EVIDENCIAS GEOMORFOLÓGICAS Y ESTRATIGRÁFICAS DE TECTÓNICA COMPRESIVA EN EL PLEISTOCENO SUPERIOR EN LA ZONA PEDEMONTANA DE TACNA, SUR DEL PERÚ

Carlos Benavente[1], Laurence Audin[2] & José Machare[1]

1 Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Av. Canadá 1470, San Borja-Lima, Perú. cbenavente@ingemmnet.gob.pe
2 IRD-LMTG Institut de recherche pour le développement – Calle Teruel 357, Miraflores-Lima, Perú

INTRODUCCIÓN

La zona Pedemontana del Pacífico del sur del Perú tiene una dirección NO-SE y se ubica aproximadamente a 30 km de la línea de costa entre los 17º30'S-18º15'S y 69º30'O-70º30'O. En esta zona se ubican los poblados de Pachía, Calientes, Challata, Pallagua, Chuschuco y Palca (Figura Nº 1). Morfoestructuralmente el área de estudio se ubica en la vertiente pacífica de la Cordillera Occidental y esta limitada hacia el NE por aparatos volcánicos denominados "Cadena Volcánica del Barroso", éstos se encuentran descritos en los cuadrángulos de Pachía (36-v) y Palca (36-x) por Wilson & García (1962). Se pudo identificar seis unidades geomorfológicas locales: El Frente Montañoso, la Superficie Huaylillas (Wilson & García, 1962), Laderas Cárcavadas, Terrazas Aluviales, Valles y Deslizamientos. El Frente Montañoso oscila entre 1 400 y 2 800 msnm, la Superficie Huaylillas es una superficie suave y ligeramente inclinada hacia el Oeste que esta compuesta por ignimbritas de 18 Ma (Formación Huaylillas). Las Laderas acarcavadas son producto de la erosión hídrica y eólica intensa de la formación Moquegua. En las quebradas Chero, Calientes y Palca se puede observar Terrazas Aluviales encajonadas originadas por grandes incisiones (1000m). Algunos mega deslizamientos se encuentran asociados a un sistema de fallas de dirección NO-SE y a las unidades litoestratigráficas que afecta (Cerro Caquilluco). La actividad tectónica en el Pleistoceno tardío, contribuyo al levantamiento del lado cordillerano, ayudando a la formación de colinas, flexuras, fallas kilométricas y decamétricas, las cuales alteraron los cursos fluviales.

Para los análisis estratigráficos, cinemáticos y geocronológicos se cartografió los depósitos recientes y las terrazas aluviales, se levantó columnas estratigráficas, se identificaron las fallas que afectan a éstos depósitos recientes y se tomo muestras para datación. La información obtenida en terreno se comparó con aquella obtenida a partir de sensores remotos como imágenes estereoscópicas (SRTM Data), fotografías aéreas, imágenes del Google earth e imágenes Landsat. Los datos estructurales fueron tratados mediante el programa FaultKinWin (Allmendiger, 2001) y los modelos DEM fueron realizados mediante los programas ArcGis 9.0 y Envi 4.2.

GEOLOGÍA

El área de estudio presenta unidades litológicas desde el Paleozoico hasta depósitos actuales (Fig. 1). Las unidades Paleozoicas están compuestas mayormente por areniscas cuarzosas de color gris claro intercalado con lutitas grises oscuras y calizas fosilíferas pertenecientes a la Formación Pelado (Jenks, 1948). Las rocas intrusivas afloran en la zona central tomando formas irregulares, estas comprenden granodioritas, monzodioritas, dioritas que intruyen a rocas Jurásicas y Cretácicas. Para esta unidad se cuenta con dataciones radiométricas (Beckinsale, et al., 1985 & Monge et al., 2000) de las cuales se obtuvo edades entre $64.3^{+}/_{-}0.70$ y $60.4^{+}/_{-}0.70$. Las unidades Mesozoicas están compuestas por calizas micríticas grises, limoarcillitas, areniscas con estratificación oblicua y niveles finos de lutitas carbonatadas de color gris oscuro. Así mismo presenta secuencias volcánicas constituidas de intercalaciones de lavas andesíticas de color gris oscuro y tobas de color violáceo pertenecientes a las Formaciones Labra, Gramadal, Hualhuani y Quellaveco (Wilson & García, 1962; Monge et al., 2000).

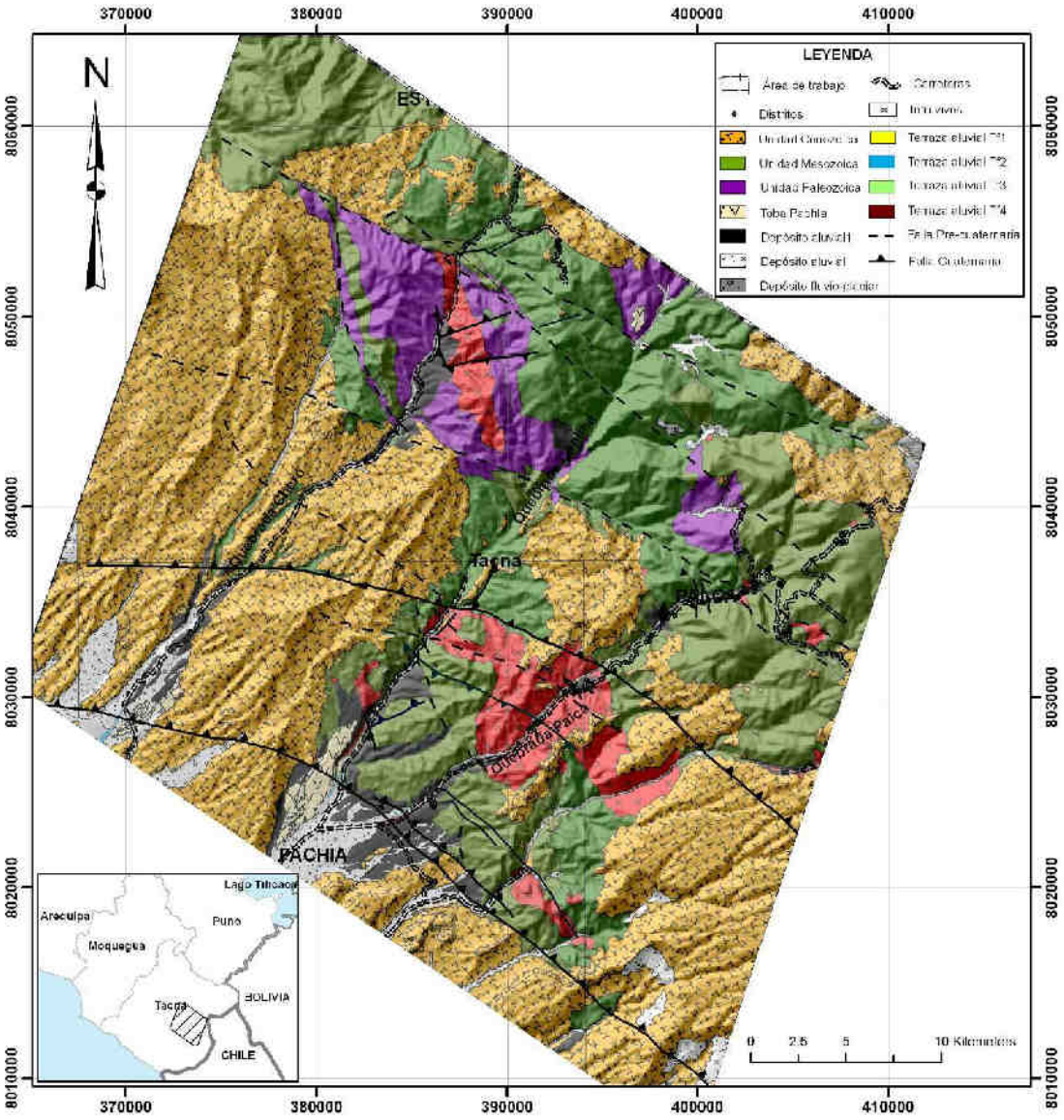


Figura Nº 1: Mapa de localización y geológico (Modificado de los cuadrángulos de Pachía (36-v) y Palca (36-x), INGEMMET, 2000).

Las unidades Cenozoicas se encuentran mayormente constituidas por areniscas y lodolitas rojas en capas delgadas y niveles de conglomerados (Formación Moquegua inferior), conglomerados polimícticos redondeados, areniscas de grano grueso color pardo rojizo (Formación Moquegua superior), estas infrayaciendo a una secuencia de ignimbritas de color rosado claro de composición riolítica a riodacítica. Esta aflora como una superficie poco inclinada que cubre gran parte del área de estudio. Estas ignimbritas pertenecen a la Formación Huaylillas (18 Ma) Wilson & García (1962); Tosdal et al. (1984). En la margen derecha del río Caplina aflora una secuencia de depósitos de caída de cenizas denominada Formación Pachía (Flores et al., 2000) que por su litología podría correlacionarse con la toba Lauca de Chile y Pérez de Bolivia, datada en 2.7-2.8 Ma (Ar-Ar; Corner et al., 2000).

Hacia el techo de la secuencia, se identificaron una sucesión de depósitos Cuaternarios, los cuales están compuestos por conglomerados con clastos redondeados, angulosos y de gran diámetro, intercalados por areniscas de grano grueso a fino con estratificación cruzada y limolitas marrones con estratificación paralela, que nos indica ambientes fluviales, aluviales y lacustres (Benavente, 2008).

EVIDENCIAS DE ACTIVIDAD TECTONICA CUATERNARIA

En el área de estudio se identificaron terrazas aluviales encajonadas (Tf1, Tf2, Tf3 y Tf4) en la quebrada Caplina y tres terrazas aluviales Tf1, Tf2, Tf3 en las quebradas Chero y Palca. Esta diferencia de número sería debido a que no hay evidencia de la terraza más actual (Tf4_Holocena).
Se tomo una muestra en un cono aluvial al noreste del valle Caplina, la cual es correlacionable con la terraza Tf2 del valle Caplina por posición estratigráfica. El análisis de la muestra por el método nucleídos cosmogénicos dio una edad de ~100 000 anos BP.
Las evidencias de tectónica compresiva en el Pleistoceno superior son expresadas en fallas, flexuras terrazas aluviales, ríos colgados y cursos de ríos alterados, descritas a continuación.

Quebrada CHERO

El río Chero presenta poca agua en la actualidad, esta nace en el cerro Vilacollo a 3 300 m de altura en la ladera occidental de los Andes.
La incisión del río Chero, dio como resultado tres terrazas encajonantes (Tf1, Tf2, Tf3), las que se pudo reconocer luego de un recorrido de 35 km a lo largo de la quebrada Chero. Su expresión morfológica y secuencia estratigráfica es más desarrollada en la zona pedemontana.
La terraza Tf1 se encuentra en ambas márgenes del río, está situada a 5 m por sobre el lecho actual (llamado Tf0), dicha terraza esta conformada por conglomerados con clastos redondeados con un diámetro de hasta 20 cm hacia la base, en la parte intermedia presenta una intercalación de areniscas medias a finas con intercalaciones de microconglomerados con matriz volcánica (Toba Pachía) y limolitas de color gris clara y en la parte superior se tiene un nivel de 20 cm de lutitas de color marrón oscuro. La terraza Tf1 se encuentra afectada por fallas inversas (Foto Nº.1) de rumbo N120ºE y N60ºE con buzamientos hacia el noreste y sureste respectivamente.

Foto Nº 1: Falla inversa de rumbo N60ºE afectando la secuencia intermedia de la terraza aluvial Tf1 en la quebrada Chero. Vista al Norte.

Así mismo las terrazas aluviales de la quebrada Chero se encuentran deformadas por una flexura que hace levantar el bloque cordillerano y cuyo rumbo es aproximadamente N120ºE. Es así que los conglomerados pertenecientes a la Tf1 (Pleistoceno Superior) se encuentran suavemente flexurados (foto Nº 2).

Foto Nº 2: Flexura de la secuencia superior de la terraza Tf1 en la quebrada Chero, vista al Norte.

Quebrada CAPLINA

El río Caplina es el curso de agua más importante en la actualidad, nace en la Cadena Volcánica del Barroso a 5 000 m de altura. La incisión del río Caplina dio como resultado cuatro terrazas aluviales encajonadas (Tf1, Tf2, Tf3 y Tf4), las que se reconocieron en un recorrido de 40 km a lo largo de la quebrada. La mejor zona donde se expresan es frente al cerro Challata al NE de la localidad de Pachía, así como también a la salida del río Caplina de la vertiente cordillerana (Foto Nº 3).

La terraza aluvial Tf2 (Pleistoceno Superior), aflora mayormente en la margen derecha del río y esta situada a 28 m por sobre el lecho actual del río, a la salida del río de la vertiente cordillerana (frente al poblado e Calientes) se puede observar que los conglomerados de la terraza Tf2 han sido afectados por una flexura de rumbo N120ºE.

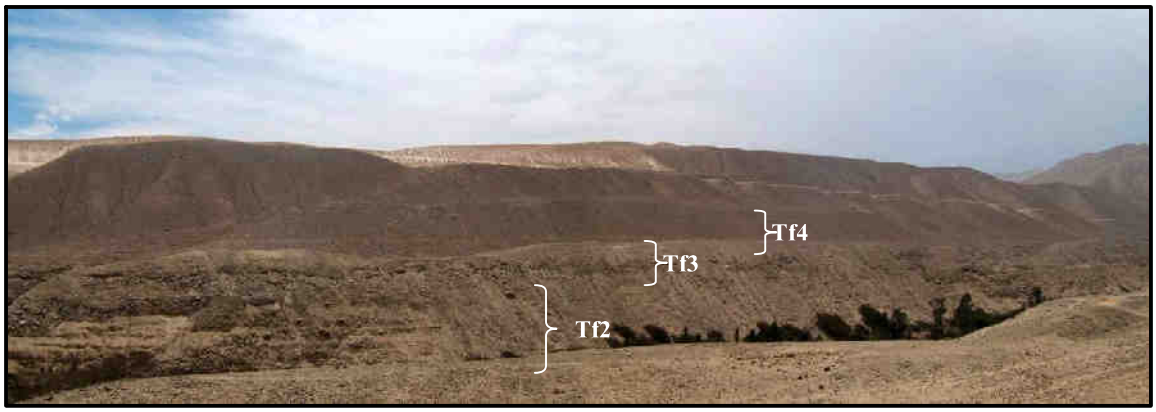
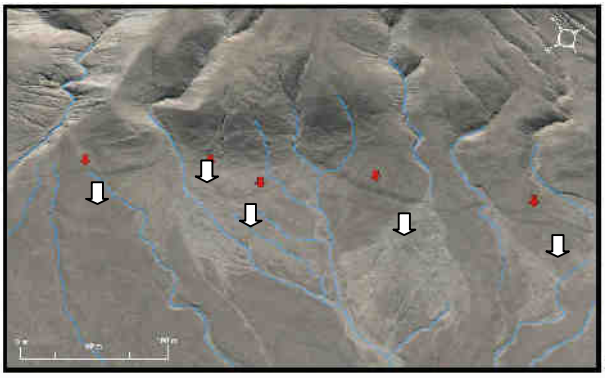


Foto Nº 3: Disposición de las terrazas aluviales en la margen derecha de la quebrada Caplina. Se puede observar las terrazas 2,3 y 4, la terraza 1 es la más actual y se encuentra a un metro del cauce actual del río. Vista al Este.

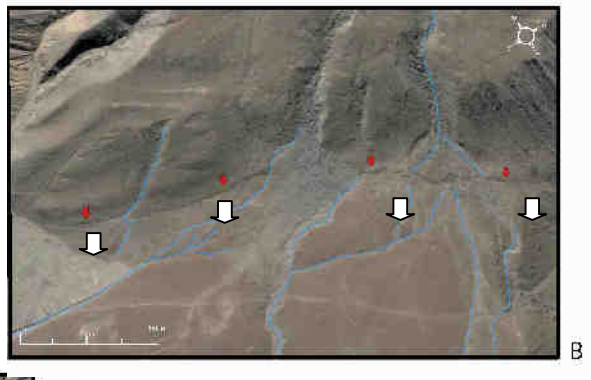
Peniplanicie costera

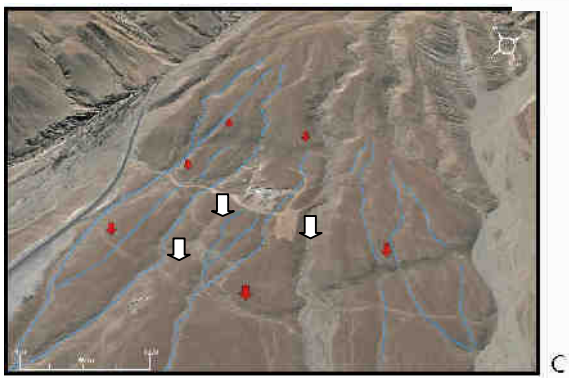
Seguidamente al Frente montañoso, se tiene la peniplanicie costera, que es una superficie levemente inclinada. Esta superficie da lugar a una dinámica paleo fluvial muy expresiva mostrando desplazamientos de cursos de ríos, ríos colgados, cambios de la morfología de los valles. Las fallas se expresan en escarpas de hasta 50 metros de altura (Figura Nº 2).



A: En la Quebrada Cotañane, al pie del cerro Calientes, se expresa morfológicamente una serie de escarpes (ver flechas) con una dirección aproximada de N120ºE, los cuales afectan depósitos aluviales (100 000 BP, Be10) y alteran los curso de los "oueds". Imagen oblicua de Google earth.

B: En el sector Oeste del cerro Tocuco se observa una escarpa de falla de dirección N120ºE, el cual afecta depósitos aluviales (100 000 BP), así mismo se observa ríos colgados. Imagen oblicua de Google11 earth.





C: En la Pampa de San Francisco se observa segmentos casi paralelos de escarpes de falla afectando depósitos aluviales y originando ríos colgados. Imagen oblicua de Google earth.

Figura Nº 2: Interpretación morfotectónica, las flechas indican la traza del escarpe, las líneas celestes indican los cursos de los ríos. En la parte superior se encuentra la ubicación de las figuras A,B y C.

Quebrada PALCA

El río Palca al igual que el río Chero, no presenta caudal importante en la actualidad, ésta quebrada nace en el cerro Chulluncane a 4 580 m en la ladera occidental de los Andes. La incisión del río Palca dio como resultado tres terrazas encajonadas (Tf1, Tf2, Tf3), la zona donde se expresa mejor éstas, es en la zona del piedemonte, a la salida del río Chero de la vertiente cordillerana.

La terraza Tf1 (Plesitoceno Superior) se encuentra a 12 m por sobre el lecho actual del río y esta conformada hacia la base por conglomerados de clastos redondeados de hasta 60 cm y un nivel de arenisca de 1 m de espesor con estratificación oblicua, la parte intermedia corresponde a una intercalación entre conglomerados de clastos de hasta 10 cm y limolitas de color marrón claro con estratificación paralela, la parte superior presenta una secuencia íntegramente conglomerática.

La terraza Tf1 se encuentra afectada por fallas inversas de rumbo N120ºE y N60ºE, las que producen desplazamiento decamétricos, centimétricos y suaves flexuras.

De igual forma, a la salida del río Palca de la vertiente cordillerana se tiene una superficie levemente inclinada, en la cual se expresa morfológicamente escarpes de falla, estos afectando depósitos aluviales y alterando los cursos de los ríos (Fig. 2).

CONCLUSIONES

Las evidencias de tectónica compresiva en el Pleistoceno Superior, son expresadas en cambios en la geomorfología, los cuales alteraron los cursos de paleoríos, además de terrazas aluviales encajonadas compuestas por secuencias conglomeráticas de gran espesor y de clastos de gran diámetro. Estas secuencias son afectadas por fallas inversas y flexuras con un buzamiento principal hacia el Este. Las fallas inversas tienen un rumbo aproximado N120ºE y son las que actualmente participan en el levantamiento del bloque cordillerano.

En consecuencia estas son evidencias de tectónica compresiva desde el Pleistoceno Superior, evidencias que son identificadas y reconocidas por primera vez a lo largo de la zona Pedemontana de los Andes Centrales.

REFERENCIAS

Allmendiger, R.W. 2001. FaultKin for Windows v.12. for analyzaing up to 1000 fault planes at a time for non-commercial use only.

Beckinsale, R., Fernandez, S., Agapito, W., Cobbing, M., Taylor, J. 1985 Rb-Sr whole-rock isochron and K-Ar age determinations for the coastal batholith of Perú. Am. Geól.86. p. 117-202.

Benavente, C. 2008. Estratigrafía y Neotectónica en el Antearco del Sur del Perú-Región Tacna. Tesis para optar el Título-Universidad San Antonio Abad del Cusco. p. 145.

Flores, A., Jacay, P., Roperch, P., Sempere, P. 2002. Un evento volcánico de edad Plioceno superior en la región de Tacna: la ignimbrita Pachía. XI Congreso de Geología del Perú. Lima, p.199-205.

Jenks, W. F. 1948. Geology and Physiography of the Peruvian Cordillera Departament of Junin and Lima", Geol. Soc. Amer. Bull., vol. 35 p. 591-632.

INGEMMET. 2000. Mapa geológico actualizado de los cuadrángulos de Pachía y Palca (Esc. 1:50 000). Dirección de Geología Regional.

Tosdal, R., Clark, A., Farrar E. 1984. Cenozoic poliphase and tectonic evolution of the Cordillera Occidental, southermost Perú. Geol. Soc. Amer. Bull., vol. 95, p. 1318-1332.

Wilson, J. & García W. 1962. Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca (Hojas 36-v y 36-x). Comisión Carta Geológica Nacional (ahora INGEMMET), p. 81.