Chachapoyas). Luego, viene una secuencia de limos y areniscas cuarzosas deleznables con lentes de conglomerados (Foto 53). Estos últimos contienen clastos polimícticos, subredondeados e imbricados con 5 cm a 30 cm de diámetro (Foto 55). Las paleocorrientes, en el sector de Luya, indican que el sentido de aporte de sedimento fue de sur a norte La evolución sedimentaria empieza con eventos de *debris flow* distales, los cuales corresponden a abanicos aluviales que indican la apertura de la cuenca sedimentaria. Luego, la actividad volcánica permitió el emplazamiento de flujos piroclásticos dacíticos. Posteriormente, se desarrollan ríos proximales que permitieron la sedimentación de conglomerados que erosionaron a las areniscas y limos de las secuencias inferiores de la Formación Inguilpata.

Edad. No se tienen dataciones radiométricas o fósiles; sin embargo, podemos decir que la Formación Inguilpata se depositó antes de que se originara el cañón del río Utcubamba, es decir, probablemente en el Mioceno.

Foto 53 Afloramiento de la Formación Inguilpata, al sur de Luya. Se observan conglomerados, areniscas deleznables y niveles de areniscas tobáceas.

Foto 54 Afloramiento de la Formación Inguilpata, en la carretera Chachapoyas-Molinopampa. Se observan areniscas con bloques de arenisca cuarzosa que provienen de la erosión del Grupo Goyllarisquizga.

Foto 55 Conglomerados polimícticos con niveles de areniscas de la Formación Inguilpata, al este de Lámud.

Rocas intrusivas

En la zona de estudio afloran dos cuerpos intrusivos restringidos al domino suroocidental, los cuales han sido agrupados como tonalita-granodiorita Tizango.

Tonalita-Granodiorita Tizango

Definición y relaciones de contacto. Corresponde a dos cuerpos intrusivos que se encuentra en el dominio suroccidental, ubicados al oeste de la fortaleza de Kuélap. El stock que se observa en la carretera Tingo-Kuélap tiene 4 x 2 km de área, corta a la Formación Macno y está sobreyacido en discordancia erosional por el Grupo Mitu. En la parte oriental, el intrusivo se pone en contacto fallado (Falla Kuélap) con los grupos Pucará y Gollarisquizga, la Formación Chulec y el Grupo Pulluicana.

Litología. Corresponde a una tonalita-granodiorita de grano medio, compuesta por plagioclasas blancas y cuarzo. Como minerales secundarios, presenta biotita, hornblenda y algo de feldespato potásico. Es inequigranular e hipidiomórfica, leucócrata y de fácil disgregación, por lo que forma relieves suaves.

Edad. La tonalita-granodiorita Tizango pertenece al arco magmático del Carbonífero (Schaltegger et al., 2006; Miskovic et al., 2009) y se habría emplazado en el Carbonífero superior.

CAPÍTULO IV
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Durante el Permo-Triásico y el Jurásico, un evento de tectónica extensional provocó el desarrollo de un rift continental (Mégard et al., 1971; Bard et al., 1974; Dalmayrac et al., 1980). El rift alcanzó la Zona Subandina y modificó fuertemente la paleogeografía paleozoica (Gil, 2001). En el dominio andino sistemas de *horst* y *grabens* controlaron la sedimentación y el vulcanismo (Mégard, 1978).

La tectónica en compresión empezó durante el Turoniano-Coniaciano (Jaillard et al., 2000) con lo que se marca el inicio de la tectónica andina (Dalmayrac et al., 1980; Jaillard & Soler, 1996). Esta tectónica compresiva se establece, posiblemente, en respuesta a los cambios de velocidad y de la dirección de convergencia de las placas subductadas bajo la placa sudamericana. (James, 1971).

En respuesta al régimen compresivo, las inversiones tectónicas del sistema de rifts triásicos y jurásicos tuvieron lugar desde el Cretácico superior (Turoniano-Coniaciano) y se reactivaron en el Eoceno inferior, Mio-Plioceno y Cuaternario (Baby et al., 1999). Los eventos tectónicos compresivos del Terciario dentro de la zona de estudio han sido generalizados por comparaciones regionales con las cuencas Bagua (Naeser et al., 1991; Baca et al., 2004) y Huallaga (Hermoza, 2004).

FALLAS REGIONALES

Mediante el cartografiado geológico al detalle, se han definido las fallas regionales que se encuentran en el cuadrángulo de Chachapoyas, con sus prolongaciones tanto al sur como al norte. Estas estructuras controlaron la evolución de las cuencas sedimentarias, y además el emplazamiento de mineralización y algunas manifestaciones de petróleo.

Por lo general, son fallas antiguas que se originaron durante el Paleozoico superior y el Mesozoico. Para la descripción de estas estructuras, se han determinado la geometría y la evolución tectónica que tuvieron desde su origen.

Morfoestructuralmente, el área de estudio se encuentra dentro de la Cordillera Oriental (Fig. 12). Las fallas afectan a rocas metamórficas del Cámbrico-Ordovícico inferior, series sedimentarias que van desde el Carbonífero al Cenozoico y a cuerpos plutónicos de edad carbonífera.

A continuación, se describen las principales fallas que se encuentran en el cuadrángulo de Chachapoyas (Fig. 13).

Falla Shaski

Definición y geometría. La falla Shaski se encuentra al suroeste de la hoja 13h-III. Tiene una dirección de N 140º y 17.5 km de longitud aproximadamente. Buza al NE y tiene vergencia al SO. Esta falla hace cabalgar al Grupo Mitu sobre el Grupo Pucará, se prolonga hacia el noroeste (cuadrángulo de Lonya Grande), donde hace cabalgar a la Formación Macno sobre los grupos Pucará y Goyllarisquizga. Esta falla al parecer se une en profundidad con la falla Kuélap, formando una estructura en flor.

Comportamiento tectónico. La falla Shaski, aparentemente, se originó o reactivó en el Pérmico. Los datos de campo solo registran dos eventos tectónicos: el primer evento extensivo de edad pérmica hasta jurásica y el segundo evento compresivo de probable edad eocénica.

El Pérmico-Triásico corresponde a la sedimentación del Grupo Mitu. La falla ha controlado los cambios de espesores y facies sedimentarias. En efecto, las facies del Grupo Mitu ubicadas hacia el oeste de la falla son más conglomerádicas y con un espesor aproximado de 200 m; en cambio, las facies ubicadas al este son más finas y con un espesor aproximado de 750 m. Probablemente, esta falla tuvo movimiento normal durante el Permo-Triásico.

El Triásico-Jurásico corresponde a la sedimentación del Grupo Pucará, donde también se pueden observar cambios de facies y espesores. Al oeste de la falla Shaski el Grupo Pucará tiene 200 m de espesor y está constituido por una secuencia monótona, mientras que al este, tienen 700 m de espesor, donde se pueden diferenciar las tres formaciones que conforman el Grupo Pucará.

Luego de la sedimentación carbonatada de las formaciones Chonta y Chulec, la falla Shaski tiene movimiento inverso, hace cabalgar al Grupo Mitu sobre el Grupo Pucará. Esta estructura se une en profundidad a la falla Kuélap y forman una estructura en flor. La edad del movimiento inverso probablemente empezó en el Eoceno, debido a que en el cuadrángulo de Lonya Grande, la falla Shaski controla el emplazamiento de mineralización del tipo MVT, la misma

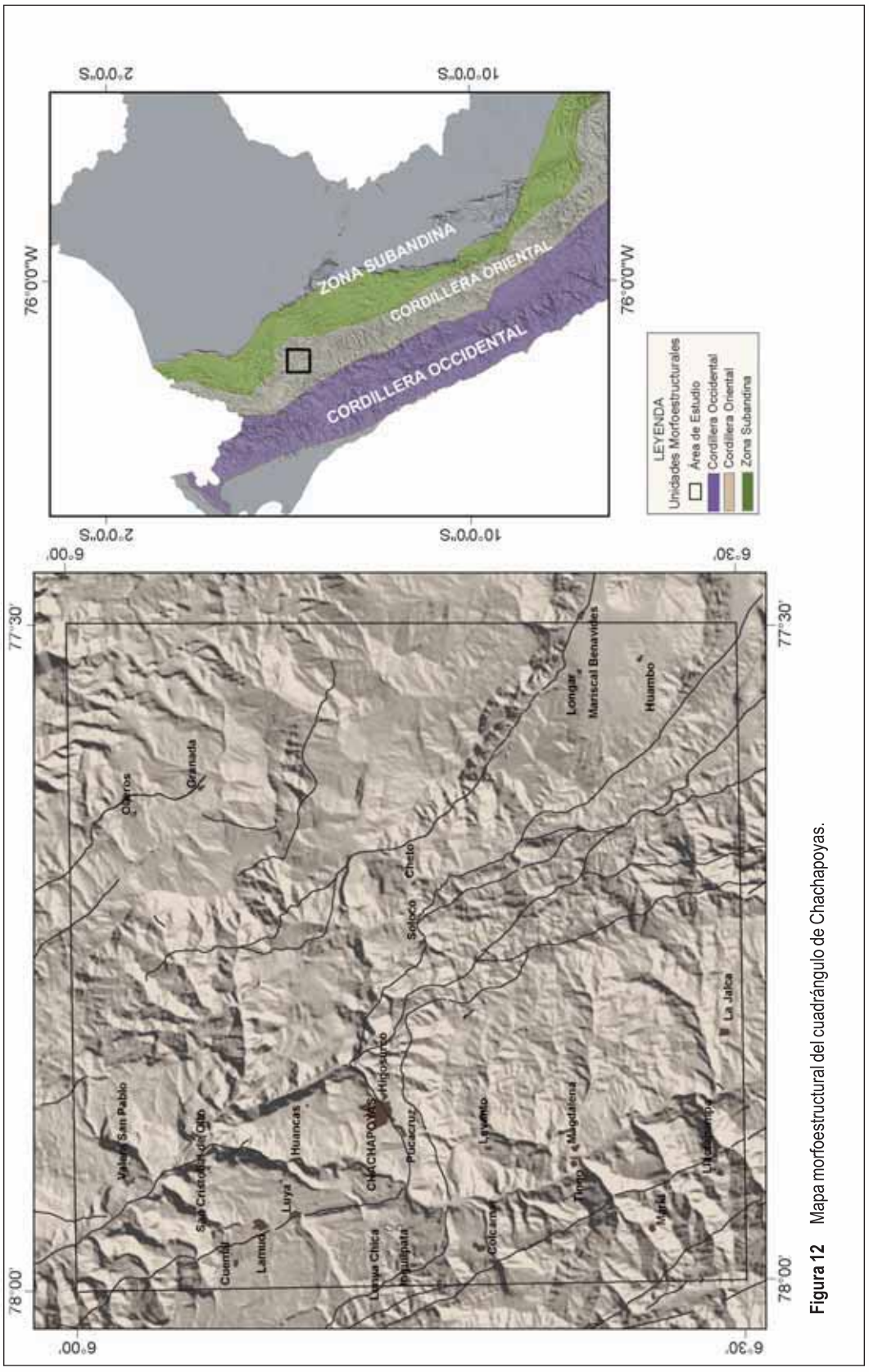


Figura 12 Mapa morfoestructural del cuadrángulo de Chachapoyas.

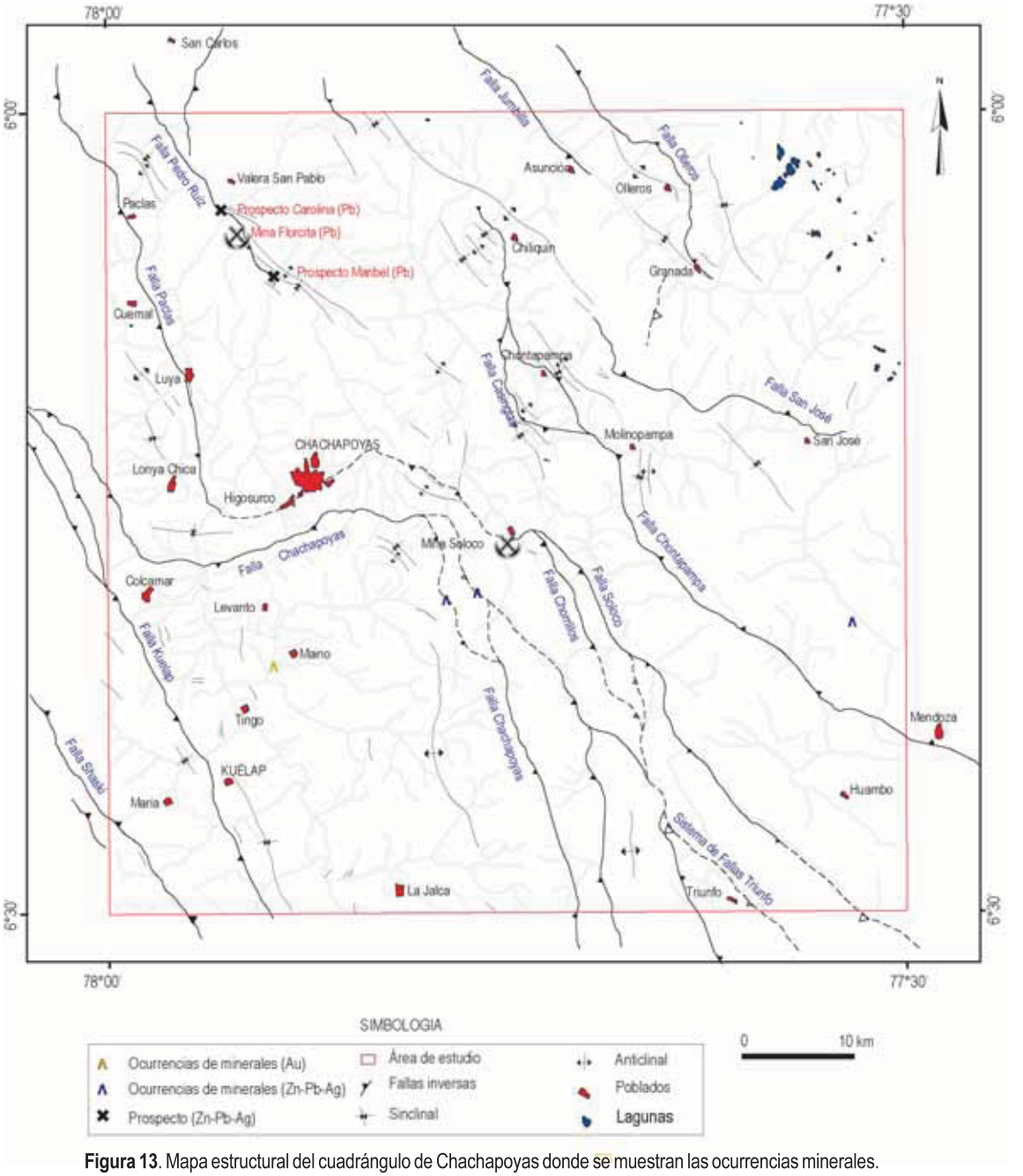


Figura 13. Mapa estructural del cuadrángulo de Chachapoyas donde se muestran las ocurrencias minerales.

que en la zona de Bongará podría ser del Eoceno (Basuki & Spooner, 2008).

En conclusión, estas observaciones nos sirven como argumentos para determinar la existencia de un alto estructural ubicado al oeste de la falla Shaski durante el Pérmico superior-Jurásico. Posteriormente, a consecuencia de eventos compresivos andinos del Eoceno, esta falla se invierte y se comporta como inversa.

Falla Kuélap

Definición y geometría. Esta falla es del tipo inverso y se encuentra al suroeste de la hoja 13h-III. Tiene y 37.5 km de longitud con dirección de N 150º, buza 70° SO y tiene una vergencia al NE. La estructura hace cabalgar a la Formación Macno y a los grupos Ambo y Mitu sobre los grupos Pucará, Goyllarisquizga y Pulluicana, y sobre la Formación Chulec (Foto 56). Esta falla

continúa hacia el norte (cuadrángulo de Lonya Grande), donde hace repetir al Grupo Pucará y se junta con la falla Chachapoyas. Hacia el sur, sus proyecciones aún no están definidas (cuadrángulo de Leimebamba).

Comportamiento tectónico. Esta falla parece ser muy antigua. De acuerdo con los datos de campo, solo se han registrado tres eventos tectónicos: el primero es compresivo; el segundo extensivo y el tercero compresivo.

En el Carbonífero, la falla ha controlado el emplazamiento de la tonalita-granodiorita de Tizango, por lo que pensamos que la estructura controla el límite occidental del arco magmático del Carbonífero (Schaltegger et al., 2006 y Miskovic et al., 2009). Este arco calco alcalino se relaciona a un régimen de subducción (Miskovic et al., 2009).

Durante el Permo-Triásico e incluso el Jurásico se produce la sedimentación gruesa del Grupo Mitu, que muestra cambios de facies y espesores. Probablemente, esta falla tuvo un movimiento normal controlando la sedimentación y los cambios de espesores.

Como consecuencia de eventos compresivos andinos, esta falla tiene su mayor actividad como falla inversa en el Eoceno, conjuntamente con la falla Shaski. Su nivel de despegue es profundo, ya que hace cabalgar a la Formación Macno del Cámbrico-Ordovícico inferior sobre el Grupo Pucará del Triásico superior-Jurásico inferior.

Foto 56 Falla Kuélap en la carretera Tingo-Kuélap. Se observa el Grupo Ambo cabalgando sobre las calizas de la Formación Condorsinga del Grupo Pucará (vista tomada al suroeste).

Falla Chachapoyas

Definición y geometría. La falla Chachapoyas es del tipo inverso y está ubicada en la hoja 13h-III y la zona oriental de la hoja 13h-II. Tiene una orientación predominante de N 155° a partir de la quebrada Mamacocha (suroeste de la hoja 13-h-II) hasta el caserío de Tania Pampa (noreste de la hoja 13h-III). La falla cambia de dirección a N 70º, pasando por el sur de la ciudad de Chachapoyas hasta el caserío de Tosan (noroeste de la hoja 13h-III). Finalmente, la falla Chachapoyas tiene una dirección de N 155° y se proyecta hacia el cuadrángulo de Lonya Grande, hasta unirse con la falla Kuélap. Su longitud es de 60 km aproximadamente y la vergencia es al NE y al N, según su dirección.

La falla Chachapoyas puede ser observada en la quebrada Guitarrilla, ubicada al este de la ciudad de Chachapoyas (Foto 57), donde hace cabalgar a los grupos Ambo y Mitu sobre el Grupo Pucará y la Formación Inguilpata. Igualmente, en el sector de San Isidro, la Formación Aramachay cabalga sobre el Grupo Goyllarisquizga (Fotos 58 y 59).

Comportamiento tectónico. Debido al cambio de espesores y facies entre los dominios tectono-estratigráficos, la falla Chachapoyas aparentemente se ha originado en el Permo-Triásico (Rodríguez y Cueva, 2010). Las evidencias de actividad tectónica de la falla Chachapoyas indican que en el Mioceno tuvo un movimiento inverso con componente de rumbo. En este periodo, el bloque techo de la falla (al sur) hizo emerger a las unidades carbonífero-jurásicas; mientras que en el bloque piso (al norte) se originó la cuenca sedimentaria Inguilpata.

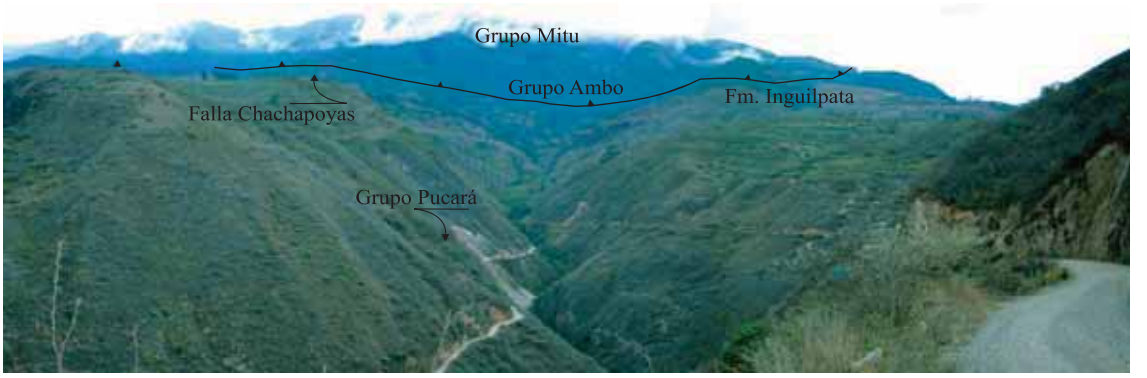


Foto 57 Falla Chachapoyas en la quebrada Guitarrilla. Los grupos Ambo y Mitu cabalgando sobre la Formación Inguilpata (vista tomada al sur).

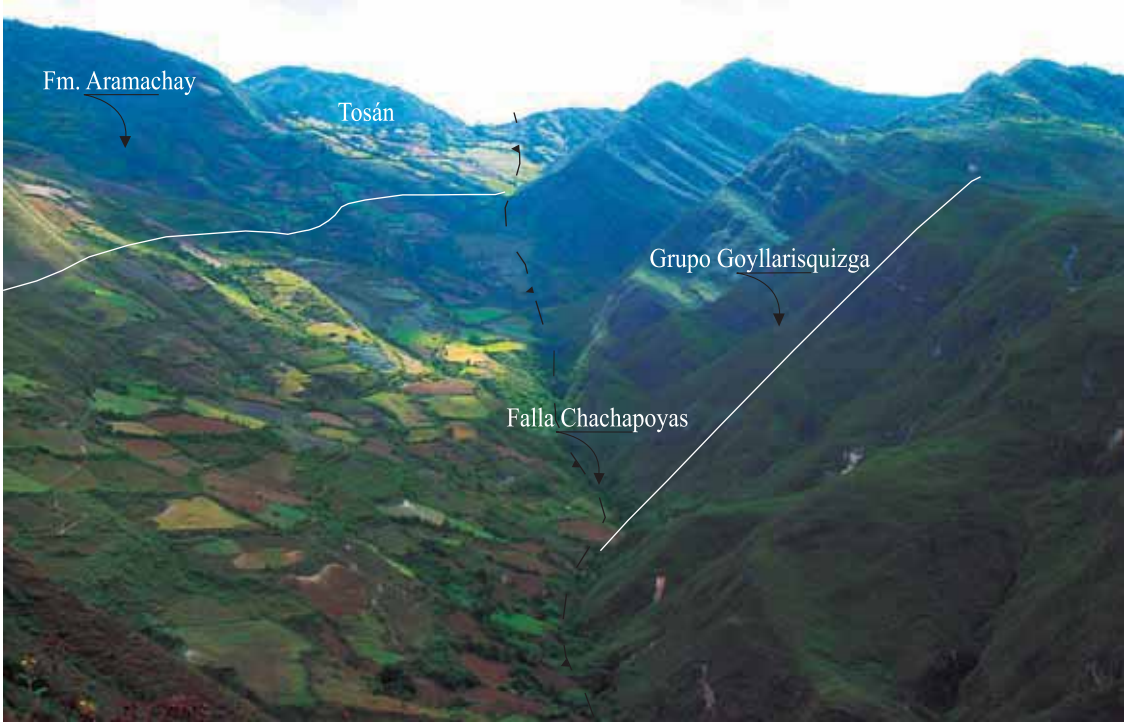


Foto 58 La falla Chachapoyas en la quebrada Tosán, sector de San Isidro. Se observa la Formación Aramachay cabalgando sobre el Grupo Goyllarisquizga (vista tomada hacia el oeste).

Foto 59 Detalle de la falla Chachapoyas en la carretera Chachapoyas-Tingo. Se observa el Grupo Pucará (Formación Aramachay) cabalgando sobre el Grupo Goyllarisquizga (vista tomada al este).

Sistema de fallas Triunfo

Definición y geometría. Está formado por tres fallas del tipo inverso y se encuentran en la hoja 13h-II. Su dirección promedio es de N 140º, buza al SO y tiene vergencia al NE, haciendo cabalgar a los grupos Ambo y Mitu sobre el Grupo Pucará. Hacia el norte el sistema de fallas se une a la falla Chachapoyas, mientras que hacia el sur, su prolongación no está definida (cuadrángulo de Leimebamba). Además, en este sistema de fallas, se puede observar una falla con dirección N 135º y buzamiento al NE; aparentemente, es un retrocabalgamiento del sistema principal.

Comportamiento tectónico. Los afloramientos del sistema de fallas Triunfo, no brindan mucha información del comportamiento tectónico. Por estar relacionada con la falla Chachapoyas, se asume que su origen tuvo lugar en el Mioceno.

Falla Chorrillos

Definición y geometría. La falla Chorrillos es del tipo inverso y se encuentra al sureste del poblado de Soloco. Tiene 15 km de longitud con dirección de N 155º, buzamiento al SO y vergencia al NE. Hacia el noroeste del cuadrángulo, se une con la falla Soloco y, hacia al sur, con el sistema de fallas Triunfo. Esta falla hace cabalgar a la Formación Chambará sobre la Formación Condorsinga.

Comportamiento tectónico. El comportamiento tectónico de la falla Chorrillos es igual al del sistema de fallas Triunfo, es decir que se originó en el Mioceno.

Falla Soloco

Definición y geometría. La falla Soloco es una falla que está relacionada a la falla Chachapoyas, se encuentra al sureste y norte del poblado del mismo nombre, puede ser cartografiada por cerca de 47 km de longitud, en dirección SE-NO, buza al SO y su vergencia es al NE. Esta falla hace cabalgar al Grupo Pucará sobre las formaciones Corontachaca (Foto 60), Sarayaquillo (Foto 61) y Chonta.

La prolongación hacia el sur (cuadrángulo de Leimebamba), aún no está definida; hacia el norte, se interpreta, que la falla cambia su dirección de SE-NO a E-O, para unirse a la falla Paclas.

Comportamiento tectónico. De acuerdo con el mapa geológico, se han podido determinar dos eventos tectónicos compresivos: el primero, de edad jurásica y el segundo, del Mioceno.

En el primer evento, la falla Soloco fue inversa y originó un relieve compuesto por calizas plegadas del Grupo Pucará. La erosión del relieve, permitió que se sedimentaran los conglomerados de la Formación Corontachaca; los cuales son más abundantes y tienen clastos de mayor diámetro al pie de la falla; mientras que al este, son más discretos con clastos pequeños y están intercalados con areniscas y lutitas rojas.

En el segundo evento, la actividad de la falla provoca el cabalgamiento del Grupo Pucará sobre los sedimentos de las formaciones Corontachaca, Sarayaquillo y Chonta. En este evento probablemente tuvo lugar el emplazamiento de mineralización de Pb-Zn del tipo MVT de la mina Soloco que aparentemente tuvo lugar en el Eoceno. La continuidad del segundo evento siguió hasta el Mioceno, época en que se originó la cuenca Inguilpata.

La falla Soloco aparte de ser un control estructural de la mineralización de Pb-Zn del tipo MVT, es también un control para el emplazamiento de hidrocarburos, prueba de ello son las manifestaciones de petróleo al suroeste de Sonche (Foto 62) y al sur Cheto.

Foto 60 Falla Soloco, en el poblado del mismo nombre. Se observa el Grupo Pucará cabalgando sobre la Formación Corontachaca (vista tomada al sur).

Foto 61 Detalles de la falla Soloco, al suroeste de Cheto. Calizas brechadas del Grupo Pucará cabalgando sobre las areniscas rojas de la Formación Sarayaquillo (vista tomada hacia el suroeste).

Foto 62 Falla Soloco afectando a las calizas del Grupo Pucará. Se aprecia que las calizas están con manifestaciones de petróleo. Carretera Chachapoyas-Sonche.

Falla Paclas

Definición y geometría. Esta falla podría ser la proyección de la falla Soloco. Es del tipo inverso y se encuentra al noroeste del cuadrángulo. Sus mejores afloramientos se observan en el poblado de Paclas, al noroeste de la hoja 13h-IV. Tiene 32.5 km de longitud, una dirección N 160° y buzamiento al SO. Hacia el norte del poblado de Paclas, hace cabalgar al Grupo Pucará sobre la Formación Chulec (Foto 63) y, hacia el sur del mismo poblado, hace cabalgar a la Formación Chulec sobre la Formación Inguilpata (Foto 64).

Comportamiento tectónico. El origen de esta falla; probablemente fue en el Permo-Triásico y habría controlado la sedimentación de los Grupos Mitu y Pucará. Luego, en el Jurásico, tuvo movimiento inverso y controló la sedimentación de la Formación Corontachaca. Es así que dicha formación solo aflora en el bloque piso (noreste) de esta falla.

Posteriormente, en el Mioceno, la falla se reactivó nuevamente con un movimiento inverso que provocó el cabalgamiento del Grupo Pucará sobre la Formación Chulec. En este periodo la falla conforma el borde occidental de la cuenca Inguilpata. El movimiento inverso de la falla Paclas también afecta a la Formación Inguilpata, lo cual evidencia que la actividad inversa se prolongó hasta el Plioceno.

Foto 63 Vista panorámica de la falla Paclas, al norte del poblado del mismo nombre. El Grupo Pucará cabalga sobre la Formación Chulec (vista tomada al norte).

Foto 64 Falla Paclas, en la margen izquierda del río Utcubamba. Se observa un pliegue de arrastre que afecta a la Formación Chulec que cabalga sobre la Formación Inguilpata (vista tomada al noroeste).

Falla Pedro Ruiz

Definición y geometría. Esta falla se encuentra al noroeste de la hoja 13h-IV, específicamente, sobre el río Utcubamba. Tiene 30 km de longitud con una dirección de N 150º y buzamiento al SO. Los mejores afloramientos están al norte del poblado de Pedro Ruiz, en el cuadrángulo de Jumbilla, donde hace cabalgar a la Formación Corontachaca sobre el Grupo Goyllarisquizga. Hacia el sur, en el cuadrángulo de Chachapoyas, la falla se amortigua y se convierte en un anticlinal de propagación de falla.

Comportamiento Tectónico. El origen de esta falla, probablemente es posterior al Cretácico superior. De acuerdo con los trabajos de campo, solo se ha registrado un evento tectónico de tipo inverso, que probablemente fue en el Mioceno. El movimiento inverso de la falla provocó que la Formación Corontacha cabalgue sobre el Grupo Goyllarisquizga (cuadrángulo de Bagua Grande).

Falla Chontapampa

Definición y geometría. Es una de las fallas más importantes del cuadrángulo de Chachapoyas. Durante los trabajos de campo, la traza de la falla Chontapampa sirvió como control para el cartografiado de las unidades cretácicas. En efecto, al suroeste se ha cartografiado con la nomenclatura de la Cordillera Occidental (Grupo Goyllarisquizga y Formación Chonta) y al noreste, con la nomenclatura de la Zona Subandina (Grupo Oriente y Formación Chonta).

La falla Chontapampa puede ser observada desde Yuracmarca (suroeste de la hoja 13h-I) hasta Cochamal (al este de la hoja 13h-II). Tiene 55 km de longitud con una dirección de N 145º, buza al NE y su vergencia es al SO. Hacia el poblado de Cochamal, esta estructura hace cabalgar al Grupo Oriente sobre la Formación Chulec. En el área de Chontapampa, hace cabalgar a la Formación Sarayaquillo sobre el Grupo Goyllarisquizga o la Formación Chulec (Foto 65). Más al noroeste, esta estructura se va amortiguando y se convierte en un anticlinal de propagación de falla.

Comportamiento tectónico. La falla Chontapampa posiblemente se originó en el Jurásico y controló la sedimentación de las formaciones Sarayaquillo y Corontachaca. En efecto, al suroeste de la falla (bloque piso), sobre el Grupo Pucará, se encuentran las secuencias conglomerádicas de la Formación Corontachaca interdigitadas con areniscas y yesos de la Formación Sarayaquillo. En cambio, al noreste (bloque techo), sobre el Grupo Pucará, están directamente las areniscas rojas de la Formación Sarayaquillo y el movimiento de la falla probablemente fue normal.

En el Mioceno, la falla Chontapampa tuvo movimiento inverso y ocasionó que la Formación Sarayaquillo cabalgue sobre la Formación Chonta, formado el borde oriental de la cuenca Iguilpata.

Falla Casinglas

Definición y geometría. La traza de la falla Casinglas se encuentra en el sector suroeste de la hoja 13h-I, en donde hace cabalgar al Grupo Goyllarisquizga sobre la Formación Chonta. Tanto al noroeste y al sureste, está cortada por la falla Chontapampa y solamente se le puede apreciar por 10 km en dirección N 140°, buzando al SO y con vergencia al NE.

Comportamiento tectónico. Por estar afectada por la falla Chontapampa, y no tener buenos afloramientos para su estudio, se infiere que la falla Casinglas es una estructura menor que no controló la evolución sedimentaria en el Jurásico-Cretácico. La actividad inversa de la falla Casinglas es anterior al último evento de la falla Chontapampa, en consecuencia, se asume que estuvo activa, probablemente, en el Mioceno inferior.

Foto 65 Vista panorámica de la falla Chontapampa en la quebrada Río Grande. La Formación Sarayaquillo y el Grupo Oriente cabalgan sobre la Formación Chulec (vista tomada al noreste).

Falla San José

Definición y geometría. La falla San José es una de las pocas fallas que presenta una dirección casi E-O. Se encuentra cerca al poblado de San José, en la hoja 13h-I. Es una falla que tiene 17.5 km de longitud en una dirección N 110º, buzando al N y con vergencia al S. Esta falla hace cabalgar al Grupo Oriente sobre la Formación Chonta y podría afectar hasta el Grupo Pucará (visto en secciones estructurales). La continuidad de traza de falla, tanto al norte como al sur, no se ha podido observar y, al parecer, se amortigua en medio de los estratos de la Formación Chonta.

Comportamiento tectónico. De acuerdo con las características estructurales, la falla San José solo tuvo movimiento inverso, el cual pudo ser contemporáneo con los movimientos inversos de la falla Chontapampa, es decir, en el Mioceno.

Falla Jumbilla

Definición y geometría. Esta estructura es del tipo inverso y sus mejores afloramientos se encuentran al norte de la zona de estudio, en el cuadrángulo de Jumbilla (12h), en donde hace cabalgar al Grupo Pucará, Formación Sarayaquillo y Grupo Oriente sobre la Formación Chonta. Su prolongación hacia el cuadrángulo de Chachapoyas pasa por Paco, Lamche y Larán (extremo noroeste de la hoja 13h-I), donde solamente afecta a la Formación Chonta. Tiene 20 km de largo, con una dirección de N 130º, buzando al SO y con vergencia al NE.

Comportamiento tectónico. Los afloramientos en el área de estudio no permiten determinar la edad de la falla Jumbilla; sin embargo, estudios anteriores indican que se originó en el Permo-Triásico y tuvo movimiento normal (Rodríguez & Cueva, 2010). Posteriormente, en el Mioceno, se convirtió en inversa conjuntamente con la falla Chontapamapa.

Falla Olleros

Definición y geometría. Es del tipo inverso y se encuentra entre los poblados de Olleros y Granada, ubicados en el sector noroeste de la hoja 13h-I. Tiene 19 km de longitud con dirección N 150º, buza al NE y su vergencia es al SO. Se prolonga al norte hasta cruzar al cuadrángulo de Jumbilla; mientras que, al sur, la falla se amortigua dentro de los estratos de la Formación Chonta.

Comportamiento tectónico. En esta estructura no se tienen muchas evidencias sobre su origen. Solo se puede observar plegamientos, anticlinales y sinclinales, que afectan a la Formación Chonta. Al estar relacionada y formando el mismo estilo estructural con la fallas Chontapamapa y San José, se infiere que se originó en el Mioceno.

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LOS DOMINIOS TECTONO-ESTRATIGRÁFICOS

Tomando como referencia la actividad tectónica de las principales fallas descritas y las características litoestratigráficas de la zona de estudio, se han delimitado los dominios tectono-estratigráficos que forman parte de los bloques tectónicos regionales, los cuales continúan tanto al norte como al sur de la zona de estudio.

A continuación se describen las características estructurales de los cuatro dominios tectono-estratigráficos: dominio nororiental, dominio central, dominio occidental y domino suroccidental (Fig. 14).

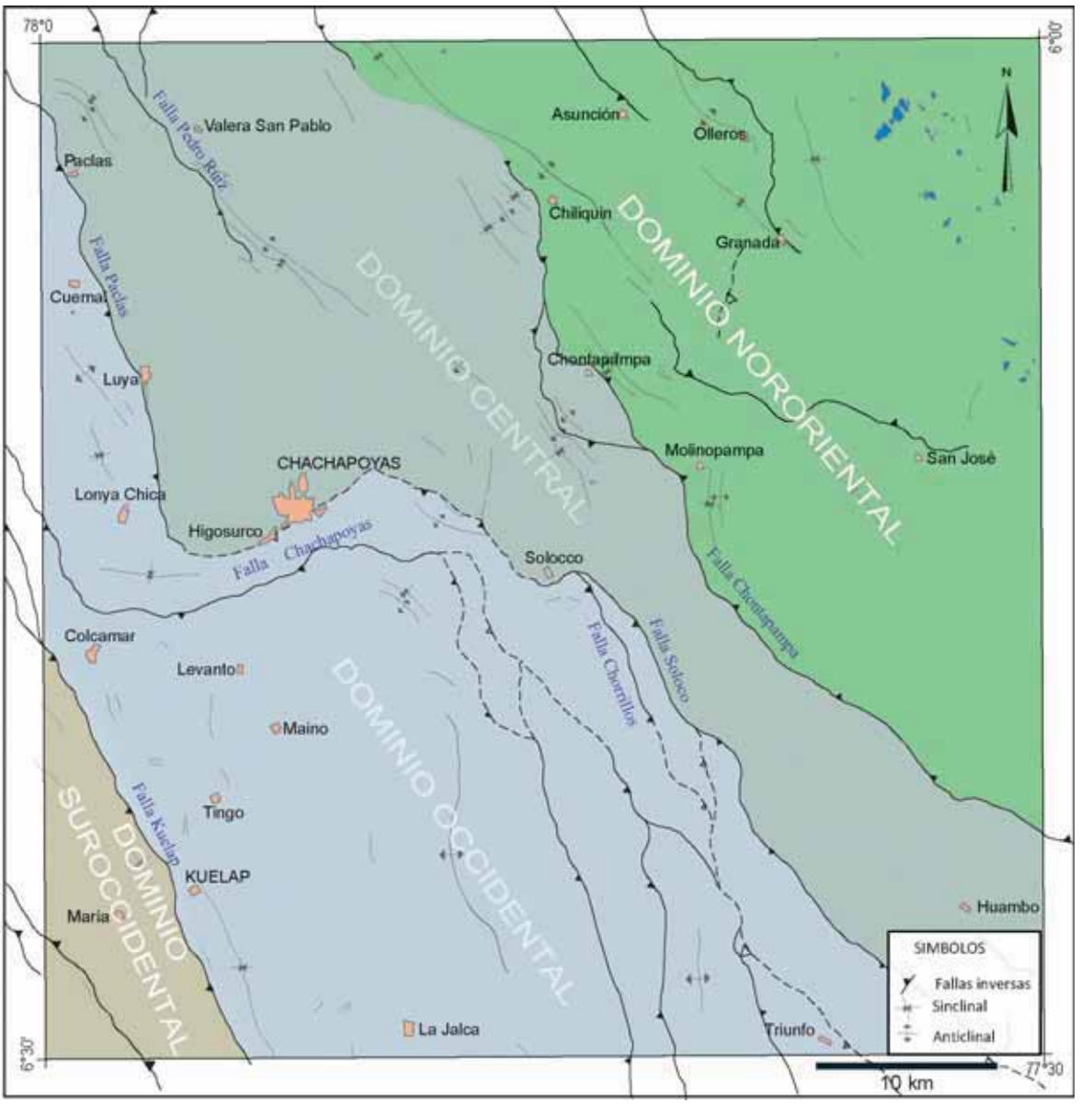


Figura 14 Dominios tectono-estratigráficos del cuadrángulo de Chachapoyas.

Dominio suroccidental

El dominio suroccidental se encuentra al sureste de la falla Kuélap. La estratigrafía está compuesta por las unidades más antiguas de la zona de estudio, representadas por la Formación Macno (Cámbrico-Ordovícico inferior), los grupos Ambo (Carbonífero), Mitu (Pérmico superior-Triásico inferior) y, Pucará indiferenciado (Triásico superior-Jurásico inferior). También es importante mencionar que es el único dominio donde afloran intrusivos carboníferos de tonalita-granodiorita.

Las fallas que se encuentran dentro de este dominio tienen dirección NO-SE, buzamiento alto mayor a 70° y con vergencia tanto al NE como al SO. Sus niveles de despegue, aparentemente, son profundos y afectaron a las secuencias de la Formación Macno. Los pliegues son paralelos a las principales fallas y fueron originados por el arrastre de estas.

La estructura que forman las fallas corresponde a una estructura en flor controlada por las fallas Shaski y Kuélap, tal vez corresponda a un graben invertido (Fig. 15a). El mismo que estuvo activo desde el Pérmico al Jurásico inferior y fue invertido en varios eventos pasando por el Jurásico medio, Cretácico superior, Eoceno y Mioceno.

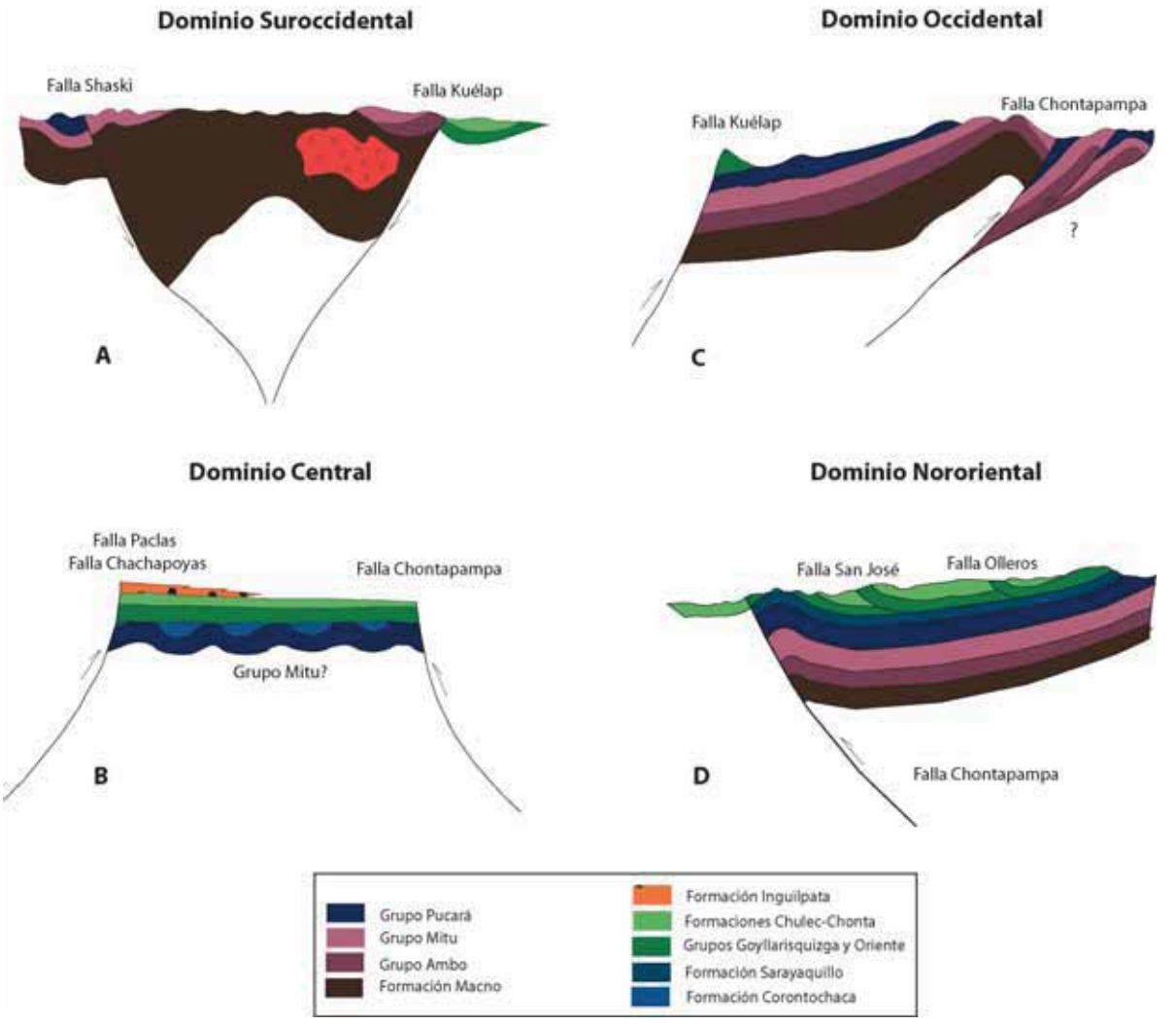


Figura 15 Secciones esquemáticas de los dominios tectono-estratigráficas del cuadrángulo de Chachapoyas.

Dominio occidental

El domino occidental está ubicado al sur y al noroeste de la ciudad de Chachapoyas y abarca los poblados de Triunfo, La Jalca Grande, Levanto, Lonya Chico, Luya y Placas (Fig. 14). Las unidades estratigráficas son más recientes que en el dominio suroccidental, pero, a la vez, más antiguas que en los dominios central y oriental. En este dominio afloran los grupos Ambo (Carbonífero), Mitu (Pérmico superior-Triásico inferior), Pucará (Triásico-Jurásico), Goyllarisquizga (Cretácico inferior), la Formación Chulec (Cretácico medio), el Grupo Pulluicana (Cretácico medio a superior), y la Formación Inguilpata (Neógeno).

El dominio occidental está limitado al noreste por las fallas Soloco, Chachapoyas, Triunfo y Paclas, y, hacia el suroeste, por la falla Kuélap. Todas las fallas tienen buzamiento menor a 60° al SO con vergencia al NE. La gran parte de los pliegues que se observan son mayormente paralelos a las principales fallas.

En general, el estilo estructural corresponde a repeticiones tectónicas a manera de dúplex que se pudieron originar en el Mioceno. Las fallas tienen su nivel de despegue, probablemente, en la base del Grupo Ambo, aunque, podrían estar relacionados a una falla más profunda (Fig. 15b).

Dominio central

El dominio central está ubicado en la parte central del cuadrángulo. Tiene una orientación NO-SE. Abarca los poblados de Huambo, Soloco, Valera, San Pablo y otros; está limitado al noreste por las fallas Chontapampa y, al suroeste, por la falla Soloco, Chachapoyas y Paclas (Fig. 14).

La estratigrafía está conformada por el Grupo Pucará (Triásico-Jurásico), las formaciones Corontachaca (Jurásico medio-superior), Sarayaquillo (Jurásico superior), el Grupo Goyllarisquizga (Cretácico inferior), las formaciones Chulec (Cretácico inferior) e Inguilpata (Neógeno). Las fallas son de dirección NO-SE y con vergencia tanto al SO como al NE.

Este dominio se caracteriza porque la Formación Corontachaca, el Grupo Goyllarisquizga y la Formación Chulec tienen sus estratos con buzamientos suaves menores a los 30° y están en discordancia angular sobre el Grupo Pucará afectado por pliegues de edad jurásica inferior a medio (Fig. 15c). Debido a que este dominio está controlado por dos fallas que convergen en sentidos opuestos, hace suponer que corresponde a un antiguo alto estructural.

Dominio nororiental

El dominio nororiental, está ubicado en el extremo noreste del cuadrángulo y abarca los poblados de San José, Molinopampa, Granada, Chiliquin, Olleros y Asunción (Fig. 14). Limita al suroeste con la falla Chontapampa y, al noreste, aún no están definidos sus límites.

La estratigrafía de este dominio está conformada por la Formación Sarayaquillo (Jurásico superior), el Grupo Oriente (Cretácico inferior), y las formaciones Chonta (Cretácico medio), Vivian (Cretácico superior) y Yahuarango (Eoceno inferior).

En este dominio, se puede observar el cambio de buzamiento de las fallas hacia el noreste con vergencia al SO. Esto indicaría un estilo estructural diferente con respecto a los otros dominios; aparentemente, los niveles de despegue serían en la base de las unidades cretácicas con excepción de las fallas Chontapampa y San José. La primera afecta hasta la Formación Sarayaquillo, y su nivel de despegue podría llegar hasta unidades más antiguas; y la segunda podría afectar hasta el Grupo Pucará.

El estilo estructural de este dominio corresponde a un gran sinclinal con fallas someras cuyos niveles de despegue serían en la base del Cretácico (Fig. 15d). Estas fallas se originaron conjuntamente con el gran sinclinal, probablemente, durante el Mioceno.

DESCRIPCIÓN DE SECCIONES ESTRUCTURALES

Las secciones estructurales del cuadrángulo de Chachapoyas han sido realizadas perpendicularmente a la dirección principal de los rumbos de los estratos, fallas regionales y pliegues. En total se han realizado cuatro secciones estructurales a escala 1:50 000 que corresponden a cada uno de los cuadrantes del cuadrángulo de Chachapoyas.

Sección estructural A-A´

La sección estructural A-A´ (Fig. 16a) tiene 31 km de longitud y corta a la hoja 13h-IV. Tiene dirección SO-NE. Dentro de esta sección, se encuentran los dominios occidental, central y nororiental, los cuales están separados por las fallas Paclas y Chontapampa.

El domino occidental continúa hacia el suroeste y pasa a la hoja de Lonya Grande, se puede observar la discordancia angular entre las calizas del Grupo Pucará y las areniscas cuarzosas del Grupo Goyllarisquizga, siendo la falla Paclas el límite de este dominio.

El dominio central está limitado hacia el suroeste por la falla Paclas y, hacia el noreste, por la proyección de la falla Chontapampa. En sentido amplio, presenta la forma de un homoclinal. La estratigrafía, respecto al dominio occidental, es diferente, puesto que, en este dominio, se encuentra la Formación Corontachaca, la cual sobreyace en discordancia angular al Grupo Pucará e infrayace con ligera discordancia al Grupo Goyllarisquizga. Además, se encuentra la transición lateral del Grupo Goyllarisquizga al Grupo

Oriente y de la Formación Chulec a la Formación Chonta. Por último, en este dominio, se encuentra el mayor espesor de la Formación Inguilpata, controlada al oeste por la falla Paclas.

Más al este, se encuentra el dominio nororiental. De acuerdo con las observaciones realizadas al sur y al norte de la sección, en este dominio, se encuentran anticlinales de propagación de falla que afectan al Grupo Oriente. Las fallas en mención corresponden a la falla Chontapampa. La estratigrafía cambia nuevamente; por ello, la Formación Corontachaca no está presente y solo está la Formación Sarayaquillo que sobreyace concordantemente al Grupo Pucará e infrayace al Grupo Oriente. Además, las unidades cretácicas ya corresponden a la estratigrafía de la faja Subandina: Grupo Oriente y la Formación Chonta.

Sección estructural B-B'

La sección estructural B-B' (Fig. 16b), de dirección SO-NE, corta la hoja 13h-I. Tiene 32 km de longitud y puede ser tomada como la continuación al noreste de la sección estructural A-A'. Dentro de esta sección, se encuentran los dominios central y nororiental, separados por la falla Chontapampa.

Hacia el suroeste está el dominio central en donde los estratos se encuentran plegados y cortados por la falla Casinglas con buzamiento hacia el suroeste. Hacia el noreste de la sección, se encuentra el dominio nororiental, el cual presenta fallas con buzamiento al NE. Estas fallas, probablemente, tienen como niveles de despegue a unidades más antiguas que la Formación Sarayaquillo (fallas Chontapampa y San José). La falla Olleros parece ser más superficial, ya que, en el poblado de Granada, se va amortiguando llegando a desaparecer; sin embargo, hacia el cuadrángulo de Jumbilla (12h), aparentemente, es más profunda. De manera general, el dominio nororiental está conformado por un sinclinal con su flanco SO fallado.

La estratigrafía está compuesta por la Formación Condorsinga que infrayace directamente a la Formación Sarayaquillo (sin estar presente la Formación Corontachaca). Las unidades cretácicas están compuestas por el Grupo Oriente y la Formación Chonta.

De suroeste a noreste, se puede observar que las secuencias de la Formación Sarayaquillo y del Grupo Oriente, aparentemente, disminuyen sus espesores hacia el suroeste (domino central).

Sección estructural C-C´

La sección estructural C-C´ (Fig. 16c), de dirección SO-NE, tiene 34 km de longitud y atraviesa la hoja 13h-III. Dentro de esta sección, se encuentran los dominios suroccidental y occidental, los cuales están separados por la falla Kuélap.

El domino suroccidental está limitado al noreste por la falla Kuélap, mientras que, al suroeste, se prolonga hasta el cuadrángulo de Lonya Grande. Estructuralmente, está conformado por un sinclinal que afecta a las unidades más antiguas de la zona de estudio; es decir, la Formación Macno cortada por intrusivos del Carbonífero y sobreyacidos en discordancia por los grupos Mitu y Pucará. La falla Shaski es una estructura antigua que controló la sedimentación de los grupos Mitu y Pucará durante el Pérmico-Jurásico; es así que se aprecia cambios de espesores y facies de estos grupos, siendo de mayor espesor en el domino occidental. La falla Kuélap es una de las estructuras más antiguas e importantes que ha controlado la sedimentación de los grupos Mitu y Pucará. Regionalmente, esta falla es la prolongación norte del sistema estructural de Pataz-Balsas, donde se encuentran depósitos vetiformes de oro orogénico.

El domino occidental está limitado hacia el suroeste por la falla Kuélap y, hacia el noreste, se proyecta al cuadrante 13h-II, donde está limitado por la falla Soloco. En este dominio, al lado suroeste, se encuentra un sinclinal que afecta a los grupos Pucará, Goyllarisquizga y Pulluicana, y a la Formación Chulec. En el lado noreste, se encuentra un gran anticlinal en cuyo núcleo se ubica el Grupo Ambo y, en los flancos, los grupos Mitu y Pucará. Este anticlinal se interpreta como un pliegue de arrastre de la falla Chachapoyas que, debido a su actividad inversa, originó la Cordillera de Yasgolga.

Sección estructural D-D´

La sección estructural D-D´ (Fig. 16d), de dirección SO-NE, tiene 30 km de longitud. Atraviesa la hoja 13h-II, y es, en cierto modo, la continuación de la sección estructural C-C´. Dentro de esta sección se encuentran los dominios occidental, central y nororiental, separados por las fallas Soloco y Chontapampa.

En el dominio occidental, las fallas Chachapoyas, Triunfo, Chorrillos y Soloco han originado repeticiones tectónicas que dieron como resultado el apilamiento de los grupos Mitu y Pucará. Las fallas tienen vergencia al NO. La falla Soloco, que es el frente de las repeticiones tectónicas, hace cabalgar al Grupo Pucará sobre las formaciones Chulec e Inguilpata, las cuales están plegadas y pueden mostrar ligero metamorfismo.

Los dominios central y nororiental forman, en conjunto, un gran anticlinal que afecta a la Formación Sarayaquillo, a los grupos Goyllarisquizga y Oriente, y a las formaciones Chulec y Chonta. Este anticlinal puede interpretarse como el pliegue por propagación de una falla profunda convergente al suroeste.

La falla Chontapampa divide a los dominios central y nororiental. Además, esta falla es informalmente un control estructural entre los grupos Goyllarisquizga y Oriente, así como también, controla el cambio de facies entre las formaciones Chulec y Chonta.

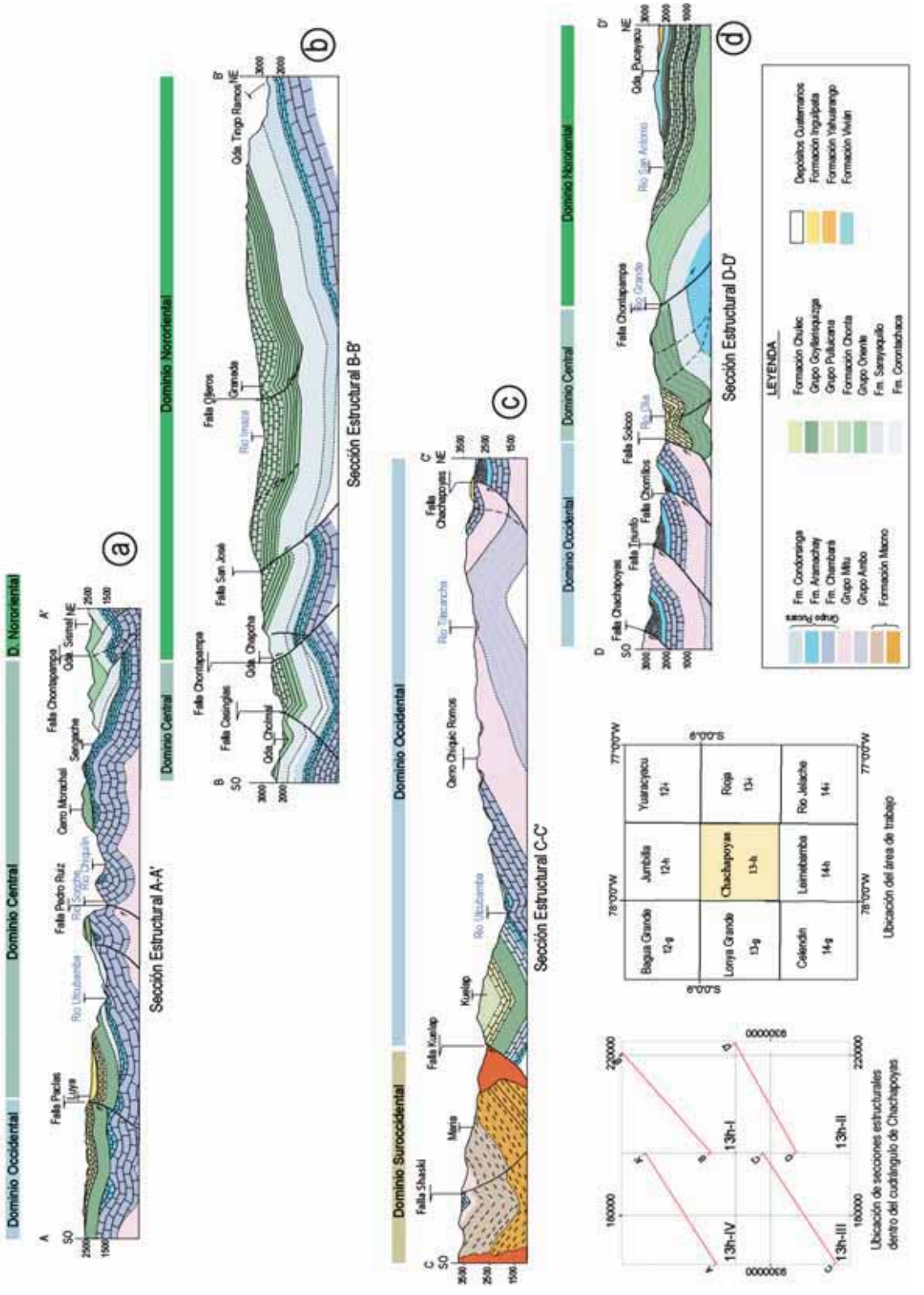


Figura 16 Secciones estructurales del cuadrángulo de Chachapoyas. Estas secciones pueden ser observadas también en los mapas geológicos a escala 1:50 000.

En el extremo noreste del dominio nororiental, se encuentran unidades del Cretácico superior, tales como el Grupo Oriente, las formaciones Chonta y Vivian, y las secuencias terciarias de la Formación Yahuarango. Tectónicamente, en este dominio, no se observa mucha deformación o la presencia de pequeños pliegues.

Conclusiones de las secciones estructurales

En primer lugar, de acuerdo con la descripción de las secciones estructurales, se puede llegar a la conclusión de que el dominio suroccidental tiene las unidades estratigráficas más antiguas y está moldeado por fallas con buzamiento cercano a la vertical. En general, tiene la forma de una estructura de graben invertido o flor, originada por la actividad inversa de las fallas Kuélap y Shaski.

En segundo lugar, el dominio occidental está compuesto por fallas de bajo ángulo que originaron repeticiones tectónicas (posiblemente en forma de dúplex) con su nivel de despegue en el Grupo Ambo, y han afectado a las unidades estratigráficas del Carbonífero al Cretácico.

En tercer lugar, el dominio central, aparentemente, es un homoclinal donde resulta más evidente la discordancia angular entre el Grupo Pucará con la Formación Corontachaca y el Grupo Goyllarisquizga.

Finalmente, el dominio oriental es un sinclinal afectado por fallas con vergencia al suroeste.

CAPÍTULO V
GEOLOGÍA ECONÓMICA

En el cuadrángulo de Chachapoyas existen indicios de minerales metálicos y vetas auríferas que cortan a rocas metasedimentarias de la Formación Macno. También existen depósitos de Pb-Zn del tipo Mississippi Valley (MVT), tales como los depósitos de Soloco, Florcita, Maribel y Carolina. Asimismo, se tienen algunas ocurrencias menores de minerales hospedados en rocas carbonatadas de la Formación Chonta.

Las ocurrencias minerales se han formado en diferentes periodos y pueden ser agrupadas en épocas metalogenéticas, las cuales se emplazaron y se depositaron en zonas que hacen parte de las franjas metalogenéticas.

ÉPOCAS Y FRANJAS METALOGENÉTICAS

Del análisis del esquema estructural, los dominios tectono-estratigráficos y la recopilación de información de los depósitos existentes en el área de estudio, se han separado dos franjas metalogenéticas (Fig. 17): la franja de Au en rocas metasedimentarias y la franja de depósitos tipo Mississippi Valley (MVT) de Pb-Zn del Eoceno-Mioceno.

Franja de Au en rocas metasedimentarias

Esta franja corresponde a la franja de Au en rocas metasedimentarias del Ordovícico y Siluro-Devónico (Carlotto et al., 2009). Las rocas de edad cámbrica-ordovícica inferior están conformadas por varios miles de metros de espesor de pizarras, esquistos, gneis y cuarcitas, pertenecientes a la Formación Macno, la que se encuentra cortada por tonalitas y granodioritas del Carbonífero.

Las rocas paleozoicas y su control estructural forman una franja metalogenética que aparece solo en el extremo suroeste de la hoja 13h-III. Abarca, principalmente, el dominio tectono-estratigráfico suroccidental, prolongándose por el noroeste hacia el cuadrángulo de Lonya Grande y, por el sureste, hacia el cuadrángulo de Leimebamba, para seguir hasta el distrito minero de Pataz.

Se caracteriza por la presencia de Au, asociada al cuarzo blanco en forma de mantos y vetas. Además del Au, también se observa la presencia de sulfuros (arsenopirita y pirrotita) en forma de lentes pequeños paralelos a la esquistosidad de las rocas metamórficas.

Al sur de la zona de estudio (cuadrángulo de Leimebamba), en el poblado de Santo Tomás (quebrada Quillayllón), se han observado vetas auríferas con diferentes espesores. Estas vetas cortan las rocas metamórficas en diferentes direcciones, las cuales también se proyectan al norte, hacia el cuadrángulo de Chachapoyas.

Genéticamente, esta mineralización está ligada a la circulación de fluidos hidrotermales submarinos relacionados con la actividad magmática desarrollada entre el Ordovícico y Devónico. Es así que estos fluidos atravesaron una columna sedimentaria en proceso de compactación (Carlotto et al., 2009).

Franja de depósitos tipo Mississippi Valley (MVT) de Pb-Zn del Eoceno-Mioceno

Esta franja está ubicada a lo largo del borde este de la Cordillera Oriental y parte de la Zona Subandina del centro y norte del Perú (Carlotto et al., 2009). Las calizas del Grupo Pucará (Noriano-Pliensbachiano) son las receptoras de la mineralización en sulfuros y óxidos (Dávila et al., 1999; Basuki et al., 2008; Fontboté & Gorzawki, 1990).

El Grupo Pucará está dividido en tres unidades. En primer lugar, se encuentra la Formación Chambará de edad Noriano-Rhaetiano que está conformada por calizas de plataforma carbonatada de poca energía. Sobreyaciendo a esta formación, se tiene la segunda unidad, representada por la Formación Aramachay (Hettangiano-Sinemuriano) que consiste de margas, calizas y lutitas bituminosas de una cuenca anóxica de aguas estancadas, relativamente profundas. La tercera y última unidad está representada por la Formación Condorsinga que está conformada por secuencias carbonatadas de calizas oolíticas, bioclásticas y calcarenitas de plataforma carbonatada poco profunda, que alcanzan los medios intertidales a supratidal (dolomías). Normalmente, en la región del norte del Perú, dentro de la Formación Chambará, la mineralización de zinc está en sulfuros (galena, esfalerita y pirita), mientras que, en la Formación Condorsinga, se encuentra en óxidos (willemita, hemimorfita y smitsonita); ambos tipos de mineralización están asociados con el cadmio.

Para esta franja, se plantean dos modelos regionales que tienen que ver con la mineralización MVT. Sin embargo, ambos parten

de un mismo contexto de cuenca; es decir, del tipo rift que corresponde al Grupo Mitu y al Grupo Pucará, cuyas fallas normales van a controlar los cambios de facies y espesores (Carlotto et al., 2009). Posteriormente, con la inversión tectónica, las fallas habrían actuado en la removilización de las soluciones mineralizantes formando depósitos MVT como San Vicente y Shalipayco, en el centro del Perú; y Cañón Florida, Cristal Bongará, Soloco, Florcita, entre otros, en el norte del Perú.

La forma de deposición es muy variada: consiste en mantos de reemplazamiento, masivos a bandeados, rellenos de bolsonadas, a veces, de origen kárstico (karst hidrotermal); brechas hidráulicas o de colapso; y rellenos de fracturas o filones (Basuki & Spponer, 2009).

La mineralización de estos depósitos es epigenética, normalmente estratoligada, y está formada a partir de soluciones hidrotermales de baja temperatura y presión con o sin presencia de hidrocarburos. Las inclusiones fluidas de dolomita y esfalerita indican temperaturas de ~187°C y de 15 a 23 wt% $CaCl_2$ equivalente, típicas de depósitos del tipo MVT. Según un gradiente geotérmico de ~30°C/km, la temperatura de la superficie es de 20°C y, suponiendo que la edad de la mineralización es del Cretácico superior; se asume que la profundidad de emplazamiento del mineral fue entre 2000 y 3000 m de profundidad (Basuki & Spooner, 2009). Sin embargo, las inclusiones fluidas indican una profundidad máxima de 6000 m (Basuki & Spooner, 2009), que podría darse, si es que la mineralización se emplazó en el Eoceno-Mioceno.

Proyecto Soloco

Este proyecto, denominado también proyecto Santa Clara, es un yacimiento de zinc con ocurrencias mineralizadas de plomo. Está ubicado entre las localidades de Mito y Soloco.

En este proyecto, se realizaron varios estudios por empresas mineras e investigadores. Los resultados más importantes se muestran a continuación.

Logan King & Asociados realizó el denuncio de esta propiedad a inicios de los años sesenta. Posteriormente, fue ofrecida a la Cerro de Pasco Corporation, que por intermedio de G.E. Walker, visitó el proyecto en 1965 y tomó muestras de afloramientos de óxidos que obtuvieron valores de zinc entre 27% y 33% y valores de plomo entre 6 y 16%.

El equipo de exploración de la Empresa Minera ASARCO en el año 1965 (Blucher, 1969) realizó un reconocimiento del proyecto y llegó a la conclusión de que las mayores posibilidades de encontrar un yacimiento de tipo MVT se encuentran en el área de Bolívar (al sur del cuadrángulo de Chachapoyas). Además, para el equipo, el proyecto Soloco solo sería una ocurrencia mineralógica de consideración. En este mismo año, Abele (1965) realizó estudios geoquímicos en rocas y obtuvo valores de zinc entre 27% y 33%, y plomo entre 6% y 16%.

En 1969, Logan King (como Víctor Oppenhein & Associates) ofreció nuevamente una opción a Cerro de Pasco luego de que la Compañía Minera Santa Clara realizara una explotación minera en las zonas por medio de cateos, trincheras y túneles. Santa Clara encontró zinc, plomo y plata en los análisis de laboratorio, con muestras de hasta 1.3 onzas de plata; 76.7% de plomo; y 1.3% de zinc. Santa Clara mantuvo una pequeña operación y extrajo minerales por cerca de tres años, para posteriormente abandonar la propiedad. Durante este año, Arthur (1969) también realizó un muestreo geoquímico de rocas en el que obtuvo valores de zinc de 1.3%, valores de plomo de 76% y valores de plata de 1,3 oz/ton.

Sánchez (1995), durante el cartografiado del cuadrángulo de Chachapoyas, tomó muestras de afloramientos para el análisis geoquímico y obtuvo valores de zinc entre 25% y 31%, y para el plomo entre 0.8% y 17%.

Posteriormente, en 1997, la Compañía Minera Los Tapados realizó estudios de exploración geológica por medio del muestreo geoquímico de suelos y roca, a partir del cual se obtuvieron valores de zinc de 1. 032 ppm y valores de plomo de 384 ppm (suelos). En cambio, el muestreo de trincheras, en los afloramientos oxidados, dieron valores de zinc entre 20% y 30%, y para el plomo entre 0.7% y 1,5% (rocas).

La Compañía Minera Billiton, entre los años 1998 y 1999 desarrolló un plan de exploración regional en el cual incluyó el reconocimiento geológico y geoquímico a escala 1: 25 000 de las zonas de oxidación, además de un programa de muestreo de suelos, sedimentos y roca. A partir de este programa, se obtuvieron los siguientes valores: 56.40 ppm de Fe; 1.98 ppm de Mn; 1032 ppm de Zn; 384 ppm de Pb; 281 ppm de V; 38 ppm de Cu; 22 ppm de As; 4 ppm de Sb; y 4 ppb de Au (suelos). Los valores obtenidos del muestreo de sedimentos para el zinc son 1.46 ppm hasta 1.77 ppm, y los valores obtenidos del muestreo de rocas para el zinc son 17379 ppm y, para el plomo, 1271 ppm.

En la actualidad, la concesión minera pertenece a la empresa Geoandina Exploraciones S.A.C., que también realizó estudios geoquímicos y obtuvo valores de zinc en sedimentos entre 718 ppm y 1096 ppm. En cambio, en muestras de suelo, entre 1309 ppm y 3597 ppm (http://www.geoandina.com.pe/proyectos.php?id=1). Geoandina no descarta la posibilidad de encontrar plata en el yacimiento, así como de leyes de cadmio que hagan económicamente visible su extracción. Actualmente, este prospecto se encuentra abandonado.

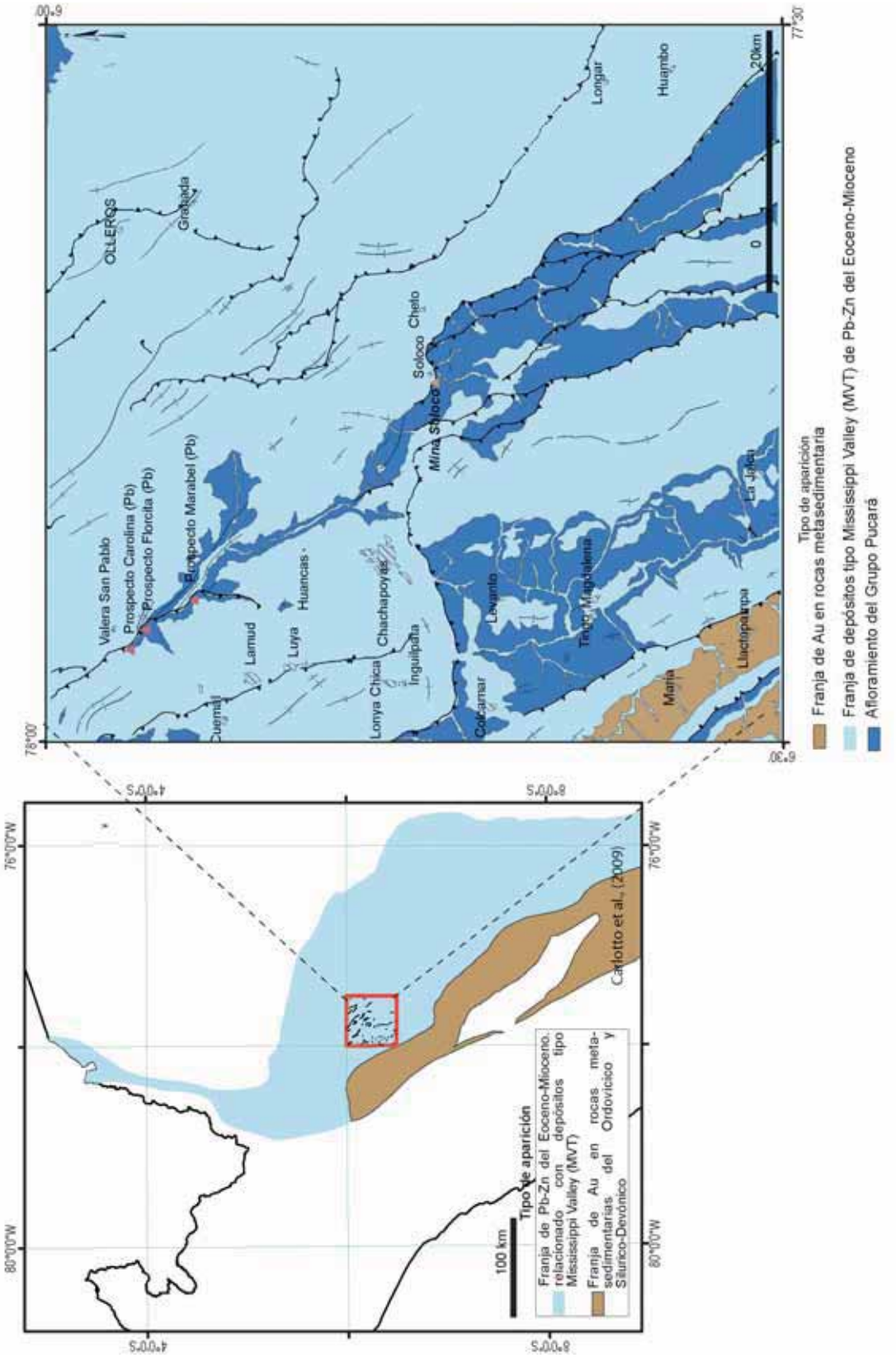


Figura 17 Mapa metalogenético regional (a la izquierda) y mapa metalogenético local (hacia la derecha).

Foto 66 (a) Vista del Proyecto Soloco. Àreas con alteración y oxidación en las calizas del Grupo Pucará y (b) socavón Renacimiento, atraviesa a la Formación Corontachaca.

En conclusión, los valores de zinc siempre son mayores con respecto al plomo y varían mucho entre los resultados obtenidos por los diferentes estudios, lo que supone la necesidad de realizar mayores estudios a detalle de este proyecto y determinar, de esta manera, su potencial.

Estratigráficamente, en el área del proyecto, se tienen los afloramientos de las formaciones Chambará, Aramachay, Condorsinga y Corontachaca, las que se encuentran plegadas y controladas por la falla Soloco.

Estructuralmente, el proyecto Soloco está cortado por una estructura principal denominada falla Soloco, que hace cabalgar al Grupo Pucará sobre las brechas de la Formación Corontachaca. También, se han observado fallas transversales con intenso fracturamiento, cuya orientación predominantemente es N 45° E. Muchas de las fracturas de este sistema están limonitizadas y presentan sulfuros.

Alteración y mineralización

La principal alteración reconocida en el área es la dolomitización, sin muestra de alteración hidrotermal. La mineralogía está compuesta principalmente por esfalerita, galena, zincita, smithsonita, hidrozincita y limonitas hidratadas; y el modo de emplazamiento es en forma diseminada, vetillas y mantos de remplazamiento, así como el relleno de brechas (Foto 66).

Prospecto Florcita

Este prospecto está ubicado a 3 km al sur del poblado de Villa Cocahuayco, en la margen izquierda del río Utcubamba, a 400 m sobre el lecho del río aproximadamente. Se caracteriza por la presencia de una intensa dolomitización.

Este prospecto, de acuerdo con las condiciones geológico-mineralógicas, está considerado como un yacimiento tipo MVT hospedado en las calizas de la Formación Condorsinga y en las areniscas cuarzosas del Grupo Goyllarisquizga (Foto 67).

El prospecto minero fue explorado por la Compañía Minera Cominco en el año 1997 y culminó con una campaña de perforación de 1391 m. En adición a estos trabajos se realizaron campañas de muestreo geoquímico de rocas y suelos.

En área del prospecto aflora la Formación Chambará compuesta por calizas, lutitas bituminosas de aguas profundas y espesores variables; la misma que subyace a la Formación Aramachay, compuesta por lutitas negras y arcillas marrones, dispuestas en estratos delgados; seguida de la Formación Condorsinga, compuesta por calizas micríticas. Finalmente, y en discordancia angular sobre las anteriores unidades estratigráficas, se encuentran las areniscas del Grupo Goyllarisquizga.

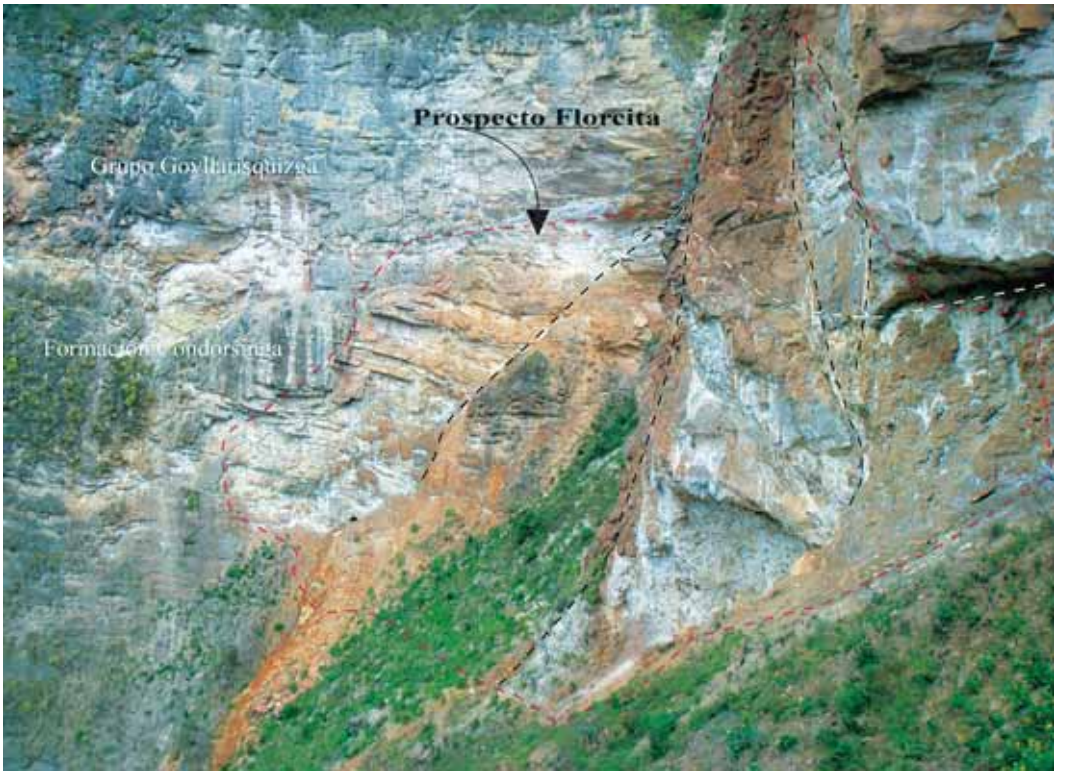


Foto 67 Mineralización del prospecto Florcita, alojada dentro de las calizas de la Formación Condorsinga y el Grupo Goyllarisquizga.

Basuki &, Spooner (2009) realizaron estudios de inclusiones fluidas en dolomita y esfalerita en tres lugares: Bongará (al norte del cuadrángulo de Chachapoyas), Florida y Florcita, donde muestran dolomitización y mineralización. En cambio, en el área de Maino (al suroeste de Chachapoyas), solo presentan una intensa dolomitización sin mineralización de Zn-Pb. Los mencionados autores llegan a la conclusión de que estas inclusiones fluidas son típicas de los depósitos tipo MVT, con temperaturas que van desde los 78°C a 187°C y con un peso equivalente $CaCl_2$ de 15-23%. Además, dichas inclusiones no muestran covariación aparente entre la temperatura y la salinidad.

Alteración y mineralización

La alteración y la mineralización son controladas, aparentemente, por la falla Pedro Ruiz, siendo la dolomitización la principal alteración que afecta a las calizas del Grupo Pucará. La mineralización está compuesta por esfalerita oscura, de grano medio a grueso y, en menor proporción, galena de grano grueso. En superficie, a veces, existen manchas blancas que contienen zinc en forma de óxidos (zincita y smithsonita), las que pueden servir como guía para la prospección (Manrique, 2007). La mineralización se encuentra hospedada en rocas carbonatadas de la Formación Condorsinga y, en menor proporción, en la parte inferior de las areniscas del Grupo Goyllarisquizga (Foto 67).

Los afloramientos mineralizados se extienden en un área aproximada de 200 m de largo por 130 m de ancho y en una extensión vertical definida por perforación entre 50 m y 70 m. Presentan una geometría irregular semejante a un graben en pequeña escala (Fig. 18). Este prospecto también presenta brechas de disolución y colapso, estructuras de mosaico y craqueladas, estructuras filoneanas y diseminación de sulfuros en planos de estratificación (Huaicane, 2001).

Las leyes más altas se encuentran en la parte central del sistema y puede llegar al 8% de Zn, formando pequeños cuerpos irregulares. Hacia la periferia, se encuentra mineralización entre 5% y 8% de Zn, y, gradualmente, disminuye hacia las márgenes del sistema (Manrique, 2007).

Modelo de Yacimiento

El prospecto Florcita está considerado como un yacimiento del tipo MVT (Huaicane, 2001; Manrique, 2007; Basuki et al., 2008). Es de origen epigenético y hospedado en brechas de disolución y colapso de dolomías y calizas de la Formación Condorsinga.

Los fluidos mineralizantes se han emplazado por medio de fallas y fracturas, lo que ha provocado el desarrollo de brechas de disolución y colapso hidrotermal con introducción de mineralización de Pb y Zn como relleno de cavidades (Manrique, 2007).

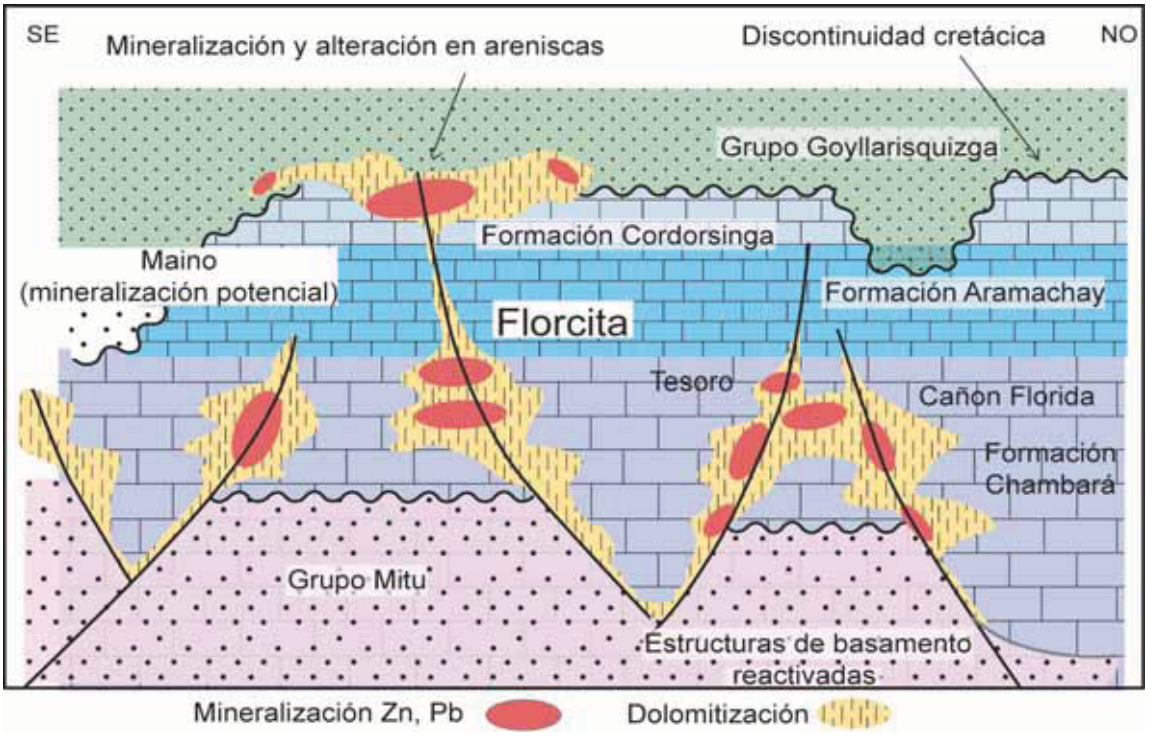


Figura 18 Modelo esquemático de la dolomitización y la distribución de la mineralización Zn-Pb con respecto a las fallas y la paleogeografía de la cuenca Pucará en la región de Bogará. Tomado de Reid (2001).

Análisis geoquímicos

Dentro del proyecto Florcita, Sánchez et al. (1995) colectó 5 muestras, cuyos resultados se muestran en la tabla 1.

Otras ocurrencias minerales

El área de estudio presenta otras zonas con ocurrencias de zinc y plomo, como es el caso de Tania Pampa, donde se encuentran óxidos emplazados en forma de vetas. Estas ocurrencias estarían asociadas a los controles estructurales de esta área, la cual estaría representada por la principal estructura denominada falla Chachapoyas.

Otra ocurrencia mineral se encuentra por el poblado de Iscuchaca, al noroeste de la ciudad de Rodríguez de Mendoza, donde la mineralización de sulfuros se presenta rellenando fracturas, que afectan a las calizas de la Formación Chonta (Foto 68).

Depósitos de Au tipo placer fluvio-aluvial

A lo largo del río Utcubamba, en las cercanías de Magdalena, se encuentran zonas favorables para depósitos detríticos de oro. Los sedimentos detríticos se han originado debido a la erosión de la franja de Au en rocas metasedimentarias, ubicada al oeste del cuadrángulo de Chachapoyas. La zonas con mineralización pueden llegar a los centenares de metros cúbicos con 0.834 g/t de ley Au (Vargas, 1975).

Foto 68 Ocurrencias de mineralización en la Formación Chonta, en los alrededores de Iscuchaca. (A) Pirita de grano fino y (B) fracturas rellenadas con sulfuros (pirita y arsenopirita).

Tabla 1
Cuadro de resultados geoquímicos de cinco muestras obtenidas en la mina Florcita, por Sánchez (1995)

Muestra	Unidad	Ubicación	Au g/t	Ag g/t	Pb g/t	Cu g/t	Zn %
Ch-930801	Pu 4	Mina Florcita					
Ch-930802	Pu 4	Mina Florcita		7.8	195.00	85.00	30.50
Ch-930803	Pu 4	Mina Florcita		10	220.00	110.00	23.20
Ch-930808	Pu 1	Mina de plomo		14	54.40	5.00	0.22
Ch-930809	Pu 1	Mina de plomo	>0.02	0.5	5 750.00	5.00	31.00
Pu 1: Formación Chambará							
Pu 4: Formación Condorsinga							

CAPÍTULO VI

RELACIONES ENTRE TECTÓNICA, SEDIMENTACIÓN Y MINERALIZACIÓN

En este capítulo, se enfoca la evolución geodinámica del cuadrángulo de Chachapoyas; es decir, se interpretan los fenómenos geodinámicos que se desarrollaron al mismo tiempo. Para un mejor entendimiento, la redacción se realiza por periodos de tiempo que equivalen a eventos tectónicos.

El cuadrángulo de Chachapoyas se encuentra en el borde este de la Cordillera Oriental. Los dominios tectono-estratigráficos definidos en los capítulos III y IV tuvieron diferente comportamiento en cada época tectónica y fueron controlados por fallas regionales. Los registros geológicos datan desde el Cámbrico; sin embargo, sus afloramientos están restringidos a la esquina sureste de la zona de estudio. Por lo tanto, la evolución geodinámica del cuadrángulo de Chachapoyas puede ser interpretada a partir del Carbonífero (Figs. 19 y 20).

CARBONÍFERO: SEDIMENTACIÓN MARINO-CONTINENTAL E INSTALACIÓN DE UN ARCO MAGMÁTICO

Durante el Carbonífero, luego de la tectónica eohercínica (Mégard, 1978), al oeste de la zona de estudio, se desarrolló un arco magmático, que formaba parte del margen activo de Gondwana (Chew et al., 2007; Miskovic et al., 2009). La actividad magmática originó que se emplacen granitos de un ambiente de subducción (Chew et al., 2007) que en el dominio suroccidental intruyeron a rocas metamórficas de la Formación Macno (Figs. 19, 20a y 21); la parte volcánica del arco magmático corresponde a la Formación Lavasen (Fig. 21), que posteriormente fue erosionada. En tanto, al este, en el dominio occidental, se encontraba la cuenca sedimentaria marino-continental del Grupo Ambo, que se extendía por el oeste hasta la falla Kuélap y, por el este, hasta la Zona Subandina. El ambiente sedimentario era de baja energía y correspondía a una zona de llanura deltaica con abundante vegetación donde se depositaron lutitas negras con restos de plantas. La llanura estaba cortada por ríos distales, los cuales depositaron areniscas cuarzosas con mica.

PERMO-TRIÁSICO: RIFT CONTINENTAL, EROSIÓN DE HORTS Y SEDIMENTACIÓN EN GRABENES

En el Pérmico superior, se inicia una tectónica distensiva. El bloque del Complejo Metamórfico del Marañón, que es la margen oeste del continente Gondwana (Chew et al., 2007), se separa del resto del continente y origina las fallas Shaski, Kuélap y Chachapoyas, las que, en esta época, tuvieron un comportamiento normal (Figs. 19, 20a y 22) y controlaron el rift continental del Grupo Mitu. Al extremo suroeste del cuadrángulo de Chachapoyas, en el dominio suroccidental, se encontraba el alto estructural de Shaski, controlado por la falla del mismo nombre. En este sector, los sedimentos son proximales, compuestos por conglomerados con clastos imbricados de naturaleza volcánica. Las paleocorrientes indican que el aporte de sedimentos provino del oeste hacia el este. Mientras tanto, al este, en el dominio occidental, se encontraba un depocentro controlado por las fallas Shaski, Kuélap y Chachapoyas, donde se depositaron sedimentos distales, compuestos por areniscas y lutitas.

TRIÁSICO SUPERIOR: INICIO DE LA PRIMERA TRANSGRESIÓN MARINA, SEDIMENTACIÓN CARBONATADA CON MINERALIZACIÓN DE Pb-Zn

En el Triásico superior, empezó la transgresión marina del Grupo Pucará, que se realizó de norte a sur, siguiendo el eje del rift permo-triásico del Grupo Mitu. En esta época, la zona de estudio estuvo dominada por una plataforma carbonatada (Figs. 20c y 23). Al suroeste, en el dominio suroccidental, en el alto de Shaski, la subsidencia fue menor que en los dominios occidental y central, donde se depositaron más de 400 m de calizas grises con niveles fosilíferos de gasterópodos y braquiópodos. Simultáneamente, a lo largo de las fallas regionales, se depositó la mineralización de Pb-Zn de manera dispersa; la misma que, en el Eoceno, fue removilizada y acumulada en zonas favorables que dieron lugar a los depósitos de Florcita, Cañón Florida, (ubicada en el cuadrángulo de Bagua Grande), Soloco y Taniapampa.

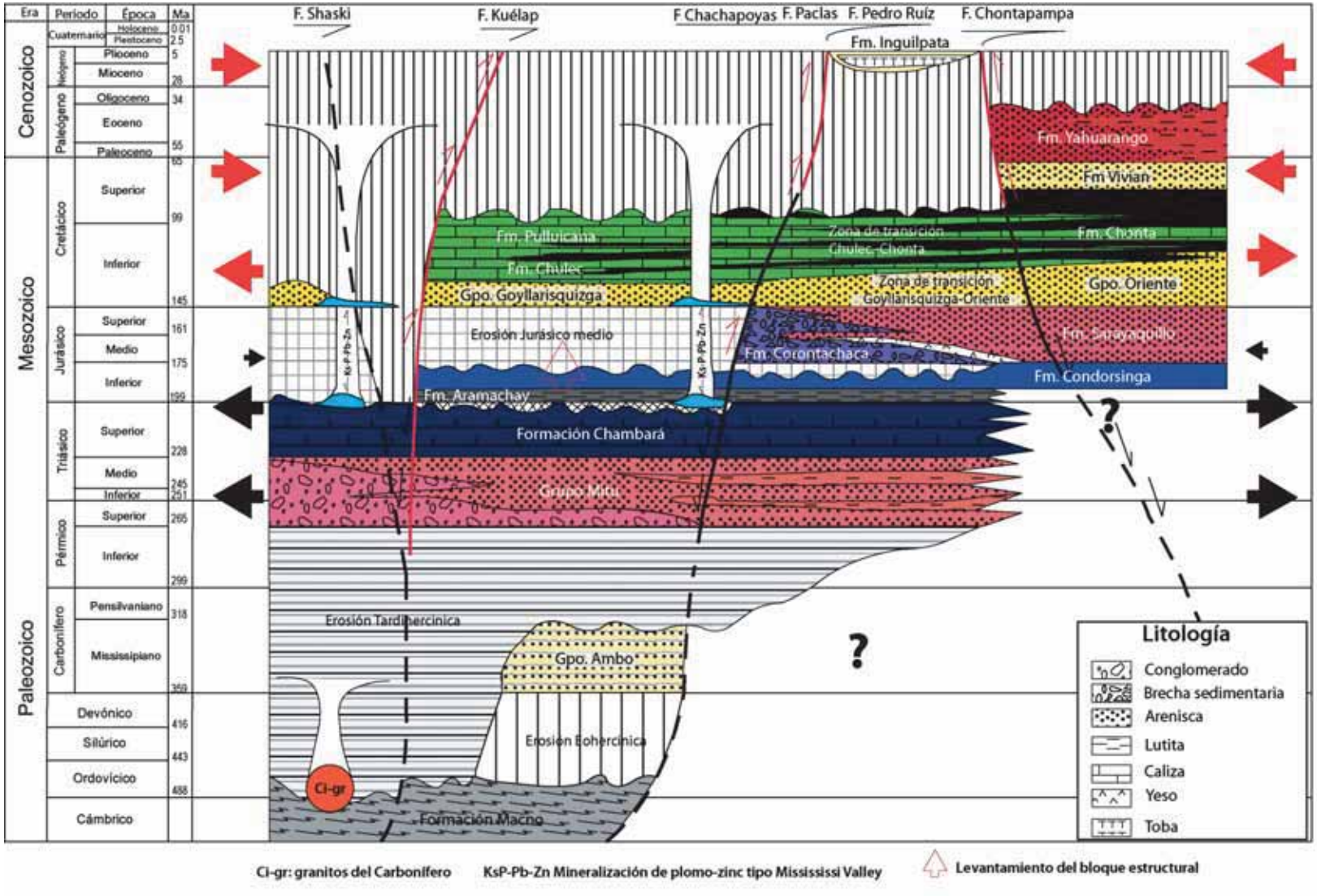


Figura 19 Cuadro cronoestratigráfico, relacionado con eventos tectónicos, magmáticos y de mineralización del cuadrángulo de Chachapoyas.

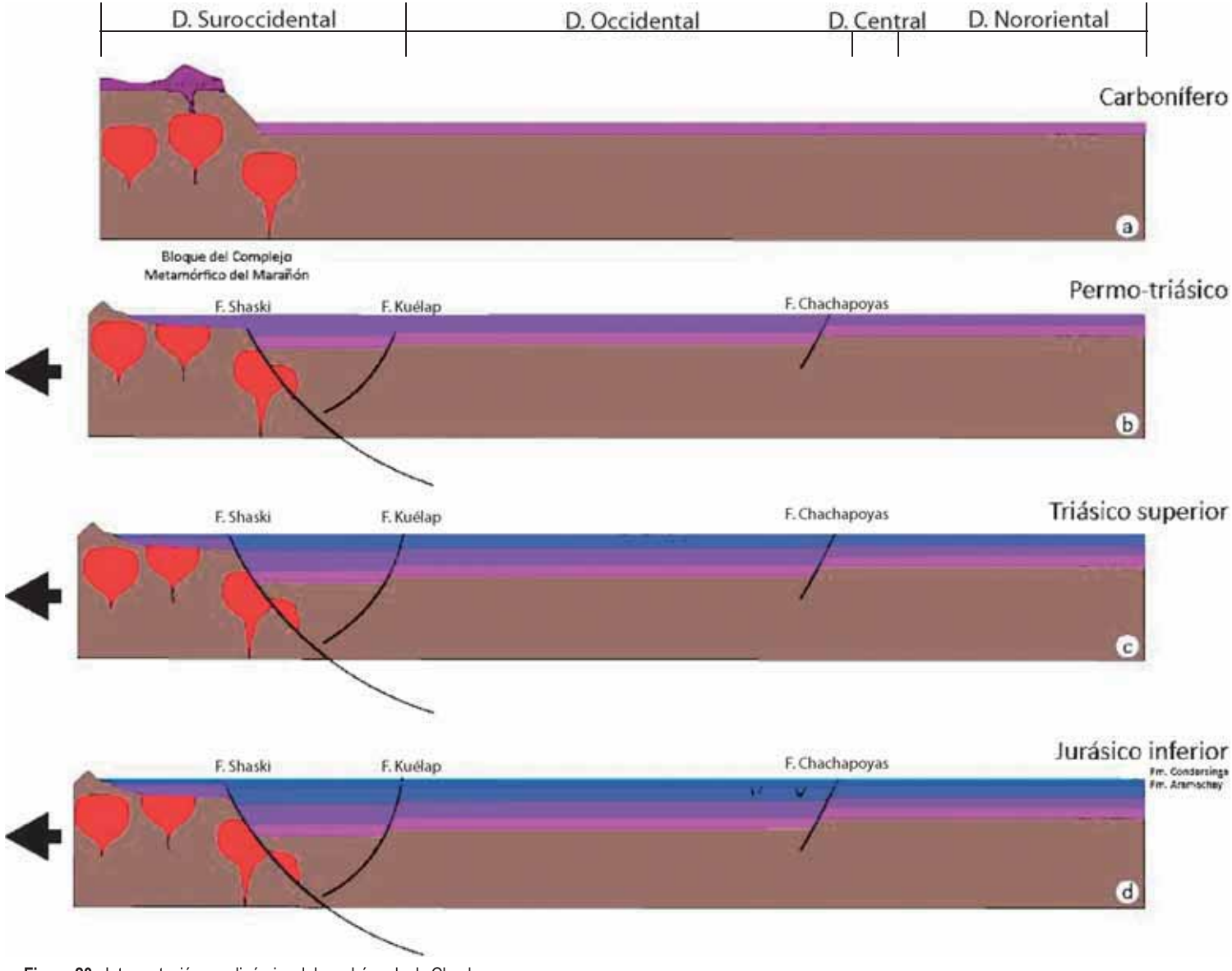
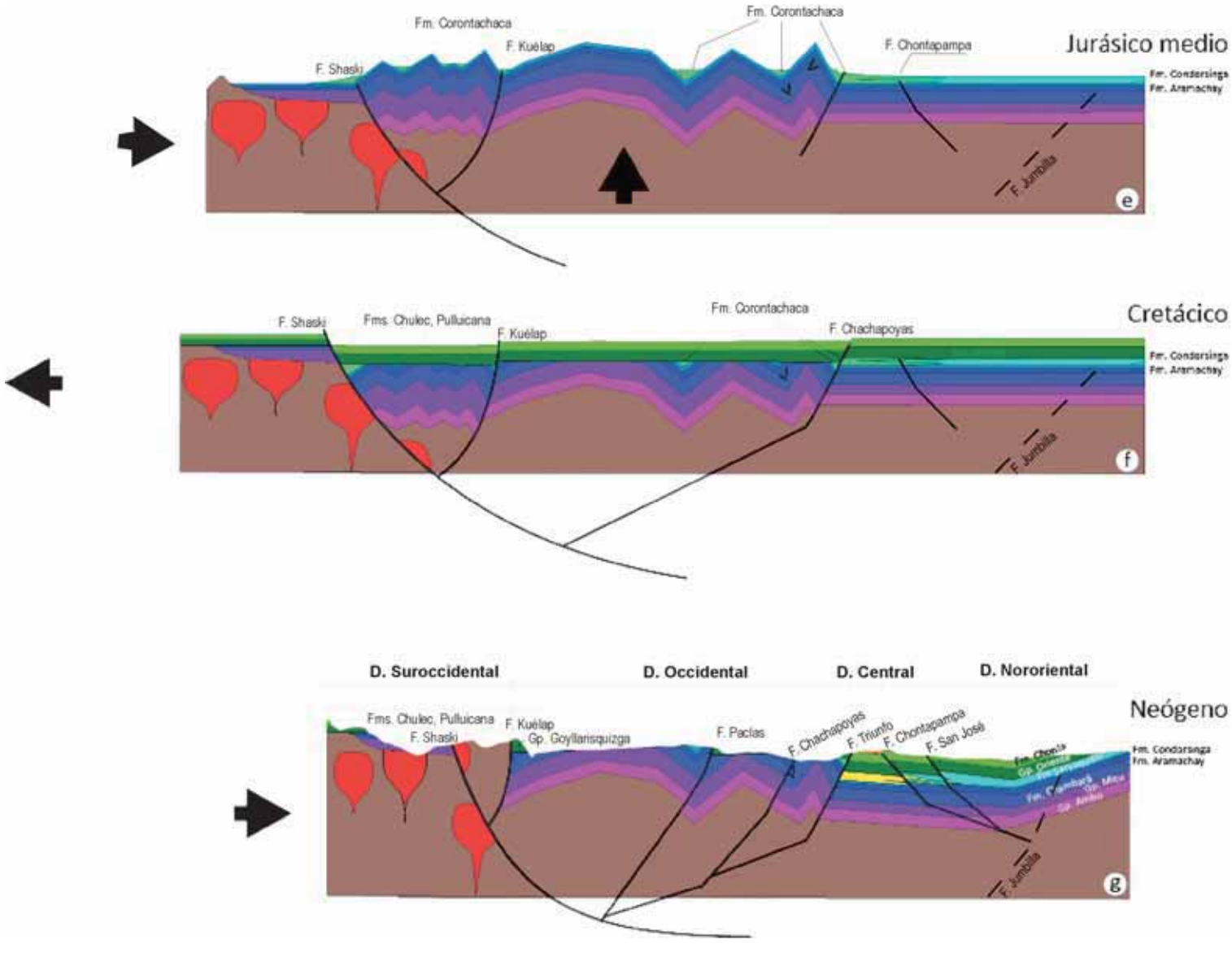


Figura 20 Interpretación geodinámica del cuadrángulo de Chachapoyas.



Continuación de la figura 20.

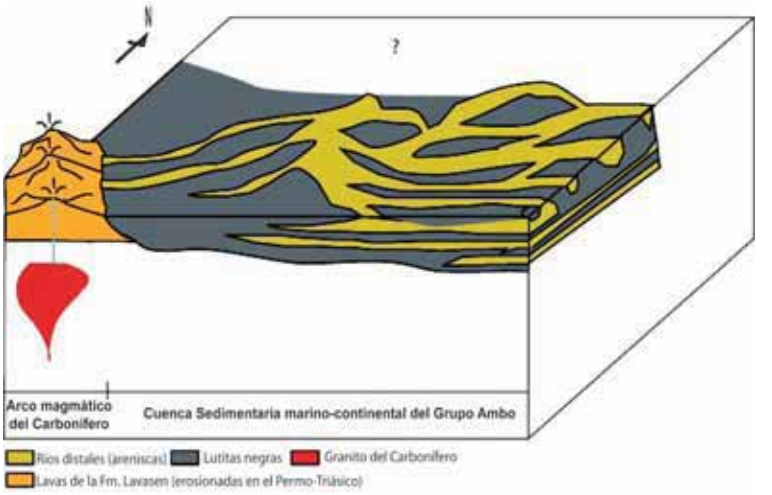


Figura 21 Block diagrama del Carbonífero: Grupo Ambo y granitos, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

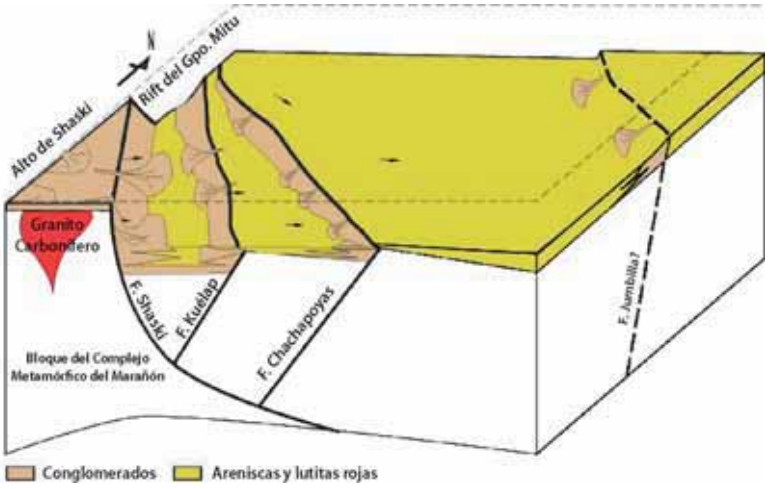


Figura 22 Block diagrama del Permo-Triásico inferior: Grupo Mitu, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

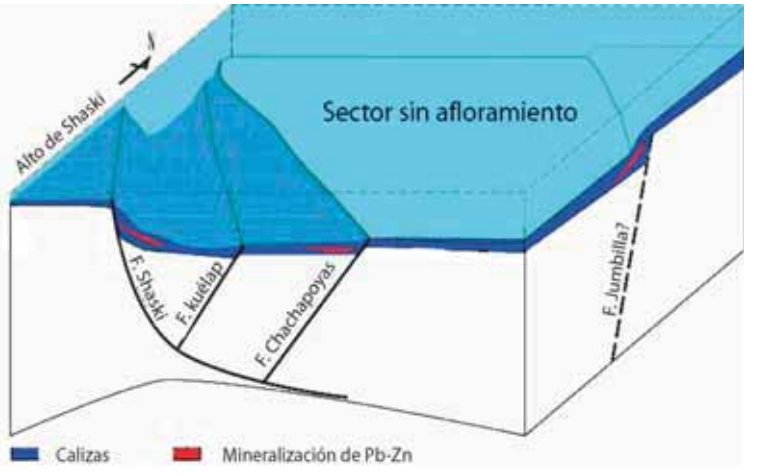


Figura 23 Block diagrama del Triásico superior: Formación Chambará, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

HETTANGIANO-SINEMURIANO: PROFUNDIZACIÓN DE LA CUENCA MARINA

A inicios del Jurásico, continuó la tectónica de extensión, las fallas siguieron con un movimiento normal y originaron pequeños grabenes que afectaron a la Formación Chambará del Grupo Pucará (Fig. 20d). Simultáneamente, a lo largo de la falla Kuélap, ocurrieron derrumbes que removilizaron los sedimentos de la Formación Chambará (Fig. 24), los cuales se depositaron en forma de conglomerados con clastos de calizas con *Monotis* del Triásico, envueltos en una matriz también de caliza con ammonites del Jurásico inferior.

El ambiente sedimentario de plataforma carbonatada de la Formación Chambará pasa a un ambiente más profundo que permite la sedimentación de calizas *mudstone* negras con ammonites, pasando luego a las lutitas negras de un ambiente anóxico de una cuenca profunda que corresponde a la Formación Aramachay del Grupo Pucará.

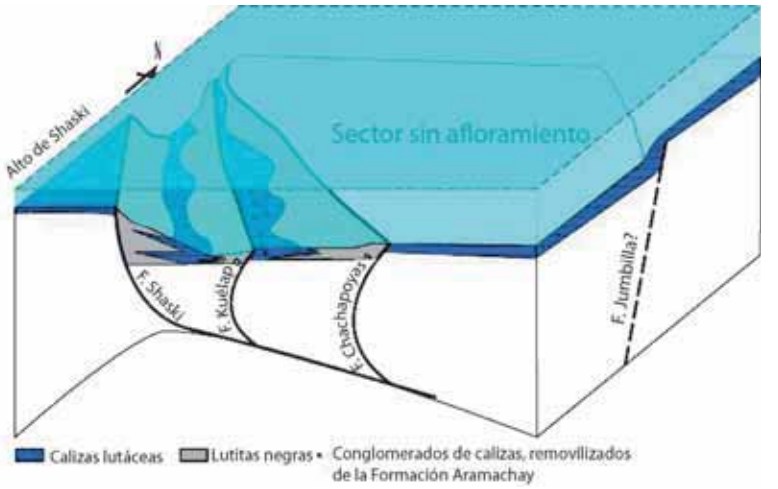


Figura 24 Block diagrama del Jurásico inferior: Formación Aramachay, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

SINEMURIANO SUPERIOR-TOARCIANO: FINAL DE LA PRIMERA TRANSGRESIÓN MARINA

En este periodo, el nivel del mar Pucará baja y nuevamente se instala la plataforma carbonatada, similar a la que existió en el Triásico superior (Formación Chambará). Es probable que en esta época también se encuentren depositadas mineralizaciones de Pb-Zn.

JURÁSICO MEDIO: REGRESIÓN MARINA, LEVANTAMIENTO DE BLOQUES, EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN DE BRECHAS CALCÁREAS

Desde el Pérmico hasta Jurásico inferior, la zona de estudio estuvo sometida a una tectónica distensiva que originó un adelgazamiento litosférico. Al llegar el Jurásico medio, se produjo una tectónica compresiva que originó un reacomodo de los bloques del rift permo-triásico.

En esta época, el mar del Grupo Pucará se retira y es seguido por el levantamiento de bloques que originaron pliegues apretados, en especial cerca de las fallas Kuélap y Chachapoyas, las que, en esta época, tuvieron un comportamiento inverso (Figs. 20e y 25). Los pliegues originaron un relieve positivo que posteriormente fue erosionado, dando lugar a brechas y conglomerados calcáreos pertenecientes a la Formación Corontachaca, depositados en el frente de las fallas Chachapoyas, Kuélap y, probablemente, de la falla Shaski.

Por otro lado, al este de la falla Chachapoyas, se originó la falla Chontapampa, la cual formó un alto estructural que controló la sedimentación de areniscas de la Formación Sarayaquillo al este y las brechas y conglomerados de la Formación Corontachaca interdigitados con las arenas y evaporitas de la Formación Sarayaquillo al oeste. La procedencia de los ríos de la Formación Sarayaquillo, aparentemente, fue del este, del Escudo Brasileño.

El plegamiento del Grupo Pucará sugiere que, en la zona de estudio, hubo un evento compresivo; el mismo que, regionalmente, es contemporáneo con la instalación del arco volcánico de subducción que permitió el emplazamiento de la Formación Oyutún, también llamada Formación Colán (Mourier, 1988; Romeuf et al., 1995).

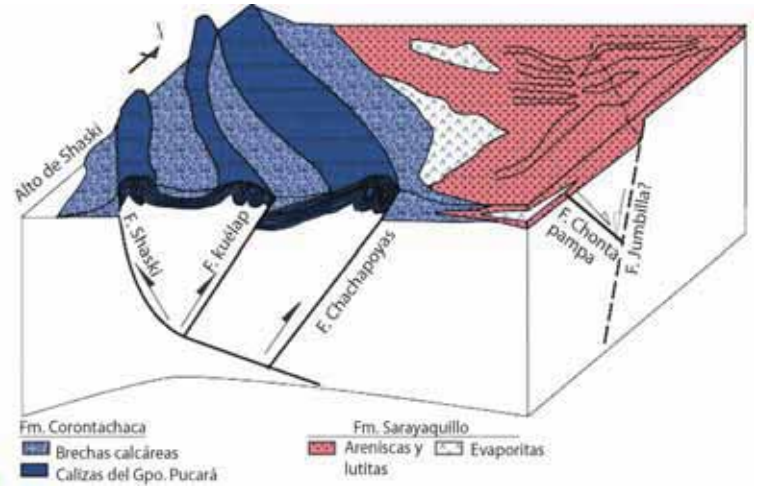


Figura 25 Block diagrama del Jurásico medio-superior: formaciones Corontachaca y Sarayaquillo, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

BERRIASIANO-BERREMIANO: SEDIMENTACIÓN CONTINENTAL

Durante el Berriasiano-Berremiano, se instaló un sistema de ríos distales con intervención de dunas eólicas y zonas reductoras, que dieron origen a las areniscas con intercalaciones de lutitas negras y niveles de carbón de los grupos Goyllarisquizga y Oriente. El límite entre ambos grupos se asume a la altura de la falla Chontapampa (Figs. 20f y 26). También se asume que el régimen tectónico de esta época, probablemente, fue de distensión, al igual que en el centro del Perú (Mégard, 1978).

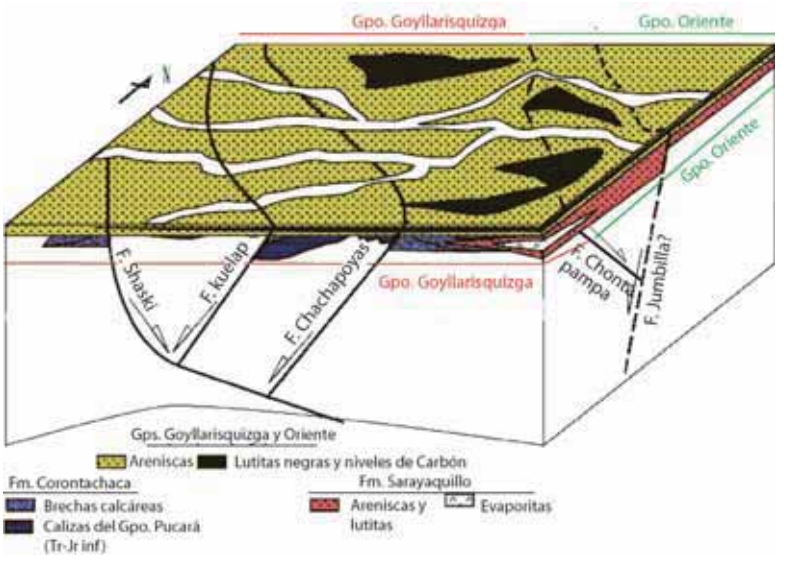


Figura 26 Block diagrama del Jurásico medio-superior: grupos Goyllarisquizga y Oriente, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

ALBIANO-CAMPANIANO: SEGUNDA TRANSGRESIÓN MARINA

A inicios del Albiano, el nivel del mar comenzó a subir y fueron desapareciendo, de manera progresiva, los ríos de los grupos Goyllarisquizga y Oriente. El mar ingresó de oeste a este. En los dominios suroccidental y occidental, se instaló una plataforma carbonatada somera con intervención de estuarios que dieron origen a las calizas gris verdosas y lutitas negras de la Formación Chulec. En tanto, en el dominio nororiental, probablemente, aún se encontraban ríos distales que invadían la plataforma carbonatada, dando lugar a las areniscas que se intercalan con las calizas marinas del miembro San Antonio de la Formación Chonta (Figs. 20f y 27).

La transgresión marina continuó hasta el Cenomaniano. Al oeste, se depositaron las calizas del Grupo Pulluicana. En tanto que, al este, en el dominio nororiental, se depositaron las calizas del miembro Iscuchaca de la Formación Chonta, seguidas de lutitas negras, que indican la progradación de este a oeste de deltas o estuarios; es decir, se inicia una regresión marina.

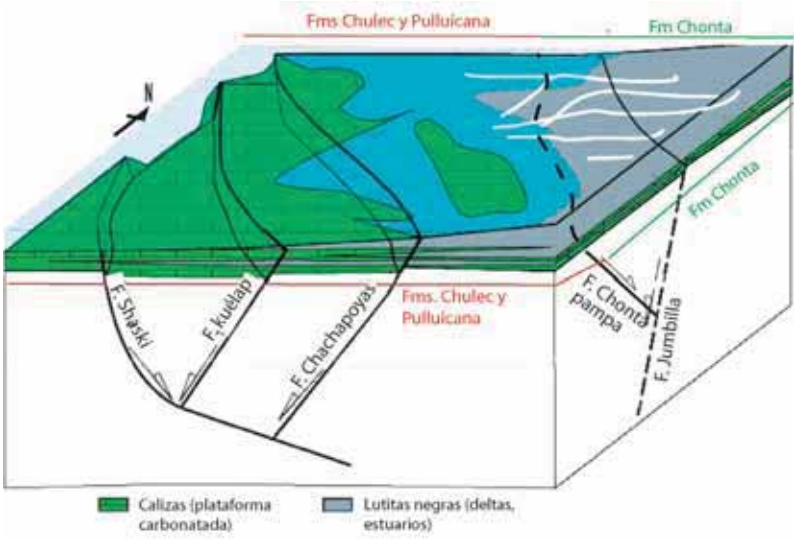


Figura 27 Block diagrama del Aptiano-Albiano: formaciones Chulec, Pulluyiana y Chonta, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

MAESTRICHTIANO: REGRESIÓN MARINA, INICIO DE LA INVERSIÓN TECTÓNICA

En la base del Cretácico superior, ocurrió la regresión marina conjuntamente con un evento de inversión tectónica (Gil, 2000; Hermoza, 2004). El mar que depositó las calizas del miembro Iscuchaca de la Formación Chonta comenzó a retirarse hacia el oeste. En el domino nororiental, se instaló un ambiente marino continental, donde se depositaron lutitas con calizas, que corresponden al miembro San José de la Formación Chonta. En tanto que, al oeste, en los dominios suroccidental, occidental y central, probablemente, se depositaron las calizas de la Formación Cajamarca, la cual pudo ser erosionada en el Terciario.

En el Maestrichtiano, el mar se retiró completamente del dominio noroccidental, lo que dio paso a una sedimentación de ríos distales de la Formación Vivian. En tanto, en los otros dominios, probablemente se depositaron las lutitas negras y las calizas de la Formación Celendín, la cual pudo ser erosionada durante el Terciario.

Durante este periodo, el dominio suroccidental de la zona de estudio, se comportó como un bloque aulacógeno del rift permo-triásico.

EOCENO: INVERSIÓN TECTÓNICA, EMPLAZAMIENTO DE MINERALIZACIÓN DEL TIPO MVT

A partir del Cretácico superior, la tectónica fue compresiva y se originó una inversión tectónica. En esta época, surge la cuenca de antepaís del oriente peruano. Se instaló un ambiente de ríos distales y deltas. En la zona de estudio, solo se tiene registro de estos sedimentos en el dominio nororiental.

En este periodo, el régimen compresivo originó la removilización y la concentración de la mineralización de Pb-Zn del tipo MVT (Basuki

y Spooner, 2009), la cual se emplazó en las calizas del Grupo Pucará y, en algunos casos, también en las areniscas del Grupo Goyllarisquizga como en Florcita y en Shaski (cuadrángulo de Lonya).

NEÓGENO: CUENCA INTRAMONTAÑOSA DE INGUILPATA

Dentro del área de estudio, el último evento del que se tiene registros, corresponde al Mioceno. Las fallas regionales son inversas y originan el levantamiento de los dominios suroccidental y occidental. (Figs. 20g y 28).

Las fallas Chachapoyas y Paclas al oeste, y la falla Chontapamapa al este controlaron la cuenca Inguilpata, en donde se depositaron las gravas y arenas. Conjuntamente, se originó un evento volcánico, representado por las tobas de la misma unidad estratigráfica. Los centros de emisión no se han identificado en el presente estudio. Sin embargo, los niveles de toba son más gruesos al sur de Chachapoyas, en donde la falla Chachapoyas tienen rumbo E-O. Esto sugiere que los centros de emisión podrían estar relacionados con dicha falla.

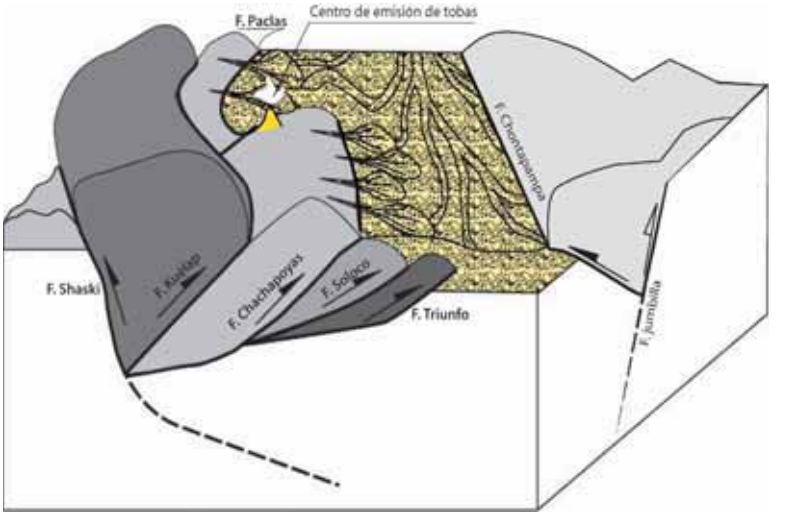


Figura 28 Block diagrama del Neógeno: cuenca Inguilpata, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

CAPÍTULO VII

ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

En el cuadrángulo de Chachapoyas, se encuentran rocas y minerales industriales (RMI), tales como arenas, piedra de construcción (calizas), yesos, gravas, carbón, etc., que son explotados en la actualidad. El mercado principal para las RMI es la ciudad Chachapoyas y sus alrededores, como los poblados de Lámud, San Juan de Sonche, Cheto, Chontapampa, Molinopampa, entre otros.

El crecimiento poblacional y el acelerado desarrollo de la industria de la construcción crean presión sobre el uso de los recursos. Por lo tanto, es necesario e importante que en este capítulo se mencionen y describan los sitios donde se realiza la explotación de RMI, así como, las unidades geológicas que las contienen. Para ver la distribución de estos recursos, también es necesario describir los procesos geológicos que han dado lugar a sus yacimientos, las características litológicas, la geocronología y la distribución geográfica; todas estas descripciones se realizan con el objetivo de tener más blancos de exploración para obtener mayores reservas.

DESCRIPCIÓN DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

Calizas

Las calizas del cuadrángulo de Chachapoyas presentan diferentes propiedades físicas, así como distintas edades de formación (Fig. 29). Estas calizas pertenecen a los grupos Pucará (Triásico superior-Jurásico inferior) y Pulluicana (Cretácico inferior), y a las formaciones Chulec y Chonta (Cretácico inferior).

Las calizas más idóneas para la fabricación de cemento corresponden a las del Grupo Pucará, especialmente, en las formaciones Chambará y Condorsinga, ya que estas se encuentran en espesores mayores a 100 m y pueden contener zonas de canteras con gran volumen de materia prima.

Las canteras de calizas, principalmente, están alojadas en dos unidades estratigráficas. La primera unidad es el Grupo Pucará, en donde las calizas se encuentran fracturadas, diaclasadas y falladas por la presencia de estructuras regionales que facilitan su explotación. Estas calizas se pueden extraer sin la necesidad del uso de una chancadora. Los productos obtenidos sirven como lastre de carreteras, tal como ocurre en las carreteras de Pedro Ruiz-Chachapoyas (Foto 69) y la carreta Chachapoyas-Pipus (Foto 70).

La segunda unidad es la Formación Chonta, a pesar de que las secuencias de calizas no son muy potentes (entre 10 m y 30 m), estas afloran en diferentes sectores, lo que permite que se puedan extraer en pequeñas canteras a lo largo de las nuevas carreteras. Estas calizas tienen bajo grado de fracturamiento, por lo que es necesario usar chancadoras para su uso, tal como se encuentran en la carretera de Molinopampa-Rodríguez de Mendoza (Fotos 71 y 72). Las calizas son utilizadas en cimentaciones para formar la argamasa (cal, arena y agua), también son utilizadas como de lastre en las carreteras.

Areniscas

Las areniscas abundan ampliamente en el cuadrángulo de Chachapoyas (Fig. 30). Sin embargo, como sucede con las RMI, son pocos los sitios donde se explotan, pues, en la mayoría de los casos, no tienen las características físico-mecánicas para ser utilizadas como material de construcción u otros fines.

Localmente existen canteras donde las areniscas son cuarzosas o cuarzo feldespáticas y medianamente resistentes. Estas areniscas pertenecen a los grupos Oriente (Cretácico inferior), Goyllarisquizga (Cretácico inferior) y a las formaciones Vivian (Cretácico superior) e Inguilpata (Plioceno). Son explotadas a pequeña escala, en la mayoría de veces para uso familiar o vecinal (Foto 73).

Las areniscas y los conglomerados de la Formación Inguilpata son usados también como lastre en las carreteras que unen los poblados de Chachapoyas, Mitu, Soloco y Molinopampa.

En los grupos Oriente y Goyllarisquizga se encuentran niveles importantes de areniscas eólicas con más del 95% de cuarzo, con poco o nada de matriz. Las capas eólicas muestran un menor grado de compactación y son potencialmente favorables para una explotación como arena para la construcción y también podrían ser usadas para la obtención de vidrios de buena calidad.

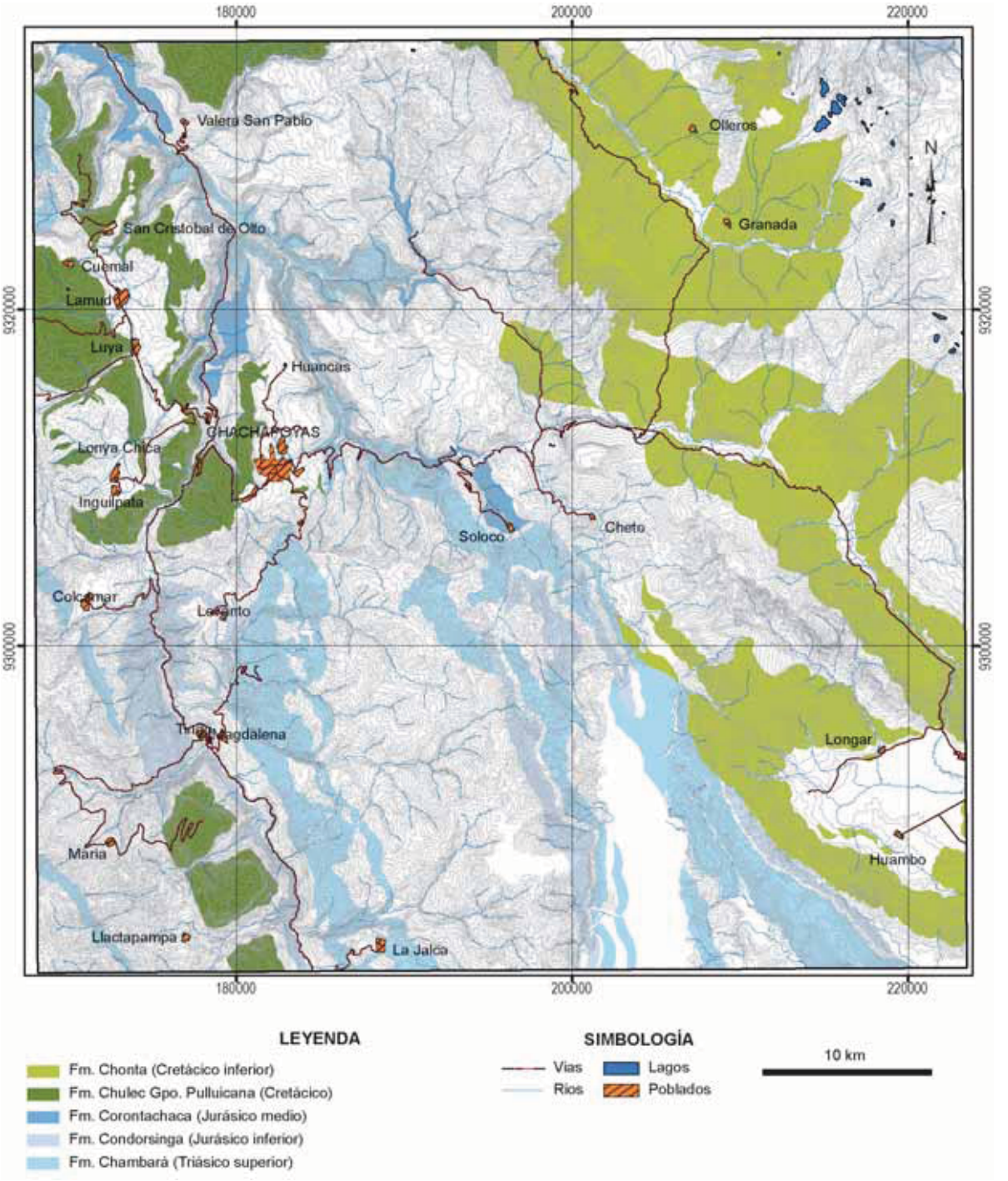


Figura 29 Mapa de unidades litológicas que presentan calizas.

Foto 69 Cantera de calizas del Grupo Pucará, ubicada en la margen derecha del río Utcubamba (coordenadas UTM: 179269E-9320816N). Esta cantera fue explotada para el lastrado de la carretera entre Pedro Ruiz y Chachapoyas (vista tomada hacia el noreste).

Foto 70 Cantera de calizas del Grupo Pucará, ubicada en la margen izquierda del río Sonche (coordenadas UTM: 189320E-9311166N). Esta cantera fue explotada para el lastrado de la carretera Pipus Molinopampa (vista tomada al este).

Foto 71 Cantera de calizas en la Formación Chonta. Las características litológicas exigen utilizar chancadora (vista tomada hacia el suroeste). Esta cantera es explotada para el lastrado de carretera entre Pipus-Molinopampa (coordenadas UTM: 189320E-9311166N).

Foto 72 Cantera de calizas de la Formación Chonta. Esta cantera es explotada para la construcción de viviendas (coordenadas UTM: 191002E-9311020N).

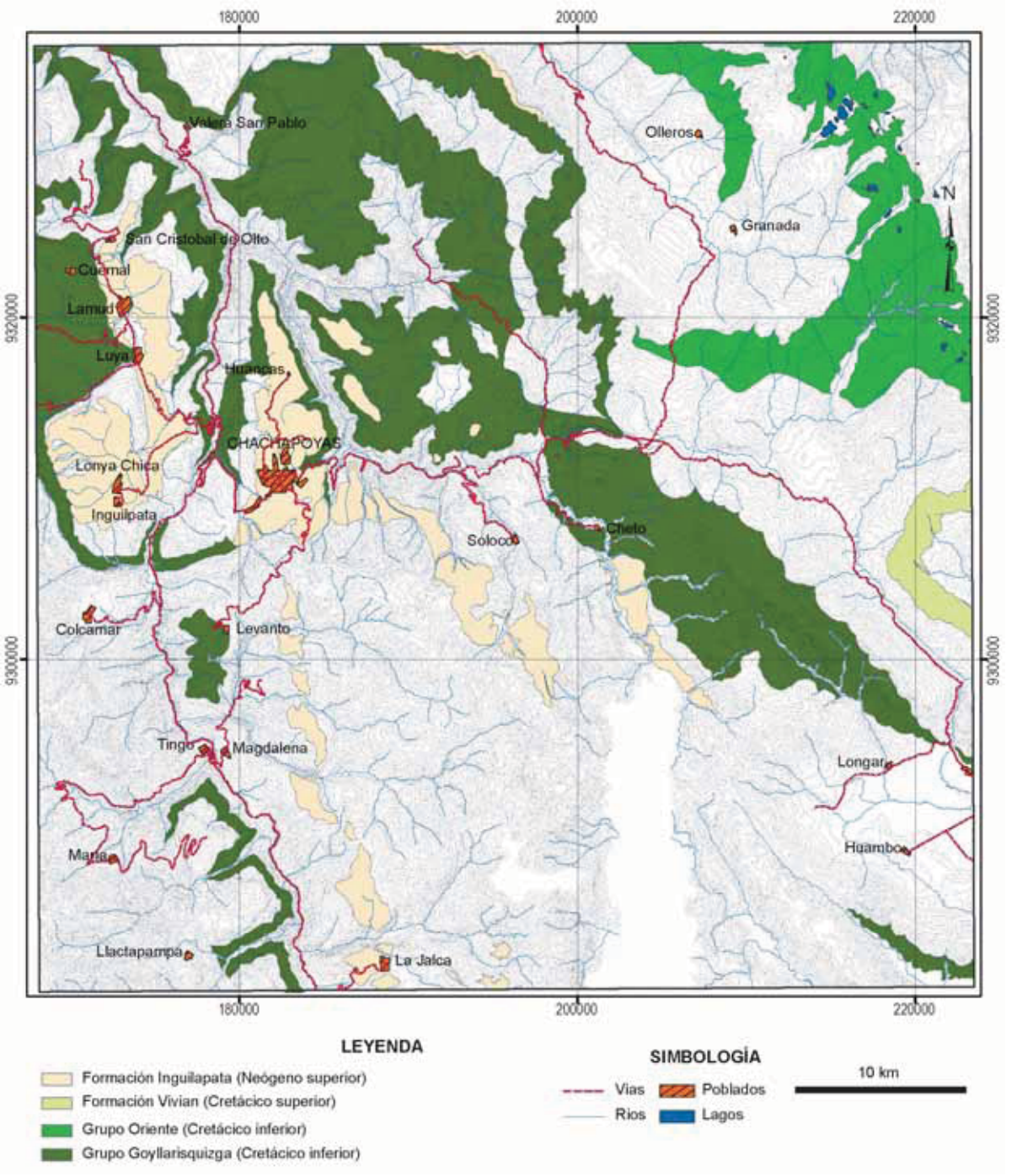


Figura 30 Mapa de afloramientos de las unidades litológicas que contienen areniscas cuarzosas.

Foto 73 Cantera de arenisca cuarzosa del Grupo Goyllarisquizga que puede ser usada para la construcción (coordenadas UTM: 221244E-9295212N).

Sal

En el cuadrángulo de Chachapoyas, se han reportado tres zonas con afloramientos de sal: Yuracmarca, San Lucas y Pangamal. La zona más importante es el depósito salino de Yuracmarca (Fig. 31).

Depósito de sal de San Lucas

Este depósito está ubicado al sur del centro poblado del mismo nombre. Está cubierto por depósitos coluviales. Hacia el noroeste del centro poblado, afloran las areniscas cuarzosas del Grupo Goyllarisquizga, las intercalaciones de areniscas y lutitas rojas de la Formación Sarayaquillo y los conglomerados de la Formación Corontachaca. Estructuralmente, en este sector, se encuentran las fallas Casinglas y Chontapampa, las mismas que, en profundidad, estarían controlando el emplazamiento de estas sales.

Depósito de sal de Pangamal

Este afloramiento de sal está ubicado al suroeste del centro poblado de Pangamal. En los alrededores del depósito, afloran areniscas y lutitas rojas de la Formación Sarayaquillo y calizas de la Formación Chonta. Estructuralmente, el emplazamiento de la sal está controlado por la falla Chontapampa, la misma que también ha controlado al depósito de Yuracmarca. Ambos depósitos son explotados de manera artesanal y en pequeña escala.

Depósito de sal de Yuracmarca

Este depósito está ubicado en el anexo de Yuracmarca, distrito de Chiliquín, y se encuentra en forma de diapiro constituido por horizontes lenticulares de sal intercalados con niveles arcillosos de la Formación Sarayaquillo. En el año 1988, se determinó un potencial prospectable de 972 000 toneladas y reservas probables de 500 toneladas de sal de piedra (Chacón, 1988). Estas sales son transportadas en acémilas tanto a los poblados cercanos como a los puntos de embarque, tales como Tingorbamba, Molinopampa, Pipus y Chachapoyas.

La sal de Yuracmarca es explotada desde hace más de sesenta años. Existen evidencias de labores mineras antiguas que, actualmente, se encuentran derrumbadas e inundadas, como son las minas Bastra, Santa Rosa y Marín (Chacón, 1988).

La presencia de constituyentes químicos en cantidades excesivas mayores a lo permisible hace que esta sal no sea apta para el consumo humano. Sin embargo, es apropiado para el consumo del ganado vacuno.

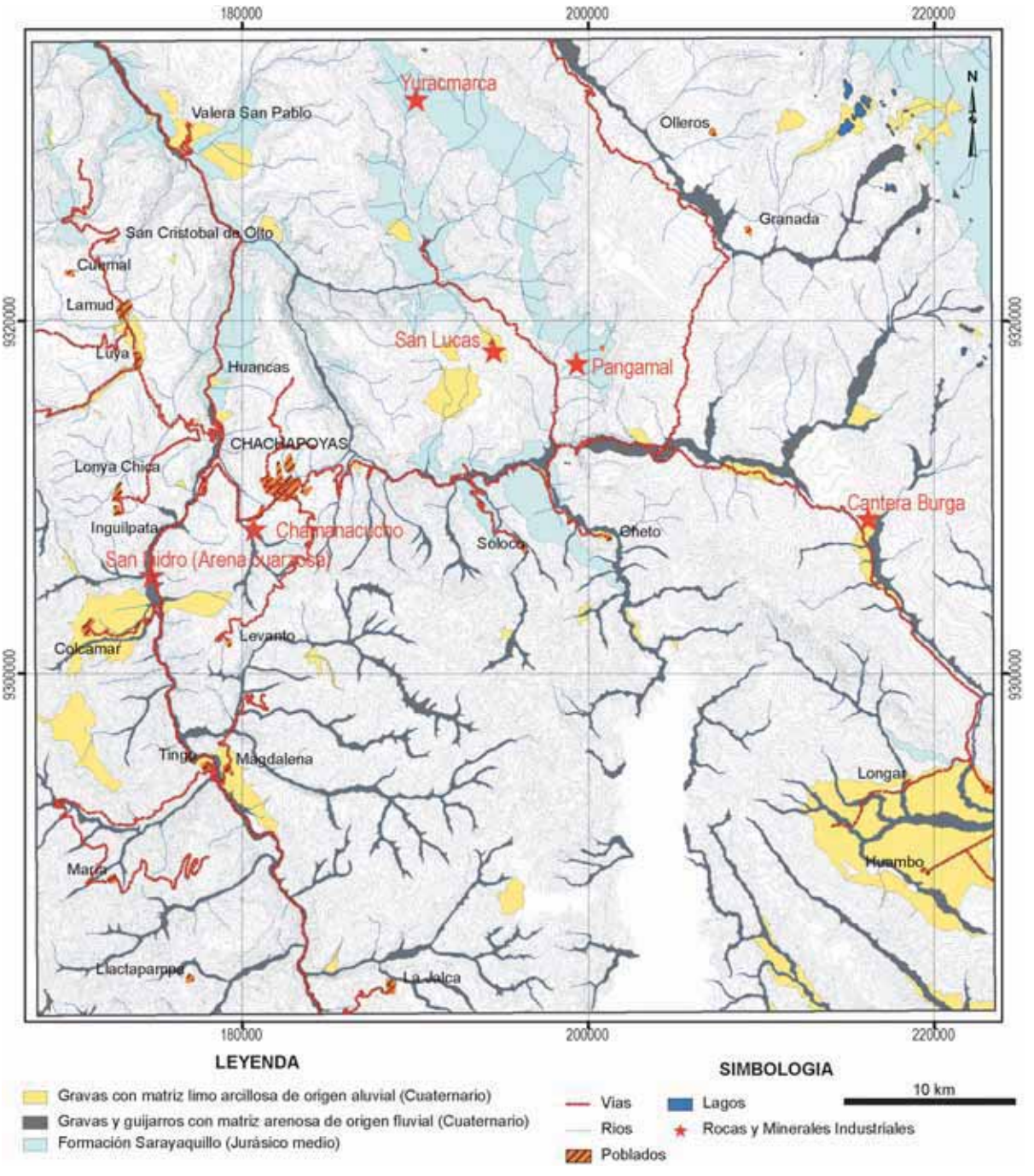


Figura 31 Mapa de afloramientos de rocas, minerales industriales y depósitos cuaternarios.

En el río Ventilla, también se encuentran pequeñas emanaciones de agua salada, en donde los lugareños precipitan sal. Estas emanaciones de sal parecen estar en el contacto entre la Formación Sarayaquillo y el Grupo Oriente. Probablemente, en profundidad, el emplazamiento de la sal estaría siendo controlado por la falla Chontapampa.

Carbón

El potencial en carbón que existe en la zona de Chachapoyas constituye una importante fuente energética, sobre todo, como combustible para hornos de cocción y secado, tal como se ha podido observar en los poblados de Tingorbamba, Sonche, Quipachacha y Pipus.

En el poblado de Tingorbamba existen dos niveles de carbón de 1.4 m y 1.0 m de espesor a lo largo de 20 m. Se ubican entre las limoarcillitas carbonosas de la parte inferior del Grupo Goyllarisquizga (Sánchez, 1995). En el poblado de Sonche, se encuentra un nivel de carbón de 100 m de longitud y unos 5 m de grosor, que disminuye hacia los bordes a 1.5 m (Sánchez, 1995). Este carbón se ubica en la base de las areniscas del Grupo Goyllarisquizga. En el poblado de Quipachacha se encuentran hasta cinco niveles de carbón, cuyos grosores varían entre 2 cm y 20 cm, y se encuentran intercalados con limolitas y limoarcillitas carbonosas del Grupo Goyllarisquizga (Sánchez, 1995). Finalmente, en el poblado de Cheto y Chiliquin, el carbón es extraído para uso doméstico (Sánchez, 1995).

Yesos

Los yesos se han generado por procesos sedimentarios evaporíticos, y se encuentran en la Formación Sarayaquillo. Los pequeños afloramientos de yesos que se encuentran, dentro del cuadrángulo de Chachapoyas, se presentan en relleno de fracturas, vetas y en forma masiva.

Arcillas

Las arcillas y arenas provienen principalmente de los grupos Ambo (Carbonífero), Mitu (Pérmico-Triásico), la Formación Aramachay (Jurásico inferior), el Grupo Goyllarisquizga (Cretácico inferior), y de los depósitos fluvio-lacustres recientes del piso de valle de Utcubamba y Sonche. Estos materiales son utilizados para la fabricación de ladrillos, tejas, adobes y cerámica.

Las arcillas pueden ser de varios colores y de alta pureza, lo que permite que se utilicen para el pintado de paredes. Los colores más comunes son rojo, amarillo, lila y beige (Sánchez, 1995).

Otros depósitos importantes de arcillas para cerámica se encuentran en el contacto entre el Grupo Goyllarisquizga y la Formación Chulec. Estas arcillas son usadas en Huancas, San Juan de Sonche y Luya Viejo (Sánchez, 2005).

Gravas para lastre

Este tipo de depósitos está constituido por gravas, con una matriz de arena y limos que sirve como material de base y subbase para los pavimentos o asfaltados. En este caso, los depósitos provienen de los conos aluviales cuaternarios situados en las desembocaduras de las quebradas transversales al río Utcubamba y Sonche (Fig. 31). Sin embargo, en la mayoría de ellos, existen poblaciones asentadas o actividad agrícola. Otra fuente de gravas se encuentra en los sedimentos de la Formación Inguilpata (Fotos 74 y 75).

Depósitos de agregados

Los agregados son las gravas, arenas y limos de los depósitos fluviales cuaternarios (Fig. 31). Estos agregados, mezclados con el agua y el cemento, forman el concreto. Resaltan los depósitos existentes en los ríos Utcubamba, Sonche, Ventilla y San Antonio.

En el caso de los ríos Utcubamba y Sonche, las gravas y arenas están presentes en las terrazas fluviales localizadas en los bordes del cauce principal, y además en las barras de arenas y gravas como islas en el mismo cauce. La explotación de agregados se realiza, principalmente, en las barras del cauce y, en menor proporción, en las terrazas, ya que estas son ocupadas, mayormente, por la actividad agrícola.

GEOLOGÍA APLICADA

La geología del cuadrángulo de Chachapoyas presenta mayormente afloramientos de rocas sedimentarias y en menor proporción rocas metamórficas. Estas rocas tienen una edad que va desde el Cámbrico hasta el Cuaternario actual (Ver capítulos II y III).

Las características litológicas de las unidades geológicas respecto a su aplicación para la evaluación de recursos y plan de ordenamiento territorial se encuentran en la Tabla 2.

Foto 74 Afloramiento de arenas y conglomerados de la Formación Inguilpata. Estos materiales son usados como material de relleno en las carreteras.

Foto 75 Arenas y conglomerados de la Formación Inguilpata. Son usados como material de relleno en las carreteras.

Tabla 2

Características litológicas de las unidades geológicas respecto a sus aplicaciones para la evaluación de recursos y de los planes de ordenamiento territorial

Unidad	Litología	Rocas y minerales industriales / yacimientos	Aguas subterráneas	Peligros geológicos e Ingeniería
Depósitos fluviales	Arenas y gravas en bancos y terrazas.	Constituyen buenos agregados en los ríos Utcubamba y pueden presentar mineralización de oro aluvial.	Acuíferos continuos, de mediana profundidad. Son materiales porosos no consolidados de alta potencialidad.	Las terrazas bajas constituyen zonas vulnerables a inundaciones y erosiones.
Depósitos coluviales	Clastos de diversos tamaños englobados en una matriz areno limosa.	Pueden utilizarse como lastre pero no son de buena calidad. Son buenos terrenos de cultivo.	Acuitardo de escaso interés hidrogeológico, generalmente en laderas de mínimo espesor y volumen.	Depósitos muy variados que en presencia de agua tienen problemas de estabilidad, por lo que estas zonas son consideradas peligrosas para las obras civiles.
Depósitos aluviales	Conos aluviales y de deyección compuesto de gravas y guijarros con matriz limo-arenosa.	Lastre, sirve como material de base y subbase para los pavimentos o asfaltados.	Materiales de interés hidrogeológico puntual, generalmente impermeables por la matriz fina.	Los abanicos que muestran actividad geodinámica deben ser considerados como peligrosos para las poblaciones que están asentadas en estos lugares.
Formación Inguilpata	Conglomerados con clastos polimícticos, intercalados con arenas.	Se puede utilizar como material para lastre y afirmado de vías. Sirve como material de base y subbase para carreteras.	Materiales de escaso interés hidrogeológico. Tiene extensión local, pero es importante porque condiciona las surgencia de aguas subterráneas.	Rocas poco compactas y en algunos casos deleznables no son muy estables para las obras civiles.
Grupo Pulluicana	Calizas nodulares con límites ondulados en estratos gruesos.	Rocas carbonatadas, compuestas de calcita y dolomita, buenas para yacimientos de cal.	Tienen buena permeabilidad con moderada a buena productividad.	Rocas relativamente estables para las obras civiles, aunque son rocas muy fracturadas.
Formación Vivian	Se clasifican como cuarzo areniscas subliticas cuarzosas de grano medio a fino.	Rocas reservorio para hidrocarburos.	Rocas muy porosas y permeables, muy importantes porque condicionan las surgencias de aguas subterráneas.	Rocas muy duras que no presentan riesgos en obras civiles. Sin embargo, debido a la porosidad pueden presentar zonas deleznables.
Formación Chonta	Hacia la base areniscas blancas, calizas cremas a grises, margas y lutitas negras, hacia el tope calizas grises masivas.	Las calizas pueden ser explotadas como material de ripio y balastro para caminos y carreteras. En general, son rocas generadoras de hidrocarburos.	Acuíferos persistentes por karstificación.	Las calizas son muy estables y duras, favorables para obras civiles, muy peligrosas en zonas de cárcavas. Las lutitas son malas para las obras civiles.
Formación Chulec	Calizas cremas a grises, margas y lutitas negras, hacia la base se tiene niveles de arenisca.	Cuando se hallan bastante duras y no alteradas, pueden constituir una fuente de piedras de construcción,	Acuíferos permeables por fisuras y por karstificación son de extensión local muy favorables para acuíferos.	Rocas bastante duras y estables para las obras civiles.

Continuación.....

Unidad	Litología	Rocas y minerales industriales / yacimientos	Aguas subterráneas	Peligros geológicos e Ingeniería
Grupo Oriente	Areniscas cuarzosas de color blanco, con algunas intercalaciones de lutitas, limolitas de coloraciones gris verdosas.	Pueden utilizarse como canteras de arenas y piedra para las obras civiles.	Niveles impermeables por donde pueden filtrar las aguas subterráneas.	Rocas bastante duras y estables para las obras civiles; pueden soportar ángulos de reposo verticales.
Grupo Goyllarisquizga	Areniscas cuarzosas de color blanco, con algunas intercalaciones de lutitas, limolitas de coloraciones gris verdosas.	Pueden utilizarse como canteras de arenas y piedra para las obras civiles.	Materiales de escaso interés hidrogeológico. Tiene extensión local lo que es importante porque condiciona las surgencia de aguas subterráneas.	Rocas bastante duras y estables para las obras civiles, pueden soportar ángulos de reposo rectos.
Formación Sarayaquillo	Intercalación de areniscas, arcosas, grauvacas y lutitas rojas con algunos niveles de conglomerados con clastos de calizas.	No son de interés económico para ser explotadas como canteras.	Rocas impermeables y favorables para la migración de aguas subterráneas.	Rocas relativamente estables a excepción de las lutitas.
Formación Corontachaca	Conglomerados monomícticos cementados por material calcáreo.	No son de interés económico para ser explotadas como canteras.	Rocas impermeables, puede haber permeabilidad por fracturas o karstificación.	Estas rocas son compactas, estables para obras civiles.
Grupo Pucará	Calizas gris oscuras a negras con niveles de calizas dolomíticas, y lutitas bituminosas.	Están relacionados al emplazamiento de yacimientos MVT, vetas y mantos.	Acuíferos permeables por fisuras y por karstificación. Son de extensión local y productividad moderada.	Rocas bastante duras y estables, a excepción de las lutitas negras.
Grupo Mitu	Areniscas feldespáticas y conglomerados polimícticos de color rojo.	Están relacionados al emplazamiento de yacimientos estratoligados y MVT.	Materiales de escaso interés hidrogeológico. Pero importante porque condicionan las surgencia de aguas subterráneas de los acuíferos del Mitu.	Rocas compactas, y duras, muy estables para las obras civiles.
Grupo Ambo	Areniscas finas a medias, limoarcillitas y limolitas micáceas de color pardo verdoso con niveles de calizas.	En general, estas rocas pueden ser generadoras de hidrocarburos. Pueden servir como canteras de arcillas.	Materiales de baja permeabilidad, y escaso interés hidrogeológico.	Rocas duras y compactas aptas para las obras civiles.
Formación Macno	Rocas metasedimentarias pizarras, esquistos, micáseos y filitas, esquistos y gneis de coloración gris verdosa.	Puede contener vetas de cuarzo con contenido de oro.	Materiales de baja permeabilidad y escaso interés hidrogeológico.	Rocas muy estables y recomendables para obras civiles.

Datos tomados a escala 1:50 000

CAPÍTULO VIII

GEOPATRIMONIO, GEOTURISMO, CONSERVACIÓN Y SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO

En la región de Chachapoyas, se encuentran los restos arqueológicos de la cultura preinca más importante de la selva peruana y sudamericana, la cultura Chachapoyas. Dentro de la zona de estudio se encuentra la fortaleza de Kuélap y otros restos arqueológicos importantes.

La mayor parte de la información arqueológica y turística fue brindada por la oficina del MINCETUR de la Región Amazonas. Con esta información, se ha llevado a cabo un trabajo preliminar de los principales centros arqueológicos y rutas turísticas del cuadrángulo de Chachapoyas (Fig. 32). Además, se indican medidas preventivas desde el punto de vista geológico para la conservación de los principales centros arqueológicos y atractivos naturales.

El *trackking* es una de las actividades más desarrolladas por los turistas que visitan Chachapoyas, debido a que, en la región, se encuentran numerosos paisajes a través de cañones, cataratas y serranías. Las rutas principales son Granada-Siete Lagunas, Kuélap-Tingo-Chachapoyas, Huancas-Tingorbamba, Cocachimba-catarata Gocta y el camino de La Jalca Grande-El Triunfo.

La espeleología –sin duda alguna– es una de las actividades más difundidas en la región de Amazonas. La unidad estratigráfica más importante es el Grupo Pucará, seguido de las formaciones Chulec y Chonta y del Grupo Pulluicana. La principal caverna es Parjugsha, la cual se encuentra en las cercanías de Soloco.

GEOARQUEOLOGÍA

Kuélap

El centro arqueológico de Kuélap fue descubierto en 1843 por el juez de primera instancia Juan Crisóstomo Nieto. Es el centro arqueológico más importante de la región Amazonas y forma parte de una de las siete maravillas del Perú. En lengua nativa, *kuélap* significa lugar frío; y es que, a pesar de encontrarse en la ceja selva, tiene un clima templado y seco durante el día, y frío en la noche. Políticamente, está ubicado en el distrito de Tingo, provincia de Luya, a 35 km al suroeste de la ciudad de Chachapoyas.

El acceso desde Chachapoyas se realiza por la carretera Chachapoyas-Leimebamba. A la altura del poblado de Tingo, se toma el ramal que lleva a Kuélap, pasando por el poblado de María. Desde el final de la carretera, se sigue un camino peatonal empedrado de 2 km de longitud, de fácil trajín, con lugares para descansar y apreciar el paisaje del valle del Utcubamba. En algunos bloques de roca que conforman el camino, se encuentran ammonites del Cretácico superior (~112 Ma).

La ciudadela de Kuélap está ubicada en la cima de un risco a 3000 msnm, donde afloran calizas de origen marino, pertenecientes al Grupo Pulluicana (Foto 76), la cual se formó entre 112 y 99 Ma. Kuélap está construido en un lugar estratégico para observar a las otras urbes ubicadas en las altas cumbres aledañas, así como las vías de acceso a las cuencas de los ríos Marañón y Huallaga (rutas usadas para sus relaciones comerciales). Las laderas son casi verticales, excepto la ladera oeste, por donde se realiza el ingreso a la fortaleza. Tiene una extensión de 584 m de largo por 110 m de ancho. Las enormes murallas defensivas, de 20 m de altura, dividen a la ciudadela en dos sectores: «Pueblo Bajo» y «Pueblo Alto».

En el sector de «Pueblo Alto», destaca el Castillo, que es una construcción ceremonial constituida por una planta rectangular con tres plataformas superpuestas, y el Torreón, que es una edificación defensiva de 7 m de alto.

En el sector de «Pueblo Bajo», sobresale una estructura circular conocida como El Tintero, por su similitud con este recipiente. Tiene 5.5 m de altura y 13.7 m de diámetro. La construcción habría tenido fines ceremoniales. Es uno de los 335 vestigios pétreos del sector, el cual habría albergado al grueso de la población de la ciudad fortificada, estimada en 350 mil habitantes.

Las construcciones de Kuélap tienen forma circular, distinta del uso del espacio rectangular empleado en otras culturas peruanas. Esta particularidad le agrega un enorme sentido artístico y estético que es acrecentado por los decorados de frisos romboides y figuras antropomorfas en altorrelieve de los muros. Por la forma de los edificios, se asume que tuvieron como techo una cubierta de paja de forma cónica (Foto 77). Los bloques de caliza utilizados para la construcción presentan distintas calidades de acabados. Los más elaborados son los destinados a las construcciones ceremoniales (Foto 78).

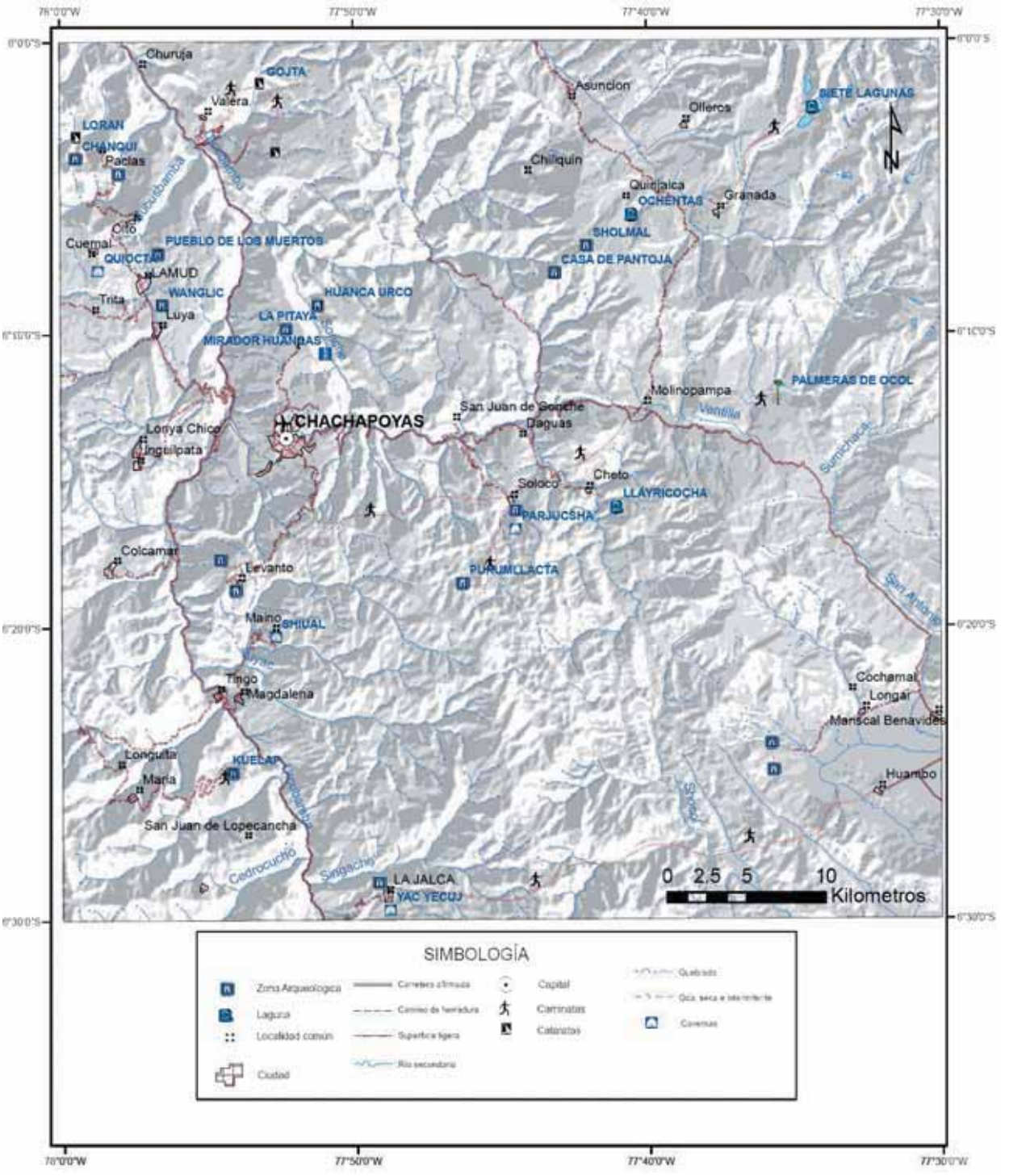


Figura 32 Mapa de sitios geoarqueológicos, geoturísticos y de interés geológico del cuadrángulo de Chachapoyas.

Un detalle singular de Kuélap es la estrechez de sus tres accesos, con sus muros inclinados. Estas vías solo permiten el paso de una persona; es decir, si un ejército enemigo quería invadirla, sus soldados tenían que ingresar en hileras de a uno, siendo blancos fáciles para los guerreros shachapuyos.

Las rocas utilizadas para la construcción de la fortaleza son calizas del Grupo Pulluicana. En su construcción, se habría utilizado 25 000 000 m^3 de material, tres veces más que el utilizado en la construcción de la gran pirámide de Keops (Egipto). Se calcula que utilizaron unas 700 000 toneladas de piedra en su construcción, por lo que es considerada una de las estructuras de mayor volumen en la historia del nororiente peruano y de la Amazonía sudamericana.

Camino Kuélap-Tingo-Chachapoyas. Luego de visitar la fortaleza de Kuélap, se puede seguir un camino de herradura pendiente abajo por dos horas hasta llegar al pueblo de Tingo. Durante el transcurso del camino, se descienden más de 1000 m de altura, desde los 3000 hasta los 1800 msnm. Luego, se puede seguir en dirección hacia la ciudad de Chachapoyas en seis horas de camino.

Problemas de conservación

Los fenómenos geodinámicos que ocurren en la fortaleza de Kuélap se deben a que no se toman las medidas preventivas para evitar que el patrimonio cultural se deteriore. El fenómeno geodinámico que afecta a los muros es el empuje lateral por saturación de aguas y, en menor proporción, por el crecimiento de vegetación.

Empuje lateral por saturación de aguas. Se debe a que, al interior de las enormes murallas defensivas, se tiene relleno de bloques de caliza envueltos en una matriz de limo y arcillas (Fig. 33 a) que, al sobrecargarse con agua, el material fino tiende a hincharse y a deslizarse sobre los estratos del Grupo Pulluicana. En consecuencia, se origina el pandeamiento sobre una de las caras libres del muro, especialmente en la muralla sur; las juntas de los bloques se separan (Fig. 33 b y Fotos 77 y 79) y, finalmente, el muro colapsa (Fig. 33 c). Este tipo de fenómeno se puede observar en el acceso principal (Foto 76) y en El Tintero (estructura circular con las paredes inclinadas).

Los lugares donde se produce la mayor infiltración de agua están en los sitios planos que se encuentran sobre las murallas, a manera de andenes (Fotos 77 y 79). En estos lugares, la pendiente es nula y el agua de lluvias se empoza para luego filtrarse en el subsuelo (Fig. 33b). Antiguamente, las casas tenían techo, de tal forma que las aguas pluviales drenaban a los costados de estas, para luego ser llevadas a las afueras de la fortaleza. Ahora, los techos no existen y, en el interior de las casas, el agua se empoza y se filtra.

La medida preventiva principal es realizar una red de drenaje para minimizar la infiltración de las aguas pluviales, acompañada de la construcción de pendientes en la parte alta de los andenes e impermeabilización de algunos sectores, como el interior de las casas y otras construcciones menores (Fig. 33d).

Foto 76 Acceso principal de la fortaleza de Kuélap. Se observa el colapso de la muralla sur, sobre las calizas del Grupo Pulluicana.

Foto 77 Construcciones circulares con techo cónico en la fortaleza de Kuélap que han sido afectadas por el empuje lateral del suelo.

Foto 78 Bloques de caliza labrados en la construcción de la fortaleza de Kuélap. Las figuras de animales se realizaban con fines ceremoniales.

Foto 79 Muro colapsado en la parte alta de la fortaleza de Kuélap.

Purum Llacta

Purum Llacta se encuentra a 4.5 km al sur del pueblo de Soloco. Políticamente, se encuentra en el distrito de Cheto, provincia de Chachapoyas. *Purum Llacta* significa pueblo viejo o pueblo antiguo. Es un centro habitacional con características urbanas que perteneció a la cultura Chachapoyas, emplazadas en una extensión aproximada de 65 ha. Las construcciones son de caliza del Grupo Pucará con argamasa de barro y decoraciones de figuras geométricas en los muros.

Geológicamente, el complejo turístico se encuentra sobre las calizas del Grupo Pucará, en la Cordillera de Yasgolga, la misma que se ha formado por la actividad de la falla Chachapoyas.

Los problemas de conservación son los mismos que en Kuélap; esto es, la infiltración de agua que ocasiona el empuje lateral de los muros (Foto 80).

Geoturismo, *trekking* y sitios de interés geológico

Catarata de Gocta

Se llama Gocta en referencia a la población más cercana. Fue descubierta de manera oficial por el explorador Stefan Ziemendorff en el 2002. Tiene una caída de 771 m.

El acceso se realiza por la carretera asfaltada Chachapoyas-Pedro Ruiz. En el poblado de Cocahuayco, se toma el ramal a Cocachimba. Luego, se sigue un camino de herradura por dos horas, donde se encuentran veintidós caídas de agua, una gran variedad de flores silvestres y cautivantes especies de fauna, como el gallito de las rocas, tucanes, monos, entre otros.

La caída de agua de Gocta erosiona a las areniscas del Grupo Goyllarisquizga (Foto 81), las que son sedimentos de ríos que estuvieron activos entre 145 y 112 Ma (Cretácico inferior). Las areniscas, por sus propiedades físicas, son resistentes a la erosión hidráulica, por lo que forman riscos y acantilados por donde se desplazan corrientes de agua que van a formar cataratas.

Huancas: discordancia angular entre el Grupo Pucará y el Grupo Goyllarisquizga

El pueblo de Huancas está ubicado a 5 km al norte de la ciudad de Chachapoyas. Es conocido por los trabajos de alfarería de sus mujeres. Ellas –con paciencia y destreza– elaboran ollas, cántaros, vasijas, entre otros utensilios domésticos hechos de manera artesanal. Además, hay vestigios arqueológicos, tramos del Qhapaq Ñan (el gran camino inca) y una inmensa variedad de orquídeas. En los alrededores del poblado, se encuentran miradores naturales para observar los cañones del Utcubamba (Foto 82) y Sonche.

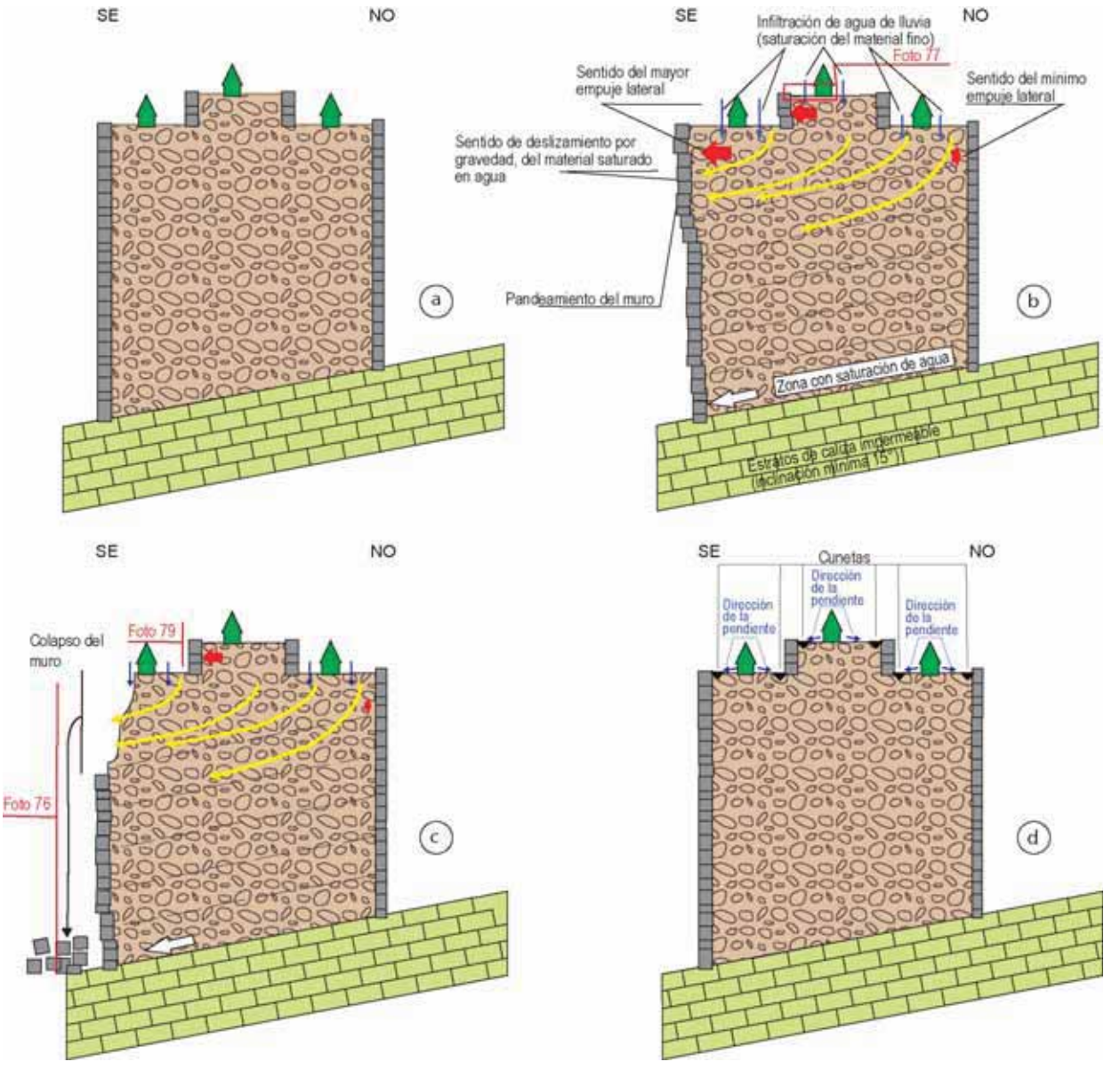


Figura 33 Esquema de los problemas y propuesta de conservación de la fortaleza de Kuélap: a) fortaleza sin daños, b) saturación del suelo, que origina el pandeamiento de los muros, c) colapso del muro por el empuje lateral de saturación de agua y d) propuestas para mejorar la conservación de los muros.

Foto 80 Ruinas Purum Llacta.

Foto 81 Catarata Gocta, 771 m de caída que erosiona a las areniscas del Grupo Goyllarisquizga del Cretácico inferior.

Geológicamente, Huancas se encuentra sobre las areniscas, conglomerados y arcillas de la Formación Iguilpata, de donde se extrae la materia prima para las cerámicas en barro. Desde Huancas, se pueden observar impresionantes estructuras geológicas en el valle del Utcubamba, tal como la discordancia angular entre las calizas marinas del Grupo Pucará (Triásico superior-Jurásico inferior) y las areniscas fluviales del Grupo Goyllarisquizga (Cretácico inferior) (Foto 82).

Camino Huancas-Tingorbamba. Se trata de un camino antiguo por donde se realizaba el acceso a la ciudad de Chachapoyas. Se encuentra en la margen izquierda del cañón del río Sonche. En el recorrido, se desciende más de 1000 m de altura, desde 2500 hasta 1400 msnm, llegando hasta la unión de los cañones más profundos de la zona de estudio: Utcubamba y Sonche. La geología del camino está compuesta por areniscas fluviales del Grupo Goyllarisquizga del Cretácico superior y calizas de origen marino del Grupo Pucará del Triásico superior-Jurásico inferior.

Foto 82 Vista panorámica del cañón del Utcubamba desde el mirador de Huancas. Se observa la discordancia angular entre el Grupo Pucará y el Grupo Goyllarisquizga (vista tomada al noroeste).

Camino La Jalca Grande-Triunfo: repeticiones tectónicas y afloramiento de petróleo

La Jalca Grande está ubicada a 70 km por carretera afirmada, al sur de la ciudad de Chachapoyas, a 2900 msnm. Es la capital del folclore chachapoyano. En el pueblo sobresale el museo étnico y la iglesia colonial del siglo XVI con un rústico y llamativo campanario construido de piedra caliza de origen marino perteneciente al Grupo Pucará, que se formó hace ~200 Ma (Foto 83).

El camino de herradura La Jalca Grande-Triunfo fue utilizado desde la época de los chachapoyas. Actualmente, dicho camino es utilizado para el comercio. Tiene aproximadamente 40 km y se puede realizar en tres días de caminata. En el trayecto, se cruza la Cordillera de Yasgolga, conformada por montañas con elevaciones hasta de 3200 msnm, para luego descender hasta los 1700 msnm en el río Shocol (Foto 84).

En la parte alta de la Cordillera de Yasgolga, se encuentran lutitas y areniscas del Grupo Ambo del Carbonífero; y, en el flanco este de la cordillera, se encuentran fallas geológicas que han originado repeticiones tectónicas (ver sección estructural D-D' del capítulo III) a través de las cuales se encuentra un afloramiento de petróleo.

Foto 83 Iglesia de La Jalca Grande con su campanario construido con calizas del Grupo Pucará.

Foto 84 Río Shocol en el camino La Jalca Grande-Triunfo.

Camino Granada- Siete Lagunas

Siete Lagunas se encuentra en el extremo noreste del cuadrángulo de Chachapoyas. Es accesible desde Chachapoyas por la carretera que lleva a Molinopampa, para seguir con dirección a Granada. Luego, se sigue un camino de herradura, con pendiente suave, por tres horas hasta Siete Lagunas.

En el transcurso de la caminata, se puede llegar hasta los picos más elevados de la región, los cuales están a 3900 msnm. El camino atraviesa calizas de la Formación Chonta, donde se encuentran dolinas o «tragaderos», por donde se infiltra el agua de las quebradas. El clima es propio de la sierra, frío con presencia de neblina (Foto 85). A medida que se asciende a mayor altitud, la vegetación va cambiando, pasando desde arbustos en Granada a pasto natural «ichu» en Siete Lagunas. La fauna está conformada por aves endémicas de la región.

Foto 85 Vista panorámica de Siete Lagunas.

Fallas geológicas

En el cuadrángulo de Chachapoyas, a pesar de que la superficie está cubierta por la vegetación, se observan espectaculares afloramientos de fallas geológicas que pueden servir como patrimonio geológico. Entre los principales, se pueden mencionar los afloramientos de las fallas Chachapoyas, Kuélap, Soloco y Paclas. Para mayor detalle, véase el capítulo III.

Espeleología

Caverna Parjugsha

La caverna de Parjugsha está ubicada a unos cuantos kilometros de Soloco. En el dialecto de la zona, Parjugsha significa paja grande. Entre los años 2004 y 2005 el CESPE, ECA y GSBM (Centre d´Explorations Souterraines du Pérou, Espeleo Club Andino y Grupo Espeleológico Bagnols Marcoule) en trabajos conjuntos desarrollaron una investigación en Parjugsha. Ellos determinaron 10 «tragaderos», siendo el más importante el tragadero Parjugsha Grande (Fig. 34), y llegaron a explorar un total de 8340 m (Tabla 3). El ingreso a la caverna es una dolina o «tragadero» de un río (Foto 86a). Para acceder a ella, se debe contar con el apoyo de especialistas, ya que la entrada es riesgosa (Foto 86b).

La litología de la caverna corresponde a calizas que se originaron entre 228 y 180 Ma, en el periodo Triásico superior-Jurásico inferior. Regionalmente estas calizas son conocidas como Grupo Pucará; en el cual también se encuentran otras cavernas, tales como Guagapo en Tarma y, la Cueva de la Lechuzas en Tingo María.

Parjugsha se desarrolla sobre el flanco oeste de un sinclinal orientado NNO-SSE, cerca del contacto discordante entre la Formación Chambará y el Grupo Mitu (Baby, 2006).

Foto 86. A, Entrada a la caverna Parjugsha. B. Descenso a la caverna de Parjugsha, a través del tragadero» (Fotos, cortesía de ECA PERU).

Caverna Quiocta

La caverna de Quiocta está ubicada en Lámud, provincia de Luya, a una hora y media de la ciudad de Chachapoyas. El hallazgo de la cueva puso al descubierto una cavidad más concrecionada de lo que suele ser habitual en la zona, lo que despertó el interés estético y turístico de Cáritas de Chachapoyas. Este último, a través del Proyecto PROMARTUC, ha impulsado su atractivo turístico. Su escasa dificultad técnica permite acceder a ella sin necesidad de que las personas sean acompañadas por un grupo de espeleólogos.

Quiocta es una cavidad dentro de las calizas marinas cretácicas de la Formación Chulec. Tiene una dirección de N 332º, con una profundidad de 545 m y 23 m de desnivel. La entrada a la caverna esta clausurada con una reja de más de 3 m de alto, que permite el ingreso y salida de animales pequeños.

Desde la misma entrada, se puede apreciar la importancia arqueológica: se encuentran pinturas rojas, típicas de los chachapoyas, generalmente amorfas, aunque se pueden distinguir figuras que se asemejan a un ciervo y a una figura humana. Además, se encuentran restos óseos de animales y humanos. Más adentro, cerca de los 300 m, se encuentran estalactitas, estalagmitas y columnas (Foto 87).

Palmeras de Ocol

Las palmeras de Ocol se encuentran en la localidad de San José de Ocol, a 10 km al sureste de Molinopampa. El acceso se realiza en una hora y media en auto por la carretera Chachapoyas-Rodríguez de Mendoza. El bosque de palmeras abarca cerca de 80 km^2 entre los 2300 y 2700 msnm. Su suelo es ácido (pH. 4.8).

Las palmeras -también llamadas «pona»- pertenecen al género *Ceroxylon* y poseen en promedio 16 m de altura (Foto 88). Son plantas hermafroditas (de flores bisexuales) con una sola época de floración (de febrero a marzo). El tallo se usa para la construcción de las casas, y las hojas son usadas como símbolos religiosos en la Semana Santa y en la fiesta patronal de Corpus Christi en Molinopampa.

El bosque está ubicado en un valle amplio de laderas suaves, sobre lutitas y calizas marinas de la Formación Chonta, que se originaron aproximadamente hace 100 Ma.

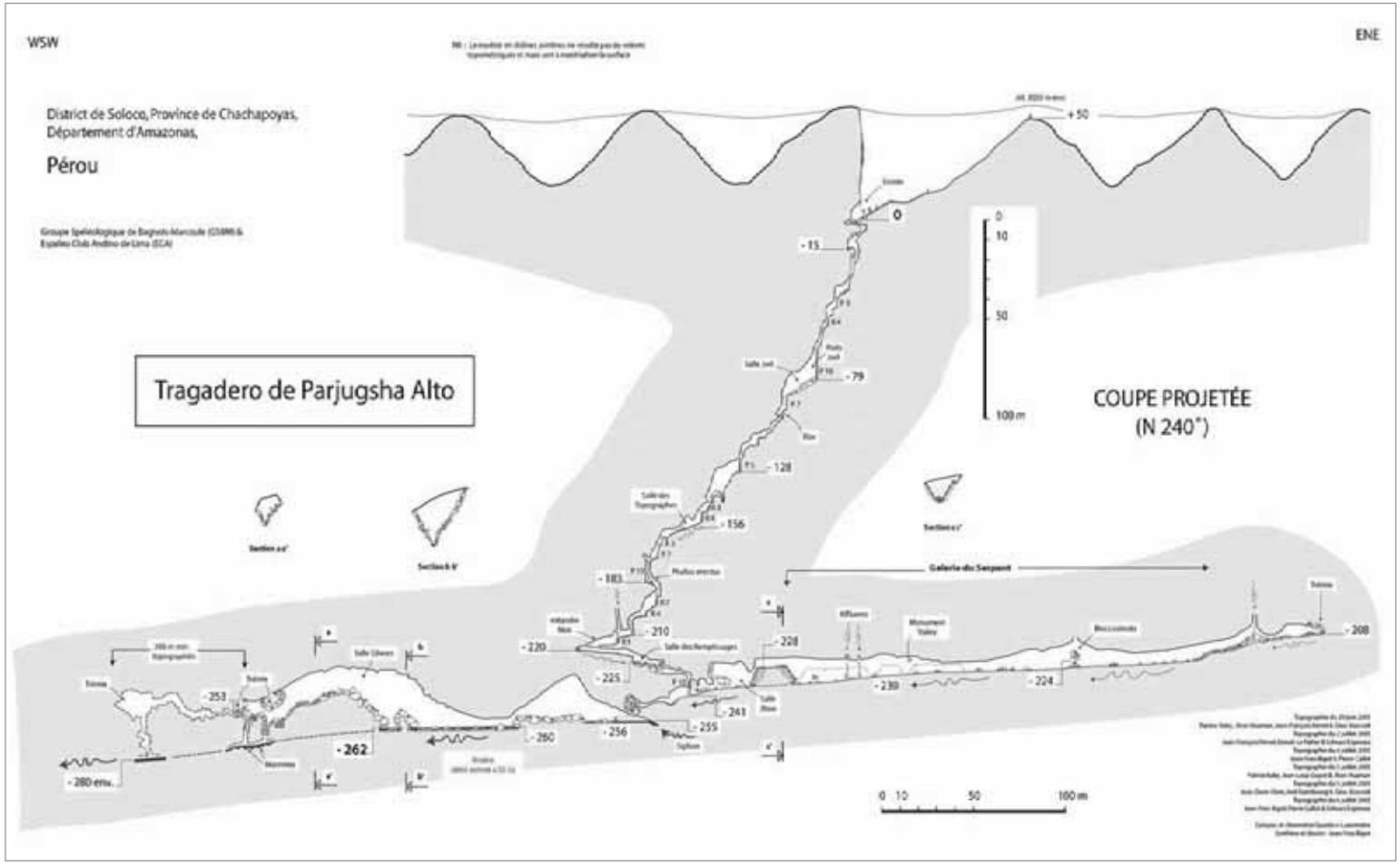


Figura 34 Mapa del tragadero de Parjugsha Alto elaborado por GSBM y ECA PERU.

Tabla 3
Localización y espeleometría de Parjugsha (Tomado de Couturaud, 2006)

Fenómeno Kárstico		WGS 84 UTM z 18		Z orificio		Z vertedero m	Descenso			Con la depresión	Z Fondo estimado m	Desarrollo		
Género	Determinación	X km	Y km	m	Método		topografía m	estimado m	total m			topografía m	estimado m	total m
resurgencia	de Soloco (Salcaquihua)	195.82	9 304.97	2 580	altímetro						2 580			
cueva	de Soloco (Salcaquihua)											80		400
tragadero	de la Vaca Negra	196.91	9 304.06	2 910	altímetro	2970	-239	-11	-250	-310	2 660	730	250.00	980
tragadero	Leonidas	197.00	9 303.40	2 920	GPS & alt.		-240		-240		2 680	700		700
tragadero	de Parjugsha Chico	197.05	9 303.08	2 896	topografía		-237		-237		2 659	Σ	Σ	Σ
tragadero	de Parjugsha Mega (perdida)	196.76	9 302.95	2 886	topografía		-227		-227		2 659	Σ	Σ	Σ
tragadero	de Parjugsha Mega (sup.)	196.79	9 303.02	2 913	topografía		-254		-254		2 659	Σ	Σ	Σ
tragadero	de Parjugsha Grande	197.10	9 302.62	2 890	GPS		-231		-231		2 659	3 770	300.00	4 070
tragadero	de Parjugsha Alto	197.30	9 302.23	2 990	GPS & alt.	3040	-310	-20	-330	-380	2 660	1 370	200.00	1 570
tragadero	de Parjugsha Arriba	197.44	9 301.74	2 950	altímetro	3010	-123	-27	-150	-210	2 800	370	50.00	420
sima	de Chaquil	195.45	9 302.36	2 960	GPS	3000	-26	-34	-60	-100	2 900	80	120.00	200

Notas: <<Z de orificio>> de las cavidades de Parjugsha Chico y Parjugsha Mega está dada por la relación sobre Parjugsha Grande, la precisión métrica o la altura es variablemente de +/- 10 m.

<<Z de vertedero>> es indicativo en razón a las dificultades del terreno.

El desarrollo de la topografía se ha redondeado a bajo decámetros en un intento de acercarse a la evolución real (normas UIS).

Foto 87 Estalagmitas y estalactitas de la caverna Quiocta.

Foto 88 Vista panorámica del bosque de palmeras de Ocol.

BIBLIOGRAFÍA

Abele, G. (1965) - *Prospecto Santa Clara-Soloco (Chachapoyas-Amazonas)*, informe inédito. Lima: Cerro de Pasco Corporation, 12 p. (disponible en A.T. Ingemmet C9315)

Audebaud, E. (1971) - Mise au point sur la stratigraphie et la tectonique des calcaires cénomaniens du Sud-Est péruvien (formation Ayabacas). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, *Série D*, 272(8): 1059-1062.

Baby, P.; Rivadeneira, M.; Christophoul, F. & Barragán, R. (1999) – Style and timing of deformation in the Oriente Basin of Ecuador. En: International Symposium on Andean Geodynamics, 4, Göttingen, 1999. *Géodynamique Andine: résumés étendus*. París: IRD, p. 68-72.

Baby, P. (2006) - Geología de los macizos de Soloco. *Ukupacha, El Mundo Subterráneo*, (2): 85. Bulletín hors série du GSBM Spécial Chachapoyas'2004 & Soloco'2005.

Baca, M.; Hermoza, W.; Bolaños R.; Baby, P.; Brusset, S., et al. (2004) - Evolución tectónica y sedimentaria Cenozoica de la Cuenca Bagua (Norte del Perú) y sus implicancias geodinámicas. En: Congreso Peruano de Geología, 12, Lima 2004. *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 405-408.

Bard, J.P.; Botello, R.; Martínez, C. & Subieta, T. (1974) - Relations entre tectonique, métamorphisme et mise en place d'un granite éohercynien à deux micas dans la Cordillère Real de Bolivie (Massif de Zongo-Yani). *Cahiers ORSTOM, Série Géologie*, 6(1): 3-18.

Basuki, N.I.; Taylor, B.E & Spooner, E.T.C. (2008) - Sulfur isotope evidence for thermochemical reduction of dissolved sulfate in Mississippi Valley-Type zinc-lead mineralization, Bongara area, northern Peru. *Economic Geology*, 103 (4): 783-799.

Basuki, N.I. & Spooner, E.T.C. (2009) - Post-Early Cretaceous Mississippi Valley-type Zn-Pb mineralization in the Bongara area, northern Peru: fluid evolution and paleo flow from fluid inclusion evidence. *Exploration and Mining Geology*, 18(1-4): 25-39.

Benavides, V. (1956) - Cretaceous system in northern Peru. Doctoral Thesis, Faculty of Pure Science, Columbia University. *Bulletin American Museum of Natural History*, 108(4): 353-494.

Benavides, V. (1956) - Geología de la región de Cajamarca. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (30): 49-79.

Blucher, A.G. (1969) - Soloco Prospect, informe inédito. Dallas, Texas: Victor Oppenheim & Associates, 8 p. (disponible en A.T. Ingemmet C9314)

Cardona, A.; Cordani, U.; Ruiz, J.; Valencia, V.; Nutman, A.P. & Sánchez, A. (2006) - U/Pb detrital zircon geochronology and isotopes from Paleozoic metasedimentary rocks of the Marañon Complex: insights on the proto-Andean tectonic evolution of the Eastern Peruvian Andes.En: South American Symposium on Isotope Geology, 5, Punta del Este, 2006. *Extended abstracts*, p. 208-211.

Carlotto V.; Quispe, J.; Acosta, H.; Rodríguez, R.; Romero, D., et al. (2009) - Dominios geotectónicos y metalogénesis del Perú. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (103): 1-89.

Carlotto, V.; Cárdenas, J.; Reitsma, M. & Rodriguez, R. (2010) - Las edades de la Formación Ene y del Grupo Mitu: propuesta de cambios en la cartografía regional: Abancay-Cusco-Sicuani (CD-ROM). En: Congreso Peruano de Geología, 15, Cusco 2010. *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 830-833.

Chacaltana, C.; Valdivia, W.; Peña, D.; Alván, A. & Aldana, M. (2009) - Evidencia del Triásico superior (Noriano-Retiano) y Jurásico inferior en las calizas del pongo de Lorocache, borde sur de la Cuenca Santiago. En: Bruce, B., ed. *Víctor Benavides Cáceres*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, Volumen Especial, 7, p. 171-184.

Chacaltana, C.; Valdivia, W. & Peña, D. (2012) -Estudio geológico de la Cuenca Santiago, sectores centro y sur.

INGEMMET, Boletín, Serie D: Estudios Regionales, 30, 183 p.

Chacón, N. (1988) - *Estudio geológico minero Salinas de Yurumarca*, informe inédito. Lima Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 35p. (Disponible en A.T. Ingemmet A3392).

Chew, D.M.; Schaltegger, U.; Košler, J., Whitehouse, M.J.; Gutjahr, M., et al. (2007) - U–Pb geochronologic evidence for the evolution of the Gondwanan margin of the north-central Andes. *Geological Society of America Bulletin*, 119(5-6): 697-711.

Couturaud, A. (2006) - Comptes rendus journaliers 2004 et 2005. *Ukupacha, El Mundo Subterráneo*, (2): 90. Bulletín hors série du GSBM Spécial Chachapoyas´2004 & Soloco´2005.

Dalmayrac, B.; Laubacher, G. & Marocco, R. (1980) - *Géologie des Andes Péruviennes, caractères généraux de l'évolution géologique des Andes Péruviennes*. Paris: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, 501 p. Travaux et Documents de l'ORSTOM, 122.

Dávila, D.; Febres, O.; Fontboté, L. & Oldham, L. (1999) - Exploración y geología del yacimiento San Vicente. En: Congreso Internacional de Prospectores y Exploradores, 1, Lima, 1999, *Primer volumen de monografías de yacimientos minerales peruanos: historia, exploración y geología*. Lima: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, p. 305-328.

Fang, Z.J.; Boucot, A.J.; Covacevich, V. & Hervé, F. (1998) - Discovery of late Triassic fossils in the Chonos Metamorphic Complex, southern Chile. *Revista Geológica de Chile*, 25 (2): 165-173.

Fontboté, L. & Gorzawski, H. (1990) - Genesis of the Mississippi Valley-type Zn-Pb deposit of San Vicente, Central Peru: geologic and isotopic (Sr, O, C, S, Pb) evidence. *Economic Geology*, 85(7): 1402-1437.

Gallet, Y.; Krystyn, L.; Marcoux, J. & Besse, J. (2007) - New constraints on the end-Triassic (upper Norian- Rhaetian) magnetostratigraphy. *Earth and Planetary Science Letters*, 255 (3-4):458-470.

Geyer, O.F. (1979) - Ammoniten aus dem tiefen Unterjura von Nord-Peru. *Palaontologische Zeitschrift*, 53(3-4): 198-213.

Gil, W.; Baby, P.; Marocco, R. & Ballard, J.F. (2000) - Síntesis estructural de la zona subandina de la alta cuenca amazónica. En: Congreso Peruano de Geología, 10, Lima, 2000. *Resúmenes*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 22.

Gil, W. (2002) - *Evolución lateral de la deformación de un frente orogénico: ejemplo de las cuencas subandinas entre 0° y 16°S*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 146 p. Publicación Especial, 4.

Giraldo, E.; Cueva, E.; Alván, A.; Rodríguez, R. & Sánchez, E. (2010) - Nuevos datos bioestratigráficos del Jurásico medio: implicancias para el Grupo Pucará y la Formación Chunumayo (CD-ROM). En: Congreso Peruano de Geología, 15, Cusco 2010. *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 845-848.

Hermoza, W. (2004) - *Dynamique tectono-sédirnentaire et restauration séquentielle du retro-bassin d'avant-pays des Andes centrales*. Thèse Docteur, Université Paul Sabatier, Toulouse, 296 p.

Hermoza, W.; Veiga, R.; Franques-Faixa, J.; Gil, W & García, J., et al. (2009) - Impacto de las estructuras pre-cretácicas en el entrampamiento de hidrocarburos de la Cuenca Marañon. En: Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, 10, Cartagena de Indias, 2009. *Memorias*. Bogotá: Asociación Colombiana de Geólogos y Geofísicos del Petróleo, 7 p.

Hillebrandt, A.v. (1981) - Kontinentalverschiebung und die paläozoogeographischen Beziehungen des südamerikanischen Lias. *Geologische Rundschau*, 70(2): 570-582.

Huaicane, S. (2001) - Geología y proyecto de exploraciones del manto Florcita – Amazonas. Tesis Ing. Geólogo, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, 64 p.

Jaillard, E.; & Soler, P. (1996) - Cretaceous to early Paleogene tectonic evolution of the northern Central Andes (0-18°S) and its relations to geodynamics. *Tectonophysics*, 259(1-3): 41-53.

Jaillard, E., Hérail, G., Monfret, T., Díaz-Martínez, E.; Baby, P., et al. (2000) - Tectonic evolution of the Andes of Ecuador, Peru, Bolivia and northernmost Chile. En: Cordani, U.G.; Milani, E.J.; Thomaz Filho, A. & Campos, D.A., eds. *Tectonic evolution of South America*. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, p. 481-559.

James, D.E. (1971) - Andean crustal and upper mantle structure, *Journal of Geophysical Research*, 76(14): 3246-3271.

Jaworski, E. (1922) - Die marine Trias in Südamerika. En: Steinmann, G., ed. Beiträge zur Geologie und

Paläontologie von Südamerika. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, Beil. Bd. 47: 93-200.

Jenks, W.F. (1951) - Triassic to Tertiary stratigraphy near Cerro de Pasco, Peru. *Geological Society of America Bulletin*, 62(2): 203-220.

Kummel, B. (1946) - Estratigrafía de la región de Santa Clara, Ucayali. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (19): 133-144.

López, J.C. (1997) - *Estudio sedimentológico y estratigráfico de la secuencia silicoclástica del Cretáceo inferior entre la Cordillera Oriental y Faja Subandina en el Norte del Perú*. Tesis. Ing. Geólogo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 208 p.

Loughman D.L. & Hallam, A. (1982) - A facies analysis of the Pucara Group (Norian to Toarcian carbonates, organic-rich shale and phosphate) of central and northern Peru. *Sedimentary Geology*, 32(3): 161-194.

Manrique, A. (2007) - Prospecto de zinc Florcita, un ejemplo de MVT dentro del Grupo Pucará. Geología, Revista informativa del Capítulo de Ingeniería Geológica – CD Lima, 2(3): 21-22.

McLaughlin, D.H. (1924) - Geology and physiography of the Peruvian Cordillera. Departments of Junin and Lima. *Geological Society of America Bulletin,* 35(3): 591-632.

McLaughlin, D.H. (1925) - Notas sobre la geología y fisiografía de los Andes Peruanos en los departamentos de Lima y Junín. *Informaciones y Memorias Sociedad de Ingenieros del Perú*, 27(2): 69-107.

Mégard, F.; Dalmayrac, B.; Laubacher, G.; Marocco, R.; Martinez, C., et al. (1971) - La chaine hercynienne au Pérou et en Bolivie; premiers résultats. *Cahiers O.R.S.T.O.M. Série Géologie*, 3(1): 5-44.

Mégard, F. (1968) - Geología del cuadrángulo de Huancayo. *Servicio de Geología y Minería, Boletín* 18, 123 p.

Mégard, F. (1978) - *Étude géologique des Andes du Pérou Central, contribution a l'étude géologique des Andes N 1*. Paris: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, 310 p. Mémoires ORSTOM, 86.

Mégard, F. (1979). Estudio geológico de los Andes del Perú Central. *INGEMMET, Boletín, Serie D: Estudios Especiales*, 8, 227 p.

Miškovíc, A.; Spikings, R.A.; Chew, D.M.; Košler, J.; Ulianov, A. & Schaltegger, U. (2009) - Tectonomagmatic evolution of Western Amazonia: geochemical characterization and zircon U-Pb geochronologic constraints from the Peruvian Eastern Cordilleran granitoids. *Geological Society of America Bulletin*, 121(9-10): 1298-1324.

Morán, R. & Fyfe, D. (1933) - Geología de la región del Bajo Pachitea. *Boletín Oficial Dirección de Minas e Industrias*, 12(41): 43-54.

Mourier, T. (1988) - *La transition entre Andes marginales et Andes cordilleraines a ophiolites: évolution sédimentaire, magmatique et structurale du relais de Huancabamba: 3° à 8° Lat. S; Nord Pérou-Sud Equateur*. Thése Docteur, Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, 301 p.

Müller, H & Aliaga, E. (1981) - *Estudio bioestratigráfico del Cretáceo de la cuenca Marañón*, informe inédito. Lima: Petroperú y Cooperación Técnica Peruano Alemana, 57 p.

Naeser, C.W.; Crochet, J.Y.; Jaillard, E.; Laubacher, G.; Mourier, T. & Sigé, B. (1991) - Tertiary fission-track ages from the Bagua syncline (northern Peru): stratigraphic and tectonic implications. *Journal of South American Earth Sciences*, 4(1-2): 61-71.

Newell, N.D.; Chronic, J. & Roberts, T.G. (1953) - *Upper Paleozoic of Peru*. New York: Geological Society of America, 276 p. Memoir 58.

Ogg, J.G. (2004) - Status of divisions of the International Geologic Time Scale. *Lethaia*, 37(2): 183-199. DOI:10.1080/0024116041000649

Prinz, P. (1985) - Stratigraphie und ammonitenfauna der Pucara-Gruppe (Obertrias-Unterjura) von nord-Peru. *Palaeontographica Abteilung A*, 188(4-6): 153-197.

Reid, C.J. (2001) - *Stratigraphy and mineralization of the Bongara MVT zinc-lead district, northern Peru*. Thesis MSc, University of Toronto, Toronto, 187 p.

Reitsma, M.; Schaltegger, U.; Spikings, R.A.; Winkler, W. & Carlotto, V. (2010) - Constraining the age of the Mitu Group, south-east Peru: U-Pb ages of detrital and igneous zircons (CD-ROM). En: Congreso Peruano de Geología, 15, Cusco, 2010. *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 963-966.

Reyes, L. (1980) - Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 31, 75 p.

Robert, E. (2002).- *La transgression albienne dans le Bassin Andin (Pérou): Biostratigraphie, Paléontologie (ammonites) et Stratigraphie séquentielle*. Thèse Docteur, Université Paul Sabatier, Toulouse, 380 p., Strata 38.

Rodríguez, R. & Cueva, E. (2010) - Fallas Permo-triásicas en la región de Chachapoyas. Controles para exploración de yacimientos de minerales e hidrocarburos (CD-ROM). En: Congreso Peruano de Geología, 15, Cusco, 2010. *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 805-809.

Romeuf, N. (1994). – Volcanisme jurassique et métamorphisme en Ëquateur et au Pérou: caractéristiques pétrographiques, minéralogiques et géochimiques - implications géodynamiques. Thése Docteur, Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille, 487 p.

Romeuf, N.; Aguirre, L.; Soler, P.; Féraud, G.; Jaillard, E. & Ruffet, G. (1995) – Middle Jurassic volcanism in the Northern and Central Andes. *Revista Geológica de Chile*, 22(2): 245-259.

Rosas, S.; Fontboté, L. & Tankard, A.J. (2007) - Tectonic evolution and paleogeography of the Mesozoic Pucará basin, central Peru. *Journal of South American Earth Sciences*, 24(1):1-24.

Sánchez, A. (1995) - Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 56, 287 p.

Sánchez A.; Carrasco, S.; Galdós, J. & Lipa, V. (2006) - *Geología del batolito Gollón – Buldibuyo, informe final*, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 188 p. (Disponible en A.T. Ingemmet A6139).

Schaltegger, U.; Chew, D.M. & Miskovíc, A. (2006) - Neoproterozoic to Early Mesozoic evolution of the western Gondwana margin: evidence from the Eastern Cordillera of Peru. En: Congreso Peruano de Geología, 13, Lima, 2006. *Resúmenes Extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 316-319.

Schaltegger, U.; Schoene, B.; Bartolini, A. & Guex, J. (2008) - U-Pb zircon age determinations on volcanic ash beds in the Pucara Formation (Utcubamba Valley): a precise age for the Triassic-Jurassic and the Hettangian-Sinemurian boundaries (CD-ROM). En: Congreso Peruano de Geología, 14 & Congreso Latinoamericano de Geología, 13, Lima, 2008. *Resúmenes*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 6 p.

Silberling N. J., Grant – Mackie J. A., and Nichols K.M. (1997) - The late Triassic bivalve Monotis in accreted terranes of Alaska. *U.S. Geological Survey Bulletin*, 2151, 21 p.

Singewald, J.T. (1927) - Pongo de Manseriche. *Geological Society of America Bulletin*, 38(3): 479-492.

Steinmann, G. (1929) - *Geologie von Peru*. Heidelberg: Carl Winters, 448 p.

Steinmann, G. (1930) - *Geología del Perú*. Heidelberg: Carl Winters Universitatsbuchhandlung, 448 p.

Tafur, I. (1950) - *Nota preliminar de la geología del valle de Cajamarca, Perú (una contribución a la geología peruana)*. Tesis doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 56 p.

Vargas, A. (1975) - *Informe de las actividades desarrolladas en el proyecto prospección por oro, durante el primer trimestre 1975*, informe inédito. Lima: Instituto de Geología y Minería, 2 p. (disponible en A.T. Ingemmet A0347)

Weaver, C.E. (1942) - A general summary of the Mesozoic of South America and Central America. En: American Scientific Congress, 8, Washington, 1940. *Proceedings*. Washington D.C.: Department of State, v. 4, p. 149-193.

Williams M.D. (1949) - Depósitos terciarios continentales del valle del Alto Amazonas. En: Sociedad Geológica del Perú, *Volumen Jubilar XXV Aniversario*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, pt. II, fasc. 5, 15 p.

Wilson, J.J. (1963) - Cretaceous stratigraphy of Central Andes of Peru. *Bulletin American Association of Petroleum Geologists*, 47(1):1-34.

Wilson, J.J. & Reyes, L. (1964) - Geología del cuadrángulo de Pataz. *Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín* 9, 91 p.

Wilson, J.J. (1984) - Geología de los cuadrángulos de Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Celendín, Pacasmayo y Chepén. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional,* 38, 104 p.

Zegarra, J. & Olaechea, J. (1970) - Observaciones geológicas del Cretáceo marino en el nororiente peruano. En: Congreso Latinoamericano de Geología, 1, Lima, 1970. *Resúmenes*. Lima: [s.e.], p. 261.

ANEXOS

APÉNDICE PALEONTOLÓGICO
CUADRÁNGULO DE CHACHAPOYAS

Determinado por Elvis A. Sánchez Chimpay

Phyllum Mollusca CUVIER, 1795
Clase Bivalvia LINNAEUS, 1758
Orden Pterioida NEWELL, 1965
Familia Monotidae P. FISCHER, 1887
Género Monotis BRONN, 1830
Subgénero Pacimonotis GRANT-MACKIE & SILBERLING, 1990
Especie tipo (por designación original):*Monotis subcírcularis* GABB, 1864
Monotis (*Pacimonotis*) *subcircularis* GABB, 1864
(Lámina I, Fig. 1)
INGEMMET 6481

Material: Valva derecha; altura= 55 mm; longitud= 75 mm. Se encontró en calizas grises masivas en buen estado de conservación, conjuntamente con fragmentos de valvas del género en toda la muestra.

Descripción: A pesar de que solo se conservan moldes aplanados externos o internos de muestras, este tipo de bivalvo es inconfundible por sus características: la oreja posterior y sus costillas radiales (Silberling et al., 1997). Se describirá la muestra casi completa que representa el molde externo de la valva derecha, de forma subcircular, con radio de curvatura parecido a las márgenes ventral, anterior y posterior. Tiene borde posterior levemente elongado, valva semiconvexa, umbo poco prominente y ubicado en el tercio anterior. Su valva presenta costillas radiales primarias y secundarias, las cuales se bifurcan a la altura de la región umbonal. Posee visibles estrías concéntricas que se hacen densas en parte lateral y ventral.

Bioestratigrafía: La especie corresponde a la Magnafacie II (Geyer, 1979). Tiene sedimentos de plataforma del Triásico superior-Jurásico inferior. Es un fósil característico e indicativo del Noriano superior, de la zona paleontológica *Sagentites quinquepunctatus* (Gallet et al., 2007), y de la Formación Chambará del Grupo Pucará.

A nivel continental, se encuentra en Colombia (región de Tolima-Hulla), en la Formación Payando (Noriano- Retiano), Canadá, California, Oregon; Nevada, Alaska y Chile. Se registró la presencia del bivalvo «*Monotis (Pacimonotis)* aff. *subcircularis* Gabb» en el extremo suroriental de la isla de Patranca, en el archipiélago Chonos, Aisen (Fang et al., 1998).

Subclase Ammonoidea ZITTEL, 1884
Orden Ammonitida AGASSIZ, 1847
Suborden Ammonitina HYATT, 1874
Superfamilia Psiloceraraceae HYATT, 1889
Familia Arietitidae HYATT, 1874
Subfamilia Arietitinae HYATT, 1874
Género Vermiceras HYATT, 1889
Especie tipo Ammonite *spirarissimus* QUENSTEDT, 1852; SD SPATH, 1924
Vermiceras stübeli (TILMANN)
(Lámina II, Fig. 2)
INGEMMET 6480

Material: Diámetro total=? ; Diámetro umbilical= 33 mm; altura de la última espira= 10 mm. En el fragmento del molde externo de esta especie, se pueden observar claramente tres vueltas de la espira. Se encuentra en una arenisca calcárea.

Descripción: Se observa que las costillas son rectas, delgadas y con espaciamiento de 3 mm. No se observan tubérculos ni marcas de la quilla.

Bioestratigrafía: Pertenece a la parte superior de la zona de *Arietites bucklandi,* a la parte inferior de la zona de *Arnioceras semicostatum* (Ogg, 2004) y a la parte superior del Sinemuriano inferior. Fue encontrado en la Formación Aramachay.

Subclase Ammonoidea ZITTEL, 1884
Orden Ammonitida AGASSIZ, 1847
Suborden Ammonitina HYATT, 1874
Superfamilia Psiloceraraceae HYATT, 1889
Familia Arietitidae HYATT, 1874
Subfamilia Arietitinae HYATT, 1874
Género Coroniceras HYATT, 1867
Especie Ammonite tipo Kridion ZIETEN, 1830; SD BONARELLI, 1900 (ICZN, opinión 324)
Coroniceras brevidorsale (QUENSTEDT)
(Lámina I, Fig. 3)
INGEMMET 6479

Material: Diámetro total= 35 mm; diámetro umbilical= 20 mm; altura de la última espira= 5mm. Se encontró fragmento del fósil casi completo en regular estado de conservación y en limoarcillitas.

Descripción: Es una concha evoluta. Presenta costillaje tosco, recto, subcuadrado y con ligera concavidad. Se puede observar que, en la última espira, las costillas tienden a inclinarse hacia delante, espaciadas por un promedio de 2 mm.

Bioestratigrafía: Pertenece a la parte superior de la zona de *Arietites bucklandi* (Ogg, 2004). Cronoestratigráficamente, se indica el Sinemuriano inferior. Se encontró en las rocas de la Formación Aramachay.

Clase Cephalopoda LEACH, 1817
Subclase Ammonoidea ZITTEL, 1884
Orden Ammonitida AGASSIZ, 1847
Suborden Ammonitina HYATT, 1874
Superfamilia Psiloceraraceae HYATT, 1889
Familia Arietitidae HYATT, 1874
Género Arnioceras HYATT, 1867
Especie tipo Ammonite cuneiforme (ICZN, Opinión 307) (= *Arnioceras* SPATH, 1924)
Arnioceras ceratitoides (QUENSTENT)
(Lámina I, Fig. 4)
INGEMMET 6478

Material: Diámetro total= 50 mm; diámetro umbilical= 25 mm; altura de la última espira= 10 mm. El fragmento de la concha se encontró en limoarcillas, con un buen estado de conservación.

Descripción: El fragmento fósil es el molde interno. Presenta cinco vueltas en las cuales se observa que las costillas son rectas y bastante espaciadas. Presenta surcos ligeramente profundos. Las costillas son notoriamente curvas hacia la abertura de la concha. No se observan tubérculos, pero sí el molde de la quilla.

Bioestratigrafía: Pertenece a la parte superior de la zona de *Arietites bucklandi,* a la parte inferior de la zona de *Arnioceras semicostatum* (Ogg, 2004) y a la parte superior del Sinemuriano inferior. La especie fue encontrada en la Formación Aramachay.

Clase Bivalvia LINNÉ, 1758
Subclase Ammonoidea ZITTEL, 1884
Orden Pterioida NEWELL, 1965
Suborden Pteriina NEWELL, 1965
Superfamilia Pectinacea RAFINESQUE, 1815
Familia Pectinidae RAFINESQUE, 1815
Género Weyla J. BÖHM, 1922
Especie tipo Bivalvo *Pecten alatus* VON BUCH, 1835
Leptochontria aff. *L. tingensis* (TILMANN)
(Lámina II, Fig. 3)
INGEMMET 6477

Material: Altura= 31 mm; longitud= 30 mm. Se encuentra en buen estado de conservación y en areniscas calcáreas.

Descripción: Es un ejemplar casi completo, pequeño, corresponde al molde interno, de la valva derecha. Tiene forma subcircular, borde ventral redondeado, borde dorsal con aurículas poco fragmentadas. La valva casi plana, con costillas gruesas y achatadas.

Bioestratigrafía: Se encuentra en el Liásico (Jurásico inferior). Se recolectó asociada con los ammonites de la Formación Aramachay.

Subclase Ammonoidea ZITTEL, 1884
Orden Ammonitida AGASSIZ, 1847
Suborden Ammonitina HYATT, 1874
Superfamilia Psiloceraraceae HYATT, 1889
Familia Psiloceratidae HYATT, 1867
Subfamilia Psiloceratinae HYATT, 1874
Género Psiloceras HYATT, 1867
Especie tipo Ammonite *Planorbis* SOWERBY, 1824 SD SPATH, 1924 (ICZN Opinión 324) [=*Psiloceraticeras* QUENSTEDT, 1889]
Psiloceras cf. *P.planorbis* (SOWERBY)
(Lámina I, Fig. 2)
INGEMMET 6475

Material: Diámetro total= 20 mm; diámetro de umbilical= 10 mm; altura de la última espira=5 mm. Se encuentra en areniscas calcáreas en un estado de conservación regular.

Descripción: La muestra corresponde al molde interno fósil. Es evoluto, liso y posee la zona ventral redondeada. Se puede observar con cuatro vueltas espirales. No se nota presencia de la quilla ni de las suturas. Tampoco se observan costillas, aunque la especie posee costillas simples y gruesas.

Bioestratigrafía: Pertenece a la zona de *Psiloceras planorbis* del Hettangiano. Este género se ha reportado en el Perú en las formaciones Aramachay y Tambo María.

Clase Cephalopoda LEACH, 1817
Orden Ammonoidea ZITTEL, 1884
Suborden Ammonitina HYATT, 1889
Superfamilia Pulchelliaceae DOUVILLÉ, 1890
Familia Engonoceratidae HYATT, 1900
Género Glottoceras HYATT, 1875
Especie tipo Amonite *Buchiceras* (*Glottocetas*) *attenuatum* HYATT, 1875
Glottoceras raimondii (LISSÓN, 1908)
(Lámina IV, Figs. 1 y 2)
INGEMMET 6483

Material: Diámetro total= 145 mm; diámetro umbilical= 80 mm; altura de la última espira= 45 mm. Se encuentra en calizas grises verdosas. La muestra se encuentra en buen estado de conservación.

Descripción: La concha es discoidal. El ombligo es muy estrecho y profundo. Se desarrolla una pared curva e inclinada. Posee sección trapezoidal, tubérculos ventro laterales. También, se pueden observar las suturas características de la especie.

Bioestratigrafía: El *Glottoceras Raimondii* se asocia como afín al *Glottoceras attenuatum* en su localidad tipo. Esta especie es el índice de la zona de *Glottoceras Raimondi*, la cual se encuentra en el Albiano y fue creada por Benavides, (1956).

Clase Cephalopoda LEACH, 1817
Orden Amomonoidea ZITTEL, 1884
Suborden Ammonitina HYATT, 1889
Superfamilia Pulchelliacea DOUVILLÉ, 1890
Familia Engonoceratidae HYATT, 1900
Género Parengonoceras SPATH, 1924
Especie tipo Ammonite *Parengonoceras ebrayi* DELORIOL, 1882
Parengonoceras duartei (ETAYO SERNA, 1979)
(Lámina III, Fig. 1)
INGEMMET 6482

Material: Diámetro total = ?; diámetro umbilical = ?; altura de la última espira= 65 mm. Es un fragmento de fósil que muestra únicamente la última vuelta de la concha. A esta especie se la encontró en calizas grises.

Descripción: El *Parengonoceras duartei* se caracteriza por la alta variabilidad de su ornamentación durante la ontogenia (Robert, 2001). Presenta una zona ventral lisa con ausencia de killa y con tubérculos laterales muy fuertes y sobresalientes, característica típica de esta especie. Presenta sección transversal redondeada.

Bioestratigrafía: Estratigráficamente, se ubica en la subzona de intervalo *Parengonoceras ebrayi*, biohorizonte al *L. pseudolyelli*, del Albiano inferior parte superior. Se recolecta en las rocas de la Formación Chulec.

Clase Cephalopoda
Orden Ammonoidea ZITTEL, 1884
Suborden Ammonitina HYATT, 1889
Superfamilia Pulchelliaceae DOUVILLÉ, 1890
Familia Engonoceratidae HYATT, 1900
Género Glottoceras HYATT, 1875
Especie tipo Ammonite *Buchiceras* (*Glottocetas*) *attenuatum* HYATT, 1875
Glottoceras attenuatum (HYATT)
[Lámina IV; Figs. 1, 2 (a) y (b)]
INGEMMET 6482-1

Material: Diámetro total= 60 mm; diámetro umbilical= 35 mm; altura de la última vuelta= 25 mm. De molde interno completo. Se encuentra en calizas color gris.

Descripción: Uno de los rasgos más importantes de esta muestra son las suturas y los tubérculos ventrolaterales muy notorios en la parte ventral y umbilical. También, presenta costillas bifurcadas; no se ven marcas de killa. Es una muestra moderadamente involuta. La sutura presenta lóbulos dentados y sillas bífidas. Presenta sección transversal subrectangular.

Bioestratigrafía: La especie es característica del Albiano inferior parte superior. Pertenece a la fauna recolectada de la Formación Chulec.

Clase Bivalvia LINNAEUS, 1758
Orden Pterioida NEWELL, 1965
Suborden Ostreina FÉRUSSAC, 1822
Superfamilia Ostreacea RAFINESQUE, 1815
Familia Gryphaeidae VYALOV, 1936
Género Exogyra SAY, 1820
Especie tipo Bivalvo *Exogyra costata* SAY, 1820
Exogyra minos COQUAND
(Lámina X, Fig. 3)
INGEMMET 6482-2

Material: Valva izquierda; altura= 45 mm; longitud= 40 mm. Es de molde interno completo, en calizas grises masivas. Son varias muestras de tamaños diversos en las incompletas.

Descripción: Es de molde, de regular tamaño. Presenta valva izquierda convexa, con el umbo curvado hacia atrás, de forma alongada y amplia en el borde ventral.

Bioestratigrafía: El rango de edad de aparición de la especie es del Albiano inferior a medio. Se recolectó asociada a los ammonites de la Formación Chulec.

Phyllum Echinodermata BOGIÉRE, 1971
Orden Holectypoida DUNCAN, 1889
Familia Holectypidae LAMBERT, 1899
Género Holectypus DESOR, 1842
Especie tipo Equinodermo *Discoidea depressa* AGASSIZ, 1839
(= *Echinites depressus* LESKE, 1778)
Holectypus planatus ROEMER
(Lámina V, Fig. 2)
INGEMMET 6482-3

Material: Diámetro = 40 mm, altura= 15 mm. La muestra se encuentra en un mal estado de conservación y deformada; sin embargo, se pueden observar los rasgos típicos de la especie.

Descripción: Es de contorno cíclico y débilmente pentagonal, con forma cónica muy baja. Los ambulacros corren regularmente en forma radial. No se pueden observar más características.

Bioestratigrafía: Su edad se encuentra en el rango del Jurásico inferior (Pliensbachiano)- Cretácico superior (Senoniano). Se recolectó en la Formación Chulec.

Clase Bivalvia LINNAEUS, 1758
Subclase Anomalodesmata DALL, 1889
Orden Pholadomyoida NEWELL, 1965
Superfamilia Poromyacea DALL, 1886
Familia Poromyidae DALL, 1886
Género Liophista MEEK, 1884
Liophista aff. *L. gigantea* SOWERBY
(Lámina VIII, Fig. 1)
INGEMMET 6482-4

Material: Altura de la valva derecha= 75 mm; longitud= 105 mm. Es de molde interno completo en buen estado de conservación. Se encontró en calizas verdosas amarillentas.

Descripción: Es un ejemplar grande que muestra el molde interno de las dos valvas ligeramente deformadas y convexas. Es simétrica e inequilateral. Presenta región umbonal también convexa, con umbo inclinado hacia delante, enfrente del cual se ubica la lúnula profunda de forma elíptica. El escudete está fragmentado. Presenta borde dorsal anterior corto y con fuerte inclinación, borde dorsal posterior poco alargado casi horizontal y borde ventral plano, dando una forma general del fósil de redondeada a cuadrada. No se observan otros detalles.

Bioestratigrafía: Esta especie aparece en el Necomoniano y continúa hasta el Cenomaniano. Se encontró en la Formación Chulec del Albiano.

Clase Bivalvia LINNAEUS, 1758
Subclase Pteriomorphia BEURLEN, 1944
Orden Arcoida STOLICZKA, 1871
Superfamilia Arcacea LAMARCK, 1809
Familia Cucullaeidae STEWART, 1930
Género Cucullaea LAMARCK, 1801
Cucullaea maresi COQUAND
(Lámina XI, Fig. 1)
INGEMMET 6482-5

Material: Valva derecha= 40 mm; longitud= 45 mm. Es de molde interno completo en buen estado de conservación. Se encontró, en calizas verdosas amarillentas, una sola muestra.

Descripción: La muestra está constituida por moldes internos, concha mediana, equivalva e inequilateral, borde anterior más corto que el posterior. Presenta contorno pentagonal, con ángulos redondeados a excepción del borde dorsal que es puntiagudo. El mayor espesor queda en la mitad superior de la altura, siendo angostos los bordes anterior, posterior y ventral. Además, presenta impresión muscular anterior pequeña y redondeada con respecto a la posterior que es grande. La superficie del molde interno presenta una débil e irregular escultura radial. También, se observan finas estrías de crecimiento radial en el borde ventral. El borde dorsal puntiagudo presenta una ligera y amplia excavación rellenada de sedimento que revela una charnela gruesa.

Bioestratigrafía: El rango de edad es Albiano-Coniaciano. Se encontró asociada a la fauna del Albiano inferior de la Formación Chulec.

Clase Bivalvia LINNAEUS, 1758
Subclase Pteriomorphia BEURLEN, 1944
Orden Mytilodia FÉRUSSAC, 1822
Superfamilia Mytilacea RAFINESQUE, 1815
Familia Mytilidae RAFINESQUE, 1815
Subfamila Modiolinae KEEN, 1958
Género Modiolus LAMARCK, 1799
Modiola aff. *M.pongana* (RICHARDS)
(Lámina V, Fig. 3)
INGEMMET 6482-6

Material: Altura de la valva= 25 mm; longitud= 60 mm. La muestra está en un mal estado de conservación. Se encontró en calizas verdosas amarillentas.

Descripción: Es de molde interno, fragmentado de la valva derecha, poco convexa. Presenta región umbonal y umbo fragmentado. La valva se encuentra ornamentada por gruesas líneas de crecimiento concéntricas y muy espaciadas, entre las cuales se ubican otras líneas muy finas y tenues. Es de forma alargada.

Bioestratigrafía: El género se encuentra en el Devónico y continúa hasta la época reciente. Esta especie se encontró en la Formación Chulec del Albiano**.**

Suborden Ammonitina HYATT, 1889
Superfamilia Pulchelliaceae DOUVILLÉ, 1890
Familia Engonoceratidae HYATT, 1900
Género Glottoceras HYATT, 1875
Especie tipo Ammonite *Buchiceras* (*Glottocetas*) *attenuatum* HYATT, 1875
Glottoceras Crassicostatum (SOMMERMEIR, 1910)
(Lámina VI, Fig. I (a) y (b))
INGEMMET 6474

Material: Diámetro total= 160 mm; diámetro umbilical= 95 mm; altura de la última vuelta= 70 mm. El ammonite se encuentra casi completo, en regular estado de conservación. Se han examinado dos especies. La muestra está en calizas color gris verdosas.

Descripción: Es un fósil que posee un desarrollo evoluto de su concha. Tiene una sección rectangular o subrectangular. La zona periumbilical desarrolla una sección más amplia. Se pueden observar costillas laterales con tubérculos que se pierden cerca del ombligo y de las suturas características de la especie.

Bioestratigrafía: Esta especie es característica de las biohorizontes de *Parengonoceras ebrayi* y *Lyelliceras. Pseudolyelli* (biozona de *Glottoceras raimondii*), del Albiano inferior parte superior. Esta especie se ha localizado en el Perú, en las formaciones Chulec, Chonta y Pariatambo.

Phyllum Echinodermata BOGIÉRE, 1971
Clase Echinoidea LESKE, 1778
Orden Hemicidaroida BEURLEN, 1937
Familia Pseufodiadematidae POMEL, 1883
Género Diplopodia M´COY, 1848
Especie tipo Equinodermo *Diplopodia pentgona*; OD [=? *Pseudoplopodia* VALLETE, 1906]
Diplopodia texanus ROEMER
(Lámina VII, Fig. I (a) y (b))
INGEMMET 6474-1

Material: Diámetro= 4,5 mm; espesor= 15 mm. La muestra está en regular estado de conservación y levemente deformada; sin embargo, se pueden observar características esenciales de la especie. Se encuentra en calizas gris verdosas.

Descripción: Posee simetría radial con forma almohadillada en el corte, verrugas fuertes y laguna del vértice pentangular.

Bioestratigrafía: Este equinodermo tiene un rango de edad que va desde el Albiano-Cenomaniano. Se han reportado las siguientes formaciones en el Perú: Mujarrón, Chulec, Arcurquina, Pariatambo, Inca y Celendín.

Clase Bivalvia LINNAEUS, 1758
Subclase Anomalodesmata DALL, 1889
Orden Pholadomyoida NEWELL, 1965
Superfamilia Poromyacea DALL, 1886
Familia Poromyidae DALL, 1886
Género Liopistha MEEK, 1884
Especie tipo Bivalvo [*Cardium elegantulum* ROEMER, 1852]
(=*L. elegantulata* VOKES, 1956)
Liopistha cf. *L. molli* (CONQUAND)
(Lámina IX, Fig. 3)
INGEMMET 6474-2

Material: Altura= 40 mm; longitud= 50 mm; espesor= 30 mm. La muestra se encuentra en calizas gris verdosas y en regular estado de conservación completa.

Descripción: Se encuentra de forma subtrigonal y asimétrica. Se pueden apreciar las dos valvas, con bordes laterales fragmentados, y umbos convexos y pequeños que se inclinan hacia delante. Esta especie está ornamentada con líneas de crecimiento concéntricas bien marcadas.

Bioestratigrafía: Esta especie se encuentra registrada en las formaciones Chulec, Chonta y Pariatambo, y en el Grupo Pulluicana. El género tiene un rango de edad del Aptiano hasta el Coniaciano.

Clase Bivalvia LINNAEUS, 1758
Subclase Anomalodesmata DALL, 1889
Orden Pholadomyoida NEWELL, 1965
Superfamilia Poromyacea DALL, 1886
Familia Poromyidae DALL, 1886
Género Liophista MEEK, 1884
Especie tipo Bivalvo [*Cardium elegantulum* ROEMER, 1852]
(=*L. elegantulata* VOKES, 1956)
Liopistha cf. *L. ligerensis* (D´ORBIGNY)
(Lámina IX, Fig. 2)
INGEMMET 6474-3

Material: Altura= 25 mm; longitud= 40 mm; espesor= 15 mm. La muestra se encuentra en calizas gris verdosas, y en regular estado de conservación y completa.

Descripción: Se aprecian las dos valvas simétricas, umbos ubicados ligeramente hacia el borde, abultados en la parte media de las valvas, charnela casi recta y borde ventral recto.

Bioestratigrafía: Esta especie se encuentra registrada en las formaciones Chulec, Cajamarca y Pariatambo, y en el Grupo Pulluicana.

Clase Bivalvia LINNAEUS, 1758
Orden Venerioda H. ADAMS & A. ADAMS, 1856
Familia Cardiidae LAMARCK, 1809
Género Protocardia VON BEYRICH, 1845
Especie tipo Bivalvo *Cardium hillanum* SOWERBY, 1813
Protocardia cf. *P. hillana* (SOWERBY)
(Lámina XI, Fig. 2 (a) y (b))
INGEMMET 6474-4

Material: Altura= 50 mm; ancho= 43 mm; espesor= 25 mm. El fósil de una valva derecha se encuentra en buen estado de conservación, mientras que la izquierda está en mal estado. Se encuentra en calizas gris verdosas.

Descripción: Es de molde completo, forma subcuadrada y simétrica. No se pueden observar ornamentación o marcas de crecimiento en las valvas. Se aprecian impresiones musculares redondeadas.

Bioestratigrafía: Esta especie se encuentra en un rango de Albiano al Cenomaniano. Esta especie se ha reportado en las formaciones Chonta, Omate, Jumasha, Chulec, Calapuja, Pariatambo, Celendín y Esperanza, y en los grupos Pulluicana, Quilquiñán y Casma.

Phyllum Echinodermata BOGIÉRE, 1971
Clase Echinoidea LESKE, 1778
Orden Spatangoida CLAUS, 1876
Suborden Toxasterina A.G FISCHER, 1966
Familia Toxasteridae LAMBERT, 1920
Género Heteraster D´ORBIGNY, 1853
Especie tipo Equinodermo [=Enallaster D´ORBIGNY, 1853 (*Hemineustes grenovii* FORBES, 1852)]
Heteraster texanus (ROEMER, 1852)
Lámina X, Fig. 1)
INGEMMET 6474-5

Material: Altura= 25 mm; longitud= 22 mm; espesor= 15 mm. La muestra está en buen estado de conservación. Se encuentra en calizas gris verdosas.

Descripción: Es subcuadrada. Posee una ambrucula semipentagonal con poros que se alternan regularmente. La parte posterior es angosta.

Bioestratigrafía: Este equinodermo tiene un rango de edad que va desde el Albiano-Cenomaniano. Se encontró asociado a amonites correspondientes al Albiano inferior a medio de la Formación Chulec.

Clase Gastropoda, CUVIER, 1797
Orden Mesograstropoda J. THIELE, 1921
Superfamilia Buccinoidea RAFINESQUE, 1815
Familia Fasciolariide GRAY, 1853
Género Fusus BRUGUIERI, 1789
Especie tipo Gasterópodo *Murex colus* LINNAEUS, 1758
? Fusus aff. *F. assailyi* THOMAS & PERON
(Lámina VIII, Fig. 2)
INGEMMET 6474-6

Material: Altura= 55 mm; longitud= 30 mm. Se encontró en calizas gris verdosas.

Descripción: Es de molde completo y forma subcuadrada. No se puede observar ornamentación en la parte de los bordes laterales. Se aprecian impresiones musculares redondeadas.

Bioestratigrafía: Esta especie se encuentra en un rango del Albiano al Cenomaniano. La muestra se recolectó en rocas de la Formación Chonta.

Clase Gastropoda CUVIER, 1797
Orden Mesograstropoda J. THIELE, 1921
Familia Naticidae GUILDING, 1834
Género Natica SCOPOLI, 1777
Natica sp.
(Lámina VII, Fig. 2)
INGEMMET 6474-7

Material: Altura= 25 mm; longitud= 20 mm. Se encontró en calizas gris verdosas.

Descripción: Corresponde al molde interno y de forma grande. Presenta espira corta, fragmentada; y abertura redondeada. Se aprecian tres vueltas, línea de sutura acanalada, pero rellena con sedimentos, y vueltas poco convexas, dando un aspecto globular.

Bioestratigrafía: El género cronoestratigráficamente se encuentra en el Albiano medio. Fue encontrado como fauna asociada a los ammonites de la Formación Chulec.

Clase Bivalvia LINNAEUS, 1758
Orden Pterioida NEWELL, 1965
Suborden Pteriina NEWELL, 1965
Superfamilia Pectinacea RAFINESQUE, 1815
Familia Plicatulidae WATSON, 1930
Género Plicatula LAMARCK, 1801
Especie tipo Bivalvo *Spondylus plicatus* LINNAEUS, 1758, por subsecuente designación SCHIMIDT, 1818
Plicatula sp.
(Lámina X, Fig. 2)
INGEMMET 6474-8

Material: Valva derecha = 20 mm. Se encontraron los fragmentos en un estado de intermedio de conservación en las calizas gris verdosas de la Formación Chulec.

Descripción: Se encuentra un par de ejemplares que muestran estrías fuertemente concéntricas, las cuales contienen escamas o espinas radiales numerosas.

Bioestratigrafía: Esta especie se encuentra desde el Triásico medio-reciente. Fue recolectada asociada con ammonites de la Formación Chulec.

Paleoecología

Las secuencias triásicas encontradas en el cuadrángulo de Chachapoyas nos indican depósitos de plataforma con poco aporte de material detrítico. La fauna encontrada es el bivalvo *Monotis* (*Pacimonotis*) *subcircularis* GABB, que indica una edad Noriano en la Formación Chambará. Asimismo, el fósil indica un ambiente marino bentónico, con temperaturas de las aguas cálidas.

La fauna jurásica recolectada pertenece a los pisos del Hettangiano y Sinemuriano, donde se encontró presencia de los ammonites *Psiloceras* cf. *P. planorbis* (SOWERBY), *Coroniceras brevidorsale* (QUENSTEDT), *Arnioceras ceratitoides* (QUENSTEDT) y el bivalvo *Leptochontria* aff. *L. tingensis* (TILMANN). Esta presencia indica aguas someras, con clima cálido correspondiente a un ambiente nerítico, sublitoral, lo que permite decir que esta fauna corresponde a la Formación Aramachay.

En el Cretácico, fueron recolectados los siguientes ammonites: *Parengonoceras duartei* (ETAYO SERNA) *Glottoceras attenuatum* (HYATT), *Glottoceras crassicostatum* (SOMMERMEIR), *Glottoceras raimondii* (LISSON), los cuales indican una edad cronoestratigráfica del Albiano inferior a medio (Robert, 2001). Se encuentran asociados con faunas de bivalvos *Modiola* aff. *M. pongana* (RICHARDS), *Liophista* aff. *L. gigantea* SOWERBY, *Liophista* cf. *L. ligerensis* (D´ORBIGNY), *Liophista* cf. *L molli* (CONQUAND), *Plicatula* sp, *Exogyra minos* (CONQUAND), *Cucullanea maresi* CONQUAND, *Protocardia* aff. *P. hillana* (SOWERBY), los equinodermos *Holectypus planatus* ROEMER, *Heteraster texanus* ROEMER y los gasterópodos *Natica* sp, *?Fusus* aff. *F. assailyi* THOMAS & PERON. Esta fauna proviene de un ambiente marino somero conformado por sedimentos arenosos y calcáreos que corresponden a la Formación Chulec.

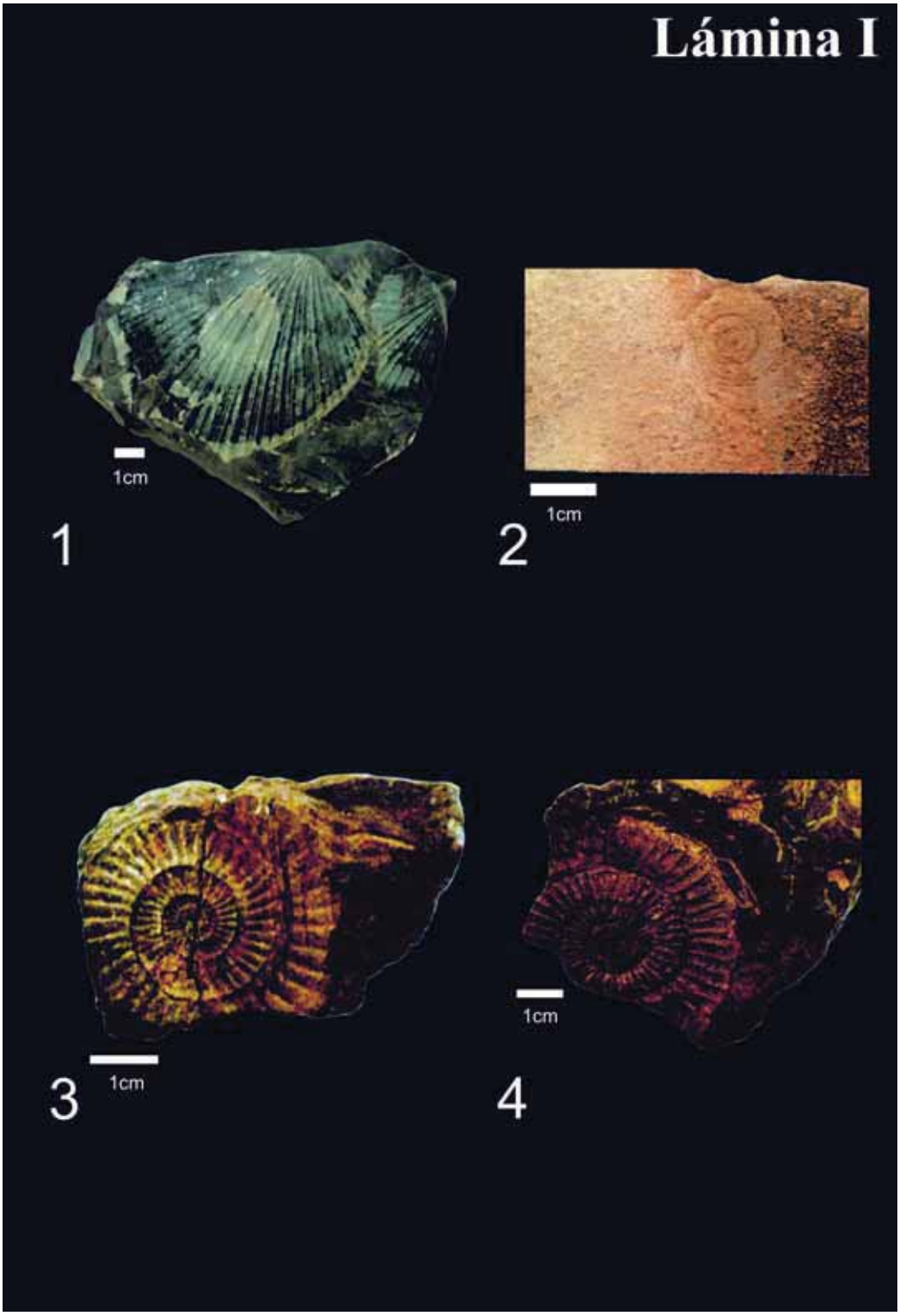


LÁMINA I

1. *Monotis* (*Pacimonotis*) *subcircularis* GABB-Formación Chambara, Noriano superior.
2. *Psiloceras* cf. *P. Planorbis* (SOWERBY)-Formación Aramachay, Hettangiano.
3. *Coroniceras brevidorsale* (QUENSTEDT)- Formación Aramachay, Sinemuriano; molde externo.
4. *Arnioceras ceratitoides* (QUENSTEDT)-Formación Aramachay, Sinemuriano; molde interno

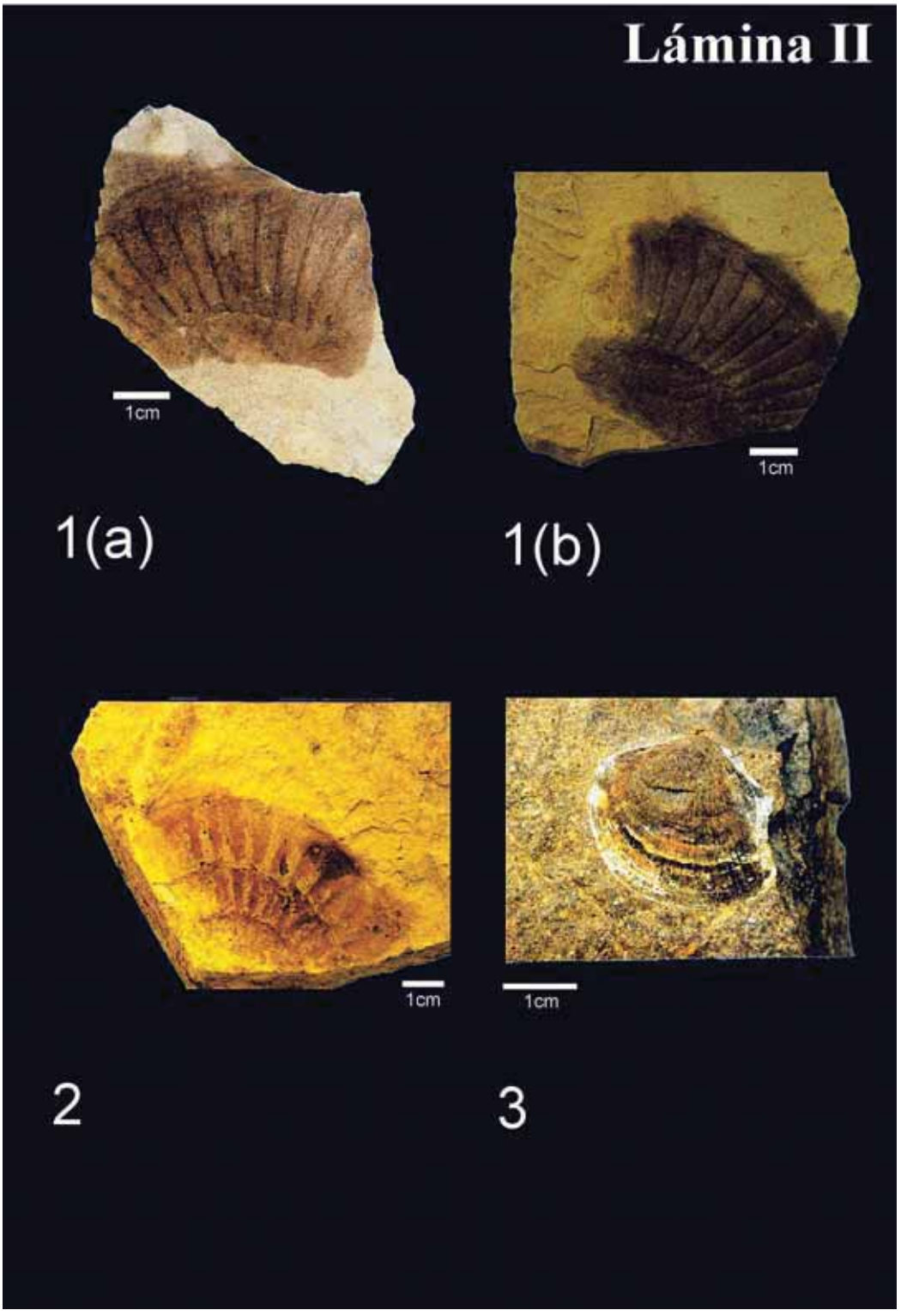


LÁMINA II

1. *Arnioceras ceratitoides* (QUENSTEDT)-Formación Aramachay, Sinemuriano; (a) molde interno y (b) molde externo.
2. *Vermiceras stübeli* (TILMANN)-Formación Aramachay, Sinemuriano; molde externo.
3. *Leptochontria* aff. L. *tingensis* (TILMANN) - Formación Aramachay, Sinemuriano.

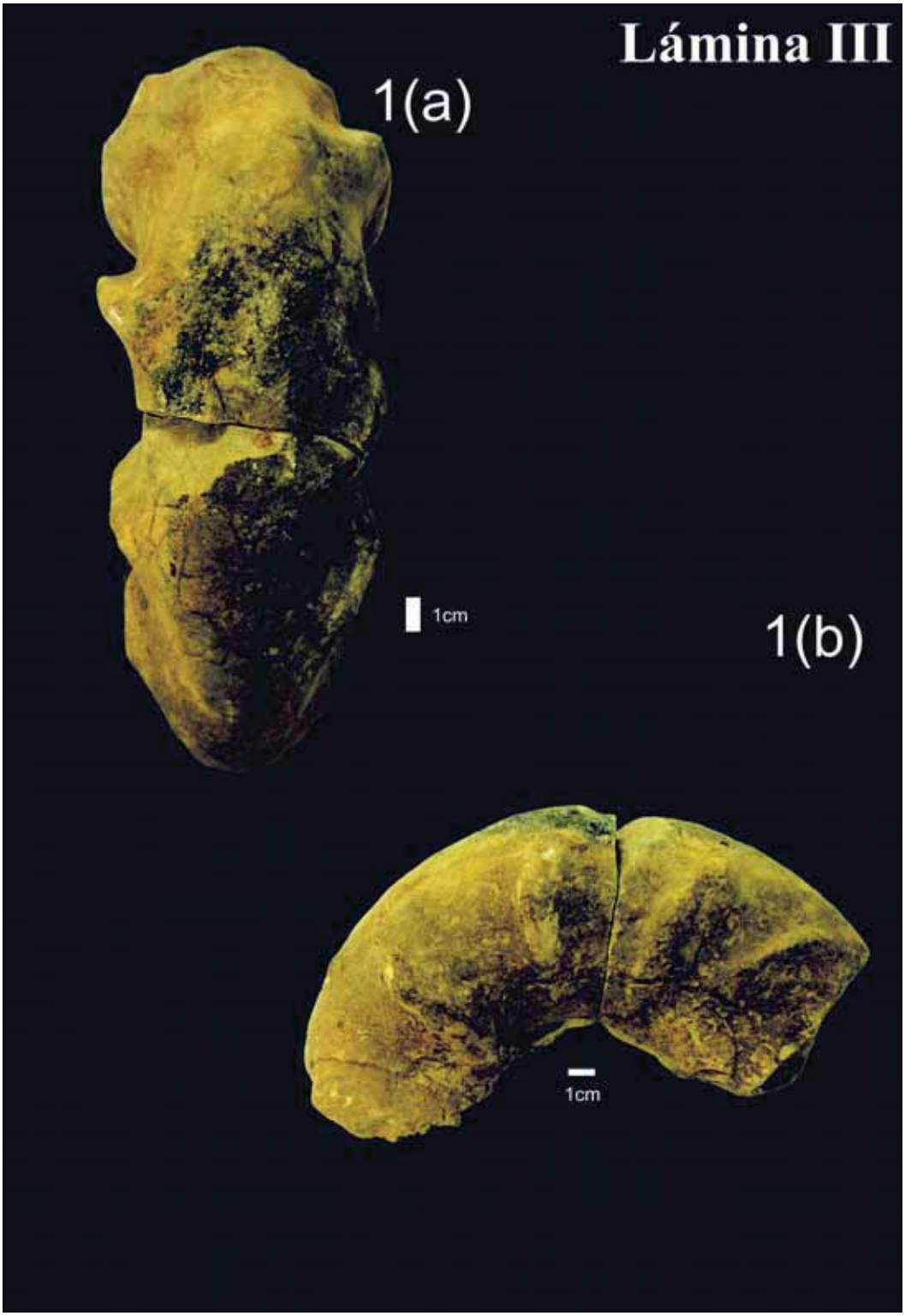


LÁMINA III

1. *Parengonoceras duartei* (ETAYO SERNA)-Formación Chulec, Albiano inferior parte superior; (a) vista frontal y (b) vista ventral.

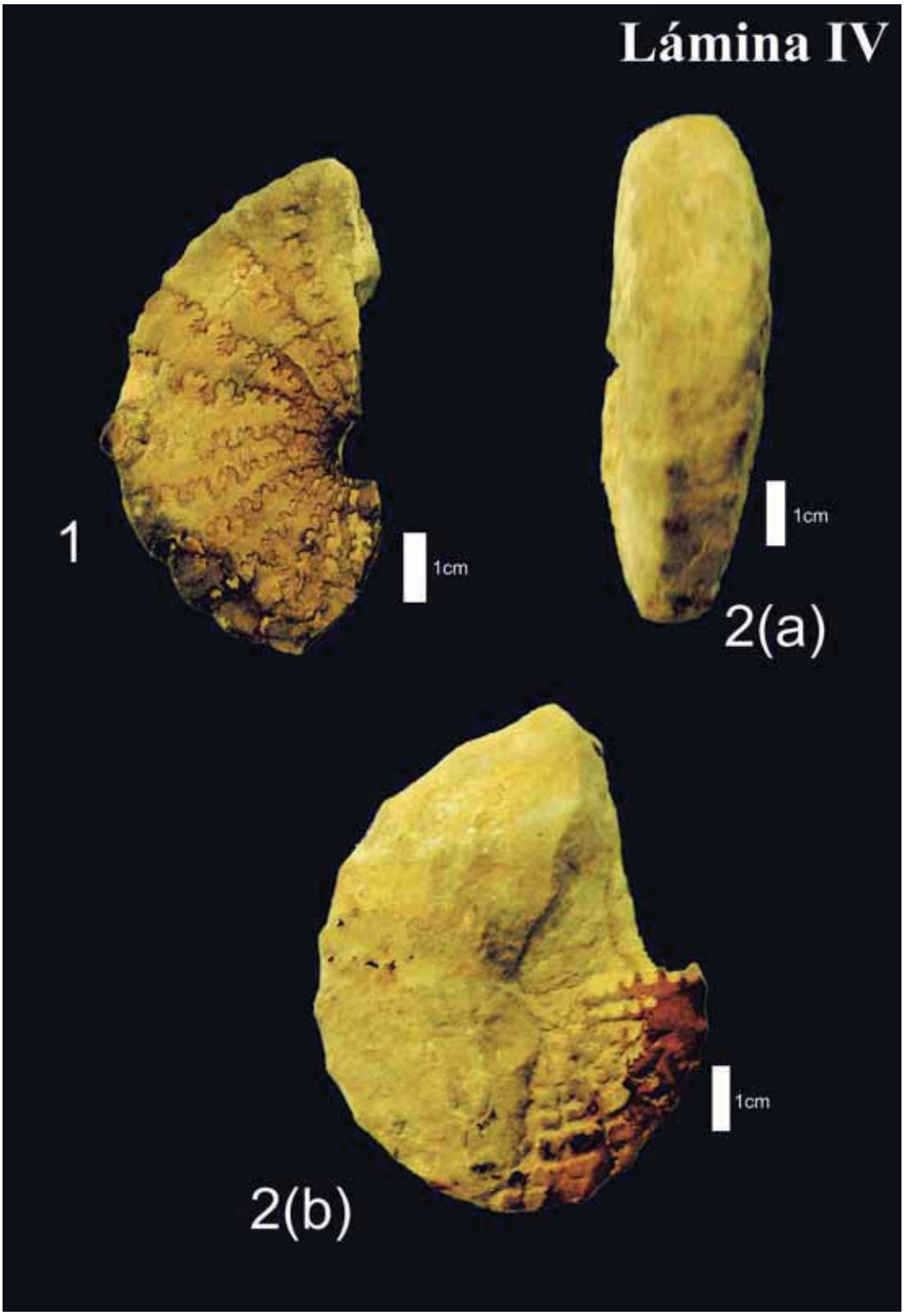


LÁMINA IV

1. *Glottoceras attenuatum* (HYATT)-Formación Chulec, Albiano inferior, parte superior; (a) vista frontal.
2. *Glottoceras attenuatum* (HYATT)-Formación Chulec, Albiano inferior, parte superior; (a) vista frontal y (b) vista ventral..

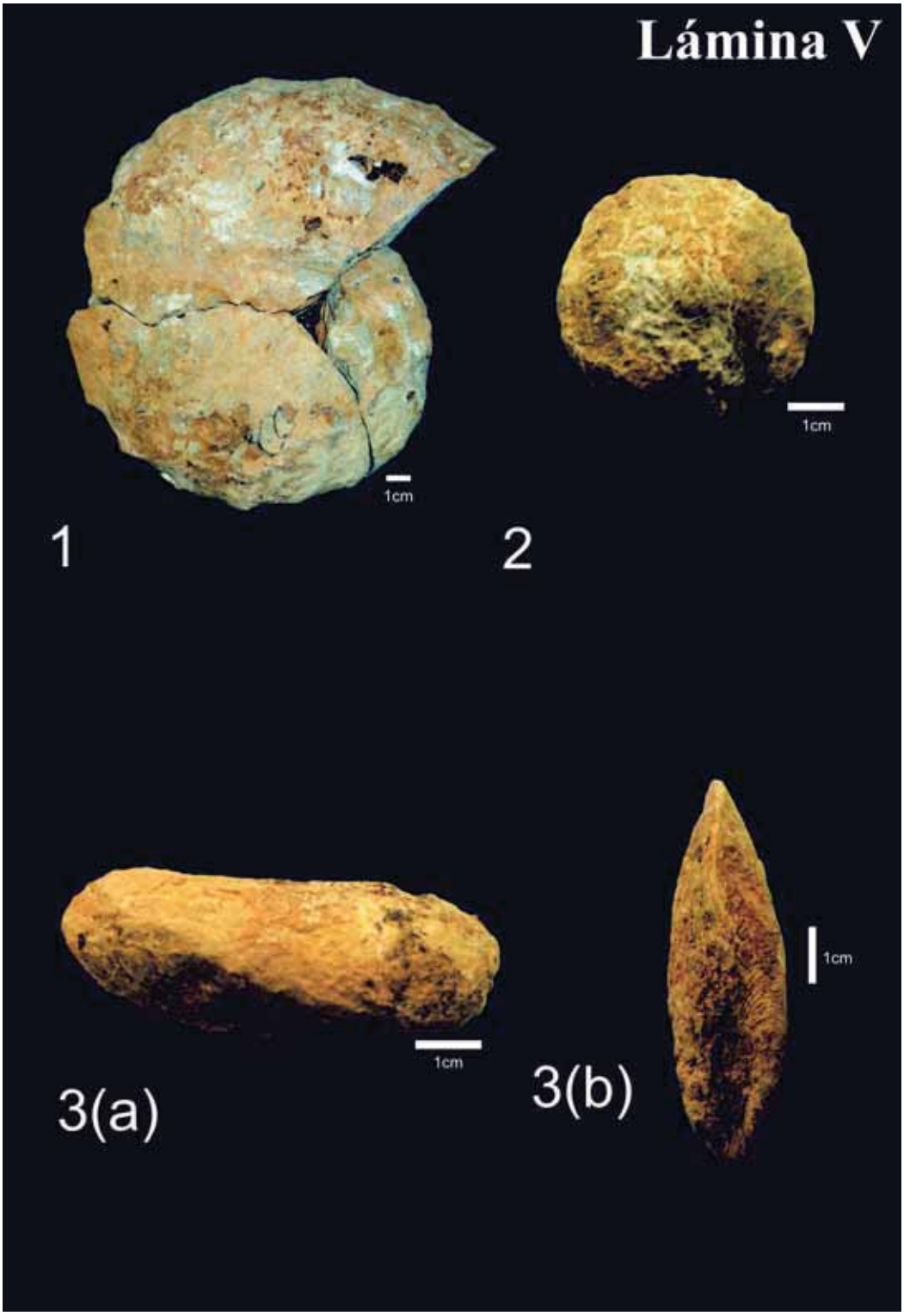


LÁMINA V

1. *Glottoceras raimondii* (LISSON)-Formación Chulec, Albiano inferior parte superior; (a) vista frontal.
2. *Holectypus planatus* ROEMER-Formación Chulec, Albiano inferior parte superior; vista apical.
3. *Modiola* aff. *M. pongana* (RICHARDS)- Formación Chulec, Albiano inferior parte superior; (a) valva derecha y (b) vista umbonal.

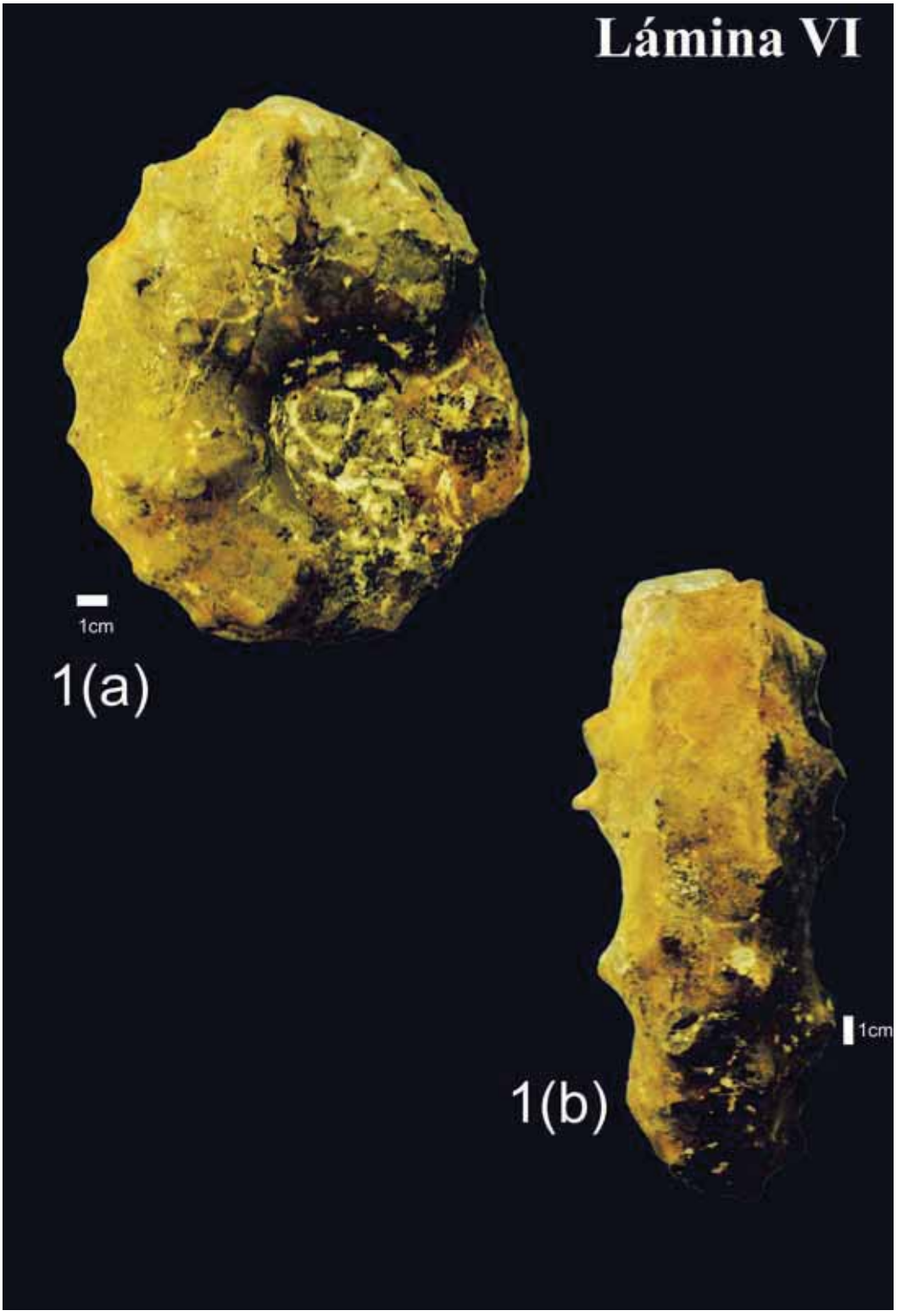


LÁMINA VI

1. *Glottoceras crassicostatum* (SOMMERMEIR)-Formación Chulec, Albiano inferior, parte superior-medio; (a) vista frontal y (b) vista ventral.

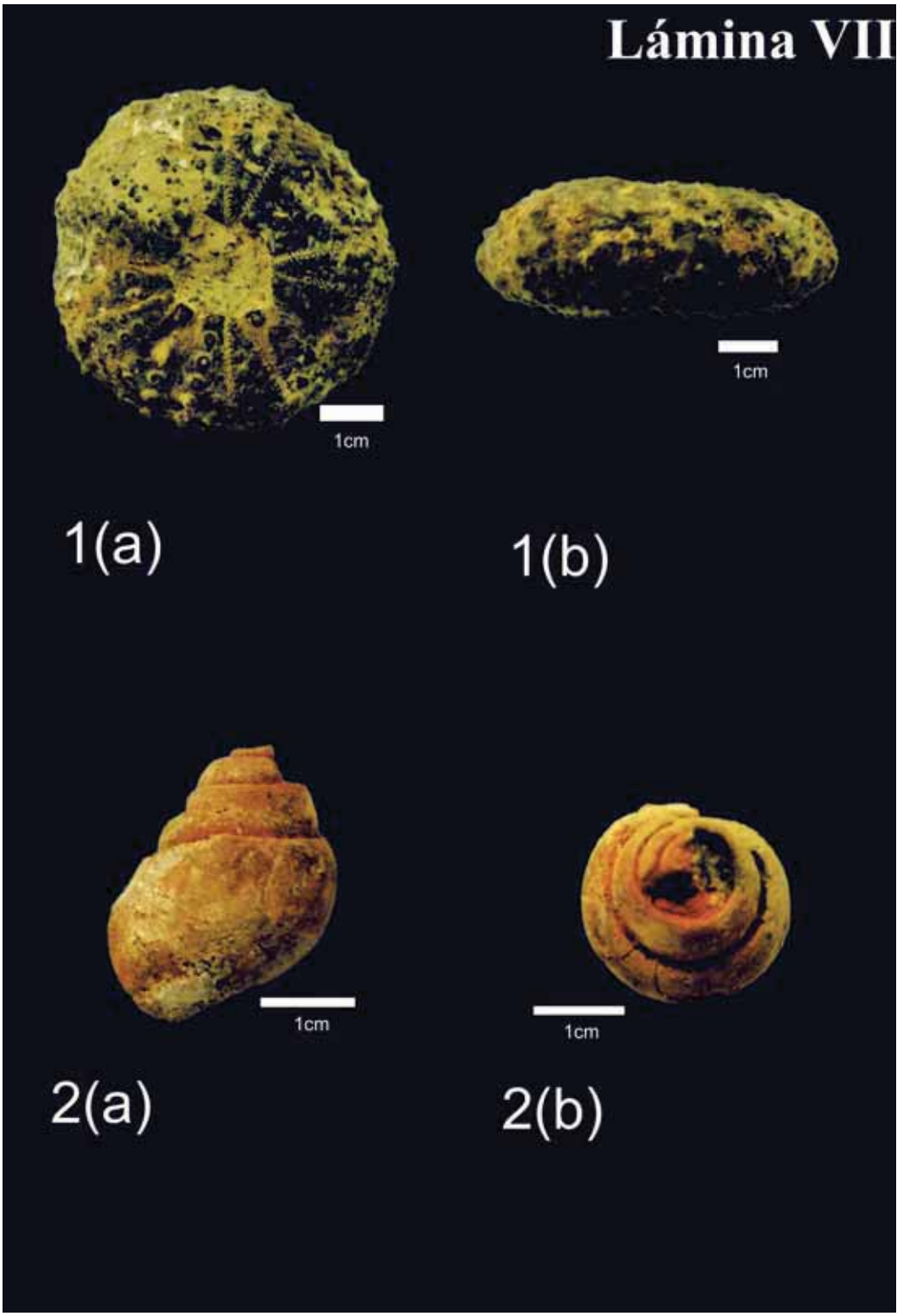


LÁMINA VII

1. *Diplopodia texanus* ROEMER-Formación Chulec, Albiano; (a) vista apical y (b) vista frontal.
2. *Natica* sp.- Formación Chulec, Albiano; (a) vista apical y (b) vista frontal.

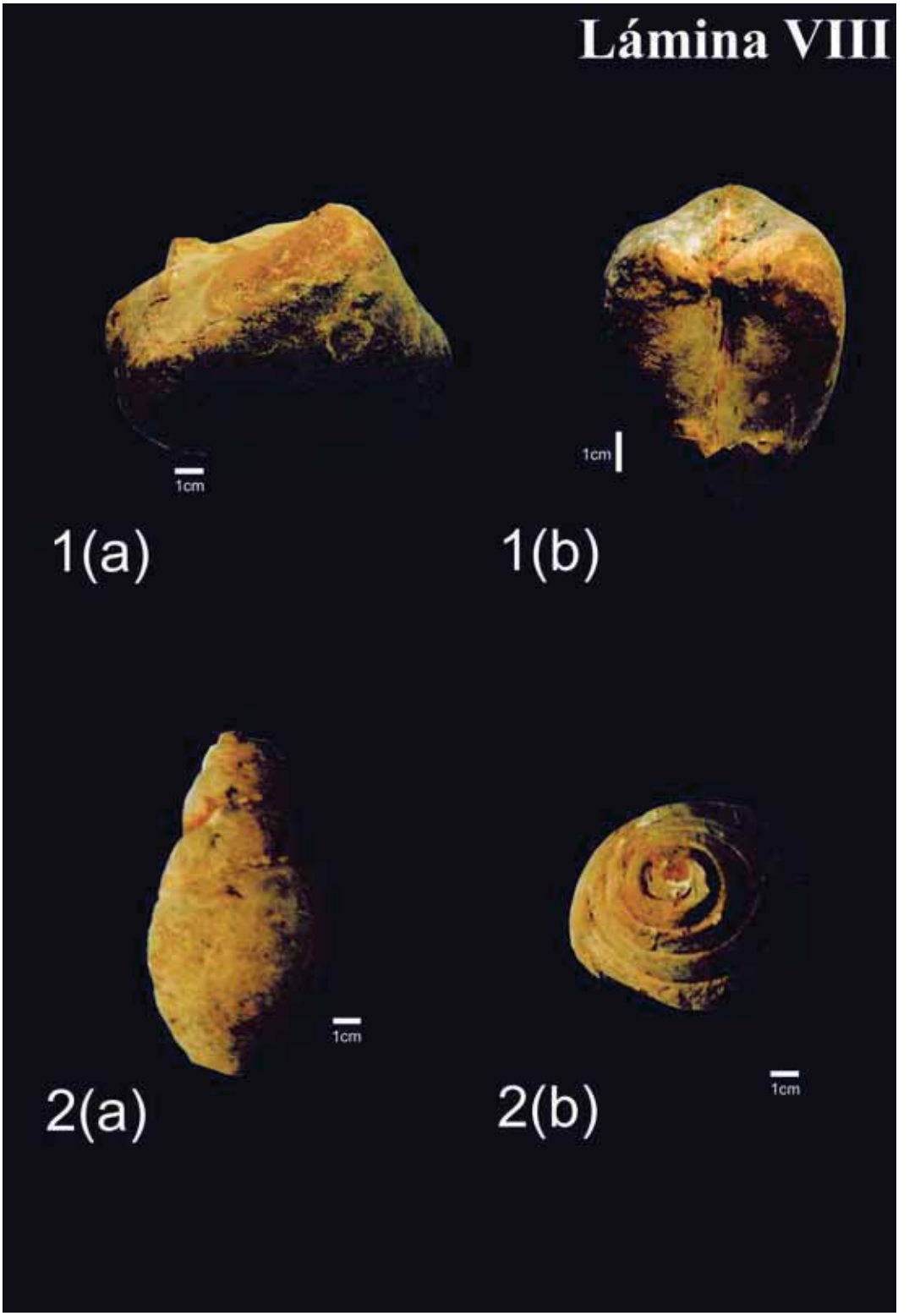


LÁMINA VIII

1. *Liophista* aff. *L. gigantea* SOWERBY-Formación Chulec, Albiano; (a) valva derecha y (b) vista umbonal.
2. ? *Fusus* aff. *F. assailyi* THOMAS y PERON-Formación Chulec, Albiano; (a) vista Frontal y (b) vista apical.

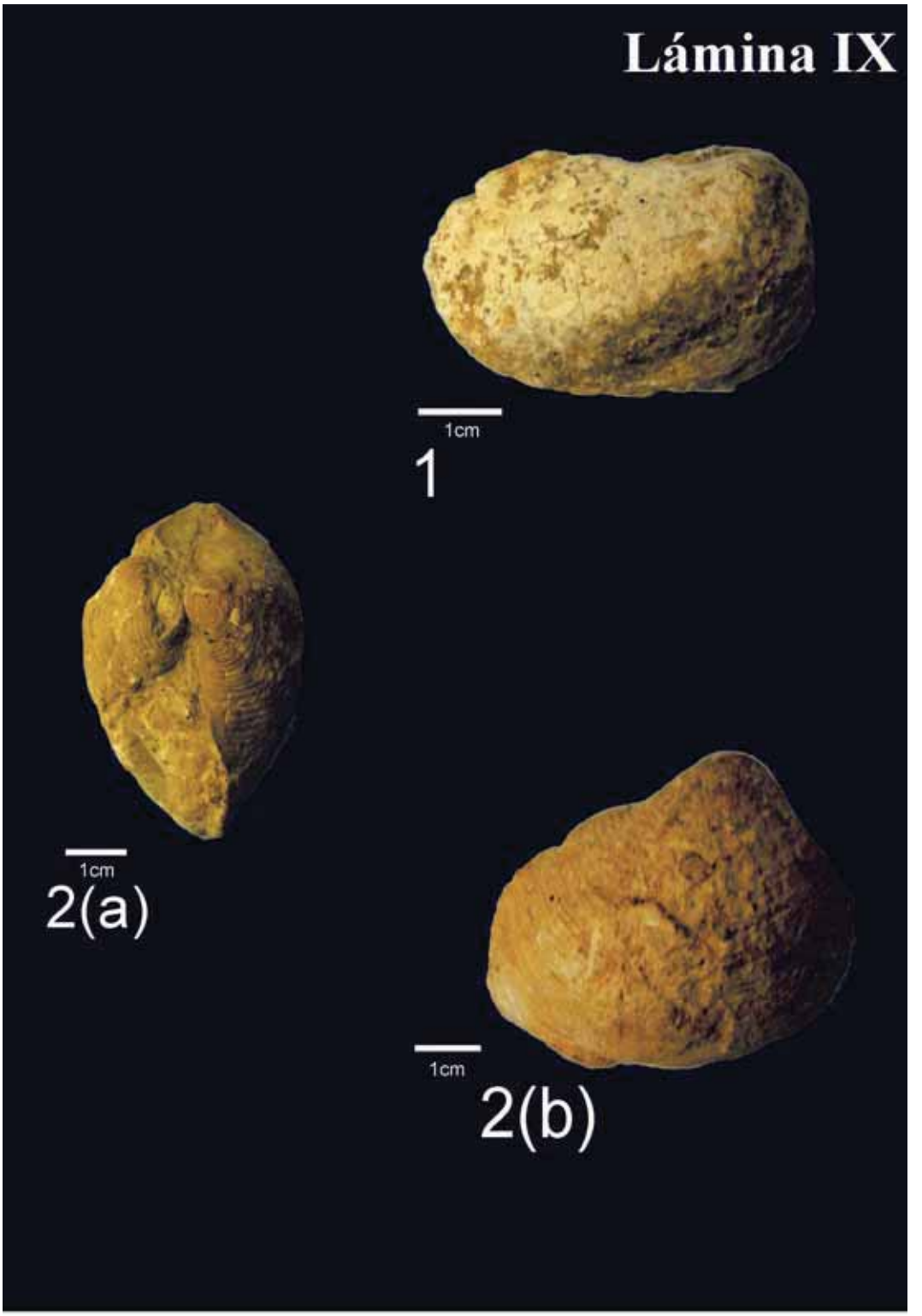


LÁMINA IX

1. *Liophista* cf. *L. ligerensis* (D´ORBIGNY)-Formación Chulec, Albiano; valva derecha.
2. *Liophista* cf. *L molli* (CONQUAND)-Formación Chulec, Albiano; (a) valva derecha y (b) vista umbonal.

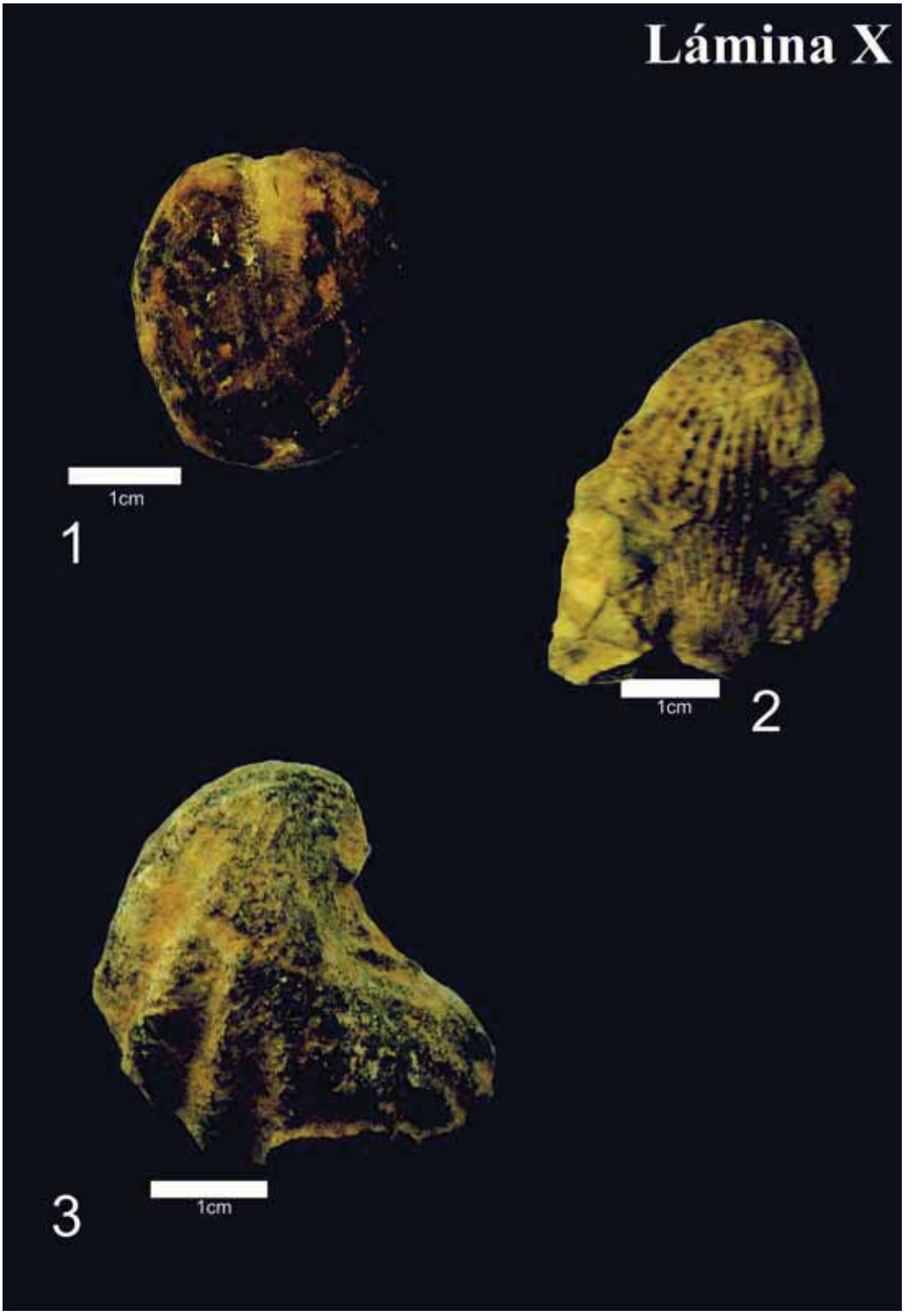


LÁMINA X

1. *xogyra minos* CONQUAND-Formación Chulec, Albiano; valva derecha.
2. *Heteraster texanus* (ROEMER)-Formación Chulec, Albiano; vista apical.
3. *Plicatula* sp.-Formación Chulec, Albiano.

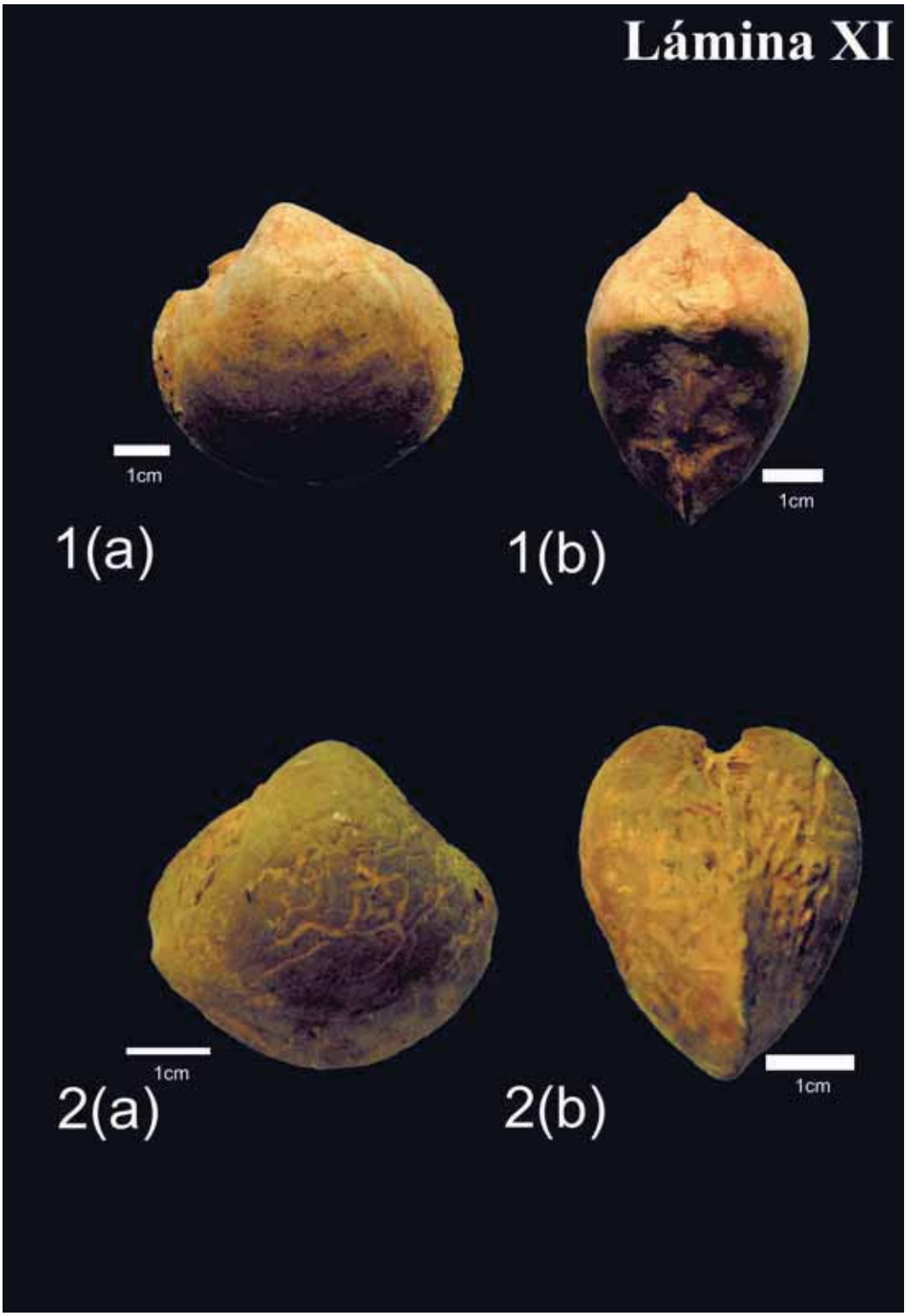


LÁMINA XI

1. *Cucullanea maresi* CONQUAND- Formación Chulec, Albiano; (a) valva derecha y (b) vista umbonal.
2. *Protocardia* aff. *P. hillana* (SOWERBY)-Formación Chulec, Albiano inferior, parte superior-medio; (a) valva derecha y (b) vista umbonal.

RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES

Mapas

Mapa Geológico del Cuadrángulo de Chachapoyas – Hoja 13-h-I; Escala 1:50 000.

Mapa Geológico del Cuadrángulo de Chachapoyas – Hoja 13-h-II; Escala 1:50 000.

Mapa Geológico del Cuadrángulo de Chachapoyas – Hoja 13-h-III; Escala 1:50 000.

Mapa Geológico del Cuadrángulo de Chachapoyas – Hoja 13-h-IV; Escala 1:50 000.

Figuras

Figura 1 Mapa de ubicación del cuadrángulo de Chachapoyas.

Figura 2 Subunidades geomorfológicas del cuadrángulo de Chachapoyas.

Figura 3 Mapa de dominios tectono-estratigráficos controlado por fallas regionales.

Figura 4 Cuadro estratigráfico del cuadrángulo de Chachapoyas (13-h).

Figura 5 Columna estratigráfica del Grupo Mitu en la carretera María-Shaski, dominio suroccidental.

Figura 6 Columna estratigráfica de los grupos Mitu y Pucará entre Tingo y la Cordillera de Yasgolga, dominio occidental.

Figura 7 Sección estratigráfica del Grupo Pucará en la carretera Chachapoyas-Levanto, dominio occidental.

Figura 8 Columna estratigráfica de las formaciones Aramachay, Corontachaca y Sarayaquillo, al sur de Vituya.

Figura 9 Sección estratigráfica del Grupo Goyllarisquizga, Formación Chulec y Grupo Pulluicana en Cáclic.

Figura 10 Columna estratigráfica de la Formación Sarayaquillo y el Grupo Oriente, entre Mariscal Benavides y San Antonio.

Figura 11 Columna estratigráfica de las formaciones Chonta, Vivian y de la Formación Yahuarango entre San Antonio y San José, carretera Rodríguez de Mendoza-Molinopampa.

Figura 12 Mapa morfoestructural del cuadrángulo de Chachapoyas.

Figura 13 Mapa estructural del cuadrángulo de Chachapoyas donde se muestran las ocurrencias minerales

Figura 14 Dominios tectono-estratigráficos del cuadrángulo de Chachapoyas.

Figura 15 Secciones esquemáticas de los dominios tectono-estratigráficas del cuadrángulo de Chachapoyas.

Figura 16 Secciones estructurales del cuadrángulo de Chachapoyas. Estas secciones pueden ser observadas también en los mapas geológicos a escala 1:50 000.

Figura 17 Mapa metalogenético regional (a la izquierda) y mapa metalogenético local (hacia la derecha).

Figura 18 Modelo esquemático de la dolomitización y la distribución de la mineralización Zn-Pb con respecto a las fallas y la paleogeografía de la cuenca Pucará en la región de Bogará. Tomado de Reid (2001).

Figura 19 Cuadro cronoestratigráfico, relacionado con eventos tectónicos, magmáticos y de mineralización del cuadrángulo de Chachapoyas.

Figura 20 Interpretación geodinámica del cuadrángulo de Chachapoyas.

Continuación de la figura 20.

Figura 21 Block diagrama del Carbonífero: Grupo Ambo y granitos, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

Figura 22 Block diagrama del Permo-Triásico inferior: Grupo Mitu, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

Figura 23 Block diagrama del Triásico superior: Formación Chambará, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

Figura 24 Block diagrama del Jurásico inferior: Formación Aramachay, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

Figura 25 Block diagrama del Jurásico medio-superior: formaciones Corontachaca y Sarayaquillo, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

Figura 26 Block diagrama del Jurásico medio-superior: grupos Goyllarisquizga y Oriente, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

Figura 27 Block diagrama del Aptiano-Albiano: formaciones Chulec, Pulluyiana y Chonta, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

Figura 28 Block diagrama del Neógeno: cuenca Inguilpata, en el cuadrángulo de Chachapoyas (sin escala).

Figura 29 Mapa de unidades litológicas que presentan calizas.

Figura 30 Mapa de afloramientos de las unidades litológicas que contienen areniscas cuarzosas.

Figura 31 Mapa de afloramientos de rocas, minerales industriales y depósitos cuaternarios.

Figura 32 Mapa de sitios geoarqueológicos, geoturísticos y de interés geológico del cuadrángulo de Chachapoyas.

Figura 33 Esquema de los problemas y propuesta de conservación de la fortaleza de Kuélap: a) fortaleza sin daños, b) saturación del suelo, que origina el pandeamiento de los muros, c) colapso del muro por el empuje lateral de saturación de agua y d) propuestas para mejorar la conservación de los muros.

Tablas

Tabla 1 Cuadro de resultados geoquímicos de cinco muestras obtenidas en la mina Florcita, por Sánchez (1995)

Tabla 2 Características litológicas de las unidades geológicas respecto a sus aplicaciones para la evaluación

Tabla 3 Localización y espeleometría de Parjugsha (Tomado de Couturaud, 2006)

Fotografías

Foto 1 Al fondo se observa la Cordillera de Yasgolga controlada por la actividad de las fallas Chachapoyas y Soloco. Vista tomada al sur desde Sonche.

Foto 2 Meseta estructural de Luya cortada en el fondo de la foto por el valle del río Utcubamba.

Foto 3 Valles cañón con sus laderas verticales e inaccesibles. Valle del río Utcubamba.

Foto 4 Valle intracordillerano en la carretera Chachapoyas-Molinopampa. Vista tomada al oeste.

Foto 5 Flanco oeste del valle sinclinal de la laguna Huamanpata. Se observa que la pendiente de la ladera adopta el buzamiento de los estratos y que, en el fondo del valle, se encuentran depósitos recientes. Vista tomada al sureste.

Foto 6 Pizarra de la Formación Macno en la carretera Tingo-Kuélap.

Foto 7 Calizas grises con niveles de 3 cm de areniscas gris rojas pertenecientes al Grupo Ambo en la Cordillera de Yasgolga del dominio occidental.

Foto 8 Areniscas grises en estratos de 0.20 m a 0.50 m del Grupo Ambo en la Cordillera de Yasgolga, dominio occidental.

Foto 9 Lutitas negras del Grupo Ambo en la quebrada Papayacu.

Foto 10 Vista panorámica de las areniscas del Grupo Mitu en la carretera María-Shaski, dominio suroccidental (vista tomada al oeste).

Foto 11 Areniscas laminadas del Grupo Mitu en la Cordillera de Yasgolga, dominio occidental.

Foto 12 El Grupo Pucará en la margen izquierda del río Utcubamba (vista tomada al norte).

Foto 13 Calizas gris azuladas de la Formación Chambará afectadas por fallas, carretera Chachapoyas-Pedro Ruiz (vista tomada al norte).

Foto 14 Pliegues que afectan a las calizas de la Formación Chambará, carretera Chachapoyas-Pedro Ruiz (vista tomada al noroeste).

Foto 15 *Monotissubcircularis* del Noriano, encontrado entre Cáclic y Tingorbamba.

Foto 16 Limos de la Formación Aramachay con presencia de ammonites del Hettangiano, en las cercanías de Cheto, dominio occidental.

Foto 17 Calizas bituminosas en estratos delgados con nódulos y fósiles. Alrededores de Cocachimba, dominio central.

Foto 18 a) Conglomerado con clastos redondeados de caliza, b) ammonites *Crucilobicerassp*. en la matriz, c) *monotis* en los clastos. Carretera Tingo-Kuélap en el dominio occidental.

Foto 19 Ammonite del Sinemuriano identificado como *Vermicerasstübeli* (TILMANN), encontrado en Cocachimba, dominio central.

Foto 20 Vista panorámica de la Formación Condorsinga infrayaciendo al Grupo Goyllarisquizga, al oeste de La Jalca Grande (vista tomada al oeste).

Foto 21 Calizas masivas grises en estratos tabulares de la Formación Condorsinga.

Foto 22 Vista panorámica de la discordancia angular entre la Formación Aramachay y la Formación Corontachaca, al sur de Vituya, en el rio Yurucmarca (vista tomada al norte).

Foto 23 Brechas calcáreas monomícticas con clastos juntos y soportados en la matriz calcárea de la Formación Corontachaca, en Vituya.

Foto 24 Brechas calcáreas correspondientes a la base de la Formación Corontachaca en posición casi vertical, al sur de Vituya.

Foto 25 Areniscas intercaladas con limoarcillitas de la Formación Corontachaca. Se observan olistolitos (carretera San Juan de Sonche-Vituya).

Foto 26 Contacto entre la Formación Sarayaquillo y el Grupo Goyllarisquizga entre La Colpa y Pipus en el dominio central (vista tomada al este)

Foto 27 Areniscas finas rojas intercaladas con lutitas rojas de la Formación Sarayaquillo en el cerro El Morro, dominio nororiental.

Foto 28 Areniscas finas laminadas de la Formación Sarayaquillo en la carretera Pipus-La Colpa.

Foto 29 Limoarcillitas intercaladas con areniscas de la Formación Sarayaquillo en la carretera Pipus-La Colpa, en el dominio central.

Foto 30 Areniscas finas con lutitas y limoarcillitas con fallas normales sinsedimentarias dentro de la Formación Sarayaquillo, en la carretera Pipus-La Colpa, en el dominio central.

Foto 31 Vista panorámica del Grupo Goyllarisquizgasobreyaciendo en discordancia angular a las formaciones Aramachay y Corontachaca en los alrededores de Cocachimba, dominio central.

Foto 32 Areniscas cuarzosas de grano grueso con laminación oblicua del Grupo Goyllarisquizga, al norte de Cáclic, dominio central.

Foto 33 Afloramiento de areniscas cuarzosas blancas del Grupo Goyllarisquizga, las cuales presentan, generalmente, laminación oblicua.

Foto 34 Vista panorámica del Grupo Oriente en el cerro El Morro (vista tomada al sureste).

Foto 35 Vista del contacto estratigráfico en ligera discordancia erosional entre el Grupo Oriente y la Formación Sarayaquillo, norte de la laguna Cochachonga.

Foto 36 El Grupo Oriente sobreyaciendo a la Formación Sarayaquillo, noreste de Longar (vista tomada al noreste).

Foto 37 El Grupo Oriente compuesto por areniscas cuarzosas intercaladas con secuencias de lutitas negras, en la carretera Rodríguez de Mendoza-Molinopampa.

Foto 38 Areniscas cuarzosas deleznables del Grupo Oriente. Carretera Rodríguez de Mendoza-Molinopampa.

Foto 39 Intercalación de calizas y lutitas verdosas de la Formación Chulec, en la carretera Chachapoyas-Cáclic.

Foto 40 Calizas margosas con ammonites de la Formación Chulec, en Cáclic.

Foto 41 Ammonite identificado como *Glottoceras crassinodosum,* encontrado en las calizas de la Formación Chulec, en los alrededores de Chachapoyas.

Foto 42 El Grupo Pulluicana que sobreyace a la Formación Chulec. Se observan pliegues sin sedimentarios que afectan a las calizas del Grupo Pulluicana (vista tomada hacia al sur, desde la fortaleza de Kuélap).

Foto 43 Vista panorámica del Grupo Pulluicana que sobreyace a la Formación Chulec, en la margen izquierda del río Utcubamba (vista tomada al noroeste).

Foto 44 Areniscas finas gris blanquecinas laminadas de la base de la Formación Chonta, en la carretera Molinopampa-Granada.

Foto 45 Intercalación de calizas y lutitas gris verdosas de la Formación Chonta, en la carretera Molinopampa-Granada.

Foto 46 Areniscas blanquecinas cuarzosas con laminaciones horizontales y laminación oblicua de bajo ángulo dentro de la Formación Chonta, en la carretera Molinopampa-Granada.

Foto 47 Lutitas grises a negras con restos de plantas intercaladas con niveles de calizas nodulosas que pertenecen a la Formación Chonta, en la carretera Molinopampa-Granada.

Foto 48 Calizas grises masivas de la Formación Chonta, en la carretera Molinopampa-Granada.

Foto 49 Pelecípodo encontrado dentro del miembro San José de la Formación Chonta, en la carretera Molinopampa-Rodríguez de Mendoza. Este fósil es indicador del Albiano-Turoniano.

Foto 50 Vista panorámica de la Formación Vivian que sobreyace a la Formación Chonta e infrayace a la Formación Yahuarango, en el sinclinal de Huamampata al noreste de San José (vista tomada al sureste).

Foto 51 Areniscas rojas intercaladas con limoarcillitas rojas de la Formación Yahuarango, al noreste de San José.

Foto 52 Areniscas finas cuarzo feldespáticas con laminaciones de la Formación Yahuarango, al noreste de San José.

Foto 53 Afloramiento de la Formación Inguilpata, al sur de Luya. Se observan conglomerados, areniscas deleznables y niveles de areniscas tobáceas.

Foto 54 Afloramiento de la Formación Inguilpata, en la carretera Chachapoyas-Molinopampa. Se observan areniscas con bloques de arenisca cuarzosa que provienen de la erosión del Grupo Goyllarisquizga.

Foto 55 Conglomerados polimícticos con niveles de areniscas de la Formación Inguilpata, al este de Lámud.

Foto 56 Falla Kuélap en la carretera Tingo-Kuélap. Se observa el Grupo Ambo cabalgando sobre las calizas de la Formación Condorsinga del Grupo Pucará (vista tomada al suroeste).

Foto 57 Falla Chachapoyas en la quebrada Guitarrilla. Los grupos Ambo y Mitu cabalgando sobre la Formación Inguilpata (vista tomada al sur).

Foto 58 La falla Chachapoyas en la quebrada Tosán, sector de San Isidro. Se observa la Formación Aramachay cabalgando sobre el Grupo Goyllarisquizga (vista tomada hacia el oeste).

Foto 59 Detalle de la falla Chachapoyas en la carretera Chachapoyas-Tingo. Se observa el Grupo Pucará (Formación Aramachay) cabalgando sobre el Grupo Goyllarisquizga (vista tomada al este).

Foto 60 Falla Soloco, en el poblado del mismo nombre. Se observa el Grupo Pucará cabalgando sobre la Formación Corontachaca (vista tomada al sur).

Foto 61 Detalles de la falla Soloco, al suroeste de Cheto. Calizas brechadas del Grupo Pucará cabalgando sobre las areniscas rojas de la Formación Sarayaquillo (vista tomada hacia el suroeste).

Foto 62 Falla Soloco afectando a las calizas del Grupo Pucará. Se aprecia que las calizas están con manifestaciones de petróleo. Carretera Chachapoyas-Sonche.

Foto 63 Vista panorámica de la falla Paclas, al norte del poblado del mismo nombre. El Grupo Pucará cabalga sobre la Formación Chulec (vista tomada al norte).

Foto 64 Falla Paclas, en la margen izquierda del río Utcubamba. Se observa un pliegue de arrastre que afecta a la Formación Chulec que cabalga sobre la Formación Inguilpata (vista tomada al noroeste).

Foto 65 Vista panorámica de la falla Chontapampa en la quebrada Río Grande. La Formación Sarayaquillo y el Grupo Oriente cabalgan sobre la Formación Chulec (vista tomada al noreste).

Foto 66 (a) Vista del Proyecto Soloco. Àreas con alteración y oxidación en las calizas del Grupo Pucará y (b) socavón Renacimiento, atraviesa a la Formación Corontachaca.

Foto 67 Mineralización del prospecto Florcita, alojada dentro de las calizas de la Formación Condorsinga y el Grupo Goyllarisquizga.

Foto 68 Ocurrencias de mineralización en la Formación Chonta, en los alrededores de Iscuchaca. (A) Pirita de grano fino y (B) fracturas rellenadas con sulfuros (pirita y arsenopirita).

Foto 69 Cantera de calizas del Grupo Pucará, ubicada en la margen derecha del río Utcubamba (coordenadas UTM: 179269E-9320816N). Esta cantera fue explotada para el lastrado de la carretera entre Pedro Ruiz y Chachapoyas (vista tomada hacia el noreste).

Foto 70 Cantera de calizas del Grupo Pucará, ubicada en la margen izquierda del río Sonche (coordenadas UTM: 189320E-9311166N). Esta cantera fue explotada para el lastrado de la carretera PipusMolinopampa (vista tomada al este).

Foto 71 Cantera de calizas en la Formación Chonta. Las características litológicas exigen utilizar chancadora (vista tomada hacia el suroeste). Esta cantera es explotada para el lastrado de carretera entre Pipus-Molinopampa (coordenadas UTM: 189320E-9311166N).

Foto 72 Cantera de calizas de la Formación Chonta. Esta cantera es explotada para la construcción de viviendas (coordenadas UTM: 191002E-9311020N).

Foto 73 Cantera de arenisca cuarzosa del Grupo Goyllarisquizga que puede ser usada para la construcción (coordenadas UTM: 221244E-9295212N).

Foto 74 Afloramiento de arenas y conglomerados de la Formación Inguilpata. Estos materiales son usados como material de relleno en las carreteras.

Foto 75 Arenas y conglomerados de la Formación Inguilpata. Son usados como material de relleno en las carreteras.

Foto 76 Acceso principal de la fortaleza de Kuélap. Se observa el colapso de la muralla sur, sobre las calizas de la Formación Pulluicana.

Foto 77 Construcciones circulares con techo cónico en la fortaleza de Kuélap que han sido afectadas por el empuje lateral del suelo.

Foto 78 Bloques de caliza labrados en la construcción de la fortaleza de Kuélap. Las figuras de animales se realizaban con fines ceremoniales.

Foto 79 Muro colapsado en la parte alta de la fortaleza de Kuélap.

Foto 80 Ruinas PurumLlacta.

Foto 81 Catarata Gocta, 771 m de caída que erosiona a las areniscas del Grupo Goyllarisquizga del Cretácico inferior.

Foto 82 Vista panorámica del cañón del Utcubamba desde el mirador de Huancas. Se observa la discordancia angular entre el Grupo Pucará y el Grupo Goyllarisquizga (vista tomada al noroeste).

Foto 83 Iglesia de La Jalca Grande con su campanario construido con calizas del Grupo Pucará.

Foto 84 Río Shocol en el camino La Jalca Grande-Triunfo.

Foto 86 A, Entrada a la caverna Parjugsha. B. Descenso a la caverna de Parjugsha, a través del tragadero» (Fotos, cortesía de ECA PERU).

Foto 87 Estalagmitas y estalactitas de la caverna Quiocta.

Foto 88 Vista panorámica del bosque de palmeras de Ocol.

INGEMMET

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
Av. Canadá 1470, San Borja, Lima 41, Perú
Teléfono:051-1-618-9800
Fax:051-1-225-3063 / 051-1-225-4540
http: www.ingemmet.gob.pe
e-mail: comunicacion@ingemmet.gob.pe