

The Naranjal shear zone and its role in the evolution of the northwestern Ecuadorian

Pilatasig Moreno, Luis Felipe; López R., Edgar

Luis Felipe Pilatasig Moreno

lfpilatasig@uce.edu.ec

Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador

Edgar López R.

elopezr@yahoo.com

Investigador privado. Quito, Ecuador

FIGEMPA: Investigación y Desarrollo

Universidad Central del Ecuador, Ecuador

ISSN: 1390-7042

ISSN-e: 2602-8484

Periodicidad: Semestral

vol. 1, núm. 1, 2016

revista.figempa@uce.edu.ec

Recepción: 08 Junio 2016

Aprobación: 05 Julio 2016

URL: <http://portal.amelica.org/amei/journal/624/6243942008/>

DOI: <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.781>

Autor de correspondencia: lfpilatasig@uce.edu.ec



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Cómo citar: Pilatasig Moreno, L. F., & López R., E. (2016). La zona de cizallamiento Naranjal y su rol en la evolución del noroccidente ecuatoriano. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 1(1), 67–71. <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.781>

Resumen: La presencia de litologías máficas y ultramáficas y varios valores altos de cromo y níquel en muestras de sedimentos fluviales colectados por el proyecto PRODEMINCA en o cerca de la zona de cizalla Naranjal (Cordillera Occidental del Ecuador) sugiere que, a lo largo de la estructura, ocurren litologías que contienen minerales constituidos por minerales de cromo y níquel. La presencia de minerales primarios y detríticos de cromita o espinela cromífera y titanomagnetita, ha sido determinada mediante análisis microscópico con luz reflejada. Alrededor de 20 espinelas cromíferas detríticas de las muestras de sedimentos fluviales, así como 27 espinelas cromíferas primarias y 6 fenocristales de anfíbol de las muestras de rocas fueron analizadas con microsonda de electrones y microscopio electrónico de barrido. Adicionalmente, la composición química de las rocas que contienen espinelas cromíferas fue analizada con el espectrómetro de fluorescencia de rayos X. La composición química de las espinelas cromíferas de las muestras de sedimentos fluviales y de las rocas, así como de las rocas que contienen espinelas cromíferas y los fenocristales de anfíbol, indican que los mencionados minerales están relacionados a rocas ultramáficas metamorfoseadas, parte de un complejo ofiolítico. En este contexto, las rocas ultramáficas conteniendo espinelas cromíferas expuestas en la zona de cizallamiento Naranjal son las mejores candidatas para ser parte de un complejo ofiolítico desmembrado, emplazado al oeste de la Cordillera Occidental del Ecuador. Nosotros proponemos que la secuencia de rocas ultramáficas podría representar la zona de sutura entre dos terrenos oceánicos, el terreno Pallatanga-Macuchi en el Este (Cordillera Occidental) y el terreno Piñón en el Oeste (Zona Costanera). Sin embargo no se excluye la posibilidad que represente la sutura entre un complejo de arco de islas del Cretácico Tardío, incluyendo su basamento oceánico con los terrenos Pallatanga, Piñón y Macuchi.

Palabras clave: cordillera occidental, zona de cizallamiento, ofiolita, espinela cromífera, terrenos alóctonos.

Abstract: The presence of mafic-ultramafic lithologies and several relative high values of Cr and Ni in drainage sediments samples collected by the PRODEMINCA project inside or close to the Naranjal Shear Zone (Ecuadorian Western Cordillera) suggest that along that structure occur lithologies carrying chromium-nickel-bearing minerals. The drainage sediments

samples with relative high values of Cr and Ni and rock-specimens collected close to and inside the Naranjal Shear Zone contain chromian spinels, titanomagnetite and amphiboles. The presence of primary and detrital chromite or chromian spinels and titanomagnetite has been determined by reflected light microscopy. A round 20 detrital chromian spinels from the drainage sediments samples, 27 chromian spinels and 6 amphiboles phenocrysts from the rock-specimens have been analyzed using the Electron probe microanalyzer (EPMA) and Scanning electron microscope (SEM). In addition, the chromian spinel-bearing rock was analyzed using the X-ray fluorescence spectrometry to obtain its chemical composition. The chemical compositions of the chromium spinels from the drainage sediment samples and rock-specimens, chromian spinel-bearing rock and amphibole phenocrysts indicate that they are related to metamorphosed-ultramafic rocks forming part of a dismembered ophiolite complex. In this context, the chromian spinels-bearing ultramafic rocks exposed along the Naranjal Shear Zone are the best candidates to be part of the dismembered ophiolite complex emplaced to the West of Western Cordillera of Ecuador. We propose that the sequence carrying chromian spinels may represent the suture zone between two oceanic terranes, Pallatanga-Macuchi terrane in the East (Western Cordillera) and the Piñon terrane in the West (Coastal land). However, we do not excluded the possibility that represents the suture between an island arc complex of Cretaceous age and the Pallatanga, Piñon and Macuchi terranes.

Keywords: western cordillera, shearing zone, ophiolite, chromian spinel, alloctonous terrane.

INTRODUCCIÓN

La presencia de una zona de cizallamiento en la zona del río Naranjal, afluente del río Guayllabamba (SO de Imbabura), en las estribaciones occidentales de la Cordillera Occidental fue reportada en el Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador entre 0° -1° N (Boland et al., 2000), realizado como parte del Programa de Investigación Cartográfica y Geológica, dentro del Proyecto de Desarrollo Minero y su Control Ambiental (PRODEMINCA).

La zona de cizallamiento denominada Naranjal (ZCN), se extiende desde el río Guayllabamba hasta el río Conejales (Cordillera del Toisán), alcanza una longitud ± 50 km y un ancho de ± 3 km (Boland et al., 2000). Hacia la zona costanera, la estructura es cubierta por depósitos cuaternarios que no permiten definir su continuidad y extensión.

Investigación aeromagnética efectuada dentro del Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental (PRODEMINCA) en el sector noroccidental del país, cubriendo gran parte de la cordillera occidental, detectó igualmente en la cuenca del río Naranjal la presencia de un sector anómalo alargado que separa valores positivos del campo magnético y que se encuentra perfectamente relacionada con la ZCN, determinada geológicamente en el sector.

NOTAS DE AUTOR

lfpilasig@uce.edu.ec

El presente trabajo, en base a los datos cualitativos litológicos y estructurales, así como de nuevos datos cuantitativos, mineralógicos y químicos, tanto de rocas, minerales metálicos y sedimentos fluviales, pretende establecer una hipótesis sobre la importancia de la estructura geológica y su rol en la evolución del noroccidente ecuatoriano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Geología regional

La Cordillera Occidental del Ecuador está caracterizada por la presencia de terrenos alóctonos, incluyendo fragmentos ofiolíticos-oceánicos (Mc. Court et al., 1984) acrecionados al margen de Sudamérica desde el Cretácico Medio (Egüez, 1986; Van Thournout, 1991; Mc Court et al., 1997). Hughes y Pilatasig (2001) indican que la Cordillera Occidental desde 0° hasta 2° 30' S está constituida por los terrenos Pallatanga al E y Macuchi al O.

En general, la zona occidental del Ecuador consiste de un melange tectónico muy complejo de terrenos oceánicos conteniendo material de la plataforma oceánica, rocas de arco calcoalcalino, arco de islas y cuencas de tras-arco, acrecionados a la margen continental desde el Cretácico Tardío hasta el Eoceno (Kerr et al., 2002).

La ZCN, localizada en las estribaciones occidentales de la Cordillera Occidental, se encuentra entre las unidades Naranjal y Colorado de edad Cretácico. Los datos litológicos y estructurales determinaron que las rocas deformadas y alteradas de la zona de cizalla son parte de la Unidad Naranjal (Boland et al., 2000).

Unidad Naranjal

En la zona de interés, la Unidad Naranjal consiste en su mayor parte de rocas volcánicas verdes incluyendo localmente niveles de rocas sedimentarias (Boland et al., 2000). Las facies volcánicas incluyen lavas basálticas en almohadilla y lavas basálticas. Rocas intrusivas incluyendo gabros, microgabros y piroxenitas asociados a las rocas volcánicas ocurren entre los ríos Jordán y Canandé. Geoquímicamente, las rocas de la Unidad Naranjal, en base a muestras recolectadas fuera de la zona de cizallamiento, son de composición basáltica y basáltico-andesítica con afinidades que varían de toleíticas a calcoalcalinas, incluyendo basaltos MOR (Boland et al., 2000).

La edad de la secuencia volcánica (Unidad Naranjal) en base a fósiles se ha determinado como del Campaniano Tardío (Hollis en Boland et al., 2000). Los datos de geoquímica de rocas total y paleontológica determinan que las rocas de la Unidad Naranjal pueden ser parte de un arco intraoceánico desarrollado al O durante el Campaniano y los basaltos MOR pueden representar el piso oceánico del arco de islas Naranjal (Boland et al., 2000). Una edad Eoceno Temprano se sugiere para la acreción de las rocas de la Unidad Naranjal (Boland et al., 2000).

Unidad Colorado

La Unidad Colorado (Boland et al., 2000), expuesta al NO de la zona de cizallamiento, está constituida básicamente de rocas sedimentarias plegadas (limolitas, areniscas y conglomerados con clastos volcánicos) con alteración clorítica. La secuencia es interpretada como de edad Campaniano (Boland et al., 2000).

Geología local

Las rocas de la ZCN, aflorantes entre las rocas de las unidades Colorado y Naranjal, son de color verde, se encuentran fuertemente alteradas y deformadas. Las litologías típicas incluyen rocas de grano fino a medio, textura ígnea y de composición basáltica.

Las facies de grano medio, en lámina delgada presentan textura cataclástica/porfirítica, contienen relictos y porfiroblastos de fenocristales de piroxeno y hornblenda, (-) olivino, (-) plagioclasa y (-) minerales opacos. Petrográficamente, las rocas tienden a ser piroxenitas.

Análisis por fluorescencia de rayos X de la piroxenita, indica que el contenido de SiO_2 es de 44.36%, MgO es de 17.47%, Ni es de 619 ppm y el contenido calculado de Cr es de ± 1573.2 ppm. Desde el punto de vista geoquímico, la roca tiende a ser de composición ultramáfica.

Las facies de grano fino ocurren intercalados tectónicamente entre las facies de grano medio. Las rocas en lámina delgada presentan textura afanítica, contienen cristales de piroxeno, cristales prismáticos de plagioclasa y minerales opacos (25 %). Petrográficamente las rocas tienden a ser basaltos.

Actinolita, clorita y calcita ocurren como minerales de alteración en los basaltos y piroxenitas, lo que sugiere que las rocas sufrieron metamorfismo (facies de esquistos verdes).

Las rocas presentan evidencia de deformación dúctil y frágil. La deformación dúctil deja una fábrica tipo S-C mayormente dextral, tanto en las piroxenitas como en los basaltos. El clivaje tiende a ser NE-SO con los planos mayormente tendiendo a verticales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Minerales opacos en rocas y sedimentos fluviales

Las piroxenitas aflorantes en la ZCN contienen minerales opacos diseminados en las rocas y como inclusiones en los fenocristales. Los análisis cualitativos de los minerales opacos, mediante microscopía con luz reflejada sugieren que son espínelas cromíferas, mientras que los minerales opacos que ocurren en los basaltos son cristales de magnetita, posiblemente de origen primario.

Los sedimentos fluviales recolectados durante el proyecto PRODEMINCA, en los afluentes del río Naranjal y que atraviesan la ZCN, contienen una cantidad relativamente alta de minerales opacos. Los análisis cuantitativos de los minerales opacos seleccionados, realizados para muestras de sedimentos fluviales seleccionadas, sugieren que contienen espínelas cromíferas, titanomagnetita o una solución sólida entre espínela cromífera y magnetita.

Los datos químicos cuantitativos de las espínelas cromíferas in-situ o parte de las rocas de la ZCN indican que no existe una amplia variación en la composición química. Los valores obtenidos de los núcleos y bordes de cristales seleccionados indican contenidos de Cr_2O_3 , variable entre 33.21 % a 42.65 %. El valor de $\text{Cr} \#$ varía entre 54.64 a 83.90, mientras el valor de $\text{Mg} \#$ es bajo y varía entre 3.9 a 11.99. Adicionalmente, las espínelas cromíferas presentan un marcado enriquecimiento en ZnO , cuyos contenidos varían entre 0.44 a 2.7%.

En el diagrama $100\text{Cr}(\text{Cr}^+\text{Al}) / 100\text{Mg} / (\text{Mg}^+\text{Fe}^{2+})$ propuesto por Irvine (1965), los minerales plotean dentro o muy cerca del campo ofiolítico propuesto por Haggerty (1991) para espínelas secundarias (Figura 1).

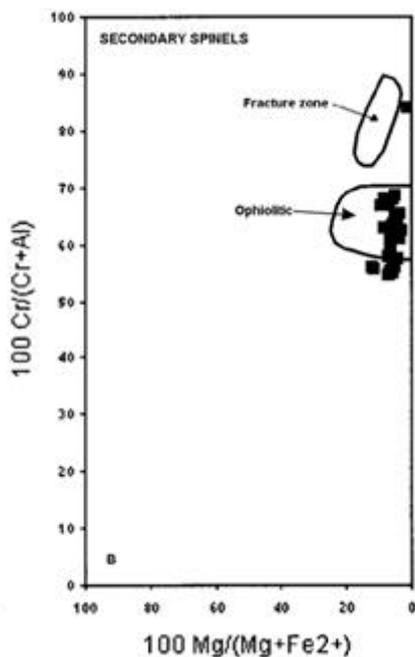


FIGURA 1
Diagrama Cr-Al/Mg-Fe²⁺

los cristales de espínelas cromíferas parte de las rocas de la zona de cizallamiento Naranjal plotean dentro del campo ofiolítico propuesto por Haggerty (1991) para espínelas secundarias adaptado de Pilatasig, 2001.

Los datos químicos cuantitativos de las espínelas cromíferas detríticas indican que la composición química es variable. Los valores obtenidos incluyendo núcleos y bordes indican contenidos de Cr₂O₃, variable entre 13.90 % a 56.08 %, mayormente sobre 33 %. El valor de Cr # varía entre 57.99 a 84.79 mientras el valor de Mg # varía entre 0.78 a 73.59.

El entorno geológico de, los datos cualitativos y cuantitativos de los cristales de espínela cromífera in-situ, sugiere que las rocas de la ZCN son la fuente más probable de las espínelas cromíferas detríticas.

Interpretación geotectónica

Los datos litológicos, estructurales, geofísicos y mineralógicos indican la existencia de una zona geológica muy anómala a lo largo de ZCN. Considerando el origen ultramáfico de las rocas y la presencia de espínelas cromíferas en las rocas de la ZCN, las cuales están relacionadas a ofiolitas; sumado a la naturaleza, posición estructural y edades de las litologías adyacentes; las rocas podrían representar un fragmento de corteza oceánica o complejo ofiolítico desmembrado.

La mega estructura podría corresponder a la zona de sutura entre los terrenos oceánicos Piñón y Pallatanga. En esta interpretación, la estructura más al SO debería cambiar de rumbo y tender a ser N-S, lo cual implicaría que la ZCN podría ser la prolongación de la Falla Guayaquil. Sin embargo, si la ZCN hacia el O (planicie costanera) tiende a ser E-O, al igual que la Falla Canandé, las rocas de la estructura pueden representar el basamento oceánico (fragmento ofiolítico desmembrado o plateau oceánico) de las rocas volcánicas de ambiente arco de islas aflorantes en el sector río Canandé-río Jordán, así como de las rocas de la Unidad Colorado (Figura 2).

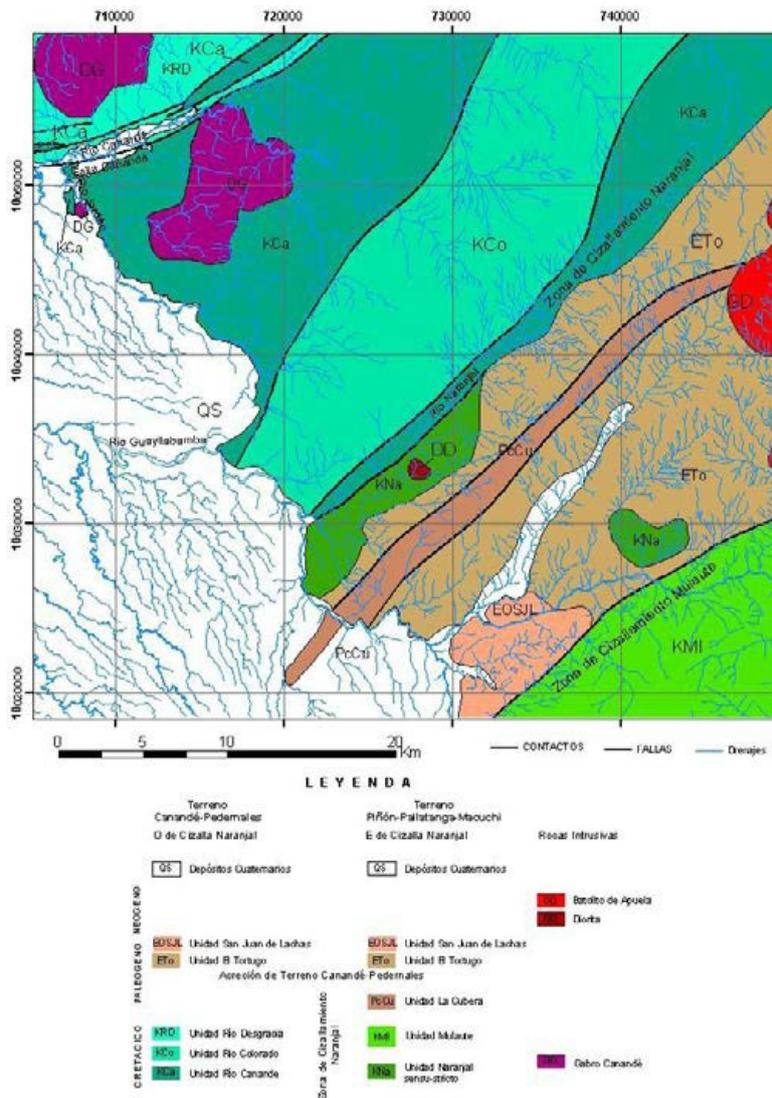


FIGURA 2
 Mapa geológico de la zona de interés, incluyendo la hipótesis propuesto
 Modificado de Boland et al., 2000; y Pilatasig et al., 2004

En esta interpretación, la Unidad Naranjal, considerando su posición estructural con respecto a la ZCN y las características geoquímicas reportadas (Boland et al., 2000), puede ser dividida en dos cinturones: Noroeste (CNO) y Sureste (CSE). El CSE o Unidad Naranjal sensu-stricto, está localizado hacia el SE de la ZCN, mientras el CNO o Unidad Canandé, dominado por rocas ígneas máficas incluyendo lavas de afinidad MORB está localizado al NO de la ZCN (Figura 2).

CONCLUSIONES

En este marco geotectónico, la Unidad Naranjal sensu-stricto podría representar el basamento del arco Macuchi de edad Paleoceno-Eoceno; mientras, la nueva Unidad Canandé en la que se incluyen las rocas ultramáficas/ máficas deformadas de la ZCN, puede ser correlacionada con las rocas de afinidad MORB aflorantes al E de Pedernales, definidas como Formación Piñón.

Sin embargo, no se excluye que la ZCN podría representar la sutura entre un complejo de arco de islas del Cretácico Tardío, incluyendo su basamento oceánico con el ensamblaje de terrenos Pallatanga- Piñón-Macuchi. En este contexto, la edad más probable de la acreción es Eoceno Temprano (Boland et al., 2000).

BIBLIOGRAFÍA

- Boland, M. L., Pilatasig, L. F., Ibadango, C. E., Mc Court, W. J., Aspden, J. A., Hughes, R. A. and Beate, B. 2000. Geology of the Cordillera Occidental of Ecuador between 0° and 1° N. Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental, Programa de Información Cartográfica y Geológica. CODIGEM-BGS. Quito.
- Egüez, A. 1986. Evolution Cénozoïque de la Cordillère Occidentale Septentrionale d' Equateur (0 15' S o 1 10' S). Les minéralisation associées. Unpublished Ph. D. thesis; Universite Pierre et Marie Curie, Paris, 116p.
- Haggerty, S. E. 1991. Oxide Mineralogy of the Upper Mantle. Pp. 355-416 en Lindsley, D. H. Ed. Oxide Minerals: Petrological and magnetic significance. Mineralogical Society of America. Reviews in Mineralogy, Vol. 25.
- Hughes, R., & Pilatásig, L. F. 2002. Cretaceous a Tertiary terrane accretion in the Cordillera Occidental of the Andes of Ecuador. Tectonophysics, 345. ELSEVIER Science B. V.
- Irvine, T. N. 1965. Chromian Spinel as a Petrogenetic Indicator. Part 1. Theory. Canadian Journal of Earth Science. Vol. 2, pp 648-672.
- Kerr, A. C., Aspden, J., Tarney, J. and Pilatasig, L.F. 2002. The nature and provenance of accreted oceanic terranes in western Ecuador: geochemical and tectonic constraints. Journal of the Geological Society, London, Vol. 159, pp 577-594.
- Mc Court, W. J., Apsden, J. A. & Brook, M. 1984. New geological and geochronological data from the Colombian Andes: Continental growth by multiple accretion. Journal of the Geological Society of London. Great Britain.
- Mc Court, W. J., Duque, P., Pilatásig, L. F. & Villagomez, R. 1997. Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador entre 1° - 2°S. Escala 1:200.000. CODIGEM-BGS. Quito.
- Pilatásig, L. F. 2001. Interpretation of the tectonic settings of the rocks exposed along the Naranjal Shear Zone using cromian spinels compositions. Tesis MSc no publicada. Camborne School of Mines, University of Exeter. Gran Bretaña.
- Pilatásig, L. F., Gordón, D. y Lima, A., 2004. Mapa Geológico del Ecuador, escala 1:100.000. Hoja N° 43. Dirección Nacional de Geología, Ministerio de Energía y Minas.