

NUEVOS DATOS DE LA GEOLOGIA DEL NOROESTE DEL PERU, BASADO EN EL ESTUDIO DE DOMINIOS TECTÓNICOS Y SU RELACIÓN CON LA METALOGENIA

Fredy Jaimes, Mirian Mamani, Alan Santos, Juan Navarro, Ronald Concha

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

RESUMEN

En el noroeste peruano morfoestructuralmente se han identificado cuatro dominios tectónicos de basamento paleozoico: 1) El DAT, que alberga a la cuenca Talara (Paleoceno-Eoceno), 2) El DSL, donde se encuentran rocas de la cuenca Lancones (Aptiano-Maastrichtiano). 3) El DOL, que integran a la cuenca Pucara (Noriano-Sinemuriano), al arco Jurásico, la cuenca cretácica y productos de centros volcánicos paleógenos. 4) El DCO, corresponde a rocas del arco volcánico Jurásico-Cretácico inferior y la cuenca cretácica. El magmatismo está constituido por granitos calcoalcalinos-alcalinos (220 a 230 Ma) correspondientes al DAT, un rango de basaltos-gabros y riolitas-granitos de series magmáticas bimodales (toleítica a calcoalcalina, 40 a 78 Ma), que corresponden DSL, rocas intermedias andesita-diorita y dacita-granodiorita de la serie magmática calcoalcalina corresponden al DOL y al DCO. Cada dominio tectónico está relacionado a un tipo de yacimiento, las rocas máficas con alto contenido de FeO total (>8) y altos valores de $Eu/Eu^* > 0.8$ están genéticamente relacionados a ocurrencias de Fe-Cu-Au, cuando el contenido de Fe total disminuye ocurrirá Cu-Au, mientras que las rocas intermedias con FeO total entre 7 y 3.8, están relacionados a ocurrencias de Cu-Mo (cuando $Eu/Eu^* < 0.8$) y Zn-Pb-Ag-Mo si $Eu/Eu^* > 0.8$. Estos dominios tectónicos identificados en esta parte de Perú se prolongan hacia el Ecuador, que fueron identificados gracias a las observaciones realizadas durante el cartografiado geológico y la integración de las mismas, que sin duda servirá de base para futuros trabajos de investigación y exploración

INTRODUCCION

El noroeste del Perú (Fig. 1), corresponde a la transición de los andes centrales a los andes septentrionales, conocida como deflexión de Huancabamba. Los primeros estudios geológicos regionales para esta área corresponden a los trabajos de Steinmann (1929), Lisson y Boit (1942), Benavides (1956), Reyes y Caldas (1987), Palacios (1994), Wilson (1984) y Mourier (1988). En los últimos años nuevos trabajos han aportado con datos de radiometría y geoquímica (i.e., Winter, 2008; Chew, 2008).

El presente trabajo pretende dar a conocer la geología actualizada, basados en la compilación de información y nuevos datos radiométricos, geoquímicos, paleontológicos y estructurales. La descripción se realiza por dominios estructurales, cada uno con sus características propias: estratigráficas, magmáticas y de yacimientos hidrocarburíferos, metálicos y no metálicos.

MARCO GEOLOGICO Y ESTRUCTURAL

Son cuatro los dominios definidos y corresponden de Oeste a Este a: 1) Dominio Amotapes-Tahuin, Dominio Sechura-Lancones, Dominio de Olmos-Loja, Dominio Cajamarca-Oyotun, que mejor se muestra en el corte estructural E-O (Fig. 2B).

Dominio Amotapes-Tahuin (DAT).- Limitado al oeste por la margen del continente, al este está limitada por las falla Cusco-Angolo. El basamento está constituido del macizo Paita-Illescas (Ordovícico), gran parte de este macizo presenta rocas gnéissicas. El contacto inferior no es observable, infrayace en contacto no bien definido a secuencias de cuarcitas intercalados con pizarras esquistosas de la Formación Cerro Negro (Devónico; Martínez, 1970), sobre este y concordante se tiene una secuencia de areniscas cuarzosas, intercalado con lutitas y limolitas de la Formación Chaleco de Paño (Missisipiano), que pasan progresivamente a una secuencia de lutitas y areniscas correspondientes a la Formación Cerro Prieto (Pensilvaniano). Finalmente concluyendo la serie paleozoica se tiene una secuencia de areniscas cuarzosas grises, que progradan hacia la parte superior a secuencias microconglomeráticas correspondientes a la Formación Palaus (Pérmico inferior). Al oeste de este basamento paleozoico y sobre este se deposita una

potente serie sedimentaria detrítica, correspondiente a la cuenca Talara del intervalo Paleoceno-Eoceno, que constituyen depósitos de varias secuencias conglomerádicas, areniscas, limolitas y lutitas correspondientes a las formaciones Mesa, San Cristobal, Palegreda, Pariñas, Chacra, Chira, Mirador, Mancora, Heath.

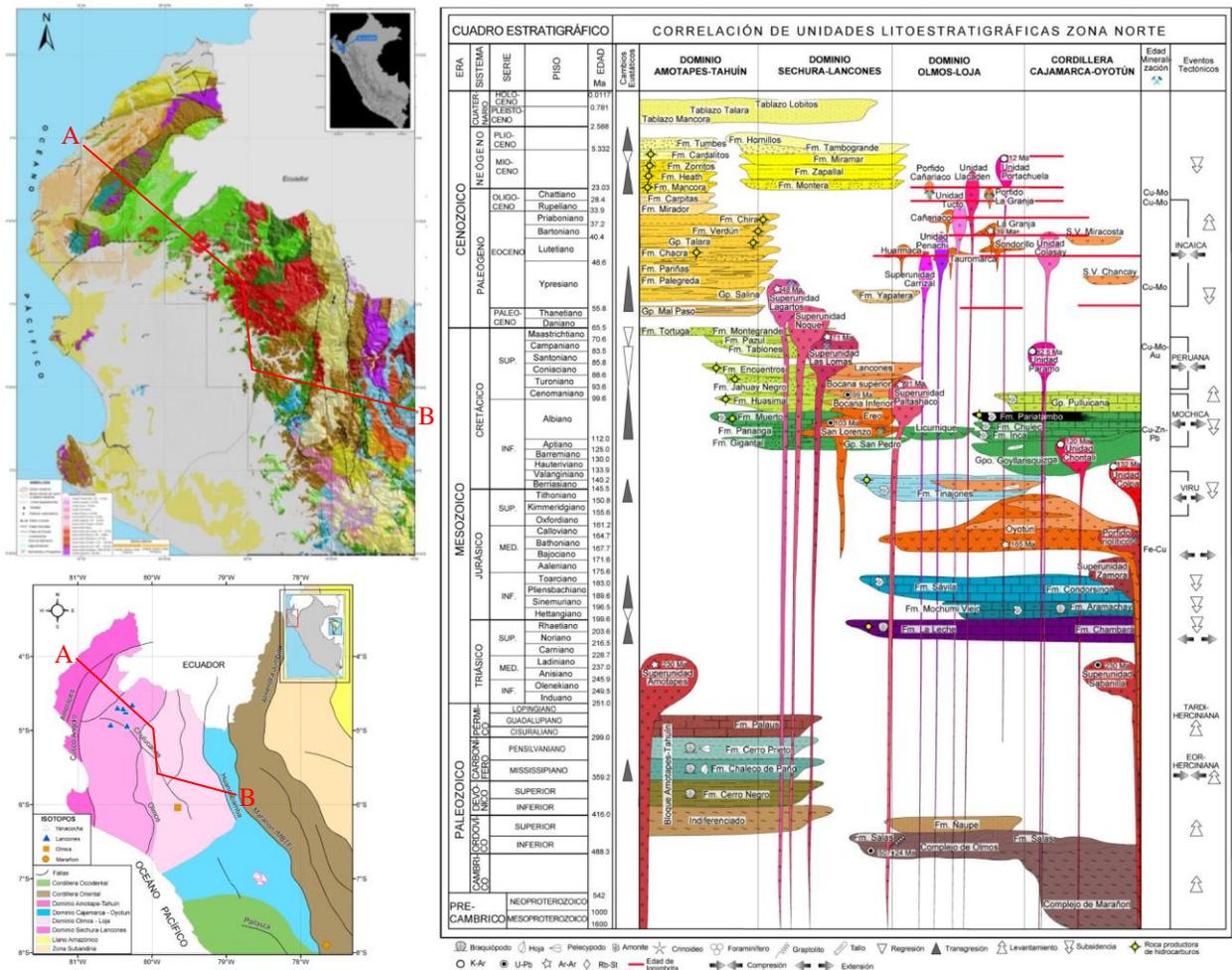


Figura 1. A) Mapa de ubicación y geológico del noroeste del Perú. B) Mapa de dominios estructurales. C) Esquema estratigráfico y magmático de noroeste del Perú

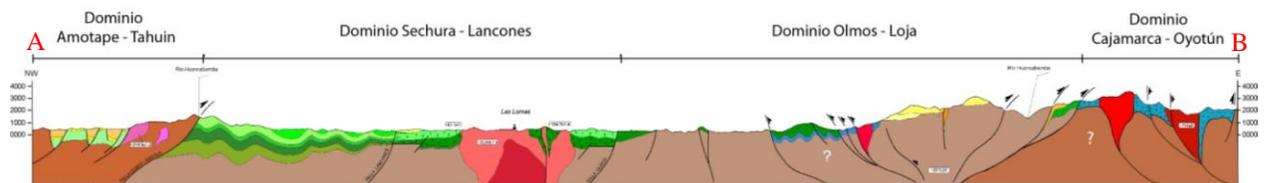


Figura 2. Corte estructural E-O del noroeste del Perú, mostrando los dominios tectónicos

Dominio Sechura-Lancones (DSL).- Limitado al oeste por la falla Cuzco-Angolo y el macizo de Amotapes-Tahuin, al este está limitada por la falla de Olmos y los intrusivos cretácicos-paleógenos, este además presenta un límite sur con la cuenca Salaverry, al norte se prolonga hasta el sur del Ecuador. El basamento de este dominio corresponde a rocas del Complejo de Olmos (Fig. 2), sobre el que se emplazan las cuencas Lancones al norte y Sechura al sur. La cuenca Lancones presenta un sector Occidental sedimentario y Oriental volcanosedimentario. La sedimentación en el sector Occidental se inicia con una secuencia conglomerádica de la Formación Gigantal (Aptiano), este pasa progresivamente a una secuencia de calizas de plataforma que corresponden a la Formación Pananga (Albiano inferior) y calizas anóxicas de la Formación Muerto (Albiano medio a superior), la secuencia media está constituido por una potente secuencia turbidítica de lutitas, limolitas, areniscas feldespáticas y calcáreas, correspondientes al Grupo Copa Sombrero (formaciones Huasimal, Jahuay Negro y Encuentros) (Chavez y Nuñez del Prado, 1991), que van del intervalo de edad Albiano superior al Cenomaniano inferior. La serie superior de conglomerados, lutitas negras con nódulos de caliza y diques clásticos que se encuentra discordante sobre el Grupo Copa Sombrero, corresponde a las formaciones Tablones y Pazul (Campaniano superior – Maastrichtiano), luego este nivel pasa a secuencias de areniscas playeras y a potentes conglomerados gruesos, asignadas a la Formación Montegrande del Maastrichtiano (Idding y Olson, 1928). El sector Oriental se inicia con secuencias de limolitas, calizas, lutitas y areniscas arcósicas de la Formación San Pedro (Valanginiano-Aptiano). El volcanismo hace su inicio con una secuencia bimodal de lavas almohadilladas basálticas, autobrechas que corresponden a la Formación San Lorenzo de 104.8 a 100.2 Ma (Winter, 2008), continua el volcanismo con una secuencia de andesitas basálticas porfiríticas y delgados niveles de ignimbritas de la Formación El Ereo de 100.2 a 99.8 Ma (Winter, 2008). Posteriormente secuencias con efusiones de basaltos, andesitas basálticas, riolitas, calizas lodolitas que corresponden a la Formación La Bocana de 99.8 a 91.4 Ma (Winter, 2008). La serie volcánica termina con secuencias de flujos piroclásticos retrabajados, areniscas feldespáticas que corresponden a la Formación Lancones (Turoniano-Coniaciano). Finalmente al cierre de la cuenca se presenta dos unidades conglomerádicas, el primero corresponde a conglomerados de la Formación Yapatera (Paleógeno), el segundo que cubre gran parte de las planicies con secuencias conglomerádicas poco compactas, areniscas y niveles lenticulares de cenizas no consolidadas que corresponden a la Formación Tambogrande (Neógeno).

Dominio de Olmos-Loja (DOL).- Limitada al oeste por la falla de Olmos y el dominio Lancones, al este limitada por la falla Huancabamba y el dominio Cajamarca-Oyotun. El basamento corresponde a rocas metamórficas del complejo de Olmos. Últimas dataciones U-Pb en muestras de este complejo, dan una edad más reciente en detritos de zircón de 507 \pm 24 Ma (Chew *et al.* 2008). Sobre este basamento se deposita una potente secuencia calcárea de la Formación La Leche (Noriano-Sinemuriano), que se correlacionan como parte del Grupo Pucara, luego se tiene una secuencia de pelitas, intercalada con niveles calcáreos fosilíferos y tufos que corresponden a la Formación Savila (Jurásico inferior), seguida de una secuencia volcanoclástica y lavas andesíticas de la Formación Oyotun (Jurásico medio a superior) y una facies superior lateral de areniscas, calizas y flujos piroclásticos denominada como Formación Tinajones (Jurásico superior-Cretácico inferior) y finalmente sobre este y en ligera discordancia se tiene una potente secuencia de cuarcitas blancas con fuerte deformación, correspondiente a la Formación Goyllarisquizga (Neocomiano). Sobre este mismo bloque se emplazan productos de centros volcánicos paleógenos.

Dominio Cajamarca-Oyotun (DCO).- Limitada al oeste por el dominio Olmos-Loja y la falla de Huancabamba y al este por el Dominio de la Cordillera Oriental y la falla del Marañón. Cuyo basamento probablemente corresponda a rocas del Complejo del marañón, sobre el que se emplaza rocas volcánicas constituidas por flujos piroclásticos, lavas andesíticas y dacíticas de la Formación Oyotun (Jurásico medio a superior), sobre y en aparente concordancia se depositan una serie de areniscas cuarzosas de la Formación

Goyllarisquizga (Neocomiano), que continuó a una serie netamente marina de lutitas, limolitas y calizas de las formaciones Inca-Chulec, Pariatambo y calizas del Grupo Pulluicana (Cretácico inferior).

MAGMATISMO, GEOQUÍMICA Y ESTADO DE OXIDACIÓN DE LAS ROCAS

En base a las concentraciones de elementos mayores y traza de las muestras de cada dominio estructural (Fig. 3), definimos que el tipo de composición magmática varía en cada dominio y tienen en común que la composición de las rocas del basamento Ordovícico es la misma, y que todos estos magmas corresponden a rocas de la serie magnetita (Fig. 3B). Las características más importantes a resaltar de la geoquímica de las rocas ígneas (220-230 Ma) son: Los amotapes son las rocas más diferenciadas SiO₂ (>65%) su composición es calcoalcalina a alcalina derivan de magmas con alto contenido de agua y se contaminaron bastante con las rocas del basamento (Fig. 3C). Las rocas formadas durante la actividad de los arcos y trasarcos magmáticos de Oyotun (170-130 Ma), Casma (130-105 Ma), Lancones (105-90 Ma) tienen un amplio rango de composición i.e., desde basaltos-gabros a riolitas-granitos y corresponden a series magmáticas bimodales (toleíticas a calcoalcalinas), y las rocas máficas de estos arcos tienen la mayor concentración de FeO total alcanzando muchas veces hasta 14%; todas estas características geoquímicas indicarían que estas rocas derivan de magmas juveniles y que tienen poca o casi nada de contaminación cortical. Las rocas que corresponden a los arcos magmáticos de Paltashaco, Tunsho, Llama, Calamarca y Calipuy formados entre 90-10 Ma también presentan un amplio rango de composición pero principalmente son intermedias andesita-diorita a dacitas-granodioritas, corresponden a la serie magmática calcoalcalina-alcalina.

Basado en el estado de oxidación de los magmas, la relación de las rocas de la serie magnetita con los depósitos de minerales es amplia. Las rocas máficas con alto contenido de FeO total (>8) y altos valores de Eu/Eu* (0.8) están genéticamente relacionadas a ocurrencias de Fe-Cu-Au, y si el contenido de FeO total disminuye entonces ocurrirá Cu-Au (e.g., Tambogrande). Las rocas intermedias con FeO total entre 7 y 3.8% están relacionadas a ocurrencias de Cu-Mo (cuando Eu/Eu* <0.8) y Zn-Pb-Ag-Mo (si Eu/Eu* >0.8; e.g., Potrobayo, El Papayo). En el caso de las rocas félsicas del Cenozoico estas muestran una relación con ocurrencias de Cu-Au-Mo (e.g., Cañariaco), Cu-Au-Ag (e.g., La Granja).

GEOLOGÍA ECONOMICA

Cada dominio tectónico, está relacionado a un tipo de yacimiento, es así que el Dominio Amotapes-Tahuin, tiene importancia la Cuenca Talara en exploración por hidrocarburos, también este dominio alberga importantes volúmenes de minerales refractarios como andalucita que se encuentra en rocas metamórficas del complejo de amotapes así como fosfatos en rocas del Mioceno. El dominio Lancones-Sechura, alberga importantes yacimientos del tipo SMV, pórfidos y epitermales, así como probable presencia de yacimientos de hidrocarburos. El dominio Olmos-Loja, presenta indicios de probables pórfidos, así como una franja de importantes vetas de Fe masivo y probables yacimientos epitermales de Au. El dominio Cajamarca-Oyotun, también presenta importantes indicios de pórfidos cupríferos y polimetálicos, yacimientos epitermales.

CONCLUSIONES

El estudio de la geología por dominios tectónicos, han permitido conocer de mejor manera, la distribución de las unidades estratigráficas, la complejidad magmática y geoquímica de las rocas ígneas y su relación con ocurrencias de elementos metálicos (Fe-Cu-Au, Cu-Au, Cu-Mo, Zn-Pb-Ag-Mo, Cu-Zn-Pb), así como el emplazamiento de los diferentes yacimientos metálicos y no metálicos cada una con características propias, asociados a diferentes tipos de yacimientos; que sin duda servirá de guía para futuros trabajos de investigación y exploración tanto petroleras como de yacimientos de minerales metálicos y no metálicos.

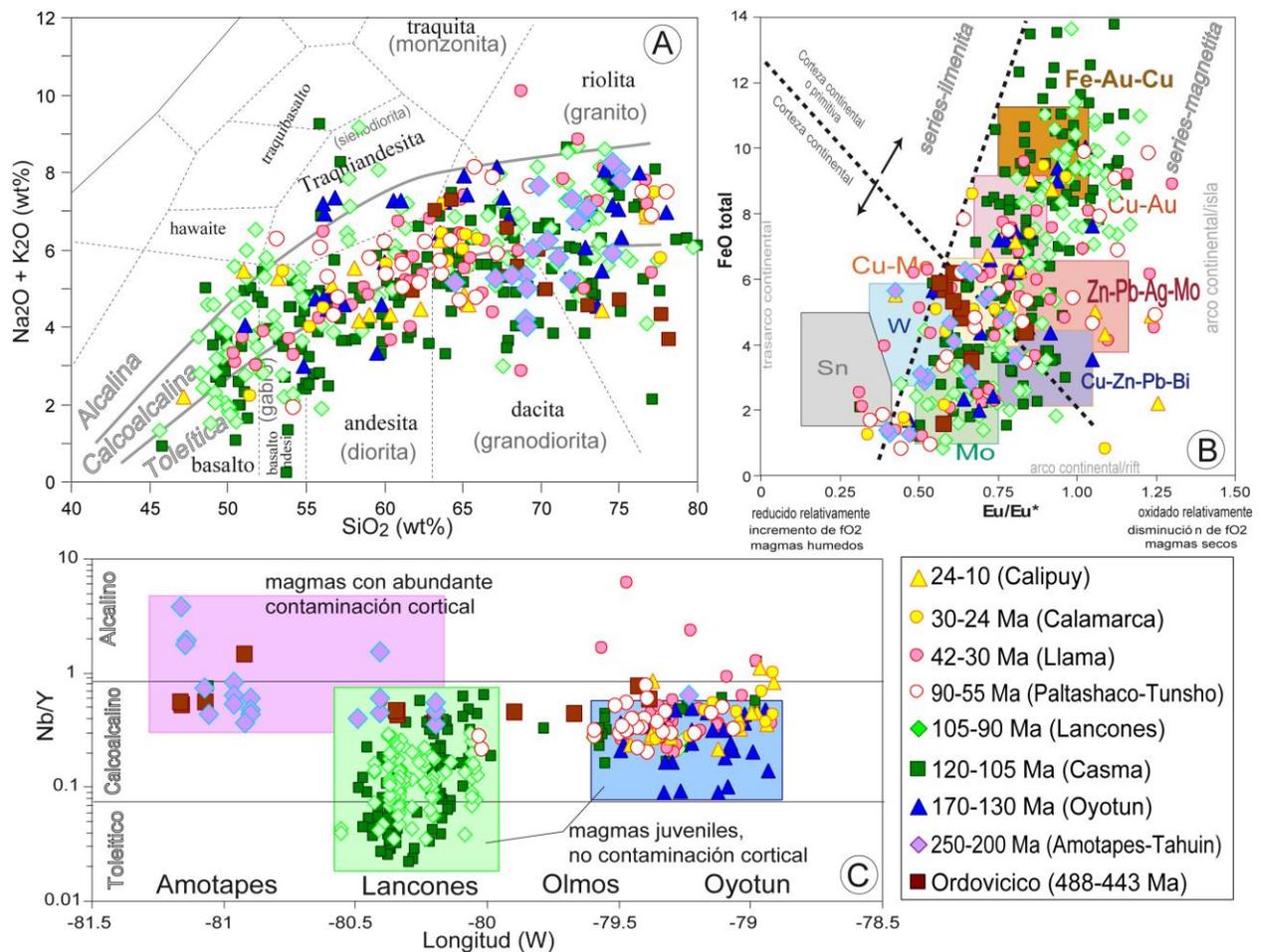


Figura 3. Diagramas geoquímicos para la clasificación de los magmas. A) Determinación de la serie magmática. B) Relación entre el estado de oxidación y fugacidad de oxígeno. C) Variación espacial de Oeste a Este de la composición de los magmas de arco en zonas de subducción.

REFERENCIAS

- Chew, D., Magna, T., Kirkland, L., Miskovic, A., Cardona, A., Spikings, R., Schaltegger, U. (2008). – Detrital zircon fingerprint of the Proto-Andes: Evidence for a Neoproterozoic active margin?. *Precambrian Research*, 167, p. 186-200.
- Mourier, T. (1988) - La transition entre Andes marginales et Andes cordilleraínes a ophiolites: évolution sédimentaire, magmatique et structurale du relais de Huancabamba: 3° à 8° Lat. S; Nord Pérou-Sud Equateur. Thèse Docteur, Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, 301 p.
- Reyes, L. & Caldas, J. (1987) - Geología de los cuadrángulos de Las Playas, La Tina, Las Lomas, Ayabaca, San Antonio, Chulucanas, Morropón, Huancabamba, Olmos y Pomahuaca. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 39, 83 p.
- Steinmann, G. (1929) - Geologie von Peru. Heidelberg: Carl Winters, 448 p.
- Winter, L.S (2008) - The genesis of 'giant' 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.