



XVIII Congreso Peruano de Geología

MINERALIZACIÓN DE HIERRO Y MANGANESO DE GÉNESIS HIDROTERMAL, UBICADO EN EL TRANSARCO MAGMÁTICO DEL BATOLITO DE LA COSTA, NORESTE DE ICA

Orlando de la Cruz Matos¹, Bilberto Zavala Carrión², Leither Alvarez Herrera³

¹ Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, INGEMMET, odelacruzmatos40@gmail.com

² Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, INGEMMET, bzavala@ingemmet.gob.pe

³ Geólogo Consultor, leither2006@yahoo.es

1. Resumen

El afloramiento de hierro y manganeso denominado "Huachac", se encuentra localizado al NE de la ciudad de Ica. Consiste en un sistema tipo veta-brecha con óxido ferroso y de manganeso, con rumbo preferente NNO-SSE e inclinaciones subverticales hacia el SO. Este sistema mineralizado está emplazado en un subvolcánico andesítico, alterado con presencia de Caolinita - Smectita - Montmorillonita e Illitas, incrementando la aureola metasomática en los afloramientos calcáreos asignados al Cretáceo inferior que han sido cortado por el subvolcánico. La mineralización está formada por óxidos de hierro (hematita, goetita, magnetita), más óxidos de manganeso (psilomelano y pirolusita), en menor proporción están presentes la calcita y baritina.

El contenido de hierro varía entre un rango de 11.26 % a 34.6%, mientras que el manganeso está entre 13.42% a 15.38%. Además se observa un enriquecimiento significativo de Pb, Zn, Ag y valores anómalos de Ba, Sb, As, Bi.

Hacia los contactos con las diversas unidades sedimentarias, existe un blanqueamiento afectando a las unidades calcáreas, más un proceso de limonitización en el cuerpo subvolcánico. No se tiene evidencias que la mineralización, esté afectando a las unidades ígneas del Cretáceo, faltando aún comprobar si afecta al arco volcánico del Paleógeno.

La mineralización de óxidos de hierro y manganeso está íntimamente relacionada a la evolución tectónica del Batolito de la Costa y al pre-arco volcánico miocénico.

Estos depósitos de Fe-Mn están a su vez relacionados a la mineralización vetiforme de Pb-Ag-Zn del distrito Huachac y sus alrededores. La geoquímica de elementos traza, tierras raras y los óxidos mayores, muestra claramente un origen hidrotermal que excluye cualquier otra naturaleza para este sistema.

2. Geología Local

El proyecto Huachac, se encuentra ubicado en el departamento de Huancavelica, provincia de Castrovirreyna y distrito de Ticrapo. Durante el desarrollo del estudio, se realizó un cartografiado local a escala 1:500 (Figura 1), con la finalidad de confeccionar un mapa geológico y visualizar las diversas unidades estratigráficas aflorantes.

La mineralización de hierro y manganeso se emplaza en un cuerpo subvolcánico andesítico y en las secuencias calcáreas de la Formación Chúlec, esta unidad está conformado por intercalación de estratos medianos a delgados de calcarenitas de tonos grisáceos a pardos, se encuentran parcialmente recristalizados por efectos del pulso subvolcánico de andesita que generan anomalías en la roca encajonante.

La unidad sedimentaria más antigua la conforma el Grupo Yura, representada con la Formación Labra, asignada al Jurásico superior, estas unidades presentan un fuerte plegamiento de sus ejes con orientación NO-SE (Figura 1). La secuencia más moderna corresponde a las unidades brechadas y aglomerádicas de la Formación Tantaró de edad Paleógena.

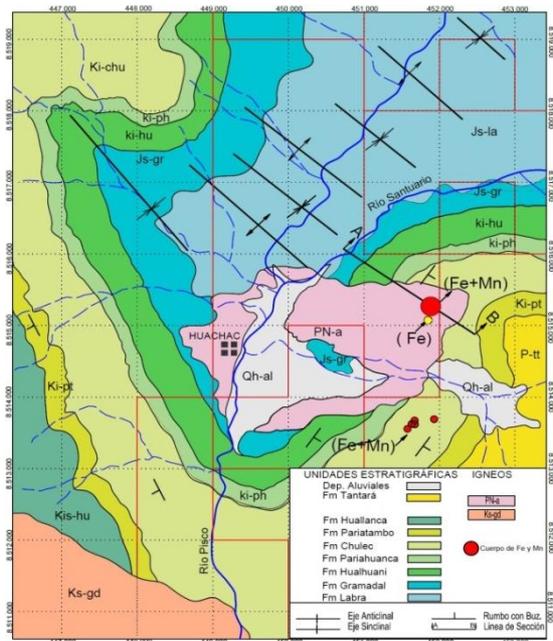


Fig. 1 Mapa geológico local.

Se elaboró una columna estratigráfica desde la margen derecha del rio Santuario (Figura 2), donde afloran las secuencias de la Fm. Labra constituyendo la base de las rocas sedimentarias en la zona. Está constituida por areniscas calcáreas más limolitas en estratos delgados a medianos, en discordancia angular aflora la Fm. Gramadal constituida por calizas en estratos finos a medianos, suprayace secuencias silicoclástica de la Fm. Hualhuani de granulometría mediana y tonalidades blanquecinas.

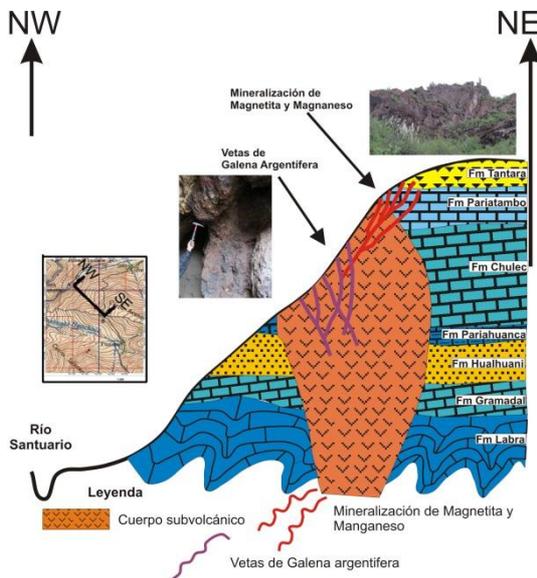


Fig. 2 Columna estratigráfica esquematizada

Hacia el techo en discordancia angular están las formaciones Pariahuanca, constituida por calizas intercaladas con lutitas y limolitas, suprayace la Fm. Chulec, conformadas por secuencias de calcarenitas en estratos delgados a medianos, siendo esta formación la de mayor grosor medida. La última unidad calcárea es la Fm. Pariatambo, consta de calizas oscuras en estratos

delgados. Hacia el tope de toda la columna en ligera discordancia angular se presentan las brechas y aglomerados del Volcánico Tantarà, expuestas en las partes altas de los cerros Acendrana y Jallccapallana. Existe la presencia de una unidad subvolcánica que corta las diversas secuencias sedimentarias, habiendo visto esta relación hasta la Formación Chulec, este cuerpo ígneo es de naturaleza andesítica de tonalidades gris oscura y textura afanítica.

3.- Mineralización

Se pudo comprobar la existencia de mineralización de hierro y manganeso ubicado al noroeste del cerro Acendrana. Corresponde un afloramiento de tendencia NNO-SSE, se encuentra cortando la unidad subvolcánica andesítica y a las secuencias calcáreas de la Formación Chulec. La pureza del manganeso se hace difícil de tenerlo en casi toda su extensión, por partes se observa contaminado por las andesitas y las calizas de la Formación Chulec, dando un aspecto brechado con una matriz de manganeso, cortando a lo anterior se observó una veta de Pb, Ag y Zn de 30 cms.



Foto 1, Sistema mineralizado.

Hacia las partes bajas, se observa una contaminación parcial, llegando tener por sectores hasta un 34.6% de Fe, 13.84% de Mn, 1% de Pb y 0.46% de Zn (Foto 1 y Tabla 1).

Las asociaciones minerales de mena (óxidos de Mn) consisten principalmente de psilomelano y pirolusita en cantidades subordinadas, como minerales ganga se encuentran calcita, baritina, magnetita, limonita y goethita. El psilomelano forma agregados botroidales y masivos, de coloración negro-azulado, actuando también como relleno de cavidades y matriz en las brechas. La calcita se encuentra como relleno de porosidad y como vetillas milimétricas. La magnetita se encuentra como fragmentos sueltos dentro de la brecha, presentando limonitización hacia sus bordes.

La mineralogía sugiere que este se formó en condiciones hidrotermales en un margen extensional a través de fallas postsedimentarias. Su génesis se vincula con la etapa de un magmatismo post Batolito de la Costa, la presencia de vetas con sulfuros que cortan a los sistemas de Fe y Mn y a las diversas formaciones calcáreas, indicarían la posibilidad de hallar cuerpos y mantos de sulfuros

masivos en las proximidades, especialmente en las unidades calcáreas favorables.

4.- Alteraciones Hidrotermales

Se observa una intensa alteración en el cuerpo subvolcánico que rodean los sistemas mineralizados (Foto 2). Se tomaron varias muestras de la zona alterada para determinar la composición mineralógica con el espectrómetro Terrasplen, reportando un promedio de: Caolinita-Smectita 42.87%, Montmorillonita 43.66 %, Illita -Smectita 9.65 %, Muscovita 3.82%. Concluyendo que la variedad de arcillas encontradas, son de un proceso hidrotermal que ha originado una alteración del tipo argílica intermedia, de mediana temperatura, que estarían asignando un contexto epitermal intermedio



Foto 2, Alteración argílica en subvolcánico

5.- Geoquímica

Se analizaron cuatro muestras representativas por el método ICP-40B, realizadas en el laboratorio SGS del Perú S.A.C. (Tabla 1), tomadas de diversas zonas del sistema mineralizado de Fe-Mn.

Elemento	Ag	As	Ba	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg
Unidad	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	%	%
SANDRANA I	>100	246	3683	9	10	128,6	>15	0,56	0,07
SANDRANA II	>100	441	9948	13	11	205,6	>15	0,49	0,08
SANDRANA III	>100	291	9695	10	7	204,3	>15	0,47	0,07
SANDRANA IV	15,1	65	>10000	26	6	63,9	11,26	3,07	0,26

Elemento	Mn	Mo	Ni	Pb	S	Sb	Sn	Al2O3	CaO
Unidad	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	%	%
SANDRANA I	>10000	50	13	>10000	0,16	226	24	0,57	0,12
SANDRANA II	>10000	110	15	>10000	0,34	348	16	1,07	23,55
SANDRANA III	>10000	38	12	6392	0,35	252	17		
SANDRANA IV	>10000	5	8	1202	0,3	70	<10		

Elemento	Cr2O3	Fe2O3	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	SiO2	TiO2
Unidad	%	%	%	%	%	%	%	%	%
SANDRANA I	0,03	42,83	0,09	0,06	29,93	0,03	0,12	26,16	0,06
SANDRANA II	0,01	56,24	0,22	0,71	13,16	0,05	0,13	4,79	0,05

Tabla 1

Solo dos muestras siguieron el procedimiento por óxidos mayores (métodos ICP-95A) y por elementos trazas (método IMS-95r). La geoquímica, muestra un promedio de 24,32%, para el hierro y 14,36% para el manganeso. Existe también la presencia de fuertes anomalías de Pb, Zn, Ag, Ba y Sr, moderadas anomalías por As, Bi, Mo, Sb, Se y Sn, mientras que los elementos Co, Cu y Ni están empobrecidos, esta relación enfatiza el origen hidrotermal en la mineralización de Huachac (Hewitt et al. 1963;

Nicholson 1992). Las diferencias marcadas en las concentraciones de Fe y Mn denotadas por las relaciones Fe/Mn, son consecuencia de un drástico fraccionamiento entre estos dos elementos, por condiciones redox y diferencias en su solubilidad, durante la descarga de soluciones hidrotermales (Nicholson 1992). Otro indicador geoquímico es la relación Co/Zn, encontrando valores entre 0.0133 y 0.037, lo que confirmaría su carácter genético hidrotermal (Toth, 1980).

6.- Diagramas de discriminación

Se usaron diagramas binarios de Co+Ni vs. As+Cu+Mo+Pb+V+Zn (Nicholson 1992), para diferenciar la derivación de la mineralización a partir de soluciones hidrotermales (Figura 3). En los espectros de REE normalizados a PASS (Figura 4), las tierras raras reportan la presencia de anomalías positivas de Eu y anomalías cercanas a 0 para Ce, así como el enriquecimiento en los elementos de tierras pesadas. Esta relación indica un origen hidrotermal de los fluidos mineralizantes (Glasby et al. 1987).

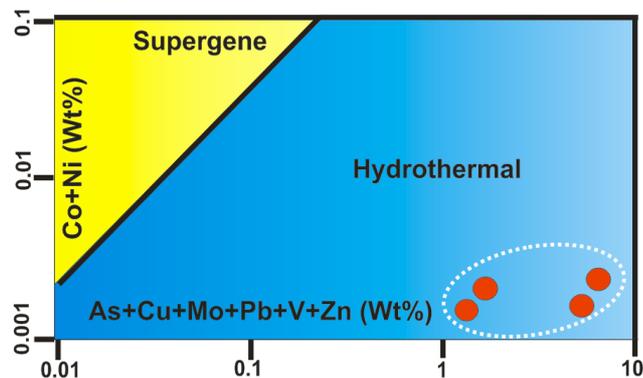


Fig. 3, Diagrama Nicholson K. 1992.

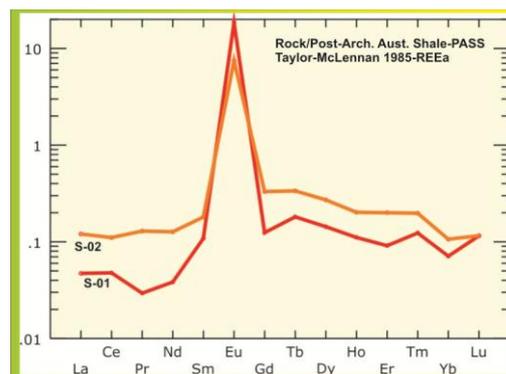


Fig. 4, Diagrama, Taylor and Mc Lennan 1985.

6.- Génesis y Marco geotectónico del depósito

En base a sus características estratigráficas, estructurales y geoquímicas, la mineralización se emplaza posterior al Cretácico inferior, cortando secuencias calcáreas, situadas entre el Batolito de la Costa y el antearco volcánico Paleógeno, con una asociación litológica y mineralógica diferente, donde predominan vetas de óxidos y brechas de

Fe, Mn e hidróxidos de hierro que son cortados por vetas de plomo y zinc.

Sin embargo se destaca que el ambiente geotectónico asignado al depósito estudiado, es de tipo extensional, situado entre dos grandes lineamientos de tendencia NE-SO, lo que resultaría que la tectónica acontecida habría originado sistemas compensatorios de segundo orden con régimen distensivo que originaron los diversos sistemas abiertos por donde emergió el cuerpo subvolcánico y las soluciones mineralizantes.

Conclusiones y consideraciones

- El evento metalogénico que originó la mineralización de hierro con manganeso subordinado, presenta una posición cronoestratigráfica post Cretáceo inferior.
- En el contexto geotectónico planteado, el hidrotermalismo originó la mineralización de magnetita y manganeso de Huachac, se relaciona con el proceso de subducción en un ambiente post Batolito de la Costa.
- La composición mineralógica y las características geoquímicas de la mineralización, sugiere que ésta se formó en condiciones hidrotermales, bajo sistemas extensional, a través de fallas postsedimentarias en un ambiente continental.
- La actividad hidrotermal se produjo en los estadios finales de la actividad magmática asociada al Batolito de la Costa y anterior a los arcos volcánicos paleógeno.
- La alteración en las áreas donde está presente la mineralización, se componen de Caolinita-Esmectita, Montmorillonita, Illita -Smectita, Muscovita. Estaría relacionada a fase del tipo argílica media.
- La mineralogía definida para el manganeso es el psilomelano y pirolusita, mientras que para el hierro, son la hematita y goetita, y en menor proporción la magnetita, siendo los minerales de ganga la calcita, y la baritina
- En base a los estudios de tierras raras, se concluye que los minerales de Fe y Mn resultaron de fluidos hidrotermales.

Toth, J.R., (1980), Deposition of submarine crusts rich in manganese and iron: Geological Society of America Bulletin, v. 91, p. 44-54.

Parte de la información utilizada proviene de los análisis efectuados por la empresa Constructores Mineros Los Andes S.A.C., empresa a la cual se agradece por permitir la publicación del presente trabajo.

Referencias

Salazar, H & Landa, C. (1994): Geología de los Cuadrángulos de Mala, Lunahuana, Tupe, Conayca, Chíncha, Tantará y Castrovirreyna Hoja: 26-j, 26-k, 26-l, 26-m, 27-k, 27-l y 27-m. INGEMMET, Boletín N° 44, Serie A. Carta Geológica Nacional. Lima – Perú.

Glasby, G.P., Gwozdz, R., Kunzendorf, H., Friedrich, G. y Thijssen, T. (1987). The distribution of rare earth and minor elements in manganese nodules and sediments from the equatorial and S.W. Pacific. Lithos 20: 97-113.

Hewitt D.F, Fleischer M, Conklin N (1963). Deposits of the manganese oxides. Supplement. Econ Geo 58:1-50.

Nicholson K. (1992) Contrasting mineralogical-geochemical signatures of manganese oxides: guides to metallogenesis. Econ Geol 87:1253-1264.