

Análisis estructural y estratigráfico de la subcuenca Pachitea, zona noroccidental de la cuenca Ucayali - Perú

Structural analysis and stratigraphic Pachitea sub-basin, northwest of the Ucayali basin - Peru

Christian Hurtado¹, Patrice Baby^{2,4}, Javier Jacay¹, Ysabel Calderón⁴, Rolando Bolaños⁴, Hugo Pelliza³, Carlos Monges³

RECIBIDO: 12/05/2015 - APROBADO: 05/06/2015

RESUMEN

La cuenca del Ucayali está considerada una de las cuencas peruanas de antepaís con más altas posibilidades de hidrocarburos. Específicamente, la subcuenca Pachitea se encuentra en la parte noroeste, actualmente poco explorada. Su secuencia estratigráfica actualmente presenta una estratificación o superposición de secuencia sedimentaria precretácica, con una variación entre las zonas norte y sur de la cuenca Ucayali. Con el aporte de la nueva información sísmica, se ha podido reconocer incongruencias en los modelos estratigráficos actuales y también evidencias que ameritan la elaboración de un nuevo modelo estratigráfico y tectónico. Los resultados muestran: 1) una mejor correlación estratigráfica de las unidades precretácicas en las partes norte y sur de la cuenca Ucayali; 2) el papel principal de dos niveles de evaporitas que controlan la deformación; 3) la presencia de un sistema petrolero paleozoico que se desarrolla hacia la zona norte de la cuenca del Ucayali; 4) la preservación de las estructuras creadas por una compresión tectónica preandina; 5) un posible potencial de estas estructuras preandinas como nuevos objetivos de exploración.

Palabras clave: Antepaís, secuencia estratigráfica, correlación estratigráfica, evaporitas, sistema petrolero, tectónica preandina.

ABSTRACT

The Ucayali basin is currently considered one of the highest hydrocarbons potential foreland peruvian basins. In its dimensions, the sub-basin Pachitea is located at the North-West part, actually shallow explored. Its currently stratigraphic sequence presents a layering or overlapping of pre-cretaceous sedimentary sequence with a variation between the northern and southern zones of Ucayali basin. With input of new seismic information, it could have been possible recognize some inconsistencies in presents stratigraphic models and likewise got evidences to make new stratigraphic and tectonic models. The results shown: 1) An improved stratigraphic correlation of pre-cretaceous units in northern and southern parts of Ucayali basin; 2) The leading role of two evaporites levels that controls the deformation; 3) The presence of a possible Paleozoic petroleum system that develop to the northern area of Ucayali basin; 4) The preservation of structures created by a pre-Andean tectonic compression; 5) A possible potential of this pre-Andean structures as new exploration objectives.

Keywords: Foreland, stratigraphic sequence, stratigraphic correlation, evaporites, petroleum system, pre-andean tectonic.

1 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Venezuela Cda. 34 s/n Lima Cercado, Lima-Perú. E-mail: christian.hurtado.enriquez@gmail.com

2 Institute de Recherche pour le Développement (IRD) Calle 17455, Urbanización Corpac, San Isidro, Lima-Perú.

3 Gran Tierra Energy Perú, Calle Andrés Reyes 437, San Isidro, Lima-Perú.

4 PERUPETRO S.A., Calle Luis Aldana 380 San Borja, Lima-Perú.

I. INTRODUCCIÓN

La cuenca Ucayali Norte se encuentra entre los 09° y 11° de latitud sur y los 74° y 76° de longitud oeste, abarcando a la subcuenca Pachitea, en los departamentos de Pasco, Huánuco y Ucayali. El área de estudio presenta una dimensión de 250 km², localizada entre el frente de montañas de la cordillera oriental y el subandino amazónico del centro del Perú.

La cuenca Ucayali se divide en dos subcuencas, al oeste la subcuenca Pachitea y al este la subcuenca Ucayali Sur (Figura N° 1). Esta división ha sido dada como resultado del emplazamiento del Alto del Shira. La subcuenca Pachitea como tema de estudio forma parte del conjunto de cuencas subandinas del antepaís amazónico. Estas cuencas son reagrupadas en función de sus características estructurales y/o sedimentarias, las cuales propiamente se desarrollan desde la zona de wedge-top hacia la parte este del antepaís. En este contexto, la subcuenca Pachitea, como parte de una cuenca mayor, presenta límites establecidos. Hacia el oeste limita con la cordillera oriental y hacia el este con el Alto del Shira, hacia el norte la cuenca se une con la cuenca Ucayali y tiene como límite norte las montañas de Cushabatay (Arco de Contaya). Su prolongación SE viene a corresponder a la cuenca Ene (Figura N° 1).

I.1 Contexto geológico

Los rasgos morfológicos más importantes que limitan la cuenca Ucayali Norte corresponden a los cerros Cushabatay y el Arco de Contaya (Figura N° 1). Estos altos estructurales separan a la cuenca Ucayali con la cuenca Marañón, y son interpretados como la inversión de antiguas fallas normales permo-triásicas y paleozoicas que se inician durante el Cretácico superior (Hermoza, PERUPETRO 2005). Hacia la zona central, se desarrollan las montañas de Shira de orientación estructural N-S. Se extienden hacia el sur hasta la cordillera de Vilcabamba y al norte hasta la confluencia de los ríos Ucayali y Pachitea. En las montañas del Shira, afloran sedimentos paleozoicos y cretácicos. La estructuración del Shira se inicia a partir del Paleozoico superior (Gil, 2002; Espurt et al., 2008). Al oeste, la faja plegada y corrida del subandino (FPCS) corresponde a la prolongación del "trend" estructural de la cuenca Huallaga (Hermoza, PERUPETRO 2005). La cordillera oriental es otro rasgo presente caracterizado por ser una cadena montañosa generada por la tectónica andina. Parte de su litología la conforman unidades que van de edades precambrianas a jurásicas (Newell, 1953). Los estudios realizados por Sempere (2004) y Rosas (2007) determinan que el estilo estructural está ligado principalmente a la inversión de bloques de rift, producto de la tectónica andina.

La cuenca Ucayali Norte y subcuenca Pachitea presentan una serie sedimentaria que comprende rocas que van desde el pre-Cámbrico hasta el Cuaternario (Figura N° 2). Estas rocas han sido reconocidas, interpretadas y documentadas en afloramientos, así como en subsuelo, a través de sísmica y pozos. Para el Ordovícico, los únicos afloramientos conocidos están situados a nivel del Arco de Contaya. En el subsuelo, el Ordovícico (Fm. Contaya) ha sido perforado

por el pozo Agua Caliente 1X. Es conformado por lutitas gris oscuro intercaladas con areniscas blancas y grises, compactas y de pobre porosidad. El Silúrico no es reconocido en subsuelo en esta parte de la cuenca. Niveles de argilitas muy carbonosas y cuarcitas grises del Devónico llamadas formación Cabanillas sobreyacen en discordancia a la formación Contaya. Esta unidad del Devónico se aprecia en los flancos de las montañas del Shira, donde fueron reportados en el río Nevati, (flanco oeste de las montañas del Shira) por Montoya & Berrospi (1990), y en el pozo Agua Caliente 1X (Parsep, 2002).

La serie sedimentaria del Carbonífero comprende a los grupos Ambo (Missisipiano) y Tarma (Pensilvaniano). A nivel de la subcuenca Pachitea, en el río Nevati (flanco occidental del Shira), se describen intercalaciones de argilitas negras a grises con areniscas y silts carbonosos de edad tournaisiana que corresponden al grupo Ambo (Montoya & Berrospi, 1990). Sobreyaciendo a estas capas, se encuentra 178 m de areniscas verdes de grano fino a medio, cuya matriz de argilitas es rica en cloritas, y que corresponden al grupo Tarma (Petroliera, 2009).

El Pérmico corresponde a las series sedimentarias del Copacabana, que afloran en los contrafuertes del Shira (Boletín 88 - Ingemmet, 1997). En el río Nevati (flanco occidental del Shira), el grupo Copacabana comprende calizas en la base, seguidas de lutitas grises a negras y calizas micriticas, y finaliza con calizas grises micriticas (Montoya y Berrospi, 1990). En el Lote 107, en la cordillera San Matías, Alleca (2007) interpreta a las rocas precretácicas aflorando como unidades permo-triásicas, las cuales documenta en su tesis como grupo Mitú y grupo Ene. Estas unidades antiguamente fueron reconocidas por Ingemmet (1997) y PanEnergy (1998-1999) como parte de la formación Sarayaquillo (Jurásico superior). Posteriormente, Petroliera (2009), a partir de levantamientos geológicos a lo largo de la cordillera de San Matías, diferencia tentativamente las formaciones Noi, Shinai y LowerNia (equivalente a la estratigrafía de Camisea), junto con el grupo Mitú. Toda esta serie se encuentra bajo la superficie de erosión de la base de la serie cretácica. Dentro del Mesozoico, la serie triásico-jurásica está conformada por la formación Sarayaquillo y el grupo Pucará, reportados en afloramientos y pozos por Cerropet (1969), PanEnergy (1998-1999) y Occidental (2002-2003) a nivel de la cordillera oriental y de la zona subandina. El Cretácico es representado por las formaciones Cushabatay, Raya, Agua Caliente, Chonta, Vivian y Cachiya-cu. Estas secuencias han sido registradas por la mayoría de pozos exploratorios en la cuenca Ucayali y Pachitea. En los pozos Oxapampa 7-1, Oxapampa 19-1, Oxapampa 17C-1, Chio 1-X, San Alejandro 1-X y Agua Caliente 31-D, se preserva esta secuencia cretácica (Parsep, 2002). Hacia el este, la secuencia cretácica aflora en el flanco occidental del San Matías. En la sísmica, sigue hasta los contrafuertes occidentales del Shira.

En la cuenca Ucayali, el Paleógeno se encuentra constituido por la formación Huchpayacu, la formación Casa Blanca y la formación Yahuarango (Lower Red Beds). Los trabajos de campo muestran que en áreas donde no se registra la formación Casa Blanca es muy difícil diferenciar los sedimentos rojos cretáceos de las secuencias paleógenas. Hacia el Eoceno, los sedimentos corresponden

a secuencias controladas directamente por la migración del frente orogénico y la geometría de la cuenca de antepaís. El Eoceno-Neógeno está constituido por las formaciones Pozo, Chambira, Ipururo y Ucayali, y puede sobrepasar los 3000 m de espesor.

El registro de la información que se tiene actualmente representa campañas de geología de campo realizadas por diferentes compañías e instituciones, 900 kilómetros de sísmica 2D y 50 pozos perforados a lo largo de la cuenca Ucayali. Dentro del área a trabajar se han identificado los siguientes problemas:

- La incertidumbre correlativa de unidades precretácicas en la cuenca Ucayali debido a la escasa presencia de información bioestratigráfica de estas unidades;
- la falta de un modelo estructural regional basado en la construcción de secciones estructurales balanceadas;
- la falta de un modelo secuencial de la deformación del sistema de corrimientos;
- la falta de un buen estudio de “timing” de generación, migración y entrapamiento de hidrocarburos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Adquisición e integración de información de superficie

Esta información presenta dos componentes: el primero comprende las campañas de campo realizadas en la carretera Tingo María - Aguaytía, río Palcazú y carretera Puerto Bermúdez por el grupo de IRD-PETROLIFERA-PERUPETRO en el 2013-2014 (Figura N°4 y Figura N° 5), de las cuales se tomó un control de datos estratigráficos y estructurales; el segundo tipo de datos comprende la compilación de información de superficie levantadas por las campañas de Occidental (2002), PanEnergy (1998-1999), INGEMMET (1997), Petrolífera (2007-2010) e IRD (1996 y 2006). Toda esta información fue albergada e integrada en un proyecto GIS dentro de la base de datos (Figura N° 3).

2.2 Integración de secciones sísmicas y pozos

La información sísmica utilizada comprende las campañas de Petroperú (PGSI7476L31L35) junto con la nueva campaña de Petrolífera (PP10707), la cual fue adquirida en el año 2008-2009 (Figura N°3). Para unir estas dos campañas, se tuvo que realizar un “ajustamiento” usando como nivel de referencia la discordancia regional de la base cretácica. Posteriormente se generaron sismogramas sintéticos en los pozos Oxapampa 7-1X, Oxapampa 7-2X, Oxapampa 19-1X, San Alejandro 1-X y Chio 1-X para calibrar los reflectores.

Como parte de la interpretación sísmica, se procedió a la calibración de reflectores a partir de los pozos San Alejandro 1-X y Chio 1-X en la parte norte, y de los pozos Oxapampa 7-1X, Oxapampa 7-2X y Oxapampa 19-1X en la parte sur (Figura N° 6). Se utilizaron también datos de superficie para complementar esta calibración.

2.3 Mapeo geológico

Dentro de la elaboración del mapa geológico regional del proyecto, se realizó el control de calidad de los releva-

mientos geológicos realizados dentro del área. Para ello se realizó un control de los contactos entre unidades estratigráficas y datos estructurales, los cuales fueron mapeados a partir del control de campo y de imágenes del tipo Landsat, AlosPalsar, Aster GDEM 30m, junto con imágenes brindadas por el navegador de Google Earth y Google Maps.

2.4 Elaboración de una nueva propuesta de modelo litoestratigráfico

Basado en la interpretación sísmica, junto con las correlaciones de pozos y afloramientos se procedió (Figura N° 7) a realizar una nueva propuesta estratigráfica tomando como base las evidencias encontradas en el presente trabajo (Figura N° 8).

2.5 Construcción de secciones estructurales y balanceadas

Cuatro secciones estructurales han sido elaboradas con el software Midland Valley 2D Move a lo largo de la subcuenca Pachitea, integrando datos estructurales de afloramientos, pozos perforados y secciones sísmicas (Figura N° 2). Tres secciones fueron balanceadas a partir de secciones transversales en la subcuenca Pachitea (Figura N° 2). La técnica de secciones balanceadas permite “modelar estructuras a partir de una sección estructural deformada (deformación finita), la cual permite restaurar la sección a un estado inicial no deformado y simular su deformación” (Gil Rodríguez, 2002).

Las secciones fueron balanceadas y restauradas usando la base del algoritmo del flexural-slip, la cual permite que los estratos se mantengan paralelos al estrato template (base del Cretácico) y al área de la unidad desplegada. La sección transversal se restauró en la parte superior de los estratos cretácicos, suponiendo que eran horizontales en la deposición, y puestas en la cuenca de antepaís Ucayali.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Estratigrafía precretácica: discusión

Trabajos de PARSEP en el 2002 muestran que las unidades precretácicas de la cuenca Ucayali no son correlativas. Del SE hacia el NW, en este modelo generalmente admitido, desaparecen bruscamente las unidades pérmicas Ene, Noi y Shinai para pasar lateralmente a unidades triásicas y jurásicas (Grupo Pucara, formación Sarayaquillo). En la actualidad esta correlación no tiene sustento bioestratigráfico.

En la zona sur de la cuenca Ucayali (Camisea), PLUSPETROL (LCV-2002) reporta la presencia de hamiapollinites (polen marcador del Pérmico superior) en las formaciones Shinai y Ene. El mismo marcador bioestratigráfico fue reportado (Pluspetrol, 2012) en el estratotipo de la formación Ene del pongo de Paquitzapango (Leight Rejas, 1966) al sur de la cuenca Ene. Más al norte, dentro del área de trabajo, específicamente en el pozo San Alejandro 1-X, Benson - PanEnergy (1998) reporta la presencia de hamiapollinites en niveles de lutitas que estaban definidas equívocamente como parte del grupo Pucará. Estas evidencias abren la posibilidad de una prolongación de las unidades del Pérmico superior (Ene Noi, Shinai) hacia el norte y de una nueva propuesta del modelo estratigráfico de la cuenca Ucayali.

De la misma manera, los afloramientos precretácicos del Boquerón del Padre Abad fueron reportados por Occidental (2003) como unidades pertenecientes al grupo Pucara y a la formación Sarayaquillo sin sustento bioestratigráfico. Hacia la cordillera oriental, en Tingo María el grupo Pucara está bien datado por amonitas (Rosas et al., 2007) del Triásico superior-Jurásico inferior. La ausencia de estos fósiles en las calizas del Boquerón del Padre Abad deja también abierta la posibilidad de proponer otro modelo estratigráfico.

La propuesta estratigráfica de este trabajo se hizo en gran parte gracias a la nueva información sísmica de Petrolífera, donde se pudo amarrar y seguir ciertos reflectores de norte a sur. La sección sísmica compuesta de la Figura N° 6 está amarrada por los pozos Oxapampa 7-1 y 19-1X, Chio 1X y San Alejandro 1X. Muestra la prolongación hacia el sur, bajo el corrimiento de San Matías, del marcador Ene-Noi identificado por datación bioestratigráfica en el pozo San Alejandro X1. Bajo este marcador, se nota claramente la secuencia uniforme Tarma-Copacabana que descansa en discordancia sobre el Devónico. Sobre el Ene-Noi, aparece un nivel de evaporitas que corresponde al nivel de despegue del corrimiento de San Matías. En el bloque alto del corrimiento de San Matías, se desarrolla la secuencia Triásica y Jurásica -identificada por dataciones bioestratigráficas en el pozo Oxapampa 7-1X (CERROPET, 1961)- progresivamente erosionada hacia el noreste por la base del Cretácico. Un segundo nivel de evaporitas está puesto en evidencia en el pozo Oxapampa 7-1X en la verdadera Fm. Pucara. Este mismo dispositivo está puesto en evidencia en la sección compuesta de la Figura N° 6, donde se realizó un “flattening” en el tope de la Fm. Copacabana.

A partir de esas observaciones, se ha tratado de hacer correlaciones de secciones de campo (Figura N° 7) a base de la similitud en litología y facies de las diferentes unidades expuestas, puesto que no se logró obtener todavía dataciones en los afloramientos de la parte norte de la cuenca Ucayali. Para esta nueva propuesta, se tomó la nomenclatura estratigráfica ya conocida en Camisea (Pluspetrol, 2002).

3.2 Deformación precretácica: discusión

3.2.1 Rift Permo-Triásico

Dentro de la correlación de unidades precretácicas, es posible observar en la sección G35-601 (Figura N° 8) la inversión del rift Permo-Triásico. Según el nuevo modelo estratigráfico que hemos presentado anteriormente, el rift empieza con las evaporitas y las lutitas de la formación Shinai. Después, se desarrolló durante gran parte del Triásico creando espacio para los depósitos proximales del grupo Mitú (abánicos aluviales) o los depósitos más distales de la formación Nia inferior (eólico, fluvial) en esta parte de la cuenca (ver cuadro de la Figura N° 9).

3.2.2 Orogenia Juruá

Dentro del análisis estructural cabe resaltar ciertas estructuras que muestra la nueva sísmica de Petrolífera. Hacia la zona norte del área de estudio, fue posible reconocer la presencia de una zona triangular formada por un dúplex (Figura N° 10) que repite niveles paleozoicos y que deforma lo que se interpreta como formación Sarayaqui-

llo. Esta deformación no afecta el Cretácico superior, por el contrario, se preserva por debajo de su base erosiva. Si se confirma que esta deformación altera la formación Sarayaquillo, se la podría considerar como deformación producto de la orogenia Juruá descrita en las cuencas de Solimoes y Acre de Brasil (Caputo, 2014), ya descrita en Perú (Bump et al., 2008). Está también ilustrada por las secciones B-B' (Figura N° 11), C-C' (Figura N° 12) y D-D' (Figura N° 13).

Esta nueva propuesta está ilustrada también por el último diagrama litoestratigráfico propuesto en el marco del convenio IRD-PERUPETRO (Figura N° 9).

3.3 Secciones balanceadas

3.3.1 Sección A-A' (Oxapampa-San Matías-Shira)

Para la sección A-A', se utilizaron los datos de campo de Occidental (2003), Petrolífera (2008) e INGEMMET (Cuadrángulo “20-n” Río Palcazu, 1997) integrados junto con la nueva data de campo adquirida por IRD (2014) y la información proveniente de la sección sísmica PP10707-30 (Petrolífera) y el pozo Oxapampa 7-1 X (Figura N° 2 y Figura N° 10). La zona oriental de esta sección está conformada por las montañas del Shira, que representa un bloque de basamento levantado por una tectónica “thick-skinned”, que se discutirá más adelante.

El frente de corrimiento de San Matías constituye un frente de deformación de tipo “thin-skinned” con despegue basal que se propaga a la base de la Fm. Shinai o en las evaporitas subyacentes del Pérmico terminal. El corrimiento de San Matías es de gran amplitud y transporta pasivamente las series triásicas y jurásicas deformadas por el diapiro de Oxapampa. El bloque bajo del corrimiento de San Matías está afectado por fallas inversas de basamento que corresponden a la inversión de fallas normales del rift del Pérmico terminal-Jurásico inferior. El inicio del rift está marcado por el depósito de las evaporitas pérmicas subyacentes a la Fm. Shinai. Su geometría está ilustrada por la reconstitución palinspástica de la sección balanceada (Figura N° 6). La sección balanceada muestra un acortamiento total de 10 km concentrado esencialmente sobre el corrimiento de San Matías.

Por debajo de la serranía de San Matías, existe aparentemente una inversión con estructura positiva.

3.3.2 Sección B-B' (Codo de Pozuzo - Shira)

Para la sección centro B-B', se utilizaron los datos de campo de Occidental (2003) y la sección sísmica PP10707-22. El dispositivo estructural es comparable al de la sección A-A' (Figura N° 2 y Figura N° 11), pero con menos acortamiento. El corrimiento frontal de San Matías se amortigua y constituye un pliegue por propagación de falla. Un poco más al oeste, la sísmica muestra un corrimiento erosionado y sellado por la base del Cretácico. Esta deformación compresiva corresponde a la deformación Juruá (ver diagrama figura N° 9) descrita en Brasil (Caputo, 2014). En el borde occidental, emerge el corrimiento del codo de Pozuzo que corresponde al nuevo frente subandino. Se conecta sobre el mismo despegue basal formado por las evaporitas pérmicas. En el bloque bajo, se puede apreciar una importante antiforma resultando de la inversión de fallas del rift Permo-Triásico.

3.3.3 Sección C-C' (Tingo María-Boquerón Padre Abad - Agua Caliente)

Para la sección norte C-C' (Figura N°2 y Figura N° 12), se utilizaron los datos de campo de Occidental (2003), Petrolífera (2008) e IRD (2013-2014), las secciones sísmicas PP10707-12, G35-604E Y G35-605 W, y los pozos Chio 1-X, San Alejandro 1-X y Aguaytia 31-D.

La sección C-C (Figura N° 12) es la sección más importante de este trabajo. Es una sección regional que va desde el hundimiento norte del Shira hasta la cordillera oriental. Al este, el frente de corrimiento del Shira corresponde a la estructura Agua Caliente. Más al oeste, el mismo tipo de corrimiento de basamento genera la estructura San Alejandro. Este sistema "thick-skinned" se conecta sobre un despegue ubicado a 24 km de profundidad buzando hacia el oeste por debajo de la subcuenca Pachitea. En la parte occidental, la zona subandina está deformada por imbricaciones que se conectan sobre el despegue del Pérmico terminal (base Shinai y evaporitas), que constituye el techo de un dúplex profundo de Paleozoico. Parte de este dúplex ya existía antes del Cretácico superior, como lo muestra la sísmica (Figura N° 12) en el bloque bajo del corrimiento frontal subandino (Boquerón Padre Abad). De hecho, esta sección sísmica muestra un dúplex (antiformalstack) erosionado y sellado por los depósitos de la Fm. Cushabatay. Este dúplex parece haber jugado un papel importante en la propagación del frente subandino actual. La cordillera oriental (Tingo María) corresponde a la inversión del rift Permo-Triásico y forma el "back-stop" que transmite el acortamiento a la zona subandina.

Este dispositivo de inversión de rift está bien ilustrado por la sección balanceada (Figura N° 7). El estado intermedio muestra que la propagación del sistema de corrimientos empezó antes del Cretácico superior (12 km de acortamiento). La sección muestra actualmente un acortamiento total de 52 kilómetros. Este acortamiento se comparte verticalmente: 45 km se acomoda en la zona subandina y 7 km es transferido en el sistema de corrimientos profundos de San Alejandro y Agua Caliente (thick-skinned tectonics).

3.3.4 Sección D-D' (Boquerón Padre Abad - Iscozacín)

Para la sección norte-sur D-D' (Figura 2 y Figura 13), se utilizó la información de la sísmica de las secciones PP10707-31, PP10707-35 y PP10707-25 junto con los pozos Oxapampa 7-1, Oxapampa 7-2 y Oxapampa 19-1.

Esta sección estructural (Figura 13) ilustra la geometría de las secuencias precretácicas y sus relaciones con la deformación subandina. Se nota claramente el despegue regional asociado a las evaporitas que se han depositado con la abertura del rift Permo-Triásico, y que se encuentran entre la formación Shinai y la formación Ene. Los colchones de esas evaporitas son bien nítidos en profundidad bajo los pozos de Oxapampa que atravesaron las evaporitas superiores de los grupos Pucara y Mitú (ver también Figura N° 6). El bloque de Iscozacín está limitado al oeste de los pozos Oxapampa por una rampa lateral. Se puede apreciar también la deformación del sistema de corrimientos sellada por el Cretácico superior.

IV. CONCLUSIONES

- La integración de las diferentes campañas sísmicas, relevamientos geológicos y pozos permitió observar nuevas evidencias que ameriten una nueva propuesta de modelo geológico.
- Si bien es cierto no se conocía la presencia de las unidades Permo-Triásicos en la cuenca Ucayali norte, las correlaciones de afloramientos y pozos junto con la nueva sísmica permiten entender mejor la distribución de la estratigrafía dentro de la subcuenca Pachitea.
- El estilo estructural de la subcuenca Pachitea está ligado a la interacción de estructuras de inversión tectónica junto con estructuras relacionadas a corrimientos. Esto explica el porqué de su complejidad.
- Los niveles de evaporitas pérmicos y jurásicos sirven como superficie de despegue para la generación de estructuras dentro de la faja plegada y corrida (FPC).
- La estructura de San Matías corresponde en un inicio a una estructura del tipo graben hacia el tiempo del Rift, la cual alberga una gran potencia de unidades triásicas-jurásicas. Posteriormente fueron posiblemente afectadas por las orogenias Juruá y Andina.
- Hacia la zona norte el estilo estructural es un estilo de faja plegada y corrida con despegue pérmico (evaporitas) y despegue paleozoico inferior que condicionan un sistema de del tipo "thinskin" generado por la inversión y transporte del rift Permo-Triásico.
- La presencia de apilamientos estructurales (duplexing) preservados debajo de la base del Cretácico indica un evento orogénico preandino (Juruá) con posible potencial para la exploración a futuro.

V. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado gracias al convenio tripartito entre IRD-Petrolífera-Perupetro S.A. y forma parte de la tesis de grado de uno de los autores (Ch. Hurtado). Quisiera agradecer en especial al Dr. Patrice Baby (IRD), Ing. Rolando Bolaños (Perupetro), y al CSI de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por la confianza y el apoyo brindado para la publicación del presente trabajo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Allca, M. A. (2007). La subcuenca Pachitea: estructura, nueva estratigrafía y potencial hidrocarburo. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Ingeniería.
2. Bump, A., Kenman, L., and Fallon, J.(2008). Deformation History of the Andean Foreland, Peru, and its on Present -Day Structure. INGEPEP 2008 (EX-PR-3-AB-05).
3. Caputo M. V. (2014).Juruá Orogeny: Brazil and Andean Countries. *Brazilian Journal of Geology*, 44(2), 181-190.

4. CGS Consultores Asociados & Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.(1997). Geología de los cuadrángulos de codo del Pozuzo y río Palcazu, hojas: 20-m y 20-n. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 88, 144 p., 2 mapas.
5. Espurt, N., P. Baby, S. Brusset, M. Roddaz, W. Hermoza, V. Regard, P.-O. Antoine, R. Salas-Gismond, and R. Bolaños (2007), *How does the Nazca Ridge subduction influence the modern Amazonian foreland basin?*, *Geology*, 35, 515–518.
6. Espurt N., Brusset S., Baby P., Hermoza W., Bolaños R., Uyen D., Déramond J. (2008). *Paleozoic structural controls on shortening transfer in the Subandean foreland thrust system, Ene and southern Ucayali basins*, Peru, *Tectonics*, 27 (3), TC3009.
7. Gil Rodríguez, W. (2002). *Evolución lateral de la deformación de un frente orogénico: ejemplo de las cuencas subandinas entre 0° y 16° S.* *Sociedad Geológica del Perú, Publicación especial*, 4, 146 p.
8. Leigh R. & Rejas A. (1966). *Columna estratigráfica Pongo de Paquizapango, Río Ene*, Rapportinedit-Petroperu.
9. LCV DEL PERÚ. (2002). *Informe Palinológico pozo San Martín-1*. Pluspetrol. Informe interno. Inédito.
10. Montoya M & Berrospi A. (1990). *1 Secciones estratigráficas quebradas Apurucayali y Nevati, cuenca Ucayali*. Reporte Inédito PETROPERU.
11. Occidental Petrolera del Perú. (2003). *Reporte Final Convenio de Evaluación Técnica (TEA)*.
12. PanEnergy. (1998). *Reconocimiento Pozo Oxapampa 19-1, lote 40, ITP20694* (código, base de datos PERUPETRO), pp 01-10.
13. PanEnergy. (1998). *Palinologica lReporto n San Alejandro 1X*, Perú by G. Benson.
14. PanEnergy. (1998). *San Alejandro 1X*, WellReport, block 85, ITP20612 (código, base de datos PERUPETRO).
15. PARSEP. (2002). *Ucayali - Ene Basin Technical Report*. Proyecto de asistencia para la Reglamentación del sector energético del Perú, PERUPETRO S. A., 2002, Lima Perú.
16. Petroperú. (1961). *Reporte de Pozo Oxapampa 7-1*, Company: Cerro dePasco Petroleum Co, IP2001 (código, base de datos PERUPETRO)
17. Petroperú. (1961). *Reporte de Pozo Oxapampa 7-2*, Company: Cerro dePasco Petroleum Co, IPP20248, IPP20249 (código, base de datos PERUPETRO)
18. Petroperú. (1961). *Registro Gráfico Compuesto: Cerro de Pasco Petroleum Co, pozo exploratorio: Oxapampa 7-2*.
19. Perupetro S.A. (2005). *Evaluación Estructural de la Faja Plegada Fallada Subandina, Primera Parte Ucayali Norte: Análisis de Secciones Balanceadas, Definición de áreas con Potencial Para Trampas Estructurales i/o Estratigráficas*.

20. Petrolifera. (2009). *Informe Final del Primer Período de la Fase de Exploración - Lote 107 - Cuenca Ucayali*.
21. Petrolifera. (2011). *Informe Geológico y de Potencial de Hidrocarburos del Lote 133 - Cuenca Ucayali*.
22. Pluspetrol E&P S.A. (2012). *Evaluación Geológica y potencial exploratorio del bloque 108, Perú*.
23. Rosas, S., L. Fontobote, and A. Tankard. (2007). *Tectonic evolution and paleogeography of the Mesozoic Pucara Basin, central Peru*, *J. S. Am. EarthSci.*, 24, 1-24.
24. Sempere, T., Jacay, J., Pino, A., Bertrand, H., Carlotto, V., Fornari, M., García, R.,
25. Jiménez, M., Marzoli, A., Meyer, C.A., Rosas, S. & Soler, P. (2004). *Estiramiento litosférico del Paleozoico Superior al Cretáceo Medio en el Perú y Bolivia*, *Publ. Especial Soc. Geol. Perú*, 5, p. 45-79.
26. Zegarra J. (1965). *Sección Geológica Boquerón Padre Abad*. (archivo Perupetro)

VII.- ANEXOS FIGURAS

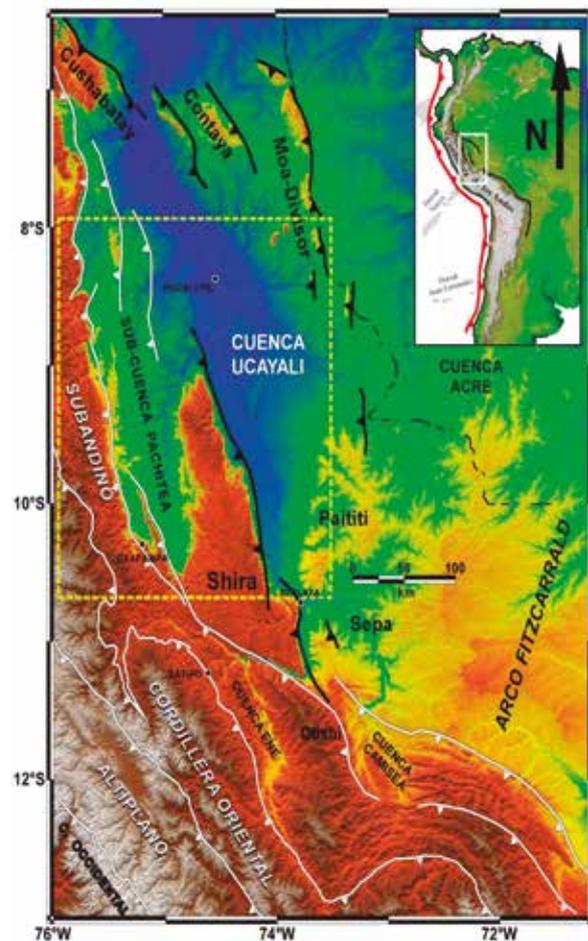


Figura N°1. Muestra la distribución de la cuenca Ucayali y sus límites, el recuadro marca el área de estudio (subcuenca)

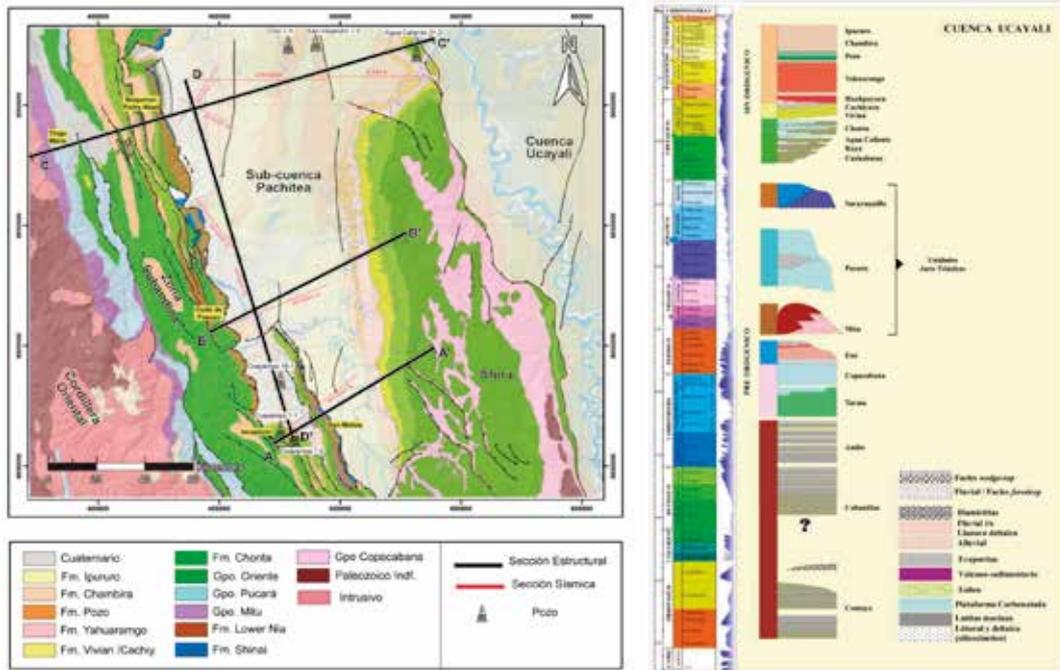


Figura N° 2. Mapa geológico del área modificado de INGEMMET junto con la sección estratigráfica de la cuenca Ucayali (modificado de Gil,2001)

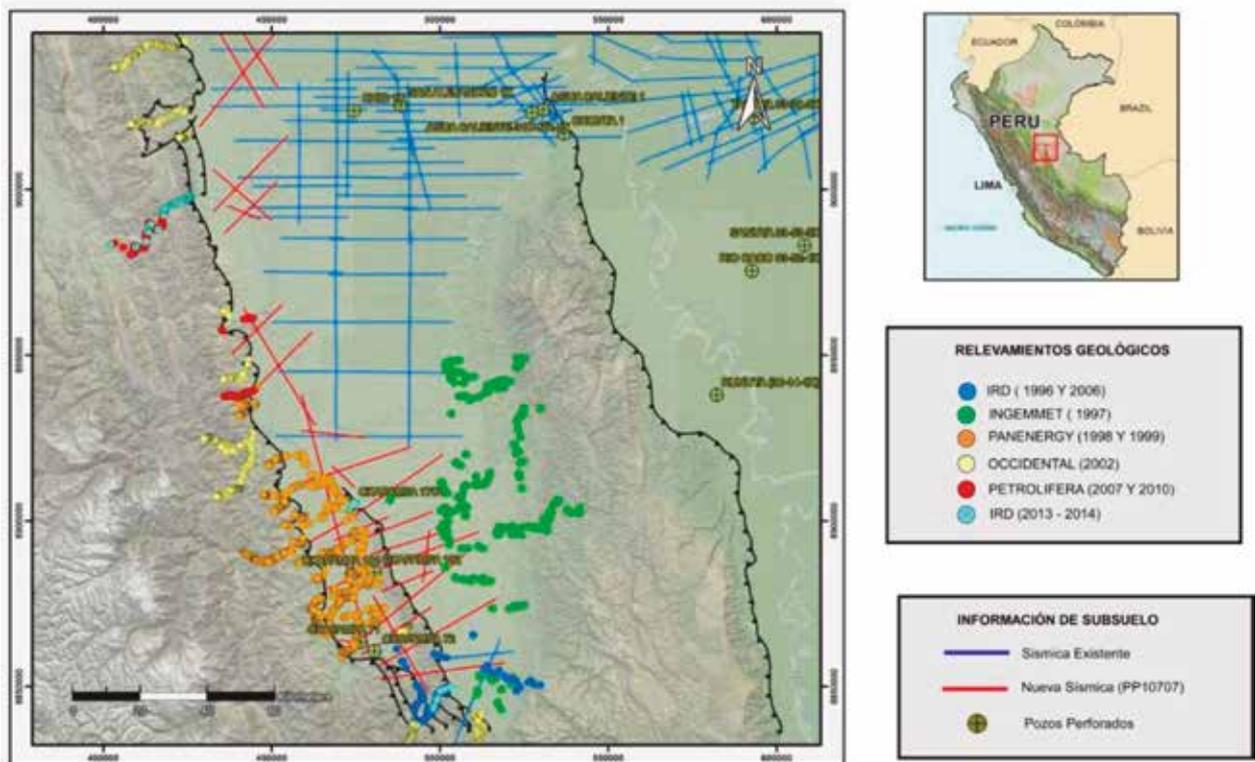
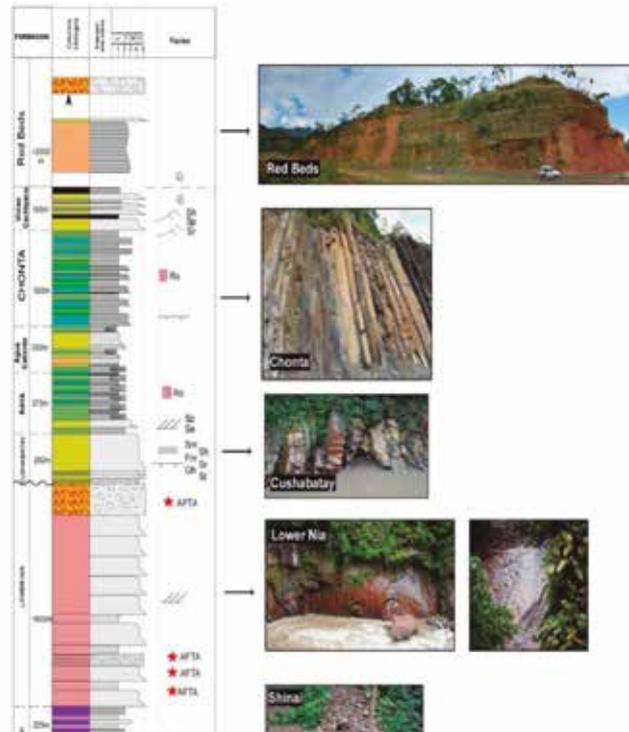


Figura N°3. Ubicación de los relevamientos geológicos levantados en el área junto con la información sísmica y pozos

COLUMNA GENERALIZADA: Boqueron - Padre Abad

Figura N°4. Columna estratigráfica del Boquerón Padre Abad (compilación a partir de observaciones de campo y de los trabajos de Valdivia (Cooperación Técnica Peruano - Alemana; 1982), Occidental (2003) y Petrolífera (2010).



COLUMNA GENERALIZADA: SAN MATIAS SUR

Figura N° 5. Columna estratigráfica tomada de IRD (2007) de la sección sur de la Cordillera de San Matías. En esta columna, las formaciones precretácicas no tienen dataciones

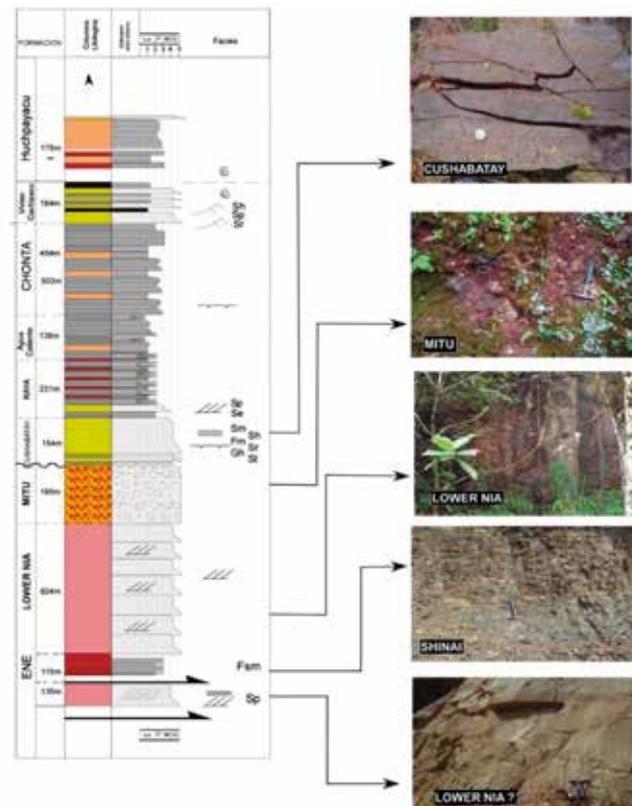


Figura N° 6. Sección sísmica Norte-Sur amarrada con los pozos Oxapampa 7-1, Oxapampa 19-1X, Chio 1X y San Alejandro 1X, ilustrando la correlación de reflectores y la extensión del sistema pérmico con sus colchones de evaporitas.

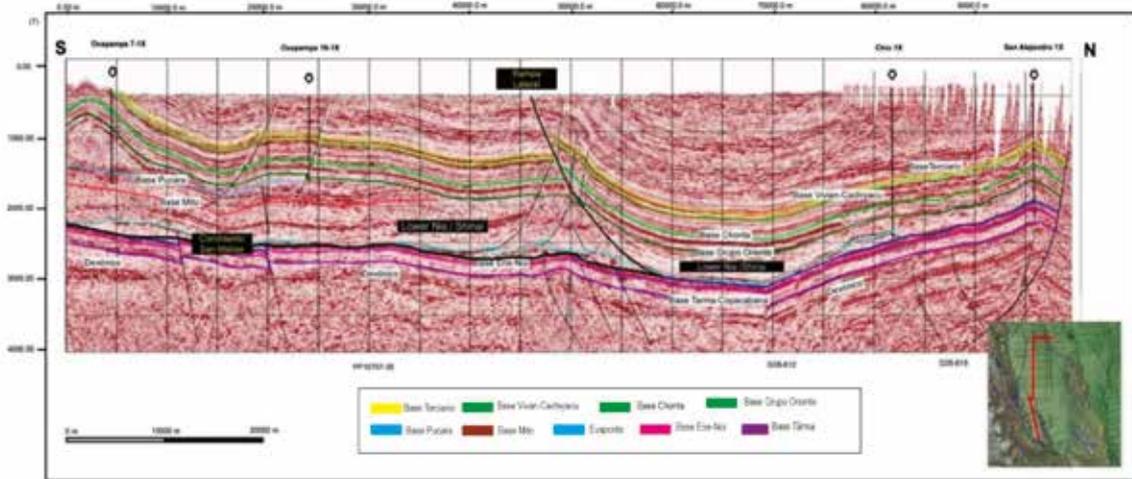


Figura N° 7. Correlación de secciones litoestratigráficas de campo. Del Norte al Sur: Boquerón Padre Abad (Columna IRD, 2014); Cordillera San Matías (modificado de Allcca, 2007); Pongo de Paqitzapango (modificado de Leigh Rejas, 1966); Pongo de Mainique (Pluspetrol, 2002).

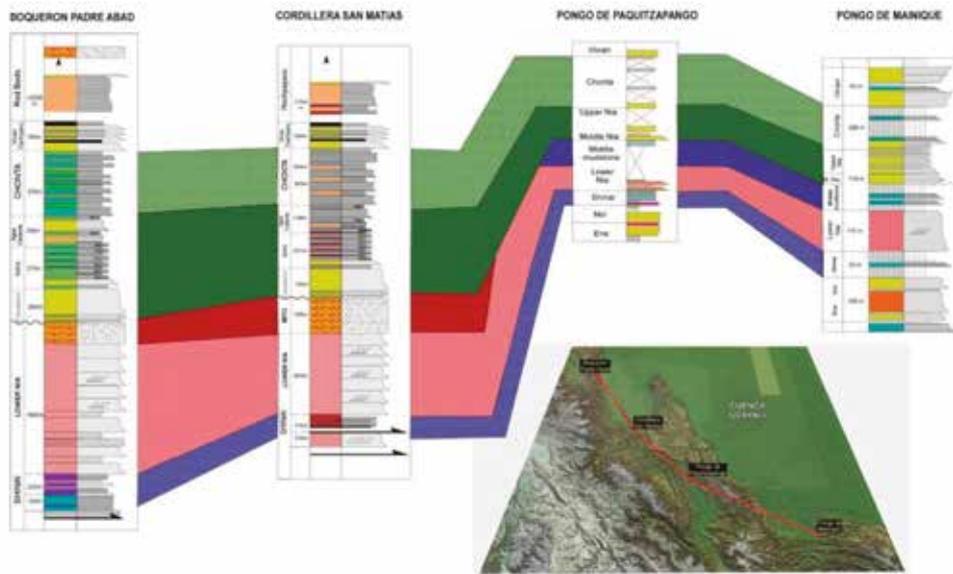


Figura N° 8. Flattening de la sección G35-601 a la base del Cretácico superior ilustrando la inversión del rift Permo-Triásico. El relleno sedimentario podría corresponder a las formaciones Mitú y Nia inferior

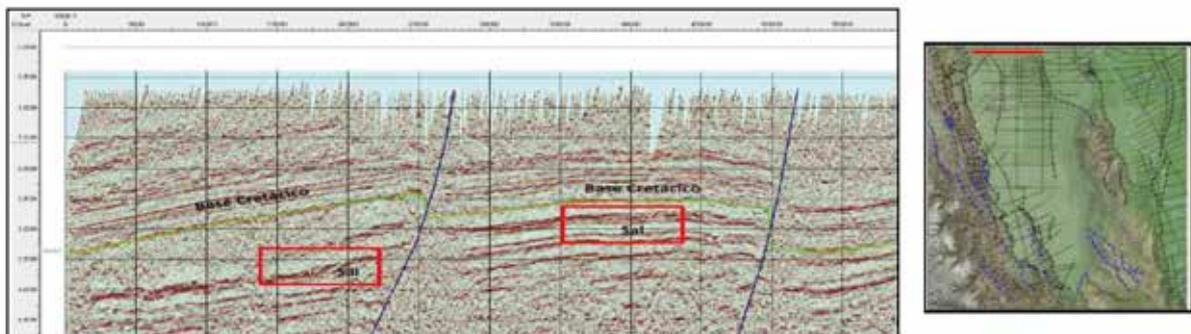


Figura N° 9. Último diagrama litoestratigráfico del subandino peruano propuesto en el marco del convenio IRD- PERUPETRO (2014)

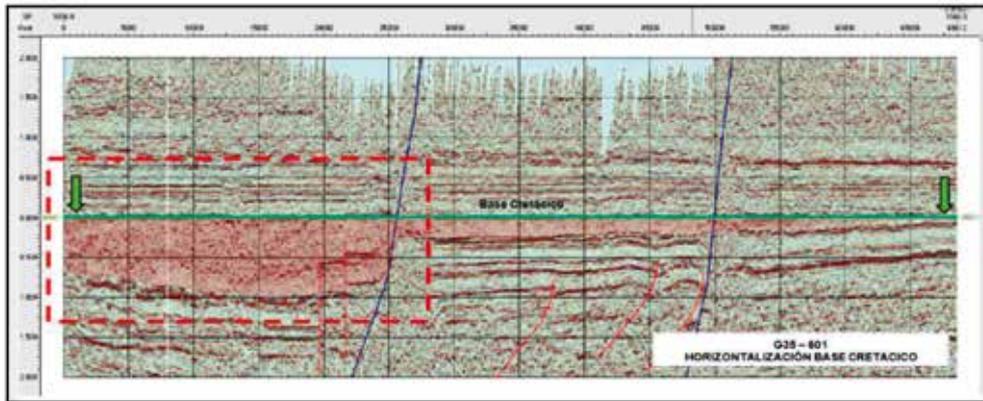


Figura N° 10. Sección estructural balanceada A-A' pasando por la serranía San Matías y el diapiro de Oxapampa (ubicación en la Figura 2)

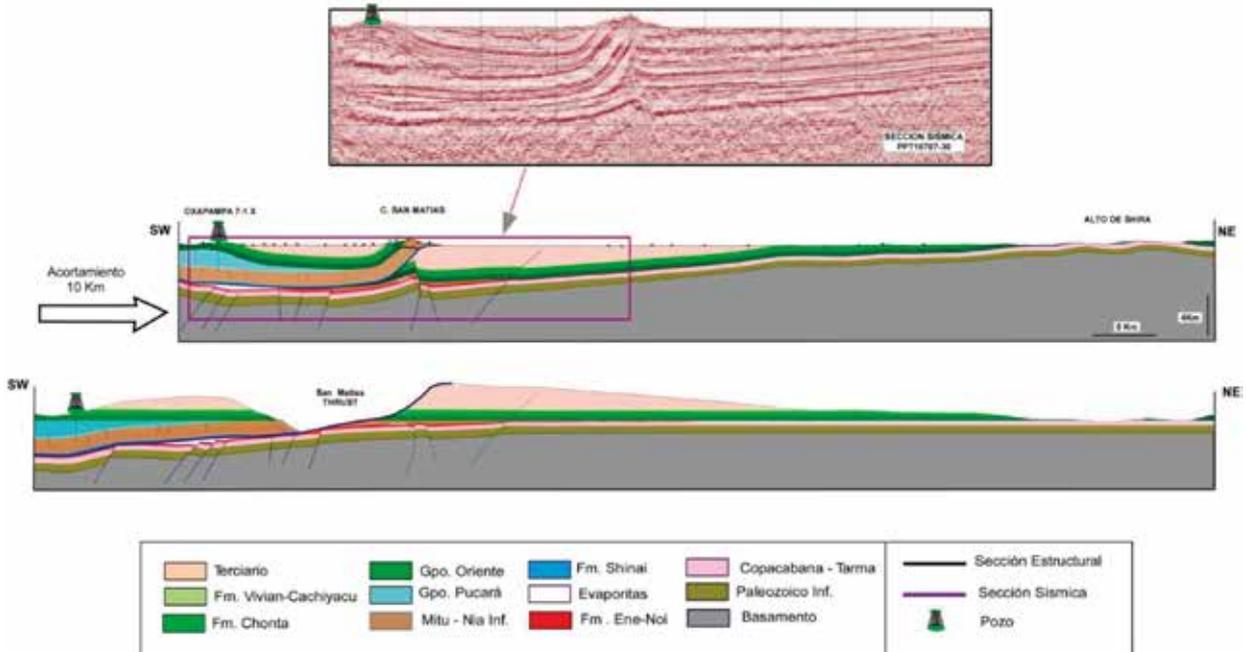


Figura N° 13. Sección estructural norte-sur D-D' cruzando la subcuenca Pachitea desde Oxapampa hasta el Boquerón Padre de Abad (ubicación en la Figura 2)

