

# **DISTRIBUCIÓN DE METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS DEL RÍO TABLACHACA-SANTA COMO BASE DE CONTROL LITOLÓGICO**

Michael VALENCIA, Jorge CHIRA, Hismael RODRÍGUEZ, Dennis CHERO, Luis VARGAS &  
Ronald VÁSQUEZ

Ingemmet: Av. Canadá 1470. San Borja. Lima. Perú  
jchira@ingemmet.gob.pe; dchero@ingemmet.gob.pe; [lvargasr@ingemmet.gob.pe](mailto:lvargasr@ingemmet.gob.pe)

## **INTRODUCCIÓN**

El río Tablachaca es uno de los principales afluentes del río Santa y junto con éste, forman una cuenca de drenaje de aportes de sedimentos independizada, debido al emplazamiento de la Central Hidroeléctrica del Cañón del Pato, que limita los aportes provenientes del río Santa superior. Debido a estas consideraciones se han analizado las muestras recolectadas a lo largo de este río, las cuales forman parte del programa de prospección geoquímica regional del INGEMMET del 2007, el cual abarca el flanco oeste de la Cordillera Occidental entre las latitudes 8° y 9° sur.

Esta cuenca atraviesa un área metalogenéticamente interesante en sus nacientes, con presencia de yacimientos importantes como Pasto Bueno y Magistral, con una mineralogía económicamente valiosa. Involucra áreas geológicamente diversas como el batolito de la Cordillera Blanca y secuencias cretáceas en la subcuenca superior; el Jurásico y volcánicos cenozoicos de la subcuenca media y el Batolito de la Costa y los volcánicos del Gpo. Casma en la subcuenca inferior, lo que la hace interesante para realizar controles geológicos, debido a que los patrones geoquímicos de los sedimentos de quebrada imitan espacialmente a los de las litologías de los afloramientos (Stone et al, 2003).

En ese sentido, la distribución de metales pesados en los sedimentos de grandes ríos sirven a un mejor entendimiento del ciclo exógeno de los elementos a través de procesos fluviales, así como a la influencia de procesos antropogénicos (Singh et al, 2003).

## **ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio se ubica en la parte central del Perú, entre las regiones de Ancash y La Libertad (Fig. 1), limitada por los paralelos 8°00" y 9°00" de la latitud Sur, que corta transversalmente en dirección NE-SO a las cartas nacionales de Pallasca (17h), Santiago de Chuco (17g), Santa Rosa (18g) y Santa (18f).

Geológicamente (Cossío, 1964 y Wilson et al, 1995) comprende desde el Jurásico lutáceo a pizarroso (Fm. Chicama), el Cretáceo inferior de secuencias cuarcíticas, arenosas, calcáreas y lutáceas (Gpo. Gollarisquizga); el Cretáceo superior de calizas nodulares, dolomitas grises bien estratificadas (Fm. Pariahuanca, Fm. Chúlec, Fm. Pariatambo, Fm. Jumasha); discordantes hacia el sector occidental con una gruesa secuencia de volcánicos lávicos y piroclastos andesíticos intercalados con sedimentarios de edad albiana (Gpo. Casma). Todas estas secuencias están intruidas por granodioritas-dioritas del Batolito de la Costa (Cobbing et al, 1981) al oeste y por granodioritas-tonalitas del Batolito de la Cordillera Blanca al este. Como unidad más reciente se tiene lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas intercaladas con secuencias sedimentarias paleógeno- neógenas (Volcánico Calipuy), predominantes en la parte central (Fig. 2).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se recolectaron y analizaron 39 muestras de campo en donde se usó el tamiz 30 (<600 µm) que proporcionaron de 3 a 4 Kg. de sedimento; además se empleó el floculante BOZEFLOC para acelerar la precipitación de las partículas en suspensión.

Se tomó información in situ relativa a la ubicación, geología, composición litológica de los clastos, alteraciones, mineralizaciones, entre otros, que nos ha permitido caracterizar cada muestra, así como la de sus litotipos de aporte.

Asimismo se tomó información relativa a los parámetros físico-químicos in situ: el pH, conductividad eléctrica, TDS y temperatura. Una vez enviadas al laboratorio, las muestras han sido preparadas y tamizadas por la malla 200 (<75 µm) y luego analizadas en los laboratorios de S.G.S. del Perú S.A.C., por los métodos ICP-MS (52 elementos), con ataque de agua regia; mientras para el análisis de oro se usó el Ensayo al Fuego-Absorción Atómica.

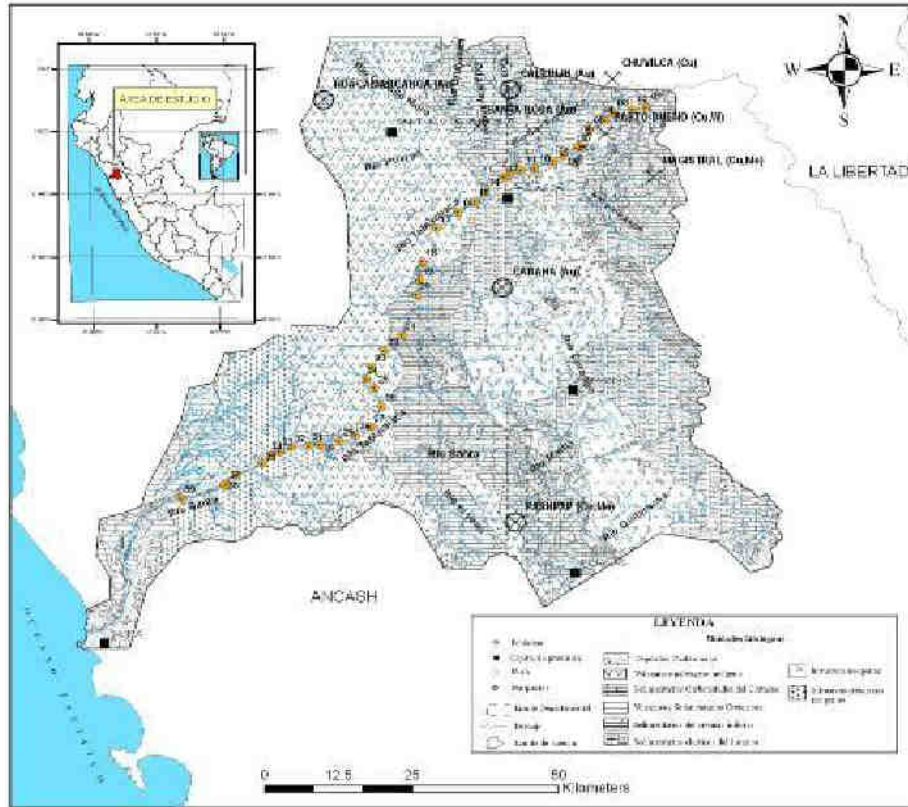


Fig. 1. Mapa de ubicación de la zona. Se indican los puntos de muestreo analizados

El uso de un tipo de fracción determinada permite una mayor cantidad de granos finos que la que esperaríamos encontrar en la fracción gruesa, por lo tanto más representativa (Beeson, 1984). Entre estos los elementos se concentrarán los minerales pesados o resistentes; en cambio los elementos residentes inestables como los ferromagnesianos, son rápidamente “destruidos” y transformados a arcillas durante la alteración, por las que pueden ser preferentemente removidos (Stone et al, 2003).

Teniendo en cuenta lo anterior y de que los procesos fluviales parecen ecualizar las diferentes contribuciones de metales pesados para los diferentes segmentos geológicos en el área de estudio, y además de que la intensa alteración física y erosión ayudan a la homogenización y juega un significativo rol en el estrecho rango de distribución de metales pesados a escala regional (Singh et al, 2003), se asume que la distribución metálica en sedimentos de quebrada provee una ventana al pasado de la historia geológica de las rocas que fueron erosionadas y productoras de estos sedimentos (Stone et al, 2003). Es por eso que los perfiles de distribución de los elementos pesados no relacionados a menas de la cuenca, nos dan patrones característicos que no son alterados por la presencia de anomalías presentes en el área de estudio, siendo por tanto reflejo de la geología superficial de la zona.

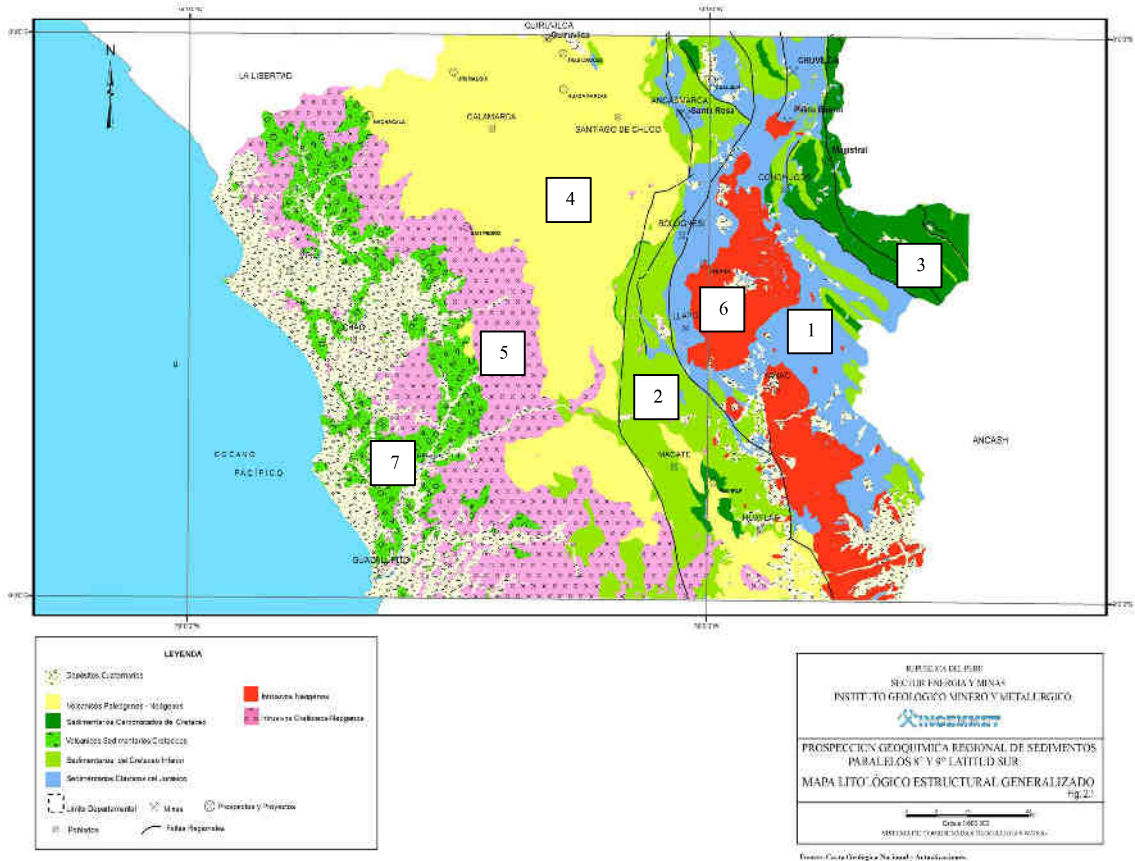


Fig. 2. Mapa litológico del flanco oeste de la Cordillera Occidental. Las unidades generalizadas son: 1. Sedimentarios clásticos del Jurásico, 2. Sedimentarios clásticos del Cretáceo inferior, 3. Sedimentarios carbonatados del Cretáceo superior, 4. Volcánicos del Paleógeno-Neógeno, 5. Intrusivos de Cretáceo superior, 6: Intrusivos del Neógeno, 7. Volcánicos-sedimentarios del Cretáceo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### PERFILES DE DISTRIBUCIÓN LONGITUDINAL

La concentraciones de metales pesados en los ríos son el resultado de competencias de influencias en la cuenca, de su geología, alteración química y física, diagenesis, textura de sedimento y geoquímica acuosa de metales individuales (Rollinson, 1993). Generalmente los cambios aguas abajo de la concentración de metales pesados en los sedimentos de los ríos son controlados por las características geoquímicas de sus tributarios y están relacionadas a la geología superficial (Singh et al, 2003)

En el río Tablachaca-Santa muestra perfiles de distribución de metales pesados (Fig. 3) con distintas tendencias de decrecimientos desde las nacientes, debido al “sorteo” físico de los sedimentos del río, a excepción del Fe en donde se aprecia un ligero aumento desde el mismo.

Los elementos de Fe, Mn y Co (Fig. 4) están básicamente relacionados a características propias de la geología del área, sin mostrar relación alguna con la mineralización presente.

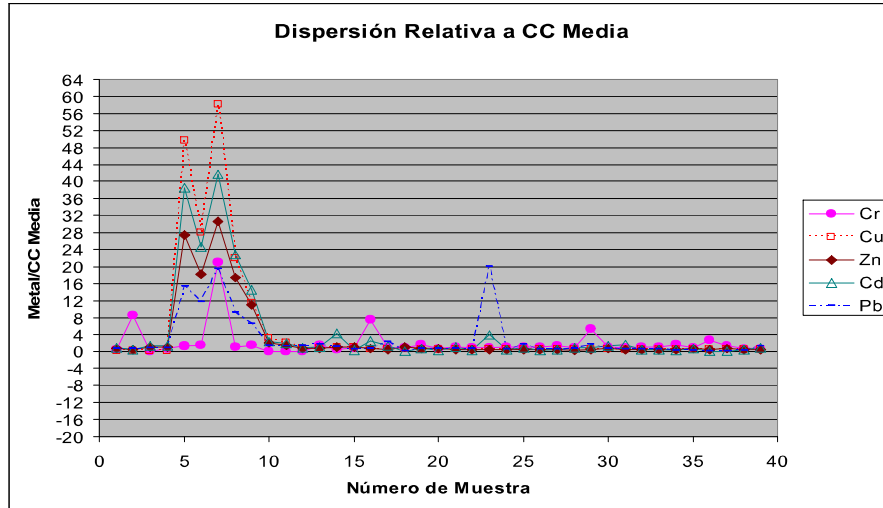


Fig. 3. Perfiles de dispersión normalizados a la concentración media de los metales base (de este a oeste). Tramo aprox: 74 km.

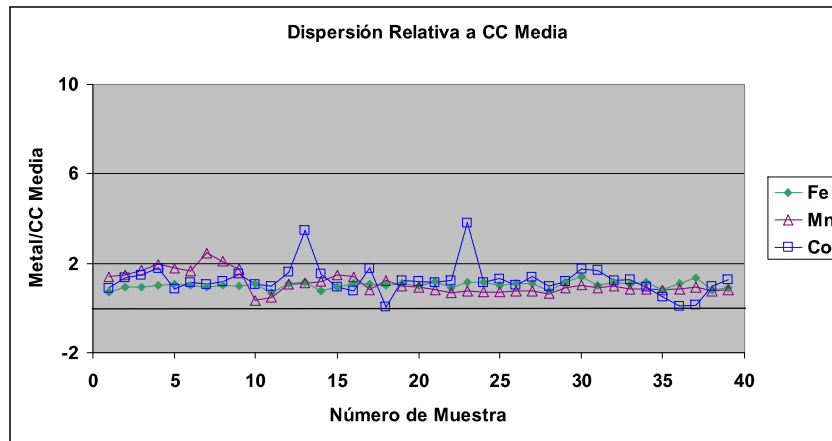


Fig. 4. Perfiles de dispersión normalizados a la concentración media de los metales pesados litogénicos (de este a oeste). Tramo aprox: 74 km.

En la distribución de los metales valiosos y mineralizantes de Zn, Pb y Cu, también se aprecia una ligera tendencia de decrecimiento desde la naciente, pero que se enmascara por la presencia de zonas mineralizadas como Pasto Bueno.

Mientras el Cd y el Co muestran perfiles de distribución muy disímiles, donde el primero parece contaminarse por la presencia de la anomalía Pasto Bueno, en tanto que el Co no tiene relación con esta.

### RELACIÓN CONCENTRACIÓN METALES- CONCENTRACIÓN MEDIA

Este parámetro fue calculado en base a la relación entre la concentración de cada muestra con la concentración media del metal para este sector, concebida como la media geométrica de esta población.

La concentración de metales pesados y su distribución es un control importante que representa la geología de la cuenca drenada, en especial los metales base como Pb, Zn y Cu que se relacionan a los depósitos minerales como Pasto Bueno, cuya mineralización está conformada en gran parte de cuarzo-sericita-fluorita-wolframatos-sulfuros como galena y esfalerita, con Cu, Zn, Pb y Ag (Torres & Enríquez, 1996); mientras en Magistral se tiene calcopirita y molibdenita en dos ambientes: un

stockwork con cuarzo, pirita y molibdenita; y un skarn con calcopirita, pirrotita y magnetita; en esta última predomina el Cu y Mo (Navarro, 2006).

En los gráficos de cajas y bigotes del manganeso (Fig. 5), se observan los distintos niveles de abundancia entre los sedimentarios, siendo los menores en los carbonatados, mientras que en los ígneos los niveles de Mn van en descenso según el tiempo (desde los volcánicos paleógeno-neógenos hasta los intrusivos neógenos). Esto se ve corroborado en el mapa isovalórico respectivo (Fig. 6).

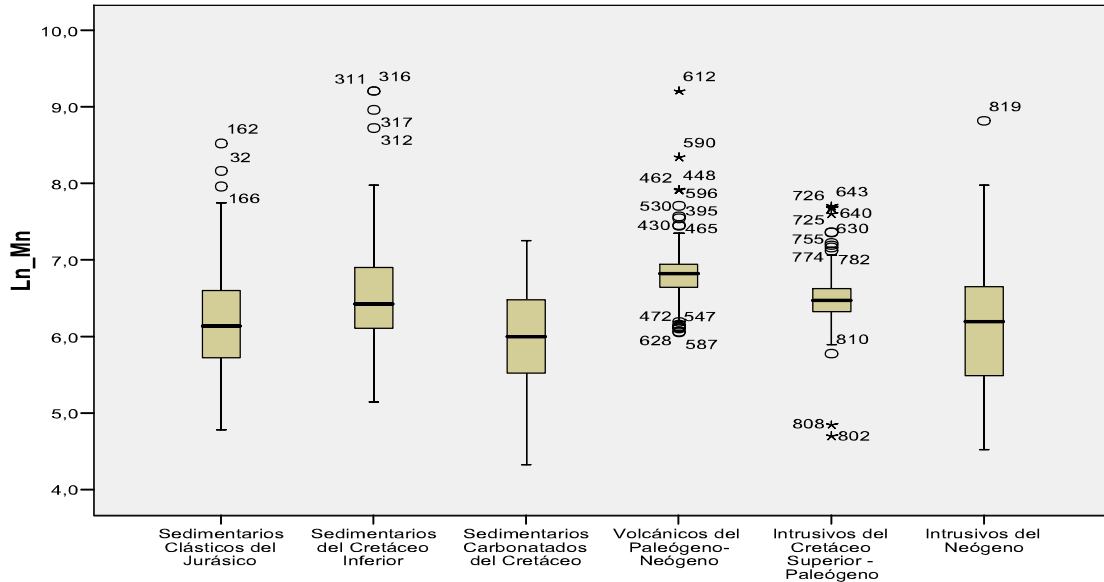


Fig. 5. Gráfico comparativo de cajas y bigotes de las concentraciones de Mn (expresadas en logaritmos) en las diferentes poblaciones litológicas.

Por el contrario, el mapa de isovalórico del Ni (Fig. 7), muestra los mayores niveles en los sedimentarios clásicos y en los intrusivos neógenos, en tanto que los menores corresponden a los volcánicos y a los intrusivos del Batolito de la Costa.

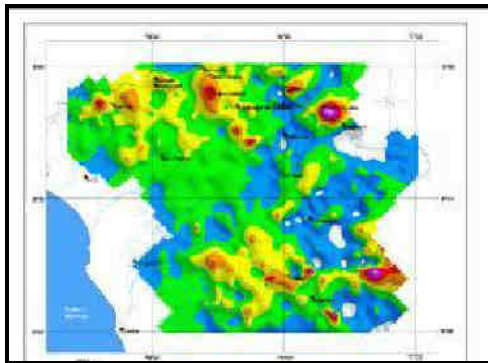


Fig. 6. Mapa isovalórico del Mn.

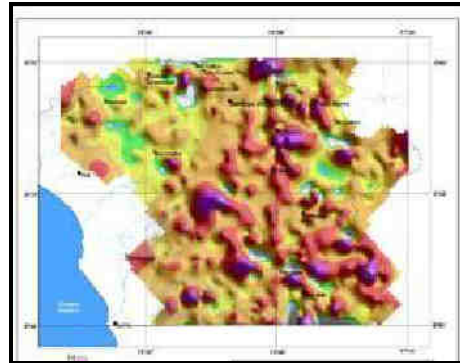


Fig. 7. Mapa isovalórico del Ni.

## CONCLUSIONES

La dispersión de los metales pesados muestra un decrecimiento aguas abajo, a excepción del Fe, el que presenta un comportamiento distinto en comparación a aquellos.

Los perfiles de distribución de los elementos permiten determinar la relación que pudieran tener con las unidades litológicas aflorantes, sin tener en cuenta la presencia de sectores mineralizados o contaminados.

La distribución de Cu, Zn, Pb y Ag están relacionados a la mineralización presente en los depósitos Pasto Bueno y Magistral, mientras que Mn y Ni están más relacionados a la distribución litológica (geogénica) en el área referida.

Mientras el zinc se relaciona mas con algunos sectores al sureste, representadas por secuencias sedimentarias del Jurásico y Cretáceo.

## REFERENCIAS

- Beeson, R., 1984. The use of the fine fractions of stream sediment in geochemical exploration in arid and semiarid terra. En: *Journal de Geochemical de Exploration*. Elsevier Science Publisher. Netherlands. Vol. 22. p 119-132.
- Cobbing, J., Pitcher, W., Wilson, J., Baldock, J., Taylor, W., Mc Court, W. y Snelling, J., 1981. Estudio Geológico de la Cordillera Occidental del Norte del Perú. *Ingemmet, Serie D, Bol. N° 10*.
- Cossío, A. 1964. Geología de los Cuadrángulos de Santiago de Chuco y Santa Rosa. *INGEMMET Bol. N° 8*. (Departamentos de la Libertad y Ancash).
- Chira, J.; Chero R.; Rodríguez, H., Valencia, M., Vargas, L. & Vásquez, R. 2008. Prospección Geoquímica de Regional de sedimentos de quebrada entre los paralelos 8°-9° cuencas de la vertiente Pacífica. *Ingemmet*. En prensa
- Navarro, P. 2006. Características Metalogenéticas de los Yacimientos Asociados al Grupo Calipuy en el Norte del Perú, Departamentos de La Libertad y Ancash. *Ingemmet*. Informe interno
- Rollinson, H. 1993. *Using Geochemical Data: Evaluation, presentation, interpretation*. Longman. London. p. 352.
- Singh, M., Müller, G. & Singh I. 2003. Geogenic distribution and baseline concentration of heavy metals in sediments of the Ganges River, India. En: *Journal of Geochemical Exploration*. Elsevier Science Publisher. Netherlands. Vol. 80.
- Stone, P., Breward, N. & Merriman, J. 2003. Mineralogical controls on metal distribution in stream sediment derived from the Caledonides of the Scottish Southern Uplands and English Lake District. En: *Mineralogical Magazine – a Journal of Mineral Sciences*. Mineralogical Society. London. Vol. 67 N°2. p 325-338
- Torres, A. & Enríquez, J. 1996. Características estratigráficas, estructurales y tectónicas en relación con la mineralización de oro en el Perú. *II Simposio Internacional del Oro, Lima*. p. 118–123.
- Wilson, J., Reyes, L. & Garayar, J. 1995. Geología de los Cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz, y Huari. *Boletín N° 60*, p. N° 16 - 32.