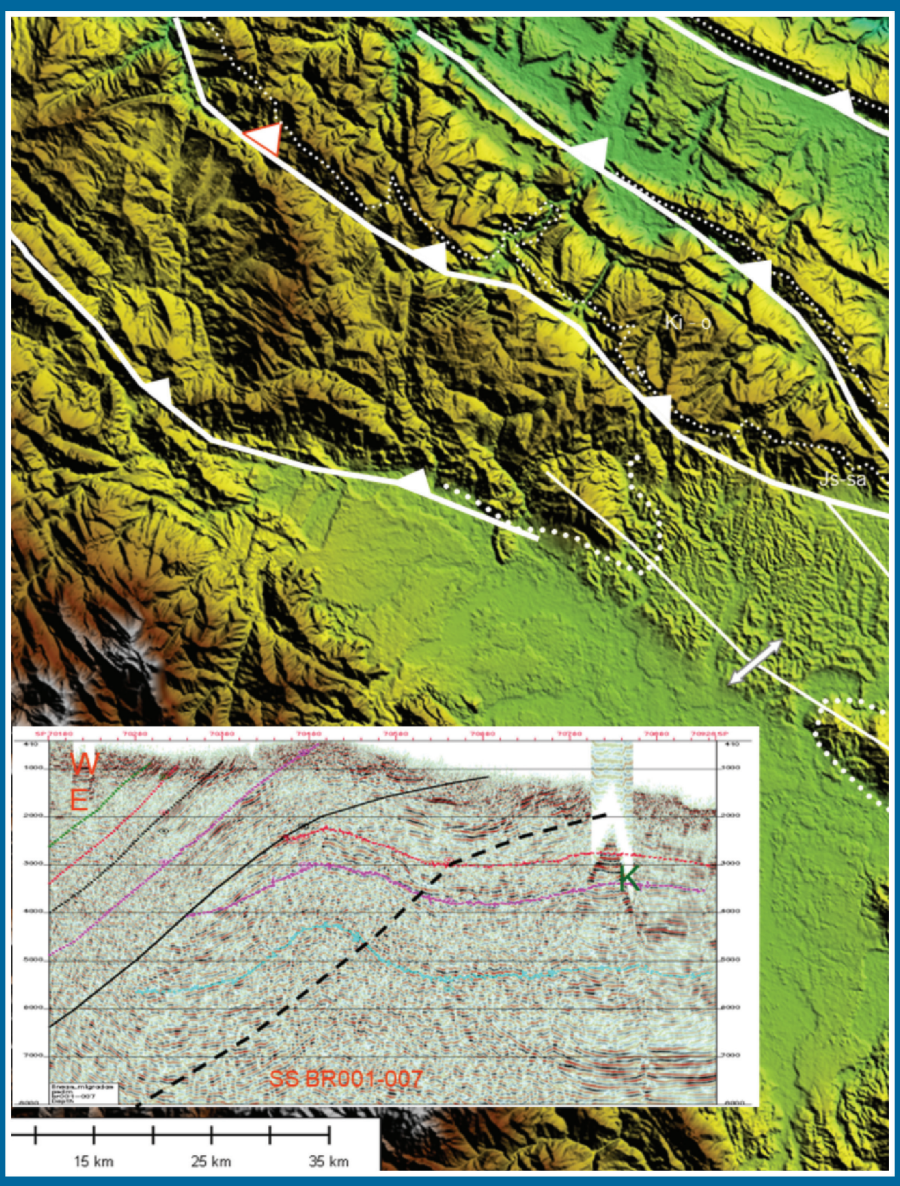
PERÚ Ministerio de Energía y Minas

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

INGEMMET, Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000)
N° 48



Actualización de la cartografía geológica de 120 hojas de la faja subandina y de la costa norte (bloques Santiago, Huallaga, Pachitea/Ucayali y Sechura)

Lima, Perú
2022

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

Actualización de la cartografía geológica de 120 hojas de la faja subandina y de la costa norte (bloques Santiago, Huallaga, Pachitea/Ucayali y Sechura)

Dirección de Geología Regional

Equipo de Investigación:

Walther León Lecaros
Marco Chumpitaz Ramirez
Claudia Fabián Quispe
Christian Sipión Baltodano

Lima, Perú
2022

Actualización de la cartografía geológica de 120 hojas de la faja subandina y de la costa norte (bloques Santiago, Huallaga, Pachitea/Ucayali y Sechura)
INGEMMET, Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000)
N° 48

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022-11855

Nombre del autor(es). "Esta es una obra colectiva"

Razón Social: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
Domicilio: Av. Canadá N° 1470, San Borja, Lima, Perú
Primera edición, noviembre de 2022

© **INGEMMET**

Presidente Ejecutivo: Henry Luna Córdova.

Gerente General: Esteban Mario Bertarelli Bustamante.

Comité Editor: César Chacaltana Budiel, Yorri Carrasco Pinares.

Dirección encargada del estudio

Dirección de Geología Regional: César Chacaltana Budiel.

Unidad encargada de edición

Unidad de Relaciones Institucionales: Yorri Carrasco Pinares.

Revisión Técnica: Rildo Rodriguez Mejía, Waldir Valdivia Vera.

Revisor Externo: Aldo Alvan De La Cruz.

Corrección gramatical y de estilo: Nelly Córdova Núñez.

Diagramación: Daniel Chiroque Linares.

Fotografía de la carátula: Cartografía geológica del cambio de vergencia de las fallas inversas al NE de Balsapuerto. La sección sísmica 2D se ubica al sur de las estructuras.

Referencia bibliográfica
León, W.; Chumpitaz, M.; Fabián, C. & Sipión, C. (2022) - Actualización de la cartografía geológica de 120 hojas de la faja subandina y de la costa norte (bloques Santiago, Huallaga, Pachitea/Ucayali y Sechura). *INGEMMET, Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional* (Escala 1:50 000), 48, 104 p, 120 mapas.

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

Los términos empleados en esta publicación y la presentación de los datos que en ella aparecen, son de exclusiva responsabilidad del equipo de investigación.

Contenido

RESUMEN **5**

ABSTRACT **7**

CAPÍTULO I **9**
INTRODUCCIÓN 9
1.1 UBICACIÓN Y EXTENSIÓN 9
1.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO 13

CAPÍTULO II **19**
SÍNTESIS GEOLÓGICA DE LAS HOJAS ACTUALIZADAS 19
2.1 SUBANDINO 19
2.1.1 Estratigrafía 20
2.1.2 Rocas ígneas 69
2.1.3 Geología estructural 71
2.1.4 Geología económica 85
2.2 COSTA NORTE (BLOQUE SECHURA) 89
2.2.1 Estratigrafía 89
2.2.2 Rocas ígneas 90

CONCLUSIONES **91**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **93**

RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES **99**

RESUMEN

En el presente boletín se describen los trabajos de la elaboración de la Carta Geológica Nacional a escala 1:50 000 de 120 hojas geológicas de 756 km^2 cada una, cuya actualización se realizó en las actividades del proyecto GR68B del INGEMMET durante el año 2020. Las hojas geológicas se dividen en dos grandes áreas tales como la Faja Subandina (78,624 Km^2) y la Costa Norte (12,096 km^2), de los cuales se tiene cuatro bloques denominados Santiago, Huallaga, Pachitea/Ucayali y Sechura.

En la zona de la Faja Subandina se han actualizado 104 hojas a escala 1:50 000 ubicadas en las fajas plegadas Santiago, Huallaga y Pachitea/Ucayali que corresponden a terrenos con accesos limitados por encontrarse en selva remota. Allí se tiene a los parques nacionales Yanachaga – Chemillen, Río Abiseo, Cordillera Azúl y Cordillera del Condor y a las reservas comunales Ashaninka y Yanesha. En la costa norte (bloque Sechura) se han actualizado 16 hojas.

El objetivo principal del proyecto GR68B ha sido la actualización de 120 hojas geológicas empleando la información de los numerosos mapas y secciones geológicas que fueron elaboradas a diversas escalas en las evaluaciones geológicas realizadas por Petroperú en el siglo pasado y por las compañías exploradoras de hidrocarburos en los tiempos mas recientes. El acceso a la información técnica ha sido posible por el Convenio Marco de Cooperación Institucional suscrito entre el INGEMMET y PERUPETRO firmado el año 2014.

La actualización cartográfica se ha realizado mediante una evaluación rigurosa de los datos de la geología de superficie que están refrendados con información estratigráfica (litoestratigrafía y bioestratigrafía), geología estructural, tectónica y geocronometría. También se ha empleado la información de la cartografía geológica registrada en las líneas sísmicas 2D y los datos de grosores de las unidades litoestratigráficas obtenidas de las perforaciones de pozos exploratorio; que han sido de mucha ayuda en la elaboración de las secciones geológicas que acompañan a las hojas a escala 1:50 000.

Las 120 hojas geológicas cuentan con su respectiva base de datos en formato GDB que contiene la información de los atributos para cada punto de observación geológica (POG). El propósito es permitir que los usuarios cuenten con la información integrada de todas las hojas geológicas actualizadas que corresponden a los datos provenientes de los numerosos estudios de geología realizados por las compañías exploradoras de hidrocarburos.

El boletín que acompaña a las 120 hojas geológicas presenta la geología regional de los cuatro bloques que se ubican en las cuencas sedimentarias del Subandino y de la Costa Norte.

ABSTRACT

Present bulletin describes the work of preparing the National Geological Chart at a scale of 1:50,000 out of 120 geological sheets of 756 km^2 each, which was updated in the activities of the INGEMMET project GR68B during 2020. The geological sheets are divided into two large areas such as the Subandina Belt (78,624 km^2) and the North Coast (12,096 km^2), of which there are four blocks called Santiago, Huallaga, Pachitea/Ucayali and Sechura.

In the area of the Subandina Belt 104 sheets have been updated to scale 1:50 000 located in the folded strips Santiago, Huallaga and Pachitea/Ucayali that correspond to lands with limited accesses to be in remote forest. There you have the national parks Yanachaga - Chemillen, Abiseo River, Azul Mountain Range and Condor Mountain Range and the communal reserves Ashaninka and Yanesha. On the north coast (Sechura block) 16 sheets have been updated.

Main objective of the GR68B project has been the updating of 120 geological sheets using information from the numerous maps and geological sections that were produced at diferent scales in the geological assessments carried out by Petroperu in the last century and by the hydrocarbon exploration companies in the most recent times. Access to technical information has been made possible by the Framework Agreement on Institutional Cooperation signed between Ingemmet and Perupetro in 2014.

The cartographic update has been carried out through a rigorous evaluation of surface geology data that are endorsed with stratigraphic information (litho-stratigraphy and biostratigraphy), structural geology, tectonics and geochronometry. Geological mapping information from 2D seismic lines and thickness data from the litho-stratigraphic units from exploratory well drilling has also been used; which have been very helpful in the elaboration of the geological sections that accompany the sheets at the scale 1:50 000.

The 120 geological sheets have their respective database in GDB format containing the attributes information for each geological observation point (POG). The purpose is to enable users to have integrated information from all updated geological sheets corresponding to data from the numerous geology studies conducted by hydrocarbon exploration companies.

The bulletin that accompanies the 120 geological sheets presents the regional geology of the four blocks that are located in the sedimentary basins of the Subandino and the North Coast.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

En el presente boletín se brindan los resultados de la actualización de la cartografía geológica de 120 hojas a escala 1:50 000 como parte de la elaboración de la Carta Geológica Nacional, cuya actualización se desenvolvió como parte de las actividades del proyecto GR68B "Proyecto Costa y Subandino" durante el año 2020.

1.1 UBICACIÓN Y EXTENSIÓN

Las 120 hojas actualizadas ocupan un área de 90 000 km^2 y se ubican en dos regiones geográficas que correponden al Subandino y Costa (figura 1.1). En la región del Subandino se han actualizado 106 hojas que se despliegan en los departamentos de San Martín, Ucayali, Amazonas, Pasco, Huánuco, Ucayali y Loreto, entre los entre los paralelos 3° 00' - 10° 00' de latitud S y los meridianos 78° 45' – 73° 45' 00' longitud O. En la región de la Costa se han actualizado 16 hojas que se despliegan en los departamentos de Lambayeque y Piura, entre los paralelos 5° 00' 7° 00' de latitud S y los meridianos 80° 00' – 81° 00' longitud O.

La relación de las hojas actualizadas en la región del subandino se muestra en la tabla adjunta.

Tabla 1.1

Relación de hojas geológicas actualizadas por bloques

Bloque	Hojas actualizadas
Santiago	Río Noraime (7g1, 7g2, 7g3), Río Santiago (7h1, 7h2, 7h3, 7h4), Jiménez Banda (8g1, 08g2, 8g3, 8g4), Ayambis (8h1, 8h2, 8h3), Puesto Llave (9f1, 9f2), Río Comaina (9g1, 9g4), Teniente Pinglo (9h4), Uracusa (10g4), Santa María de Nieva (10h2), San Ignacio (11f1).
Huallaga	Cachiyacu (11h1, 11h2, 11h3, 11h4), Cahuapanas (11i1, 11i2, 11i3, 11i4), Barranquita (11j3), Nueva Cajamarca (12i1, 12i2) y Balsapuerto (12j1, 12j2, 12j3, 12j4), Tarapoto (13k2), Papa Playa (13l3), Saposoa (14j1, 14j2, 14j3, 14j4), Utcurarca (14k1, 14k2), Yanayacu (14l1, 14l2, 14l3, 14l4), Orellana (14 m2, 14 m3), Río Jelache (15i1, 15i2, 15i3, 15i4), Juanjui (15j3, 15j4), San José de Sisa (15k1, 15k2, 15k3, 15k4).
Pachitea/ Ucayali	Río Cushabatay (15l1, 15l2, 15l3, 15l4), Contamana (15m1, 15m4), Río Biabo (16k1, 16k2, 16k3, 16k4) y Manco Capac (16l1, 16l3, 16l4), Tabalosos (14ñ2), Quebrada Capanahua (14o3), Puerto Oriente (15n1, 15n2, 15n3, 15n4), Ana María (15ñ3, 15ñ4), Río Tapiche (15o2, 15o3, 15o4), Nuevo Edén (17l2, 17l3, 17l4), Río Santa Ana (18l1, 18l2, 18l3, 18l4), Santa Rosa (18n2), Puerto Inca (19n1, 19n2, 19n3, 19n4), Yuyapichis (20n1, 20n2, 20n3, 20n4) y Sempaya (20ñ2, 20ñ3, 20ñ4).
Sechura	Piura (11b1, 11b2, 11b3, 11b4), Chulucanas (11c3, 11c4), La Redonda (12c1, 12c2, 12c3, 12c4), Las Salinas (13c1, 13c2, 13c3, 13c4) y Morrope (14c1, 14c4).

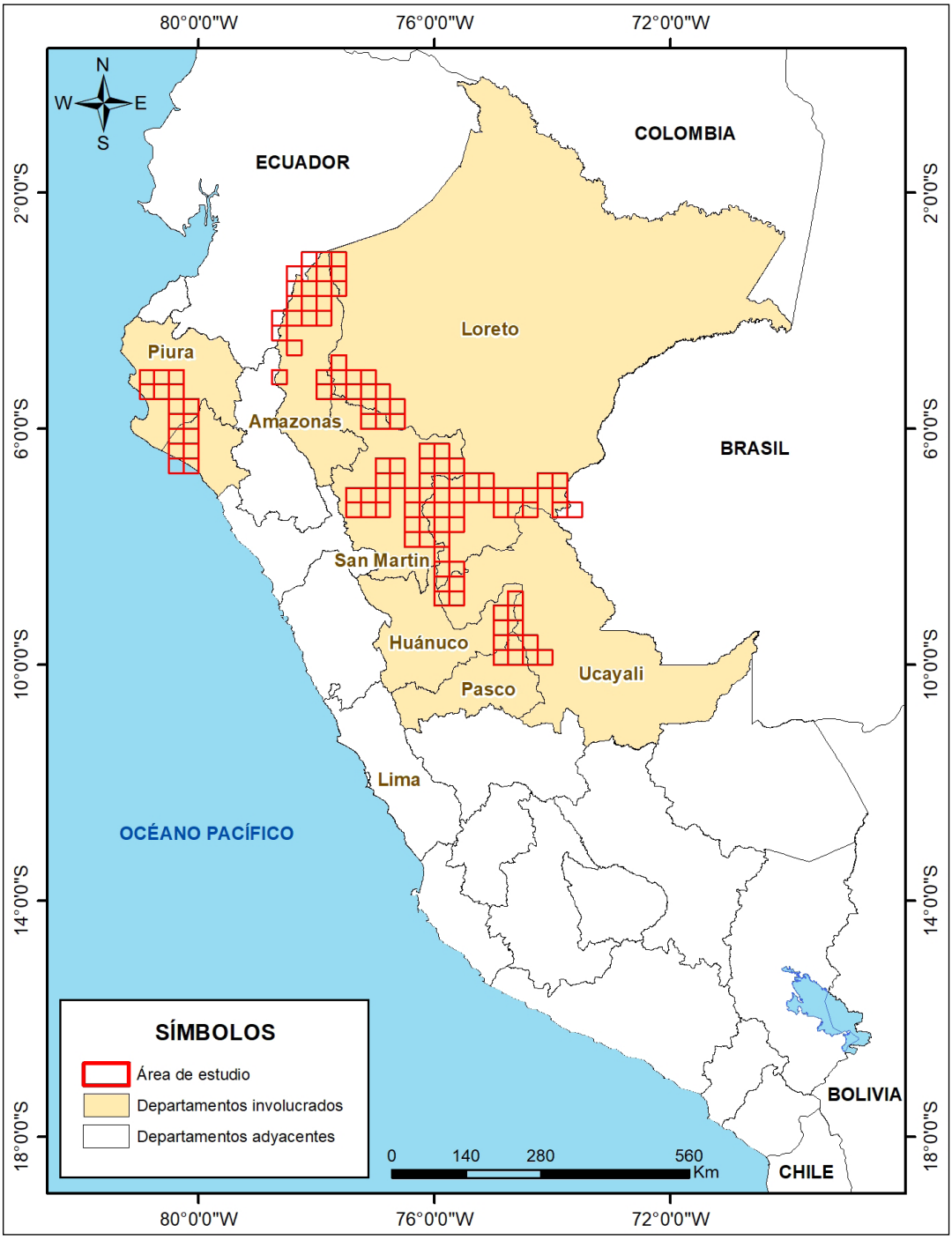


Figura 1.1 Ubicación de las 120 hojas actualizadas a escala 1:50 000

En el bloque Santiago se han actualizado 22 hojas ubicadas en la selva norte de los departamentos de Cajamarca, Amazonas y Loreto (figura 1.2).

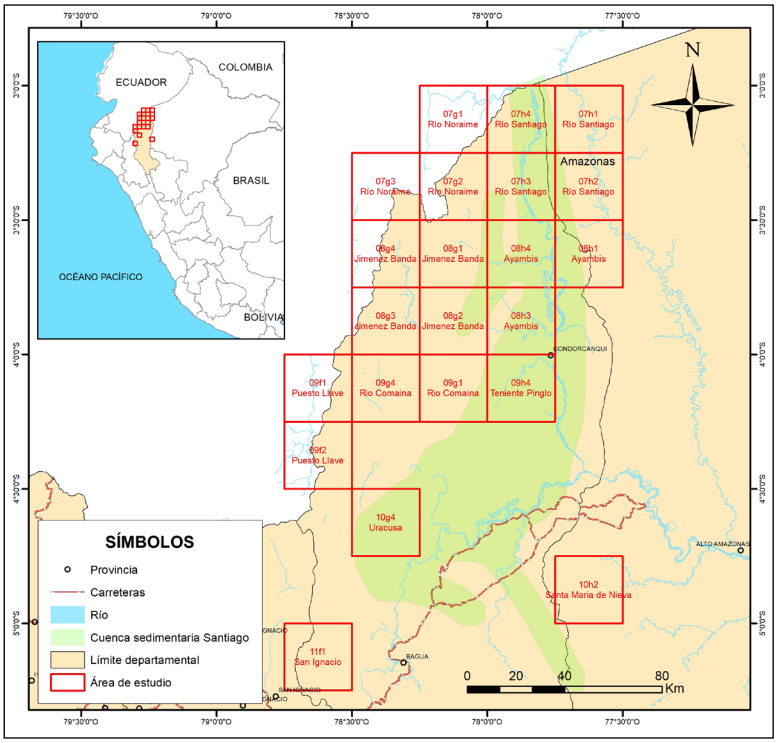


Figura 1.2 Mapa de ubicación de las 22 hojas actualizadas del bloque Santiago

En el bloque Huallaga se han actualizado 52 hojas ubicadas en los departamentos de Amazonas, San Martín y Loreto (figura 1.3).

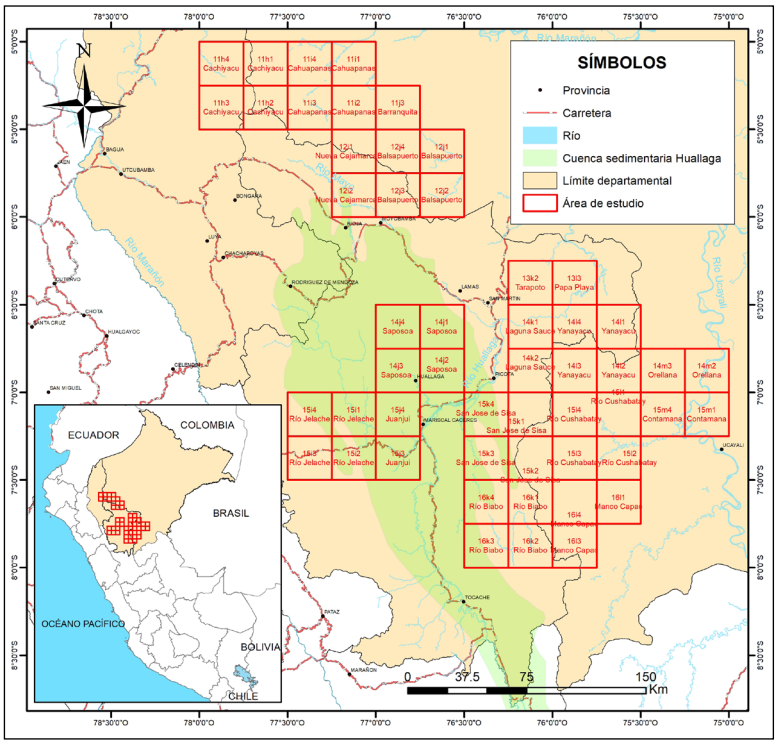


Figura 1.3 Mapa de ubicación de las 52 hojas actualizadas del bloque Huallaga

En el bloque Pachitea/Ucayali se han actualizado 30 hojas ubicadas en los departamentos de Pasco, Huánuco, Ucayali y Loreto (figura 1.4).

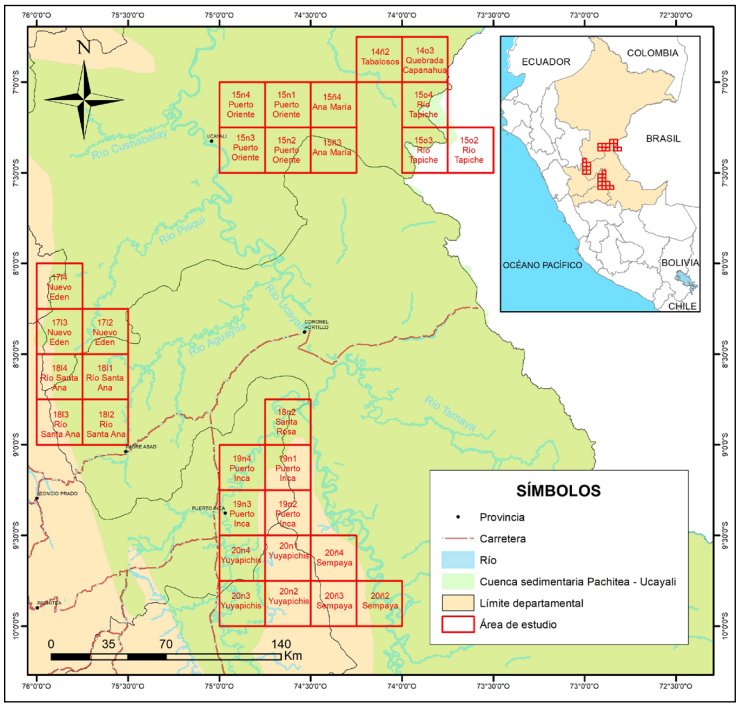


Figura 1.4 Mapa de ubicación de las 30 hojas actualizadas del bloque Pachitea/ Ucayali

En el bloque de Sechura se han actualizado 16 hojas ubicadas en los departamentos de Piura y Lambayeque (figura 1.5).

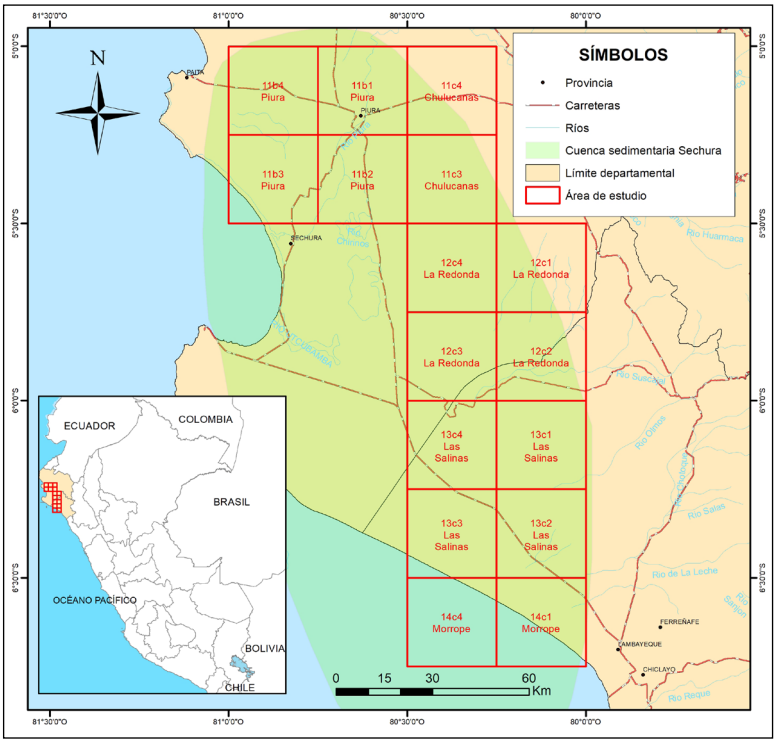


Figura 1.5 Mapa de ubicación de las 16 hojas actualizadas del bloque Sechura

1.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Trabajos de gabinete

Los trabajos de gabinete han comprendido de tres etapas: 1) Elaboración de la base de datos en hojas Excel clasificando la información geológica proveniente de los archivos técnicos de Perupetro y del Ingemmet (Laboratorio de Teledección del Ingemmet) que ha sido transformada a una geodatabase (GDB). 2) Elaboración de trayectos geológicos con los puntos de observación geológica (POG) importados desde el GDB. 3) Elaboración de los mapas geológicos a escala 1:50 000 en un proyecto ArcGis.

Etapa de elaboración de la base de datos en formatos Excel y Geodatabade (GDB)

- La información recibida del archivo técnico de Perupetro ha sido organizada y clasificada considerando diversos campos en las hojas Excel como código, descripción, autor, cuenca sedimentaria, yacimiento y tipo de información (figuras 1.6).

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
N	CODIG	CO	DESCRIPCIC	AUTOR INDTITUCIONA	CUENCA SEDIMENTAR	LOT	YACIMIENTO	TIENE INFORMACIÓN	NO TIENE INFORMACIÓN
136	IT00148	IT	GEOLOGIA	PETROPERU	UCAYALI		AGUA CALIENTE	descripción de unidades	mapas de estructuras no visibles
144	IT00450	IT	GEOLOGIA	GULF	HUALLAGA		CAINARACHE, TARAPOTO	descripción estratigráficas, rb y bz	muestras
272	MG03938	MG	GEOLOGIA	EPF	UCAYALI	31, 35	PUCALLPA, RIO NESHUYA	tiene dos datos	mapa en sentido contrario
287	MG04118	MG	GEOLOGIA	EPF	SANTIAGO	50	QUEBRADA CUCUAZA	ubicar en 4147-4159	sección con estructuras dos puntos de coordenadas
288	MG04119	MG	GEOLOGIA	EPF	SANTIAGO	50	QUEBRADA CEDRO	ubicar en 4147-4159	quebrada con litología sin coordenadas referenciales
289	MG04120	MG	GEOLOGIA	EPF	SANTIAGO	50	RIO CANDUNGOS	ubicar en 4147-4159	quebrada con estructuras, rb y bz sin coordenadas referenciales
290	MG04121	MG	GEOLOGIA.	EPF	SANTIAGO	50	QUEBRADA CAQUINGUIZA	ubicar en 4147-4159	quebrada con litología sin coordenadas referenciales
291	MG04122	MG	GEOLOGIA.	EPF	SANTIAGO	50	RIO AMPAMA	ubicar en 4147-4159	quebrada con litología, rb y bz sin coordenadas referenciales
292	MG04123	MG	GEOLOGIA	EPF	SANTIAGO	50	QUEBRADA JEREZA	georreferenciar con 4146-4147	quebrada con litología, rb y bz sin coordenadas referenciales
293	MG04124	MG	GEOLOGIA	EPF	SANTIAGO	50	RIO HUAMBIZA	georreferenciar con 4146-4147	quebrada con litología, rb y bz sin coordenadas referenciales
294	MG04125	MG	GEOLOGIA	EPF	SANTIAGO	50	RIO AYAMBIS	georreferenciar con 4147	quebrada con litología, rb y bz sin coordenadas referenciales
295	MG04126	MG	GEOLOGIA	EPF	SANTIAGO	50	QUEBRADA AJACHI	georreferenciar con 4147	quebrada con litología, rb y bz sin coordenadas referenciales
296	MG04127	MG	GEOLOGIA	EPF	SANTIAGO	50	QUEBRADA ONANGA		quebrada con litología, rb y bz sin

Figura 1.6 Representación de la información recibida de Perupetro en hojas Excel

Los datos extraídos desde los mapas geológicos, secciones de campo, informes geológicos y boletines provenientes de Perupetro y del Ingemmet fueron clasificados y organizados en hojas Excel (figura 1.7) para generar los archivos en formato GDB en un proyecto ArcGis, que incluyen los atributos de los POG en concordancia con los formatos aprobados por la Dirección de Geología Regional, además de la relación de autorías de los mapas provenientes de Perupetro (figura 1.8).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
POG	TIPO_POG	CODI	FECHA	COMISIÓN	RUTA	GEÓLOGO	LIBRETA	UTM_N	UTM_E

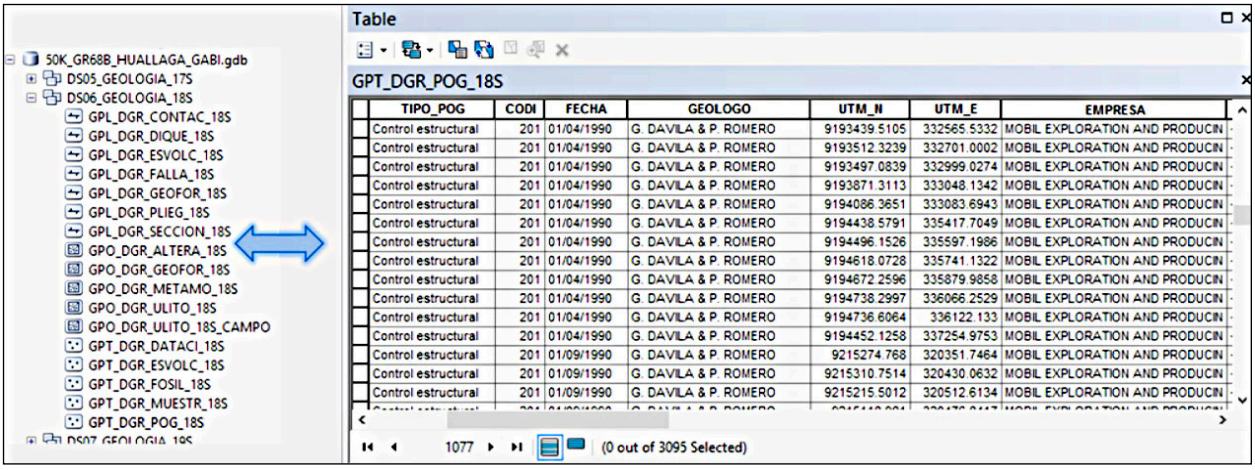
K	L	M	N	Ñ	O	P	Q
LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	ZONA	TIPO_DATO_	AZIMUT	BUZAMIENTO	DIRECCION_

R	S	T	U	V	X	Y	Z
UNIDAD	TIPO_ROCA	LITOLOGIA	DESCRIPCIO	MUESTRA	TIPO_ESTUD	FOTO	HOJAS

AA	AB	AC	AD
CUADRANTE	CODHOJAS	EMPRESA	ARCH_TECNI

Figura 1.7 Campo de atributos para organizar los POG en formato GDB

- La base de datos del proyecto GR68B fue generada en un proyecto ArcGis con la siguiente información:
  - Datum geodésico: World Geodetic System 1984 (WGS 84)
  - Elipsoide: World Geodetic System 1984 (WGS 84), Zona 17, Zona 18 y Zona 19
  - Proyección: Universal Transversal Mercator (UTM)
  - Cuadrícula: Transversal Mercator



TIPO_POG	CODI	FECHA	GEOLOGO	UTM_N	UTM_E	EMPRESA
Control estructural	201	01/04/1990	G. DAVILA & P. ROMERO	9193439.5105	332565.5332	MOBIL EXPLORATION AND PRODUCIN
Control estructural	201	01/04/1990	G. DAVILA & P. ROMERO	9193512.3239	332701.0002	MOBIL EXPLORATION AND PRODUCIN
Control estructural	201	01/04/1990	G. DAVILA & P. ROMERO	9193497.0839	332999.0274	MOBIL EXPLORATION AND PRODUCIN
Control estructural	201	01/04/1990	G. DAVILA & P. ROMERO	9193871.3113	333048.1342	MOBIL EXPLORATION AND PRODUCIN
Control estructural	201	01/04/1990	G. DAVILA & P. ROMERO	9194086.3651	333083.6943	MOBIL EXPLORATION AND PRODUCIN
Control estructural	201	01/04/1990	G. DAVILA & P. ROMERO	9194438.5791	335417.7049	MOBIL EXPLORATION AND PRODUCIN
Control estructural	201	01/04/1990	G. DAVILA & P. ROMERO	9194496.1526	335597.1986	MOBIL EXPLORATION AND PRODUCIN
Control estructural	201	01/04/1990	G. DAVILA & P. ROMERO	9194618.0728	335741.1322	MOBIL EXPLORATION AND PRODUCIN
Control estructural	201	01/04/1990	G. DAVILA & P. ROMERO	9194672.2596	335879.9858	MOBIL EXPLORATION AND PRODUCIN
Control estructural	201	01/04/1990	G. DAVILA & P. ROMERO	9194738.2997	336066.2529	MOBIL EXPLORATION AND PRODUCIN
Control estructural	201	01/04/1990	G. DAVILA & P. ROMERO	9194736.6064	336122.133	MOBIL EXPLORATION AND PRODUCIN
Control estructural	201	01/04/1990	G. DAVILA & P. ROMERO	9194452.1258	337254.9753	MOBIL EXPLORATION AND PRODUCIN
Control estructural	201	01/09/1990	G. DAVILA & P. ROMERO	9215274.768	320351.7464	MOBIL EXPLORATION AND PRODUCIN
Control estructural	201	01/09/1990	G. DAVILA & P. ROMERO	9215310.7514	320430.0632	MOBIL EXPLORATION AND PRODUCIN
Control estructural	201	01/09/1990	G. DAVILA & P. ROMERO	9215215.5012	320512.6134	MOBIL EXPLORATION AND PRODUCIN

Figura 1.8 Ejemplo de tabla de atributos de POG en formato GDB

Puntos de Observación Geológica (POG)

Información integrada (tabla 1.2)

- Secciones de campo: corresponden a las realizadas por las compañías de hidrocarburos en ríos, quebradas y carreteras, y que contienen información de los contactos geológicos, ejes de pliegues, fallas, rumbos y buzamientos, secciones estratigráficas medidas, grosores y litologías.
- Libretas de campo: documentos donde se encuentran los datos de las campañas de geología de campo (Perupetro e Ingemmet).
- Mapas geológicos: elaborados por las compañías exploradoras de hidrocarburos y por el Ingemmet.

La escasa información de POG en el bloque de la costa norte se debe a que las 16 hojas se encuentran sobre depósitos de cobertura cuaternaria del tipo eólico, tablazo, aluvial y fluvial.

Tabla 1.2

Estadística del número de POG integrados por bloques

Bloque	Total (POG)
Santiago (figura 1.9)	1687
Bloque Huallaga (figura 1.10)	3471
Bloque Pachitea/Ucayali (figura 1.11)	2041
Bloque Sechura (figura 1.12)	6

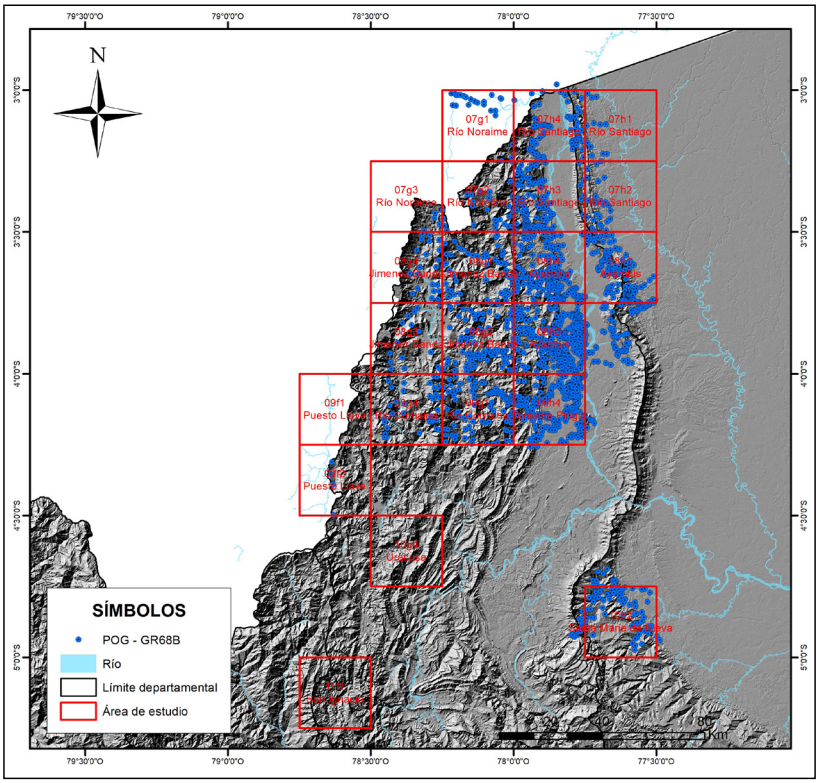


Figura 1.9 Ubicación de los 1687 puntos de observación geológica (POG) que contienen las hojas del bloque Santiago.

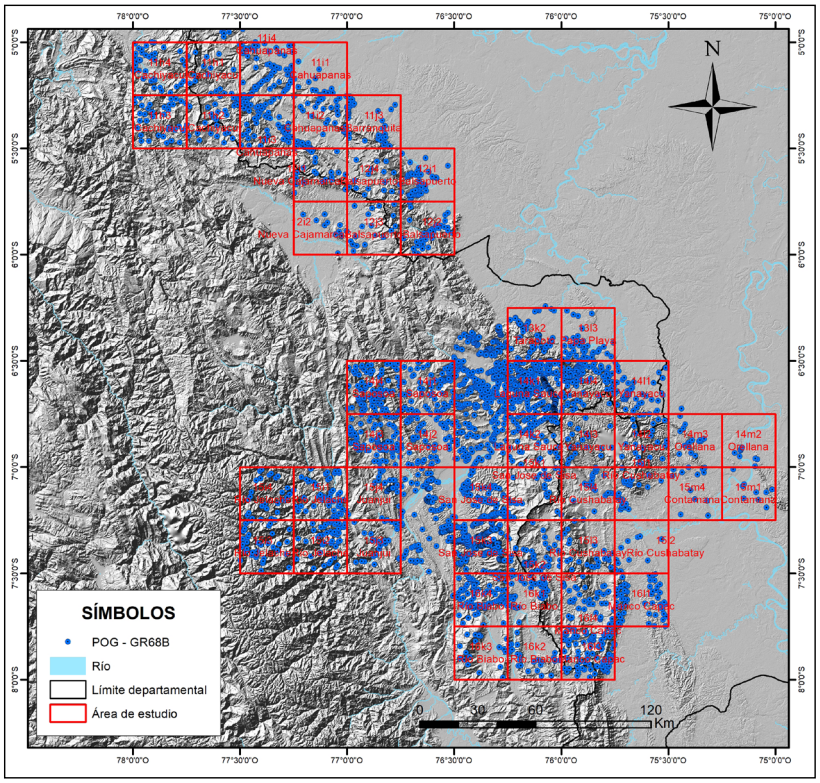


Figura 1.10 Ubicación de los 3471 puntos de observación geológica (POG) que contienen las hojas del bloque Huallaga.

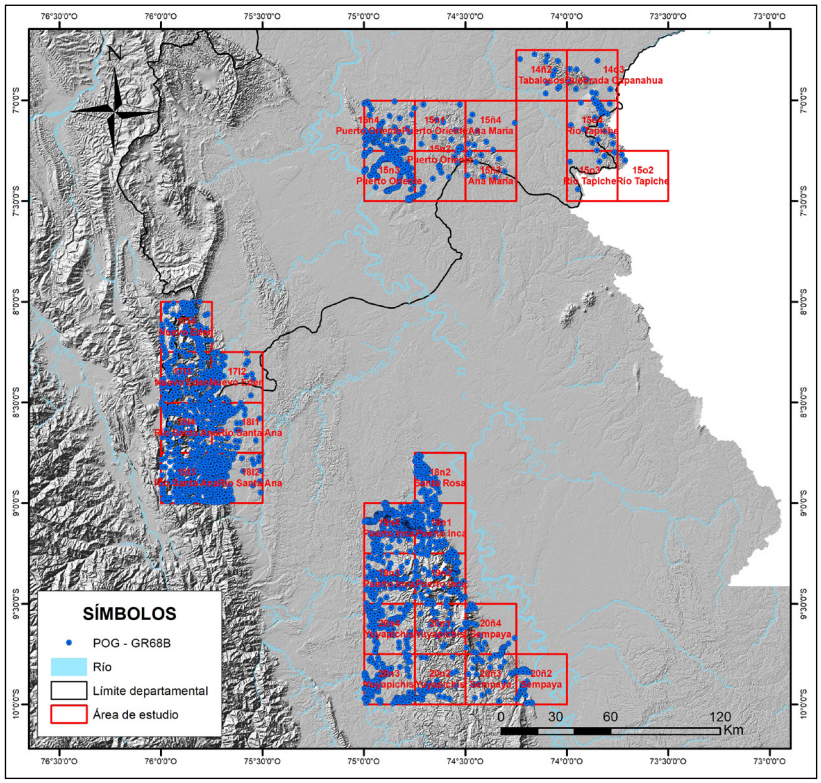


Figura 1.11 Ubicación de los 2941 puntos de observación geológica (POG) que contienen las hojas del bloque Pachitea/Ucayali.

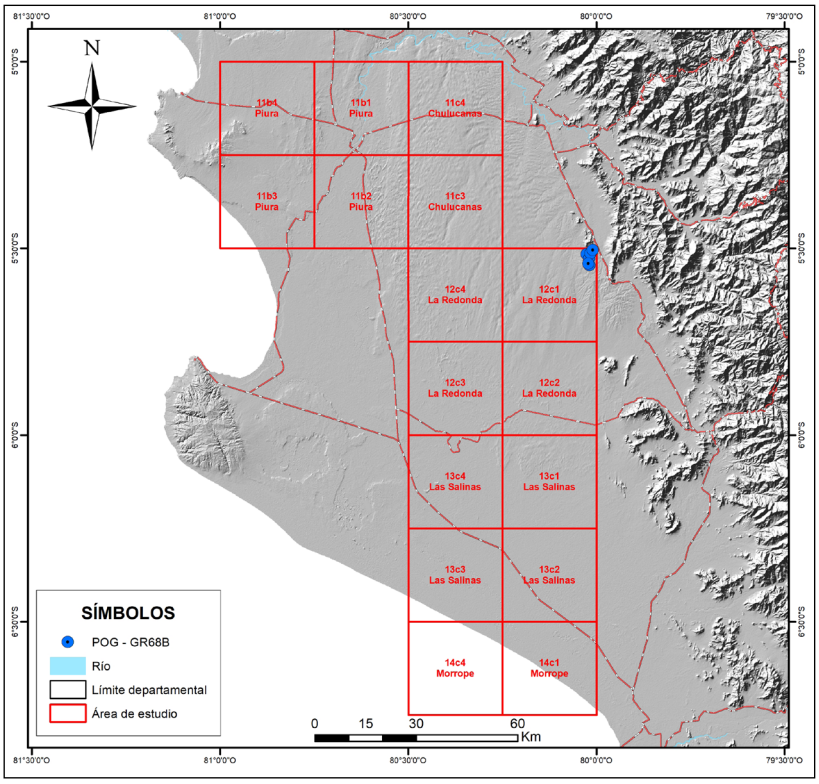


Figura 1.12 Ubicación de los 6 puntos de observación geológica (POG) de las hojas de bloque Sechura

Elaboración de los trayectos geológicos con los Puntos de Observación Geológica (POG)

- Teniendo elaborada la base datos, se procedió a generar en un proyecto ArcGIS las secciones geológicas a manera de "cintas", incluyendo los contactos geológicos, fallas, ejes de pliegues y datos de rumbos y buzamientos (figura 1.13), tanto los ubicados en la línea de sección como los proyectados a no más de 500 m del eje de la línea. Los datos de rumbo y buzamiento están representados por su azimut y el ángulo de buzamiento habiendo previamente corregido los buzamientos de los proyectados a los cortes geológicos.
- Para la interpretación geológica se han empleado imágenes de radar con 30 m de resolución y anaglifos procesados en el laboratorio de Teledetección del Ingemmet. Con estas imágenes se elaboraron los modelos de elevación digital (DEM) con el objetivo de generar los relieves de las áreas trabajadas para integrarlas con la información de la geología de campo, identificando y delineando los principales rasgos estructurales y los contactos estratigráficos. Esto permitió validar las interpretaciones geológicas en áreas que no cuentan con información geológica de campo.

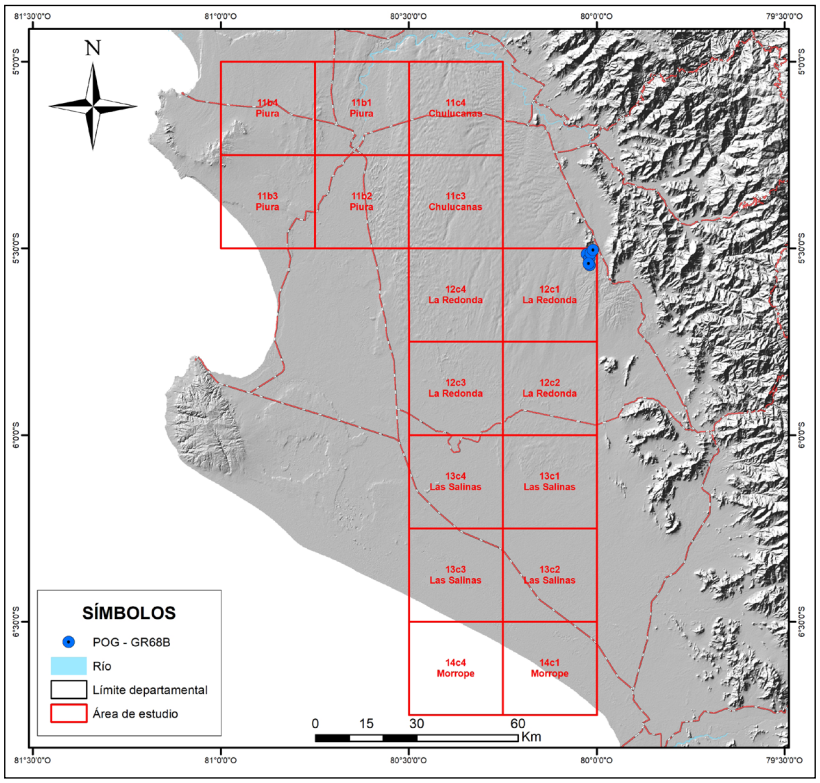


Figura 1.13 Datos de rumbos y buzamientos exportados a los trayectos geológicos (cuadrante Ayambis- 8h3)

Generación de los mapas geológicos

- Los 120 mapas geológicos (escala 1:50 000) fueron elaborados en formato MXD. Se integró toda la información de la Geodatabase (GDB), empalmando los trayectos geológicos para generar el mapa geológico actualizado (figura 1.14).

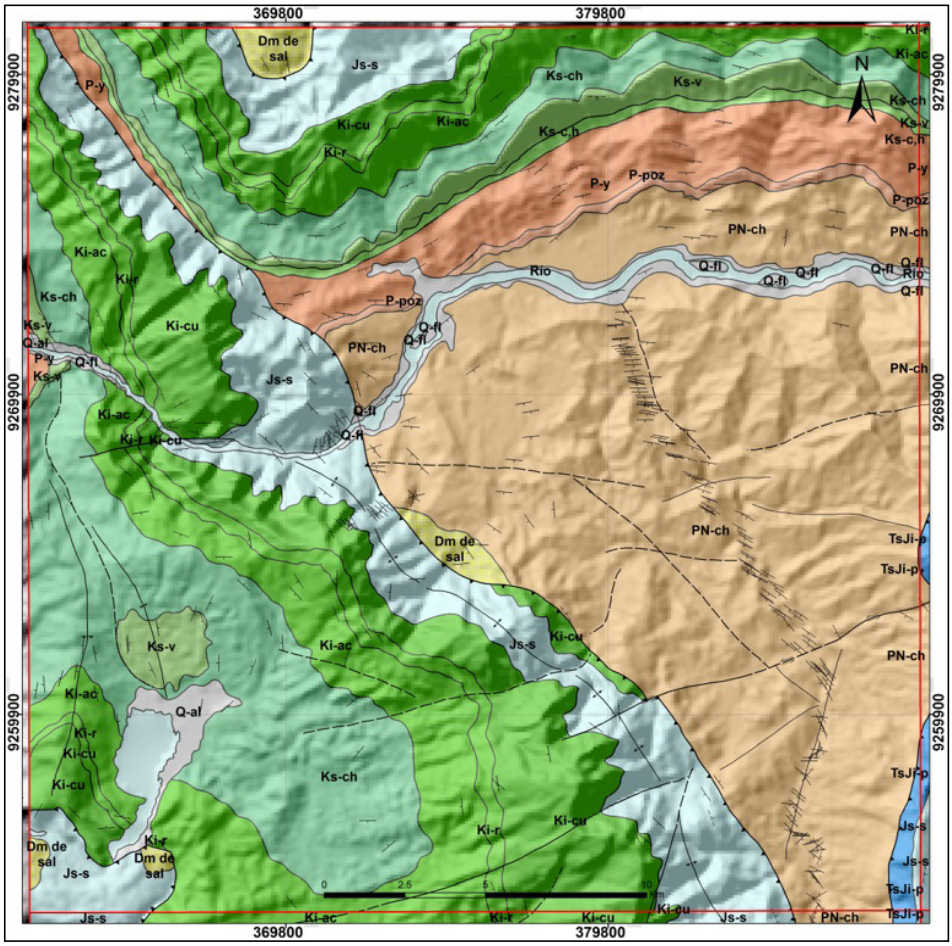


Figura 1.14 Mapa geológico actualizado (cuadrante Utcurarca- 14k1) integrando los POG de la Geodatabase (GDB)

CAPÍTULO II
SÍNTESIS GEOLÓGICA DE LAS HOJAS ACTUALIZADAS

El presente capítulo contiene una síntesis de la geología de las 120 hojas geológicas actualizadas resaltando especialmente la estratigrafía y los estilos estructurales que caracterizan a las cuencas sedimentarias Santiago, Huallaga, Pachitea/Ucayali y Sechura; está elaborado en base a los estudios geológicos realizados por las compañías de hidrocarburos y publicaciones académicas, sumado el conocimiento de la geología regional del Subandino y de la Costa Peruana por parte de los autores.

2.1 SUBANDINO

Tabla 2.1 Puntos de observación geológica (POG) empleadas para la actualización de las 104 hojas geológicas de los tres bloques del Subandino y para la descripción de sus unidades litoestratigráficas

Tabla 2.1

Puntos de observación geológica (POG) empleadas para la actualización de las 104 hojas geológicas de los tres bloques del Subandino y para la descripción de sus unidades litoestratigráficas

	Bloque Huallaga	Bloque Santiago	Bloque Pachitea/Ucayali
Unidad Litoestratigráfica	**Total de puntos de observación geológica (POG)**		
Formación Ucayali	537	0	1
Formación Saramiriza	0	1	0
Formación Nieva	0	32	0
Formación Ipururo	521	298	120
Formación Chambira	1169	191	309
Formación Pozo	37	26	97
Formación Yahuarango	291	300	324
Grupo Huayabamba	0	57	0
Formación Casa Blanca	0	15	0
Formación Huchapayacu	0	36	0
Formación Cachiyacu/Huchpayacu	6	15	0
Formación Cachiyacu	0	36	0
Formación Vivian	39	48	202
Formación Chonta	90	218	276
Formación Agua Caliente	94	28	146
Formación Raya	51	12	27
Formación Cushabatay	153	29	113
Grupo Oriente	1	122	15
Formación Sarayaquillo	316	124	123
Formación Condorsinga	3	0	0
Formación Aramachay	2	0	0
Formación Chambará	3	0	0
Formación Oyotún	0	49	0
Grupo Pucará	3	26	12
Grupo Copacabana	145	0	0
Grupo Tarma	1	0	0

Continuación...

	Bloque Huallaga	Bloque Santiago	Bloque Pachitea/Ucayali
Unidad Litoestratigráfica	**Total de puntos de observación geológica (POG)**		
Grupo Ambo	7	0	0
Formación Contaya	1	0	0
Unidades plutónicas	1	24	276
Total	**3471**	**1687**	**2041**

2.1.1 Estratigrafía

Estratigrafía del bloque Santiago

Las unidades litoestratigráficas pertenecen a un cinturón orogénico con litologías que varían en edades desde el Proterozoico hasta el Holoceno (figura 2.1). Está evidenciada en superficie la presencia de rocas metamórficas proteozoicas y sedimentitas paleozoicas como ha sido documentado en el subsuelo por algunos pozos perforados en el antepaís. Dos secuencias tectonoestratigráficas distintivas postpaleozoicas están presentes en el bloque del Santiago. Una secuencia preorogénica, más antigua que el Santoniano, está representada por las calizas y lutitas bituminosas de aguas someras del Grupo Pucará del intervalo Triásico superior – Jurásico inferior que están cubiertas por las areniscas y lutitas rojas de la Formación Sarayaquillo del Jurásico superior. La sedimentación del Cretácico se inició en el Aptiano con la depositación de las areniscas cuarzosas con estratificación sesgada de la Formación Cushabatay para continuar varios pulsos transgresivos-regresivos (formaciones Raya, Agua Caliente, Chonta y Vivian), que terminaron con las lutitas de la Formación Cachiyacu (Campaniano-Maaestrichtiano).

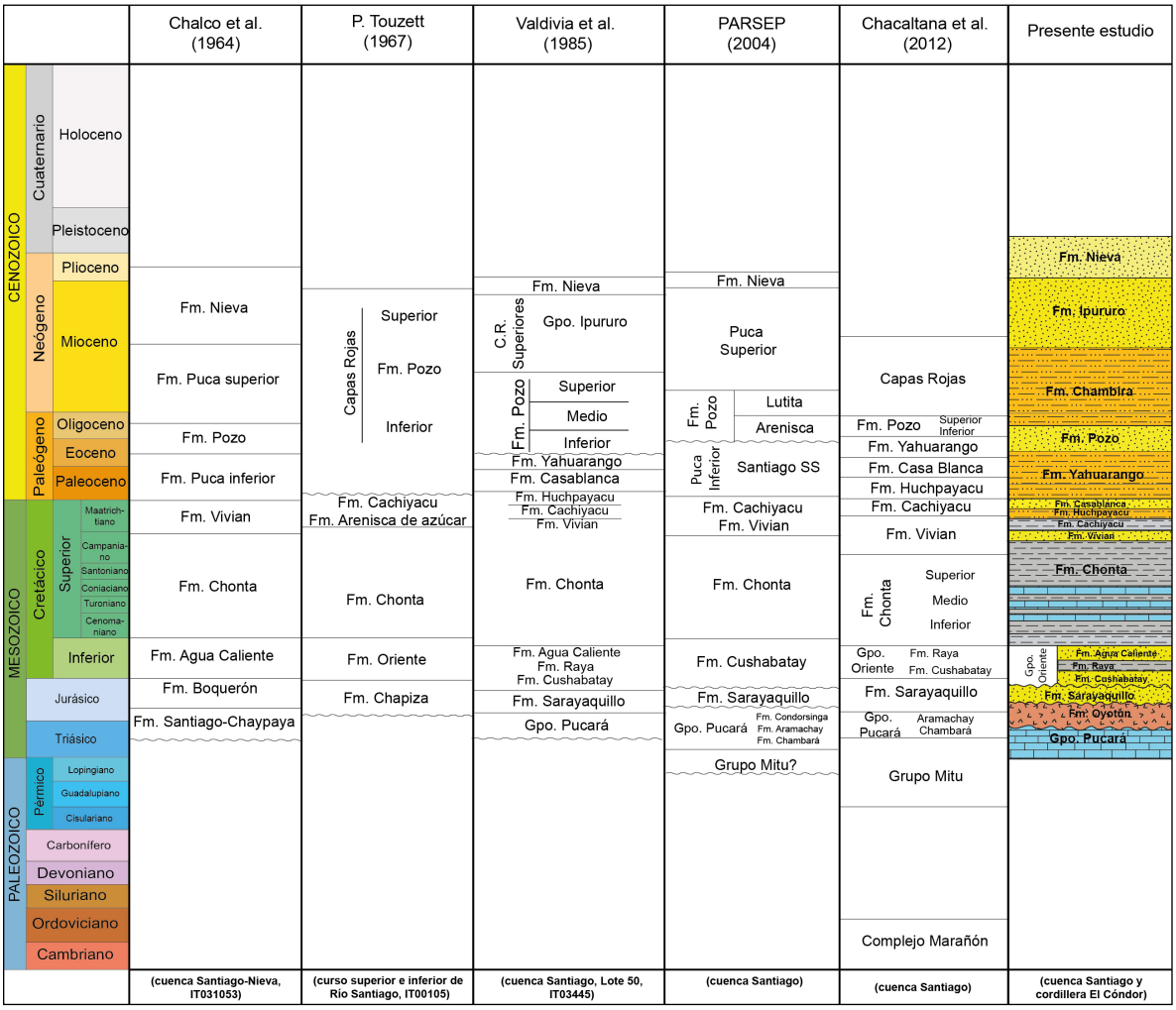


Figura 2.1 Nomenclatura estratigráfica de la cuenca Santiago

La secuencia sinorogénica del bloque del Santiago se inició con las areniscas, molasas y lutitas de la Formación Huchpayacu (Maastrichtiano) que continuó con las areniscas y lodolitas rojas de la Formación Yahuarango (Paleoceno). Un periodo de tranquilidad tectónica relativa se registró durante el Eoceno con la depositación de las lutitas marinas y areniscas tobáceas de la Formación Pozo. Un nuevo pulso de depositación molásica se incrementó durante el Mioceno evidenciado por el registrado de los clásticos rojos de la Formación Chambira y que continuó hasta el Plioceno y Pleistoceno con sutiles interrupciones de la sedimentación continental (formaciones Nieva y Sarameriza).

Complejo del Marañón

Definición. Bajo esta terminología fue descrita por Wilson y Reyes (1964) como una secuencia de rocas metamórficas presentes en el cuadrángulo de Pataz. Posteriormente, Dalmayrac (1970) lo puso en evidencia en el Perú central y luego fue atribuida al Precámbrico superior o Baikaliano por Mégard (1978).

Distribución. En el bloque Santiago, los mejores afloramientos de las metamorfitas se exponen en el cuadrángulo de Puesto Llave (9-t), específicamente en las proximidades de la confluencia de los ríos Achuime y Tunantza.

Litología. Litológicamente, presenta esquistos, filitas a esquistos gneisificados de colores rojizos producto del fuerte intemperismo y meteorización, con abundantes micas, con textura esquistosa a gneisificada y foliada. Presentan además feldespatos que corresponden a la variedad de microclina y ortosa, así como en menor proporción plagioclasas (Quispesivana, 1996). En el cuadrángulo de Aramango (al suroeste del bloque Santiago), entre el caserío Montenegro y las quebradas Almendro y Hualhuara (carretera Bagua Chica a Imacita), afloran similares litologías de micaesquistos, filitas y metandesitas (De La Cruz, 1995; Chacaltana et al., 2011).

Relaciones de contacto. En la Cordillera del Cóndor (bloque Santiago) los afloramientos del Complejo del Marañón forman parte de los núcleos de altos de basamento que se encuentran sobreyacidas en discordancia por las calizas del Grupo Pucará (Triásico superior – Jurásico inferior). Al sur de la Cordillera del Cóndor, en el paraje de Tutumberos (cuadrángulo de Aramango), De La Cruz (1995) describió a las metamorfitas por debajo de las areniscas rojas del Grupo Mitu en discordancia angular.

Edad. La edad de las rocas metamórficas del bloque Santiago es aún incierta debido a no contarse con edades geocronométricas. Chacaltana et al. (2012) realizaron una síntesis sobre la edad de las metamorfitas en la región andina (Pataz), destacando las edades U-Pb obtenidas por Dalmayrac et al. (1988), Cardona et al. (2006, 2007) y Chew et al. (2007) que van desde 680 a 484 ± 12 Ma, siendo la edad más joven asociada a la orogenia famatiniana.

Grupo Pucará

Definición. Término empleado por McLaughlin (1924) para describir 800 m de calizas del Triásico superior-Liásico que se exponen en los Andes Centrales. Más tarde, Jenks (1951) propuso elevarlo de rango denominándolo Grupo Pucará, siendo Mégard (1968) quien lo dividió en tres formaciones: Chambará, Aramachay y Condorsinga. En la Cordillera del Cóndor la división del formacional del Grupo Pucará no ha sido posible por la gran cobertura de suelos y extensa vegetación. Sin embargo, en el pongo de Lorocache, ubicado en el río Marañón (Aramango, al sur del bloque Santiago), Chacaltana et al. (2012) en base al hallazgo de restos fósiles dividieron al Grupo Pucará en las formaciones Chambará y Aramachay.

Distribución. La franja del Grupo Pucará se encuentra expuesta en los cuadrángulos de Jiménez Banda y Río Comaina (Cordillera del Cóndor, frontera con Ecuador) (figura 2.2).

Litología. En general, la franja está constituida por capas delgadas a medianas de calizas de color gris a gris oscuras, variando de micríticas a esparíticas. También, se tienen calizas bituminosas con algunos horizontes de calizas arenosas, que por meteorización toman el color pardo amarillento; en ocasiones se observan láminas delgadas de areniscas finas a limolitas (Quispesivana & Zárate, 1999). En el río Cenepa, se distiguen areniscas finas con intercalaciones de limolitas bastante meteorizadas.

En el pongo de Lorocache, Chacaltana et al. (2012) describieron en la Formación Chambará calizas de color gris de tipo *wackestone* con venillas de calcita, en capas con estratificación ondulante que se acuñan lateralmente entre sí. Los estratos calcáreos contienen en la base laminaciones de *chert* que la interpretan como producto de los cambios cíclicos en el régimen de aporte y productividad orgánica relacionada con la presencia de sílice, posiblemente debido a emisiones volcánicas. Los mismos autores continúan describiendo la sección con 10 m de conglomerados calcáreos en matriz de tipo *grainstone* y litoclastos rodados hasta de 30 cm de eje mayor con restos de *monotis* erosionados de la Formación Chambará, siendo este nivel la base de la Formación Aramachay. Por encima de los conglomerados, describieron otros 30 m de calizas tipo *packstone* en capas de 20 cm, con presencia de chert y marcas de disolución cárstica.

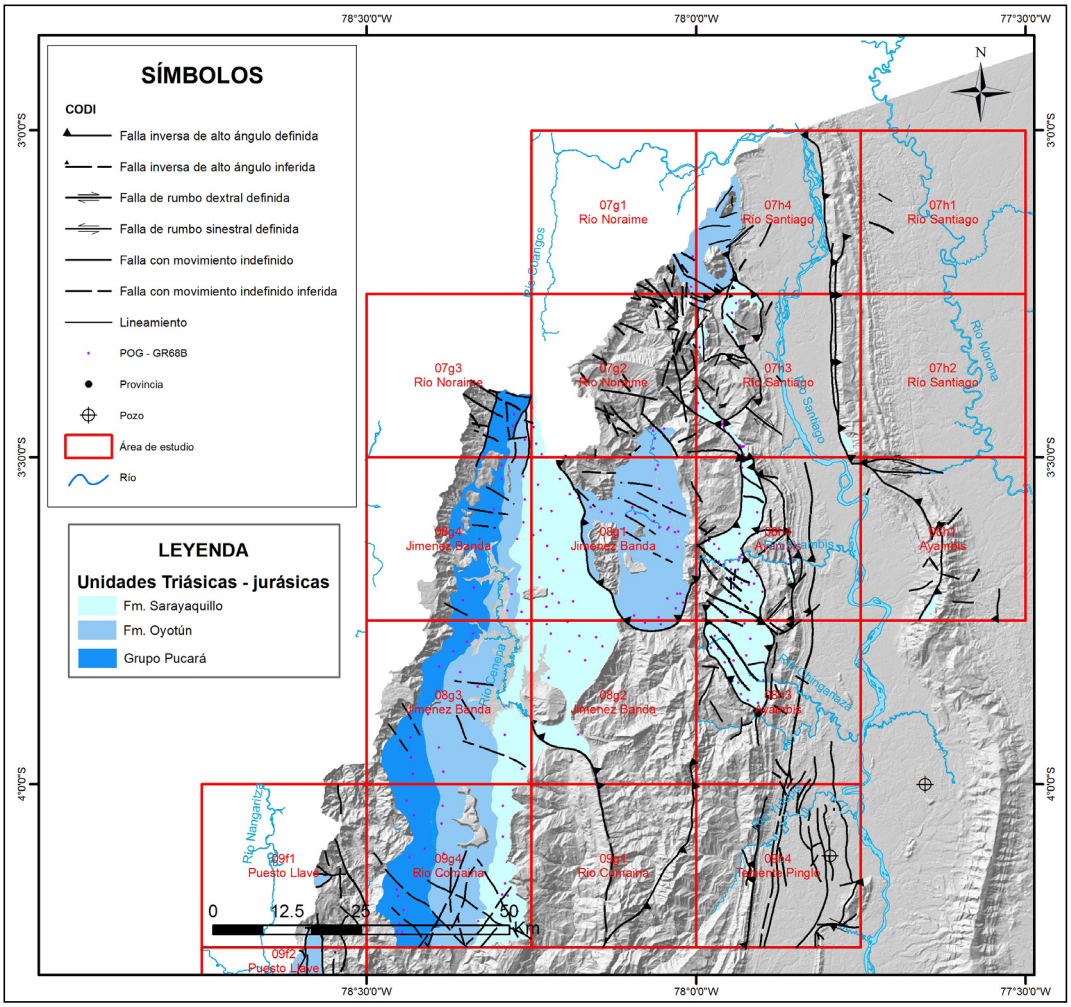


Figura 2.2 Mapa de distribución de los afloramientos de las rocas triásica – jurásicas en el bloque Santiago

Grosor. Tafur (1991) estimó un grosor de 900 m para las calizas de la Formación Santiago, equivalente al Grupo Pucará de la Cordillera del Cóndor. Quispesivana (1996) estimó en 800 m el grosor de las calizas expuestas en los cuadrángulos de Puesto Llave y Río Comaina. En el pongo de Lorocache, Chacaltana et al. (2012) describieron una sección parcial de 130 m para las calizas equivalentes a la Formación Chambará y una sección completa de de 95 m para la Formación Aramachay.

Relaciones de contacto. En la franja de la Cordillera de Cóndor, Quispesivana (1996), y Quispesivana y Zárate (1999) interpretaron la relación de discordancia angular entre las rocas metamórficas del Complejo del Marañón y las calizas del Grupo Pucará. Al sur de la Cordillera del Cóndor (Aramango), las calizas del Grupo Pucará cubren en aparente discordancia a las areniscas rojas del Grupo Mitu (Pérmico superior) (De La Cruz, 1995; Chacaltana et al., 2011).

Edad. El registro fosilífero del Grupo Pucará de la Cordillera del Cóndor está escasamente descrito por razones de lo remoto de sus afloramientos y por estar cubierto por abundante vegetación y suelo. Quispesivana (1996) describe fósiles no diagnóstico como *Pectincula cf, cancellata* LEANZA e improntas de tallos.

Formación Oyotún

Definición. Wilson (1984) empleó esta denominación para describir en la región costera del valle del Zaña, en la localidad de Oyotún, una secuencia de 500 m compuesta por rocas volcánicas con intercalaciones de sedimentitas.

Distribución. Empleando el mismo término de unidad han sido cartografiadas secuencias de lavas, piroclastos y rocas sedimentarias que están expuestas en los cuadrángulos de Río Comaina y Jiménez Banda (figura 2.2), específicamente en la quebrada Chapiza y en los ríos Teish, Kanampa, Naraime y Cangaza (Quispesivana, 1996; Quispesivana & Zárate, 1999).

Litología. Está constituida por lavas andesíticas afaníticas, de color gris a verde oscuro, intercaladas con brechas volcánicas en capas gruesas, que contienen clastos subangulosos a

subredondeados unidos por una matriz litoclástica compacta. En la confluencia de los ríos Naraime y Cangaza, se exponen aglomerados volcánicos de color gris oscuro con clastos redondeados a subredondeados de cuarzo lechoso, intercalados con capas de andesitas y dacitas (Quispesivana & Zárate, 1999). Similares litologías de andesitas de color gris a gris verdosas, intercaladas con aglomerados y brechas volcánicas, han sido descritas por los mismos autores cerca al pongo Napinaza (río Naraime).

Grosor. Para el bloque Santiago no se cuenta con reportes de mediciones realizadas en la Formación Oyotún debido a la abundante cobertura de suelo y vegetación. Calculos cartográficos realizados en el presente proyecto permiten estimar su grosor de 1300 m a 1500 m para los cuadrángulos de Río Comaina y Jiménez Banda.

Relaciones de contacto. En los terrenos de la Cordillera del Cóndor, las rocas volcánicas de la Formación Oyotún son descritas sobreyaciendo en aparente discordancia angular a las calizas del Grupo Pucará e infrayacer en similar relación a las sedimentitas clásticas de la Formación Sarayaquillo (Quispesivana, 1996; Quispesivana & Zárate, 1999). Las correlaciones estratigráficas de la Formación Oyotún con las unidades volcánicas y sedimentarias expuestas en el Ecuador (formaciones Chapiza y Mishahualli) siguen siendo controversiales considerando la presencia de las litofacies volcánicas preaptianas que son consideradas equivalentes a las rocas de la Formación Sarayaquillo. Romero et al. (2017).

Edad. El registro fosilífero de la Formación Oyotún es escaso y su contenido corresponde a restos de plantas mal conservadas. En la región andina (Pomahuaca), han sido reportados restos de plantas *Weyla Alata*, así como huellas de *Weinclelin peruviana seiller* (De La Cruz, 1995) que son indicadores del rango Liásico – Neocomiano. En el lado ecuatoriano, se han descrito rocas volcánicas agupadas dentro de la Formación Misahuali (Tschop, 1953). Hall y Calle (1982; citado en Quispesivana et al., 1999) basados en evidencias palinológicas y la edad radiométrica de 132 Ma por el método K/Ar asignaron estas secuencias de la región amazónica al rango Jurásico - Cretácico. Posteriormente, Romeuf et al.(1995) reportaron una edad de 172.3 ± 2.1 Ma obtenida por el método Ar/Ar correlacionándola con el arco volcánico Oyotún de la costa norte peruana, correlación que es controversial (véase discusión estratigráfica).

Formación Sarayaquillo

Definición. Unidad litoestratigráfica definida por Kummel (1946) para describir secuencias de rocas clásticas que se encuentran en el río Sarayaquillo (tributario del río Ucayali) en el departamento de Loreto. Tafur (1991) describe las capas rojas jurásicas bajo la terminología de Formación Chapiza que están expuestas en el río Comaina (quebrada Chimaná), aguas arriba del río Numpatkay hasta la desembocadura del río Achuime. Se diferencian tres miembros denominados: Serie inferior (487 m), Serie media (1082 m) y Miembro superior sedimentario-volcánico (803 m).

Distribución. En el bloque Santiago, la Formación Sarayaquillo ha sido cartografiada y descrita por Quispesivana y Zárate (1999) en los cuadrángulos de Río Comaina (quebrada Bichanak) y Jiménez Banda (figura 2.2), en la divisoria de aguas de las cuencas hidrográficas del Cenepa y Cangaza.

Litología. Está compuesta principalmente por areniscas y arcosas pardo-amarillentas, de grano medio a fino; areniscas conglomerádicas en capas medianas a delgadas, intercaladas con areniscas gris rojizas a púrpuras con delgados niveles de lutitas. De acuerdo con Tafur (1991), el Miembro inferior está compuesto por areniscas marrón oscuro, de grano medio a fino, con cemento silíceo hematítico, escasamente glauconítico y micáceo, con capas de limolitas rojas y abigarradas. El Miembro medio se encuentra conformado mayormente por conglomerados polimícticos con cantos de calizas, luitas silíceas, metamorfitas sericíticas, con intercalaciones de areniscas y lodolitas rojas. El Miembro superior contiene en su parte inferior 283 m de areniscas feldespáticas, lodolitas arcósicas intercaladas con tobas y lavas andesíticas gris verdosas de textura porfírica, andesitas afaníticas y aglomerados volcánicos, culminado la unidad con areniscas y limolitas abigarradas truncada por fallamiento.

Grosor. Existen pocos datos de mediciones realizadas para la Formación Sarayaquillo en el bloque Santiago, destacando las mediciones de Tafur (1991) de 2372 m a 2500 m para la Formación Chapiza (equivalente a la Formación Sarayaquillo) y de Quispesivana (1996) que reportó 500 m de grosor.

Relaciones de contacto. En el bloque Santiago, la base de la Formación Sarayaquillo sobreyace en ligera discordancia angular al Grupo Pucará y el tope se encuentra truncada por la erosión registrada en la base del Grupo Oriente (Tafur, 1991; Quispesivana, 1996; Quispesivana & Zárate, 1999).

Edad. No existe información de fósiles con valor bioestratigráfico para determinar la edad de la Formación Sarayaquillo, excepto capas de carbón con restos de plantas y ostrácodos pobremente preservados que solo son indicadores de paleoambientes. Respecto a asignar la edad solo en base a su posición estratigráfica es igualmente ambigua, dado que el intervalo de sedimentación estaría comprendido entre el Jurásico medio al Cretácico inferior. En adición a la problemática de la edad, está la relación de la Formación Sarayaquillo con las rocas volcánicas de la Formación Mishahualli descritas en territorio ecuatoriano, la cual se encuentra cubierta por las areniscas de la Formación

Hollín que tiene una edad máxima U-Pb de 116 Ma (Aptiano) Romero et al. (2017)

Grupo Oriente

Definición. Inicialmente definida por Kummel (1946) como Formación Oriente para describir a las rocas clásticas expuestas en el río Cushabatay, provincia de Contamana (Ucayali) que fueron agrupadas en seis miembros: Cushabatay, Aguanuya, Esperanza, Paco, Agua Caliente y Huaya, siendo posteriormente elevada a la categoría de Grupo por Zegarra y Olaechea (1970), quienes la divideron en las formaciones Cushabatay, Esperanza y Agua Caliente.

Distribución. Como Grupo Oriente ha sido cartografiado en los ríos Numpatkay, Comaina, Achuime y Shamatak (cuadrángulos de Puesto Llave y Río Comaina) (figura 2.3).

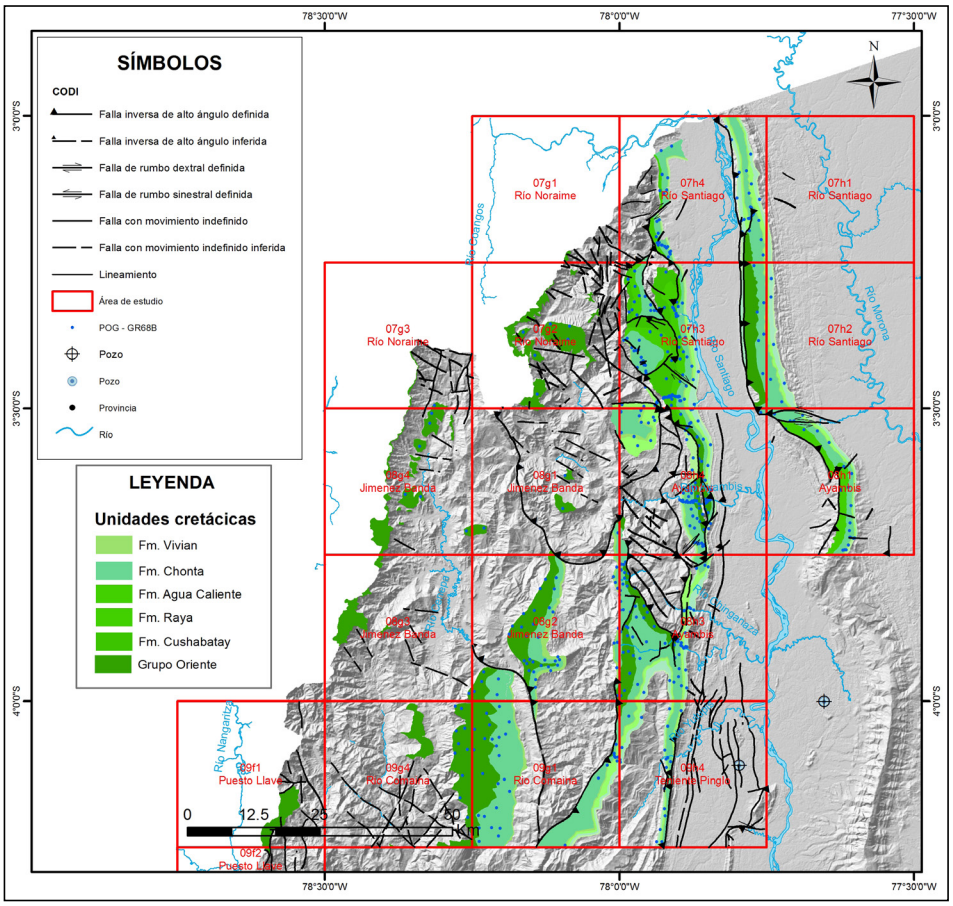


Figura 2.3 Mapa de distribución de los afloramientos de las rocas cretácicas en el bloque Santiago

Litología. En la Cordillera del Cóndor, el Grupo Oriente ha sido cartografiado como unidad indivisa, formando extensas mesetas estructurales subhorizontales con escarpas pronunciadas disectada por quebradas profundas y angostas. Generalmente, está conformada por areniscas cuarzosas blanquecinas, en estratos macizos que cubren en discordancia a las rocas intrusivas del Batolito de la Cordillera del Cóndor y a las sedimentitas del Grupo Pucará y de la Formación Sarayaquillo. Igualmente, como Grupo Oriente ha sido cartografiado en los ríos Numpatkay, Comaina, Achuime y Shamatak (cuadrángulos de Puesto Llave y Río Comaina), lugares donde afloran areniscas cuarzosas blanquecinas, de grano medio a fino, con estratificación sesgada, intercaladas con limolitas gris oscuras y capas centimétricas de carbón (Quispesivana, 1996; Quispesivana & Zárate, 1999).

Grosor. Para los afloramientos del Grupo Oriente en la Cordillera del Cóndor, expuestos en los cuadrángulos de Río Comaina y Puesto Llave, Quispesivana (1996) estimó su grosor 600 m y Tafur (1991) en 628 m.

Relaciones de contacto. Los estratos macizos de las areniscas del Grupo Oriente cubren en discordancia las rocas intrusivas

del Batolito de la Cordillera del Cóndor y las sedimentitas del Grupo Pucará y de la Formación Sarayaquillo.

Edad. No existen estudios bioestratigráficos realizados para el Grupo Oriente de la Cordillera del Cóndor, debido a la ausencia de contenido fosilífero para determinar la edad, excepto capas delgadas de carbón bituminoso que se interpretan derivadas de la flora neocomiana (Tafur, 1991).

Formación Cushabatay

Definición. Inicialmente descrita por Kummel (1946) como parte de la Formación Oriente (Miembro Cushabatay) expuesta en el río Cushabaty, en la región de Santa Clara, donde se muestra con 560 m de grosor. Posteriormente, fue elevada al rango de Formación por Zegarra y Olaechea (1970).

Distribución. Las principales exposiciones de la Formación Cushabatay se encuentran el cuadrángulo de Jiménez Banda, en la divisoria de aguas de las cuencas hidrográficas Cenepa y Santiago. Igualmente aflora en los cuadrángulos Comaina (9g), Jiménez Banda (8g), Río Noraime (7g) y Santiago (7h) (figura 2.3). Los afloramientos de la Formación Cushabatay presentes en el cuadrángulo de Santa María de Nieva (10-h) corresponden a la prolongación de la franja sedimentaria reconocida en la montaña Cahuapanas.

Litología. Está compuesta por areniscas cuarzosas blanco amarillentas, de grano medio a grueso, bien seleccionadas, con granos de bordes subredondeados, con estratificación segada, intercaladas con limoarcillitas carbonosas gris oscuras. Las areniscas son compactas, ocasionalmente friables a sacaroideas, con cemento hematítico; tienen selección moderada a buena. Las intercalaciones de limolitas y limoarcillitas grises generalmente se presentan en los niveles inferiores y al tope de la unidad.

Grosor. La estimación de su grosor en superficie se encuentra entre 200 m a 300 m (Chacaltana et al., 2012). Ninguno de los pozos exploratorios perforados en la cuenca sedimentaria Santiago han atravesado toda la sección cretácica, excepto el pozo Putuime 1x, donde se reportó 630 m para la Formación Cushabatay (Parsep, 2001b).

Relaciones de contacto. La Formación Cushabatay sobreyace en discordancia angular a las areniscas rojas de la Formación Sarayaquillo e infrayace en posición concordante a la Formación Raya (Quispesivana & Zárate, 1999; Chacaltana et al., 2012).

Relaciones de contacto. No se han descrito fósiles marcadores para determinar la edad de la Formación Cushabatay de la cuenca sedimentaria Santiago. De acuerdo con Romero et al. (2017), la Formación Hollín del territorio ecuatoriano representa la secuencia aptiana que contiene una edad maxima U-Pb de 116 ma. En la cuenca sedimentaria Huallaga, Tarazona (1985) reconoció dos zonas palinológicas: la primera es la zona de *Dicheiropollis etruscapus* de probable edad valanginiana y la segunda es la zona de *Pentapsis valdiviae* del Aptiano superior.

Formación Raya

Definición. Inicialmente, Kummel (1946) dividió a esta unidad en la quebrada Raya (región de Contamana) en tres miembros: Paco, Esperanza y Aguanuya con un grosor entre 385 m a 470 m. Posteriormente, Zegarra y Olaechea (1970) elevan este conjunto de miembros a la categoría de Formación. Los estudios geológicos realizados por Caldas et al. (1985) describen la Formación Raya como equivalente de la Formación Esperanza.

Distribución. Al igual que la Formación Cushabatay, sus mejores afloramientos han sido reconocidos en la divisoria de aguas de las cuencas hidrográficas Cenepa y Santiago en los cuadrángulos Comaina (9g), Jiménez Banda (8g), Río Noraime (7g) y Santiago (7h) (figura 2.3), conformando franjas alargadas paralelas a las fomaciones adyacentes.

Litología. Se caracteriza por presentar litologías esencialmente pelítica y en menor proporción calcárea, estando constituida por lutitas y limoarcillitas de color gris a gris oscuro, con intercalaciones de areniscas grises en capas menores de 30 cm. Las pelitas tienen contenido bituminoso y en parte carbonoso. Las rocas calcáreas corresponden a calizas de grano fino y calizas margosas en capas delgadas.

Grosor. Ha sido estimado en 50 m a 70 m para los afloramientos registrados en los cuadrángulos de Jiménez Banda, Ayambis y Teniente Pinglo (Quispesivana & Zárate, 1999; Chacaltana et al., 2012).

Relaciones de contacto. En bloque Santiago, la Formación Raya sobreyace a las areniscas de la Formación Cushabatay en posición concordante y subyace de forma similar a las areniscas cuarzosas de la Formación Agua Caliente.

Edad. En la cuenca sedmentaria Santiago no se han encontrado fósiles guía que permitan datar a la Formación Raya, asumiendo su edad Albiana por el registro fosilífero descrito en la cuenca sedimentaria Huallaga (Kummel, 1946; Tarazona, 1985) y por encontrarse infrayaciendo a las areniscas de la Formación Agua Caliente del rango Albiano – Cenomaniano. Sin embargo, para Chacaltana et al. (2012), la edad de la Formación Raya sería pre Albiana por la identificación de la zona de *Raimondii*, subzona de *Mathewsi* en los niveles inferiores de la Formación Chonta que es indicador del Albiano inferior.

Formacion Agua Caliente

Definición. Moran y Fyfe (1933) describieron inicialmente esta unidad empleando el término de Formación Agua Caliente expuesta en el río Pachitea; sin embargo, Kummel (1946) al definir la Formación Oriente restringe el término de Agua Caliente al rango de miembro, hasta cuando Zegarra y Olaechea (1970) al elevar a la Formación Oriente a la categoría de Grupo, vuelven a emplear el término y rango de Formación Agua Caliente.

Distribución. Sus mejores exposiciones se encuentran en el cuadrángulo de Jiménez Banda (figura 2.3) en la divisoria de aguas de las cuencas hidrográficas de los ríos Cenepa y Santiago, específicamente en la montaña del Huaracayo donde forma parte de los núcleos anticlinales.

Litología. Constituida por areniscas cuarzosas blancas, de grano medio a grueso, bien clasificadas, compactas y en estratos masivos, con delgadas intercalaciones de areniscas de grano fino y limoarcillitas grises.

Grosor. En el cuadrángulo de Jiménez Banda, Quispesivana y Zárate (1999) han estimado su grosor en 180 m. En los cerros Campanquiz esta formación expone un grosor de 60 m.

Relaciones de contacto. La base de la Formación Agua caliente sobreyace a las pelitas de la Formación Raya en posición concordante y subyace de forma similar a las limoarcillitas gris oscuras de la Formación Chonta.

Edad. En el bloque Santiago, la edad de la Formación Agua Caliente está dada por su posición estratigráfica, donde sobreyace a las rocas de la Formación Raya atribuidas de edad Albiana. En la cuenca sedimentaria Huallaga, en base a su contenido de palinomorfos, su edad ha sido atribuida al rango Albiano - Cenomaniano. Kummel,1948; Rodríguez & Chalco, 1975; Seminario & Guizado,(1970). Caldas et al. (1985), en base a los estudios palinológicos de Müller y Aliaga (1981), sostuvieron que la depositación de la Formación Agua Caliente empezó durante el Cenomaniano y continuó hasta el Santoniano medio a superior.

Formación Chonta

Definición. Esta unidad fue descrita en el pongo de Manseriche por Singewald (1927) como “lutitas y calizas del Cretáceo”. Moran y Fyfe (1933) emplearon el término de Formación Chonta para describir a las calizas, margas, “esquistos margosos” (entiéndase como lutitas o limoarcillitas) y capas de areniscas que afloran en la isla de Chonta en el río Pachitea (región Huánuco).

Distribución. La Formación Chonta tiene amplia distribución en los cuadrángulos de Jiménez Banda (8g) y Río Comaina (9g). En la Cordillera de Campanquiz, aflora en los cuadrángulos de Ayambis (8-h) y Teniente Pinglo (9h) y Santiago (7h) (figura 2.3).

Litología. En las hojas geológicas del bloque Santiago la Formación Chonta ha sido descrita en tres unidades: 1) una unidad inferior de 660 m compuesta por limoarcillitas gris oscuras; 2) una unidad media de 140 m conformada por calizas fosilíferas grises, calizas micríticas, calizas margosas con intercalaciones de calizas arcillosas gris oscuras, bituminosas; y 3) una unidad superior de lutitas calcáreas con presencia de calizas gris oscuras, bituminosas y con olor a hidrocarburo (kerosene) (Quispesivana & Zárate, 1999).

La Formación Chonta es la principal roca generadora de hidrocarburos en la cuenca sedimentaria Marañón y de casi todas las emanaciones de petróleo (*oil seep*) registradas en la cuenca sedimentaria Santiago (Parsep, 2001b).

Grosor. En las secciones de campo ubicadas en la parte central del bloque Santiago se han reportado grosores de 915 m (Tafur, 1991) y en la Cordillera de Campanquiz un grosor aproximado de 400 m (Chacaltana et al., 2012). En los pozos Pupuntas 1X y Manseriche 1X se han registrado para la Formación Chonta grosores de 961 m y de 612 m, respectivamente (Parsep, 2001b).

Relaciones de contacto. En el bloque Santiago, la Formación Chonta sobreyace a las areniscas de la Formación Agua Caliente en posición concordante e infrayace en similar relación a las areniscas de la Formación Vivian.

Edad. Un análisis detallado de la biestratigrafía de la Formación Chonta ha sido realizado por Chacaltana et al. (2012), donde proponen el rango de edad Albiano inferior terminal - Coniaciano para los afloramientos del pongo de Manseriche; Turoniano - Campaniano para las litologías del pongo de Huaracayo y Cenomaniano - Coniaciano para las exposiciones de la Formación Chonta en el pongo de Lorocache. Tafur (1991) ha descrito abundantes fósiles en la base de la Formación Chonta que se biocorrelacionan con los registros fosilíferos de la Formación Chulec (Albiano medio) de la región andina y los de la parte superior se biocorrelacionan con los registros de la Formación Cajamarca (Turoniano medio a superior) de la Cordillera Occidental.

Formación Vivian

Definición. Los primeros estudios corresponden a Singewald (1927) quien la describió como Areniscas Huancanqui; posteriormente, Moran y Fyfe (1933) describieron gruesas capas de areniscas blancas de granulometría homogénea, deleznables a la mano, a las que denominaron “Areniscas Azúcar”. Kummel (1946) es quien le dio el rango y el término formal de Formación Vivian.

Distribución. Sus afloramientos son bastante restringidos en la parte oriental del empalme entre los cuadrángulos de Jiménez Banda (8g) y Río Noraime (7g). En la Cordillera de Campanquiz, aflora en los cuadrángulos de Ayambis (8h) y Teniente Pinglo (9h) (figura 2.3). Más al sur aflora en el cuadrángulo de Santa María de Nieva (10-h) en la parte norte de la montaña de Cahuapanas.

Litología. Está constituida principalmente por secuencia monótonas de areniscas cuarzosas blanco amarillentas, de grano grueso a fino, en estratos masivos con estratificación sesgada; intercaladas con areniscas cuarzosas de grano fino a medio y limolitas en capas delgadas.

Grosor. En el pongo de Manseriche, las areniscas de la Formación Vivian afloran con 30 m de grosor (Chacaltana et al., 2012). En subsuelo, sus grosores han sido registrados en los pozos Putuime 1X (27 m), Piuntza 1X (110 m), Tanguintza 1X (117 m), Pupuntas 1X (69 m) y Caterpiza 1X (145 m) (Parsep, 2001b).

Relaciones de contacto. Las areniscas de la Formación Vivian sobreyacen en relación concordante a la Formación Chonta y subyacen en similar relación los clásticos finos de la Formación Cachiyacu. Fuera del territorio se correlaciona con el tope de la Formación Napo de la cuenca Oriente del Ecuador, descrita como la Arenisca M-1 (Jaillard, 1997).

Edad. En la cuenca Marañón, Muller y Aliaga (1981) le asignaron el rango Campaniano - Maastrichtiano inferior a las areniscas de la Formación Vivian, mientras que Jaillard et al. (1995) le asignó la edad Campaniana. En esta misma cuenca, Seminario y Guizado (1976) ubicaron en el Maastrichtiano inferior a las areniscas de la parte superior de la Formación Vivian Superior que se correlacionan con la Formación Tena Basal de la cuenca Oriente del Ecuador.

Formación Cachiyacu

Definición. Fue definida por Kummel (1948) en la quebrada Cachiyacu al este del río Ucayali. La describió como un conjunto de esquistos (lutitas) negros, arcillas margosas y limolitas con restos de paleofauna marina, y elevó a la categoría de formación a la secuencia post Vivian medida por Newell (1946).

Distribución. Sus exposiciones han sido registradas en la Cordillera Campanquiz, donde se ubican los cuadrángulos de Ayambis (8h) y Teniente Pinglo (9h) en los flancos del anticlinal del mismo nombre, extendiéndose por el sur al cuadrángulo de Santa María de Nieva (10-h).

Litología. Está constituida por lutitas grises a gris oscuras, de aspecto bituminoso a carbonoso con intercalaciones de areniscas finas y limolitas en capas delgadas menores de 15 cm; ocasionalmente, presentan capas de carbón con intercalaciones de areniscas cuarzosas, areniscas calcáreas y calizas.

Grosor. En el bloque Santiago se expone con grosores de 50 m a 90 m, incrementando su grosor en el pongo de Manseriche a 150 m según la medición realizada por Quispesivana et al. (1998). Las variaciones del grosor de la Formación Cachiyacu han sido documentados en los pozos Putuime 1X (56 m), Piuntza 1X (159 m), Pupuntas 1X (109 m), Caterpiza 1X (151 m) y Tanguintza 1X (106 m) (Parsep, 2001).

Relaciones de contacto. Sobreyace en posición concordante a las areniscas de la Formación Vivian y subyace en aparente concordancia a las rocas de la Formación Huchpayacu.

Edad. Por encontrarse por encima de la Formación Vivian (Maastrichtiano inferior), la edad de la Formación Cachiyacu es asignada al Maastrichtiano superior de acuerdo con los estudios realizados por Kummel (1948), y Müller y Aliaga (1981) en la cuenca Marañón.

Formación Huchpayacu

Definición. Definida por Kummel (1948), su nombre proviene del río Huchpayacu, afluente del río Cushabatay. Igualmente, en la región del Ucayali, esta secuencia de capas rojas ha sido estudiada por Koch y Blissembach (1962).

Distribución. Sus exposiciones han sido registradas en la Cordillera Campanquiz, donde se ubican los cuadrángulos de Ayambis (8h) y Teniente Pinglo (9h) en los flancos del anticlinal del mismo nombre, extendiéndose al sur en el cuadrángulo de Santa María de Nieva (10-h).

Litología. En el pongo de Manseriche, Chacaltana et al. (2012) han descrito areniscas gris verdosas, micáceas, de grano fino, con limolitas y lutitas de color rojo agrupadas en dos secuencias: litofacies detríticas y clásticos finos. A nivel regional, la Formación Huchpayacu consiste en secuencias de capas rojas compuestas por lodolitas limosas de colores púrpura y abigarradas, con capas de lodolitas rojas y gris verdosas.

Grosor. En el bloque Huallaga aflora con un grosor de 170 m a 300 m (Chacaltana et al., 2012).

Relaciones de contacto. Sobreyace en posición concordante a las areniscas de la Formación Vivian y subyace en aparente concordancia a las rocas de la Formación Casablanca.

Edad. El contenido fosilífero de la Formación Huchpayacu es escaso y mal preservado para establecer su edad. Sin embargo, basado en el hallazgo de carofitas ha sido datado en el rango Maestrichtiano Superior al Paleoceno inferior (Pardo, 1999, citado en Vara, 2003).

Formación Casablanca

Definición. La Formación Casablanca fue definida y descrita inicialmente Kummel (1948) en la parte alta del río Cushabatay, Loreto.

Distribución. Al igual que las rocas del Cretácico superior, sus afloramientos han sido registrados en la Cordillera Campanquiz, donde se ubican los cuadrángulos de Ayambis (8h2) y Teniente Pinglo (9h1 y 9h2) en el flanco occidental en los flancos del anticlinal del mismo nombre, extendiéndose por el sur al cuadrángulo de Santa María de Nieva (10-h).

Litología. Está conformada por areniscas cuarzosas blanco amarillentas, de grano medio a grueso, con matriz arcillosa, en capas gruesas con laminación oblícua. A pesar del contenido de arcillas que presentan las muestras obtenidas del subsuelo (pozos Dominguza 1X y Putuime 1X), las condiciones petrofísicas de las areniscas son buenas por tener porosidades entre 13 % y 22 % (Parsep, 2001b).

Grosor. En el bloque Santiago aflora con un grosor de 60 m a 150 m.

Relaciones de contacto. Sobreyace en posición concordante a las areniscas de la Formación Huchpayacu y subyace en aparente concordancia a las capas rojas de la Yahuarango.

Edad. Está unidad no presenta fósiles, pudiendo pertenecer por posición estratigráfica al límite Maastrichtiano-Paleoceno como fue sugerido por Chalco (1961).

Formación Yahuarango

Definición. Kummel (1946) definió el Miembro Yahuarango como parte del Grupo Contamana en el río Cushabatay en la región de Contamana. El mismo autor (Kummel, 1948) describió como formación a esta unidad para describir las secciones estratigráficas que afloran en los ríos Cushabatay y Cachiyacu.

Distribución. Sus afloramientos han sido registrados en los cuadrángulos Río Santiago (7h), Ayambis (8h), Jiménez Banda (8g), Río Comaina (9g) y Teniente Pinglo (9h) (figura 2.4), extendiéndose por el sur al cuadrángulo de Santa María de Nieva.

Litología. Está compuesta por areniscas arcósicas rojo violáceo, de grano fino a medio, generalmente bioturbadas; con capas lenticulares de limolitas y lodolitas gris verdosas. Se intercalan areniscas gris verdosas a marrón verdoso, de grano fino a medio, compactas y brechas calcáreas lenticulares gris marrón a gris verdosa, con cemento calcáreo. Las capas presentan estructuras de canal, con presencia de laminaciones sesgadas. Presenta además limoarcillitas y limolitas bioturbadas.

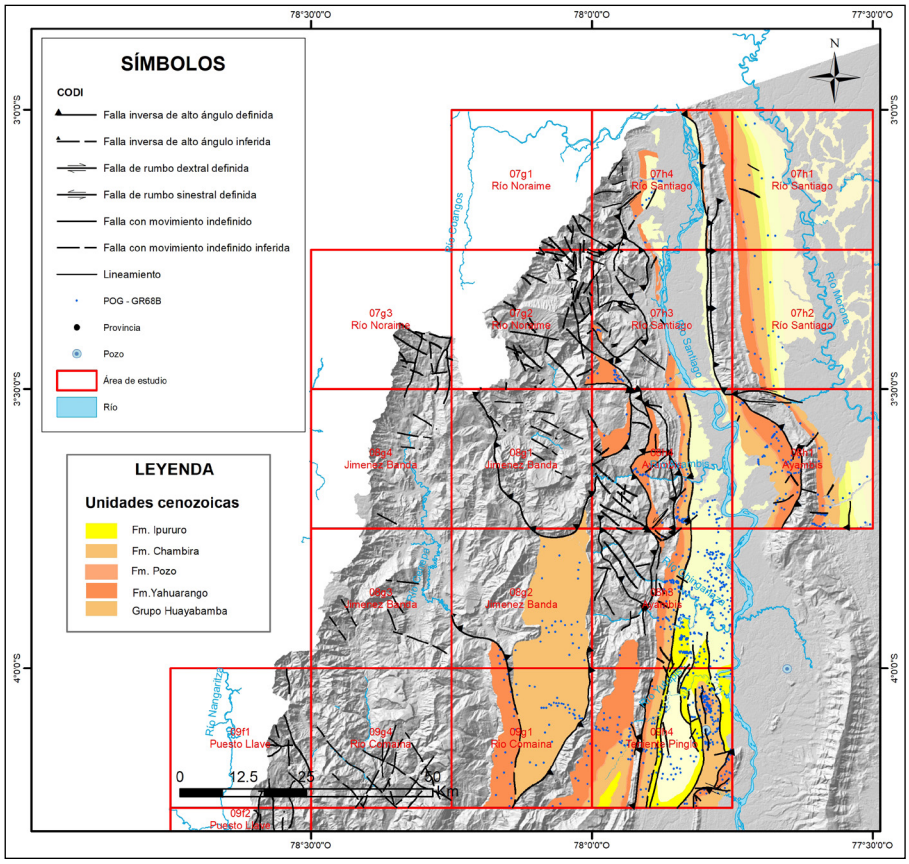


Figura 2.4 Mapa de distribución de los afloramientos de las rocas cenozoicas en el bloque Santiago

Grosor. Los grosores de esta unidad varían dentro del bloque Huallaga, con espesores de 914 m en la quebrada de Tatanguza y 876 m en el pongo de Manseriche.

Relaciones de contacto. Sobreyace en posición concordante a la Formación Casablanca y subyace en la misma relación a la Formación Pozo. En la cuenca Marañón, su base es interpretada como discordante (Christophoul et al., 2002; Wine et al., 2002).

Edad. La edad Paleocena fue asignada por Kummel (1946). Sin embargo, es posible que alcance al Eoceno inferior por la presencia del polen tricolpado *Retitricolpites sp., Monocolpites sp., Lycopodiumsporites sp.*, y esporas trilete reportadas por Gamarra (1987).

Formación Pozo

Definición. Fue estudiada por Williams (1949), quien realizó las primeras investigaciones sobre estas secuencias dándoles el nombre de Formación Pozo, considerando que Brasler (1924) (citado en Vara, 2003) dio el nombre de "Pozo Beds" a una secuencia de lutitas y areniscas expuestas en un área denominada Pozo, cerca de la desembocadura del río Santiago.

Distribución. Sus afloramientos han sido registrados en los cuadrángulos Río Santiago (7h), Ayambis (8h), Río Comaina (9g) y Teniente Pinglo (9h) (figura 2.4).

Litología. La unidad ha sido descrita en tres secuencias en los estudios de exploración realizados en el antiguo lote 50 que corresponden a: Pozo Tufáceo, Lutitas Pozo y Pozo Regresivo. La secuencia inferior o Pozo tufáceo consiste en 70 m de intercalaciones de tobas, areniscas tobáceas gris claro a blanquecinas y areniscas blancas de grano fino a medio, silíceas. La secuencia Lutitas Pozo consiste en 250 m de lutitas gris oscuras, verde oliva, calizas arcillosas blanquecinas y calizas bioclásticas. La secuencia Pozo Regresivo consiste 677 m de areniscas cuarzosas, limolitas arenosas, llimoarcillitas tubáceas marrón y rojizos. En la sección del río Comaina se exponen secuencias monótonas de limoarcillitas grises, carbonosas y micáceas; intercaladas con limolitas calcáreas, calizas coquiníferas y areniscas. En el pongo de Manseriche se expone un Miembro inferior compuesto por intercalaciones de areniscas gris claras, de grano medio a grueso, con capas de limolitas, areniscas de grano gueso y conglomerados con cantos de arenisca cuarzosa, seguido de un Miembro superior que consiste en lutitas gris oscuras con intercalaciones de calizas y areniscas (Chacaltana et al., 2012).

Grosor. Se han reportado grosores de 406 m de grosor pra la sección del tramo inferior del río Comaina (Tafur, 1991) y de 240 m para los afloramientos del pongo de Manseriche (Chacaltana et al., 2012).

Relaciones de contacto. En el bloque Santiago se desconoce su relación de contacto con la Formación Yahuarango por la pobre exposición de sus afloramientos en los niveles basales. Sin embargo, de acuerdo con Christophoul et al. (2002) y Wine et al. (2002), la Formación Pozo sobreyace discordante a la Formación Yahuarango y subyace en similar posición a las capas rojas del Neógeno. Se correlaciona con la Formación Orteguaza en Ecuador (Christophoul et al., 2004).

Edad. Los datos paleontológicos más antiguos corresponden a los estudios de los moluscos que fueron asignados al Oligoceno por los geólogos de la International Petroleum Company. En el oriente del Ecuador, la Formación Pozo se correlaciona con la parte inferior y media de la Formación Pastaza, de la interfaz Tiyuyacu – Chalcana que contine en sus facies cláticas los foraminíferos *Ammobaculites, Haplograpmoides*, ocasionalmente acompañado de ostrácodos del género *Candona* que han sido asignados al rango Eoceno – Oligoceno medio a superior (Tafur, 1991).

Formación Chambira

Definición. Kummel (1946) describió el miembro Chambira dentro del Grupo Contamana para describir las capas rojas continentales que afloran en la quebrada Chambira, afluente del río Cushabatay, provincia de Ucayali.

Distribución. Se distribuye ampliamente en el sector oriental del bloque Santiago, formando extensos afloramientos debido a su bajo buzamiento especialmente en los sinclinales, que destacan en los cuandrángulos Río Santiago (7h) y Ayambis (8h) (figura 2.4).

Litología. Está conformada por litologías monótonas compuestas por limolitas arenosas rojo brunáces, intecaladas con lodolitas marrón rojizas y areniscas cuarzosas rojas, de grano fino medio; limoarcillitas roja púrpuras en capa masivas e intercaladas con arcosas rojas; areniscas cuarzosas amarillentas, friables, parcialmente conglomerádicas: limoarcillitas verde oliva glauconíticas, carbonosas y calcáreas; limoarcillitas gris verdosas, limolíticas y calcáreas con restos de carofitas.

Grosor. En la quebrada Candungos, Tafur (1991) ha reportado una sección incompleta de 866 m truncada en la parte superior por la erosión cuaternaria representada por los depósitos aluviales y fluviales. Interpretaciones realizadas por geólogos de Petroperú en el antiguo lote 50 han estimado en 2500 m el grosor de la Formación Chambira en su depocentro.

Relaciones de contacto. La Formación Chambira se encuentra sobreyaciendo a la Formación Chambira en ligera discordancia angular y se encuentra cubierta en discordancia erosional por areniscas semiconsolidadas de la Formación Ipururo y por los depósitos de cobertura cuaternaria.

Edad. Son escasos los registros fosilíferos descritos en el bloque Santiago, siendo Tafur (1991) quien mencionó el hallazgo de oogonias de carofitas, *Ostrácodos sp.*, fragmentos de *Bathysiphon sp.*, huellas de plantas carbonizadas y capas de lignito. El registro fosilífero no proporciona una edad específica para la Formación Chambira, razón por la cual se la interpreta en el rango Oligoceno superior - Mioceno por estar sobreyaciendo a la Formación Pozo que contiene fósiles del Eoceno – Oligoceno. Estudios micropaleontológicos realizados por Gutierrez (1982, citado en Jaillard et al., 1995) asignan una edad Miocena para la sección inferior expuesta en la región del Ucayali.

Formación Ipururo

Definición. Kummel (1946) la definió como el Miembro superior del Grupo Contamana que aflora en el río Cushabatay, región Ucayali. Posteriormente, el mismo autor (Kummel, 1948) eleva el Miembro Ipururo al rango de Formación dentro del Grupo Contamana.

Distribución. Tiene amplia distribución en el bloque Santiago con mayor exposición en el flanco oriental de los cerros Campanquiz, recorriendo de forma paralela a los afloramientos de la Formación Chambira como lo observado en los cuadrángulos Río Santiago (7h) y Ayambis (8h) (figura 2.4).

Litología. La parte inferior se compone de areniscas de grano medio a grueso, con lentes de conglomerados y capas delgadas de limoarcillitas de color rojizo y ocasionalmente gris a pardo amarillento. La parte media presenta lodolitas, limoarcillitas, con ocasionales capas de areniscas de grano fino, de color rojo a morado. La parte superior expone areniscas rojas a pardo amarillentas, de grano medio a grueso, con capas de conglomerados semiconsolidados.

Grosor. No se tiene un reporte preciso del grosor de la Formación Ipururo; sin embargo, Grández (1993) ha reportado con datos de subsuelo (lote 1-AB, cuenca sedimentaria Marañón) un grosor de 600 m que disminuye hacia el este hasta alcanzar 280 m.

Relaciones de contacto. La Formación Ipururo se encuentra sobreyaciendo a la Formación Chambira en ligera discordancia angular y se encuentra cubierta en discordancia erosional por areniscas semiconsolidadas de la Formación Sarameriza y por los depósitos de cobertura cuaternaria.

Edad. Al oeste de la nueva carretera hacia Santa María de Nieva, Quispesivana et al. (1997) reportaron troncos de la especie *Salicinoxylon serrae n. sp.* y otros indeterminados. Estos fósiles son de ambiente continental y no brindan una edad precisa. Sin embargo, por su posición estratigráfica al sobreyacer a la Formación Chambira del Mioceno e infrayacer a la Formación Ucayali, se le asigna al intervalo Plioceno-Pleistoceno (Kummel, 1948).

Formación Nieva

Definición. Fue definida por los geólogos de Petroperú para describir a rocas clásticas semiconsolidadas que rellenan la cuenca sedimentaria Santiago.

Distribución. En el bloque Santiago, sus afloramientos se reducen a las exposiciones en ambas márgenes del río Santiago, especialmente en la parte sur del cuadrángulo de Ayambis.

Litología. Está constituida por sedimentitas clásticas pobremente consolidadas presentes en capas horizontales compuestas de areniscas, conglomerados y areniscas conglomerádicas gris verdoso y rojizo.

Relaciones de contacto. La Formación Nieva se encuentra sobreyaciendo en discordancia erosional a la Formación Ipururo y se encuentra infrayaciendo a los depósitos de cobertura cuaternaria.

Edad. En el bloque Santiago no ha sido reportada el hallazgo de fósiles. La edad se asume teniendo en consideración su posición estratigráfica, ya que sobreyace a la Formación Ipururo del Mioceno - Plioceno por lo que asume su edad del Plioceno - Plesitoceno.

Formación Sarameriza

Definición. Bajo esta terminología, Quispesivana et al. (1998) ha cartografiado a los sedimentos inconsolidados que se exponen en los cuadrágulos de Río Santiago, Huijín, Huagasa, Limón Cocha y Ayambis.

Distribución. Se encuentra rellenado las superficies semiplanas de la Llanura Amazónica con cotas por debajo de los 200 m s. n. m., exponiendo afloramientos que se encuentran disectados por los ríos Morona, Huitoyacu, Manchari, Huasaga, Chapulí y Marañón.

Litología. Está constituida por arenas rojas a pardo amarillentas, inconsolidadas a semiconsolidadas, con intercalaciones de limos y ocasionalmente con conglomerados polimícticos.

Relaciones de contacto. La Formación Nieva se encuentra sobreyaciendo en discordancia erosional a la Formación Ipururo y se encuentra infrayaciendo a los depósitos de cobertura cuaternaria.

Edad. No se han reportado evidencias paleontológicas, interpretando su edad por su posición estratigráfica considerándola del rango Plioceno - Pleistoceno por razones que sobreyace en discordancia a la Formación Ipururo.

Estratigrafía del bloque Huallaga

Substrato pre Mesozoico

Las rocas premesozoicas que conforman el substrato de la cuenca sedimentaria Huallaga (figura 2.5) en gran medida afloran al oeste del área de las hojas geológicas actualizada (estribaciones de la Cordillera Oriental) y en el borde occidental del Subandino. Una sección representativa compuesta por rocas metamórficas proterozoicas y sedimentitas paleozoicas han sido cartografiadas y descritas por Sánchez (1995) entre la localidad de Balsas (valle del río Marañón, Amazonas) y el paraje denominado abra Barro Negro (divisoria de los ríos Marañón y Utcubamba). En el cuadrángulo Río Jelache (15i), Sánchez y Jacay (1997) han cartografiado metamorfitas proterozoicas del Complejo del Marañón (figura 2.6) que infrayacen en discordancia a las rocas paleozoicas. En el anticlinal, Los Naranjos (cuadrángulo Nueva Cajamarca), Chumpitaz et al. (2015) han cartografiado rocas metamórficas proterozoicas y areniscas cuarzosas pérmicas que se encuentran sobreyacidas por las calizas del Grpo Pucará (Triásico-Jurásico).

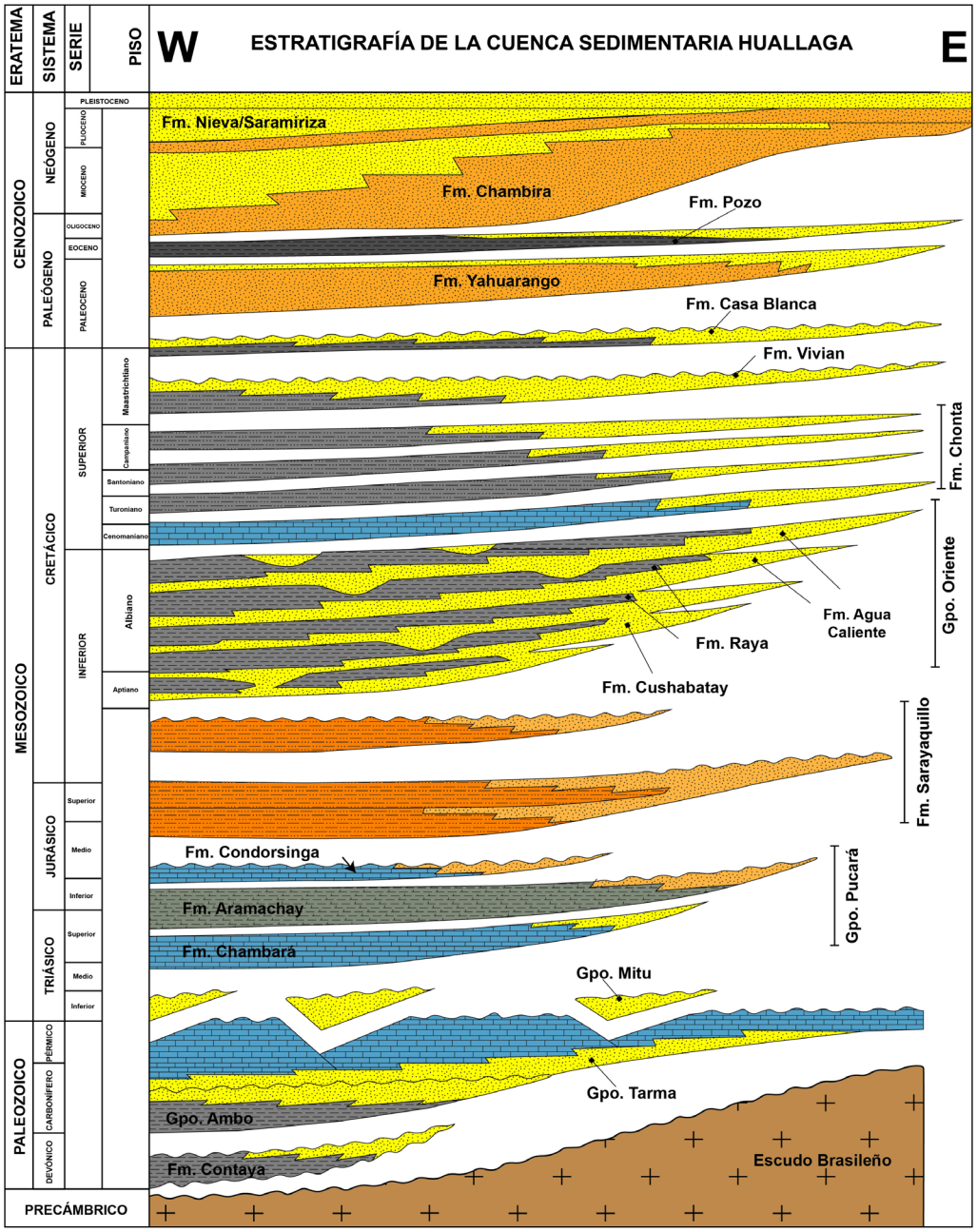


Figura 2.5 Columna estratigráfica de la cuenca sedimentaria Huallaga (Modificado de León, 2012)

Las rocas más antiguas del substrato pre Mesozoico de la cuenca sedimentaria Huallaga corresponden a litofacies metamórficas del Complejo del Marañón compuesta por esquistos y gneises, esquistos, esquistos micáceos y metasedimentitas (pizarras, cuarcitas y filitas) que infrayen en discordancia angular a rocas paleozoicas y mesozoicas en los valles del Marañón, río Jelache (figura 2.6) y en el anticlinal Naranjos (Sánchez, 1995; Sánchez & Jacay, 1997; Chumpitaz et al., 2015). Esta relación estratigráfica la interpretamos como producto de la evolución estructural de los altos de basamento y de la configuración de los grábenes ocurridos en el Pérmico terminal y el Cretácico temprano. Ante la ausencia de edades U-Pb de las rocas metamórficas del área actualizada, la edad Neoproterozoica a pre Ordovícica es inferida por su posición estratigráfica al encontrase sobreyacidas por las rocas ordovícicas de la Formación Contaya en el valle del Marañón (Sánchez,1995).

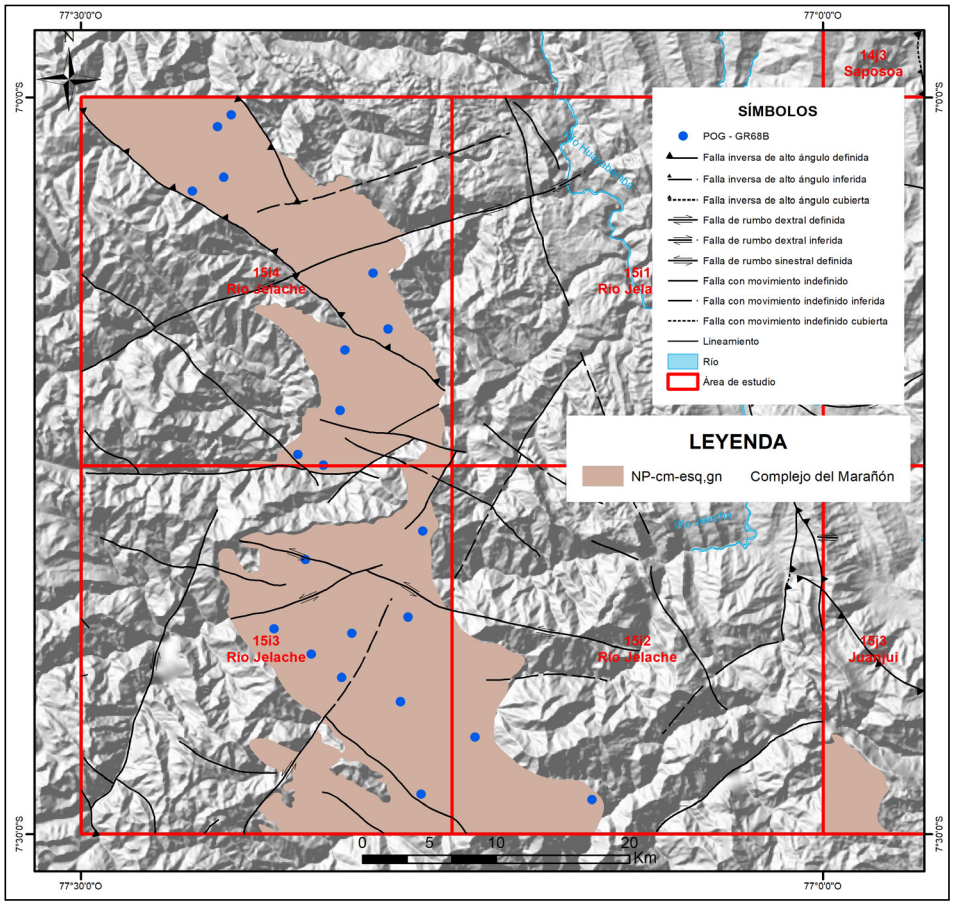


Figura 2.6 Mapa de distribución de las rocas metamórficas proterozoicas en el bloque Huallaga.

En el abra Barro Negro (Amazonas), la Formación Contaya está compuesta por metasedimentitas de lutitas pizarrosas con clivajes, cuarcitas, calizas metamorfizadas gris oscuras a verdosas y andesitas porfíricas expuestas en una sección parcial. Más al oeste, en la región de Pataz, Wilson y Reyes (1964) han reportado grosores de 500 m a 1500 m con restos de graptolites asigados al rango Ordovícico medio.

Las rocas del Grupo Ambo han sido cartografiadas en los cuadrángulos de Leymebamba (abra de Barro Negro) y Huayabamba por Sánchez (1995), y Sánchez y Jacay (1997), respectivamente, donde están constituidas por areniscas, limoarcillitas grises y limolitas gris verdosas, resaltando una capa distintiva en la base de la unidad compuesta por conglomerados con cantos de cuarcita y cuarzo, con diámetros inferiores a los 15 cm y envueltas en una matriz limo arenosa. En el cuadrángulo de Huayabamba, el Grupo Ambo tiene un grosor promedio de 600 m, el cual contiene abundantes fósiles de braquiópodos, bryozoarios, y crinoideos identificados como *Proteriocrinites sp, Polypora cf. P. dendroides* Mc. COY, *Fenestrellina cf. F. retiformes* (SCHLOTHEIM), *Leptagonia cf. L. análoga* (PHILLIPS) del Carbonífero inferior (Sánchez & Jacay, 1997).

En el valle del Marañón y en el abra de Barro Negro, el Grupo Ambo está cubierto por piroclastos, brechas, lavas de andesitas, capas delgadas de areniscas y lodolitas rojas de la Formación Lavasen que se expone con un grosor de 600 m a 800 m (Sánchez (1995). Similares afloramientos afloran en el cuadrángulo Río Jelache (15i) (figura 2.7)

Fabián et al. (2015) describen en el cuadrángulo de Huayabamba (sector Río Verde) una sección de más de 1400 m que incluye a los grupos Ambo, Tarma y Copacabana. La sección en su parte inferior expone lutitas gris oscuras a verdes y capas de conglomerados pertenecientes al Grupo Ambo. Continúa la sección con 800 m compuesto por lutitas negras intercaladas con calizas tipo *packstone*, areniscas gris verdosas, limoarcillitas gris oscuras y calizas margosas y capas de areniscas cuarzosas del Grupo Tarma. En la parte superior de la sección han descrito 500 m de rocas calcáreas pertenecientes al Grupo Copacabana que consisten esencialmente de calizas fosilíferas tipo *wackestone* con restos de braquiópodos y crinoideos, calizas *packstone* recristalizadas y calizas bioclásticas. El contenido fosilífero de braquiópodos ha sido estudiado por Del Castillo et al. (2014) identificando *Neospirifer condor* (d´Orbigny), *Neopirifer sp, Alpavlia* (Dictyoclostus) *gzheliensis* que son atribuidos al intervalo del Carbonífero superior - Pérmico inferior.

Las rocas del Grupo Mitu han sido descritas al oeste del área de estudio, en los cuadrángulos de Leymebamba (carretera Balsas - abra Barro Negro), Bagua Grande (paraje Naranjitos, carretera puente Corontachaca - Pedro Ruiz) y Nueva Cajamarca (anticlinal Naranjos) (Sánchez, 1995; Chumpitaz et al., 2015). En el bloque Huallaga aflora en el cuadrángulo Río Jelache (15i) (figura 2.7). Sus litologías consisten en areniscas, lodolitas y conglomerados polimícticos, con escasas intercalaciones de rocas piroclásticas y brechas. Las areniscas se clasifican como areniscas líticas, grauwacas feldespáticas y arcosas. Las capas presentan frecuentemente estratificaciones sesgadas, laminaciones paralelas, paleocanales y grietas de desecación. Sánchez (1995) estima en 800 m a 1500 m el grosor del Grupo Mitu en Lonya Grande, lugar donde se encuentra cubierta por las calizas de la Formación Chambará (Triásico superior).

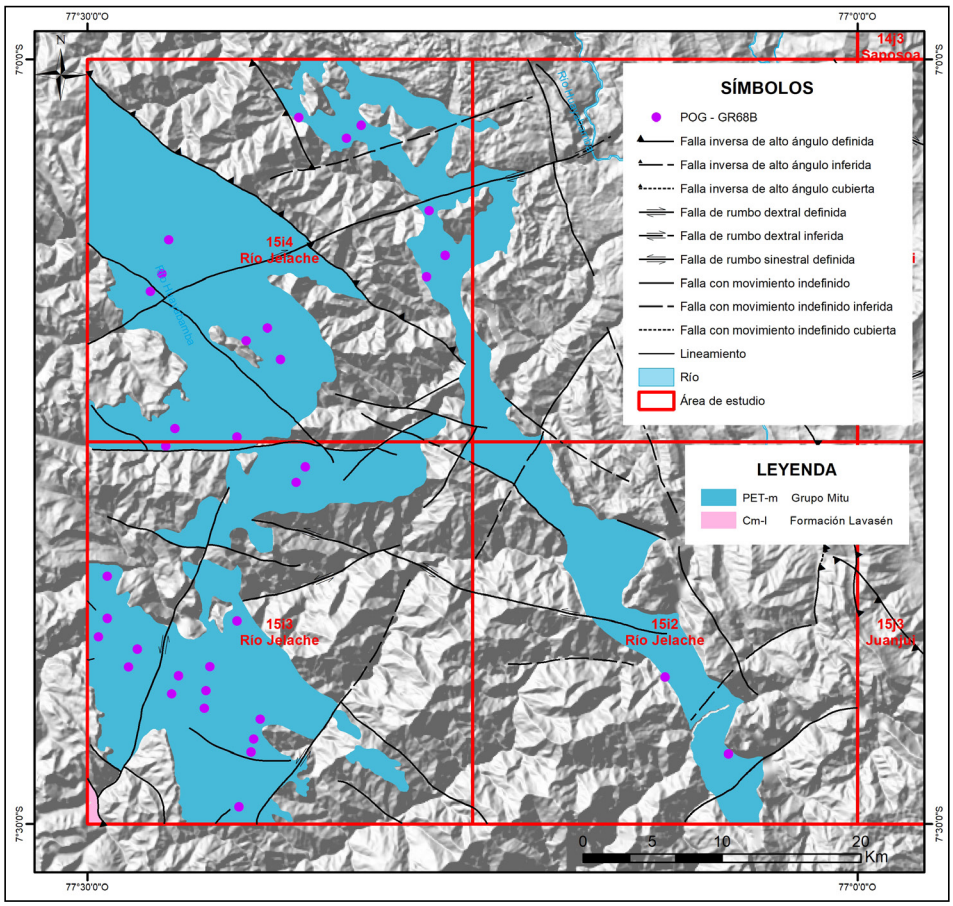


Figura 2.7 Mapa de distribución de los afloramientos de la Formación Lavasen y Grupo Mitu en el bloque Huallaga.

Rocas mesozoicas

Extensos afloramientos de rocas sedimentarias mesozoicas, del intervalo Triásico – Jurásico (figura 2.8), ocupan el sector occidental de la Faja Plegada del Huallaga, donde se ubican las montañas del Utucubamba, Altomayo, Huayabamba y Río Jelache. Los afloramientos más representativos corresponden a las calizas del Grupo Pucará (Triásico superior – Jurásico inferior) que afloran en el valle del Utcubamba y en las montañas de los cuadrángulos de Nueva Cajamarca, Huayabamba y Río Jelache formando franjas con rumbo andino (NO-SE). Los afloramientos menos extensos y reducidos corresponden a los conglomerados de la Formación Corontachaca (Jurásico medio) y las capas rojas continentales de la Formación Sarayaquillo (Jurásico superior) reconocidas en la sección de Pedro Ruiz – desvío a Jumbilla. Las rocas cretácicas afloran en el sinclinal de Pomacocha (cuadrángulo de Jumbilla) donde se exponen las areniscas cuarzosas del Grupo Goyllarisquizga (Valanginiano).

Grupo Pucará

Distribución. Esta unidad ha sido cartografiada en los cuadrángulos de Cachiyacu (11h), Río Jelache (15i), Yanayacu (14l) y Manco Capac (16l) (figuras 2.8 y 2.9). Al oeste del bloque Huallaga ha sido descrita en la sección del río Utcubamba por Prinz (1985) (figura 2.10), Sánchez (1995), y Sánchez y Jacay (1997); se consideran las formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga, manteniendo la terminología propuesta por Megard (1968) para la división del Grupo Pucará y se dejan de lado las denominaciones propuestas por Weaver (1942), quien empleó los nombres formacionales de Utcubamba, Suta y Chillingote para las calizas que afloran a lo largo del río Utcubamba. Las calizas del Grupo Pucará representan la sedimentación marina entre el Triásico superior – Jurásico inferior como consecuencia de la transgresión noriana (Prinz, 1985; Sánchez, 1995), la cual dio lugar a una plataforma extensa y alargada con rumbo NNO – SSE. Al este de la faja plega del Huallaga, tres pozos exploratorios atravesaron el Grupo Pucará: Shanusi 1X, Loreto 1X y Orellana 1X (suroeste de la cuenca Marañón) con presencia de dolomitas, areniscas calcáreas y evaporitas.

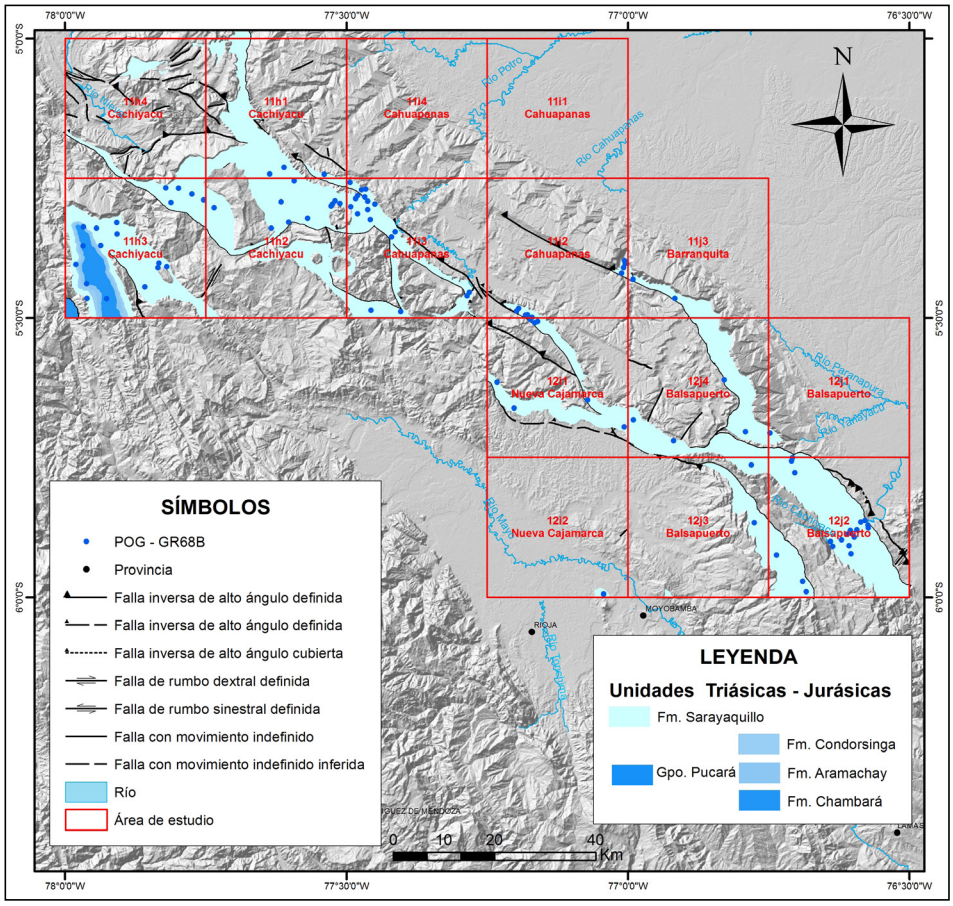


Figura 2.8 Mapa de distribución de los afloramientos del Grupo Pucará y Formación Sarayaquillo en el bloque Huallaga (norte)

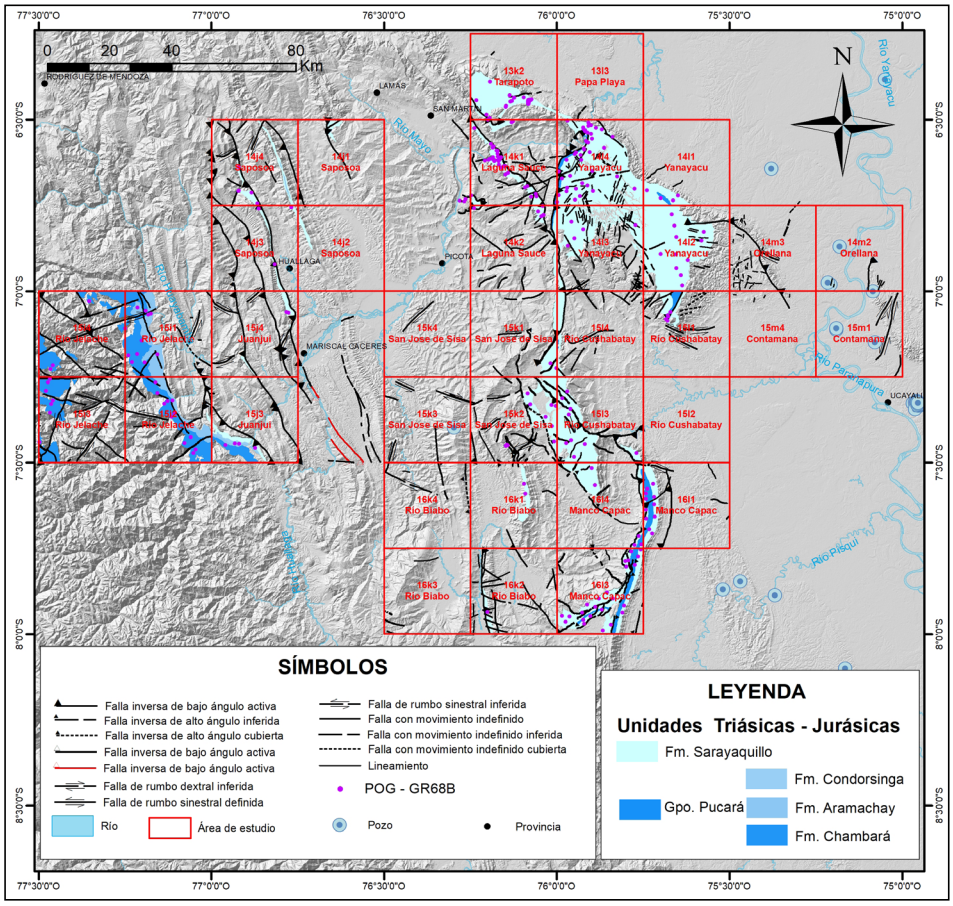


Figura 2.9 Mapa de distribución de los afloramientos del Grupo Pucará y Formación Sarayaquillo en el bloque Huallaga (sur)

Litología. Afloramientos restringidos de las calizas del Grupo Pucará han sido descritos el cuadrángulo de Yanayacu (nacientes de los ríos Sarayaquillo, Santa Catalina y Chipuranaen), así como en los domos de Tiraco, Pilluana y Callanayacu (Sánchez et al., 1997; Parsep, 2001a) asociadas a facies evaporíticas. Aunque los mapas del Ingemmet (Sánchez et al., 1997) muestran la cartografía de la sal como domos salinos, Parsep (2001a) sostiene que en realidad los "domos salinos" corresponden a capas de evaporitas compuestas por yeso y anhidrita, con pequeñas porciones de sal y sedimentitas que se encuentran paralelas a las calizas estratificadas del Grupo Pucará y cubiertas en posición similar por las areniscas rojas de la Formación Sarayaquillo.

En la sección de la quebrada Callanayacu, Rosenzweig (1953) describió una secuencia de 247 m compuesto por calizas gris amarillentas, limolitas calcáreas grises y areniscas pardas, en estratos delgados a medianos. En los domos de Callanayacu, Tiraco y Pilluana se pueden observar calizas grises a gris oscuras y limolitas que tienen contenido bituminoso y fósiles, que han sido alteradas y reemplazadas intensamente por las soluciones salinas, y que por sus características litológicas corresponderían a la Formación Aramachay (Sánchez et al., 1997).

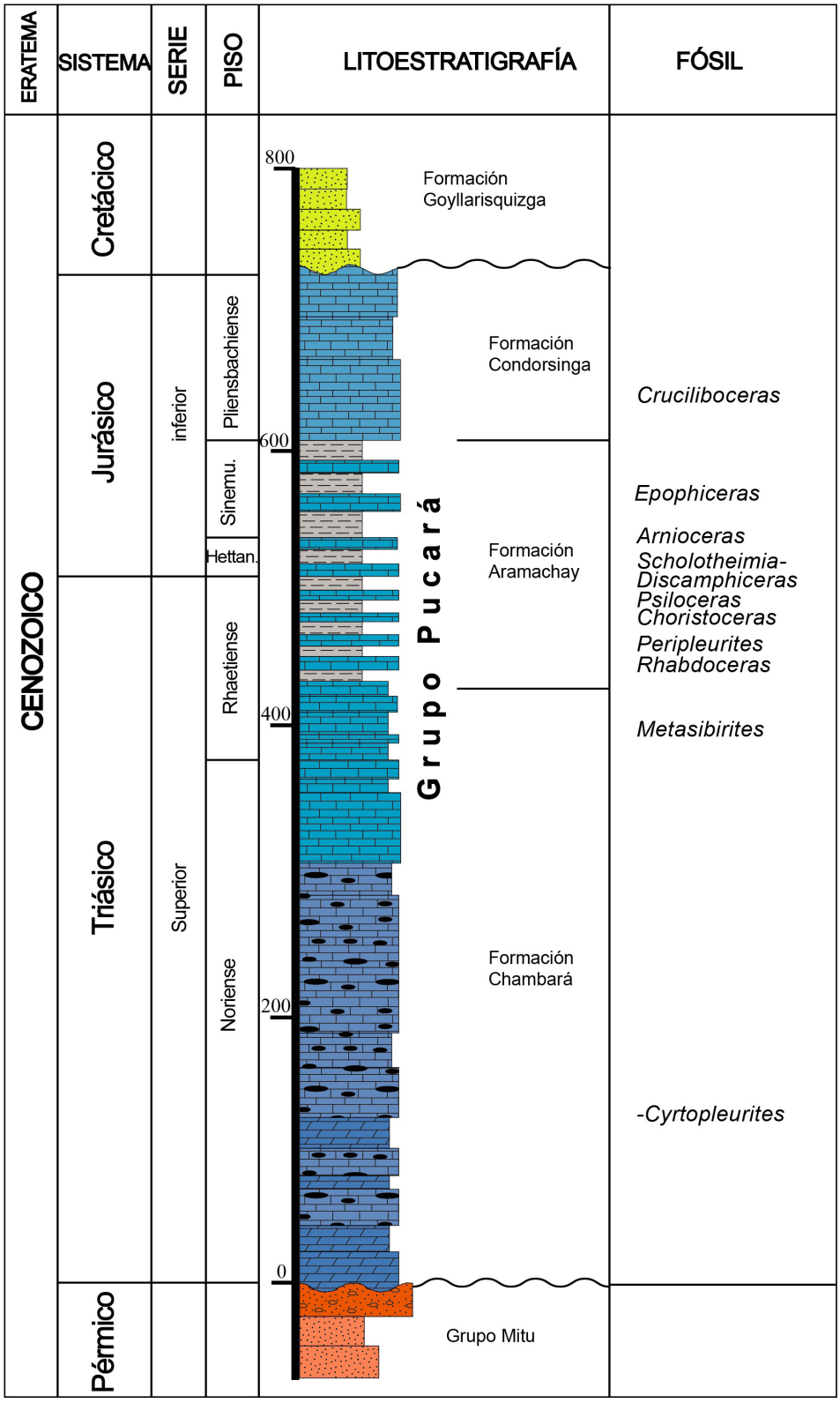


Figura 2.9 Estratigrafía del Grupo Pucará de la sección del río Utubamba (Prinz, 1985).

Grosor. En el valle del río Utcubamba Printz (1985) se ha reportado 700 m de grosor para las calizas del Grupo Pucará. En la sección de la quebrada Callanayacu, Rosenzweig (1953) describió una secuencia incompleta de 247 m.

Relaciones de contacto. Las calizas de la Formación Chambará cubren en discordacia angular a las areniscas del Grupo Mitu, relación estratigráfica que puede observarse aguas abajo de Corontachaca (cuadrángulo de Bagua Grande). Su tope se encuentra truncado por una importante superficie de erosión que corresponde a la base de la Formación Corontachaca (Jurásico medio). En las localidades de Corontachaca (río Utucamba) también se ve afectada por la discordancia de la base del Cretácico (DBK) que ha sido cubierta por las areniscas del Grupo Goyllarisquizga.

Edad. Benavides (1962) ha reportado el hallazgo de Myophoria pascoensis del Triásico superior en las calizas del domo de Pilluana (cuadrángulo Utcurarca), Arietites sp. del Jurásico inferior en los bloques de la extrusión Gallohuacana (domo de Callanayacu). Rosenzweig (1953) ha reportado contenido fosilífero en los bloques de calizas de la quebrada Chipaota, que corresponden a lamelibranquios, braquiópodos y corales identificados como Pecten pradoarius Vern y Col, Spiriferina cf. S. rostata Schloth y Rynchonella wanneri Tilmann, que indican una edad Liásica.

Formación Chambará

Litología. Representa la base del Grupo Pucará y se encuentra en los núcleos de pliegues anticlinales. En la sección del río Utcubamba, Sánchez (1995) distingue y describe dos miembros: uno inferior conformado por calizas en capas de 1 m a 3 m de grosor, que contienen abundante nódulos e inclusiones silíceas de forma irregular. Su estratificación es paralela con superficies onduladas e irregulares; las calizas son resistentes y de apariencia masiva. Las calizas son descritas como biomicritas, calizas dolomíticas, dolomitas espáticas y calizas micríticas dolomitizadas, que contienen espículas de esponjas, restos de ostrácodos, calciesferas, bivalvos, equinodermos reemplazados por calcita espática. El miembro superior presenta estratos delgados de 10 cm a 40 cm de grosor de micritas y biomicritas con restos de moluscos y calciesferas, así como niveles fosilíferos de Monotis. En los cuadrángulos de Huayabamba y Río Jelache, Sánchez y Jacay (1997) describen en la Formación Chambará capas de calizas dolomíticas con nódulos silíceos, calizas grises y areniscas con glauconita.

Relaciones de contacto. Las calizas de la Formación Chambará cubren en discordacia angular a las areniscas del Grupo Mitu, relación estratigráfica que puede observarse aguas abajo de Corontachaca (cuadrángulo de Bagua Grande), donde se encuentra cubierta por las calizas bituminosas de la Formación Aramachay en posición concordante.

Grosor. El grosor reportado por Prinz (1985) y Sánchez (1995) para los afloramientos de la Formación Chambará en el río Utcubamba es de 400 m. En el cuadrángulo de Huayabamba, Sánchez y Jacay (1997) reportan un grosor similar.

Edad. Prinz (1985), en su columna general del Grupo Pucará medida en el valle del Utcubamba, describe en la Formación Chambará la presencia de los fósiles Monotis scutiformes, Cyrtopleurites sp., Monotis typica, Monotis subcircularis, Oxytoma cf. Kiparisovae marcadores del piso Noriano.

Formación Aramachay

Litología. En el río Utcubamba, Sánchez (1995) describe una sección de 150 m a 200 m de la Formación Aramachay compuesta por calizas y limoarcillitas marrón oscuras, intercaladas con calizas bituminosas grises a negras y limoarcillitas calcáreas en estratos de 5 cm a 40 cm de grosor y capas de carbón, siendo característica de esta unidad la presencia de limoarcillitas marrones con restos de radiolarios, espículas de esponjas, con algunos nódulos irregulares de color marrón amarillento. Otro componente que resalta Sánchez (1995) de esta unidad es la abundancia de ammonites identificados como Vermiceras stubeli TILMANN, Arnioceras ceratitoides QUENSTEDT, Psiloceras cf. P. planorbis SOWERBY, Psiloceras reissi TILMANN, Psiloceras sp., Schloteimia cf. S. angulata (SCHLOTHEIM) y Epophioceras cf. E. carinatum SPATH que han sido también descritas por Prinz (1985) en el río Utcubamba.

Grosor. En el cuadrágulo de Huayabamba y Río Jelache, localidades de Chírimoto, Achamal y Kakapishco, Sánchez y Jacay (1997) describen secuencias de 50 m a 200 m de calizas bituminosas y calizas lodosas con intercalaciones de limolitas calcáreas y limoarcillitas, donde han reportado el hallazgo de ammonites identificados como Vermiceras stubelli TILLMAN y Arnioceras ceratitoides QUENSTEDT.

Edad. Los ammonites descritos por Prinz (1985), Sánchez (1995), y Sánchez y Jacay (1997) caracterizan los pisos Hettangiano y Sinemuriano del Jurásico inferior.

Formación Condorsinga

Litología. Las secciones más representativas de la Formación Condorsinga se exponen en el río Utcubamba y han sido descritas por Weaber (1942), Prinz (1985) y Sánchez (1995). Consisten en calizas micríticas de color gris a beige, en estratos de 10 cm a 30 cm de grosor que presentan estratificación ondulada, paralela y discontinua; ocasionalmente presentan

intercalaciones de limoarcillitas en capas delgadas menores a 10 cm, de colores gris claro, verdoso a amarillentas. La parte superior de la unidad se compone de calizas micríticas, en estratos gruesos, de aspecto macizo semejante a las capas de calizas de la Formación Chambará, pero que se diferencian por la ausencia de los nódulos de chert y por su estratificación más tabular. Sánchez y Jacay (1997) y Chumpitaz et al. (2015) han descrito litologías similares en los cuadrágulos de Huayabamba y Nueva Cajamarca.

Grosor. Los grosores de la Formación Aramachay varían de 100 m a 150 m, aumentando su espesor hacia la parte oriental de la región Subandina.

Relaciones de contacto. En las localidades de Corontachaca (río Utucamba), se observa el tope de la Formación Condorsinga truncada por una importante superficie de erosión sobre la cual se asienta la base de la Formación Corontachaca (Jurásico medio). En Cocahuayco (río Utucamba), la Formación Condorsinga se encuentra afectada por la discordancia de la base del Cretácico (DBK) que ha sido cubierta por las areniscas del Grupo Goyllarisquizga.

Edad. Prinz (1985) menciona haber identificado en las calizas del río Utcubamba el ammonite *Crucilobiceras submuticum* (Oppel) del piso Pliensbachiano.

Formación Corontachaca

Definición. Terminología empleada por Sánchez (1995) para describir una secuencia de 400 m compuesta por brechas y conglomerados, esencialmente calcáreos, con fragmentos de bordes angulosos y subredondeados, unidas por una matriz fuertemente cementada por material calcáreo, que tienen como localidad tipo el puente del mismo nombre, ubicado en la carretera Marginal, tres kilómetros al SO de la localidad Pedro Ruiz.

Litología. En el cañón del río Utcubamba (aguas abajo de Caclic), se exponen brechas y conglomerados oligomícticos, mal seleccionados, con ocasionales intercalaciones de limoarcillitas rojas, en estratos medianos a gruesos.

Grosor. De acuerdo con Sánchez (1995) expone un grosor de 400 m.

Relaciones de contacto y edad. Sánchez (1995) interpretó a las brechas y conglomerados como producto del levantamiento de bloques con litologías del Grupo Pucará que sufieron una intensa erosión y dieron lugar a la acumulación de depósitos de talud próximo a una escarpa pronunciada, asociada con el levantamiento de otros bloques paleozoicos ocurrido a mediados y fines del Jurásico. Rodríguez et al. (2012) interpretan el levantamiento de los bloques como producto de una tectónica compresiva ocurrida en el Jurásico medio que originó un reacomodo de los bloques del rift permotriásico.

Formación Sarayaquillo

Distribución. En el bloque Huallaga, la Formación Sarayaquillo ha sido cartografiada en los cuadrángulos de Cachiyacu (11h), Cahuapanas (11i), Balsapuerto (12j), Saposoa (14j), Yanayacu (14l), Laguna Sauce (14k), Juanjuí (15j), Yanayacu (14l) y Manco Capac (16l) (figuras 2.8 y 2.9). Los afloramientos más occidentales de esta unidad con respecto a la cuenca sedimentaria Huallaga han sido descritos por Sánchez (1995), Sánchez y Jacay (1997) y Rodríguez et al. (2012) en los cuadrángulos de Chachapoyas, Jumbilla, Huayabamba y Río Jelache. En el sector oriental, conforma una extensa franja sedimentaria en el cerro Escalera (cuadrángulo de Tarapoto) que se prolonga a las montañas de Balsapuerto y Cahuapanas formando núcleos de anticlinales y rampas estructurales repetidas por fallas inversas. Extensos afloramientos con bajos buzamientos han sido cartografiados en el domo de Tiraco – Cainarachi (cuadrángulo Yanayacu).

Litología. Está compuesta por lodolitas, limolitas y areniscas rojas en estratos medianos, intercaladas con areniscas grises a marrones. Localmente presentan conglomerados polimícticos mal clasificados. En la carretera de Pomacochas a Pedro Ruiz, se observan capas de yeso que se extienden como mantos entre las lodolitas y areniscas rojas.

A nivel regional, la composición litológica de la Formación Sarayaquillo se caracteriza por estar compuesta principalmente de areniscas arcósicas, líticas y subcuarzosas, con intercalaciones de limolitas y lodolitas rojas a marrón rojizas. Las areniscas contienen granos subredondeados a redondeados de cuarzo, feldespatos y líticos, con abundante matriz limoarcillítica. Ocasionalmente, se presentan areniscas arcósicas con capas de areniscas conglomerádicas. En la carretera de Tarapoto – Yurimaguas, cerca a Ahuashiyacu (cuadrángulo Tarapoto), se exponen en el tope de la unidad areniscas subcuarzosas rojas, en estratos paralelos y con delgadas laminaciones internas entre la transición del Grupo Pucará a la Formación Sarayaquillo que han desarrollado facies tipo sabka de ambiente supratidal (Parsep, 2001a).

En el boquerón de Aguirre (2 km al NE del domo Callanayacu: río Huallaga) se exponen en la parte media a superior de la Formación Sarayaquillo areniscas cuarzosas y limolíticas, en estratos gruesos de hasta 5 m, de aspecto masivo, con abundante estratificación sesgada, que han sido interpretadas por Parsep (2001a) como litofacies de eolianitas.

En el cañón del río Cahuapanas (cuadrángulo del mismo nombre), Consultora de Petróleo (2003) describió una secuencia continental monótona de la parte superior de la Formación Sarayaquillo (sin dato de grosor) compuesta por areniscas cuarzosas, limolitas y lodolitas marrón rojizas. En general, las areniscas son de grano fino, presentes en capas gruesas, masivas y con estratificación sesgada a gran escala; intercaladas con limolitas y lodolitas en capas delgadas. Los planos superiores de las capas presentan con frecuencia grietas de desecación y estructuras de sobrecarga.

Grosor. Para la franja sedimentaria expuesta al este de Chachapoyas, Sánchez (1995) estima un grosor máximo de 800 m y Rodríguez et al. (2012) de 300 m a 500 m.

Relaciones de contacto. La Formación Sarayaquillo sobreyace en discordancia angular a la Formación Corontachaca y al Grupo Pucará en las localidades del río Sonche y al norte de Cocahuayco (río Utcubamba) (Sánchez,1995). Su límite superior es levemente discordante con las areniscas del Grupo Goyllarisquizga.

De acuerdo con Sánchez et al. (1997), el límite inferior de la Formación Sarayaquillo observado en Callanayacu (río Huallaga, cuadrángulo Yanayacu) es en transición hacia el contacto con las calizas del Grupo Pucará, aunque lateralmente al oeste y este la interpretan como ligeramente discordante. El límite superior de la Formación Sarayaquillo se encuentra cubierta en posición concordante por las areniscas de la Formación Cushabatay, relación estratigráfica que es posible observar en los cortes de la carretera Tarapoto - Yurimaguas (Ahuashiyacu y cerro Escalera), en el pongo de Aguirre (río Huallaga) y en los ríos Cahuapanas, Potro y Paranapura (cuadrángulos de Cahuapanas y Balsapuerto).

Edad. Ante la ausencia de registros fósiles en las áreas descritas, la edad de la Formación Sarayaquillo es inferida por su posición estratigráfica que se extiende entre el Jurásico medio a superior. La edad de la Formación Sarayaquillo, ante la ausencia de registros fósiles, está inferida por su posición estratigráfica, siendo asignada al Jurásico superior (Sánchez et al.,1997; Parsep, 2001a) por encontrarse entre los Grupo Pucará (Jurásico inferior) y Oriente (Cretácico inferior).

Sánchez (1995) interpretó las litofacies de la Formación Sarayaquillo como propias de una sedimentación en llanunas de inundación, de climas semiáridos y con desarrollo de vegetación evidenciada por la presencia de restos de troncos y tallos presentes en los afloramientos al este de Chachapoyas (carretera a Mendoza).

Grupo Oriente

La cartografía geológica muestra las rocas silicoclásticas al Grupo Oriente formando franjas alargadas y mesetas estructurales con capas de bajos buzamientos en las montañas Cahuapanas, Balsapuerto, cerro Escalera, y montaña Cushabatay (figuras 2.11 y 2.12). Los trabajos pioneros de Kummel (1946) describieron grosores de 1700 m en el río Cushabatay y 1200 m en el río Contamana de la cuenca hidrográfica del Ucayali. En la faja plegada del Huallaga, el Grupo Oriente suprayace en ligera discordancia a la Formación Sarayaquillo e infrayace en posición concordante a la Formación Chonta. Dentro del Grupo Oriente se describen tres formaciones de abajo a arriba: Cushabatay, Raya y Agua Caliente.

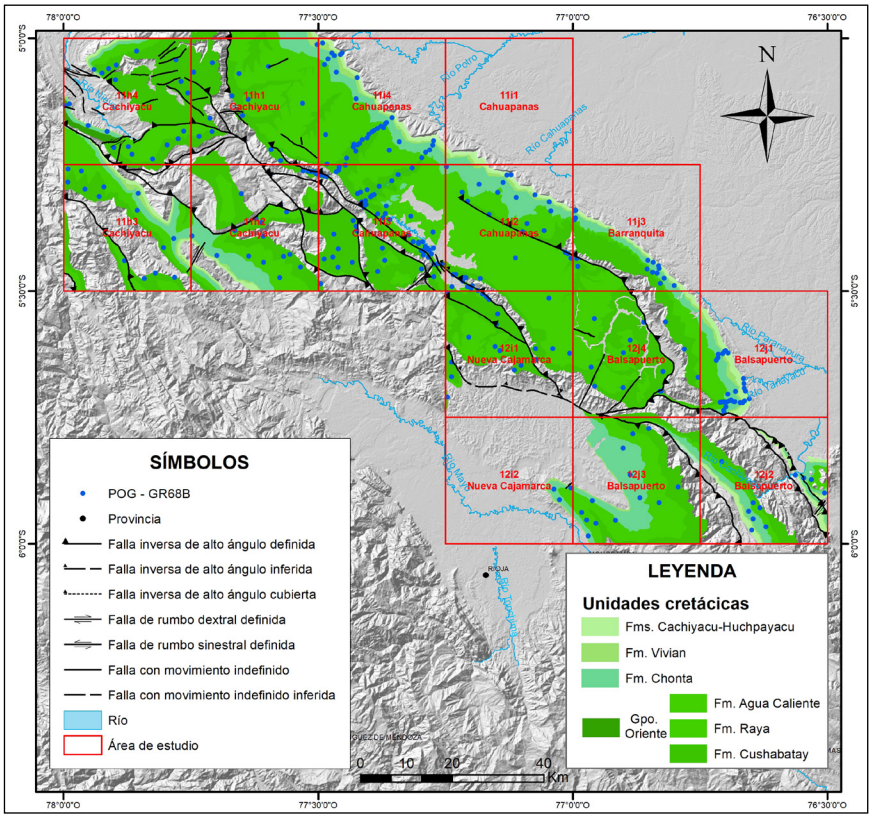


Figura 2.11 Mapa de distribución de las rocas cretácicas en el bloque Huallaga (norte)

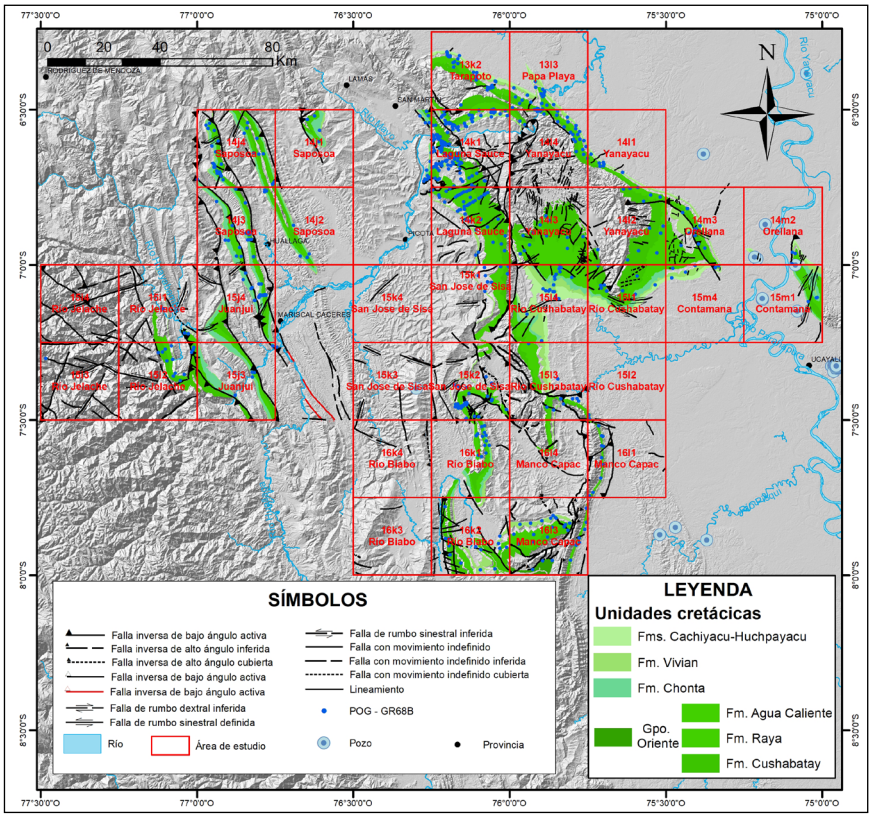


Figura 2.12 Mapa de distribución de las rocas cretácicas en el bloque Huallaga (sur)

Formación Cushabatay

Distribución. Los afloramientos de la Formación Cushabatay se distribuyen formando franjas alargadas y mesetas estructurales presentes en las montañas de Cahuapanas, Balsapuerto, Cushabatay y Contamana (figuras 2.11 y 2.12).

Litología. La Formación Cushabatay es la unidad inferior del Grupo Oriente que representa una secuencia transgresiva sobre las capas rojas jurásicas (Sánchez et al.,1997), conformada por areniscas cuarzosas, areniscas conglomerádicas con rodados de cuarzo e intercalaciones de lutitas y limolitas con capas delgadas de carbón. Las areniscas se encuentran en estratos gruesos con estratificación sesgada.

En Ahuashiyacu (carretera Tarapoto – Yurimaguas), López (1997) ha descrito una secuencia parcial de 267 m de grosor que contiene seis secuencias sedimentarias. La primera secuencia expone 50 m de areniscas cuarzosas, de grano medio a fino, con algunas capas de grano grueso, con laminación paralela y otras con estratificación sesgada en capas de estructura maciza con pequeños canales. También, se observa gran cantidad de restos de tallos y hojas con niveles de carbón bituminoso. La segunda secuencia es esencialmente pelítica, compuesta por 27 m de limoarcillitas laminadas e intercaladas con capas de areniscas cuarzosas de grano fino. La tercera secuencia consiste en 58 m de areniscas cuarzosas de grano medio a fina y limoarcillitas. La cuarta secuencia corresponde a una sucesión de areniscas cuarzosas de grano medio, con estratificación sesgada tangencial a escala decimétrica, que en conjunto conforman estratos macizos de 60 cm de grosor. La quinta y sexta secuencia con grosores de 15 m y 25 m presentan estratos delgados de areniscas cuarzosas, de grano grueso a medio. Asimismo, en base a sus observaciones, López (1997) interpretó la secuencia inferior como de ambiente fluvial entrelazado de intermedio a distal, con ciclos de canal, barras transversales, llanuras de inudación y algunas dunas hidráulicas, mientras que a las secuencias superiores las consideró como la transición de un ambiente continental a otro marino litoral del tipo fluvio-deltaico.

Grosor. Al este de Shapaja y el pongo de Aguirre (cuadrángulo Yanayacu), Sánchez et al. (1997) reportan 580 metros de grosor para la Formación Cushabatay. En la región del Huallaga, Rodríguez y Chalco (1975) han descrito hasta 500 m de grosor. Las facies son interpretadas como de transición de un ambiente continental a marino litoral que puede definirse como fluviodeltaico.

Relaciones de contacto

La Formación Cushabatay sobreyace en ligera discordancia angular a las areniscas rojas de la Formación Sarayaquillo e infrayace en posición concordante a la Formación Raya (Sánchez et al., 1997).

Edad. Kehrer et al. (1980) consideran que la edad de la Formación Cushabatay en la cuenca Marañón comprendería desde el Barremiano inferior, marcado por la zona *Dicheiropollis etruscus*, hasta el Albiano medio marcado por la zona de *Stellatopollis Borghoormi*. Tarazona (1985) reconoció dos zonas palinológicas para la Formación Cushabatay del pongo de Tiraco: la primera zona de *Dichiropollis etruscus* de probable edad Valanginiana y la segunda zona de *Pentapsis valdiviae* de edad Aptiana superior.

Formacion Raya

Distribución. Corresponde a la unidad intermedia del Grupo Oriente caracterizada por presentar rocas clásticas de grano fino que contienen restos fósiles de ambiente marino, que se exponen en las montañas de Cahuapanas, Balsapuerto, Cushabatay y Contamana (figuras 2.11 y 2.12).

Litología. La Formación Raya está constituida principalmente por secuencias que alcanzan grosores de 100 m a 200 m (Rodríguez & Chalco, 1975) que contienen limoarcillitas gris verdosas y gris oscuras, fisibles, con contenido de material carbonoso, diseminaciones de pirita y granos de glauconita; esporádicamente se presentan areniscas de grano fino y calizas lodosas en estratos delgados. Sánchez et al. (1997), en base a las litologías, las estructuras sedimentarias y el contenido fosilífero de la Formación Raya, interpretaron su ambiente de sedimentación como marino somero a marino marginal, con aportes terrígenos y presencia de restos fósiles de ambiente nerítico.

Relaciones de contacto

En el bloque Huallaga, la Formación Raya sobreyace a las areniscas de la Formación Cushabatay en posición concordante y subyace de forma similar a las areniscas cuarzosas de la Formación Agua Caliente.

Edad. Kummel (1946) en base al contenido de pelecípodos (exógira) asignó la edad Albiana a la Formación Esperanza (Formación Raya en los mapas actualizados). Brenner (1968, en Sánchez et al., 1997) en el río Cushabatay y Lammons (1968 y 1970, en Sánchez et al., 1997) en el río Huallaga, pongo de Cainarachi y las vecindades de Tarapoto identificaron los palinornorfos *Elasterosporites Protensus, Pentapsis Galeocornea* y *Pentapsis valdiviae* asignados al intervalo Albiano -Turoniano. Tarazona (1985) reconoció las zonas de *Pentapsis valdiviae* y *Elasteropites protensus* en la parte inferior y superior de la Formación Esperanza de la quebrada Soroche, asignándole la edad Aptiano superior- Albiano superior.

Formación Agua Caliente

Distribución. Representa la parte superior del Grupo Oriente presenta una morfología abrupta y escarpada contrastante con las unidades adyacentes que se expone en las montañas de Cahuapanas, Balsapuerto, Cushabatay y Contamana (figuras 2.11 y 2.12).

Litología. La Formación Agua Caliente a nivel regional se compone de secuencias monótonas de areniscas cuarzosas, blanca amarillentas, de grano fino a grueso, friables, con

estratificación sesgada y ondulada, conteniendo delgadas intercalaciones de limolitas amarillentas y limoarcillitas gris oscuras finamente estratificadas.

Grosor. En la cuenca Huallaga, los grosores de la Formación Agua Caliente han sido reportados por Caldas et. al. (1985) en 450 m, Rosenzweig (1953) de 300 m a 370 m, en tanto que Rodríguez y Chalco (1975) reportaron grosores de 200 m a 400 m.

Relaciones de contacto. El contacto con la Formación Raya (unidad infrayacente) es concordante y gradacional (Caldas et al., 1985) y su límite superior con la Formación Chonta corresponde a una secuencia de límite que se observa en los cortes de la carretera Tarapoto - Yurimaguas (Sánchez et al.,1997).

Edad. No se han encontrado macrofósiles en las rocas samíticas de esta unidad; sin embargo, de acuerdo con su posición estratigráfica fue asigna por Rodríguez y Chalco (1975) al intervalo Albiano – Cenomaniano.

Formación Chonta

Distribución. Al igual que el Grupo Oriente conforma franjas alargadas que se extienden por las montañas de Cahuapanas, Balsapuerto, Cushabatay y Contamana (figuras 2.11 y 2.12), formando relieves suaves que están limitadas por las cornisas abruptas labradas en las arenicas de las formaciones Agua Caliente y Vivian.

Litología. Consiste en un predominio de limoarcillitas grises, margas, calizas gris claras y gris verdosas, lodolitas gris oscuras, intercaladas con margas que contienen restos de pelecípodos, gasterópodos y ammonites. En la sección de Ahuashiyacu es precisamente donde se ha reportado la mayor cantidad de fósiles, siendo los más abundantes son los ammonites. Las sedimentitas calcáreas decrecen ostensiblemente en grosor y abundancia hacia el oriente (Sánchez et al.,1997), incrementándose incluso el contenido del material terrígeno con respecto a lo existente en la Formacion Chonta de la cuenca sedimentaria Santiago (Aleman, 2004).

Grosor. En el Huallaga central, Rosenzweig (1953) ha descrito 600 m de grosor para la Formación Chonta y en el sector norte del Huallaga Sánchez et al. (1997) reportaron 500 m.

Relaciones de contacto. El paso de la Formación Agua Caliente a la Formación Agua Caliente es gradacional y concordante formando una secuencia de límite. Similar relación estratigráfica presenta su paso a la Formación Vivían, aunque la secuencia de transición es de menor grosor en relación con el contacto inferior (Sánchez et al., 1997). En los ríos Cahuapanas y Potro (cuadrángulo Cahuapanas), Consultora de Petróleo (2003) ha descrito en la base de la Formación Chonta areniscas grises, de grano fino, con estratificación fláser y bioturbadas como parte del Miembro Cético que ha sido descrita en los pozos perforados de la cuenca Marañón.

Sánchez et al. (1997) han descrito importantes colecciones de fósiles hallados durante la cartografía geológica de los cuadrángulos de Tarapoto, Utcurarca y Yanayacu, siendo enumeradas en la presente publicación:

- Corte de la carretera al Sauce (cuadrángulo de Utcurarca). Fósiles de ambiente bentónico en la base de la Formación Chonta identificados por el Área de Paleontología del Ingemmet como: *Crassatella conservara* GERTH (Albiano), *Mediterráneo trigonia hondaana* (LEA) (Albiano), Ludbrookia cf. L. dupuniana (D'ORB) (Albiano-Cenomaniano), *Anomia cf. A. laevigate* SOW (Albiano), *Hemiaster (Mecaster) fourneli* (DESHAYES) (Cenomaniano) y Ostrea sp. (Cenomaniano).
- Carretera de San Antonio de Cumbaza al cerro Escalera. Fósiles de la parte media de la Formación Chonta: *Ostrea cf. O. pendenciana* MAURY (Cenomaniano-Turoniano), *Neolobite.s sp.* (Cenomaniano), Vepricardium lissoni BRUGGEN (Turoniano-Coniaciano), Cucullaea (Idonearca) andersoni ADAMS (Turoniano-Coniaciano), *Coilopoceratidae* (Turoniano-Coniaciano), *Plagiostoma grenieri* COQUAND (Coniaciano), *Membranipora cypris* D'ORBIGNY (Coniaciano) y *Plagiostoma grenieri* COQUAND (Coniaciano).
- Carretera Tarapoto - Yurimaguas, al sureste del caserío de San José, inicio del pongo de Tiraco (cuadrángulo de Tarapoto). Fósiles en la parte media de la Formación Chonta: *Nicaisolopha nicaisei* COQ (Coniaciano), *Plicatula concentrica* (BRUGGEN) (Coniaciano), *Plagiostoma grenieri* COQ (Coniaciano), *Plicatula cf. P. boehmi* NEUMANN (Coniaciano), *Cucullaea* (Idonearca) *vulgaris* HORTON (Coniaciano) *Eulophoceras sp.* (Coniaciano), *Tissotia sp.* (Coniaciano), *Liophista sp.* (Coniaciano) y *Pholadomya* sp. (Coniaciano).

En la zona del Huallaga medio, Rosenzweig (1953) ha reportado los siguientes ammonites: Tissotia singewaldi KNECHTEL (Coniaciano), Tissotias (Coniaciano), Tissotia steinmanni LISSON (Coniaciano), Tissotia reesideana KNECHTEL, Lima cf. L. grenieri y Coelopoceras sp. (Turoniano - Coniaciano).

Kummel (1946) asignó a la Formación Chonta la edad Turoniano - Coniaciano en la sección del río Cushabatay (cuadrángulo del mismo nombre), mientras más al sur le asigna una edad correspondiente al Coniaciano. Müller y Aliaga (1981) en base a estudios de microfósiles dataron a la Formación Chonta del Turoniano superior a Coniaciano inferior.

Edad. En la presente actualización de la cartografía geológica de los cuadrantes del bloque Huallaga, la edad de la Formación Chonta ha sido restringido al Cretácico superior (Cenomaniano – Coniaciano) considerando la abundante información paleontológica que indican el intervalo de edades.

Formación Vivian

Distribución. Los afloramientos de la Formación Vivian se distribuyen formando franjas alargadas y mesetas estructurales presentes en las montañas de Cahuapanas, Balsapuerto, Cushabatay y Contamana (figuras 2.11 y 2.12).

Litología. Se caracteriza a nivel regional por presentar areniscas cuarzosas blancas de grano fino a grueso, bien seleccionadas, friables, con poca matriz arcillosa, presentes en estratos medianos a gruesos con estratificación sesgada y areniscas cuarzosas interestratificadas con capas delgadas de areniscas limosas con estratificación sesgada de bajo ángulo. Al tope de la sección se exponen capas delgadas de lutitas y limolitas negras a grises, ligeramente carbonosas.

Relaciones de contacto. En la carretera Tarapoto – Yurimaguas (Ahuashiyacu) se observa la transición hacia el contacto entre las formaciones Chonta y Vivian. Según Sánchez et al. (1997), el contacto superior es concordante y gradacional con la Formación Cachiyacu y puede observarse en las quebradas Yuracyacu y Tununtunumba (al este de Chazuta, cuadrángulo Yanayacu). El contacto con las rocas cenozoicas es notablemente contrastante por el cambio litológico, desapareciendo las areniscas cuarzosas de facies fluvial a litoral e iniciándose la exposición de las capas rojas continentales de la Formación Yahuarango.

Grosor. Sus valores varían de 20 m a 200 m.

Edad. Los estudios palinológicos realizados en los estudios de Rodríguez y Chalco (1975) y Caldas et. al. (1985) documentan la edad Campaniano - Maestririchtiano para las areniscas de la Formación Vivian.

Formaciones Cachiyacu - Huchpayacu

Distribución. Por razones de la escala cartográfica (1:50 000), las formaciones Cachiyacu y Huchpayacu han sido agrupadas en un solo polígono en los mapas geológicos. Sus afloramientos se distribuyen formando franjas alargadas en las montañas de Cahuapanas, Balsapuerto, Cushabatay y Contamana (figuras 2.11 y 2.12).

Litología. La Formación Cachiyacu está constituida por 40 m de lutitas y lodolitas grises, fosilíferas, con areniscas limolíticas gris verdosas, de grano fino, ligeramente carbonosas. Ocasionalmente se presentan estratos delgados de calizas micríticas. En las areniscas se han observado huellas de organismos y bioturbación de los sedimentos, que indican un ambiente marino litoral de aguas someras. La Formación Huchpayacu expone secuencias monótonas de 100 m a 140 m compuestas por lodolitas, limolitas y areniscas rojas bioturbadas en capas delgadas. Al sur de la cuenca Huallaga, en el río Cushabatay, Kummel (1946) describió como Miembro Huchpayacu a la unidad inferior del Grupo Contamana, con un grosor de 270 m y compuesta predominantemente de lutitas rojas con ocasionales intercalaciones de lutitas grises, púrpuras y limolitas grises. Posteriormente, Kummel (1948) la eleva a la categoría de Formación.

Grosor. Sus valores varían de 100 m a 270 m.

Relaciones de contacto. Sobreyace en posición concordante a las areniscas de la Formación Vivian y subyace en aparente concordancia a la Formación Casablanca.

Edad. Los estudios micropaleontológicos realizados por Gutierrez (1982, citado en Jaillard et al., 1995), Aliaga (1981) indican la edad Campaniano superior - Maestrichtiano inferior para la Formación Cachiyacu.

Formación Casablanca

Distribución. Los afloramientos de la Formación Casablanca se distribuyen formando franjas alargadas en las montañas de Cahuapanas, Balsapuerto, Cushabatay y Contamana (figuras 2.11 y 2.12).

Litología. En el cerro Escalera, Sánchez et al. (1997) han descrito capas delgadas de areniscas cuarzosas que no sobrepasan los 20 m de grosor y que han sido cartografiados juntamente con las formaciones Cahiyacu y Huchpayacu. En las montañas de Cahuapanas, su grosor promedio es de 70 m.

Grosor. Sus valores varían de 20 m a 70 m.

Relaciones de contacto. Sobreyace en posición concordante a las areniscas de la Formación Huchpayacu y subyace en aparente concordancia a las capas rojas de la Yahuarango.

Edad. Los estudios de los restos palinomóficos de las formaciones Cachayacu y Casablanca indican edades en el intervalo Maestrichtiano Inferior – Daniano. Jaillard et al. (1995)

Formación Yahuarango

Distribución. Los afloramientos de la Formación Yahuarango se distribuyen formando franjas alargadas en las montañas de Cahuapanas, Balsapuerto, Juanjuí, Saposoa, Cushabatay y Contamana (figuras 2.13 y 2.14).

Litología. La Formación Yahuarango representa los niveles inferiores de las rocas cenozoicas conformadas por secuencias de molasas continentales que se han sedimentado en depresiones con presencia de lagunas y llanuras de inundación. El contacto con las rocas cretácicas es contrastante por el cambio litológico, desapareciendo las sedimentitas marinas y litorales, e iniciándose la exposición de las capas rojas continentales. La Formación Yahuarango expone secuencias monótonas de lodolitas, areniscas arcósicas y limolitas rojas, conteniendo en su base capas de concreciones calcáreas, paleosuelos y areniscas bioturbadas. En la parte superior de la sección se incrementa la presencia de areniscas arcósicas y limolitas marrón rojizas.

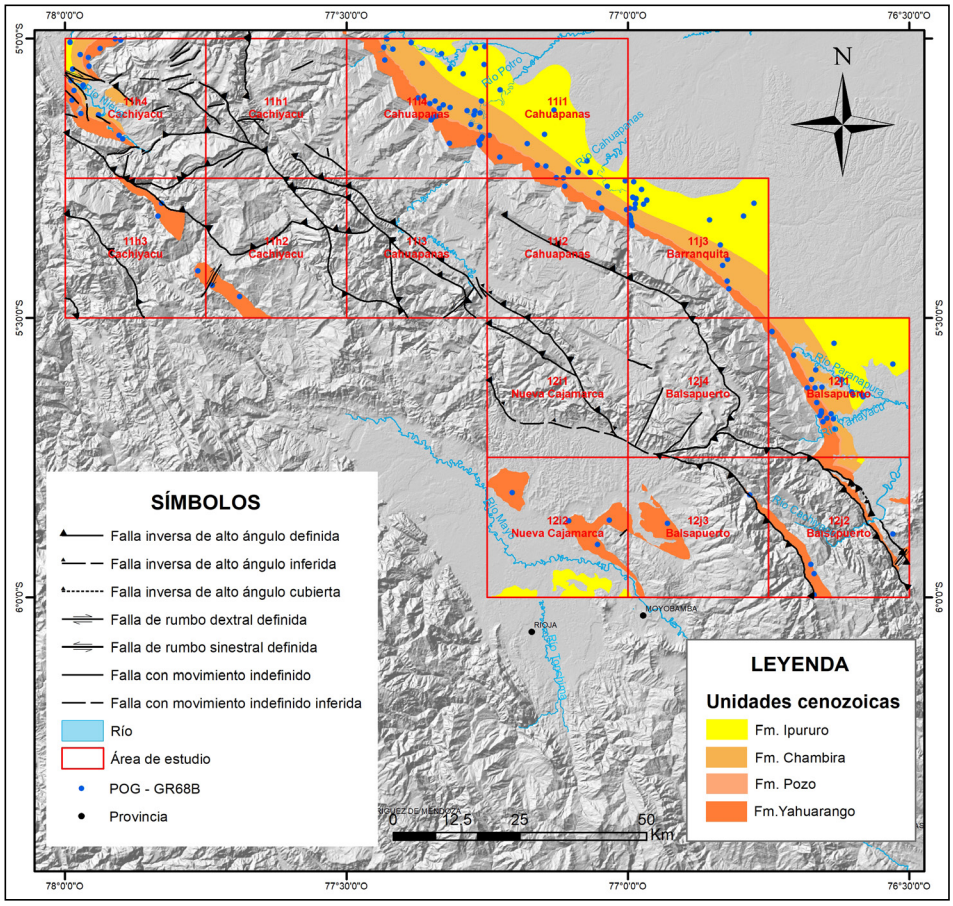


Figura 2.13 Mapa de distribución de las rocas cenozoicas en el bloque Huallaga (norte)

Grosor. En el pongo de Tiraco (cuadrángulo Utcurarca), Caldas et al. (1985) describieron 487 m de rocas clásticas de la Formación Yahuarango. Sánchez et al. (1997), en el cuadrángulo de Utcurarca (al este de Chazuta), estimaron grosores que sobrepasan los 1000 m.

Relaciones de contacto. Sobreyace en ligera discordancia a las areniscas de la Formación Casablanca y subyace en aparente concordancia a las pelitas de la Formación Pozo.

Edad. Gutierrez (1982, citado en Jaillard et al., 1995) identificó microfósiles pertenecientes a la zona de Porochara Gildemeisteri indicadores del Paleoceno con posibilidades de alcanzar el Eoceno inferior.

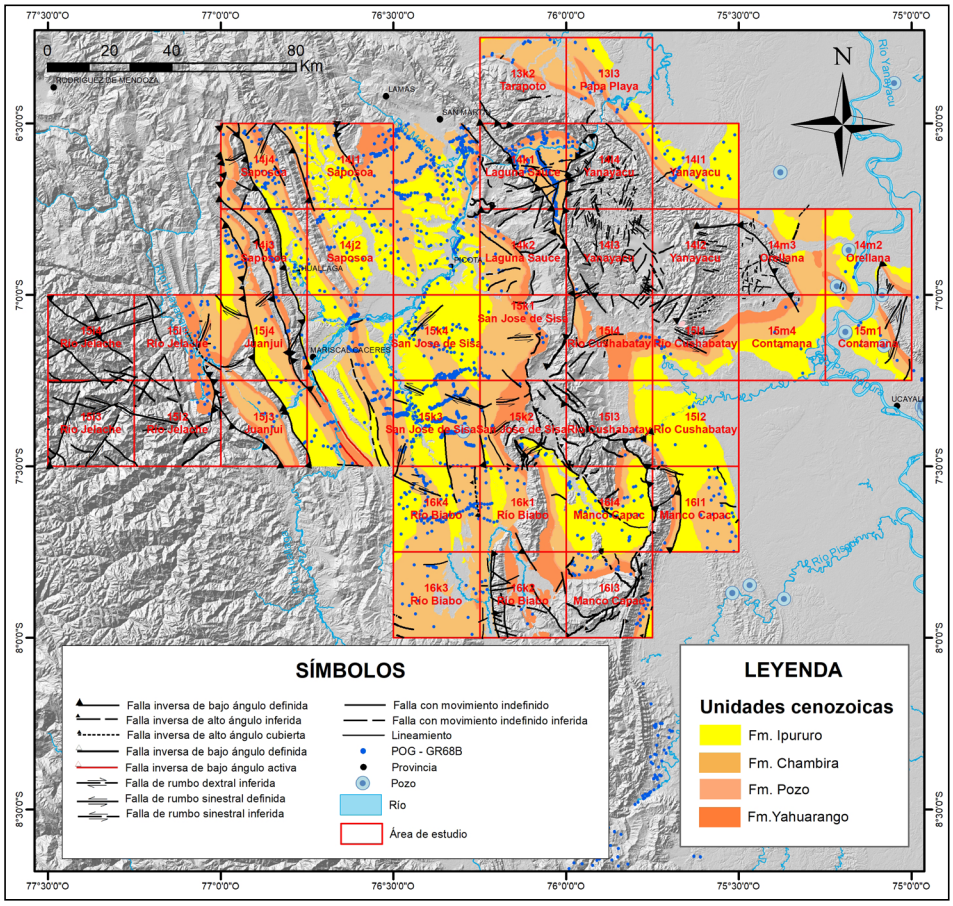


Figura 2.13 Mapa de distribución de las rocas cenozoicas en el bloque Huallaga (sur)

Formación Pozo

Distribución. Los afloramientos de la Formación Pozo se distribuyen en paralelo a las rocas de las formaciones Yahuarango y Chambira expuestas en las montañas de Cahuapanas, Balsapuerto, Juanjuí, Saposoa, Cushabatay y Contamana (figuras 2.13 y 2.14).

Litología. La Formación Pozo representa las rocas marinas cenozoicas conformada por alrededor de 180 m de lodolitas abigarradas, rojas a púrpuras, interestratificadas con lutitas gris claras a marrones y con areniscas blancas de grano fino, con algunos niveles de carbón. En el río Cainarachi, se observan areniscas tobáceas con intercalaciones de limoarcillitas grises y estratos de calizas grises con fósiles marinos (Sánchez et al.,1997).

La base de la unidad consiste en lutitas gris verdosas cubiertas por lodolitas bioturbadas. La parte media contiene lutitas gris verdosas intercaladas con capas delgadas de calizas de color crema. La sección superior está compuesta por lutitas gris verdosas intercaladas con capas de areniscas gris verdosas, de grano fino. Similares litologías han sido descritas por De la Cruz et al. (1998) en el río Potro (cuadrángulo de Cahuapanas).

Grosor. En el pongo del río Cahuapanas (cuadrángulo del mismo nombre), Consultora de Petróleo (2003) ha descrito 242 m para la Formación Cachiyacu.

Relaciones de contacto. La Formación Pozo sobreyace en posición corcordante a la Formación Yahuarango e infrayace en similar posición a la Formación Chambira, resaltando el contraste de sus relieves suaves que presenta entre ambas unidades.

Edad. De acuerdo con los estudios paleontológicos realizados por Robertson Research (1981, citado en jaillard et al., 1995) y Gutierrez (1982, citado en Jaillard et al., 1995), la edad de la Formación Pozo es del Eoceno – Oligoceno.

Formación Chambira

Distribución. Los afloramientos de la Formación Pozo se distribuyen paralelo a las rocas de la Formación Pozo y se encuentran expuestas en las montañas de Cahuapanas, Balsapuerto, Juanjuí, Saposoa, Cushabatay y Contamana (figuras 2.13 y 2.14).

Litología. Las capas rojas de la Formación Chambira consisten esencialmente de lodolitas rojas a púrpuras con limolitas en

capas gruesas que se intercalan con areniscas rojas en capas resistentes. Contienen, además, areniscas limosas y limoarcillitas calcáreas rojas, con niveles esporádicos de anhidrita y yeso en venillas, asociadas especialmente con las rocas pelíticas. Las areniscas son grauwacas, areniscas sublíticas, líticas y subarcósicas, de grano medio a grueso (Sánchez et al.,1997; De la Cruz et al.,1998; Consultora de Petróleo, 2003).

Grosor. Los trabajos de campo realizados por Rodríguez y Chalco (1975), Caldas et al. (1985), Sánchez et al. (1997), De la Cruz et al. (1998) y Consultora de Petróleo (2003) han estimado grosores de 1000 m a 3000 m.

Relaciones de contacto. La Formación Chambira descansa concordantemente sobre la Formación Pozo y se encuentra cubierta en ligera discordancia angular por las areniscas de la Formación Ipururo.

Edad. En base a estudios micropaleontológicos, Gutierrez (1982, citado en Jaillard et al., 1995) asignó la edad Miocena a la Formación Chambira, indicando que sus niveles inferiores pueden alcanzar el Oligoceno.

Formación Ipururo

Distribución. La Formación Ipururo se distribuye ampliamente en la faja plegada del Huallaga, ocupando los núcleos de los sinclinales expuestos en los cuadrángulos de Saposoa (14j), San José de Sisa (15k), Río Biabo (16K), Manco Capac (16l) Yanayacu (14i), Contamana (15 m), Orellana (14m), Balsapuerto (12j), Barranquita (11j) y Cahuapanas (11i) (figuras 2.13 y 2.14).

Litología. Se caracteriza por presentar areniscas gris claras a marrones, con tonalidades cremas, que están intercaladas con lodolitas, pelitas marrón rojizas, abigarradas y capas de conglomerados brechoides. Las areniscas son sublíticas, subarcósicas y líticas con cemento de calcita espática, en muchos casos los granos son subangulosos a subredondeados; entre los líticos más frecuentes se observan fragmentos de rocas metamórficas, volcánicas y sedimentarias (Sánchez et al., 1997).

Grosor. Se cuenta con pocos datos de grosores para la Formación Ipururo, habiendo Sánchez et al. (1997) estimado un grosor aproximado de 1200 metros para las exposiciones entre Picota a Buenos Aires (cuadrángulo Utcuraraca) y Caldas et al. (1985) señalaron grosores de 1280 m en el Huallaga medio y 680 m para los afloramientos del río Cushabatay.

Relaciones de contacto. La Formación sobreyace en ligera discordancia angular a la Formación Chambira e infrayace en discordancia erosinal a la Formación Ucayali.

Edad. La edad de la Formación Ipururo no está establecida con precisión, interpretando su edad miopliocénica por sobreyacer a la Formación Chambira del Mioceno e infrayacer a la Formación Ucayali del intervalo Plioceno - Cuaternario (Kummel, 1948).

Formación Ucayali

Distribución. Afloramientos de la Formación Ucayali han sido descritas por Sánchez et al. (1997) en los cortes de los ríos Chipurana y Huallaga, aguas abajo de Leticia (cuadrágulo Utcurarca), en ambas márgenes del río Shanusi, en el tramo inferior del río Cainarachi (cuadrángulos Tarapoto y Yanayacu) y al oeste del distrito Juan Guerra (cuadrángulo Utcurarca), donde resalta una escarpa de aproximadamente 20 m a 30 m en la margen derecha del río Cumbaza.

Litología. Consisten en sedimentos inconsolidados compuestos por arenas limosas, capas de arcillas que contienen restos orgánicos y conglomerados semiconsolidados, presentes en estratos lenticulares y con inclinaciones asociadas a las pendientes de los paleorelieves sobre las que se acumularon.

Edad. La Formación Ucayali cubre en discordania erosional los terrenos plegados de las rocas cenozoicas, formando terrazas fluviales que de acuerdo con Kummel (1948) y Sánchez et al. (1997) se han originado entre el Plioceno al Holoceno.

Formación Sarameriza

Distribución. La Formación Sarameriza ha sido cartografiada y descrita por De La Cruz et al. (1988) en la parte norte del cuadrángulo de Cahuapanas (11i).

Litología. Está constituida por areniscas rojas a amarillentas, semiconsolidadas, con intercalaciones de limolitas y algunos horizontes de arcillitas.

Relaciones de contacto. Al igual que la Formación Ucayali sobreyace en discordancia a la Formación Ipururo y está cubierta por depósitos cuaternarios recientes. Se correlaciona con las formaciones Marañón y Ucayali del oriente peruano.

Edad. No se han reportado evidencias paleontológicas, interpretando su edad por su posición estratigráfica considerándola del rango Plioceno - Pleistoceno por razones que sobreyace en discordancia a la Formación Ipururo.

Estratigrafía del bloque Pachitea/Ucayali

La columna estratigráfica del bloque Pachitea/Ucayali está representada en la figura 2.15 que muestra el registro de las rocas del rango Proterozoico - Neógeno.

Complejo del Marañón

Definición. Wilson y Reyes (1964) utilizan la denominación de Complejo del Marañón para describir a los micaesquistos y filitas que afloran en el cuadrángulo de Pataz. Rocas similares conforman en el Perú central el núcleo de la Cordillera Oriental, habiendo sido descritas por Dalmayrac (1988) y León et al. (1996).

Distribución. Los afloramientos del complejo metamórfico forman parte de un macizo estructural que se expone en el flanco oriental de la montaña del Sira, en el límite sur del bloque actualizado, en los cuadrángulos de Obenteni, Bolognesi y Sempaya. Han sido descritas en el presente boletín con fines de resaltar su importancia por conformar el substrato más antiguo del bloque Pachitea/Ucayali. Sus mejores exposiciones han sido descritas en el curso superior y medio de las quebradas Chipani y Cocani, afluentes del río Ucayali (Asociación LAGESA-CFGS, 1997; Reyes, 2002), así como en la quebrada Oviri y en el cañón del río Poyeni, afluentes del río Tambo (León & Reynante, 2008).

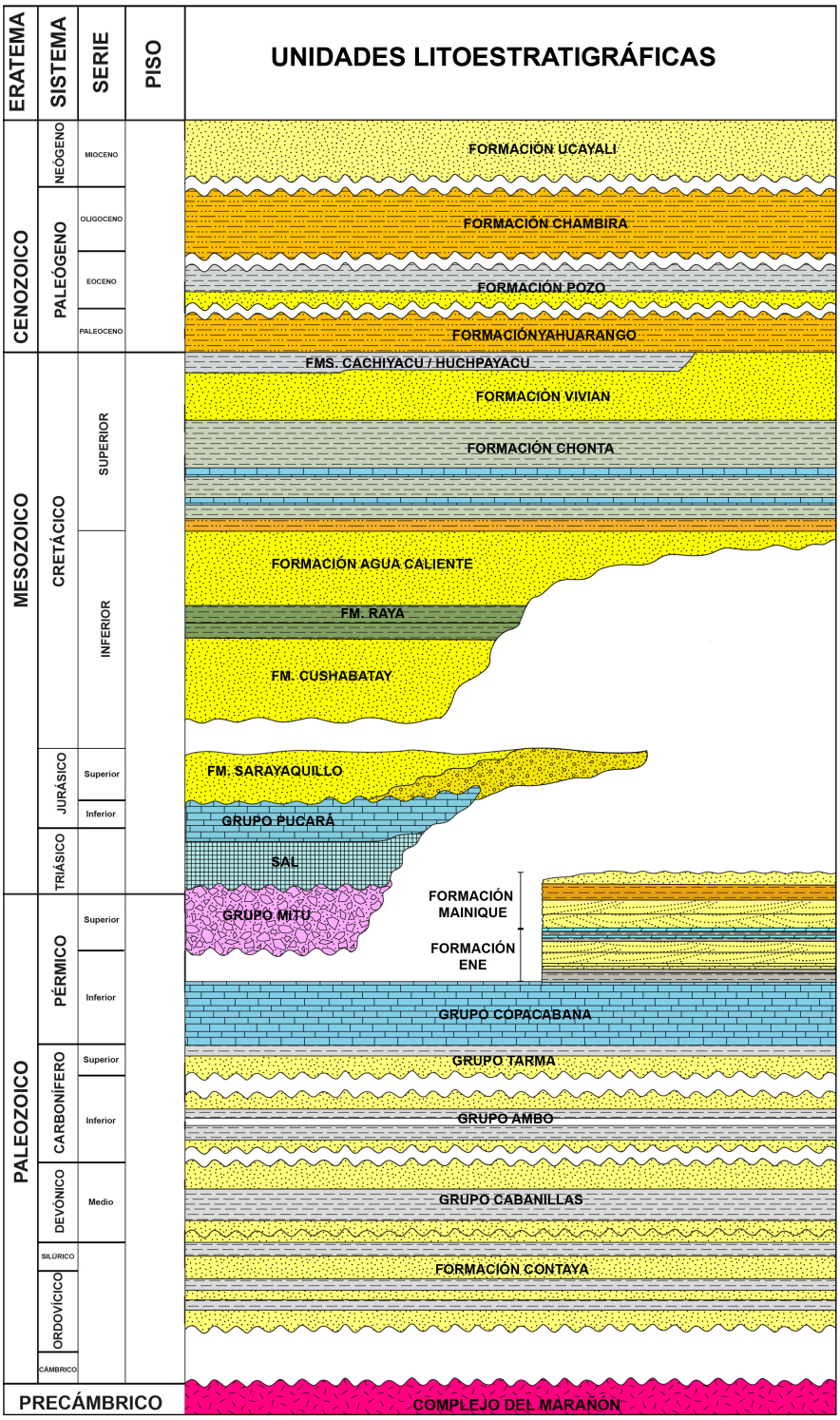


Figura 2.15 Columna estratigráfica del bloque Pachitea/Ucayali (Modificado de Iribarne et al., 2018)

Litología. Consiste en gneises dioríticos de color gris claro intercalados con bandas negras de minerales máficos, que se disponen a manera de capas de segregación metamórfica pronunciada entre los componentes félsicos y máficos. Aisladamente se reconocen pegmatitas sienograníticas rosadas, con desarrollo de feldespato potásico y cuarzo. La asociación del gneis diorítico con facies anfibolíticas indica que el complejo metamórfico ha sufrido metamorfismo regional de emplazamiento profundo a medio, representado por el bandeado mineralógico, segregación metamórfica y la deformación moderada de todo el conjunto rocoso.

Relaciones de contacto. En las montañas del Sira, las rocas metamórficas se encuentran en contacto fallado con las sedimentitas paleozoicas del Grupo Cabanillas.

Edad. El Complejo del Marañón es producto de eventos tectónicos producidos en el intervalo Meso-Neoproterozoico y es correlacionable tectonoestratigráficamente con las rocas metamórficas que afloran en la Cordillera Oriental, con edad del metamorfismo datada en 600 ± 50 Ma (Dalmayrac et al., 1986). Al sur de la montaña de Otishi, Peña et al. (2018) han reportado una edad U/Pb de 1060 ± 6 Ma en un gneis foliado.

Formación Contaya

Definición. En 1942, en los cerros de Contaya, se descubrieron fósiles del Ordoviciano inferior por parte de la Comisión Geológica del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú integrada por Fyfe, Tafur y Vosburgh. En base a este descubrimiento, Newell y Tafur (1943) describieron las rocas ordovícicas y su fauna relacionada empleando el término de Fomación Contaya, siguiendo la sugerencia de Fyfe.

Distribución. Sus principales afloramientos se encuentran en los cerros de Contaya (cuadrángulo de Puerto Oriente) (figura 2.16) conformando el núcleo de un pliegue anticlinal.

Litología. Consisten en pizarras esquistosas fosilífera de color gris, en capas bien laminadas que no han sufrido alteración.

Grosor. En los cerros de Contaya, Newell y Tafur (1943) estimaron 150 m de grosor para la Formación Contaya.

Relaciones de contacto. En la localidad tipo, la base de la unidad no se observa y su tope se encuentra infrayaciendo discordante al Grupo Oriente.

Edad. Los restos fósiles descritos en las pizarras del anticlinal de Contaya son graptolites del tipo "Diapazón" (Newell & Tafur, 1943). Esta fauna está relacionada con la zona mundial del Didymograptus murchisoni marcador del Llanvirniano superior.

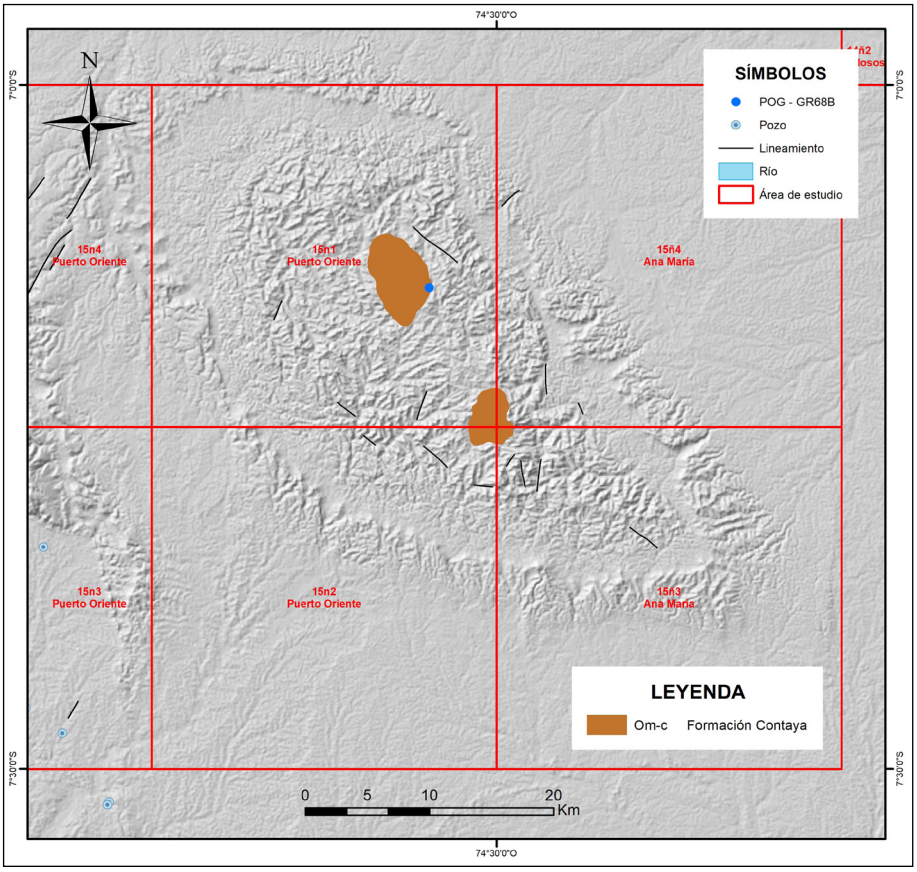


Figura 2.16 Mapa de distribución de los afloramientos de la Formación Contaya (Ordovícico) en el cuadrángulo de Puerto Oriente (15n)

Grupo Cabanillas

Definición. Término empleado por Newell (1949) para describir secuencias de lutitas y areniscas cuarcíticas de edad Devónica expuestas a lo largo del río Cabanillas, al sudoeste de Juliaca.

Distribución. Reducidos afloramientos han sido descritos en los ríos Tabacoa e Iparia (afluentes del río Ucayali) por los geólogos de la compañía Occidental en la cartografía del flanco oriental de la montaña del Sira (cuadrángulo de Puerto Inca) (figura 2.17). Al sur del bloque Pachitea/Ucayali, el Grupo Cabanillas ha sido descrito en la montaña de Otishi por Hurtado et al. (2015) y León y Reynante (2008).

Litología. Está compuesta por estratos tabulares de areniscas cuarcíticas blanco amarillentas, de grano medio, intercaladas con lutitas grises; lutitas negras con capas de areniscas laminadas, calizas ferruginosas y lutitas grises con capas delgadas de areniscas cuarcíticas, de color gris oliva, con restos de braquiópodos. Similares litologías han sido descritas en las montañas de Otishi dlugares compuestas por estratos tabulares de areniscas cuarcíticas de grano medio, blanco amarillentas, que presentan intercalaciones de lutitas grises, las cuales contienen braquiópodos (León & Reynante, 2008).

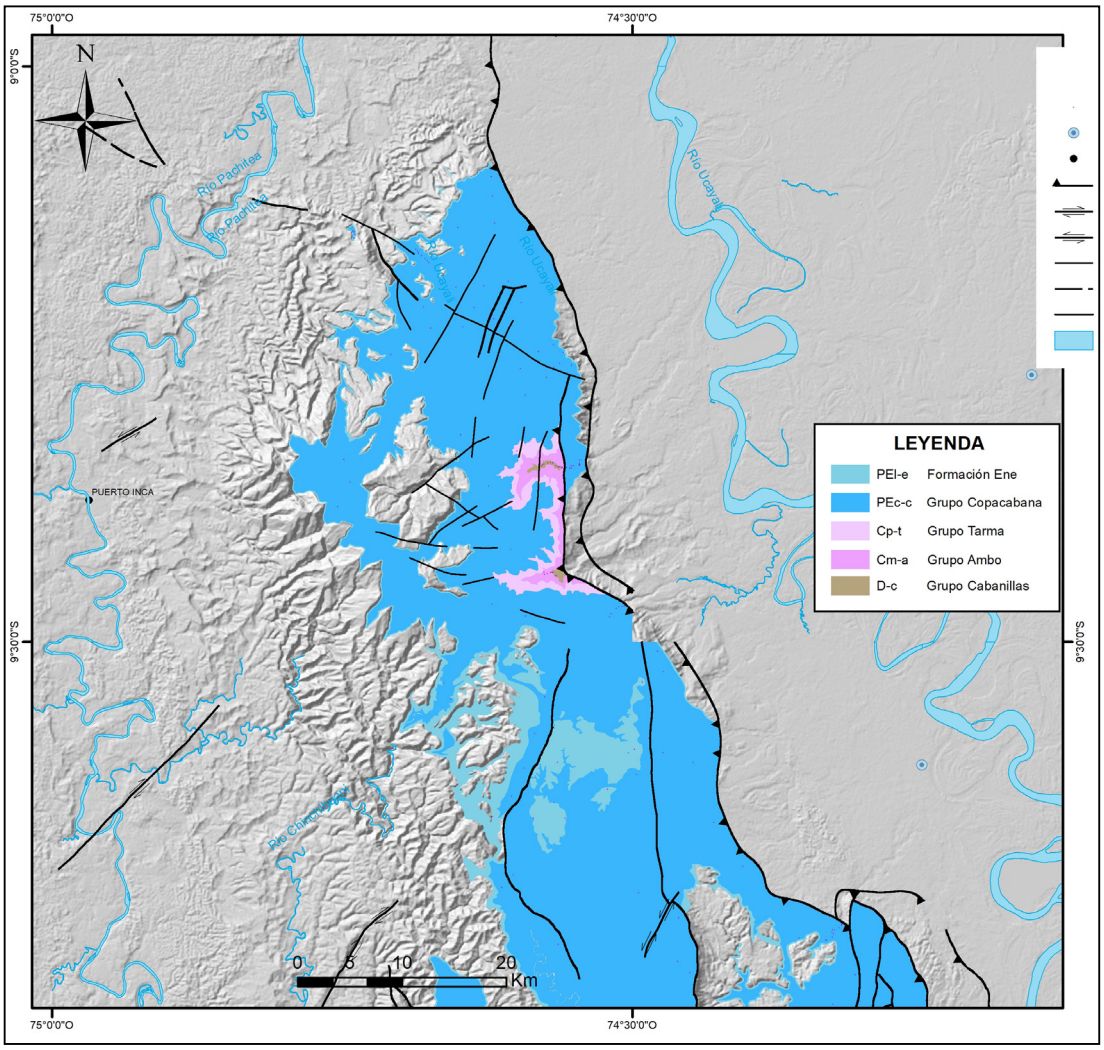


Figura 2.17 Mapa de distribución de las rocas paleozoicas en el bloque Huallaga (norte)

Grosor. En las secciones de los ríos Tabacoa e Iparia, en base a cálculos cartográficos, se ha estimado un grosor parcial de 430 m, estando sus niveles inferiores truncados por una falla inversa.

Relaciones de contacto. Se interpreta en base a los cambios de valores de buzamientos (±25° de diferencia) que el Gupo Cabanillas en las quebradas Tabacoa e Iparia infrayace en discordancia a las areniscas del Grupo Ambo. Su base no ha sido observada infiriendo que sobreyace en discordancia angular a las rocas ordovícicas o a las rocas metamórficas proterozoicas.

Edad. No se cuenta con reportes de registros fosilíferos en los ríos Tabacoa e Iparia; sin embargo, en la montaña de Otishi (al sur del bloque actualizado) se han reportado braquiópodo identificados como Tropidoleptus carinatus Conrad de edad Devónica (León & Reynante, 2008).

Grupo Ambo

Definición. Fue descrita por primera vez por Newell (1949) en la sierra central del Perú Central en la localidad de Ambo del departamento de Huánuco.

Distribución. Sus afloramientos han sido descritos en los ríos Tabacoa e Iparia (afluentes del río Ucayali) por los geólogos de la compañía Occidental, en la cartografía del flanco oriental de la montaña del Sira (cuadrángulo de Puerto Inca) (figura 2.17). Al sur del bloque Pachitea/Ucayali, el Grupo Ambo ha sido descrito en el río Tambo por Asociación LAGESA-CFGS (1997), y en el río Enite por León y Reynante (2008).

Litología. Está constituida en su parte inferior por areniscas feldespáticas gris verdosas, de grano medio a fino, presentes en estratos delgados y con intercalaciones de lutitas pizarrosas. La secuencia superior presenta un incremento de las lutitas y limolitas grises que están finamente estratificadas.

En el río Nepate (al sur del bloque Pachitea) está constituido por una secuencia de areniscas de granulometría gruesa a media, en estratos métricos a centimétricos, intercaladas con limolitas negras que contienen fragmentos de plantas; la estratonomía y granulometría es decreciente, la estratificación es laminar a ondulante (S&Z, 1997).

Grosor. En las secciones de los ríos Tabacoa e Iparia, en base a cálculos cartográficos se ha estimado un grosor de 250 m a 350 m.

Relaciones de contacto. Se interpreta que el Grupo Ambo en las quebradas Tabacoa e Iparia sobreyace en discordancia al Grupo Cabanillas e infrayace en posición concordantes a las areniscas del Grupo Tarma.

Edad. No se cuenta con reportes de registros fosilíferos en los ríos Tabacoa e Iparia; sin embargo, al sur de la montaña del Sira, Asociación LAGESA-CFGS (1996) reporta en el río Tambo (localidad de Santaro) fósiles datados del Carbonìfero inferior que corresponden a: *Austronchonistites c.f. levisenlatus* (ROBERT), *Cleiothyrina sp., Eomartiniopsis sp.* y *Phricodothris sp.*

Grupo Tarma

Definición. Término introducido por Dunbar y Newell (1946a) para describir a una secuencia de limoarcilitas oscuras, con intercalaciones de areniscas y calizas que afloran en la localidad de Tarma en el Perú Central.

Distribución. Sus afloramientos han sido descritos en los ríos Tabacoa e Iparia (afluentes del río Ucayali) por los geólogos de la compañía Occidental, en la cartografía del flanco oriental de la montaña del Sira (cuadrángulo de Puerto Inca) (figura 2.17). En el flanco occidental de las montañas del Sira (al sur del bloque Pachitea), han sido reconocidas en los ríos Nazarétegui y Neguachi (cuadrángulo de Bajo Pichanaqui).

Litología. La parte inferior consiste en areniscas cuarzosas de grano fino, verde claro y blanco amarillento, en estratos tabulares de 0.5 m a 2 m de grosor. La parte superior presenta estratos tabulares de areniscas cuarzosas verdes, intercaladas con capas de limolitas gris verdosa. En el tope se exponen estratos de areniscas blancas, de grano medio a grueso, con geometrías de canal que presentan estratificación sesgada, seguida de capas delgadas de calizas.

Grosor. En los ríos Tabacoa e Iparia se ha estimado su grosor en 150 m. En el río Cheni (afluente del río Tambo), León y Reynante (2008) han reportado 300 m de grosor para las areniscas del Grupo Tarma.

Relaciones de contacto. Sobreyace en posición concordante al Grupo Ambo e infrayace en similar relación a las calizas del Grupo Copacabana.

Edad. En esta unidad no se ha encontrado restos fosilíferos pertenecientes a este Grupo, razón por la cual la edad que se asigna es en base a correlación regional que corresponde al Carbonífero superior.

Grupo Copacabana

Definición. El nombre del Grupo Copacabana deriva de la Península de Copacabana y la sección típica se ubica en el estrecho de Tiquina (Bolivia). Su nombre inicialmente con la categoría de Formación fue sugerido por Cabrera y Petersen (1936), y Dunbar y Newell (1946b) lo elevaron a la categoría de Grupo. Posteriormente, Newell et al. (1953) realizaron estudios paleontológicos detallados del Paleozoico superior del Perú, estableciendo zonaciones en base a fusulínidos.

Distribución. Los principales afloramientos del Grupo Copacabana se encuentran en las montañas del Sira, conformando extensas mesetas estructurales en los cuadrángulos de Río Palcazu, Puerto Inca y Sempaya (figura 2.17), prolongándose sus afloramientos al sur del bloque Pachitea/Ucayali en los cuadrángulos de Puerto Bermúdez, Pichanaqui, Puerto Prado, Obenteni, Atalaya y Poyeni.

Litología. La parte inferior está compuesta por calizas grises a marrón oscuras, de grano fino (*mudstone*), intercaladas con calizas en capas delgadas y nodulares que contienen concresiones silíceas de color negro y marrón (chert), continuando con calizas grises, de grano fino, fosilíferas con restos de braquiópodos y equinoideos. La parte media contiene calizas grises marrón claro, calizas tipo mudstones en estratos medianos a finos, con concresiones silíceas (chert) de color negro. La parte superior está conformada por calizas gris claras a gris oscuras, de grano fino, en estratos delgados y con intercalaciones de caliza gris oscuras y oolíticas.

Al tope de la secuencia, se encuentra 20 m de limoarcillitas negras y gris oscuras, que han sido descritas en los estudios de exploración de hidrocarburos con el término informal *Black Shale* Ene.

Grosor. La sección más representativa se encuentra a lo largo del río Apurucayali (cuadrángulo de Río Palcazu), habiendo CGS (1996) reportado un grosor mínimo de 500 m dado que la base no fue observada. En los ríos Tabacoa e Iparia se ha estimado su grosor en 750 m. En el río Cheni (afluente del río Tambo), León y Reynante (2008) han reportado 720 m de grosor para las calizas del Grupo Copacabana.

Relaciones de contacto. Sobreyace en posición concordante a las areniscas y calizas del Grupo Tarma, y su paso a la Formación Ene es en transición al contacto.

Edad. En la sección del río Apurucayali, CGS (1996) ha reportado fósiles en el tope del Grupo Copacabana (Coordenadas E 540 724 - N 8 902 865) que han sido determinados como: *Neospirifer condor* D'ORBIGNY, *dictyoclostus boliviensis* D'ORBIGNY y *Astartela sp.*, que han sido encontrados en el Pérmico inferior de Bolivia y Perú por lo que a este grupo se considera perteneciente al Pérmico inferior.

Formación Ene

Definición. Término empleado por Leight y Rejas (1966) para describir una unidad lutítica y calcárea del Pérmico expuesta en el pongo de Paquitzapango (río Ene), provincia de Satipo, departamento de Junín (selva del Perú Central.

Estratotipo. La localidad tipo corresponde a la sección del pongo de Paquitzapango, donde los geólogos de la International Petroleum Company (Leight & Rejas, 1966, citado en Chumpitaz et al., 2021) describieron 122 m de areniscas, lutitas y dolomitas que infrayacen a las areniscas cuarzosas que inicialmente fueron consideradas como pertenecientes a la Formación Cushabatay (Aptiano). En la década de los 90 del siglo pasado los estudios bioestratigráficos realizados por la compañía Shell en el área de Camisea y en el pozo Sepa 1X documentaron que las rocas inicialmente consideradas de edad Cretácica contienen palinomorfos de edad Pérmica, las cuales fueron descritas empleando términos informales.

Es así que, en los estudios de exploración de hidrocarburos en el Alto Urubamba y en las montañas de Otishi – Sira, la Formación Ene ha sido cartografiada y descrita en tres unidades informales: Ene, Noi y Shinai. En la actualización de las hojas a escala 1:50 000 de los cuadrángulos de Timpia, Quirigueti y Poyeni (Chumpitaz et al., en prensa), esta unidad ha sido cartografiada y dividida formalmente en tres miembros denominados: Ene, Noipatsite y Shinai (de la base al tope):

- **Miembro Ene:** compuesto por 30 m de altenancias de limoarcillitas grises, areniscas cuarzosas y dolomitas. Esta unidad sobreyace en posición concordante a las limoarcillitas gris oscuras kerógenas de la parte somital del Grupo Copacabana ("lutitas Ene").
- **Miembro Noipatsite:** conformado por 35 m de estratos masivos de areniscas cuarzosas con abundante estratificación sesgada (facies de eolianitas).
- **Miembro Shinai:** constituido por 65 m de dolomitas, limoarcillitas grises, calizas lodosas bioturbadas y evaporitas. Esta unidad infrayace en aparente posición concordante a las areniscas del Miembro inferior de la Formación Mainique.

Distribución. Los principales afloramientos de la Formación Ene se encuentran en las montañas del Sira, conformando parte de las extensas mesetas estructurales presentes en los cuadrángulos de Río Palcazu, Puerto Inca y Sempaya (figura 2.17), y que se prolongan al sur del bloque Pachitea/Ucayali en los cuadrángulos de Puerto Bermúdez, Pichanaqui, Puerto Prado, Obenteni, Atalaya y Poyeni.

Litología. En las montañas del Sira se exponen secciones parciales compuestas por areniscas cuarzosas gris blanquecinas, de grano fino a medio, areniscas tobáceas blanquecinas, y capas delgadas de calizas y limolitas arenosas con geometrías lenticulares. Se evidencia una condensación de sus litofacies predominando las litofacies clásticas de areniscas. Sin embargo, en el flanco oriental de las montañas del Sira (cuadrángulos de Poyeni, Atalaya, Obenteni y Bolognesi) han sido reconocidas sus tres miembros (Reyes, 2002; León & Reynante, 2008).

Grosor. En la montaña del Sira se estima su grosor entre 70 m a 140 m, calculado en base a la diferencia de cotas topográficas de sus límites litoestratigráficos que presentan buzamientos con valores entre 5° a 15°.

Relaciones de contacto. La Formación Ene sobreyace en aparente concordancia a las calizas del Grupo Copacabana y se encuentra cubierta en similar posición por las arenicas cuarzosas de la Formación Mainique. Lateralmente se la considera equivalente a las areniscas rojas del Grupo Mitu expuestas en La Merced y en los ríos Perené y Satipo Monge et al. (1996) (S&Z, 1997).

Edad. Los estudios palinológicos realizados por Robertson Research (1990, citado en Parsep 2002) para la Formación Ene del pongo de Paquitzapango dan edades del Pérmico inferior (Artinskiano - Kunguriano?). En el río Cheni (flanco oriental de la montaña Otishi), la parte inferior de la Formación Ene contiene abundantes palinomorfos en estado de preservación de regular a bueno, habiendo León y Reinante (2008) reportado la presencia de polen estriado y esporas (principalmente *Convolutispora intrareticulata*), junto a polen nonosacados y bisecados asociados al Pérmico. En el pozo San Martín 1X, se han identificado abundantes esporas del tipo *Polypodiisporites mutabilis* que han sido datadas del Artiskiano (Pérmico) (Seminario et.al., 2005).

En el flanco oriental de las montañas del Sira, Reyes (2002) ha descrito en las secciones Perro y Anaquiari la presencia de los palinomorfos *Pteridospermas* y *Platysaccus* que caracterizan el rango Pérmico – Triásico.

Formación Mainique

Definición. Esta unidad fue descrita en el pongo del mismo nombre (río Urubamba) por geólogos de la compañía Chevron en 1986 (citado en Reyes, 2002). Desde décadas pasadas, la industria petrolera ha descrito esta unidad empleando la terminología informal de Lower Nia, Middle Mudstone y Middle Nia Sandstone.

Los estudios bioestratigráficos realizados en el pongo de Mainique y en el área de Camisea han documentado la presencia de rocas del Pérmico superior en la cuenca sedimentaria Ucayali Sur. Se trata de la unidad descrita por Shell (1997) como Red Bed Group, el cual es equivalente a la Formación Mainique que sobreyace a la Formación Ene.

Estratotipo. Corresponde a la sección del pongo de Mainique. Los geólogos de la compañía Chevron la describieron empleando el término homónino de la localidad tipo. Estudios posteriores realizados por las compañías de hidrocarburos la han descrito empleando los términos informales de Lower Nia, Middle Nia Mudstone y Middle Nia Sandstone sin precisar sus localidades tipo. En la actualización de las hojas a escala 1:50 000 de los cuadrángulos de Timpia, Quirigueti y Poyeni (Chumpitaz et al., en prensa), esta unidad ha sido cartografiada y dividida formalmente en tres miembros denominados: Inferior, Medio y Superior.

- **Miembro inferior:** compuesto por de 120 m de areniscas cuarzosas blancas, de grano fino a medio, con abundante estratificación sesgada cóncava y de bajo ángulo (facies de eolianitas) que serían equivalentes a las litologías de la unidad informal Lower Nia. En los pozos Sepa 1X, Mipaya 1X, Pagoreni 1X y Armihuary 1X (cuenca sedimentaria Ucayali Sur) ha sido reportada con espesores entre 90 m a 130 m, que contrastan con la sección preservada por debajo de la discordancia cretácica en los yacimientos San Martín y Cashiriari con solo 40 m de grosor (Parsep, 2002).
- **Miembro medio:** expone 180 m de secuencias monótonas de lodolitas moradas y limolitas rojas con delgadas intercalaciones de areniscas limosas, en estratos delgados que se correlacionan con la unidad informal Middle Nia Mudstone.
- **Miembro superior:** presenta de 30 m a 50 m de areniscas cuarzosas blanca amarillentas, de grano fino a medio, que se correlaciona con la unidad informal Middle Nia Sandstone.

Distribución. Los principales afloramientos de la Formación Mainique se encuentran asociadas con las exposiciones de la Formación Ene en las montañas del Sira, formando parte de las mesetas estructurales presentes en los cuadrángulos de Río Palcazu, Puerto Inca y Sempaya (figura 2.18), y que se prolongan al sur del bloque Pachitea/Ucayali en los cuadrángulos de Puerto Bermúdez, Pichanaqui, Puerto Prado, Obenteni, Atalaya y Poyeni.

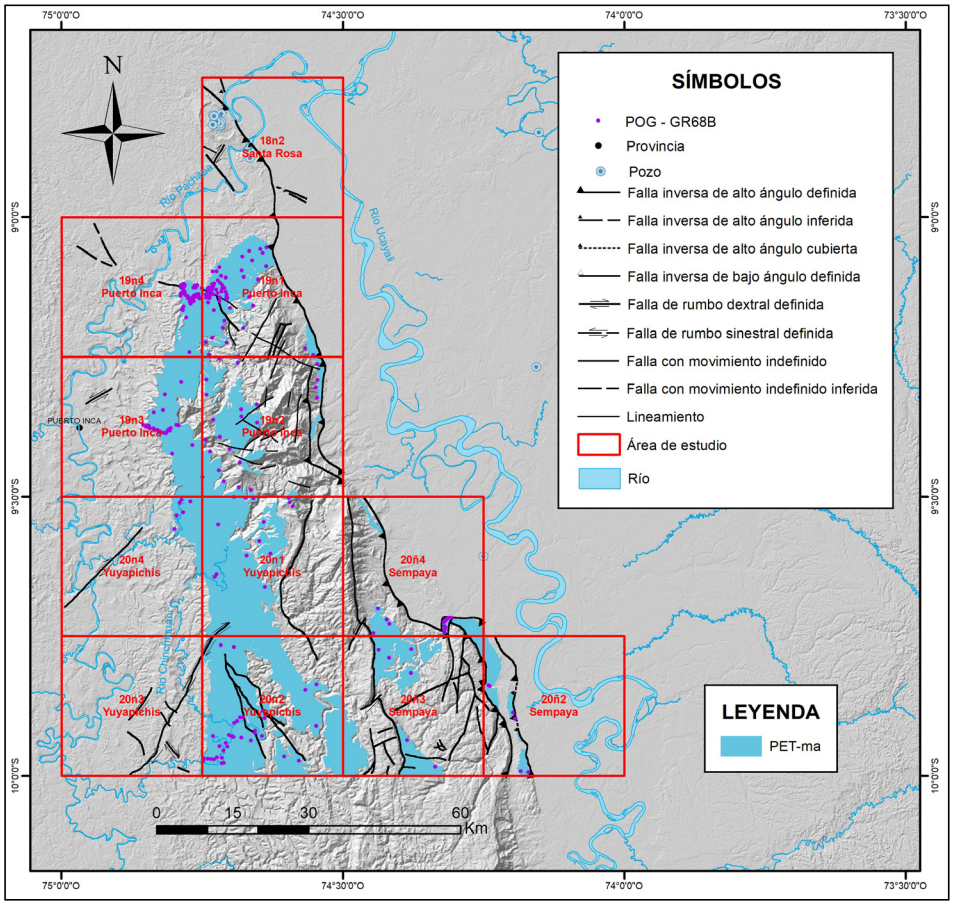


Figura 2.18 Mapa de distribución de los afloramientos de la Formación Mainique en el bloque Pachitea/Ucayali.

Litología. En las montañas del Sira se caracteriza por presentar areniscas cuarzosas blanco rosadas, de grano fino a medio, dispuestos en estratos gruesos y masivos con estratificación sesgada de bajo ángulo, areniscas tobáceas de grano fino, lodolitas rojas y moradas finamente estratificadas, y areniscas cuarzosas en estratos subtabulares y masivos.

Grosor. En la montaña del Sira se estima su grosor entre 300 m a 350 m, calculado en base a la diferencia de las cotas topográficas de sus límites litoestratigráficos que presentan buzamientos con valores entre 5° a 15°.

Relaciones de contacto. En las montañas del Sira, la Formación Mainique sobreyace en aparente concordancia a las areniscas de la Formación Ene. Sus niveles superiores se encuentran truncadas por la Discordancia de la Base del Cretácico (DBK) que alcanza incluso al Miembro inferior, sobre la cual se asientan las areniscas de la Formación Agua Caliente (Albiano - Cenomaniano) relación de contacto que ha sido documentado en los pozos San Martín, Cashiriari y Pagoreni (Parsep 2002).

Edad. En el flanco oriental de las montañas del Sira, Reyes (2002) ha descrito en el tope de la Formación Mainique, expuesta en la sección de la quebrada Gato, la presencia de los palinomorfos *Pteridospermas* y *Samaropollenites sp.* que caracterizan el rango Pérmico – Triásico.

En la cuenca sedimentaria Ucayali Sur, Peña et al. (2018) a partir de análisis de datación U-Pb en zircones detríticos y trazas de fisión de apatitos han extrapolado tres poblaciones de edades: Unidades Ene-Noi (desde ~290Ma a ~272Ma), Unidad Lower Nia (desde ~272Ma a ~251Ma) y la Unidad Middle Nia Clastic (~156 Ma). Es decir, las formaciones Ene y Mainique (Unidad inferior) están restringidas al Pérmico, mientras que la parte superior de la Formación Mainique alcanzaría edades, aunque con duda al Jurásico. El mismo autor presenta el registro bioestratigráfico de las formaciones Ene y Mainique obtenidas de las muestras de los pozos Mapi 5X y Sagari 4XD (tabla 2.2) que documentan que dichas formaciones están restringidas al Pérmico con posibilidades de alcanzar el Triásico.

Tabla 2.2

Bioestratigrafía de las formaciones Ene y Mainique al noroeste de Camisea (Peña et al., 2018)

Unidad	Edad	Bioestratigrafía	Pozo / afloramiento	Autor
Upper Nia (Formación Agua Caliente)	-	-	-	-
Middle Nia clastic (Formación Mainique superior)	-	-	-	-
Middle Nia shale (Formación Mainique medio)	Pérmico (Triásico)	*Geinitzina spp., Earlandia spp.? Tetrataxis spp., Tubertina spp.? Pseudovermiporella sodalica.* **Palinología:** *Lunatisporites spp.*	Mapi 5X, Sagari 4XD	Repsol (Robertson - CGG 2015)
Lower Nia (Formación Mainique inferior)	-	-	-	
Shinai (Formación Ene)	Pérmico	**Palinología:** *Hamiapollenites karrooensis, H. andiraensis, Striatopodocarpites spp., Botrycoccus spp.* **Micropaleontología:** Pesudovermiporella sodalica, Nodosaeiidae	Mapi 5X	Repsol (Robertson - CGG 2015)
Noi (Formación Ene)	-	-	-	-
Ene shale	Pérmico inferior (Kunguriano)	**Palinología:** *Hamiapollenites andiraensis, Weylandites lucifer, Vittanita subsaccata, CMN bisaccate pollen.* **Micropaleontología:** Frondina spp.? Nodosaria spp.	Mapi 5X	Repsol (Robertson - CGG 2015)

Erlich et al. (2018) han reportado edades U-Pb obtenidas en zircones detríticos para la Formación Ene con edades más jóvenes entre 272 ±6 Ma y 268 ±7 Ma; para la Formación Noi entre 253 ±8 Ma y 261 ± 4 Ma; y para Lower Nia entre 244 ± 14 Ma y 265 ± 8 Ma, asignando sus edades al rango cronoestratigráfico del Pérmico medio al Triásico medio a las unidades que son equivalentes a las formaciones Ene y Mainique del presente estudio.

Grupo Pucará

Distribución. Las calizas triásica – jurásicas se exponen fuera de los dominios de las montañas del Sira, habiendo sido reconocidas en las montañas del Pisqui (cuadrángulos de Río Santa Ana y Nuevo Edén) (figura 2.19), en el tramo superior del río Pisqui y en la desembocadura del río Nucane, formando una franja alargada que se halla truncada por una importante falla inversa. En las montañas del Pisqui ha sido cartografiado como grupo debido a la pobre exposición de sus afloramientos que subyacen a la cobertura de suelo y vegetación (Martínez et al., 1997). Los geólogos de Mobil Exploration Perú han reportado la presencia del Grupo Pucará en el cañón Shaypaya. En las montañas del Sira y en la cuenca sedimentaria Ucayali Sur, el Grupo Pucará se halla ausente.

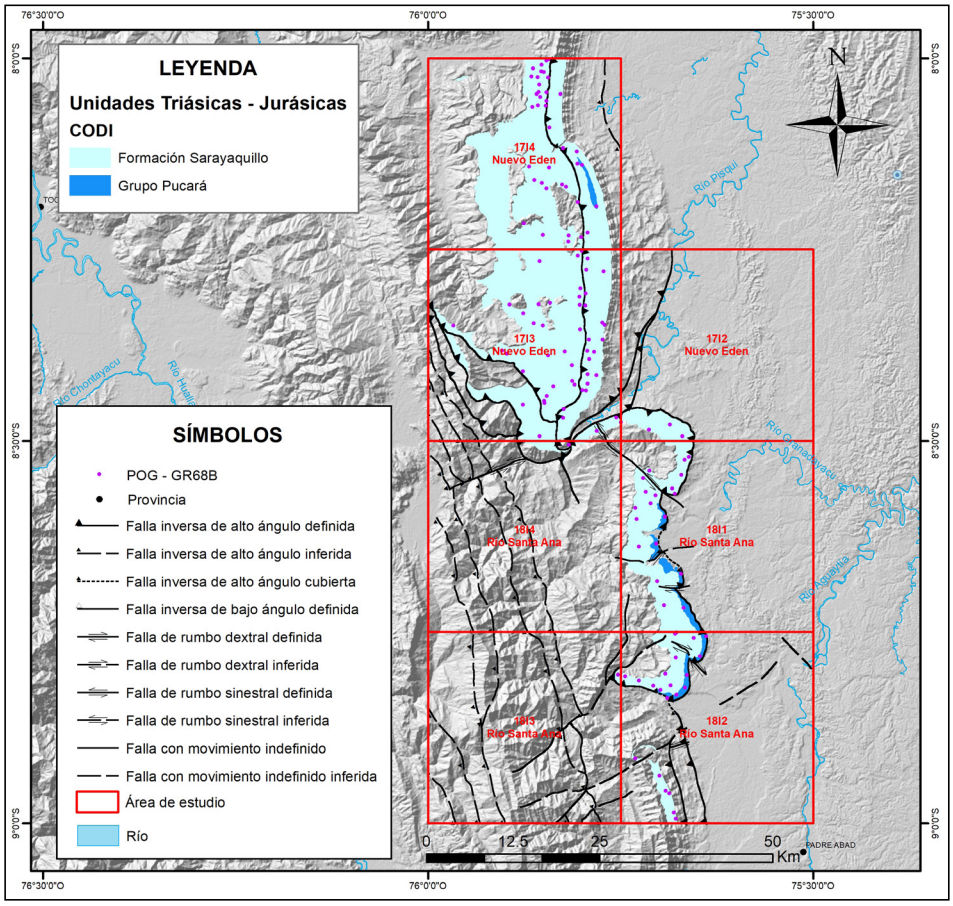


Figura 2.19 Mapa de distribución de las rocas triásica – jurásicas del bloque Pachitea/Ucayali

Litología. Está compuesta de calizas micríticas gris oscuras, con abundante estilolitas y calizas arenosas con estratificación sesgada que presentan bandas de chert paralelos a la estratificación.

Grosor. En base a cálculos cartográficos se ha estimado un grosor incompleto de 300 m considerando sus ángulos de buzamiento que varían en el rango de 60° a 70° en las montañas del Pisqui. En los alrededores de Tingo María, el Grupo Pucará aflora con más de 2000 m de grosor (Martínez et al., 1998).

Relaciones de contacto. La base del Grupo Pucará no se encuentra expuesta en las montañas del Pisqui por encontrarse truncada por la falla inversa Boquerón. Al oeste de Tingo María, sobreyace en discordancia a las areniscas rojas del Grupo Mitu. Infrayace en aparente discordancia a las sedimentitas continentales de la Formación Sarayaquillo.

Edad. En las montañas del Pisqui, los registros fosilíferos del Grupo Pucará son muy pobres, habiendo sido descritas la presencia de algas del genero *Dasycladaceae* y *Lithocodium sp.* indicadores del Jurásico (Martínez et al., 1998).

Formación Sarayaquillo

Distribución. Al igual que el Grupo Pucará se expone fuera de los dominios de las montañas del Sira, habiendo sido reconocida en las montañas del Pisqui (cuadrángulos de Río Santa Ana y Nuevo Edén) (figura 2.19). En las hojas del cuadrángulo de Río Santa Ana, la Formación Sarayaquillo se expone como una franja continua de dirección norte - sur que se prologa al Boquerón del Padre Abad (Aguaytía). En las montañas del Sira y en la cuenca sedimentaria Ucayali Sur, la Formación Sarayaquillo se halla ausente.

Litología. Consiste de areniscas rojas en estratos medianos, intercaladas con secuencias de limolitas y lodolitas con capas de yeso, areniscas calcáreas y conglomerados. Las limolítas rojas se intercalan con areniscas finas en estratos medianos, seguido de capas de limolitas y lodolitas cremas a pardas, con ondulitas de corriente. En las nacientes del río Písqui, al norte de la hoja de Santa Ana, la Formación Sarayaquillo está asociada a los domos de evaporitas que contienen sal y yeso.

Grosor. En el cuadrángulo de Santa Ana, su grosor ha sido estimado por encima de los 1000 m y en el cuadrángulo de Tingo María en 1200 m (Martínez et al., 1998).

Relaciones de contacto. Al oeste de las montañas del Sira y en las montañas del Pisqui, sobreyace en aparente discordancia a las calizas del Grupo Pucará e infrayace a las areniscas de la Formación Cushabatay asentada sobre una importante superficie de erosión de la base del Cretácico.

Edad. Al no contarse con dataciones paleontológicas la edad de la Formación Sarayaquillo se deduce por sus relaciones estratigráficas. Al sobreyacer a la Formación Condorsinga del Jurásico inferior e infrayacer a la Formación Cushabatay del Cretáceo inferior (Aptiano) se asigna la edad Jurásico superior.

Grupo Oriente

Los afloramientos de esta unidad se encuentran formando fanjas alargadas de rocas clásticas expuestas en los cuadrágulos de Santa Ana y Nuevo Edén (figura 2.20) con inclinaciones entre 30°a 60° (montañas del Pisqui). En los cuadrángulos de Puerto Oriente, quebrada Capanahua y río Tapiche (figura 2.21) se expone en los núcleos de los anticlinales de Contaya y Tapiche. A manera de una franja largada se expone en lo cuadrángulos de Yuyapichis (Río Palcazu) y Puerto Inca (figura 2.22).

El Grupo Oriente en las montañas del Pisqui, y en los cerros de Contaya y Tapiche, expone sus tres formaciones: Cushabatay, Raya y Agua Caliente. Sin embargo, entre las montañas del Sira y los dominios de la cuenca sedimentaria Ucayali Sur, esta unidad está adelgazada y truncada, hallándose ausentes las formaciones Cushabatay y Raya como ha sido evidenciado en la sección del Codo del Tambo (cuadrángulo de Poyeni) (León & Reynante, 2008) y en los pozos perforados en el área de Camisea (Parsep, 2002).

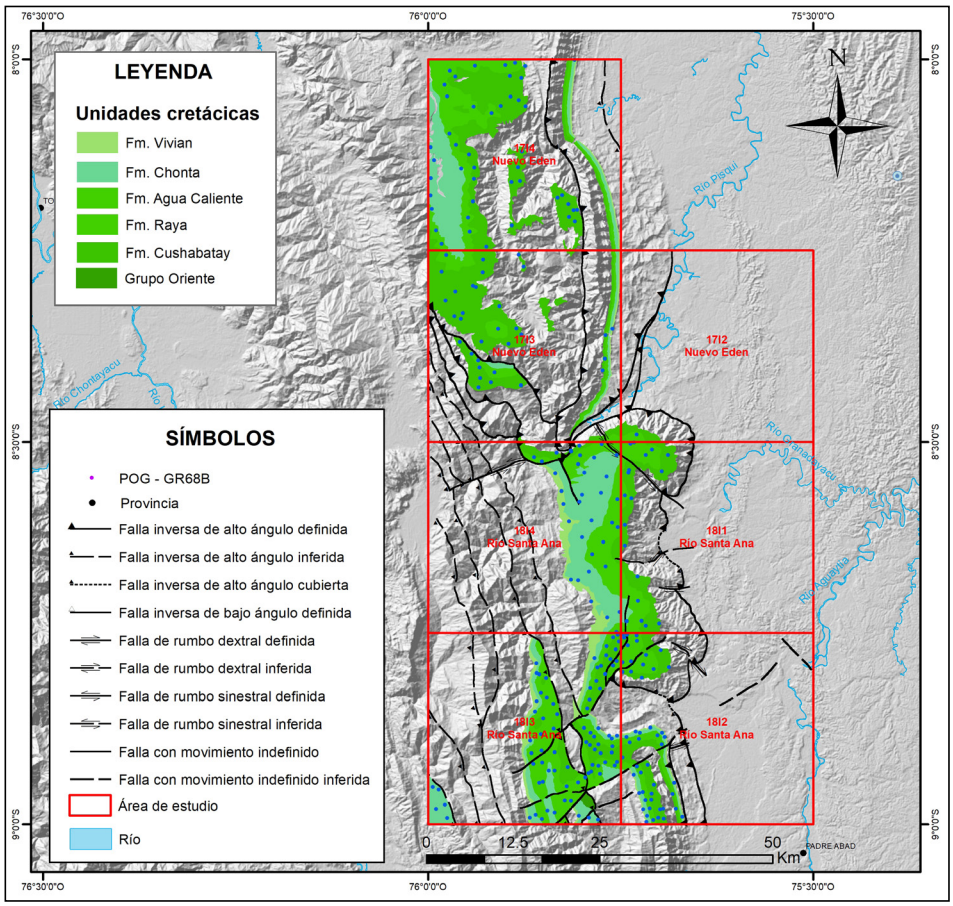


Figura 2.20 Mapa de distribución de las rocas cretácicas del bloque Pachitea/Ucayali (cuadrángulos de Río Santa Ana y Nuevo Edén)

Formación Cushabatay

Distribución. Se expone en las montañas del Pisqui en las nacientes de los ríos Previsto, Shamboyacu y Pisqui. Otro grupo importante de afloramientos se encuentran en las montañas de Contamana, específicamente en los domos de Contaya y Tapiche (cuadrángulos de Puerto Oriente, quebrada Capanahua y Río Tapiche) ubicados al oesta de Pulcallpa y en los límites con la frontera de Brasil.

Litología. En las montañas de Contamana, situada 19 km al NE de la ciudad del mismo nombre, se exponen secuencias monótonas de areniscas cuarzo-feldespáticas y areniscas cuarcíticas, blanquecinas, de grano medio a gruesa, en secuencias estratocrecientes.

Grosor. En los cerros Contamana se expone con 270 m en la quebrada Raya (Kummel, 1946).

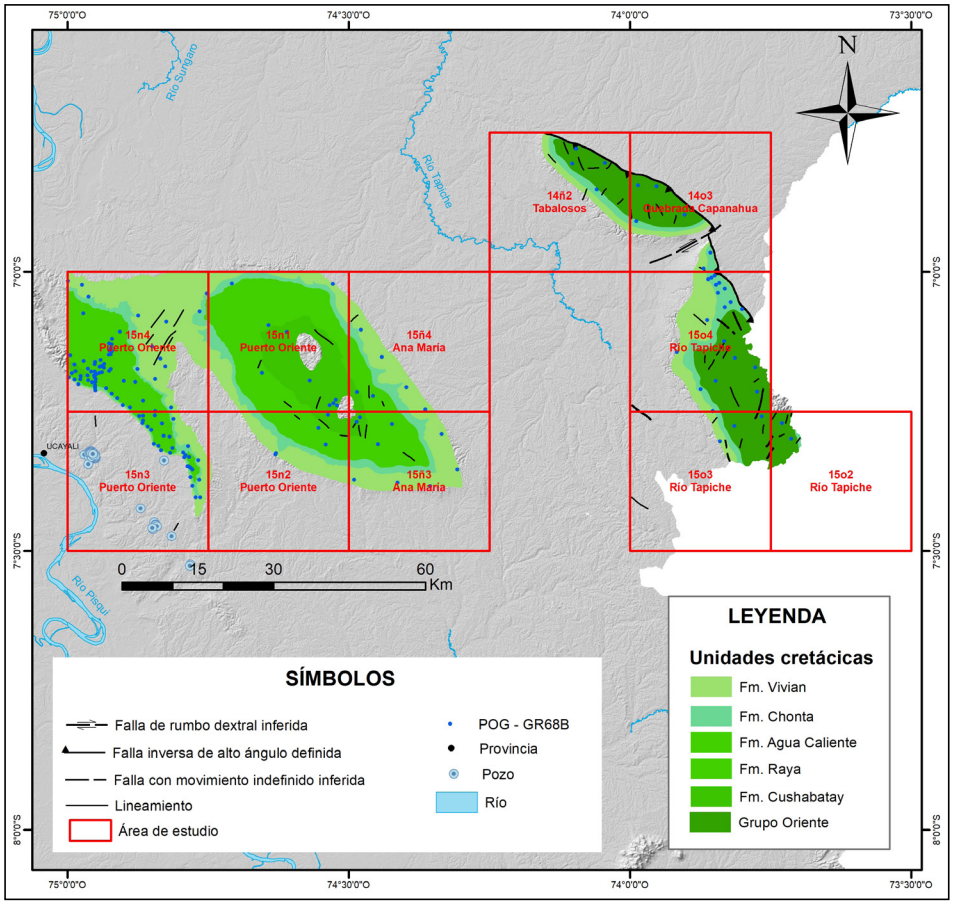


Figura 2.21 Mapa de distribución de las rocas cretácicas del bloque Pachitea/Ucayali (cuadrángulos de Puerto Oriente, Ana María, quebrada Capanahua y Río Tapiche)

Relaciones de contacto. En el domo de Contaya (cuadrángulo de Puerto Oriente) las areniscas de la Formación Cushabatay sobreyacen en discordancia angular a las lutitas pizarrosas de la Formación Contaya (Ordovícico). En las montañas del Pisqui, sobreyace en aparente discordancia a las areniscas rojas de la Formación Sarayaquillo.

Edad. Al norte del bloque Pachitea/Ucayali, Tarazona (1985), en base a los estudios palinológicos de esta unidad de muestras tomadas del pongo Tiraco (río Huallaga), determinó paleofloras que corresponden a *Dicheiropollis etruscos* de probable edad Valanginiana y *Pentapsis valdiviae* de edad Aptiano superior.

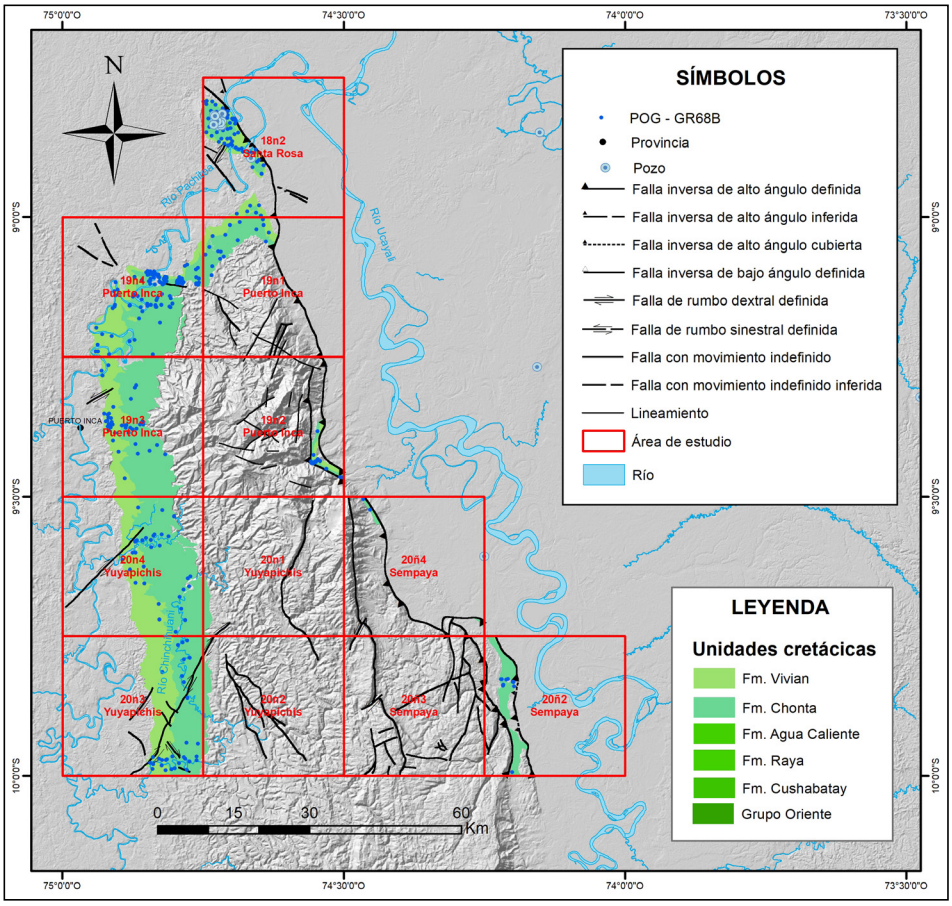


Figura 2.22 Mapa de distribución de las rocas cretácicas del bloque Pachitea/Ucayali (cuadrángulos de Yuyapichis y Puerto Inca)

Formación Raya

Distribución. De forma similar a la Formación Cushabatay, se expone en las montañas del Pisqui en las nacientes de los ríos Previsto, Shamboyacu y Pisqui. Un segundo grupo importante de afloramientos se encuentra en las montañas de Contamaná, específicamente en los domos de Contaya y Tapiche (cuadrángulos de Puerto Oriente, quebrada Capanahua y Río Tapiche).

Litología. En las montañas de Contamana, está compuesta por limoarcillitas gris claras intercaladas con areniscas blanquecinas, de grano medio a fino. Las pelitas presentan ocasionalmente nódulos areniscosos con pátinas de óxidos y pirita. Las areniscas son de color pardo amarillentas, de grano fino a media que alternan con limoarcillitas grises en capas de 1.5 m de grosor. En las montañas del Pisqui, está representada por lutitas gris oscuras a gris amarillentas intercaladas con areniscas grises en capas medianas a delgadas, con presencia de restos de bivalvos mal conservados en las limoarcillitas carbonosas.

Grosor. Kummel (1946) ha reportado 165 m de grosor para esta unidad expuesta en la quebrada Raya (montañas de Contamana).

Relaciones de contacto. La Formación Raya sobreyace en relación concordante a las areniscas de la Formación Cushabatay e infrayace en similar relación a la Formación Agua Caliente.

Edad. Los estudios paleontológios realizados por Brenner (1963), Lammons (1968), Müller y Aliaga (1981) y Gutierrez (1982, citado en Jaillard et al., 1995) han confirmado el rango de edad Albiano inferior a medio para la Formación Raya.

Formación Agua Caliente

Distribución. Asociada con las franjas de afloramientos de las formaciones Cushabatay y Raya se expone en las montañas del Pisqui (nacientes de los ríos Previsto, Shamboyacu y Pisqui). Un segundo grupo importante de afloramientos se encuentra en las montañas de Contamaná, específicamente en los domos de

Contaya y Tapiche (cuadrángulos de Puerto Oriente, quebrada Capanahua y Río Tapiche).

Litología. En el anticlinal de Contamaná, riberas de la quebrada Agua Caliente, afloran areniscas cuarzosas blanquecinas, de grano medio a conglomerádica; esta última con granos subredondeados de cuarzo de hasta 5 mm. También, se eponen areniscas con nódulos areniscosos, ferruginosas y con diseminaciones de pirita. En la quebrada Agua Caliente, se compone esencialmente de areniscas conglomerádicas blancas en la base, seguida por capas de areniscas y limolitas arenosas.

En el anticlinal de Jaquirana (sierra de Jaquirana, Brasil), Leite (1958), Wanderley y Moura (1938) (citados en Lipa et al., 1997) han descrito una secuencia conglomerádica y detrítica denominada Formación Moa que contiene dos miembros: Capanahua y Agua Blanca, que poseen características litológicas similares a las descritas para la Formación Agua Caliente.

Grosor. Sus grosores varían de 300 m a 50 m, disminuyendo sus valores hacia el este del bloque.

Relaciones de contacto. En las montañas de Contamana y Pisqui la Formación Agua Caliente sobreyace en posición concordante a las pelitas de la Formación Raya e infrayace en similar relación a la Formación Agua Caliente. En las montañas del Sira, sobreyace a las areniscas de la Formación Mainique (Pérmico) e infrayace a los clásticos finos de la Formación Chonta.

Edad. En las montañas de Contamana, Kummel (1948) mencionó el hallazgo de los fósiles *Psilomya cf. P. lissoni* SOMMEREIER del Aptiano superior y *Lyelliceras aff. L. pseudolyelli* (PARONA & BONARELLI) marcador del Albiano inferior a medio, por lo que se interpreta que la Formación Agua Caliente alcanza incluso la edad Cenomaniana.

Formación Chonta

Distribución. Sus principales afloramientos han sido descritos en las montañas del Pisqui (cuadrángulos de Santa Ana y Nuevo Edén) (figura 2.20), en el cuadrángulo de Puerto Oriente (anticlinales de Contamana y Contaya) (figura 2.21) y en el cuadrángulo de Yuyapichis (figura 2.22) en el flanco oriental de las montañas del Sira.

Litología. La sección del río Apurucayali, ubicado en el cuadrángulo de Yuyapichis (20n), presenta litologías compuestas por calizas grises de grano fino (*mudstone*), con estratificación media a gruesa, nodulares; las mismas que se intercalan con lutitas margosas grises y con capas delgadas de calizas (CGS, 1997). En la mitad inferior de la sección de río Negro (afluente del río Pichis), afloran dos horizontes de areniscas gris verdosas, de grano fino, glauconíticas, laminadas que sobreyacen a limoarcillitas rojas, con laminaciones verdosas y capas de calcarenitas fosilíferas.

En los cuadrángulos de Río Santa Ana (18i) y Nuevo Edén (17l), han sido descritas alternancias de calizas grises y limoarcillitas gris oscuras, carbonosas y bien estratificadas, que se intercalan con limolitas y areniscas finas de coloración rojiza y verdosa en los niveles medios de la formación (Martínez et al., 1997).

En el flanco oriental de las montañas del Sira (cuadrángulos de Yuyapichis y Puerto Inca), esta unidad se inicia con lutita gris verdosa, ligeramente calcárea, intercaladas con delgadas capas de areniscas finas, con granos subredondeados y con trazas de glauconita. En la parte superior de la sección las lutitas son fosilíferas y se intercalan con calizas gris claras en capas delgadas. La parte media y superior es lutácea, con abundantes pelecípodos; estas rocas al ser fracturadas expelen olor a hidrocarburos (Reyes, 2002).

Grosor. En la sección medida en la quebrada Raya, Kummel (1948) ha reportado 480 m de grosor para la Formación Chonta. En el río Apurucayali, su grosor ha sido estimado en 600 m (CGS, 1997). En el flanco oriental de las montañas del Sira, sus grosores medidos son de 263 m, 485 m y 440 m (quebradas Yanayacu, Sapani y Kipachari) (Reyes, 2002).

Relaciones de contacto. Sobreyace en posición concordante a las areniscas de la Formación Agua Caliente e infrayace en similar relación a la Formación Vivian.

Edad. De acuerdo con los estudios paleontológicos realizados por CGS (1997), la parte inferior de la Formación Chonta pertenece al Turoniano por contener los marcadores de este piso *Coilopoceras newelli* BENAVIDES, Ostracodos M-8 y la parte superior se ubica en el Coniaciano por contener los fósiles guías de este piso *Buchiceras bilobatum* HYATT y *Plicatula ferryi* COQUAND, recolectados todos en la sección del río Chinchíhuani (cuadrángulo de Río Palcazú). Además, corroboraron la edad Coniacíano en base a la determinación de los fósiles *Nicaisolopha nicaisei* COQUAND; *Hemiaster fournelli* DESHAYES var *obliquus* BRUGGEN y *Goniopygus cf. G. hemicidarifonnis* BRUGGEN recolectadas en el río Apurucayali (cuadrángulo de Río Palcazú). Estos estudios igualmente han corfirmado el rango Turoniano - Coniaciano para la Formación Chonta similar a las establecidas en las cuencas sedimentarias Ucayali y Marañón.

Formación Vivian

Distribución. Aflora a manera de franjas continuas que se extienden en las montañas del Pisqui (cuadrángulos de Santa Ana y Nuevo Edén) (figura 2.20), en el cuadrángulo de Puerto

Oriente (anticlinales de Contamana y Contaya) (figura 2.21), y los cuadrángulos de Yuyapichis y Puerto Inca (figura 2.22) en el flanco oriental de las montañas del Sira.

Litología. Consiste en areniscas cuarzosas blancas, de grano fino a medio, friables, con muy buena porosidad, en estratos medianos a gruesos y con estratificación sesgada. Cerca a sus contactos inferior y superior, muestran areniscas grises claras y blancas amarillentas, de grano fino, en estratos delgados, con delgadas intercalaciones de lutitas y calizas de color gris oscuro.

Grosor. El grosor estimado para la Formación Vivían en el cuadrángulo de Puerto Oriente es de 80 m (Lipa et al., 1997) y en las hojas de Río Santa Ana su grosor no sobrepasa los 100 m (Martínez et al., 1997). En los ríos Negro y Apurucayali (cuadrángulo de Yuyapichis), sus grosores han sido estimados entre 200 m a 300 m (SGS, 1997).

Relaciones de contacto. Sobreyace en posición concordante a los clásticos finos de la Formación Chonta e infrayace en similar relación a las pelitas la Formación Cachiyacu en la cuenca sedimentaria Ucayali. Sin embargo, en la cuenca sedimentaria Pachitea, sobreyace directamente a las capas rojas de la Formación Yahuarango separada por lutitas con fósiles del Maestrichtiano.

Edad. En el bloque Pachitea, no se ha encontrado evidencias paleontológicas para datar la Formación Vivian; sin embargo, en base a los estudios palinológicos realizados por Caldas (1985), la Formación Vivian ha sido asignada al Campaniano inferior en la cuenca sedimentaria Huallaga.

Formación Cachiyacu

Distribución. Sus afloramientos se encuentran restringidos en el cuadrángulo de Puerto Oriente (anticlinales de Contamana y Contaya) a manera de franjas continuas por encima de la Formación Vivian. En la región del Pachitea, la presencia de la Formación Cachiyacu aún es discutible en la cartografía geológica dado la pobre exposición de sus afloramientos de grosores reducidos. No obstante, delgados afloramientos de la Formación Cachiyacu han sido reportados en el río Apurucayali y que se hallan ausentes en las montañas de San Matías, relación que ha sido interpretada como resultado de un importante biselamiento por la presencia de altos estructurales que controlaron su depositación (CGS, 1997).

Litología. Consiste en lutitas de color gris claro y gris oscuro, fisibles, de estratificación mediana; intercaladas con areniscas blancas, de color gris claro y gris amarillento, de grano fino, cuarzosas, friables, con buena porosidad y con estratificación laminar. En el tope de la formación, se presentan capas delgadas de calizas grises, nodulares y fosilíferas.

Grosor. El grosor de esta formación en el río Apurucayali es del orden de 110 m (CGS, 1997). Kummel (1948) reportó 150 m de grosor para la sección medida al sur de la quebrada Cachiyacu.

Relaciones de contacto. Sobreyace en posición concordante a las arensicas de la Formación Vivian e infrayace en discordancia a las capas rojas de la Formación Yahuarango.

Edad. En las muestras del río Apurucayali, CGS (1997) determinó la presencia de los fósiles *Porochara Gildemeisteri* KOCH & BLISSENBACH y *Sphaerocharas spp.* indicadores del Maestrichtiano.

Formación Yahuarango

Distribución. Aflora al oeste de las montañas del Sira en la margen derecha del río Pachitea (cuadrángulos de Yuyapichis y Puerto Inca) formando una franja con rumbo norte - sur (figura 2.23). En las montañas de Contamana, se expone en los flancos de los anticlinales de Contamana y Contaya (cuadrángulo de Puerto Oriente) (figura 2.24). También, aflora al este de las montañas del Pisqui, ocupando la parte central y oriental de los cuadrángulos de Río Santa Ana y Nuevo Edén (figura 2.25).

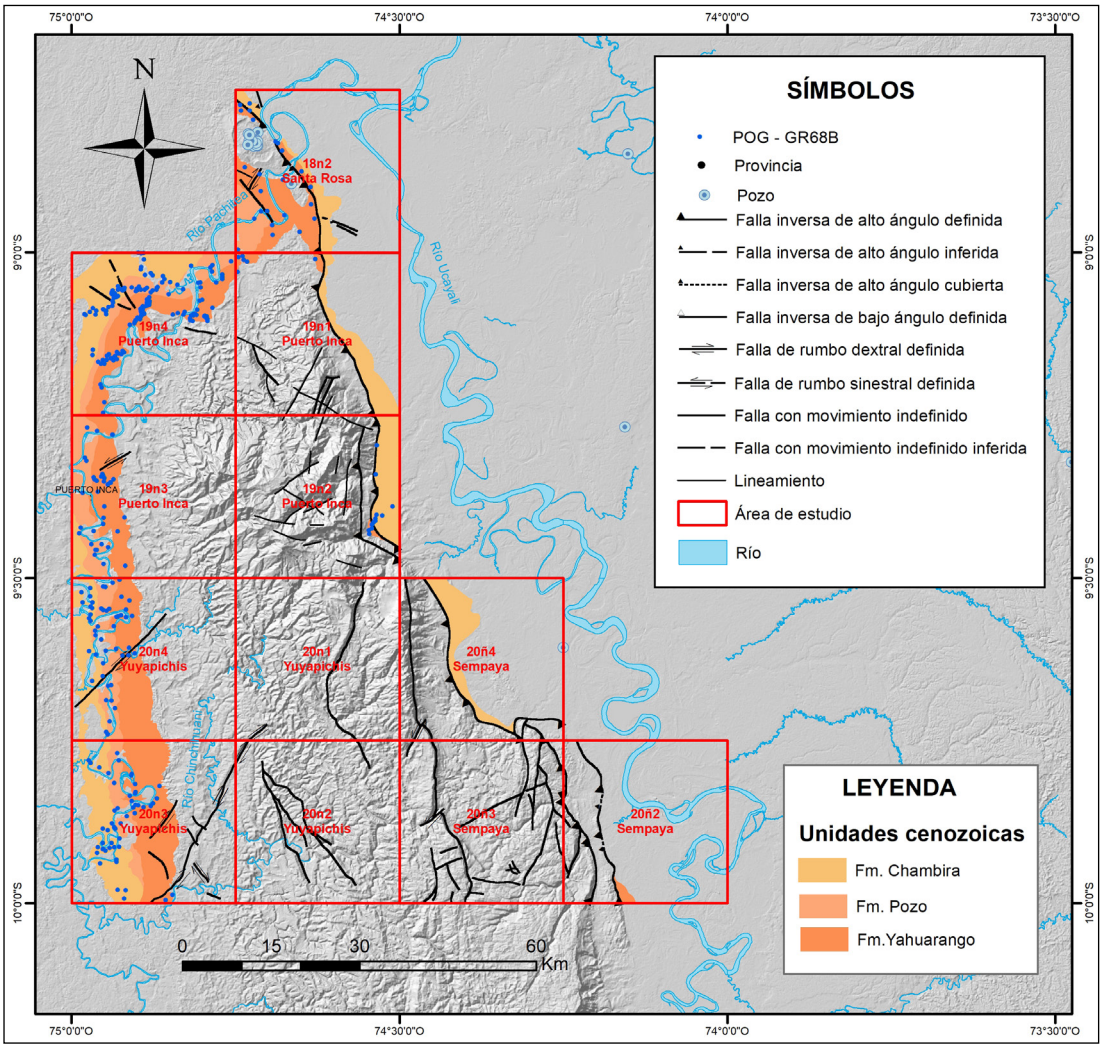


Figura 2.23 Mapa de distribución de las rocas cenozoicas del bloque Pachitea/Ucayali (cuadrángulos de Yuyapichis, Puerto Inca y Sempaya)

Litología. Está constituida de arcillitas rojo ladrillo y púrpura, en estratos masivos; interestratificadas con limolitas margosas, blanco amarillentas, con algunas capas de caliza fosilíferas cremas y lentes de lutitas tobáceas. En la base inferior, presenta arcillitas calcáreas gris púrpuras y blanco amarillentas; y en su parte superior, arcillitas rojo-púrpuras a rosadas, con estratificación gruesa y con intercalaciones de areniscas gris verdosas.

Grosor. Kummel (1946) ha reportado un grosor de 1509 m para la sección medida en la quebrada Cachiyacu, incluyendo en esta medición a la Formación Pozo que tiene un gosor reducido de 50 m. En el cuadrángulo de Santa Ana, su grosor estimado es de 1200 m (Martínez et al., 1997). El grosor de esta formación disminuye de norte a sur, dado que en la sección de los ríos Llullapichis y Negro se ha reportado un grosor medido de 850 m; mientras que en la sección de los ríos Pichis - Pachitea y Apurucayali solo alcanza 500 m (CGS, 1997).

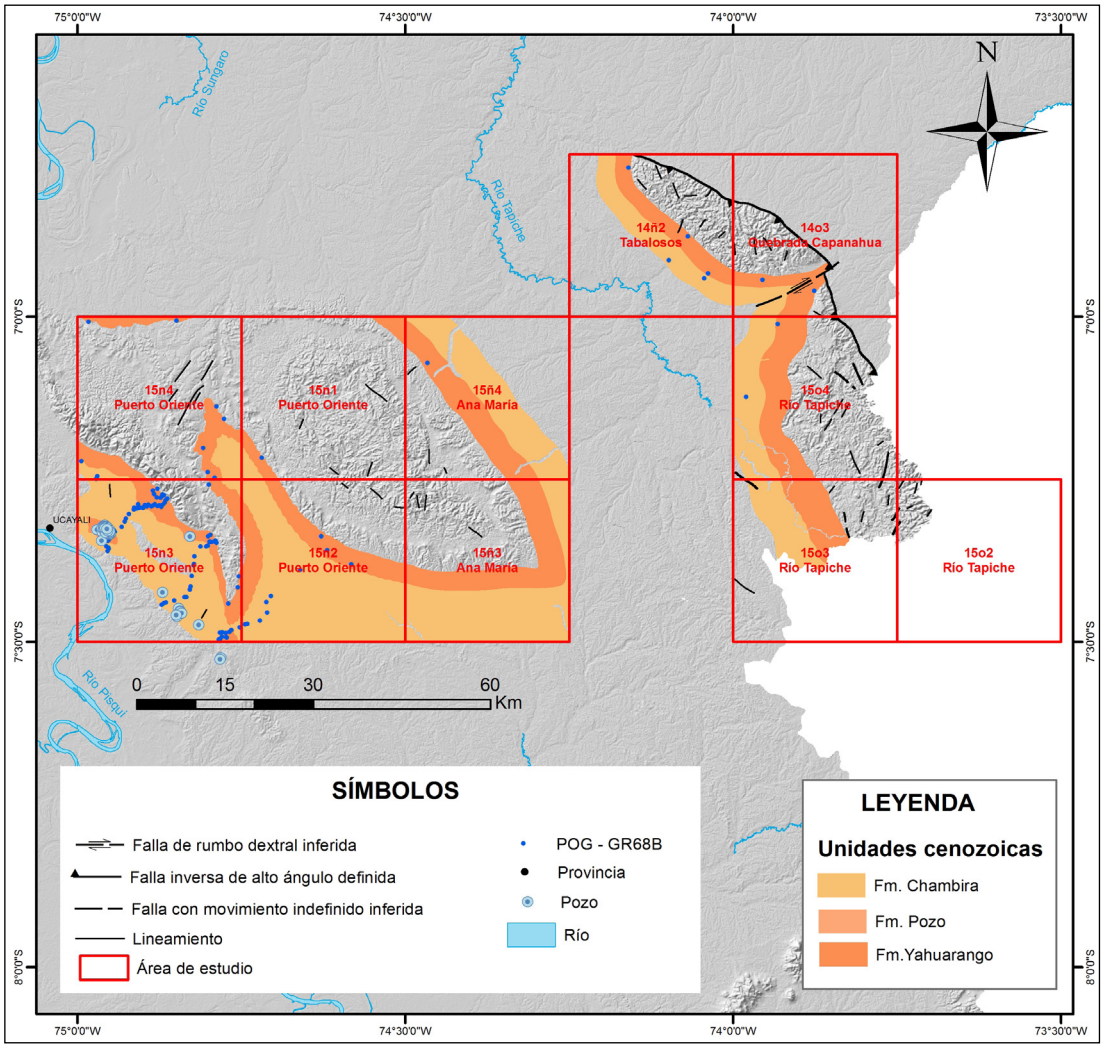


Figura 2.24 Mapa de distribución de las rocas cenozoicas (cuadrángulos de Puerto Oriente, Ana María, quebrada Capanahua y Río Tapiche).

Relaciones de contacto. Sobreyace en discordancia a la Formación Vivian o a los relictos de la Formación Cachiyacu e infrayace en similar relación a la Formación Pozo en la región de Contamana o a la Formación Chambira en los flancos de las montañas del Sira.

Edad. En la parte superior de la Formación Yahuarango del cuadrángulo de Río Palcazu, CGS (1997) determinó los fósiles *Porochara gildemeisteri costara* KOCH & BLISSENBACH y *Sphaerochara cf. s. brewsterensis*, marcadores del Paleoceno.

Formación Pozo

Distribución. La Formación Pozo aflora en los cuadrángulos de Yuyapichis y Puerto Inca (figura 2.23), formando en una franja lenticular a lo largo del río Pachitea.

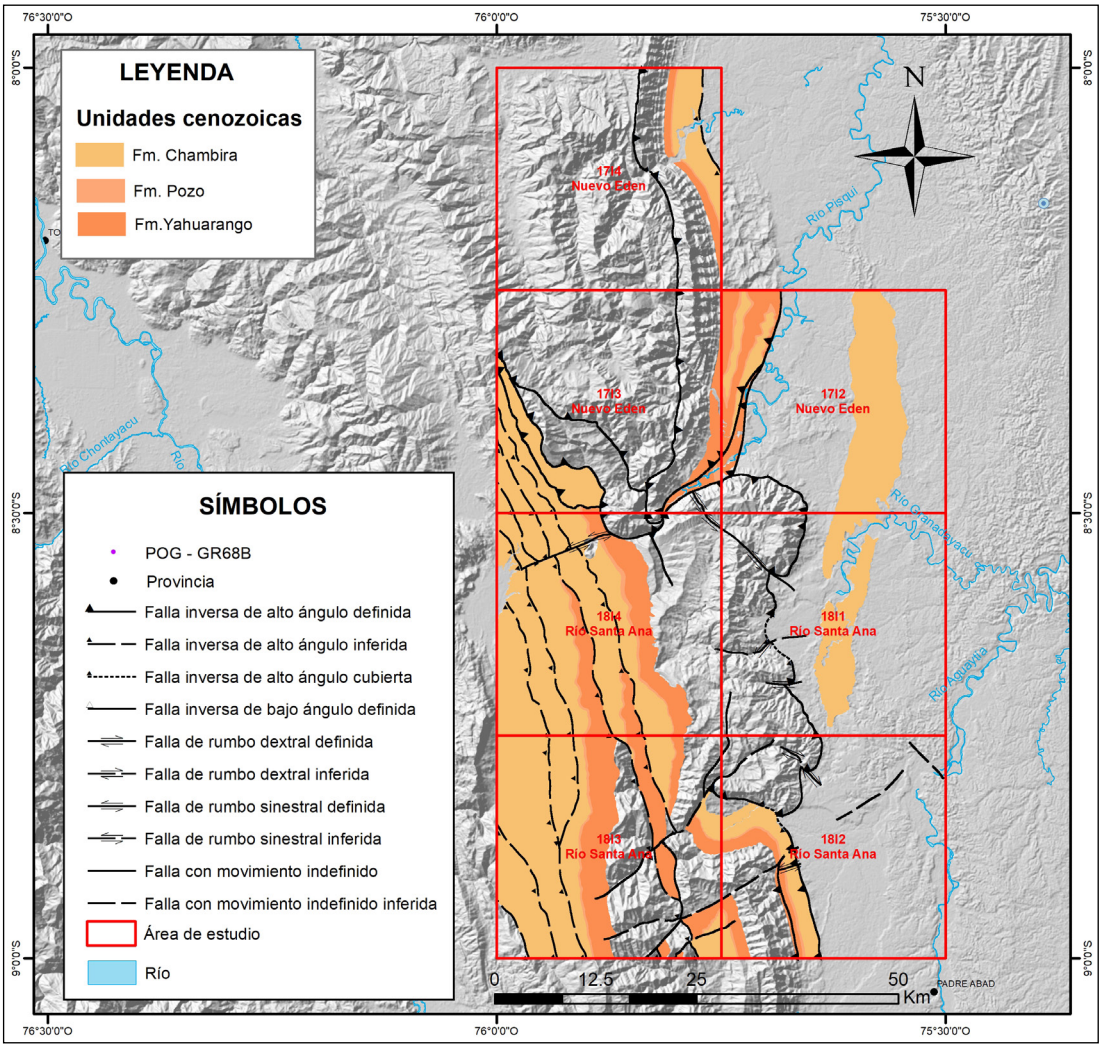


Figura 2.25 Mapa de distribución de las rocas cenozoicas del bloque Pachitea/Ucayali (cuadrángulos de Río Santa Ana y Nuevo Edén)

Litología. La base de la formación consiste en un horizonte de lutita tobácea, gris púrpura y gris amarillenta, con abundante óxido de fierro, al microscopio presenta ópalo, material vítreo y hematita reticular. Sobre este horizonte, descansan capas de lutitas calcáreas gris verdosas y rojo púrpuras.

Grosor. En la sección de los ríos Llullapichis y Negro, expone un grosor de 450 m, mientras que al sur en los ríos Pichis y Pachitea alcanza solamente un grosor de 250 m, terminando sus afloramientos de forma lenticular al sur del cuadrángulo de Río Palcazu (CGS, 1997).

Relaciones de contacto. Su contacto inferior es discordante con la Formación Yahuarango por la ausencia del Eoceno inferior, mientras que su contacto superior es concordante y transicional por debajo de la Formación Chambira.

Edad. Los estudios micropaleontológicos realizados por (CGS, 1997) han evidenciado la presencia abundante de *Tectochara supraplana* (PECK & RECKER) y ocasionalmente moldes de microgasterópodos y ostrácodos M-28, fauna marcadora típica del miembro superior de la Formación Pozo del Oriente peruano. Este horizonte fosilífero corresponde a la zona *Tectochara supraplana - Kosmogira monolifera* del Eoceno superior, determinada en el río Abujao a 150 km al noroeste del área de estudio. Por lo tanto, la edad de la Formación Pozo del curso superior del río Pachitea, corresponde al Eoceno superior (CGS, 1997).

Formación Chambira

Distribución. Se le ha reconocido formando al oeste de los cuadrángulos de Yuyapichis y Puerto Inca (figura 2.23); en

los cuadrángulos de Puerto Oriente, Tabalosos y Río Tapiche (montañas de Contamana) (figura 2.24), y en los cuadrángulos de Río Santa Ana y Nuevo Edén (figura 2.25).

Litología. Está compuesta por secuencias de arcillitas y limolitas rojo ladrillo y gris púrpuras, de estratificación delgada a masiva, calcáreas, con intercalaciones y lentes de areniscas marrón rojizas, de grano fino, con estratificación sesgada.

Grosor. Kummel (1948) ha reportado 551 m de grosor para la sección medida en la quebrada Cachiyacu. En el cuadrángulo de Río Palcazu, aflora con 400 m de grosor (CGS,1997).

Relaciones de contacto. En el cuadrángulo de Río Palcazu, la Formación Chambira sobreyace en discordancia a la Formación Pozo e infrayace en similar relación a la Formación Ipururo del Neógeno.

Edad. Las carofitas encontradas por CGS (1997), en la base de la Formación Chambira: *Tectochara ucayaliensis* principalis (Koch & Blissenbach), Tectochara parva (Koch & Blissenbach) han sido vinculadas con la zona paleontológica de Tectochara ucayaliensis del río Cushabatay, que son marcadores del Oligoceno inferior. Una huella de gasterópodo (molde) fue determinado por el laboratorio de Paleontología del Ingemmet como el ejemplar *Mitra s.p.* asignado al rango Oligoceno-Mioceno (Lipa et al., 1997).

Formación Ipururo

Distribución. Similar a la Formación Chambira sus afloramientos están presentes al oeste de los cuadrángulos de Yuyapichis y Puerto Inca; en los cuadrángulos de Puerto Oriente, Tabalosos y Río Tapiche (montañas de Contamana); y los cuadrángulos de Río Santa Ana y Nuevo Edén.

Litología. Su litología consiste en una secuencia predominantemente de areniscas marrón rojizas, intercaladas con delgados horizontes de limoarcillitas. Las areniscas marrón rojizas son de grano fino, presentes en estratos gruesos de hasta 10 m de grosor. Las limoarcillitas marrón oscuras se presentan en capas delgadas. Presenta además conglomerados, areniscas friables, grauwacas y lodolitas gris verdosas.

Grosor. Kummel (1948) para la sección medida en la quebrada Cachiyacu ha reportado 1050 m de grosor para la Formación Ipururo. En el cuadrángulo de Río Palcazu, los grosores de esta formación varían entre 200 m a 600 m (CGS, 1997).

Relaciones de contacto. Sus contactos inferior y superior son discordantes, sobreyaciendo a la Formación Chambira e infrayaciendo en discordancia erosional a la Formación Ucayali o a los depósitos de cobertura cuaternaria.

Edad. En bloque Pachitea/Ucayali, no se han encontrado fósiles dentro de la Formación Ipururo, pero por su posición estratigráfica su edad es asignada al Mio-Plioceno.

Formación Ucayali

Definición. Kummel (1948) describió con este nombre a una secuencia de rocas clásticas expuestas en el río Ucayali, provincia de Contamana con 10 m de grosor.

Distribución. En el cuadrángulo de Puerto Oriente, aflora en la quebrada Cachiyacu (al SE de Contamana).

Litología. Compuesta por areniscas conglomerádicas, de color marrón, con matriz media a fina, con capas subhorizontales de limoarcillitas gris verdosas y areniscas arcillosas marrones.

Grosor. Sus exposiciones en los acantilados de los ríos son variables en grosor, pudiendo variar de algunos metros a más de 10 m.

Relaciones de contacto. Sobreyace en dicordancia erosional a la Formación Ipururo y se encuentra infrayaciendo en similar relación a los depósitos de cobertura cuaternaria.

Edad. Interpretando su naturaleza litológica que es el resultado de la erosión de relieves preexistentes, Kummel (1948) señaló que la Formación Ucayali se ha acumulado en el rango Plioceno - Pleistoceno.

Discusión estratigráfica

El registro estratigráfico del Pérmico (Bloque Pachitea/Ucayali)

El Grupo Copacabana, compuesto esencialmente por rocas carbonatadas, representa la unidad estratigráfica del Pérmico inferior con mayor exposición de afloramientos en la montaña del Sira (bloque Pachitea/Ucayali). En la parte superior, existe un incremento importante de rocas clásticas constituidas por areniscas de grano fino con bundante cuarzo detrítico (35 % promedio) con intercalaciones de calizas lodosas bioturbadas y las calizas dolomitizadas. Al tope de la unidad se expone de 15 m a 20 m de limoarcillitas negras y gris oscuras descritas con el término informal “Ene Black Shale” y que representa la parte somital del Grupo Copacabana.

La sedimentación durante el Pérmico inferior estuvo caracterizada por la sedimentación de lodos calcáreos en un ambiente de plataforma carbonatada y por ciclos importantes de sedimentación marino-lagunar de arcillas oscuras con alto contenido de materia orgánica. A fines del Pérmico se produce la llegada de sedimentos ricos en cuarzo que se interpreta como resultado de un importante evento tectónico extensional y a los cambios de la paleogeografía en el Permiano terminal. Es decir,

el levantamiento del alto del Sira marcó el límite de los grábenes del Triásico - Jurásico en la cuenca sedimentaria Ucayali Sur y ha sido responsable que la secuencia cretácica se adelgace hacia el sur, manteniendo la calidad de sus reservorios, pero perdiendo su potencial como roca madre (Aleman, 2004).

El registro estratigráfico del Cretácico (Bloque Pachitea/ Ucayali)

La información de la geología de superficie y de subsuelo han puesto en evidencia un cambio importante en el registro estratigráfico del Paleozoico terminal y Mesozoico, debido posiblemente a la presencia de altos estructurales que han influido tanto en la sedimentación como en la ausencia del registro sedimentario. Esto está expresado en las variaciones importantes de los grosores de oeste a este de las rocas cretácicas. La presencia de la Formación Cushabatay está limitada al norte y al oeste de la cuenca sedimentaria Ucayali, con grosores de 400 m en el pozo Santa Clara 1X (arco de Contaya), 200 m en la cuenca sedimentaria Ene y acuñándose (pinches out) hasta 0 m en los sectores sur y este de la cuenca sedimentaria Ucayali (Parsep, 2002).

En el flanco oriental de la montaña del Sira (bloque Pachitea/ Ucayali), se expone una franja alargada de rocas cretácicas de la Formaciòn Agua Caliente compuesta por 50 m de areniscas cuarzosas que se encuentran por encima de la Discordancia de la Base del Cretácico (DBK). Este intervalo estratigráfico puede tratarse de un equivalente lateral de las areniscas de la parte basal de la Formación Chonta propio de un sistema transgresivo.

La Formación Chonta representa el final de una transgresión regional y el comienzo de un episodio regresivo (Parsep, 2002). Las numerosas secciones de campo documentan ciclos de máxima inundación que se produjeron durante la sedimentación de la parte inferior y superior de la unidad. Durante el periodo de máxima inundación, las condiciones marinas han prevalecido en toda la cuenca sedimentaria Ucayali con presencia de clásticos finos y calizas. La calidad como roca sello es variable; en el río Tambo expone litofacies clásticas (León y Reynante, 2008) con pobres características para ser un buen sello; sin embargo, en el área de Camisea este intervalo tiene excelentes características de roca sello, conteniendo capas de anhidritas en la sección superior.

La estratigrafía de la Formación Vivian es aún discutida (Elf, 1996; citado en Parsep, 2002) debido a las subdivisones de esta unidad y su preservación en las cuencas sedimentarias Ene y Ucayali). En la cuenca sedimentaria Ucayali ha sido descrita en tres unidades: Inferior (areniscas), Medio (lutitas) y Superior (areniscas y arcillitas) que presentan bases erosivas, donde el nivel de lutitas sería el equivalente a la Formación Cachiyacu y que representa el fin del ciclo trangresivo cretácico (Parsep, 2002). Por otra parte, en la cuenca sedimentaria Ene, la Formación Vivian sobreyace a la Formación Chonta separada por una importante superficie de erosión y que consiste en canales amalgamados que en conjunto se han preservado con grosores de 5 m a 100 m.

El registro estratigráfico del Cenozoico (Bloque Pachitea/ Ucayali)

Respecto a las rocas Cenozoicas, Kummel (1948) sintetizó los resultados de sus propios trabajos realizados en la parte norte de la cuenca Ucayali (zona de Contamana), integrando además otros estudios previos como la de Fyfe (1943) para proponer la nomenclatura estratigráfica del Terciario (término empleado por el autor) en la región del Ucayali/Pachitea (tabla 2.3). Aunque las determinaciones paleontológicas y las atribuciones cronoestratigráfícas pueden ser todavía materia de revisión, la nomenclatura estratigráfica empleada por Kummel (1948) para la división de las rocas cenozoicas (formaciones Yahuarango, Pozo, Chambira e Ipururo) responde mejor a la utilización geológica en los estudios geológicos a escala regional. Koch y Blissenbach (1962) efectuaron un trabajo paleontológico basado en carofitas en la zona de Pucallpa y Contamana (cuenca Ucayali) y establecieron una estratigrafía detallada del Cretácico superior-Paleógeno (figura 2.26). A pesar de que las atribuciones cronoestratigráficas y las divisiones litoestratigráficas son ahora obsoletas, la biozonación de las carofítas realizada por Kummel (1948), y Koch y Blissenbach (1962) sigue siendo utilizada y constituye un modelo de precisión estratigráfica.

La biozonación palinológica preliminar de Seminario y Guizado (1976) para el Cenozoico fue completada y precisada por Robertson Research (1981, citado en Jaillard et al., 1995), a través del estudio de la sección del pongo de Manseriche y de los pozos Belén, Corrientes, Ungumayo, Yánez, Yarina y Santa Lucía de la cuenca Marañón, y Tiruntán de la cuenca Ucayali. Müller y Aliaga (1981) definieron una biozonación para el Cretácico, basándose en el estudio de las secciones del pongo de Tiraco (límite de las cuencas Huallaga-Marañón), río Cushabatay (cuenca Ucayali), pongo de Manseriche (límite cuencas Santiago-Marañón), y de los pozos Huasaga, Valencia, Nahuapa y Puruime de la cuenca Marañón. Dichos estudios permitieron a Gutierrez (1982, citado en Jaillard et al., 1995) calibrar la zonación de carofitas y foramíníferos establecida con base en el estudio de numerosos pozos y secciones en toda la cuenca oriental (Gutiérrez, 1975).

Tabla 2.3
División estratigráfica de las rocas cenozicas propuesta por Kummel (1948) para la región del Ucayali/Pachitea

División estratigráfica del Cenozoico (río Pachitea)							
Fyfe D. (1943)				**Kummel (1948)**		**Micropaleontología**	**Litología**
Terciario	Grupo contamaná	Ipururo Formación		Terciario	Formación Ipururo	Not data	Arenisca conglomerádica, arenisca
		Formación Chambira			Formación Chambira	*Tectochara ucyaliensis principalis* KOCH&-BLISSENBACH, *Tectochara parva* KOCH&BLISSENBACH	Arenisca, lodolita y limolita intercaladas con areniscas
		Formación Yahuarango			Formación Pozo	*Tectochara supraplana - kosmogira monolífera*	Lutita, caliza y arenisca
		Formación Casablanca			Formación Yahuarango	*Porochara gildemeisteri costata* KOCH&BLIS-SENBACH *Sphaerochara cf.s. brewsterensis*	Arenisca, limolita y lodolita
		Formación Huchpayacu		Cretaceo Super.	Formación Casablanca	Not data	Arenisca
					Formación Huchpayacu	*Tectochara cylindrata minuta, Rhabdochara rolli*	Limolita y lodolita

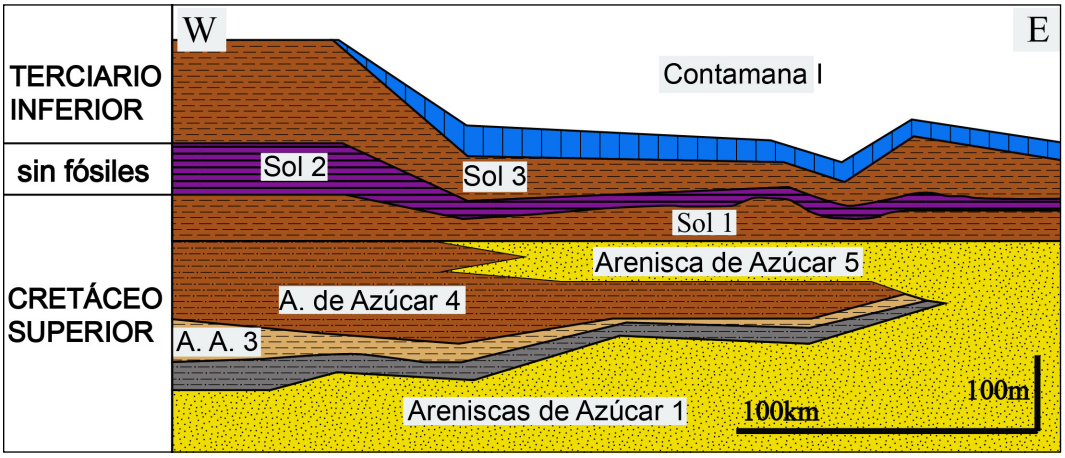


Figura 2.26 Esquema estratigráfico y sedimentario de las capas rojas del Cretáceo superior y Paleógeno en la zona de Contamana, según Koch y Blissenbach (1962).

Tomando en consideración los trabajos antes descritos y sumado con la revisión litoestratigráfica de las rocas cenozoicas en base a las normas internacionales en estratigrafía, se ha empleado los términos de unidad que se detalla en la Tabla 2.4 para la actualización geológica de los mapas del bloque Pachitea/ Ucayali, así como para los bloques Huallaga y Santiago.

Tabla 2.4

Términos de unidad para las rocas cenozoicas que se han empleado en la actualización de los mapas geológicos de los bloques Pachitea, Ucayali, Huallaga y Santiago

Unidad litoestratigràfica	Descripción litológica	Edad
Formación Ipururo	Areniscas sublíticas amarillentas, areniscas conglomerádicas en estratos masivos, areniscas y limolitas marrones.	Mioceno - Plioceno
Formación Chambira	Areniscas líticas con clástos oscuros de grano fino, areniscas de grano grueso y conglomerados, intercaladas con limolitas verdes y marrones.	Oligoceno - Mioceno
Formación Pozo	Limoarcillitas grises finamente estratificadas, lodolitas abigarradas, limolitas carbonosas, areniscas tobáceas y calizas fosilíferas grises.	Eoceno
Formación Yahuarango	Areniscas arcósicas rojas, areniscas cuarzo - feldespáticas, de grano medio a grueso, limolitas y lodolitas pardo rojizas en capas masivas. Limolitas y lodolitas bioturbadas, pardo rojizas, con nódulos ferruginosos y calcáreos, intercaladas con areniscas arcósicas rojas.	Paleoceno

Problemática de la correlación estratigráfica de la Formación Oyutún de la costa norte y el Subandino (bloque Santiago)

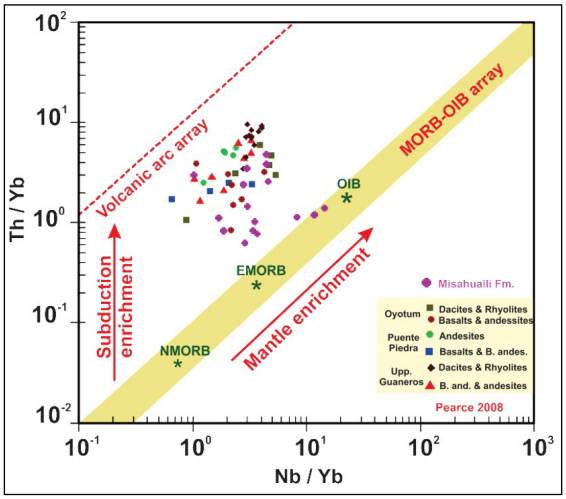
Las rocas volcánicas que se exponen en la costa norte del Perú fueron inicialmente descritas informalmente como los "volcánicos Calabozo" por Fischer (1956). Posteriormente, Pardo y Sanz (1979) denominaron Formación Colán para describir la secuencia volcánica que aflora a lo largo del río La Leche (Lambayeque). Sin embargo, Wilson (1984) utilizó el término informal "volcánicos Oyotun" que luego se formalizó su jerarquía estratigráfica bajo la terminología de Formación Oyotún, asignada al Jurásico medio-superior. Esta unidad estratigráfica consiste en brechas piroclásticas intercaladas con dacitas y flujos de lavas de andesita, cenizas en capas medianas a delgadas, tobas de lapilli y calizas silicificadas que afloran en el pueblo de Oyotún a lo largo del valle del río Zaña. Jaimes et al. (2018) reportan edades en zircones por el método U-Pb entre 132 – 127 Ma para las rocas volcánicas de la Formación Oyotún que afloran en Putapan y los alrededores de Tapo (Lambayeque), las cuales corresponden al intervalo Hauteriviano-Barremiano (Cretácico inferior). Estas nuevas edades invitan a revisar las edades de las areniscas de la base del Grupo Goyllarisquizga considerada del Valanginiano y que cubren en discordancia a la Formación Oyotún.

Al este del Complejo Metamórfico de Olmos y al oeste de la Faja Subandina afloran rocas volcánicas que han sido cartografiadas bajo el término de Formación Oyotún por Sánchez et al. (1996) y De La Cruz (1995) en los cuadrángulos de Jaén y San Ignacio (105 km al NE de la localidad tipo) y por Quispesivana et al. (1996, 1999) en los cuadrángulos de Río Comaina y Jiménez Banda (Cordillera del Cóndor, 175 km al NE de la localidad tipo). En los trabajos de campo realizados en el pongo de Rentema por León y Ccallo (informe interno postcampo 2018) se observó la presencia importante de brechas, tobas y lavas, con delgadas capas de areniscas arcósicas rojas en los afloramientos cartografiados por De La Cruz et al. (1995) como pertenecientes a la Formación Sarayaquillo. Estas litologías son similares a los descritos y cartografiados por Sánchez et al. (1996), De La Cruz (1995) y Quispesivana et al. (1996, 1999) bajo el término de Formación Oyotún, los cuales evidencia la presencia de rocas volcánicas en la Formación Sarayaquillo que se correlaciona con la Formación Chapiza del Ecuador. A escala regional su posición estratigráfica está dada por sobreyacer a las calizas jurásicas del Grupo Pucará y estar cubiertas en discordancia por las areniscas cuarzosas de los grupos Goyllarisquizga y Oriente (Cretácico inferior).

En la Cordillera Real del Ecuador, donde se exponen rocas proterozoicas y mesozoicas, Feininger (1980) reportó dataciones radiométricas en roca total K/Ar de 132 Ma para las rocas volcánicas consideradas inicialmente del Jurásico medio por Romeuf (1995), quien correlacionó el arco volcánico Misahuallí (172 Ma) de la región oriental del Ecuador con el arco volcánico de Colán (equivalente a la Formación Oyotún de la costa norte de Perú), Río Grande y Chala (costa sur), todas como parte de un magmatismo calco-alcalino.

Aleman et al. (2018) cuestionan la correlación propuesta por Romeuf (1994) del arco volcánico de la costa norte de Perú con el arco Misahualli del este de Ecuador por la evolución geodinámica de este arco, aunque algunos parámetros geoquímicos podrían sugerir similitud debido al importante proceso extensional durante su emplazamiento. La Formación Misahualli estaba

relacionada con una firma geoquímica MORB-OIB (figura 2.27) y con una extensión de intraplaca donde el diagrama Y vs Nb / Th ilustra la naturaleza dominante NON ARC (figura 2.28) que está bien documentada en el centro este de Perú, Ecuador, Colombia y el oeste de Venezuela. Esto difiere con el sistema de arco – fosa de larga duración desarrollado a lo largo del margen occidental de Gondwana, desde el norte de Perú hasta el centro de Chile. La mayoría de las muestras utilizadas en el estudio de Aleman et al. (2018) están ubicadas cerca de la terminación de una sutura de colisión formada durante la acreción de los bloques de Amotape-Olmos, sosteniendo además que la terminación costa afuera del sur de este terreno acretado es contra una corteza oceánica que estuvo involucrada en la colisión, ya sea como una dorsal oceánica o como una fractura oceánica.



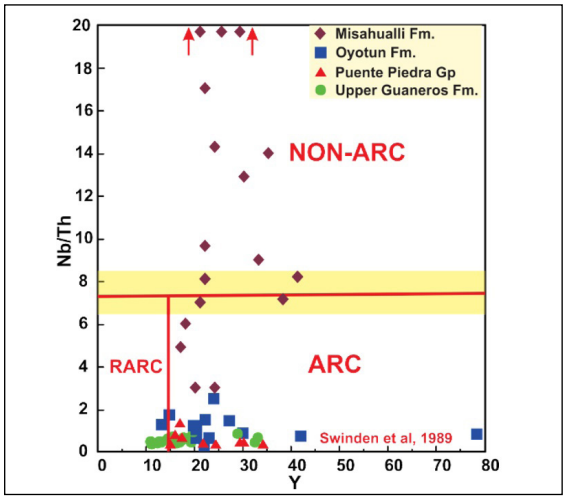


Figura 2.27 Diagrama que muestra algunas muestras de la Formación Misahualli con una tendencia MORB-OIB más dominante (izquierda). (Aleman et al., 2018)

Figura 2.28 Diagrama Y vs Nb / Th para ilustrar la naturaleza dominante NON ARC de la Formación Misahualli; las tres muestras de la parte superior del gráfico tienen valores más altos de Nb / Th (derecha). (Aleman et al. 2018)

En la presente actualización, de manera provisional, se ha mantenido el término de Formación Oyotún en los cuadrantes del bloque del Santiago, recomendando ahondar las investigaciones para establecer un nuevo término para la unidad volcánica (arco de intraplaca) expuesta en el nororiente peruano, existiendo evidencias razonables de que no se correlaciona con la unidad volcánica de la costa norte que pertenece al arco de subducción (sistema arco-fosa) del margen peruano con edades del Jurásico superior-Cretácico inferior.

Síntesis bioestratigráfica del Cretácico - Cenozoico

Müller y Aliaga (1981) definieron una biozonación para el Cretácico basándose en el estudio de las secciones del pongo de Tiraco (límite de las cuencas Huallaga-Marañón), río Cushabatay (cuenca Ucayali), pongo de Manseriche (límite cuencas Santiago-Marañón), y de los pozos Huasaga, Valencia, Nahuapa y Puruime de la cuenca Marañón. Dichos estudios permitieron a Gutierrez (1982, citado en Jaillard et al., 1995) calibrar la zonación de las carofitas y foraminíferos establecidas con base en el estudio de numerosos pozos y secciones en toda la cuenca oriental. Las biozonas para el Cretácico - Cenozoico del oriente peruano (figura 2.29) están basadas en los trabajos de Seminario y Guizado (1976), Robertson Research (1981) y Müller y Aliaga (1981) con Gutierrez (1982, citado en Jaillard et al., 1995)

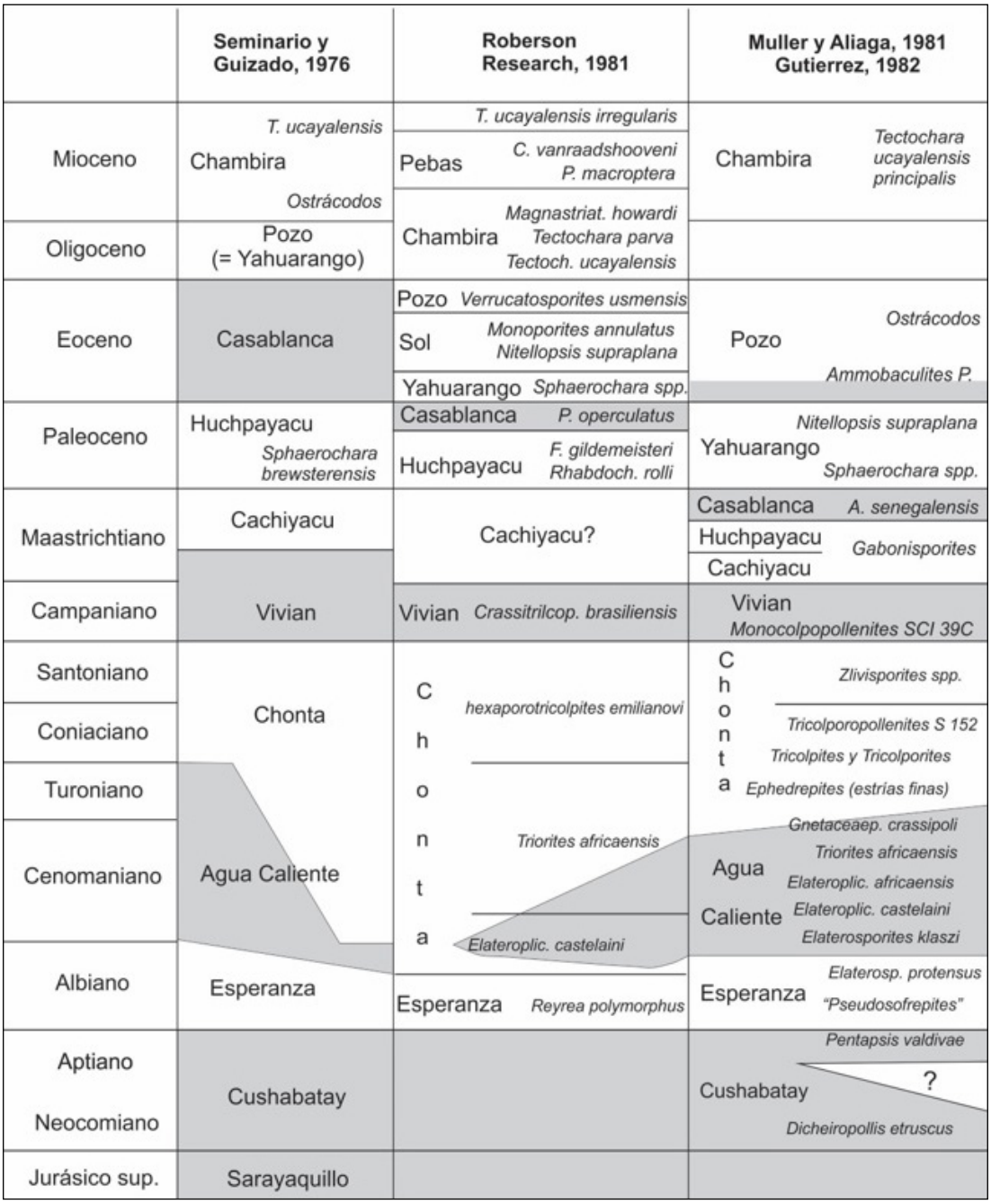


Figura 2.29 Nomenclatura, estratigrafía y biozonas para el Cretácico - Cenozoico del oriente peruano, por Seminario y Guizado (1976), Robertson Research (1981) y Müller y Aliaga (1981) con Gutiérrez (1982). En Jaillard (1995) (Convenio ORSTOM-Petroperú)

2.1.2 Rocas ígneas

Batolito de la Cordillera del Cóndor

A lo largo de la Cordillera del Cóndor al oeste del río Cenepa, próximo al límite fronterizo con Ecuador, se encuentran rocas intrusivas compuestas por tonalitas, granodioritas y dioritas que infrayacen a las areniscas cuarzosas del Grupo Oriente (figura 2.30). Las tonalitas son de grano medio a grueso, de color gris blanquecinas y textura holocristalina; mientras las granodioritas son de grano medio a grueso, de textura holocristalina hipidiomórfica granular. Las dioritas son de grano fino a medio, con textura holocristalina y de color gris.

El Batolito de la Cordillera del Cóndor intruye a las rocas triásico-jurásicas del Grupo Pucará, habiéndose producido metasomatismo de contacto (Quispesivana et al., 1999) que se manifiesta en los crestones aislados presentes en en la quebrada Salazar (cuadrángulo de Jiménez Banda). En el Ecuador se conoce como Batolito de Zamora que tiene dirección NNE – SSO y que ha sido datado entre 190-150 Ma (Noble et al., 1997, citado en Quispesivana et al., 1999).

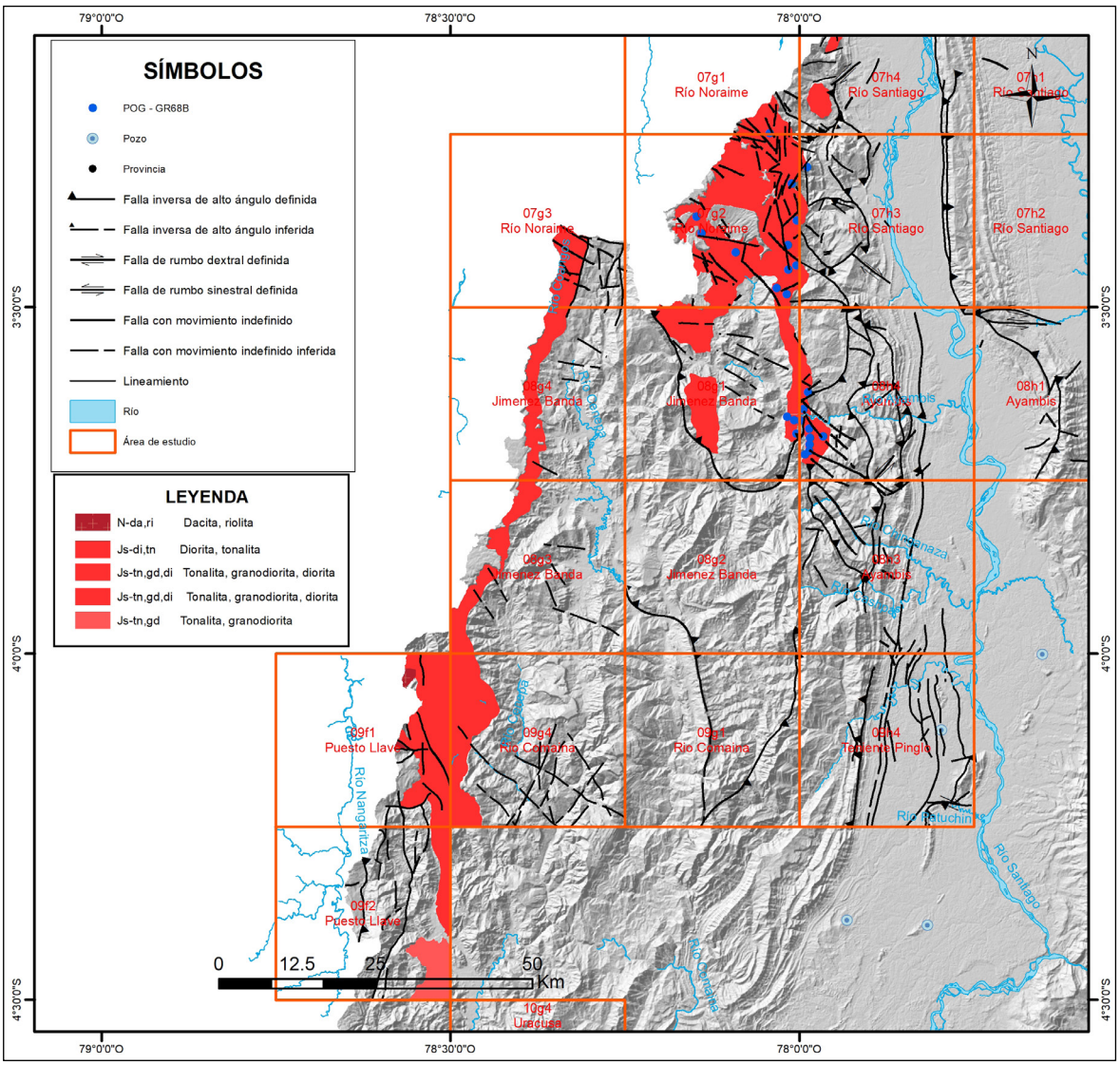


Figura 2.30 Mapa de distribución de las plutónicas en el bloque Santiago (Batolito de la Cordillera del Cóndor)

Intrusivo de Balsapuerto

En el extremo sureste del cuadrángulo de Balsapuerto, entre las quebradas de Cachiyacu y Amanayacu, afluentes del río Paranapura, afloran rocas intrusivas con geometría semicircular que cortan a las rocas cretácicas y neógenas (figura 2.31). Las litologías corresponden a dioritas porfíricas grises, de grano grueso, con fenocristales de plagioclasas, vista al microscopio se observan alteraciones de sericita, caolinita y calcita (Sánchez et al., 1997). También, se describen andesitas porfíricas, gris oscuro a gris verdosos. Vistas al microscopio se observan fenocristales de plagioclasas parcialmente alteradas a sercita y calcita, hornablenda y minerales opacos como pirita, rutilo y magnetita (Sánchez et al., 1997).

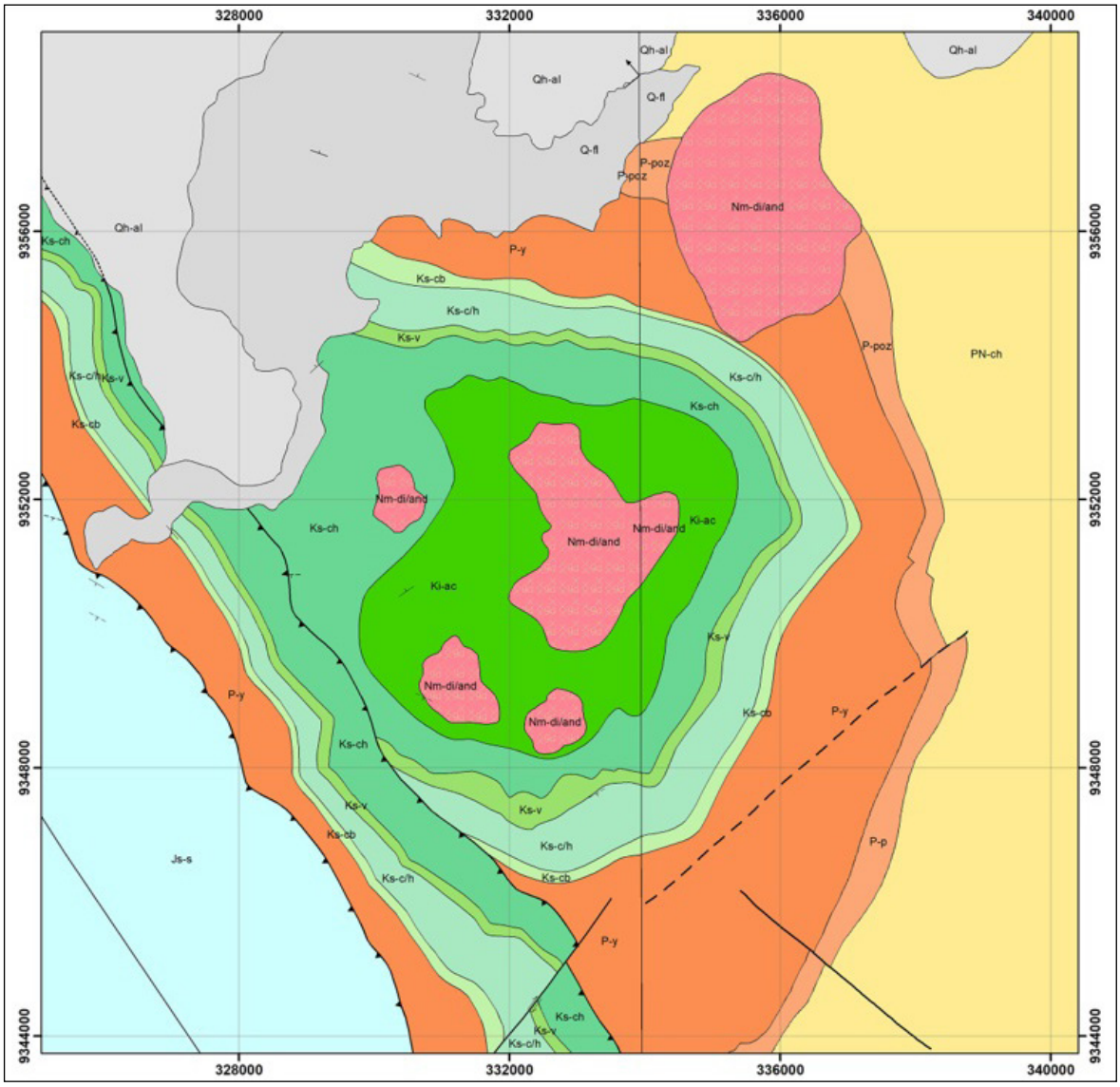


Figura 2.31 Detalle de la cartografía geológica de las rocas ígneas de Balsapuerto que intruyen rocas cretácicas y neógenas.

Prueher et al. (2005) en base a la geocronología 40Ar / 39Ar señalan que la actividad térmica relacionada con el emplazamiento de estas rocas intrusivas ocurrió entre los 12 y 10 Ma. Aún se discute si el emplazamiento fue posterior al plegamiento y fallamiento de las rocas del Subandino.

En el área del Domo de Balsapuero existen emanaciones naturales de petróleo (oil seep) interpretando que la roca generadora se encuentre sobremadura por el aumento de la gradiente térmica debido al emplazamiento de las rocas intrusivas.

2.1.3 Geología estructural

Marco tectónico regional de la Faja Plegada y Fallada: Santiago y Huallaga

La Faja Plegada del Santiago está relacionada a la tectónica salina con influencia de las fallas de rumbo por la presencia de la Inflexión de Huancabamba. Esta faja plegada durante el Mesozoico estuvo sometida a movimientos de sal que crearon una serie de almohadillas que posteriormente en la primera deformación de la Fase Quechua se reactivaron en forma de domos salinos. La gran mayoría de las estructuras de la cuenca Santiago tienen un origen geológicamente muy reciente, predominando un estilo estructural de sobreescurrimientos con zonas triangulares y pliegues frontales que la caracterizan (Aleman & Marksteiner, 1993) (figura 2.32).

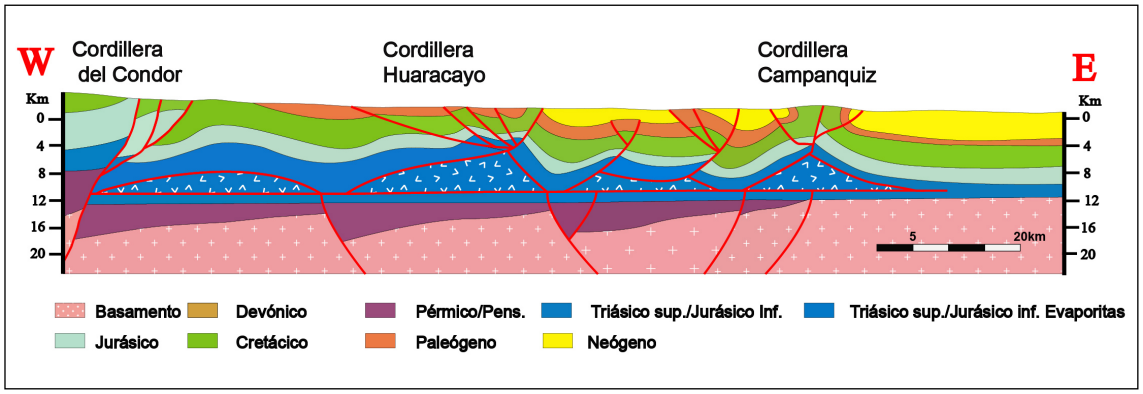


Figura 2.32 Sección geológica estructural esquemática de la faja plegada del Santiago; sobreescurrimientos con zonas triangulares y pliegues frontales. (Tomado de Aleman & Marksteiner, 1993)

La Orogenia Araucana del Jurásico tardío está mal definida en el Perú y Ecuador, y su registro en la faja plegada del Subandino está dada por la moderada inclinación estructural que sufrieron las formaciones Sarayaquillo / Chapiza previo a la depositación de los sedimentos aptianos de las formaciones Cushabatay / Hollin (Aleman & Marksteiner, 1993). Varias líneas sísmicas 2D de la zona (Touzett & Sanz, 1985) proporcionan una fuerte evidencia del movimiento de la sal en el Cretácico temprano, con tasas variables de crecimientos y coetáneos con la sedimentación del Mioceno. La depresión estructural a lo largo del río Santiago se formó por un fallamiento y plegamiento generalizado acompañado de diapirismo salino.

De acuerdo con Aleman y Marksteiner (1993), la evolución de la cuenca de Santiago ha pasado por cuatro etapas de deforrmación / sedimentación desde el Mesozoico:

1. Movimiento temprano de la sal (Jurásico tardío) que originó inestabilidad tectónica gravitacional en su migración hacias los núcleos de las montañas de Campanquiz y Huaracayo. La sedimentación cretácica registra mayores espesores en el centro de la cuenca que en sus flancos. En el Paleoceno, continuaron las guesas acumulaciones de sedimentos en el eje de la cuenca acompañado por los movimientos de la sal intracuencal.
2. Periodo de quietud tectónica durante el Eoceno - Oligoceno con poco o ningún movimiento de la sal. La sedimentación cambió de fluviatil (Formación Yahuarango) a litofacies marinas poco profundas de la Formación Pozo (Rodríguez, 1982).
3. Reactivación del movimiento de la sal durante el Mioceno medio – temprano, acompañada por la recurrencia de la sedimentación continental (Formación Chambira). Los diapiros salinos son responsables de la geometría de los estrechos anticlinales periclinales y del agrandamiento de los sinclinales preexistentes.
4. Los movimientos del Mioceno tardío y del Plioceno/ Pleistoceno de la Fase Quechua de la Orogenia Andina son el resultado de las fuerzas de compresión horizontal que reactivaron y modificaron el patrón estructural configurado durante la evolución temprana de la cuenca. El empuje del fallamiento hacia el este (la vergencia) son bastante difusos, mientras que los empujes hacia el oeste fueron más pronunciados y localizados. La mayoría de los anticlinales periclinales han sido rotos por las estructuras diapíricas ubicadas por encima de los pliegues sinclinales.

Valdivia et al. (2012) han interpretado que la cuenca Santiago es el resultado de dos diferentes eventos tectónicos que controlaron la sedimentación de las secuencias marinas y continentales. El primer evento ocasionó la formación de una cuenca extensiva del Triásico hasta el Cretácico. El segundo evento compresivo de antepaís comenzó en el Cretácico superior y es responsable de la morfología actual.

La Faja Plegada del Huallaga es muy similar a la del Santiago, excepto que es más ancha y larga probablemente por el incremento del grosor original de la sal. Sin embargo, el estilo estructural es muy diferente y está caracterizado por presentar estructuras cobijadas y con corrimientos importantes que se conectan con un nivel de situado por encima de las evaporitas del Grupo Pucará (Gil, 2001). El postpaís está representado por el Alto del Marañón; al igual que la Faja Plegada del Santiago, el núcleo de la zona frontal de la faja está representado por una almohadilla de sal que estuvo activa durante la depositación cretácica. El acortamiento tectónico es mayor que en la Faja Plegada del Santiago calculado por Gil (2001) en el orden del 26 %. Los sinclinales son muy profundos debido a que están relacionados debido a que están relacionados con el escape y la concentración de sal en los núcleos de los anticlinales (Aleman, inédito) (figura 2.33). La roca madre cretácica es bastante pobre, ya que ha sido diluida por aportes terrígenos del Alto del Marañón; sin embargo, el Grupo Pucará tiene un gran potencial y muchos de los afloramientos de petróleo correlacionan con esta roca madre (Parsep, 2001b; Aleman, 2004).

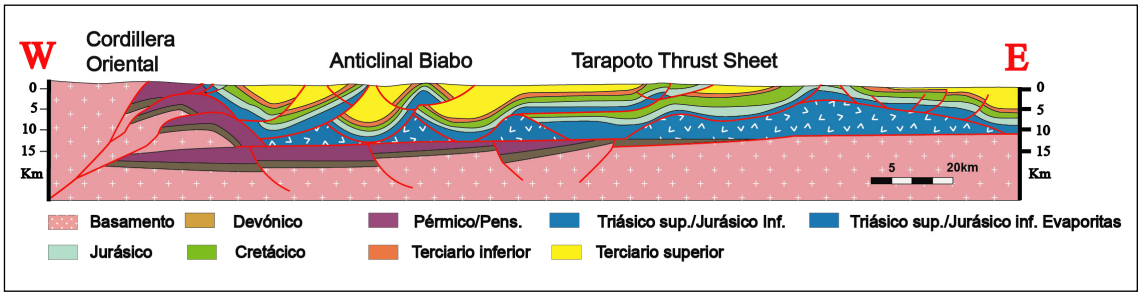


Figura 2.33 Sección geológica estructural esquemática de la faja plegada del Huallaga con estructuras cobijadas y salinas (Aleman, inédito)

El anticlinal de Ponasillo (cuadrángulo de San José de Sisa) es una de las estructuras más grandes que hay en el Perú (Huallaga) y ha sido perforada por un solo pozo (Ponasillo 1-X) con resultados negativos. Reconstrucciones balanceadas sugieren la presencia de una falla de escama de por lo menos 18 km de acortamiento (Aleman, 2004).

La cartografía geológica realizada por el Ingemmet en los sectores centro y sur de la cuenca Santiago (Valdivia et al., 2012) y las realizadas por las compañías de hidrocarburos en las montañas de Cahuapanas y Balsapuerto, indican que existe afinidad de la estratigrafía y los estilos estructurales presentes en las fajas plegadas del Huallaga y Santiago. La Falla de Balsapuerto considerada como una falla de transferencia, con rumbo promedio N310°, ocasiona un cambio importante en la vergencia y empuje de las fallas inversas que están presentes entre estos dominios (figura 2.34). Es decir, al norte de la Falla de Balsapuerto el empuje regional de las fallas cambia hacia el oeste, como ocurre con la falla de Cahuapanas y sus asociadas. Asimismo, este sistema de fallas está limitado en la parte occidental por un sistema imbricado de pliegues y fallas con empuje al este, que es la prolongación de la zona norte de la Faja Plegada Huallaga.

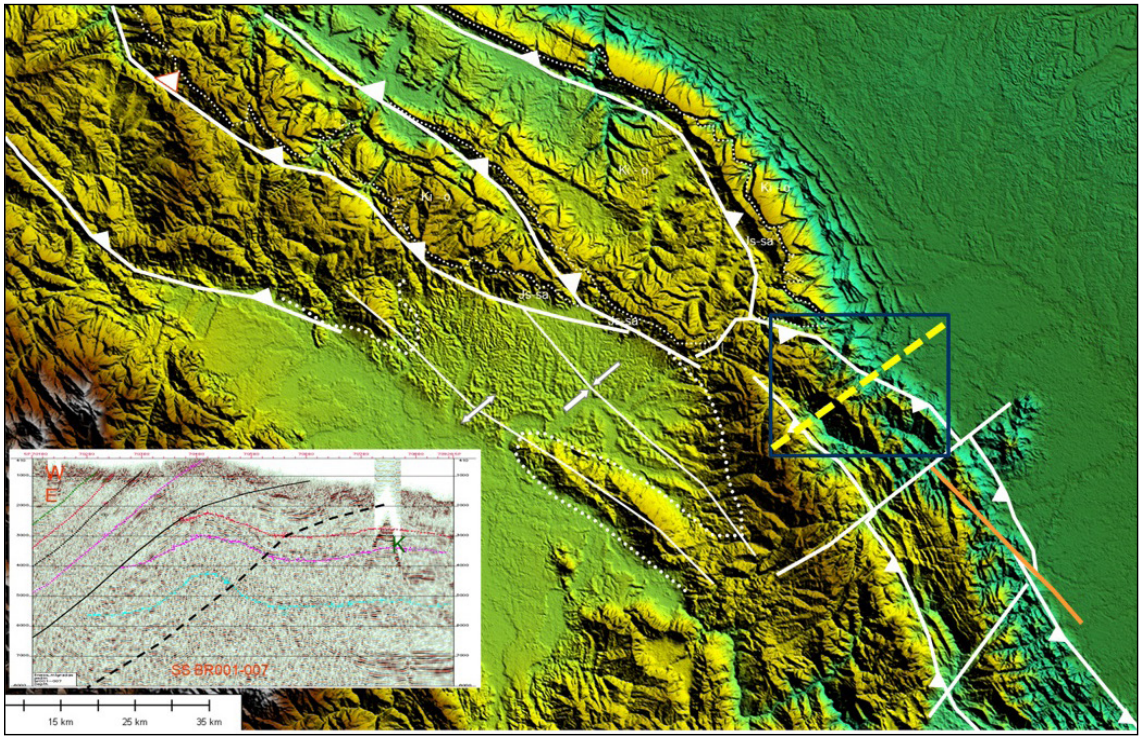


Figura 2.34 Cartografía geológica del cambio de vergencia de las fallas inversas al NE de Balsapuerto. La línea amarilla intermitente representa la ubicación de la sección sísmica 2D.

En base a las consideraciones antes descritas, sumado con las interpretaciones líneas sísmicas 2D registradas al este de la montaña de Cahuapana, Aleman (2004) postuló un modelo conceptual de una zona triangular con una falla de rampa pasiva que empuja hacia el oeste. De acuerdo con las construcciones de las secciones estructurales e interpretaciones, los objetivos exploratorios estarían dentro de una estructura cobijada con repetición de las rocas mesozoícas y presencia de sal en almohadillas (Aleman, inédito) (figura 2.35). No obstante, también pueden existir otras soluciones, como la presencia de sal en un graben invertido que luego ha sido levantado, erosionado y cubierto por sedimentos más jóvenes o la presencia de rocas paleozoicas directamente por debajo de las rocas mesozoicas conformando un alto estructural que separa las cuencas Huallaga y Santiago (Zamora et al., 2019) (figura 2.36). Cualquiera sea el modelo, el anticlinal de Cahuapana es otra de las principales estructuras del subandino escasamente explorada.

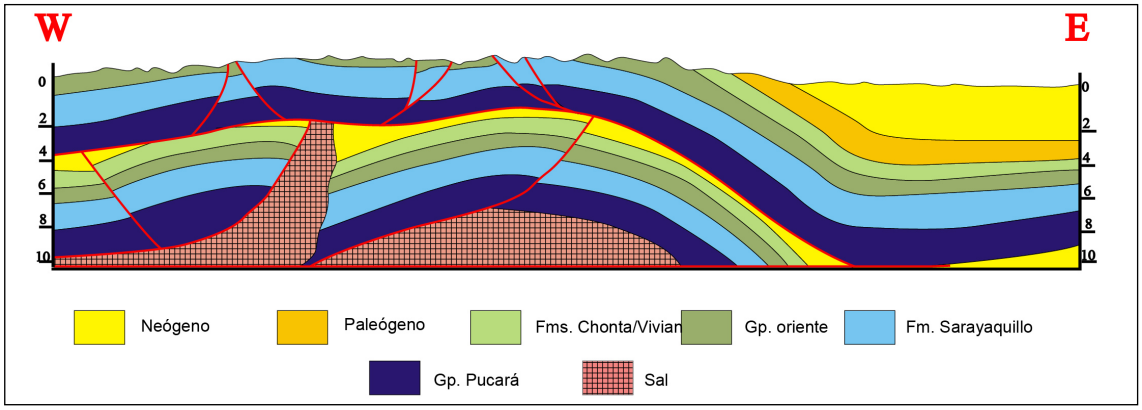


Figura 2.35 Interpretación estructural de la zona triangular de Cahuapanas (Aleman, inédito)

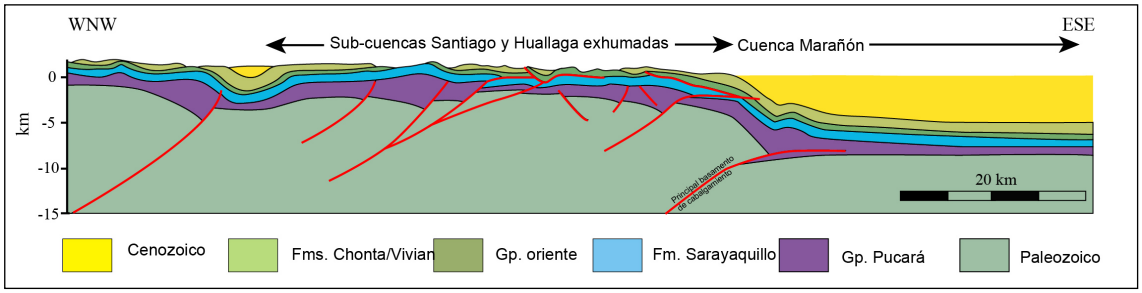


Figura 2.36 Interpretación geológica de la estructura de Cahuapanas como un alto de basamento (Zamora et al., 2019)

Alto de Contaya

El Alto de Contaya es una morfoestructura con rumbo andino que separa la cuenca Marañón de la cuenca Ucayali, de acuerdo con Tankard Enterprises (2001) por una falla de desgarre, pasando a ser un graben invertido producto de la tectónica andina en el intervalo Triásico - Cretácico terminal y levantándose en el Neógeno (Parsep, 2002). En base a interpretaciones estructurales de líneas sísmica 2D registradas al norte del Alto de Contaya, consideran a esta estructura como un hemigraben invertido. A la fecha su cronología de formación, levantamiento y deformación son temas de discusiones académicas.

Alto de Cushabatay

El Alto de Cushabatay, ubicado en la vertiente occidental del río Ucayali y la divisoria de aguas con el río Huallaga, conforma una estructura prominente que expone en su núcleo rocas jurásicas de la Formación Sarayaquillo. Se la interpreta como un hemigraben que fue rellenado por los sedimentos clásticos continentales del Grupo Mitu, coetáneos con el evento extensional de final del Pérmico y el Triásico temprano (Parsep, 2002) (figura 2.37), y por los lodos calcáreos del Grupo Pucará entre el Triásico terminal y el Jurásico temprano. Finalmente, la estructura sufre una tectónica de inversión en el Cretácico tardío, previo al fallamiento del Sistema Chazuta y Shanushi. Se comportó como un contrafuerte que inhibió el avance de los frentes de corrimientos hacia el este, al igual que el domo de Tiraco y el Alto del Sira documentada por la interpretación sísmica 2D de Parsep (2002).

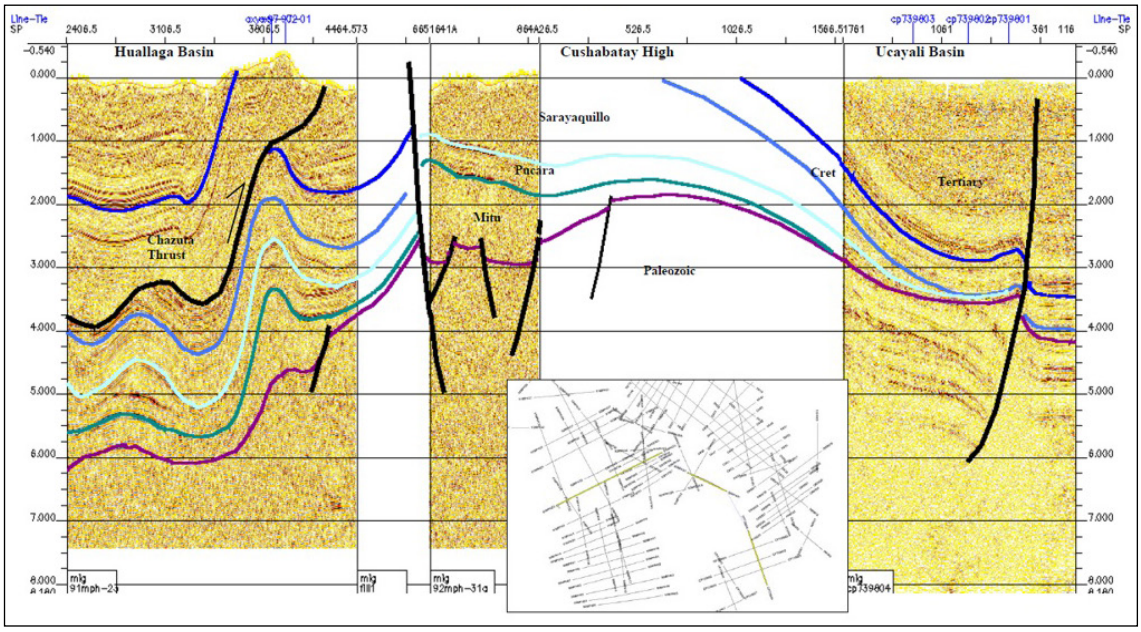


Figura 2.37 Perfil sísmico tomado de Parsep (2002), que se extiende desde la cuenca del Huallaga (izquierda) hasta la cuenca Ucayali (derecha) mostrando la interpretación del hemigraben invertido de Cushabatay que tiene una tectónica heredada desde el Pérmico tardío y el Triásico temprano.

Montaña del Sira

La Montaña del Sira, distante a 80 km al noreste de la ciudad de Satipo y que se extiende en la selva de los departamentos de Junín, Pasco y Huanuco, es una de las estructuras más resaltantes en las vertientes del Pachitea y Ucayali. Desde el sur es la prolongación de las montañas del Alto Urubamba (al oeste de Camisea), las montañas de Otishi (drenada por los ríos Ene, Tambo y Urubamba) y se hunde al norte cerca a los campos petrolíferos de Agua Caliente, Cashiboya y Maquia. El Alto del Sira marcó el límite de los grábenes del Triásico-Jurásico en la cuenca Ucayali Sur y ha sido responsable que la secuencia cretácica se adelgace hacia el sur, manteniendo la calidad de sus reservorios, pero perdiendo su potencial como roca madre (Aleman, 2004).

Extensas mesetas estructurales se han configurado en las montañas del Sira como consecuencia de la presencia de las capas subhorizontales de calizas y areniscas pertenecientes a los grupos Tarma y Copacabana, que han sido disectadas por ríos juveniles que han formado profundas escarpas. En su flanco oriental, alberga una faja plegada y fallada que está constituida esencialmente por rocas paleozoícas y cretácicas. El estilo estructural, en la zona interna, corresponde a la presencia de dúplex que ocasiona el cabalgamiento sucesivo de las rocas paleozoicas con niveles de despegue por encima del basamento metamófico. El acortamiento de los dúplex se transfiere a la zona externa y da lugar a los corrimientos frontales que han originado multiples estructuras del tipo anticlinal. Las fallas inversas y otras de rumbo han sido responsables del acortamiento y el levantamiento topográfico de la montaña del Sira, que alcanza altitudes de hasta 3000 m s. n. m. en su parte sur (divisoria de aguas entre los ríos Tambo, Ene y Urubamba). Zamora et al. (2019) sostienen que la presencia de evaporitas en la sección jurásica favoreció la deformación de piel fina en el empuje de San Matías. Hacia el este, el acortamiento se aloja en el bloque principal del basamento de las montañas Sira (figura 2.38).

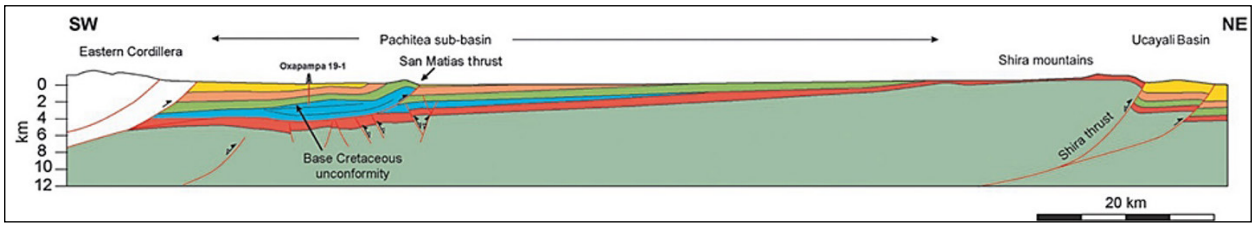


Figura 2.38 Sección transversal desde la subcuenca Pachitea hasta la cuenca Ucayali (Tomado de Zamora et al., 2019)

Principales estructuras de los bloques actualizados

Domo de Agua Caliente: estructura ubicada en la selva central del Pachitea (cuadrángulo de Santa Rosa, 18n) que expone en su núcleo las areniscas cuarzosas de la formación del mismo nombre (figura 2.39). Presenta una morfología dómica truncada contra una falla inversa (figura 2.40), resaltando en sus relieves las cornisas de las areniscas de las formaciones Agua Caliente y Vivian. El río Pachitea la disecta en el flanco sur del anticlinal que se hunde en el subsuelo con buzamientos entre 5° a 30°S. El primer pozo perforado en esta estuctura fue en 1938 (Agua Caliente 1X) obteniendo producción de petróleo ligero de 44° API (Parsep, 2002), habiendo sido perforado el pozo Agua Caliente 31D-1X el flanco oeste de la estructura (figura 2.41).

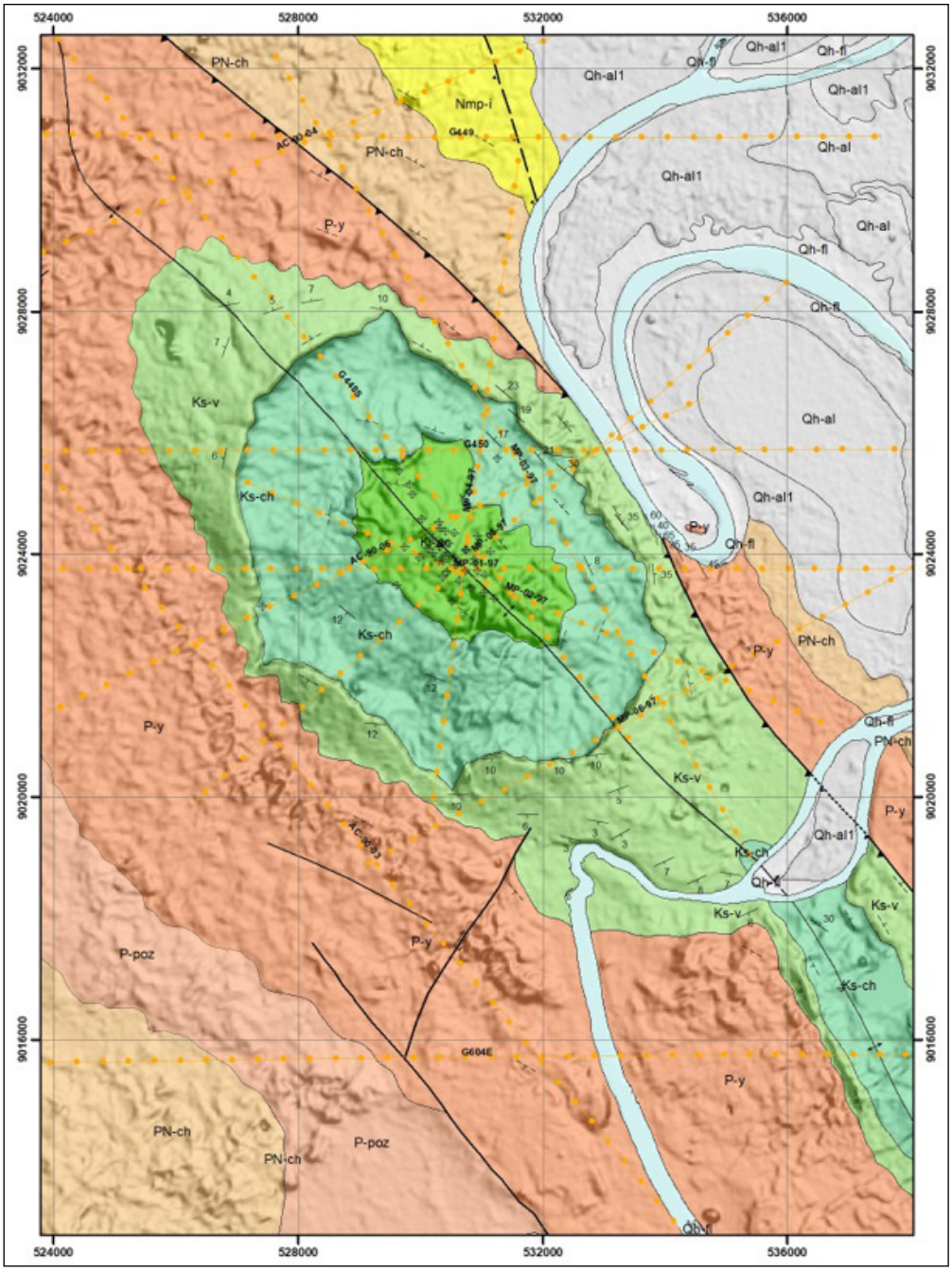


Figura 2.39 Detalle de la geología de superficie integrada del domo Agua Caliente que expone en su núcleo areniscas cretácicas de la formación del mismo nombre. Leyenda: Ki-c (Formación Agua Caliente). Ks-ch (Formación Chonta), Ks-v (Formación Vivian), P-y (Formación Yahuarango), PN-ch (Formación Chambira).

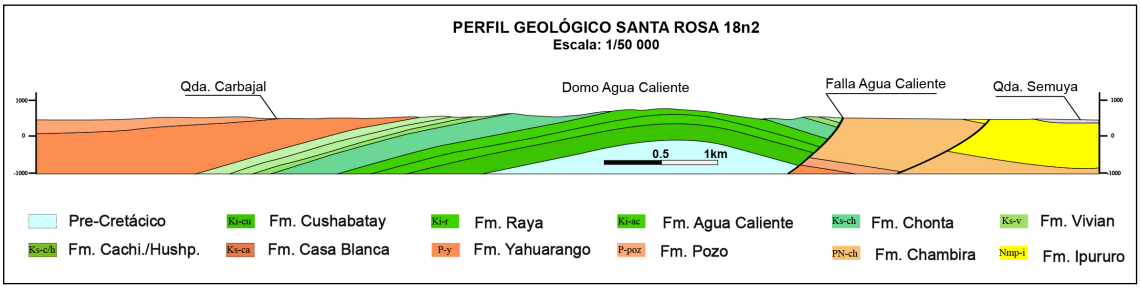


Figura 2.40 Sección estructural que atraviesa el núcleo del domo Agua Caliente truncada contra una falla inversa.

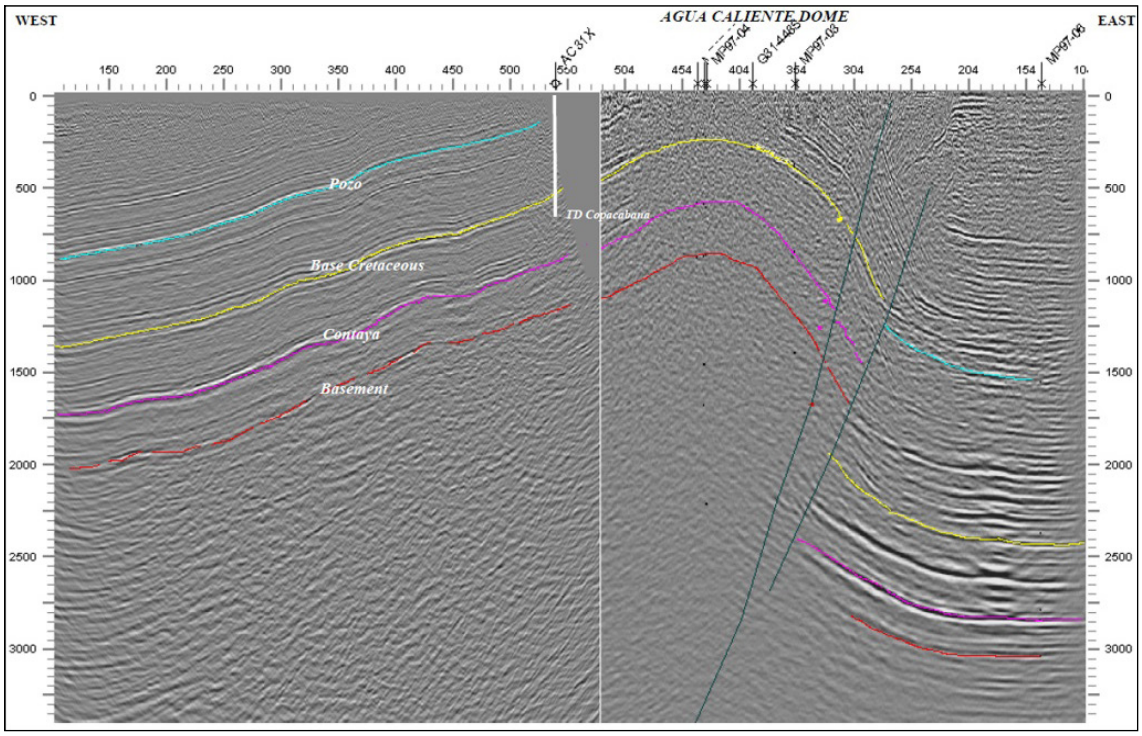


Figura 2.41 Línea sísmica compuesta a través del pozo Agua Caliente 31D-1X que ilustra la perforación en el flanco oeste de la estructura. (Tomada de Parsep, 2002)

Anticlinal de Contaya: estructura ubicada en la selva del Ucayali, entre los cuadrángulos de Puerto Oriente (15n) y Ana María (15ñ). La cartografía geológica ha documentado la presencia de pizarras y limolitas pizarrosas ordovícicas en el núcleo del anticlinal (figura 2.42), cubiertas en discordancia por las areniscas cuarzosas de la Formación Cushabatay (Aptiano). Presenta una geometría elongada con superficies de colinas disectadas por numerosas quebradas, debido a los bajos buzamientos de las capas, especialmente en el núcleo de la estructura donde son subhorizontales (figura 2.43).

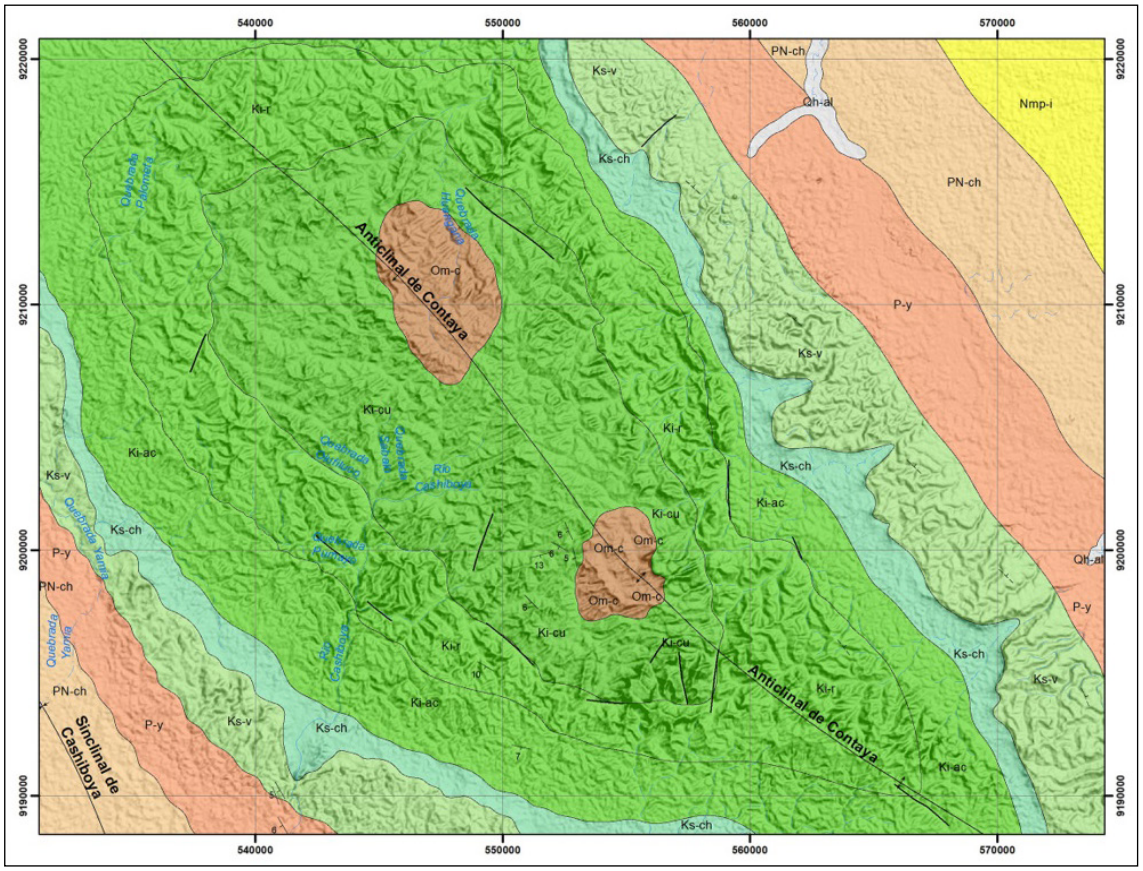


Figura 2.42 Detalle de la geología de superficie integrada del anticlinal de Contaya que expone en su núcleo rocas ordovìcicas. Leyenda: Om-c (Formación Contaya), Kl-cu (Formación Cushabatay), Ki-r (Formación Raya) Ki-ac (Formación Agua Caliente). Ks-ch (Formación Chonta), Ks-v (Formación Vivian), P-y (Formación Yahuarango), PN-ch (Formación Chambira).

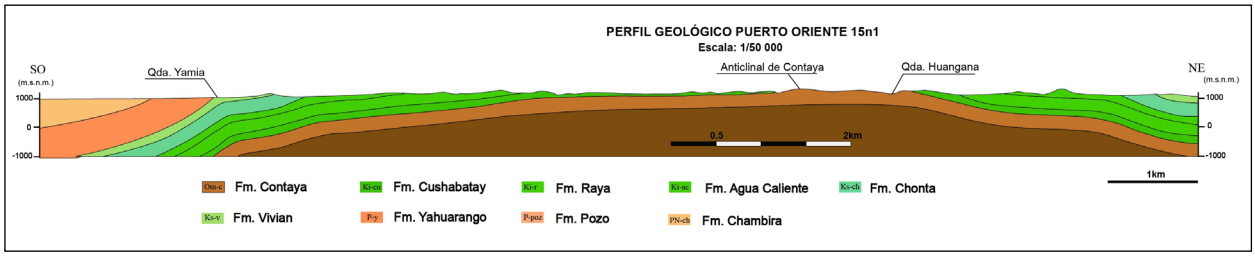


Figura 2.43 Sección estructural que atraviesa el núcleo del anticlinal de Contaya con buzamientos subhorizontales

Anticlinal de Jaquirana: estructura ubicada al este del anticlinal de Contaya, en la zona limítrofe con Brasil (cuadrángulos de Tabalosos y Río Tapiche). Es de geometría alargada con dos núcleos desvinculados por una falla lateral derecha (figura 2.44). En ámbos núcleos, afloran las areniscas cretácicas del Grupo Oriente que están truncadas por una falla inversa (figura 2.45) que la pone en contacto con las rocas continentales neógenas de la Formación Ipururo. Al igual que el domo de Contaya se la interpreta como un hemigraben invertido.

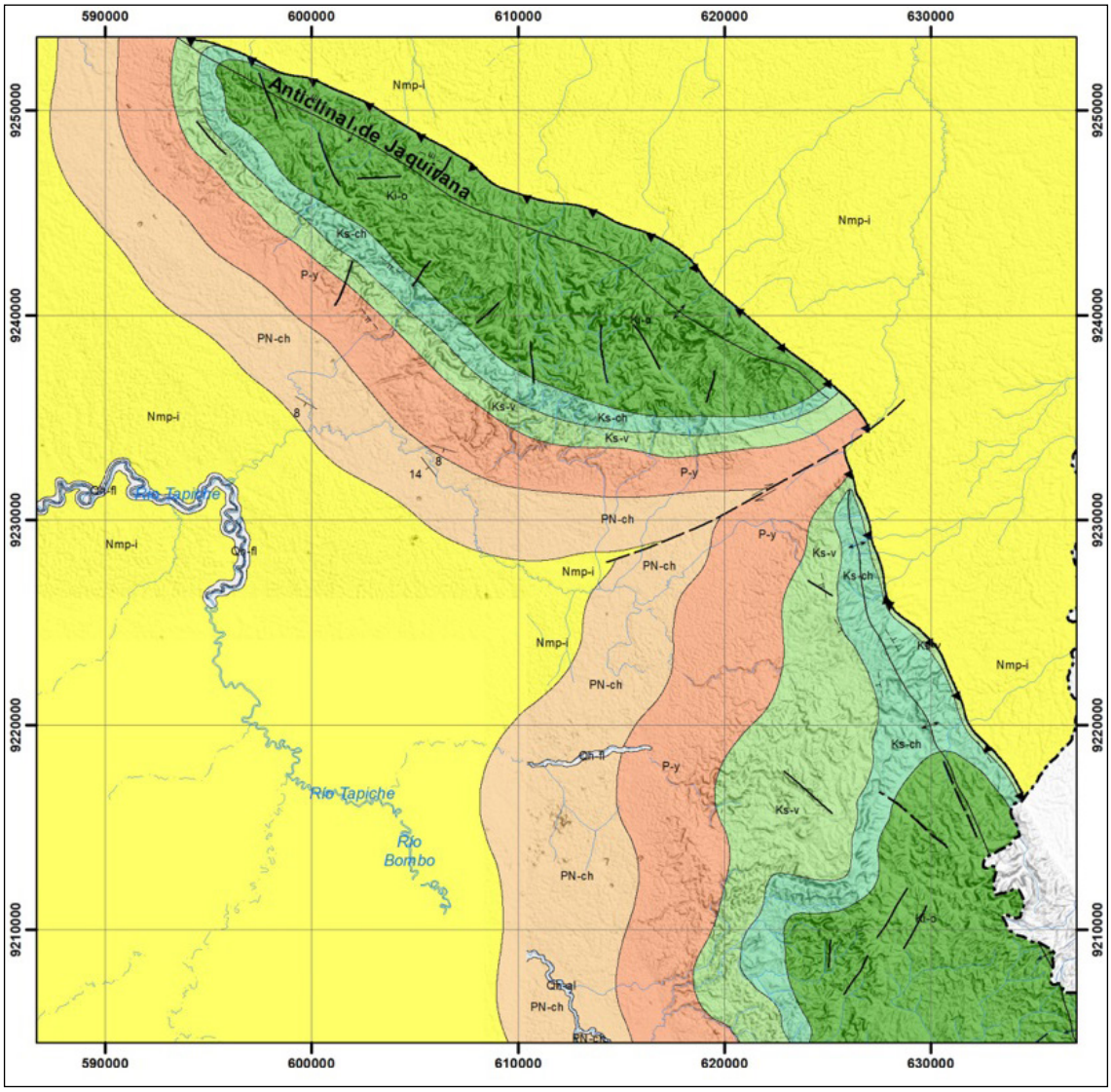


Figura 2.44 Detalle de la geología de superficie integrada del anticlinal de Jaquirana que expone dos núcleos de areniscas cretácicas del Grupo Oriente desvinculados por una falla de rumbo. Leyenda: Ki-o (Grupo Oriente), Ks-ch (Formación Chonta), Ks-v (Formación Vivian), P-y (Formación Yahuarango), PN-ch (Formación Chambira), Nmp-i (Formación Ipururo).

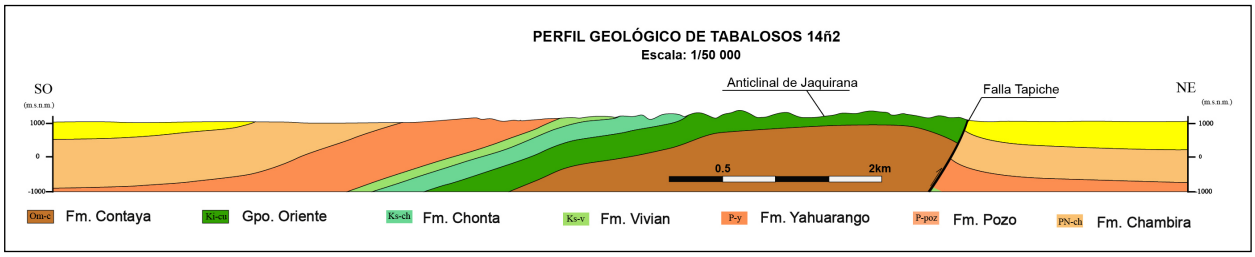


Figura 2.45 Sección estructural que atraviesa el núcleo del anticlinal de Jaquirana truncada contra una falla inversa.

Anticlinal de Ponasillo: estructura que se expone en las montañas del Huallaga, en la divisoria de aguas de los ríos Biabo y Ponasillo (cuadrángulo San Juan de Sisa, 15k). El mapa geólogico muestra una estructura elongada de 80 km de longitud, con rumbo N-S y que expone en su núcleo capas con bajos buzamientos de la Formación Chambira que incrementan sus buzamientos en los flancos del anticlinal (figura 2.46).

La línea sísmica 90-MPH-2 cruza el pozo Ponasillo 1X en el punto de disparo (*shot point*) 2581. La relación entre el pozo y la sísmica es muy buena en el intervalo de la sección del Cretácico y el tope de la Formación Sarayaquillo. Los reflectores sísmicos por debajo de la Formación Sarayaquillo no son coherentes con la correlación (Parsep, 2001a). Igualmente, en esta línea interpretan a profundidad la presencia de rocas paleozoicas y del Grupo Pucará extrapolando espesores y buzamientos obtenidos cercanos a la traza superficial de la Falla de Chazuta que se proyecta hacia el suroeste. Aleman (2004) describió al anticlinal de Ponasillo como una estructura del tipo "caparazón de tortuga" (*turtle back*) (figura 2.47) que evolucionó de un bajo invertido por efecto de la tectónica y la migración salina.

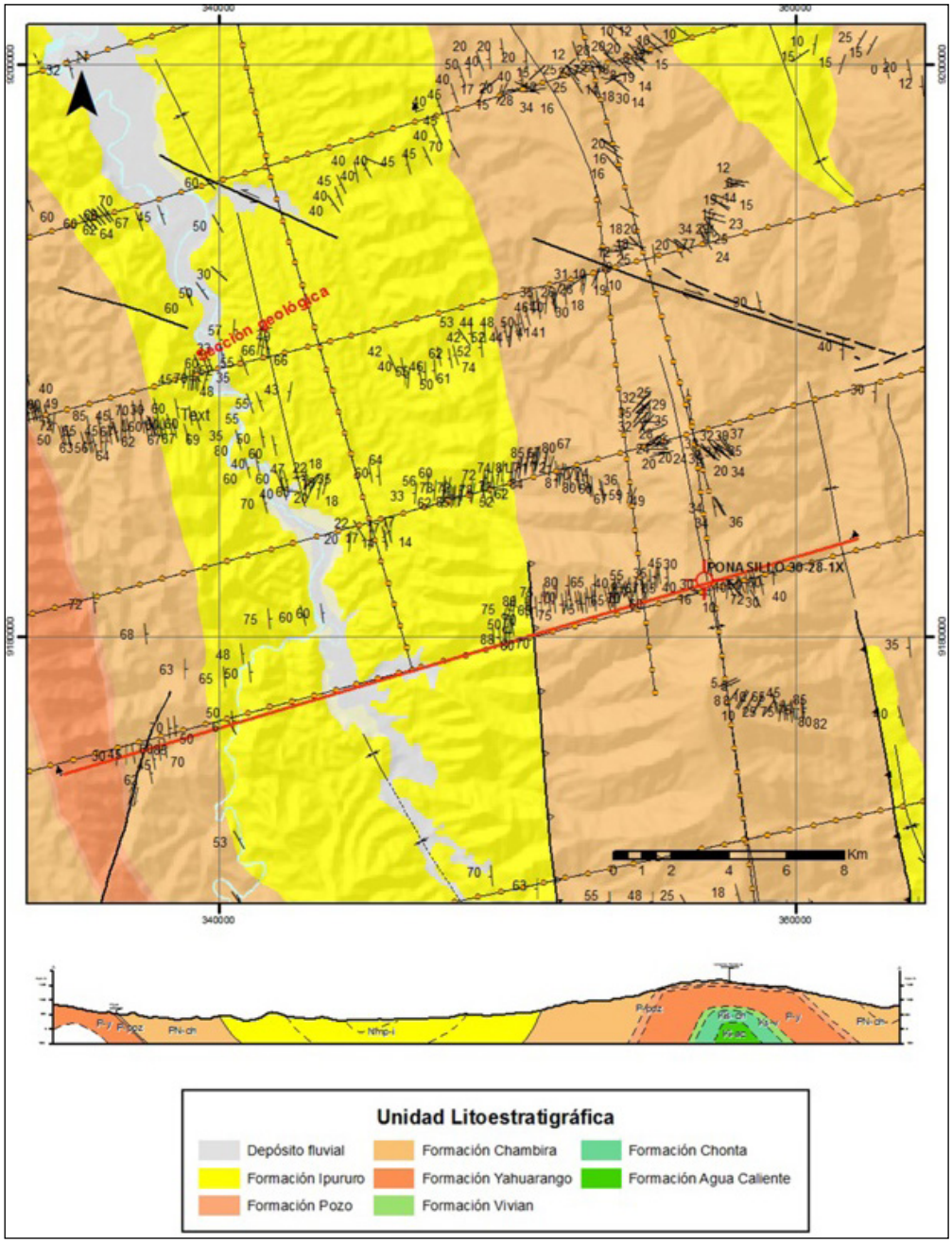


Figura 2.46 Detalle de la geología de superficie integrada del anticlinal de Ponasillo que expone en su núcleo capas rojas de la Formación Chambira.

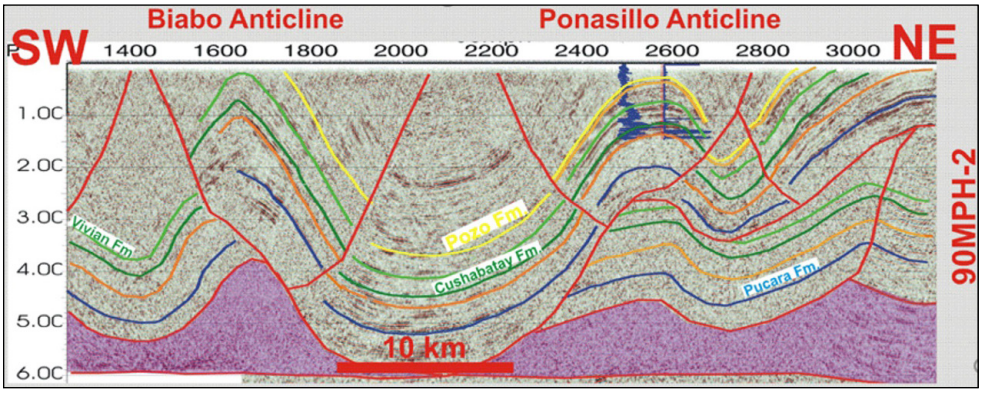


Figura 2.47 Interpretación de la línea sísmica 90MPH-2 a través del pozo Ponasillo 1X que ha perforado un anticlinal del tipo "caparazón de tortuga" (Aleman, inédito)

Anticlinal de Saposoa: estructura que se expone en las montañas del Huallaga, en la divisoria de aguas de los ríos Saposoa y Sisa (cuadrángulo Saposoa, 14j). El mapa geólogico muestra una estructura elongada de 93 km de longitud, con rumbo N-S y que expone en su núcleo las calizas del Grupo Pucará y las areniscas rojas de la Formación Sarayaquillo con buzamientos altos (>70°) (figura 2.48).

Anticlinal de Campanquiz: estructura que se expone en las montañas del Santiago, entre las vertientes del río Morona y Santiago (cuadrángulo Ayambis 8h). El mapa geólogico muestra una estructura elongada, con rumbo N-S y que expone en su núcleo las areniscas rojas de la Formación Sarayaquillo cubierta por las areniscas cuarzosas del Grupo Oriente (figura 2.49) con buzamientos moderados (>40°). Aleman y Marksteiner (1993) interpretaron este anticlinal periclinal del tipo pliegue en cajón (*fold box*) similar al anticlinal de Manseriche con presencia de sal en el *footwall.*

Domos de evaporitas

Los mapas geológicos actualizados del bloque Huallaga muestran los principales domos de evaporitas cartografiados en superficie en numerosas campañas de campo realizadas por compañías petroleras y el Ingemmet (figura 2.50). Las litologías de los domos se componen de anhidrita, yeso, carnalita y en menor proporción sal, intercaladas con dolomitas y calizas. Las exposiciones de los domos salinos pueden reconocerse con una longitud de 700 km, desde la quebrada Sal (afluente del río Paucartambo, Villarica), así como en los pozos Oxapampa 7X-1 y Chio 1X (Ucayali) hasta el pozo Putuime 1X en la cuenca Santiago.

Benavides (1968), en su detallado análisis de los diapiros del Huallaga, fue el primero en abordar el problema de la edad de las evaporitas en las cuencas subandinas del Perú. Debido a la pobre definición estructural y las relaciones estratigráficas mal definidas de la fuente de sal, concluyó que la edad de la sal podría ser Pérmico, Triásico y / o Jurásico. Sin embargo, no descartó la posibilidad de múltiples fuentes para algunos de los domos de sal.

Numerosos afloramientos de las capas rojas permianas del Grupo Mitu contienen cantidades significativas de yeso y sal (Newell et al., 1953). La sal del domo de San Blas, localizada en el cuadrángulo de Ondores, ha sido asignada a esta unidad por Benavides (1968). También, describió algunas capas y lentes de yeso con un espesor máximo de 8 m en el Grupo Mitu expuestas cerca al pongo de Rentema (aproximadamente 80 km al oeste de la cuenca de Santiago). Otra evidencia de una edad Pérmica o Triásica para la sal es encontrada en la cuenca Huallaga, donde el domo de sal de Yuramarca contiene fragmentos de calizas que son interpretados como provenientes del Grupo Pucará del Triásico - Jurásico. Además, el flujo salino del domo de Pilluana ha traído calizas que contienen Myophoria pascoensis del Triásico superior y un amonite *Arietites sp.* del Jurásico inferior (Benavides, 1968). El pozo Loreto 1X perforado en la cuenca Marañón atravesó núcleos de anhidrita cristalina intercaladas con areniscas rojas y calizas de la parte superior del Grupo Pucará (Parsep, 2001a).

Rodríguez y Chalco (1975), basándose en la relación S32/S34 en algunas de las evaporitas de la cuenca Huallaga, han sugerido una edad Pérmica para los domos de sal; desafortunadamente, no dieron más detalles sobre su análisis. Aunque los núcleos de la mayoría de los diapiros de sal en la cuenca Huallaga están rodeados por la Formación Sarayaquillo, la edad de la sal aún se desconoce. Según Benavides (1968), la fuente es desde una unidad pre Jurásica tardía.

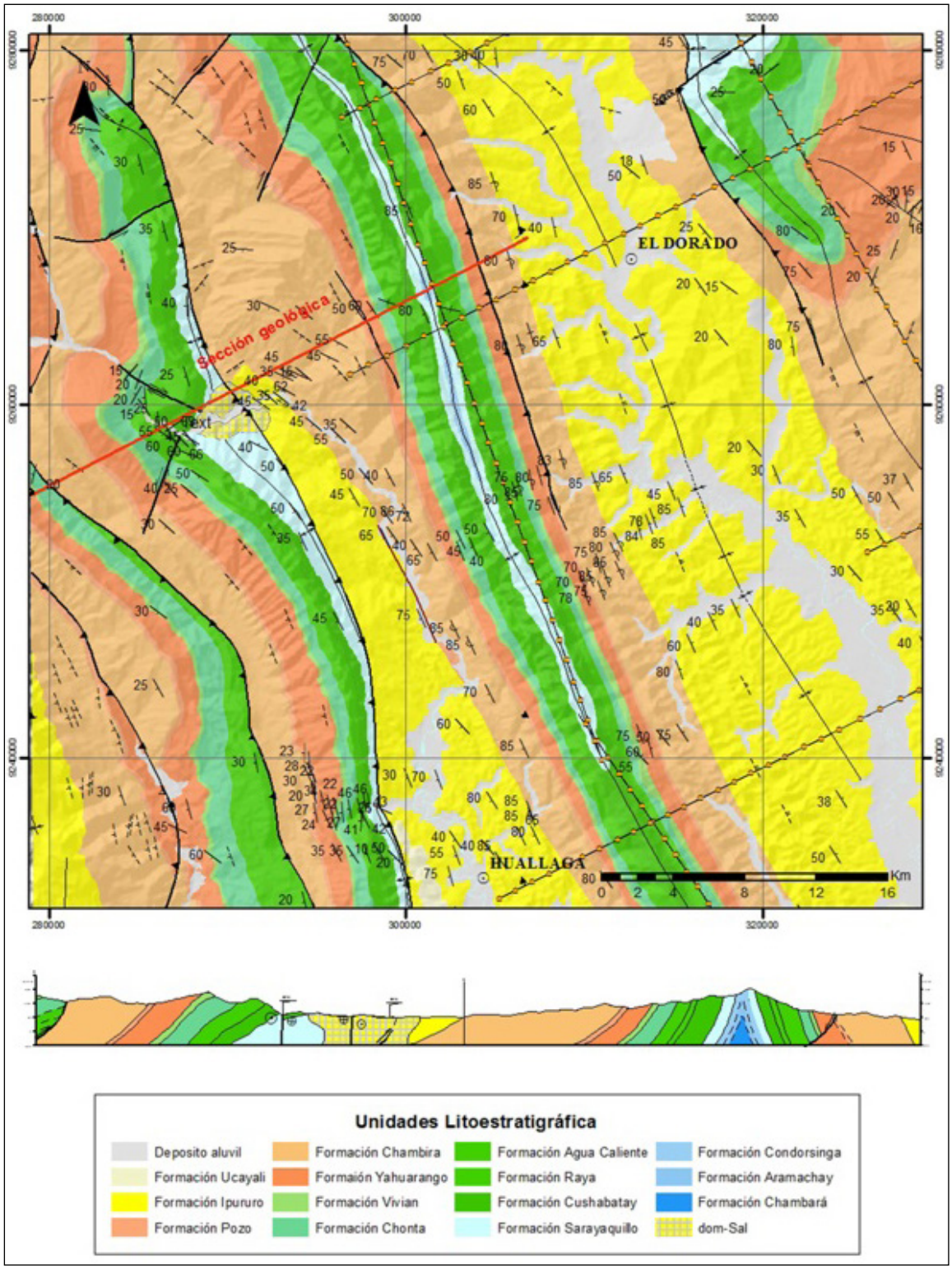


Figura 2.48 Detalle de la geología de superficie integrada del anticlinal de Saposoa que expone en su núcleo a las calizas del Grupo Pucará y las areniscas rojas de la Formación Sarayaquillo con altos buzamientos.

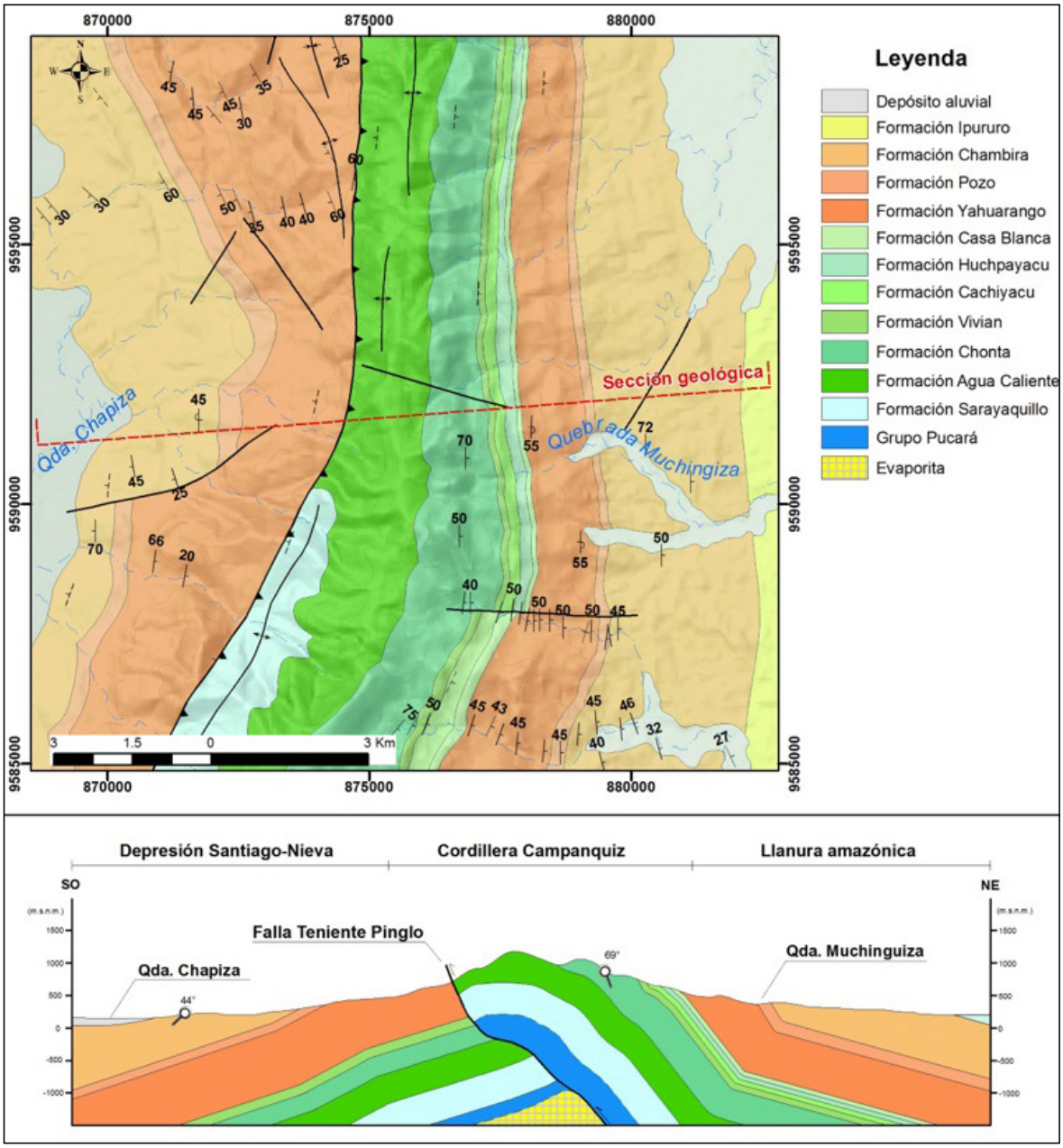


Figura 2.49 Detalle de la geología de superficie integrada del anticlinal de campanquiz que expone en su núcleo las areniscas cuarzosas del Grupo Oriente que cubren a las areniscas rojas de la Formación Sarayaquillo.

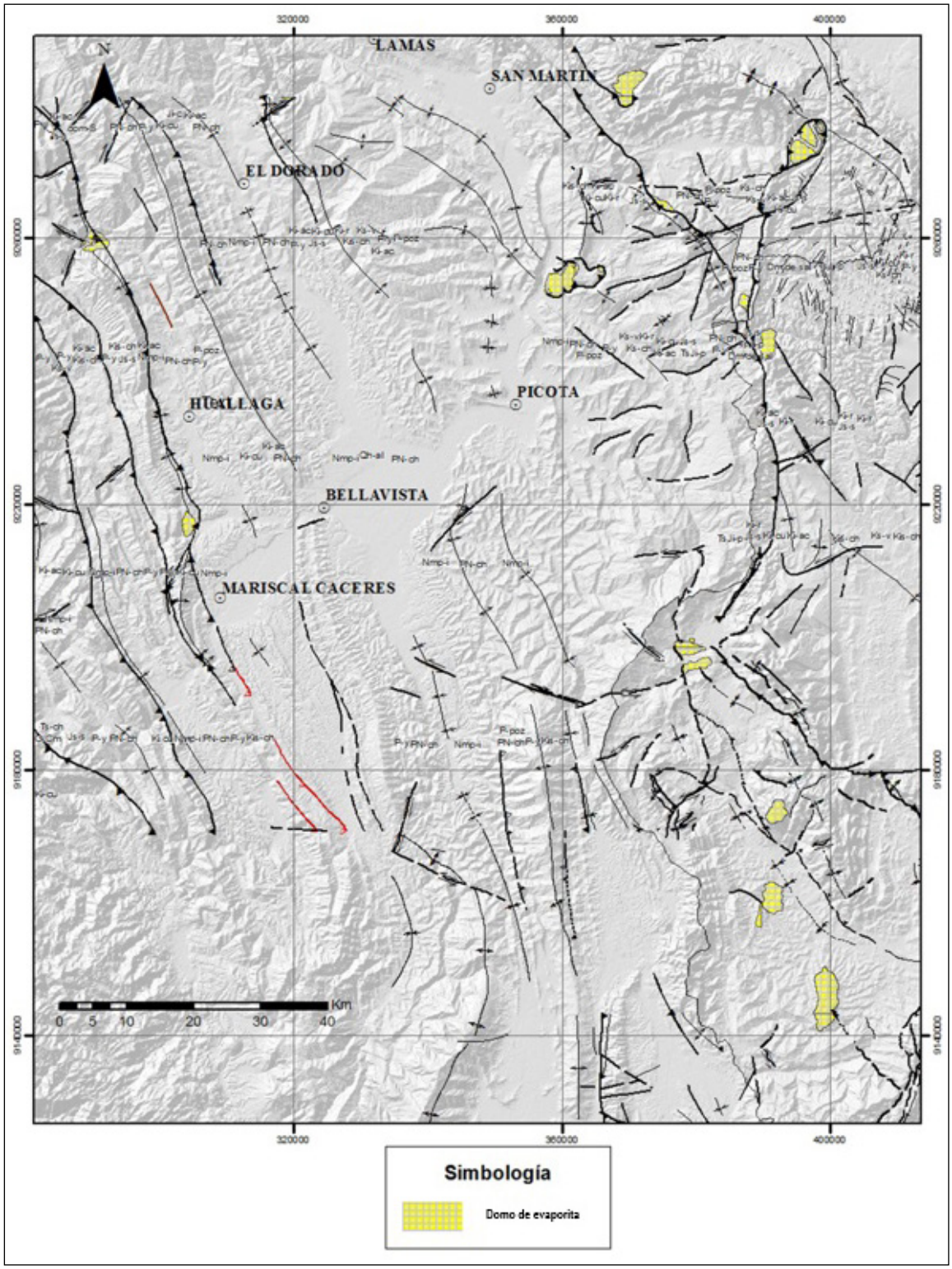


Figura 2.50 Domos de evaporitas en la Faja Plegada del Huallaga reconocidos en superficie

2.1.4 Geología económica

La importancia de la presente actualización de la cartografía geológica en el subandino centro-norte radica en tener mapas integrados que permitirán evaluar el potencial de recursos energéticos, metálicos y no metálicos en base a los datos de la geología de superficie, especialmente en los bloques Pachitea/Ucayali, Huallaga y Santiago, aún parcialmente exploradas por recursos mineros e hidrocarburos; este último con escasos pozos exploratorios perforados (figuras 2.51, 2.52 y 2.53).

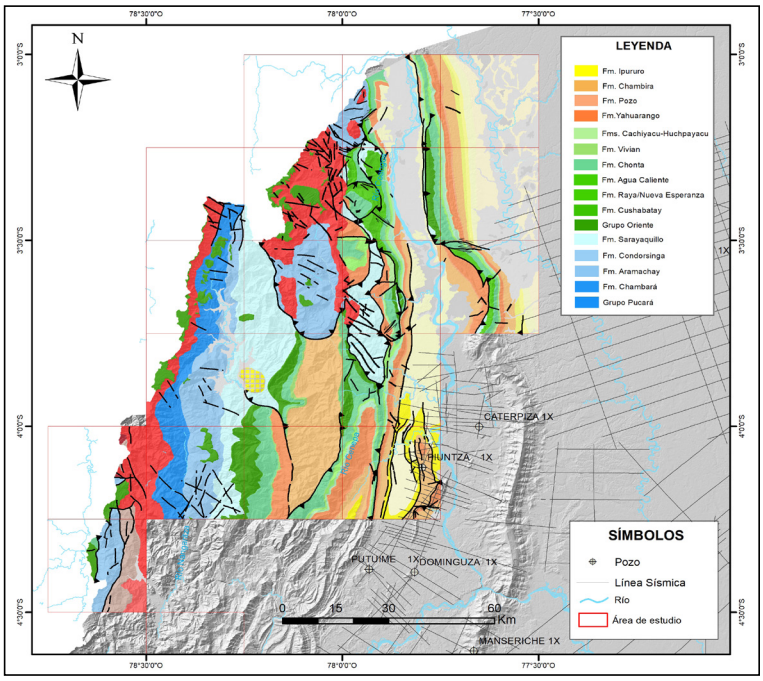


Figura 2.51 Pozos de hidrocarburos perforados en el bloque Santiago (izquierda)

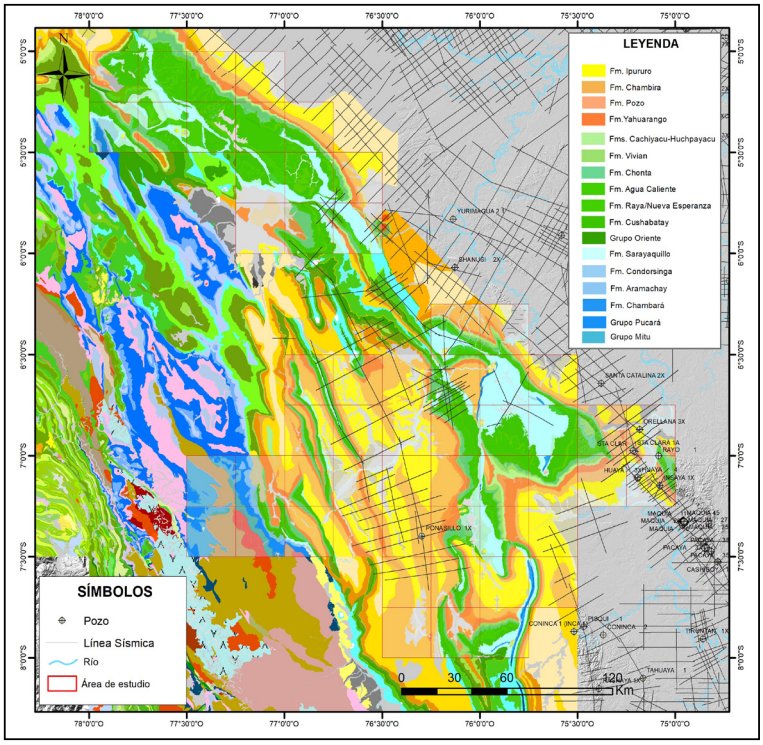


Figura 2.52 Pozos de hidrocarburos perforados en el bloque Huallaga (derecha)

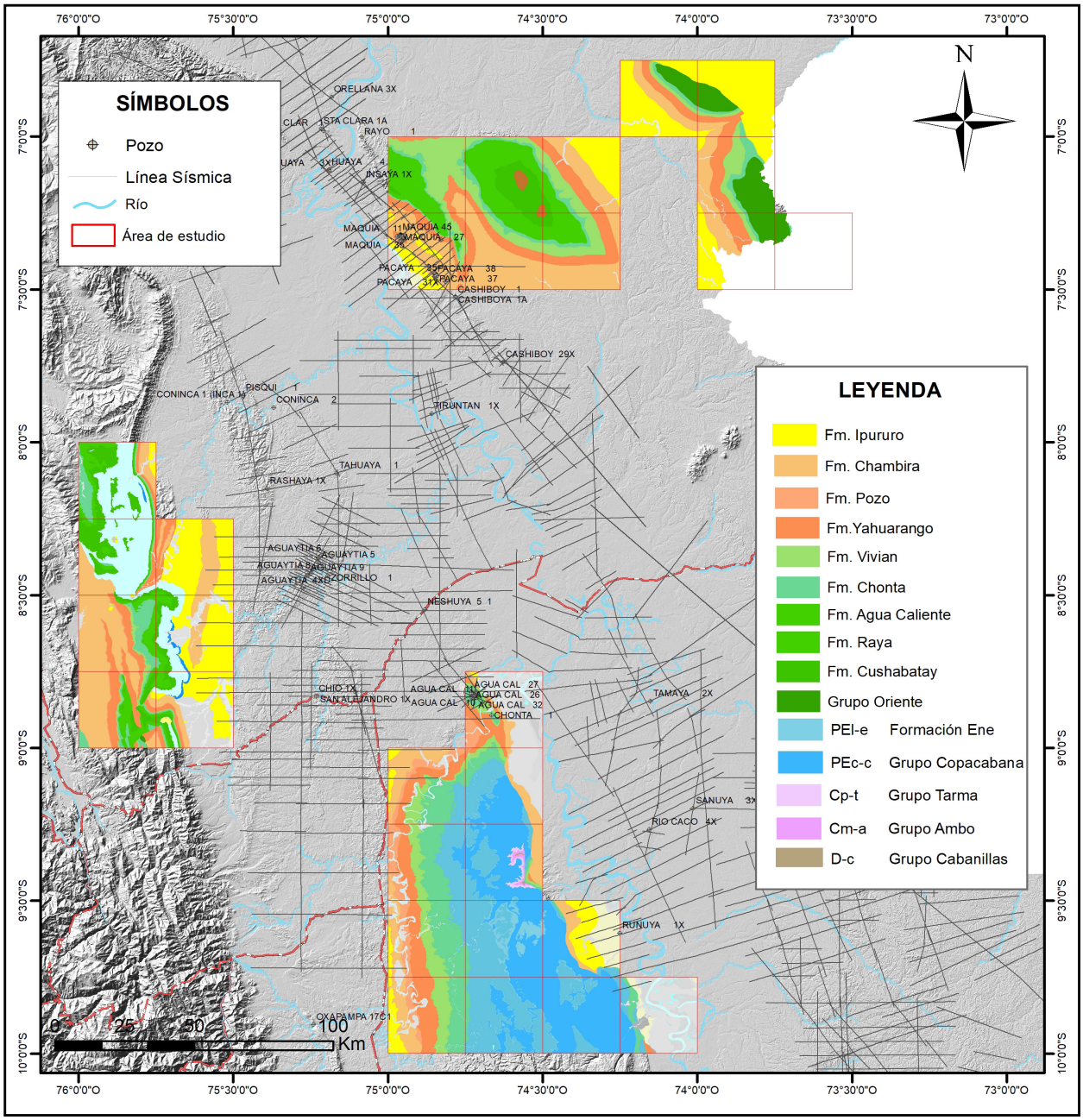


Figura 2.53 Pozos de hidrocarburos perforados en el bloque Pachitea/Ucayali

Recursos energéticos

Las 104 hojas geológicas actualizadas a la escala 1:50 000 se encuentran dentro de las cuencas sedimentarias Santiago, Huallaga y Pachitea/Ucayali donde desde el siglo pasado se han realizado estudios de exploración por hidrocarburos y se han perforado pozos exploratorios en su mayoría con resultados negativos. Una de las explicaciones del poco éxito es el desconocimiento de la geología regional de las cuencas sedimentarias y su relación con los sistemas petroleros en tiempo y espacio, siendo muchos los estudios de exploración que solo han estado concentrado en los lotes o bloques petroleros.

Rocas generadoras de hidrocarburos

La presencia de petróleo ligero y pesado en la cuenca sedimentaria Marañón es interpretada como derivadas de dos importantes cocinas generativas conformadas por las rocas del Grupo Pucará y la Formación Chonta, cuyos depocentros se encuentran al sur de la cuenca Marañón y al este de la Faja Plegada Santiago, respectivamente. Sin embargo, en la cuenca sedimentaria Huallaga la Formación Chonta pierde su calidad de roca generadora por su contenido de material terrígeno provenientes de los altos estructurales conformadas por las rocas proterozoicas y paleozoicas (Aleman, 2004) y esta efectividad disminuye igualmente en las cuencas sedimentarias Ucayali, Ene/Pachitea y Madre de Dios. Caso contrario, las lutitas kerógenas de la parte somital del Grupo Copacabana (Ene Black Shale) del Pérmico inferior y las calizas bituminosas de la Formación Aramachay (Jurásico inferior) son consideradas como rocas generadoras de hidrocarburos líquidos para las cuencas sedimentarias Huallaga, Ucayali y Ene/Pachitea como ha sido documentado en los yacimientos de Aguaytía, Maquía, Agua Caliente, La Colpa, San Alejandro y Bretaña.

Las rocas paleozoicas de los grupos Cabanillas (Devónico) y Ambo (Carbonífero inferior) son consideradas como rocas generadoras de clase mundial, que han sido verificadas en las cuencas sedimentarias Ucayali Sur (Camisea) y Madre de Dios (Candamo) y que contienen volúmenes importantes de gas (en trillones de pies cúbicos). En los bloques Pachitea/Ucayali son escasos los estudios de la geoquímica de las rocas paleozoicas.

Rocas reservorios

En la actualización de la cartografía geológica del bloque Pachitea/Ucayali se han empleado datos de la geología de campo, estudios bioestratigráficos y geocronológicos que han permitido diferenciar y discriminar las rocas clásticas de edad Pérmica (formaciones Ene y Mainique) de las areniscas cretácicas que fueron inicialmente cartografiadas como pertenecientes al Grupo Oriente. Esto es importante dado que los portafolios de gas y condensado se encuentra en los reservorios pérmicos (yacimiento Camisea) y los hidrocarburos liquidos estan asociados con los reservorios cretácicos (yacimiento Agua Caliente).

En los bloques Santiago y Huallaga, aparte de los reservorios convencionales cretácicos (formaciones Cushabatay, Agua Caliente y Vivian), se presentan las areniscas de la parte basal de la Formación Chota (Miembro Cético) y las areniscas cuarzosas de la Formación Casablanca. En el bloque Pachitea/Ucayali queda por investigar la calidad como roca reservorio a las areniscas con granos de cuarzo del Grupo Tarma (Green Sandstone) y a los reservorios naturalmente fracturados de las calizas del Grupo Copacabana.

Rocas Sello

Las principales unidades consideradas como roca sello corresponden a las lutitas de las formaciones Raya, Chonta, Cachiyacu y Huchpayacu. En el área de Camisea, las capas rojas cenozoicas han demostrado su eficiencia como sello al sostener importantes volúmenes de gas.

Trampas

Las hojas geológicas actualizadas del Subandino muestran numerosas estructuras de sobreescurrimientos, dúplex estructurales, estructuras salinas, pliegues asociados a fallas inversas (fault propagation fold), rampas estructurales, etc., que al ser integrados con los datos de subsuelo (sísmica 2D y pozos) van a permitir ampliar las interpretaciones de las estructuras cobijadas (subthrust), zonas triangulares y anticlinales con sobrecremientos por la presencia de la sal en sus núcleos; estructuras que aún no han sido exploradas. Ejemplos de estas estructuras son los anticlinales de Cahuapanas, Moyobamba, Shanushi (Prospecto Pihuicho) y Chipani. Los pozos perforados en el bloque Santiago solo han atravesado la primera rampa, donde se encuentran los reservorios cretácicos perteneciente al bloque hundido (hangingwall), quedando por explorar las estructuras por debajo de la rampa donde aún se pueden encontrar reservas modestas de hidrocarburos (Aleman, 2004).

Recursos mineros

Metalotecto tipo VMT (Grupo Pucará)

En cuanto a la exploración de recursos minerales, el Subandino tiene el potencial para hospedar depósitos de zinc de clase mundial (tipo Mississipi Valley) en rocas carbonatadas, brechadas por colapso de solución, alimentadas por salmueras de cuencas ricos en zinc, con azufre procedente de sulfatos evaporíticos de las rocas del Triásico – Jurásico (proyectos Bongará y Cañón Florida, en calizas del Grupo Pucará) (figura 2.54).

En el bloque Huallaga se encuentran los proyectos Cañón Florida y Bongará que corresponden a la mineralización Pb-Zn hospedados en las calizas del Grupo Pucará, que han sido clasificados del tipo Mississipi Valley (VMT) y son considerados como uno de los yacimientos más grandes de Sudamérica. El nivel estratigráfico mineralizado corresponde a las dolomitas porosas, brechas de disolución y evaporitas con estructura dómica de la Formación Chambará que sobreyace a las areniscas rojas del Grupo Mitu (de Oliveira et al., 2019). Los mismos autores concluyen que las rocas evaporíticas son ricas en materia orgánica y representan probablemente un antiguo reservorio de hidrocarburos, siendo la mineralización posterior a la migración de los hidrocarburos en la región de Bongará. La esfalerita y la galena rellenan los poros que antes estaban llenos de hidrocarburos líquidos (ahora bitumen). Las similitudes de las rocas huésped, el ensamblaje mineral, la paragénesis y los datos isotópicos geoquímicos de Cañón Florida con los otros depósitos MVT como San Vicente, Shalipayco y Cristal convierten al Grupo Pucará en un importante metalotecto a lo largo del Subandino peruano.

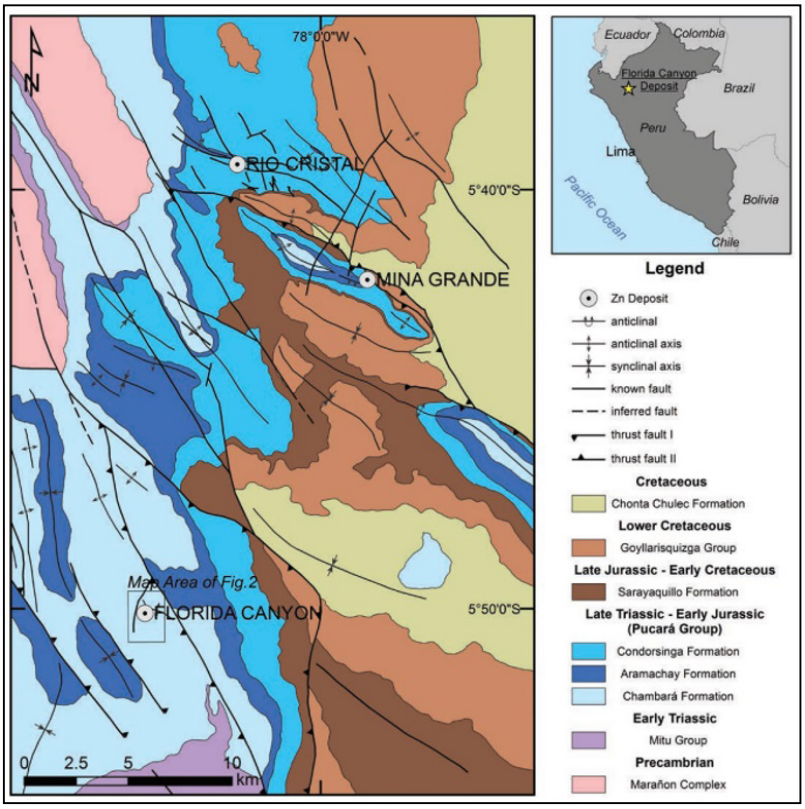


Figura 2.54 Mapa geológico de los depósitos de Zn-Pb del distrito de Bongará que incluye el yacimiento de Cañón Florida (Tomado de Oliveira, 2019)

Metalotecto Polimetálico de la Cordillera del Cóndor

En la Cordillera del Cóndor (bloque Santiago), empresas mineras peruanas iniciaron la exploración desde el año 1992 en los alrededores del Puesto de Vigilancia 4, encontrándose anomalías mineralógicas de interés, asociada con mineralización diseminada de Au, Cu, Mo y metales básicos no ferrosos (Quispesivana et al., 1999); estas anomalías estarían genéticamente relacionadas con los yacimientos del Ecuador que conforman una provincia metalogenética de interés prospectivo. Las vetillas de cuarzo aurífero son del tipo *stockwork* que se hallan asociadas a cuerpos intrusivos (Batolito de la Cordillera del Cóndor) y a rocas volcánicas jurásicas (Formación Oyotún) que presentan alteración hidrotermal.

En el bloque Santiago no existe ningún tipo de actividad minera metálica de gran escala, solo la presencia de lavaderos de oro en los ríos Ayambis y Cangaza. De acuerdo con el reconocimiento geoeconómico y al muestreo geoquímico referencial realizado por Quispesivana et al. (1999), se determinaron tres áreas importantes: quebrada Salazar, quebrada Capitán Ponce y ríos Ayambis-Cangaza-Naraime que requieren de estudios detallados de prospección con el objetivo de definir las posibilidades de mineralización económica.

Recursos no metálicos

En las montañas del Sira (boque Pachitea/Ucayali), de acuerdo con la cartografía geológica, las rocas calcáreas ocupan el 40 % del área estudiada, razón por la cual se convierte en una de las principales sustancias no metálicas de interés económico para las regiones. La principal unidad calcárea es el Grupo Copacabana que se caracteriza por presentar litologías de micritas, esparitas y calizas bioclásticas que concentran un alto porcentaje de CaO y bajo contenido de MgO y arcillas. Existen reportes del uso de las calizas del Grupo Copacabana en la construcción del convento franciscano de Puerto Ocopa, con materiales provenientes de la cantera de la localidad de Obenteni (586000 - 8811000). Asociación LAGESA-CFGS (1997) ha reportado para la caliza de la cantera antes mencionada valores de calcita 97 %, cuarzo 2 % y minerales accesorios 1 %. La muestra fue clasificada como caliza bioclástica y sus valores por elementos mayores se muestran en la tabla 2.5.

Tabla 2.5

Valores de elementos mayores de óxidos (caliza de la cantera Obenteni)

Muestra	% SiO_2	% Al_2O_3	% TiO_2	% Fe_2O_3	% MnO	% CaO	% MgO	% Na_2O	% K_2O	% H_2O 105 °C	% PxC
Ob-970516	6.8	2	0.02	0.22	0.01	47.21	0.36	0.15	0.08	0.14	42.24

Otros recursos

Debido a la gran variedad de rocas, suelos, paisajes "tipo selva", ambientes geológicos, recursos minerales, geotermales e hídricos, edades geológicas, estructuras, fósiles, entre otros, se considera al Subandino peruano como parte del territorio con mayor geodiversidad y sitios de interés geológico (geositios), definiéndolos con un valor turístico, didáctico-educativo y científico que merecen ser conservados como patrimonio geológico.

Por otra parte, la información actualizada del Subandino contribuirá también en el ordenamiento territorial, identificar actividades económicas de acuerdo con el entorno geológico para el beneficio de las poblaciones amazónicas, así como evaluar beneficios y riesgos en las inversiones, y en las decisiones estratégicas gubernamentales.

2.2 COSTA NORTE (BLOQUE SECHURA)

2.2.1 Estratigrafía

El 90 % de las 16 hojas actualizadas de la Costa Norte (bloque Sechura) están cubiertas por los depósitos de cobertura, conformados principalmente por extensos mantos de dunas y depósitos aluviales que cubren el substrato precuaternario. Es por ello por lo que se encuentran afloramientos muy restringidos e incompletos que no permiten una descripción estratigráfica detallada y los principales rasgos estructurales se encuentran cubiertos.

Macizo de Illescas (NeoProterozoico – Paleozoico inferior)

Término empleado por Palacios (1994) para describir ortogneises tonalíticos, con bandas de segregación de minerales leucócratas y melanócratas, anfibolitas y tonalitas foliadas expuestas en los cuadrángulos de Piura y Paita, que se interpreta como parte del terreno de acreción continental Amotape-Tahuin. Bellido et al. (2009) sostiene que las rocas metamórficas y metasedimentos silicoclásticos presentan metamorfismo de bajo grado. Se le atribuye una edad Proterozoica a Paleozoica inferior (Mourier et al., 1988).

Formación la Mesa (Cretácico superior)

También denominada como "Calizas La Mesa", teniendo como localidad tipo en el cerro homónimo, que se ubica entre los cuadrángulos de Piura (hoja 11b3) y Paita, exponiendo afloramientos reducidos compuestos por limolitas arenosas gris verdosas, areniscas conglomerádicas, calizas bioesparíticas, calcarenitas y calizas tipo *packstone*, con un grosor promedio de 200 m y que se encuentran cubriendo en discordancia a las rocas metamórficas del Macizo de Illescas o Paita.

Formación Chira (Eoceno)

Esta unidad está constituida por lodolitas gris oscuras, areniscas y limolitas gris marrones, que se exponen en el cuadrángulo de Piura (hoja 11b3) formando pequeñas colinas que se extienden al cuadrángulo de Paita hasta el borde de la línea de costa. El grosor de la Formación Chira varía de 600 m – 1300 m en el valle del mismo nombre (Palacios, 1994).

Formación Miramar (Mioceno)

Litológicamente está constituida por conglomerados semiconsolidados, areniscas en capas lenticulares y areniscas coquiníferas que se exponen en el cuadrángulo de Piura (hojas 11b1, 11b3 y 11b4). El grosor descrito por (Palacios, 1994) es de 400 m a 800 m y en pozos perforados varía entre 470 m a 670 m.

Depósitos de Tablazos (Cuaternario)

Se denominan así a depósitos marinos pleistocénicos a manera de terrazas, los cuales indican las últimas transgresiones del mar a lo largo de la Costa del Pacífico; están constituidos por sedimentos clásticos depositados por corrientes marinas y fluviales (Palacios, 1994).

Esta unidad comprende una extensa llanura desértica ubicada en el extremo noroccidental de cuadrángulo de Piura (hoja 11b4); hacia su borde más oriental está cubierta por depósitos eólicos. En la imagen satelital, Sentinel 2 presenta tonalidades blanquecinas y grises, además de una dirección preferente N-S. También se identificaron estos depósitos en el extremo suroriental del cuadrángulo de Piura (hoja 11b3), donde también se puede observar una baja respuesta espectral con tonalidades oscuras, cubierto por depósitos eólicos en su borde oeste.

2.2.2 ROCAS ÍGNEAS

Granitoide (Ts-gd, tn)

Esta unidad se expone en la hoja 11b4 del cuadrángulo de Piura y se le asocia al “Granito de Paita”, el cual fue definido en el cerro Sillas de Paita (hoja 11a1 del cuadrángulo de Paita). Se extiende al norte hacia el cuadrángulo de Piura, en el cerro Chocán (Palacios, 1994), intruyendo a las rocas más antiguas del Macizo de Paita. En las imágenes, Sentinel 2 y SAS Planet poseen tonalidades rojizas y grises, respectivamente.

Estudios geocronológicos realizados por Winter (2008) en metagranodiorita, de grano grueso, con biotita ± hornblenda y algunos xenolitos, extraída de las cercanías del cerro Chocán, han dado como resultado una edad de 229.8 ± 2.9 Ma (Triásico superior) mediante el análisis de zircones por el metodo U-Pb.

Granitos indiferenciados

Corresponden a unidades plutónicas de naturaleza félsica que afloran en la hoja 11b4 del cuadrángulo de Paita y que se encuentran en contacto con el Macizo de Paita y el granitoide del cerro Chocán. Se han interpretado dos cuerpos ígneos: el primero con rumbo N-S presenta intenso fracturamiento y tonalidades blanquecinas distinguibles en las imágenes satelitales. El segundo es un cuerpo ígneo de menor tamaño, con forma ligeramente circular, con tonalidades rojizas a verdosas que exhiben en la imagen de satélite y que corta al granitoide del Triásico superior.

No se ha encontrado información acerca de su composición y geocronometría, habiendo tomado la única referencia la geología del cuadrángulo de Piura, donde fue asignada al Cretácico (Palacios, 1994). No se descarta que pertenezca al mismo sistema de los granitoides triásicos, por lo que se recomiendan mayores estudios sobre estas rocas intrusivas.

CONCLUSIONES

- Se han actualizado 120 hojas geológicas a escala 1:50 000 divididas en dos grandes áreas tales como la Faja Subandina (78 624 km^2) y la Costa Norte (12 096 km^2), de las cuales se tienen cuatro bloques denominados Santiago, Huallaga, Pachitea/Ucayali y Sechura.
- En la actualización de las 120 hojas geológicas se ha empleado la información de numerosos mapas y secciones geológicas que fueron elaboradas a diversas escalas en las evaluaciones geológicas realizadas por Petroperú en el siglo pasado y por las compañías exploradoras de hidrocarburos en los tiempos más recientes.
- La actualización cartográfica se ha realizado mediante una evaluación rigurosa de los datos de la geología de superficie que están refrendados con información estratigráfica (litoestratigrafía y bioestratigrafía), geología estructural, tectónica y geocronometría.
- Las 120 hojas geológicas cuentan con su respectiva base de datos en formato GDB que contiene la información de los atributos para cada punto de observación geológica (POG).
- El total de Puntos de observación geológica (POG) empleados para la actualización de las 104 hojas geológicas de los tres bloques del Subandino y para la descripción de sus unidades litoestratigráficas han sido para el bloque Santiago: 1687, bloque Huallaga: 3471 y bloque Pachitea/Ucayali: 2041.
- Las unidades litoestratigráficas pertenecen a un cinturón orogénico con litologías que varían en edades desde el Proterozoico hasta el Holoceno. El substrato preMesozoico está evidenciado en superficie por la presencia de rocas metamórficas proteozoicas y sedimentitas paleozoicas como han sido documentadas en el subsuelo por algunos pozos perforados en el antepaís. Dos secuencias tectonoestratigráficas distintivas postpaleozoicas están presentes en la Faja Plegada del Subandino: una secuencia sedimentaria preorogénica, más antigua que el Santoniano y otra secuencia sinorogénica de areniscas y molasas continentales que se inició en el Maastrichtiano.
- Las rocas intrusivas están documentadas por el Batolito de la Cordillera del Cóndor y la diorita de Balsapuerto.
- Los terrenos de los bloques Santiago, Huallaga y Pachitea/Ucayali se encuentran afectados por sobreecurrimentos, retrocorrimientos, pliegues frontales y zonas triangulares, que estuvieron sometidos a movimientos de sal en almohadillas y diapiros.
- Las 104 hojas geológicas actualizadas a la escala 1:50 000 se encuentran dentro de las cuencas sedimentarias Santiago, Huallaga y Pachitea/Ucayali, donde desde el siglo pasado se han realizado estudios de exploración por hidrocarburos y se han perforado pozos exploratorios en su mayoría con resultados negativos. Una de las explicaciones del poco éxito es el desconocimiento de la geología regional de las cuencas sedimentarias y su relación con los sistemas petroleros en tiempo y espacio, siendo muchos los estudios de exploración que solo han estado concentrado en los lotes o bloques petroleros. La Faja Plegada Huallaga sigue siendo una de las áreas más atractivas para la exploración de hidrocarburos por tener excelentes rocas generadoras (Formación Aramachay) y estructuras cobijadas en el subsuelo aún escasamente exploradas (Cahuapanas, Moyobamba, Shanushi, etc.).
- En cuanto a la exploración de recursos minerales, el Subandino tiene el potencial para hospedar depósitos de zinc de clase mundial (Tipo Mississipi Valley) en rocas carbonatadas, brechadas por colapso de solución; alimentadas por salmueras de cuencas ricos en zinc, con azufre procedente de sulfatos evaporíticos de las rocas del Triásico – Jurásico (proyectos Bongará y Cañón Florida, en calizas del Grupo Pucará).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aleman, A. (2004) - Sistemas petrolíferos y potencial de las fajas plegadas y cuencas de antepaís en el oriente peruano. En: Congreso Peruano de Geología, 12, Lima, 2004, *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 761-765.

Aleman, A. & Marksteiner, R.M. (1993) - Structural styles in the Santiago fold and thrust belt, Peru: a salt related orogenic belt. En: International Symposium on Andean Geodynamics, 2, Oxford, England, 1993. *Géodynamique Andine: résumés étendus*. París: ORSTOM, p. 147-153.

Aleman, A.; León, W. & Martínez, W. (2018) - The Puente Piedra Group in the Lima area and the demise of Jurassic arc volcanism along the Gondwana margin of Peru: the conundrum of the Oyotun Formation and its bewilldering correlation with the Misahualli Formation. En: Congreso Peruano de Geología, 19. Lima, 23-26 setiembre 2018. *Resúmenes*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 4 p.

Asociación LAGESA-CFGS (1997) - Geología de los cuadrángulos de Satipo y Puerto Prado, Hojas 23-n y 23-ñ. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 86, 250 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/42

Bellido, F.; Valverde, P.; Jaimes, F.; Carlotto, V. & Díaz-Martínez, E. (2009) - Datación y caracterización geoquímica de los granitoides peralumínicos de los cerros de Amotape y de los Macizos de Illescas y Paita (Noroeste de Perú). *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (103): 197-213.

Benavides, V. (1968) - Saline deposits of South America. En: Mattox, R.B., ed. Saline deposits; *Symposium based on papers from the International Conference on Saline Deposits, Houston, Texas, 1962*. New York: Geological Society of America, p. 249-290, Special Paper, 88. https://doi.org/10.1130/SPE88

Caldas, J.; Soto, F. & Valdivia, H. (1985) - *Evaluación del potencial petrolífero de la Cuenca Huallaga*, informe inédito. Lima: Petroperú, 87 p.

Cabrera, A. & Petersen, G. (1936) - Reconocimiento geológico de los yacimientos petrolíferos del departamento de Puno. *Boletín Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú*, (115): 1-102.

Cardona, A.; Cordani, U.G.; 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.

Cardona, A.; Cordani, U.G. & Sanchez, A. (2007) - Metamorphic, geochronological and geochemical constraints from the pre-Permian basement of the eastern Peruvian Andes (10S): a Paleozoic extensional-accretionary orogen. En: *20th Colloquium on Latin American Earth Sciences 2007, Kiel, Germany*, p. 29-30.

CGS Consultores Asociados (1997) - Geología de los cuadrángulos de Codo del Pozuzo y Río Palcazu. Hojas: 20-m y 20-n. *INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 88, 144 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/44

Christophoul, F.; Baby, P. & Dávila, C. (2002) - Stratigraphic responses to a major tectonic event in a foreland basin: the Ecuadorian Oriente Basin from Eocene to Oligocene times. *Tectonophysics*, 345(1-4): 281-298. https://doi.org/10.1016/S0040-1951(01)00217-7

Christophoul, F.; Burgos, J.D.; Baby, P.; Soula, J.; Bés, S.; Dávila, C.; Rosero, M. & Rivadeneira, M.V. (2004) - Dinámica de la Cuenca de antepaís Oriente desde el Paleógeno. En: Baby, P.; Rivadeneira, M. & Barragán, R., eds. *La Cuenca Oriente: geología y petróleo*. Quito: IFEA, IRD, PetroEcuador, p. 93-113.

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. https://hdl.handle.net/20.500.12544/315

Chacaltana, C.; Valdivia, W.; Peña, D. & Rodríguez, R. (2011) - Geología del cuadrángulo de Aramango y Bagua Grande, Hojas 11-g y 12-g, Escala 1:50,000. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 142, 125 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/104

Chalco, A. (1961) - *Compilation geological report Santiago-Nieva región*, informe inédito. Lima: Perupetro, 45 p. Perupetro IT03154.

Chew, D.M.; Schaltegger, U.; Košler, J., Whitehouse, M.J.; Gutjahr, M.; Spikings, R.A. & Miškovíc, A. (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. https://doi.org/10.1130/B26080.1

Christophoul, F.; Baby, P. & Dávila, C. (2002) - Stratigraphic responses to a major tectonic event in a foreland basin: the Ecuadorian Oriente Basin from Eocene to Oligocene times. *Tectonophysics*, 345(1-4): 281-298. https://doi.org/10.1016/S0040-1951(01)00217-7

Chumpitaz, M; Chacaltana, C.; Valdivia, W., & Peña, D. (2015) - Estratigrafía de las secuencias pre-cretácicas del anticlinal Naranjos (zona noroccidental de la cuenca Huallaga). *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (110): 101-104.

Chumpitaz, M.; León, W. & Fabián, C. (2021) - Geología de los cuadrángulos de Río Pinquén (hojas 25t1, 25t2, 25t3, 25t4), Pilcopata (hojas 26t1, 26t2, 26t3, 26t4), Quincemil (hojas 27u1, 27u2, 27u3, 27u4), Masuco (hojas 27v1, 27v2, 27v3, 27v4) y Ayapata (hoja 28v1). INGEMMET, *Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000)*, 39, 40 p, 17 mapas. https://hdl.handle.net/20.500.12544/3214

Consultora de Petróleo (2003) - *Field geologic work along the Potro and Cahuapanas rivers – block 70, western margin of the Marañon basin*. Perupetro, ITP 20544, 16 p.

Dalmayrac, B.; Laubacher, G. & Marocco, R. (1988) - Caracteres generales de la evolución geológica de los Andes Peruanos. *INGEMMET, Boletín, Serie D: Estudios Especiales*, 12, 313 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/331

de Oliveira, S.B.; Leach, D.L.; Juliani, C.; Monteiro, L.V. & Johnson, C.A. (2019) - The Zn-Pb mineralization of Florida canyon, an evaporite-related Mississippi valley-type deposit in the Bongará district, northern Peru. *Economic Geology*, 114(8): 1621-1647. https://doi.org/10.5382/econgeo.4690

Del Castillo; Sánchez, E. & Fabián, C. (2014) - Braquiópodos y crinoideos del Carbonífero superior-Pérmico inferior en la Cordillera Oriental del norte del Perú. En: Congreso Peruano de Geología, 17, Lima, 2014. *Resúmenes*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 4 p.

De La Cruz, J. (1995) - Geología de los cuadrángulos de Río Santa Águeda, San Ignacio y Aramango. Hojas: 10-f, 11-f y 11-g. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 57, 147 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/178

Dunbar, C.O. & Newell, N.D. (1946a) - Marine early Permian of the central Andes and its fusuline-faunas. *American Journal of Science*, 244(6): 377-402. https://doi.org/10.2475/ajs.244.6.377

Dunbar, C.O. & Newell, N.D. (1946b) - Marine early Permian of the Central Andes and its fusuline faunas; Part II. *American Journal of Science*, 244(7): 457-491. https://doi.org/10.2475/ajs.244.7.457

Fabián, C.; Rodríguez, R.; Sánchez, E.; Del Castillo, B., & Ojeda, D. (2015) - El Carbonífero–Pérmico en el borde occidental de la cuenca Huallaga: estratigrafía y potencial de hidrocarburos. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, 110: 95-100.

Feininger, T. (1980) - Eclogite and related high-pressure regional metamorphic rocks from the Andes of Ecuador. *Journal of Petrology*, 21(1): 107-140. https://doi.org/10.1093/petrology/21.1.107

Fischer, A.G. (1956) - Desarrollo geológico del noroeste peruano durante el Mesozoico. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (30): 177-190.

Gil, W. (2001) - *Evolution latérale de la déformation d'un front orogénique: Exemple des bassins subandins entre 0° et 16°S*. Thèse Docteur, Université Paul Sabatier, Toulouse, 150 p.

Grández, E. (1993) – *Relación del contacto Cretáceo-Terciario en el lote 1-AB, Cuenca Marañón*. Tesis Ingeniero Geólogo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 48 p.

Gutiérrez, M. (1975) - Contribución al conocimiento micropaleontológico del Oriente Peruano. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (49): 25-52.

Hurtado, C.; Baby, P.; Jacay, J.; Calderón, I.; Bolaños, R.; Pelliza, H. & Monges, C. (2015) - Análisis estructural y estratigráfico de la subcuenca Pachitea, zona noroccidental de la cuenca Ucayali - Perú. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG*, 18(35): 37-47.

Iribarne, M.; Callot, P.; Quevedo, C.D.; Márquez, S.; Castillo, E.; Chung, J.; Seminario, F.; Ghiglione, M.C.; Sempere, T. & Kelly, R. (2018) - Stratigraphy, structural styles, and hydrocarbon potential of the Ene Basin: an exploration opportunity in the sub-Andean fold-and-thrust belt of Peru. En: Zamora, G.; McClay, K.R. & Ramos, V.A., eds. (2018) - *Petroleum basins and hydrocarbon potential of the Andes of Peru and Bolivia*. American Association of Petroleum Geologists, AAPG Memoir 117, p. 293–318. https://doi.org/10.1306/13622125M1173771

Jaillard, E. ; Alvarez, P. ; Bolaños, R.; Garrido, J.; León, M.; Miró Quesada, O.; Paz, M. & Tarazona, A. (1995) - *Síntesis estratigráfica del Cretáceo y Paleógeno de la Cuenca Oriental del Perú*. En: Informe final del Convenio Petroperú-ORSTOM. Lima: ORSTOM; Petroperú, p. 3-55. https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010044621

Jaimes, F.; Weimin, G.; Cueva, E. & Patiño C. (2018) - Nuevas interpretaciones en el emplazamiento de los volcánicos de la formación Oyotún y su relación con la metalogenia. En: Congreso Peruano de Geología, 19, Lima, 2018. *Resúmenes*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 4 p.

Jenks, W.F. (1951) - Triassic to Tertiary stratigraphy near Cerro de Pasco, Peru. *Geological Society of America Bulletin*, 62(2): 203-220. https://doi.org/10.1130/0016-7606(1951)62[202:TTTSNC]2.0.CO;2

Kehrer, P.; Guevara H.; Kuckelkorn, K.; Gutierrez, M.; Langner, E.; Olchauski, E.; Reategui, O.; Soto, F.; Valdivia, H. & Vilchez, H. (1980) - *Evaluación potencial petrolífero cuenca Marañón*. Lima: Petroperú; Busdesanstalt fuer Geowissenschaften und Rohstoffe, 165 p. INV-066-80.

Koch, E. & Blissenbach, E. (1962) - Las Capas Rojas del Cretáceo superior - Terciario en la región del curso medio del río Ucayali, Oriente del Perú. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (39):7-141.

Kummel, B. (1946) - *Petroleum geology of the Santa Clara region, report on geological field studies*. Lima: Departamento de Petróleo, Campo Santa Clara, 163 p.

Kummel, B. (1948) - Geological reconnaissance of the Contamana Region, Peru. *Geological Society of America Bulletin*, 59(12): 1217-1266. https://doi.org/10.1130/0016-7606(1948)59[1217:GROTCR]2.0.CO;2

León, W. (2012) - *Field Geology Into Amazonia (Subandean and Huallaga Fold and Thrust Belt)*. Repsol, 69 p.

León, W. & Reynante, S. (2008) - Las facies pérmicas en la faja plegada del lote 57 (montañas del SIRA - cuenca Ucayali Sur). En: Seminario Internacional de Exploración y Explotación de Petróleo y Gas, 6, Lima, 2008. *INGEPET 2008: trabajos técnicos. Lima: Perupetro*, 13 p.

Lipa, V.; Larico, W. & Cuyubamba, V. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Puerto Oriente, Ana María y Río Tapiche. Hojas: 15-n, 15-ñ y 15-o. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 101, 151 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/59

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 Ingeniero Geólogo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 208 p.

Martínez, W.; Valdivia, E. & Cuyubamba, V. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Aucayacu, Río Santa Ana y Tingo María. Hojas: 18-k, 18-l y 19-k. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 112, 204 p., 3 mapas. https://hdl.handle.net/20.500.12544/71

Martínez, W.; Valdivia, E. & Sánchez, J. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Nuevo Edén y Puerto Bolívar. Hojas: 17-l y 17-m. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 93, 253 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/50

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. https://doi.org/10.1130/GSAB-35-591

Mégard, F. (1968) - Geología del cuadrángulo de Huancayo. *Servicio de Geología y Minería, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 18, 123 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/135

Monge R., León W. & Chacón N. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Chuchurras, Ulcumayon, Oxapamapa y La Merced. Hojas: 21-m, 22-i, 22-m, 23-m. INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 78, 183 p.

Moran, R. & Fyfe, D. (1933) - Geología de la región del Bajo Pachitea. *Boletín Oficial de Minas y Petróleo*, 12(41): 43-54.

Mourier, T.; Laj, C.; Mégard, F.; Roperch, P.; Mitouard, P. & Medrano, A.F. (1988) - An accreted continental terrane in northwestern Peru. *Earth and Planetary Science Letters*, 88(1-2) : 182-192. https://doi.org/10.1016/0012-821X(88)90056-8

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

Newell, N.D.; Chronic, J. & Roberts, T.G. (1953) - *Upper Paleozoic of Peru*. New York: Geological Society of America, 276 p. GSA Memoirs, 58. https://doi.org/10.1130/MEM58

Palacios, O. (1994) - Geología de los cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada. Seca, Zorritos, Tumbes, Zarumilla. Hojas: 11-a, 11-b, 10-a, 10-b, 9-a, 9-b, 8-b, 8-c, y 7-c. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 54, 190 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/175

Pardo, A. & Sanz, V. (1979) - Estratigrafía el curso medio del río La Leche, departamento de Lambayeque. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (60): 251-266.

Proyecto de Asistencia para la Reglamentación del Sector Energético del Perú (2001a) – *Final report of the Huallaga Basin and adjacent area: the hydrocarbon potential of NE Peru, Huallaga, Santiago and Marañon basins study*, informe inédito. Lima: Parsep, 83 p. (Disponible en Perupetro).

Proyecto de Asistencia para la Reglamentación del Sector Energético del Perú (2001b) – *Final report of the Santiago Basin: the hydrocarbon potential of NE Peru, Huallaga, Santiago and Marañon basins study,* informe inédito. Lima: Parsep, v.1, 127 p. (Disponible en Perupetro).

Proyecto de Asistencia para la Reglamentación del Sector Energético del Perú (2002) – *Ucayali & Ene basins: technical report, as part of the hydrocarbon potential of the Southern Sub-Adean basins project Ucayali, Ene and Madre de Dios basins*, informe inédito. Lima: Parsep, 149 p. (Disponible en Perupetro).

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

Prueher, L.M.; Erlich, R. & Snee, L.W. (2005) - 40Ar/39Ar geochronology of hypabyssal igneous rocks in the Marañon Basin of Peru—A record of thermal history, structure, and alteration. *US Geological Survey Scientific Investigations Report*, .2005-5132, 41 p. https://pubs.usgs.gov/sir/2005/5132/

Quispesivana, L. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Puesto Llave y Río Comaina. Hojas: 9-f y 9-g. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 64, 120 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/186

Quispesivana, L.; Paz, M. & Zuloaga, A. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Río Santiago, Huijín, Río Huasaga, Ayambis, Bagazán y Limoncocha. Hojas: 7-h, 7-i, 7-j, 8-h, 8-i y 8-j. *INGEMMET, Boletín, Serie A; Carta Geológica Nacional*, 124, 159 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/84

Quispesivana, L. & Zárate, H. (1999) - Geología de los cuadrángulos de Río Naraime, Río Machinaza y Jiménez Banda. Hojas: 7-g, 8-f y 8-g. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 135, 136 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/96

Reyes, L. (2002) - *Estilo estructural del flanco oriental de las montañas del Sira.*Tesis Ingeniero Geólogo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 68 p. https://hdl.handle.net/20.500.12672/369

Rodríguez, A. & Chalco, A. (1975) - Cuenca Huallaga: reseña geológica y posibilidades petrolíferas. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (45): 187-212.

Rodríguez, R.; Giraldo, E.; Cueva, E.; Sánchez, E. & Cornejo, T. (2012) - Geología del cuadrángulo de Chachapoyas. Hoja 13-h. *INGEMMET, Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional,* escala 1:50,000, 147, 148 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/109

Romero, C.; Vallejo, C. & Cerón, G. (2017) - La Formación Hollín en la Cordillera del Cóndor: estudio de la transición fluvio-marina, en la transgresión del Albiano. Datos preliminaries, En: Cabero, A.; Zúñiga, M.A.; Le Pennec, J.-L..; Narvaez, D.; Hernández, M.J.; Nocquet, J.M. & Gomez, F.V., eds. *Memorias VIII Jornadas en Ciencias de la Tierra*. Quito: Escuela Politécnica Nacional, p. 157-161.

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, Aix en Provence, 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. http://dx.doi.org/10.5027/andgeoV22n2-a08

Rosenzweig, A. (1953) - Reconocimiento geológico en el curso medio del río Huallaga. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (26): 155-189.

S & Z Consultores Asociados (1997) - Geología de los cuadrángulos de Bajo Pichanaqui y Puerto Bermúdez. Hojas: 22-n y 21-n. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 85, 180 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/41

Sánchez, A. (1995) - Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar. Hojas: 12-g, 12-h, 13-g, 13-h, 13-i, 14-h y 15-h. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 56, 287 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/177

Sánchez, A.; Chira, J. & Valencia, M. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Tarapoto, Papa Playa, Utcurarca y Yanayacu. Hojas: 13-k, 13-1, 14-k y 14-l. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 94, 253 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/51

Sánchez, A.; Dávila, D. & De La Cruz, N. (1996) - Geología del Cuadrángulo de Jaén, hoja: 12-f. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 62, 110 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/184

Sánchez, J.; Alvarez, D.; Lagos, A. & Huamán, N. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Balsapuerto y Yurimaguas. Hojas: 12-j y 12-k. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 103, 204 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/61

Seminario, F. & Guizado, J. (1976) - Síntesis bioestratigráfica de la región de la Selva del Perú. En: Congreso Latinoamericano de Geología, 2, Caracas, 1973, *Memoria*. Caracas: Editorial Sucre, t. 2, p. 881-898.

Seminario, F.; Luquez, J. & Blanco, S. (2005) - Las rocas reservorio productivas del gran Camisea, Cuenca Ucayali, Perú. En: Seminario Internacional de Exploración y Explotación de Petróleo y Gas, 5, Lima, noviembre 2005. *INGEPET 2005: Trabajos Técnicos*. Lima: Perupetro, 15 p.

Singewald, J.T. (1927) - Pongo de Manseriche. *Geological Society of America Bulletin*, 38(3): 479-492. https://doi.org/10.1130/GSAB-38-479

Tafur, I. (1991) - Geomorfología de la cuenca septentrional del Alto Marañón: valles del Cenepa, Comaina y Santiago (Departamento de Amazonas). *Boletín de Lima*, (73): 75-96.

Tankard Enterprises (2002) - *Tectonic framework of basin evolution in Peru*. Perupetro, 47 p. (Disponible en Perupetro)

Tarazona, A. (1985) - Palinología de la Formación Cushabatay del Pongo de Tiraco-Oriente Peruano. En: *Primer Simposium Nacional del Carbón*. Lima: Universidad Nacional. de Ingeniería, Lima, 20 p.

Touzett, P. & Sanz, V. (1985) - *Presente y futuro de la exploración petrolera en las cuencas subandinas del Perú. Simposio Bolivariano "Exploración petrolera en las Cuencas Subandinas", Bogotá, agosto, 1985. Publicaciones*. Bogotá: Asociación Colombiana de Geólogos y Geofísicos del Petróleo, t.3, 93 p.

Tschopp, H.J. (1953) - Oil explorations in the Oriente of Ecuador. 1938-1950. *Bulletin American Association of Petroleum Geologists*, 37(10): 2303-2347.

Valdivia W.; Chacaltana C.; Chumpitaz M. & Peña D. (2012) - Cartografiado geológico del sector centro y sur de la Cuenca Santiago. En: Congreso Peruano de Geología, 16, Lima, 2012. *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 5 p.

Vara, M. (2003) - *Evaluación petrolífera de la Cuenca Santiago*. Tesis Ingeniero Geológo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 210 p. https://hdl.handle.net/20.500.12672/1260

Weaver, C.E. (1942) - A general summary of the Mesozoic of South America and Central América. En: American Scientific Congress, 8 Washington 1940. *Proceedings of the Eight American Scientific Congress. Volume IV: Geological Sciences*. Washington: Department of State, 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, Boletín, pt. II, fasc. 5, 15 p.

Wilson, J.J. (1984) - Geología de los cuadrángulos de Jayanca (13-d), Incahuasi (13-e), Cutervo (13-f), Chiclayo (14-d), Chongoyape (14-e), Chota (14-f), Celendín (14-g), Pacasmayo (15-d), Chepén (15-e). *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 38, 104 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/157

Wilson, J.J. & Reyes, L. (1964) - Geología del cuadrángulo de Pataz (Hoja 16-h). *Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín* 9, 91 p. https://hdl.handle.net/20.500.12544/169

Wine, G.; Arcuri, J.; Martínez, E.; Fernández, J.; Calderón, Y. & Galdos, C. (2002) - *Marañon basin technical report. The hydrocarbon potential of NE Peru, Huallaga, Santiago and Marañon basins study*. Lima: PARSEP, 166 p. (Informe Perupetro).

Winter, L.S (2008) - *The genesis of 'gian" copper-zinc-gold-silver volcanogenic massive sulphide deposits at Tambogrande, Perú: age, tectonic setting, paleomorphology, lithogeochemistry and radiogenic isotopes*. PhD Thesis, University of British Columbia, Vancouver, 274 p.

Zamora, G.; Louterbach, M. & Arriola, P. (2019) - Chapter 12 - Structural controls along the Peruvian Subandes. En: Horton, B.K. & Folguera, A. *Andean Tectonics*. Amsterdam: Elsevier, p. 333-362. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816009-1.00015-0

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.

RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES

Mapas

Mapa 1 Mapa Geológico del cuadrángulo de Piura 11B1
Mapa 2 Mapa Geológico del cuadrángulo de Piura 11B2
Mapa 3 Mapa Geológico del cuadrángulo de Piura 11B3
Mapa 4 Mapa Geológico del cuadrángulo de Piura 11B4
Mapa 5 Mapa Geológico del cuadrángulo de Chullucanas 11C3
Mapa 6 Mapa Geológico del cuadrángulo de Chullucanas 11C4
Mapa 7 Mapa Geológico del cuadrángulo de La Redonda 12C1
Mapa 8 Mapa Geológico del cuadrángulo de La Redonda 12C2
Mapa 9 Mapa Geológico del cuadrángulo de La Redonda 12C3
Mapa 10 Mapa Geológico del cuadrángulo de La Redonda 12C4
Mapa 11 Mapa Geológico del cuadrángulo de Las Salinas 13C1
Mapa 12 Mapa Geológico del cuadrángulo de Las Salinas 13C2
Mapa 13 Mapa Geológico del cuadrángulo de Las Salinas 13C3
Mapa 14 Mapa Geológico del cuadrángulo de Las Salinas 13C4
Mapa 15 Mapa Geológico del cuadrángulo de Morrope 14C1
Mapa 16 Mapa Geológico del cuadrángulo de Morrope 14C2
Mapa 17 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Naramire 07G1
Mapa 18 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Naramire 07G2
Mapa 19 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Naramire 07G3
Mapa 20 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Santiago 07H1
Mapa 21 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Santiago 07H2
Mapa 22 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Santiago 07H3
Mapa 23 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Santiago 07H4
Mapa 24 Mapa Geológico del cuadrángulo de Giménez Banda 08G1
Mapa 25 Mapa Geológico del cuadrángulo de Giménez Banda 08G2
Mapa 26 Mapa Geológico del cuadrángulo de Giménez Banda 08G3
Mapa 27 Mapa Geológico del cuadrángulo de Giménez Banda 08G4
Mapa 28 Mapa Geológico del cuadrángulo de Ayambis 08H1
Mapa 29 Mapa Geológico del cuadrángulo de Ayambis 08H3
Mapa 30 Mapa Geológico del cuadrángulo de Ayambis 08H4

Mapa 31 Mapa Geológico del cuadrángulo de Ayambis 09F1
Mapa 32 Mapa Geológico del cuadrángulo de Ayambis 09F2
Mapa 33 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Comaina 09G1
Mapa 34 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Comaina 09G4
Mapa 35 Mapa Geológico del cuadrángulo de Teniente Plingo 09H4
Mapa 36 Mapa Geológico del cuadrángulo de Santa María 10H2
Mapa 37 Mapa Geológico del cuadrángulo de Uracusa 10G4
Mapa 38 Mapa Geológico del cuadrángulo de San Ignacio 11F1
Mapa 39 Mapa Geológico del cuadrángulo de Cachiyacu 11H1
Mapa 40 Mapa Geológico del cuadrángulo de Cachiyacu 11H2
Mapa 41 Mapa Geológico del cuadrángulo de Cachiyacu 11H3
Mapa 42 Mapa Geológico del cuadrángulo de Cachiyacu 11H4
Mapa 43 Mapa Geológico del cuadrángulo de Cahuapanas 11I1
Mapa 44 Mapa Geológico del cuadrángulo de Cahuapanas 11I2
Mapa 45 Mapa Geológico del cuadrángulo de Cahuapanas 11I3
Mapa 46 Mapa Geológico del cuadrángulo de Cahuapanas 11I4
Mapa 47 Mapa Geológico del cuadrángulo de Barranquita 11J3
Mapa 48 Mapa Geológico del cuadrángulo de Nueva Cajamarca 12I1
Mapa 49 Mapa Geológico del cuadrángulo de Nueva Cajamarca 12I2
Mapa 50 Mapa Geológico del cuadrángulo de Balsapuerto 12J1
Mapa 51 Mapa Geológico del cuadrángulo de Balsapuerto 12J2
Mapa 52 Mapa Geológico del cuadrángulo de Balsapuerto 12J3
Mapa 53 Mapa Geológico del cuadrángulo de Balsapuerto 12J4
Mapa 54 Mapa Geológico del cuadrángulo de Tabaloso 14Ñ2
Mapa 55 Mapa Geológico del cuadrángulo de Quebrada Capanahua 14O3
Mapa 56 Mapa Geológico del cuadrángulo de Puerto Oriente 15N1
Mapa 57 Mapa Geológico del cuadrángulo de Puerto Oriente 15N2
Mapa 58 Mapa Geológico del cuadrángulo de Puerto Oriente 15N3
Mapa 59 Mapa Geológico del cuadrángulo de Puerto Oriente 15N4
Mapa 60 Mapa Geológico del cuadrángulo de Ana María 15Ñ3
Mapa 61 Mapa Geológico del cuadrángulo de Ana María 15Ñ4
Mapa 62 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Tapiche 15O2
Mapa 63 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Tapiche 15O3
Mapa 64 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Tapiche 15O4
Mapa 65 Mapa Geológico del cuadrángulo de Nuevo Edén 17L2
Mapa 66 Mapa Geológico del cuadrángulo de Nuevo Edén 17L3
Mapa 67 Mapa Geológico del cuadrángulo de Nuevo Edén 17L4
Mapa 68 Mapa Geológico del cuadrángulo de Santa Ana 18L1

Mapa 69	Mapa Geológico del cuadrángulo de Santa Ana 18L2
Mapa 70	Mapa Geológico del cuadrángulo de Santa Ana 18L3
Mapa 71	Mapa Geológico del cuadrángulo de Santa Ana 18L4
Mapa 72	Mapa Geológico del cuadrángulo de Santa Rosa 18N2
Mapa 73	Mapa Geológico del cuadrángulo de Puerto Inca 19N1
Mapa 74	Mapa Geológico del cuadrángulo de Puerto Inca 19N2
Mapa 75	Mapa Geológico del cuadrángulo de Puerto Inca 19N3
Mapa 76	Mapa Geológico del cuadrángulo de Puerto Inca 19N4
Mapa 77	Mapa Geológico del cuadrángulo de Yuyapuchis 20N1
Mapa 78	Mapa Geológico del cuadrángulo de Yuyapuchis 20N2
Mapa 79	Mapa Geológico del cuadrángulo de Yuyapuchis 20N3
Mapa 80	Mapa Geológico del cuadrángulo de Yuyapuchis 20N4
Mapa 81	Mapa Geológico del cuadrángulo de Sempaya 20Ñ2
Mapa 82	Mapa Geológico del cuadrángulo de Sempaya 20Ñ3
Mapa 83	Mapa Geológico del cuadrángulo de Sempaya 20Ñ4
Mapa 84	Mapa Geológico del cuadrángulo de Tarapoto 13K2
Mapa 85	Mapa Geológico del cuadrángulo de Papa Playa 13L3
Mapa 86	Mapa Geológico del cuadrángulo de Saposoa 14J1
Mapa 87	Mapa Geológico del cuadrángulo de Saposoa 14J2
Mapa 88	Mapa Geológico del cuadrángulo de Saposoa 14J3
Mapa 89	Mapa Geológico del cuadrángulo de Saposoa 14J4
Mapa 90	Mapa Geológico del cuadrángulo de Utcurarca 14k1
Mapa 91	Mapa Geológico del cuadrángulo de Utcurarca 14k2
Mapa 92	Mapa Geológico del cuadrángulo de Yanayacu 14L1
Mapa 93	Mapa Geológico del cuadrángulo de Yanayacu 14L2
Mapa 94	Mapa Geológico del cuadrángulo de Yanayacu 14L3
Mapa 95	Mapa Geológico del cuadrángulo de Yanayacu 14L4
Mapa 96	Mapa Geológico del cuadrángulo de Orellana 14M2
Mapa 97	Mapa Geológico del cuadrángulo de Orellana 14M3
Mapa 98	Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Jelache 15I1
Mapa 99	Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Jelache 15I2
Mapa 100	Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Jelache 15I3
Mapa 101	Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Jelache 15I4
Mapa 102	Mapa Geológico del cuadrángulo de Juanjui 15J3
Mapa 103	Mapa Geológico del cuadrángulo de Juanjui 15J4
Mapa 104	Mapa Geológico del cuadrángulo de San José de Siza 15K1
Mapa 105	Mapa Geológico del cuadrángulo de San José de Siza 15K2
Mapa 106	Mapa Geológico del cuadrángulo de San José de Siza 15K3

Mapa 107 Mapa Geológico del cuadrángulo de San José de Siza 15K4
Mapa 108 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Cushbatay 15L1
Mapa 109 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Cushbatay 15L2
Mapa 110 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Cushbatay 15L3
Mapa 111 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Cushbatay 15L4
Mapa 112 Mapa Geológico del cuadrángulo de Contamana 15M1
Mapa 113 Mapa Geológico del cuadrángulo de Contamana 15M4
Mapa 114 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Biabo 16k1
Mapa 115 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Biabo 16k2
Mapa 116 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Biabo 16k3
Mapa 117 Mapa Geológico del cuadrángulo de Río Biabo 16k4
Mapa 118 Mapa Geológico del cuadrángulo de Manco Capac 16L1
Mapa 119 Mapa Geológico del cuadrángulo de Manco Capac 16L3
Mapa 120 Mapa Geológico del cuadrángulo de Manco Capac 16L4

Figuras

Figura 1.1 Ubicación de las 120 hojas actualizadas a escala 1:50 000
Figura 1.2 Mapa de ubicación de las 22 hojas actualizadas del bloque Santiago
Figura 1.3 Mapa de ubicación de las 52 hojas actualizadas del bloque Huallaga
Figura 1.4 Mapa de ubicación de las 30 hojas actualizadas del bloque Pachitea/Ucayali
Figura 1.5 Mapa de ubicación de las 16 hojas actualizadas del bloque Sechura
Figura 1.6 Representación de la información recibida de Perupetro en hojas Excel
Figura 1.7 Campo de atributos para organizar los POG en formato GDB
Figura 1.8 Ejempo de tabla de atributos de POG en formato GDB
Figura 1.9 Ubicación de los 1687 puntos de observación geológica (POG) que contienen las hojas del bloque Santiago
Figura 1.10 Ubicación de los 3471 puntos de observación geológica (POG) que contienen las hojas del bloque Huallaga.
Figura 1.11 Ubicación de los 2941 puntos de observación geológica (POG) que contienen las hojas del bloque Pachitea/ Ucayali.
Figura 1.12 Ubicación de los 6 puntos de observación geológica (POG) de las hojas de bloque Sechura
Figura 1.13 Datos de rumbos y buzamientos exportados a los trayectos geológicos (cuadrante Ayambis- 8h3)
Figura 1.14 Mapa geológico actualizado (cuadrante Utcurarca- 14k1) integrando los POG de la Geodatabase (GDB)
Figura 2.1 Nomenclatura estratigráfica de la cuenca Santiago
Figura 2.2 Mapa de distribución de los afloramientos de las rocas triásica – jurásicas en el bloque Santiago
Figura 2.3 Mapa de distribución de los afloramientos de las rocas cretácicas en el bloque Santiago
Figura 2.4 Mapa de distribución de los afloramientos de las rocas cenozoicas en el bloque Santiago
Figura 2.5 Columna estratigráfica de la cuenca sedimentaria Huallaga (Modificado de León, 2012)
Figura 2.6 Mapa de distribución de las rocas metamórficas proterozoicas en el bloque Huallaga.
Figura 2.7 Mapa de distribución de los afloramientos de la Formación Lavasen y Grupo Mitu en el bloque Huallaga.

Figura 2.8 Mapa de distribución de los afloramientos del Grupo Pucará y Formación Sarayaquillo en el bloque Huallaga (norte)

Figura 2.9 Mapa de distribución de los afloramientos del Grupo Pucará y Formación Sarayaquillo en el bloque Huallaga (sur)

Figura 2.10 Estratigrafía del Grupo Pucará de la sección del río Utubamba (Prinz, 1985).

Figura 2.11 Mapa de distribución de las rocas cretácicas en el bloque Huallaga (norte)

Figura 2.12 Mapa de distribución de las rocas cretácicas en el bloque Huallaga (sur)

Figura 2.13 Mapa de distribución de las rocas cenozoicas en el bloque Huallaga (norte)

Figura 2.14 Mapa de distribución de las rocas cenozoicas en el bloque Huallaga (sur)

Figura 2.15 Columna estratigráfica del bloque Pachitea/Ucayali (Modificado de Iribarne et al., 2018)

Figura 2.16 Mapa de distribución de los afloramientos de la Formación Contaya (Ordovícico) en el cuadrángulo de Puerto Oriente (15n)

Figura 2.17 Mapa de distribución de las rocas paleozoicas en el bloque Pachitea/Ucayali.

Figura 2.18 Mapa de distribución de los afloramientos de la Formación Mainique en el bloque Pachitea/Ucayali.

Figura 2.19 Mapa de distribución de las rocas triásica – jurásicas del bloque Pachitea/Ucayali

Figura 2.20 Mapa de distribución de las rocas cretácicas del bloque Pachitea/Ucayali (cuadrángulos de Río Santa Ana y Nuevo Edén)

Figura 2.21 Mapa de distribución de las rocas cretácicas del bloque Pachitea/Ucayali (cuadrángulos de Puerto Oriente, Ana María, quebrada Capanahua y Río Tapiche)

Figura 2.22 Mapa de distribución de las rocas cretácicas del bloque Pachitea/Ucayali (cuadrángulos de Yuyapichis y Puerto Inca)

Figura 2.23 Mapa de distribución de las rocas cenozoicas del bloque Pachitea/Ucayali (cuadrángulos de Yuyapichis, Puerto Inca y Sempaya)

Figura 2.24 Mapa de distribución de las rocas cenozoicas (cuadrángulos de Puerto Oriente, Ana María, quebrada Capanahua y Río Tapiche).

Figura 2.25 Mapa de distribución de las rocas cenozoicas del bloque Pachitea/Ucayali (cuadrángulos de Río Santa Ana y Nuevo Edén)

Figura 2.26 Esquema estratigráfico y sedimentario de las capas rojas del Cretáceo superior y Paleógeno en la zona de Contamana, según Koch y Blissenbach (1962).

Figura 2.27 Diagrama que muestra algunas muestras de la Formación Misahualli con una tendencia MORB-OIB más dominante (izquierda). (Aleman et al., 2018)

Figura 2.28 Diagrama Y vs Nb / Th para ilustrar la naturaleza dominante NON ARC de la Formación Misahualli; las tres muestras de la parte superior del gráfico tienen valores más altos de Nb / Th (derecha). (Aleman et al. 2018)

Figura 2.29 Nomenclatura, estratigrafía y biozonas para el Cretácico - Cenozoico del oriente peruano, por Seminario y Guizado (1976), Robertson Research (1981) y Müller y Aliaga (1981) con Gutiérrez (1982). En Jaillard (1995) (Convenio ORSTOM-Petroperú)

Figura 2.30 Mapa de distribución de las plutónicas en el bloque Santiago (Batolito de la Cordillera del Cóndor)

Figura 2.31 Detalle de la cartografía geológica de las rocas ígneas de Balsapuerto que intruyen rocas cretácicas y neógenas.

Figura 2.32 Sección geológica estructural esquemática de la faja plegada del Santiago; sobreescurrimientos con zonas triangulares y pliegues frontales. (Tomado de Aleman & Marksteiner, 1993)

Figura 2.33 Sección geológica estructural esquemática de la faja plegada del Huallaga con estructuras cobijadas y salinas (Aleman, inédito)

Figura 2.34 Cartografía geológica del cambio de vergencia de las fallas inversas al NE de Balsapuerto. La línea amarilla intermitente representa la ubicación de la sección sísmica 2D.

Figura 2.35 Interpretación estructural de la zona triangular de Cahuapanas (Aleman, inédito)

Figura 2.36 Interpretación geológica de la estructura de Cahuapanas como un alto de basamento (Zamora et al., 2019)

Figura 2.37 Perfil sísmico tomado de Parsep (2002), que se extiende desde la cuenca del Huallaga (izquierda) hasta la cuenca Ucayali (derecha) mostrando la interpretación del hemigraben invertido de Cushabatay que tiene una tectónica heredada desde el Pérmico tardío y el Triásico temprano.

Figura 2.38 Sección transversal desde la subcuenca Pachitea hasta la cuenca Ucayali (Tomado de Zamora et al., 2019)

Figura 2.39 Detalle de la geología de superficie integrada del domo Agua Caliente que expone en su núcleo areniscas cretácicas de la formación del mismo nombre. Leyenda: Ki-c (Formación Agua Caliente). Ks-ch (Formación Chonta), Ks-v (Formación Vivian), P-y (Formación Yahuarango), PN-ch (Formación Chambira).

Figura 2.40 Sección estructural que atraviesa el núcleo del domo Agua Caliente truncada contra una falla inversa.

Figura 2.41 Línea sísmica compuesta a través del pozo Agua Caliente 31D-1X que ilustra la perforación en el flanco oeste de la estructura. (Tomada de Parsep, 2002)

Figura 2.42 Detalle de la geología de superficie integrada del anticlinal de Contaya que expone en su núcleo rocas ordovìcicas. Leyenda: Om-c (Formación Contaya), KI-cu (Formación Cushabatay), Ki-r (Formación Raya) Ki-ac (Formación Agua Caliente). Ks-ch (Formación Chonta), Ks-v (Formación Vivian), P-y (Formación Yahuarango), PN-ch (Formación Chambira).

Figura 2.43 Sección estructural que atraviesa el núcleo del anticlinal de Contaya con buzamientos subhorizontales

Figura 2.44 Detalle de la geología de superficie integrada del anticlinal de Jaquirana que expone dos núcleos de areniscas cretácicas del Grupo Oriente desvinculados por una falla de rumbo. Leyenda: Ki-o (Grupo Oriente), Ks-ch (Formación Chonta), Ks-v (Formación Vivian), P-y (Formación Yahuarango), PN-ch (Formación Chambira), Nmp-i (Formación Ipururo).

Figura 2.45 Sección estructural que atraviesa el núcleo del anticlinal de Jaquirana truncada contra una falla inversa.

Figura 2.46 Detalle de la geología de superficie integrada del anticlinal de Ponasillo que expone en su núcleo capas rojas de la Formación Chambira.

Figura 2.47 Interpretación de la línea sísmica 90MPH-2 a través del pozo Ponasillo 1X que ha perforado un anticlinal del tipo “caparazón de tortuga” (Aleman, inédito)

Figura 2.48 Detalle de la geología de superficie integrada del anticlinal de Saposoa que expone en su núcleo a las calizas del Grupo Pucará y las areniscas rojas de la Formación Sarayaquillo con altos buzamientos.

Figura 2.49 Detalle de la geología de superficie integrada del anticlinal de campanquiz que expone en su núcleo las areniscas cuarzosas del Grupo Oriente que cubren a las areniscas rojas de la Formación Sarayaquillo.

Figura 2.50 Domos de evaporitas en la Faja Plegada del Huallaga reconocidos en superficie

Figura 2.51 Pozos de hidrocarburos perforados en el bloque Santiago (izquierda)

Figura 2.52 Pozos de hidrocarburos perforados en el bloque Huallaga (derecha)

Figura 2.53 Pozos de hidrocarburos perforados en el bloque Pachitea/Ucayali

Figura 2.54 Mapa geológico de los depósitos de Zn-Pb del distrito de Bongará que incluye el yacimiento de Cañón Florida (Tomado de Oliveira, 2019)

INGEMMET

Av. Canadá 1470 - San Borja, Lima 41, Perú
Teléfono: 051 - 1- 618 9800
Fax: 051-1-225-3063 I 051-1-225-4540
www.gob.pe/ingemmet
comunicacion@ingemmet.gob.pe