

ESTRATIGRAFÍA DEL VOLCANISMO CENOZOICO EN EL SUR DEL PERÚ, CAILLOMA – AREQUIPA: PRIMEROS RESULTADOS

Pedro Navarro, Cristina Cereceda, Daniel Torres, Eber Cueva

INGEMMET, Av. Canadá 1470, Lima 41 - Peru, pnavarro@ingemmet.gob.pe

INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) a partir del año 2007 inició el desarrollo de la primera etapa del proyecto de investigación geológica regional “La Serie Volcánica Cenozoica del Sur de Perú y su relación con la Metalogenia”, comprendiendo la provincia de Cailloma, departamento de Arequipa (figura 1). Los depósitos volcánicos fueron cartografiados, agrupados y denominados como Grupo Tacaza, formaciones Sencca y Pusa, Grupo Barroso y Grupo Andagua (Dávila, 1988). Estas denominaciones no son las más adecuadas debido a que los diferentes depósitos volcánicos que las constituyen provienen de diferentes centros de emisión, por lo tanto, al igual que en los depósitos volcánicos Cenozoicos estudiados en el Norte del Perú (Rivera et al., 2005, 2006; Navarro & Rivera, 2006), se ha planteado su estudio a partir de centros eruptivos.

En la zona de Cailloma estos depósitos volcánicos y algunos afloramientos sedimentarios conforman parte de la Cordillera Occidental de los Andes del Sur del Perú. Estos son el resultado del emplazamiento, migración y superposición de varios arcos magmáticos entre 24 y 0.01 Ma. (OLADE, 1980; Kaneoka, 1982; Noble et al., 2002 y 2003; Echavarría et al., 2006), es decir durante el Mioceno al Pleistoceno. De esta manera se distinguen varios centros eruptivos: estrato volcanes, probables calderas, domos y conos de escorias; los cuales dieron lugar a numerosas secuencias volcánicas y volcanoclásticas generadas por intensas e intermitentes actividades efusivas, explosivas y extrusivas.

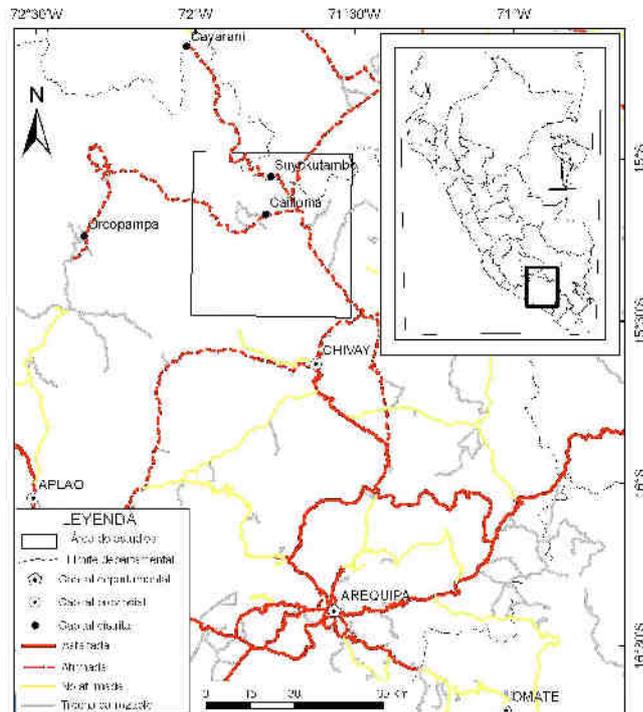


Fig. 1.- Ubicación del área de estudio

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

El substrato del volcanismo Cenozoico en la región sur del Perú, consiste en secuencias sedimentarias silicoclásticas y carbonatadas erosionadas y deformadas, comprendidas entre el Jurásico al Cretáceo superior (Coniaciano). Estas secuencias sedimentarias rellenaron la cuenca sedimentaria Arequipa, que se encuentra localizada en el Suroeste Peruano. La columna estratigráfica presenta a la base depósitos turbidíticos depositados en la cuenca (Fm. Puente, Caloviano-Oxfordiano), seguidos por depósitos de talud (Fm. Cachíos, Kimmeridgiano), y por depósitos silicoclásticos de plataforma (Fm. Labra, Kimmeridgiano-Titoniano), a continuación se depositaron calizas arrecifales (Fm. Gramadal, Titoniano), cubiertas por depósitos de playa (Fm. Hualhuani, Berriasiano); estos depósitos son conocidos como Grupo Yura. Hacia arriba se tienen depósitos deltaicos y de llanura de inundación (Fm. Murco, Valanginiano), cubiertos por depósitos de plataforma carbonatada y evaporitas con facies tipo sabhka (Fm. Arcurquina, Aptiano-Coniaciano). Finalmente los depósitos del volcanismo Cenozoico sobreyacen en discordancia angular a las secuencias sedimentarias del Cretáceo.

ESTRATIGRAFÍA VOLCÁNICA

A continuación y en base a las relaciones observadas en el campo y al reconocimiento de centros eruptivos (Fig. 2), podemos diferenciar la siguiente secuencia evolutiva, en la que se han distinguido tres periodos eruptivos: Mioceno, Plioceno y Pleistoceno.

MIOCENO

CENTRO VOLCÁNICO SONCO-CHONTA

Se encuentra ubicado a 14 Km. al NO de Cailloma. Este centro volcánico ha originado numerosos y espesos depósitos lávicos y piroclásticos, como resultado de seis eventos eruptivos: 1) Consiste en depósitos de flujos piroclásticos de cenizas de coloraciones gris violáceas, intercalado con depósitos piroclásticos de bloques y cenizas, gris verdosos, con fragmentos líticos monomícticos. 2) Caracterizado inicialmente por dinámicas efusivas y posteriormente explosivas, constituidas por depósitos de flujos de lava y depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, respectivamente. 3) Conformado por depósitos de flujos de lava afríca, depósitos de flujos piroclásticos de cenizas y flujos piroclásticos de pómez y cenizas; sobreyacen depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas, cubiertos por sedimentos volcanoclásticos gris parduscos en capas finas y algunos niveles de sínter, que representarían alguna fuente geotermal extinta. 4) Este evento está conformado por depósitos de flujos piroclástico de pómez y cenizas soldados y depósitos de flujos piroclásticos de cenizas. 5) Constituido por depósitos de flujos de lava afanítica, cubiertos por depósitos de flujos piroclásticos de cenizas y depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas soldados, así como depósitos de oleadas piroclásticas, gris violáceas. 6) El último evento está conformado por depósitos de flujos piroclásticos de cenizas y depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas.

El centro volcánico Sonco-Chonta reporta edades Ar/Ar de 20.3 ± 0.11 Ma (Echevarría et al, 2006) y K/Ar de 11.4 ± 0.4 Ma (Peterson et al., 1983). Esta estructura volcánica fue reconocida por Peterson et al. (1983) y Noble et al. (1989) como una caldera volcánica, sin embargo luego del trabajo realizado no se han reunido los suficientes argumentos geológicos para confirmar y definirla como tal.

CENTRO VOLCÁNICO KERHUANTA

Se encuentra localizado a 15 Km. al SO del poblado de Cailloma, siendo constituido luego de tres eventos eruptivos: 1) Corresponde a depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris blanquecinos, que sobreyacen a otros flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris verdosos. 2) Está constituido por depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas, gris verdosos; cubiertos por depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas gris claros a gris violáceos; con intercalaciones de depósitos de flujos de lava porfirítica a afríca. 3) Consiste en depósitos de flujos de lava porfirítica, gris verdosa; y por depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris verdosos; siendo intruidos por varios domos andesíticos porfiríticos.

COMPLEJO VOLCÁNICO CAILLOMA

Ubicado a 10 Km. al Sureste de Cailloma. Este complejo volcánico está constituido por un centro eruptivo inicial de edad Miocénica, edificado por diversos depósitos volcánicos, los cuales fueron posteriormente erosionados y cubiertos por otros productos que son el resultado del colapso gravitacional del edificio volcánico inicial y que ha generado una estructura volcánica denominada como Caldera Cailloma (Noble, 1979; Dávila, 1981) de edad Pliocénica.

El centro volcánico inicial está constituido por tres eventos eruptivos: 1) Consiste en secuencias volcanoclásticas, gris blanquecinas, que representan un hiato volcánico producido antes de la formación del centro eruptivo inicial; sobreyacen depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, ricos en fragmentos líticos. 2) Conformado por depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas, gris oscuros; depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris violáceos; se intercalan algunos depósitos de flujos de cenizas. 3) Muestra una dinámica predominantemente explosiva, sus productos consisten en flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris blanquecinos, ricos en cristales; están cubiertos por flujos de pómez y cenizas de color gris rojizo; depósitos de caídas piroclásticas y por depósitos de oleadas piroclásticas, ricas en cristales.

COMPLEJO VOLCÁNICO CULLUNCUYA

Se localiza a 28 Km. al Sur de Cailloma. Está constituido por dos estructuras: un edificio volcánico inicial emplazado en el Mioceno, posteriormente cubierto por un nuevo centro volcánico emplazado probablemente en el Plioceno. Conformando cuatro eventos eruptivos: 1) Consiste intercalaciones de depósitos de flujos de lava, porfírica, gris verdosa; flujos piroclásticos de bloques y cenizas, porfíricos, gris violáceos; flujos piroclásticos de pómez y cenizas, de coloraciones grises; y depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, gris rojizos. 2) Corresponde a una dinámica netamente explosiva que originó depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris blanquecinos. 3) Constituido por depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas, gris verdosos; cubiertos por depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris blanquecinos. 4) Conformado por depósitos de flujos de lava andesítica, gris azulina, textura africa; sobreyacen depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas, gris verdosos, porfíricos; y depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas con algunos niveles que presentan lapilli acrecional.

PLIOCENO

COMPLEJO VOLCÁNICO CAILLOMA (CALDERA CAILLOMA)

Como se señaló anteriormente, el centro eruptivo inicial de probable edad Miocénica, es destruido por un aparente colapso gravitacional del edificio volcánico generado por la emisión de voluminosos depósitos de flujos piroclásticos, resultando una estructura circular tipo caldera (Noble, 1979; Dávila, 1981; Peterson et al., 1983; Noble et al., 1989; Noble et al., 2002). Posteriormente al colapso gravitacional, probablemente parte del resto de magma de la cámara fue emitido súbitamente depositando un nuevo flujo piroclástico de cenizas, con cristales muy finos. La depresión formada fue rellenada por sedimentos volcanoclásticos, característicos de las facies intracaldera. Estos depósitos han sido agrupados conformando tres eventos eruptivos: 1) Consiste en depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris blanquecinos, soldados; a la base y al tope de estos depósitos se reconocen depósitos de oleadas piroclásticas, gris blanquecinas y gris verdosas. 2) Conformado por depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, soldados, gris oscuros a parduscos, textura eutaxítica y lapilli acrecional; se intercalan algunos depósitos de oleadas piroclásticas, gris oscuras. 3) Una vez formada la caldera volcánica resulta una depresión topográfica, en la cual se emplazó probablemente una laguna, la cual fue rellenada por sedimentos volcanoclásticos y limolitas de coloraciones gris blanquecinas a amarillentas, en capas centimétricas y laminación paralela.

Se ha reportado una edad Ar/Ar de 4.4 ± 0.1 Ma, tomado en el camino de Yauri a Tintaya (Noble et al., 2002), asignándole una edad Pliocénica.

CENTRO VOLCÁNICO COSANA

Se localiza a 8 Km. al SE de Cailloma. Este centro volcánico se encuentra emplazado en la parte central de la Caldera Cailloma, sin embargo no representa alguna resurgencia de esta estructura volcánica (Noble et al., 2002). Sus depósitos conforman tres eventos eruptivos: 1) Corresponde a una dinámica explosiva, representada por depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris

blanquecinos; sobreyacen depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas, gris claros, con fragmentos líticos, porfíricos, monomícticos. 2) Está constituido por depósitos de flujos de lava, afanítica, gris verdosa; depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, de color gris claro, con lapilli acrecional. Hacia la parte superior se observan depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, con coloraciones grises a gris verdosas. 3) Constituido a la base por depósitos de flujos de lava, color gris azulinos; cubiertos por depósitos de flujos piroclásticos de ceniza, gris blanquecinos y gris claros.

Se le asigna al Plioceno debido a la edad K/Ar realizada en roca total que reporta 3.77 ± 0.14 Ma (Kaneoka, 1982).

CENTRO VOLCÁNICO CULLUNCUYA

Como se indicó anteriormente, el nuevo centro volcánico cubre al edificio de edad Miocénica, siendo el resultado de cinco eventos eruptivos: 1) Está conformado a la base por secuencias volcanoclásticas, gris blanquecinas; cubiertos por depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris rojizos y gris blanquecinos. 2) Consiste en intercalaciones de depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, gris verdosos; depósitos de flujos de pómez y cenizas, gris verdosos y gris blanquecinos, soldados; flujos piroclásticos de bloques y cenizas, gris claros, porfíricos, fragmentos líticos con estructura bandeada (típica de domos volcánicos); el tope consiste en flujos piroclásticos de cenizas, de color gris claro, con mucho lapilli acrecional. 3) Hacia la base consiste en depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, de color gris; sobreyacen flujos piroclásticos de pómez y cenizas, de color gris, soldados. 4) Constituidos por depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, gris claros; cubiertos por depósitos de flujos de lava, gris verdosa.

CENTRO VOLCÁNICO CHILA

Se encuentra ubicado aproximadamente a 14 Km. al Oeste de Cailloma, habiendo sido constituido por tres eventos eruptivos: 1) Consiste en depósitos de flujos de lava, gris azulinos a gris verdosos, afíricos; sobreyacen depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris blanquecinos. 2) Constituido a la base por depósitos de flujos de lava, gris verdosa, textura afírica; cubiertos por flujos piroclásticos de pómez y cenizas, color gris; sobreyacen depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, soldados, color gris blanquecinos. 3) Consiste en depósitos de flujos de lava gris verdosa, textura afanítica; sobreyacen depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, gris verdosos; se intercalan algunos depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas, porfíricos, de coloración gris verdosa. Se ha reportado una edad K/Ar en roca total de 1.02 ± 0.02 Ma (OLADE, 1980), sin embargo se presume que esta edad es muy joven para estos depósitos, debido probablemente a la pérdida de argón durante su extracción en la preparación del análisis K/Ar.

PLEISTOCENO

CONOS DE ESCORIAS

Se encuentran ubicados en la parte sur del cuadrángulo de Cailloma, alineados en direcciones NO-SE y NE-SO. Geomorfológicamente son conos truncados, con pendientes de 35° a 40° . Su litología consiste en depósitos de flujos piroclásticos de bombas y escorias, color negro, afaníticos, con estructuras de fluidización. Se ha reportado una edad K/Ar en roca total de 0.06 ± 0.023 Ma (Kaneoka, 1982). Similares depósitos son reconocidos en los valles de Andagua y Huambo, los cuales tienen edades C14 comprendidas entre 4050 ± 50 y 370 ± 50 años (Cabrera & Thouret, 2000).

CONCLUSIONES

Los depósitos volcánicos de edad Cenozoica que afloran en la zona de Cailloma, sector NE del departamento de Arequipa entre las coordenadas $15^\circ 00' - 15^\circ 30'$ Sur y $71^\circ 30' - 72^\circ 00'$ Oeste, fueron emitidos por diversos centros eruptivos tales como estratovolcanes (centros volcánicos), calderas y domos volcánicos, los cuales conforman parte de la Cordillera Occidental del Sur del Perú.

Estos depósitos volcánicos son el resultado de intensas e intermitentes actividades explosivas, extrusivas y efusivas; que han generado diversos depósitos de flujos piroclásticos y depósitos de flujos de lava. Así mismo, algunas de las secuencias volcanoclásticas representan períodos de inactividad volcánica constituyéndose en guías para separar eventos eruptivos.

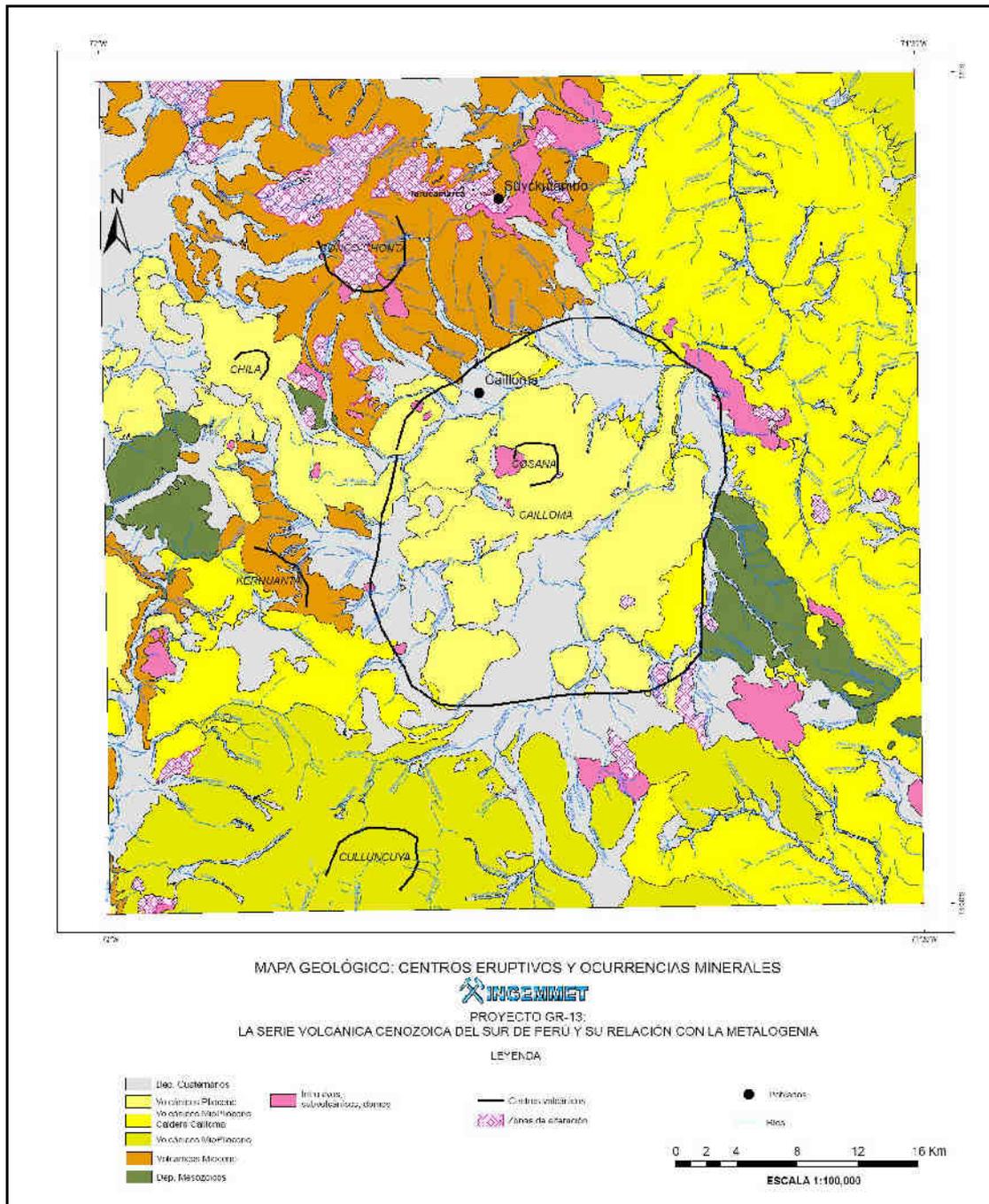


Fig. 2.- Centros Eruptivos Cenozoicos

El volcanismo en esta región fue generado a partir de un arco magmático desarrollado en el Mioceno inferior entre los $22.8 \pm 0.7 - 20.1 \pm 0.6$ Ma hasta los 11.4 ± 0.4 Ma., de modo continuo siendo representado por el emplazamiento de centros volcánicos. Sin embargo este arco magmático al parecer es sobrepuesto por un nuevo arco magmático emplazado hacia el Oeste, el cual se extiende hasta el Plioceno (3.77 ± 0.14 Ma). El volcanismo más reciente está conformado por numerosos conos de escorias de edad Pleistocénica (0.06 ± 0.023 Ma.) localizados a lo largo de un lineamiento NO-SE, muy similares a los reportados en Andagua y Huambo. De manera preliminar se plantean tres etapas

de volcanismo, desarrolladas en el Mioceno, Plioceno y Pleistoceno; y dos arcos magmáticos sobreimpuestos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabrera, M., Thouret, J. 2000. Volcanismo Monogenético en el Sur del Perú: Andagua y Huambo. X Congreso Peruano de Geología, Resúmenes, p. 1.
- Dávila, D. 1981. Cailloma: caldera tipo valle. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, 68, p. 25 – 31.
- Dávila, D. 1988. Geología del cuadrángulo de Cailloma (31-s). INGEMMET, Boletín N° 40, Serie A: Carta Geológica Nacional, p. 93.
- Echevarría, L., Nelson, E., Humphrey, J., Chavez, J., Escobedo, L., Iriondo, A. 2006. Geologic Evolution of the Caylloma Epithermal Vein District, Southern Perú. *Journal of Economic Geology*, 101 (4), p. 843 – 863.
- Kaneoka, I. 1982. K-Ar age determination of the late Tertiary and Quaternary andean volcanic rocks, southern Peru. *Rock Magnetism and Paleogeophysics*, 9, p. 111 – 116.
- Navarro, P., Rivera, M. 2006. Estratigrafía volcánica del Cenozoico (Grupo Calipuy) en Otuzco y Huamachuco, norte del Perú. Resúmenes Extendidos, XIII Congreso Peruano de Geología, Lima, p. 558 – 561.
- Noble, D. 1979. El río Amazonas nace en una caldera de colapso. El emplazamiento geológico regional de las minas de plata de Cailloma y Sucuitambo. Memorándum interno – Cía. Minas Buenaventura, p. 5.
- Noble, D., Eyzaguirre, V., McKee, E. 1989. Precious-metal mineralization of Cenozoic Age in the Andes of Perú. *Geology of the Andes and its relation to hydrocarbon and mineral resources: Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Earth Science Series*, 11, p. 207 – 212.
- Noble, D., Navarro, P., McKee, E., Quispesivana, L. 2002. Eruptive history of the Pliocene Cailloma caldera, high plateau province of southern Peru. XI Congreso Peruano de Geología, Resúmenes, p. 202.
- Noble, D., Navarro, P., Quispesivana, L., Peters, L., McKee, E. 2003. Ash-flow sheets of early Miocene and early Pliocene age from the Castillo de Callalli, Arequipa Department Southern Peru. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, 95, p. 33 – 38.
- OLADE 1980. Resultados Dataciones Absolutas (K-Ar). Proyecto de Investigación Geotérmica de la Republica del Perú. Informe Técnico, p. 10.
- Peterson, P., Noble, D., McKee, E., Eyzaguirre V. 1983. A resurgent, mineralized caldera in southern Perú: preliminary report. *EOS (American Geophysical Union Transactions)*, 64, p. 884.
- Rivera, M., Monge, R., Navarro, P. 2005. Nuevos datos sobre el Volcanismo Cenozoico (Grupo Calipuy) en el Norte del Perú: Departamentos de La Libertad y Ancash. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, vol. 99, p. 7 – 21.
- Rivera, M., Navarro, P., Monge, R., Rolin, D. 2006. Evolución del Volcanismo Cenozoico en el Norte del Perú: Departamento de La Libertad (7° 45' - 8° 25' S). Resúmenes Extendidos, XIII Congreso Peruano de Geología, p. 304 – 307.