

RELIEVES DE EROSIÓN DE LOS VOLCANES EN LOS SEGMENTOS DEL GRUPO CALIPUY

Diana Pajuelo, Mirian Mamani, Pedro Navarro, Lisenia Chavez, Elizabeth Ordoñez

INGEMMET, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470 San Borja, Lima-Perú,
dpajuelo@ingemmet.gob.pe

INTRODUCCION

Los relieves geomorfológicos de los volcanes formados debido a la subducción durante el Mioceno hasta la actualidad han sido estudiados principalmente en el sur del Perú. En un edificio volcánico la parte superior del cono suele presentar variaciones en la erosión a lo largo del tiempo pero existe un promedio constante entre la base de superficie y las pendientes del edificio, es decir, los que están compuestos por abundante material de flujos piroclásticos tendrán formas cónicas y los que estén compuestos por lavas presentarán formas cóncavas. Según Karátson et al. (2010) por más que ocurran diversos procesos de erosión, la base del edificio presentará un indicador matemático de constantes logarítmicas y con un rango de variación de ± 200 m.

En la Cordillera Occidental del norte del Perú, existen depósitos volcánicos emitidos por centros eruptivos que corresponden a los volcánicos Calipuy (Navarro et al., 2010; Chavez et al. 2010, Ordoñez et al. 2012). Estos centros de emisión han sido identificados como tipo estratovolcanes, complejos volcánicos y calderas (Navarro et al., 2010).

La estratigrafía volcánica se identifica con el trabajo de cartografiado geológico realizado en el proyecto GR4 “Geología de las rocas volcánicas de la cordillera occidental del norte del Perú” - INGEMMET, donde se han identificado los probables centros de emisión. En la actualidad se encuentran en un avanzado estado de erosión debido a diversos factores como sistemas de fallas, efectos climáticos en el área de estudio, lo cual hace difícil el reconocimiento exacto de la base del antiguo edificio volcánico pero se puede inferir por la estratigrafía volcánica y lineamientos circulares asociados.

Como primer paso, se pretende saber en qué estado de erosión se encuentran los aparatos volcánicos del Oligoceno - Mioceno en el norte del Perú mediante los relieves actuales, luego de haber localizado la probable fuente de emisión mediante estratigrafía volcánica, con estos resultados compararlos con las edades radiométricas obtenidas. Para este trabajo, se seleccionaron 4 centros volcánicos con sus respectivas edades radiométricas y otros 2 centros volcánicos que se les asigna una edad relativa en base a la posición de la estratigrafía volcánica. Estos dos grupos se localizan en el segmento Santiago de Chuco y Cordillera Negra (Navarro et al. 2010).

UBICACIÓN Y DATOS A CONSIDERAR

En la Cordillera Occidental del norte del Perú afloran muchos centros eruptivos en avanzado estado de erosión y algunos de ellos no cuentan con dataciones radiométricas, por esta razón se propone reconstruir relieves dentro del arco Calamarca (30-24 Ma) y Calipuy (24-10 Ma). Para esto usamos la propuesta de Karátson et al. (2010) y Grosse et al. (2012), adecuando el método a los volcanes formados durante la actividad del arco frontal del Calipuy.

Para realizar este estudio se ha considerado dos segmentos volcánicos, de cada segmento se ha seleccionado centros eruptivos tipo estratovolcán (Fig. 1):

1) Segmento Santiago de Chuco que agrupa los centros volcánicos de Paccha (34-30 Ma), Alto Dorado (23-18 Ma), Quesquenda (19-18 Ma), Uromalqui (18-16 Ma). Las edades radiométricas y estudios de estratigrafía volcánica detallados están publicados en el boletín N° 28 Serie D, estudios regionales (Navarro et al., 2010).

2) Segmento de la Cordillera Negra, para este segmento se han elegido dos centros volcánicos: Paltacayan (30-24 Ma) y Jatunan (20 Ma) las edades asignadas corresponden a su posición estratigráfica.

La estratigrafía volcánica es una de las herramientas principales que se utiliza para ubicar la probable fuente de emisión de los depósitos volcánicos. Estos centros de emisión se encuentran en un avanzado estado de erosión pero conservando características geomorfológicas en el relieve de la base de la superficie del antiguo edificio volcánico.

En los trabajos realizados por Karátson et al. (2010 y 2012) concluyen que los volcanes activos durante el Cuaternario de las zonas de subducción presentan similitud en las pendientes de la superficie basal del edificio volcánico, es así que diferencian el área manualmente usando el criterio de los cambios en la pendiente alrededor de la base (Grosse et al, 2012). Estas características son las que se conservan ante diferentes procesos de erosión. En base a estos estudios ellos encuentran relieves de volcanes con mayor simetría y circularidad y el que más conserva estas regularidades es el volcán activo de Parinacota ubicado en el norte de Chile. Al comparar el perfil del volcán Parinacota con el perfil del volcán Cotopaxi ubicado en Ecuador, la variación de sus relieves con respecto al edificio volcánico y las laderas fue mínima, es por eso, que el volcán Cotopaxi se podría utilizar como comparación para futuros estudios de los antiguos aparatos volcánicos de los Andes que existieron en el norte del Perú.

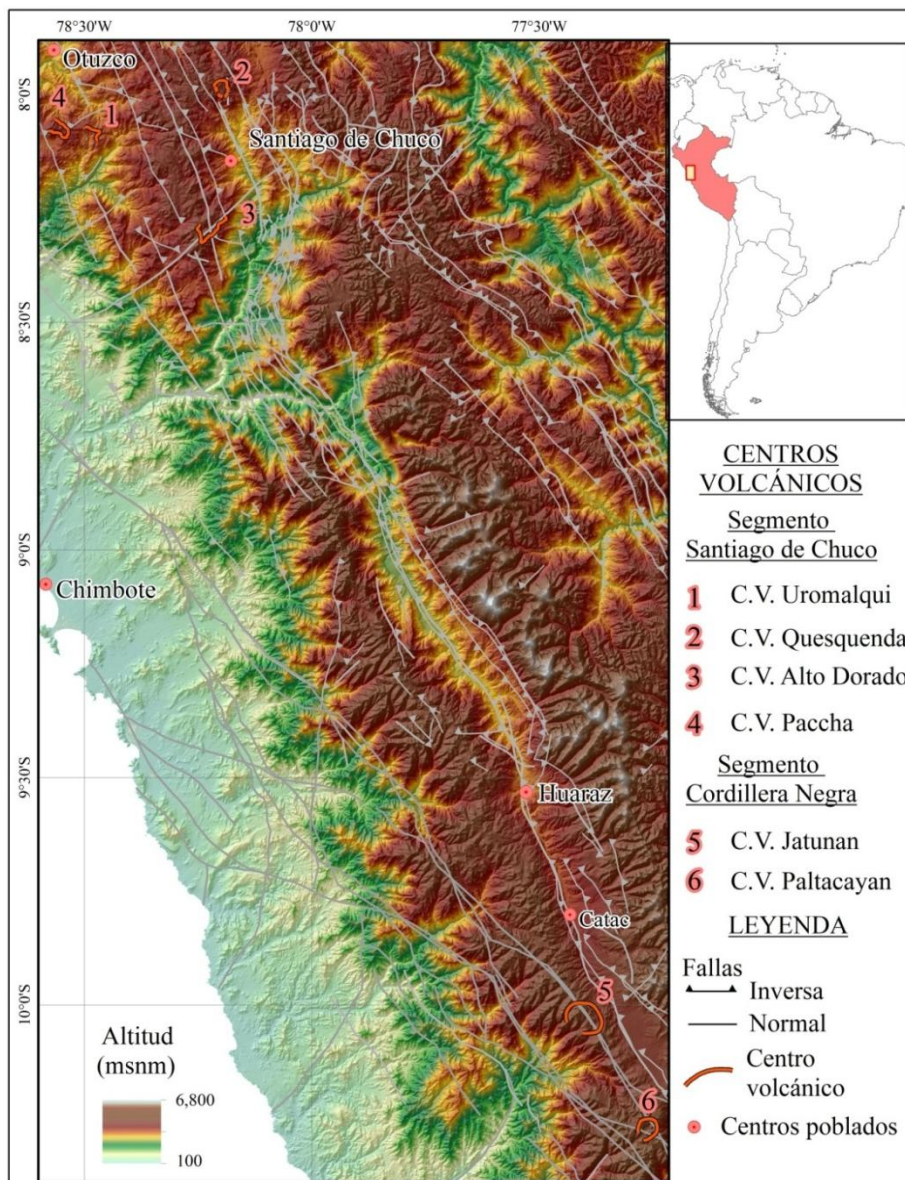


Figura 1. Ubicación de los centros volcánicos (C.V.), en los segmentos Santiago de Chuco y Cordillera Negra.

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Este trabajo ha tenido como base el cartografiado a escala 1:50,000, realizado en los cuadrángulos Santiago de Chuco (17g), Cajabamba (16g-II y III), Salaverry (17f-I), Chiquián (21-i) y Recuay (20-i-III), donde se encuentra detallada la estratigrafía volcánica (Cartas geológicas actualizadas: <http://www.ingemmet.gob.pe/form/plantilla01.aspx?opcion=27>). Se han procesado curvas de nivel cada 100 m en formato shape (shp.) con lo que se procede a construir un modelo de terreno denominado tin, estos fueron procesados y analizados en el SOFTWARE ArcGis 10.00. Al activar la extensión 3D Analyst se interpola entre una línea que abarque la superficie basal y las altitudes correspondientes, así se obtiene un perfil. Con los resultados se analiza el relieve que conserva en la actualidad.

En el segmento Santiago de Chuco la superficie basal se encuentra entre los 3000 – 3600 msnm (Fig. 2). Se analizan los siguientes centros volcánicos tipo estratovolcán y depósitos minerales relacionados:

Uromalqui (18-16 Ma; Au-Ag): Está constituido esencialmente por lavas (Fig. 2a, Navarro et al., 2010), en el relieve topográfico se observa cambios bruscos en las pendientes. El relieve se muestra abrupto pero aún con las laderas y pendientes de alto ángulo conservadas (Fig. 2b). La superficie basal se estima en 12 km y la altura de 600m

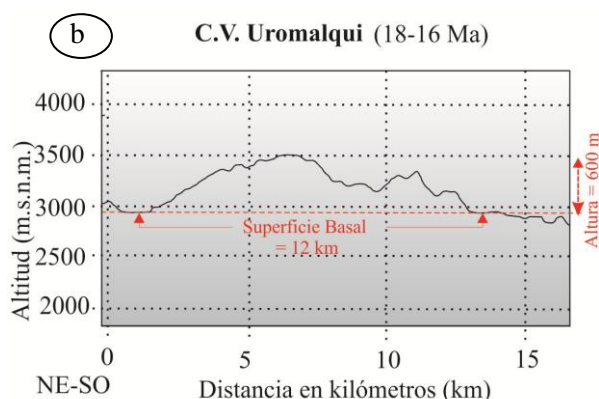
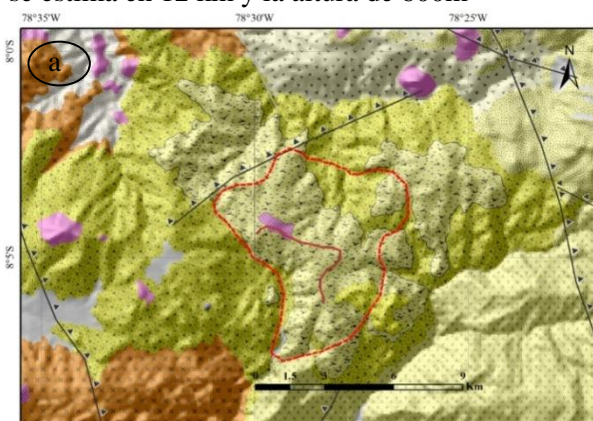


Figura 2.(a) Ubicación de C.V. y superficie basal de Uromalqui, (b) perfil topográfico con superficie basal y altura.

Quesquenda (19-18 Ma; Au-Ag-Cu): Es un centro eruptivo conformado por domos dacíticos a andesíticos y flujos piroclásticos (Fig. 3a, Navarro et al., 2010). El relieve (Fig. 3b) presenta cambios conspicuos hacia los bordes, cóncavo hacia las puntas presentando en algunos sectores abombamientos lo cual representarían los domos. La superficie basal que presenta es de 13 km y conserva una altura de 600 m.

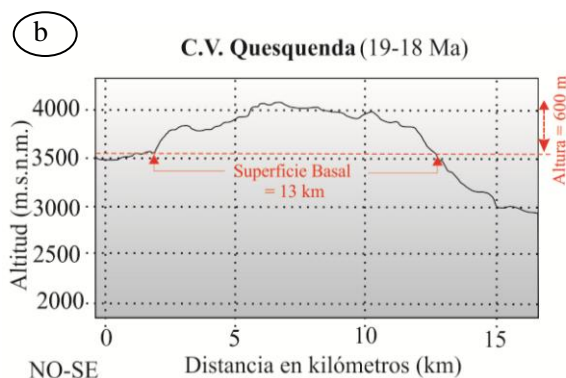
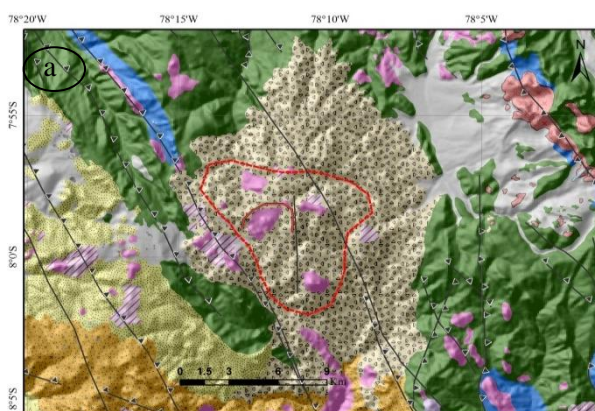


Figura 3.(a) Ubicación de C.V. y superficie basal de Quesquenda, (b) perfil topográfico con superficie basal y altura.

Alto Dorado (23-18 Ma; Au, Au-Cu): Centro volcánico constituido en su mayoría por lavas andesíticas y flujos piroclásticos (Fig.4a, Navarro et al., 2010). El relieve es más lobulado con respecto a los gráficos anteriores. La superficie basal se extiende en aproximadamente 12 km y la altura es de

700 m. Aquí debemos de tener en cuenta la cercanía de la caldera Calamarca que es más antiguo que Alto Dorado (Fig. 4b).

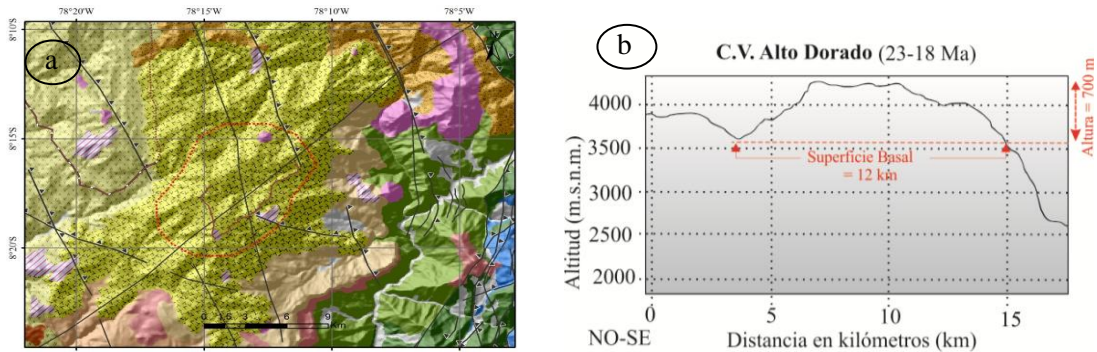


Figura 4.(a) Ubicación de C.V. y superficie basal de Uromalqui, (b) perfil topográfico con superficie basal y altura.

Paccha (34-30 Ma; Au-Ag): Su ubicación está cerca del C.V. Uromalqui, constituido principalmente de lavas andesíticas basálticas, sobreyacen depósitos de flujos piroclásticos de la caldera Calamarca y Carabamba (Fig. 5a, Navarro et al.; 2010). Como se puede observar en la figura 5b, el relieve es mucho más abrupto, similar a lo observado en el C. V. Uromalqui. Aquí se tuvo en cuenta el cambio de pendiente y los depósitos que sobreyacen este centro. Se calcula una altura menor a 500 m, con una superficie basal aproximada de 12-13 km.

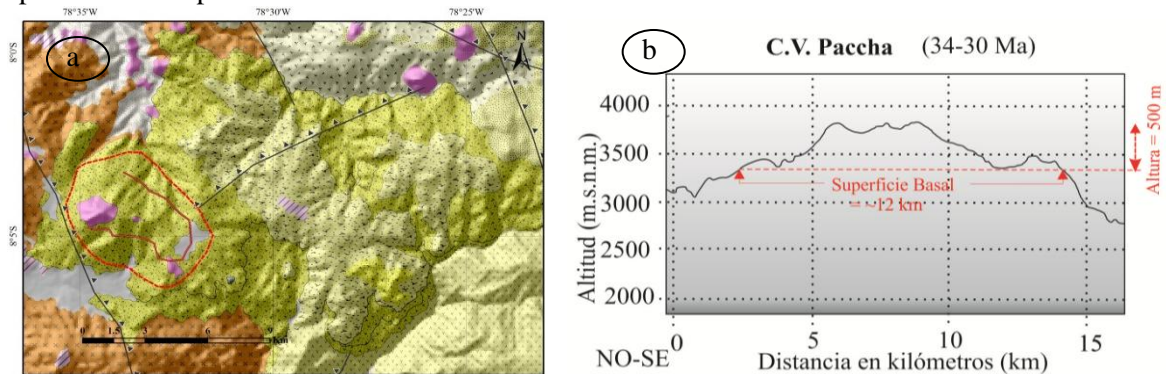


Figura 5.(a) Ubicación de C.V. y superficie basal de Uromalqui, (b) perfil topográfico con superficie basal y altura.

En el segmento Cordillera Negra las bases de superficie de los centros volcánicos oscilan en 4000 msnm (Fig. 3). En este caso no se cuentan con edades radiométricas pero se les atribuye una edad relativa con respecto a la estratigrafía volcánica. Los dos centros volcánicos relacionados a depósitos minerales son:

Jatunan (~20 Ma; Au, Ag): El centro eruptivo presenta flujos piroclásticos en las bases y lavas en la parte superior (Fig. 6a). Según el perfil topográfico (Fig.6b) el relieve es abrupto con terminaciones agudas hacia las partes altas. Se observa que la superficie basal del edificio es de 16 km y conserva una altura de 550 m.

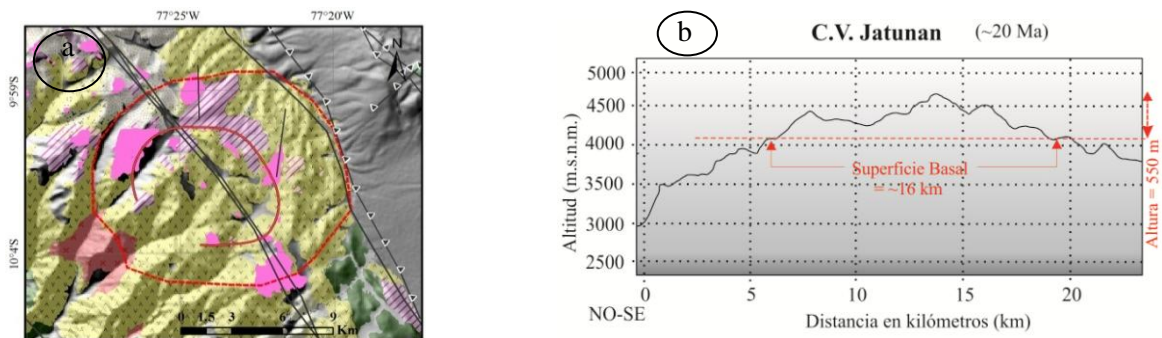


Figura 6.(a) Ubicación de C.V. y superficie basal de Jatunan, (b) perfil topográfico de la superficie basal y altura.

Paltacayan (~30-24 Ma; Zn-Pb, Ag-Cu): Este centro volcánico está conformado en su mayoría flujos piroclásticos de ceniza (Fig.7a). El perfil (Fig.7b) muestra pendientes abruptas hacia los bordes, el relieve presenta ligeras incisiones.

La superficie basal es de 20 km y la altura conserva poco más de 500 m.

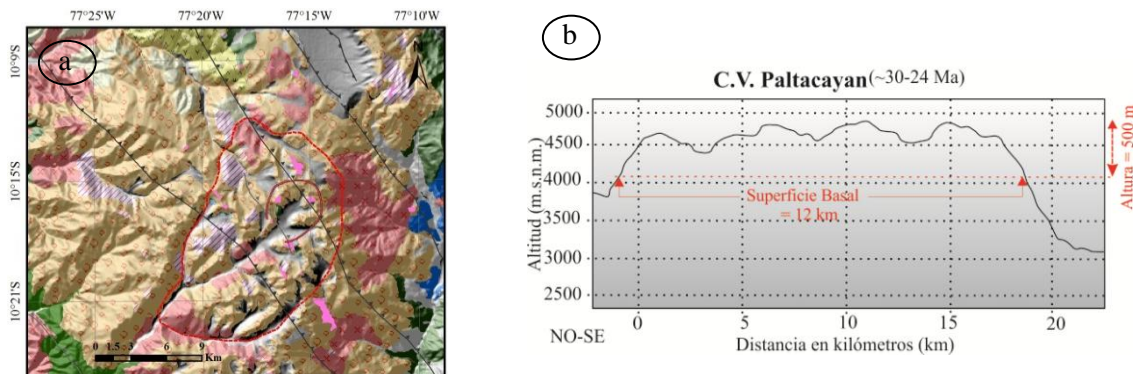


Figura 7.(a) Ubicación de C.V. y superficie basal de Jatunan, (b) perfil topográfico de la superficie basal y altura.

CONCLUSIONES

En el segmento Santiago de Chuco, la superficie basal es de 12 - 13 km y en el segmento Cordillera Negra están en un rango de 16 - 20 km, por lo tanto existe una variación en el ancho de las bases de superficies de los centros volcánicos de cada segmento, lo cual indicaría una variación en el tamaño de las cámaras magmáticas.

Con respecto al relieve, se observa que en el segmento Cordillera Negra presenta superficies cóncavas y agudas a comparación con los otros ejemplos presentados que suele mantenerse con superficie socavada.

Los centros volcánicos formados entre 23 - 16 Ma conservan una variación en la altura entre la superficie basal y el relieve actual de 600 - 700 m y los del rango de 30 - 23 Ma se encuentran actualmente con una altura de 500 - 600 m, por lo tanto, la altura que conservan (por su grado de erosión) en la actualidad está relacionada a la edad de los centros volcánicos.

Se comprueba que los modelos propuestos por Karátson et al. (2010) y Grosse et al. (2012) pueden aplicarse para volcanes mayores a 14 Ma, pero se debe considerar el cartografiado geológico.

La siguiente etapa en el estudio consistirá en calcular las tasas de erosión y obtener el volumen erosionado de estos centros eruptivos, comparándolo con el volcán Cotopaxi de Ecuador.

BIBLIOGRAFÍA

- Chavez, L., Navarro, P., Rodríguez, F. & Martiarena, R. (2010) - Estratigrafía volcánica del Cenozoico - Grupo Calipuy: Segmento Cordillera Negra (zona norte), Ancash. XV Congreso Peruano de Geología, Cusco, Perú, Resúmenes Extendidos, p. 838 - 841.
- Grosse, P., Van Wyk de Vries B., Euillades P., Kervyn M., Petrinovic I. (2012) - Systematic morphometric characterization of volcanic edifices using digital elevation models. *Journal of Geomorphology Research* 136, p.114-131.
- Karátson, D., Favalli, M., Tarquini, S., Fornaciai, A., Wörner, G. (2010) - The regular shape of stratovolcanoes: A DEM-based morphometrical approach. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 193, p. 171-181.
- Karátson, D., Telbisz T., Wörner G. (2012) - Erosion rates and erosion patterns of Neogene to Quaternary stratovolcanoes in the Western Cordillera of the Central Andes: An SRTM DEM based analysis, *Volcanology* 139-140, p. 122-135.
- Navarro, P. & Rivera M. (2006)-Estratigrafía volcánica del cenozoico (grupo Calipuy) en Otuzco y Huamachuco, norte del Perú. XIII Congreso Peruano de Geología. Resúmenes Extendidos. Sociedad Geológica del Perú, p.558-561.
- Navarro, P.; Rivera, M. & Monge, R. (2010) - Geología y Metalogenia del Grupo Calipuy (Volcanismo Cenozoico) Segmento Santiago de Chuco, Norte del Perú. INGEMMET, Boletín, Serie D: Estudios Regionales, 28, 202 p.
- Ordoñez, E.; Chavez L., Navarro, P., Pajuelo, D., Mamani, M. (2012)- Relación Geoquímica y las Anomalías Bouguer para Volcanismo Cenozoico (Grupo Calipuy) y el Batolito de la Cordillera Blanca. XVI Congreso Peruano de Geología. Resúmenes Extendidos. 5p.