

CONTROL ESTRUCTURAL EN EL EMPLAZAMIENTO DE YACIMIENTOS MAGMÁTICO-HIDROTERMALES EN EL SECTOR DE ANTABAMBA-APURIMAC

Angel Neyra¹, Luis Cerpa¹ & Victor Carlotto¹

¹INGEMMET, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima 41, Peru.

Email: aneyra@ingemmet.gob.pe, lcerpa@ingemmet.gob.pe y vcarlotto@ingemmet.gob.pe

INTRODUCCIÓN

En la zona de Antabamba (Departamento de Apurimac) se han descrito numerosas ocurrencias de depósitos magmático-hidrotermales cuyos controles regionales estructurales de emplazamiento son poco conocidos, a pesar de que se cuenta con trabajos geológicos regionales (Pecho, 1981; Valdivia & Latorre, 2003) y metalogenéticos regionales (Perelló et al., 2003; Carlotto et al., 2009), aún no se ha podido establecer de manera apropiada la relación entre la evolución tectónica y el emplazamiento del Batolito de Andahuaylas-Yauri y la relación con la formación de depósitos magmático-hidrotermales.

Este estudio busca caracterizar los controles estructurales presentes en el emplazamiento y distribución de los depósitos magmático-hidrotermales, desde un punto de vista local y regional, que se encuentran presente en el sector Antabamba-Chalhuanca ubicado en las Franjas XV y XXI del Mapa Metalogenético (Quispe et al., 2008).

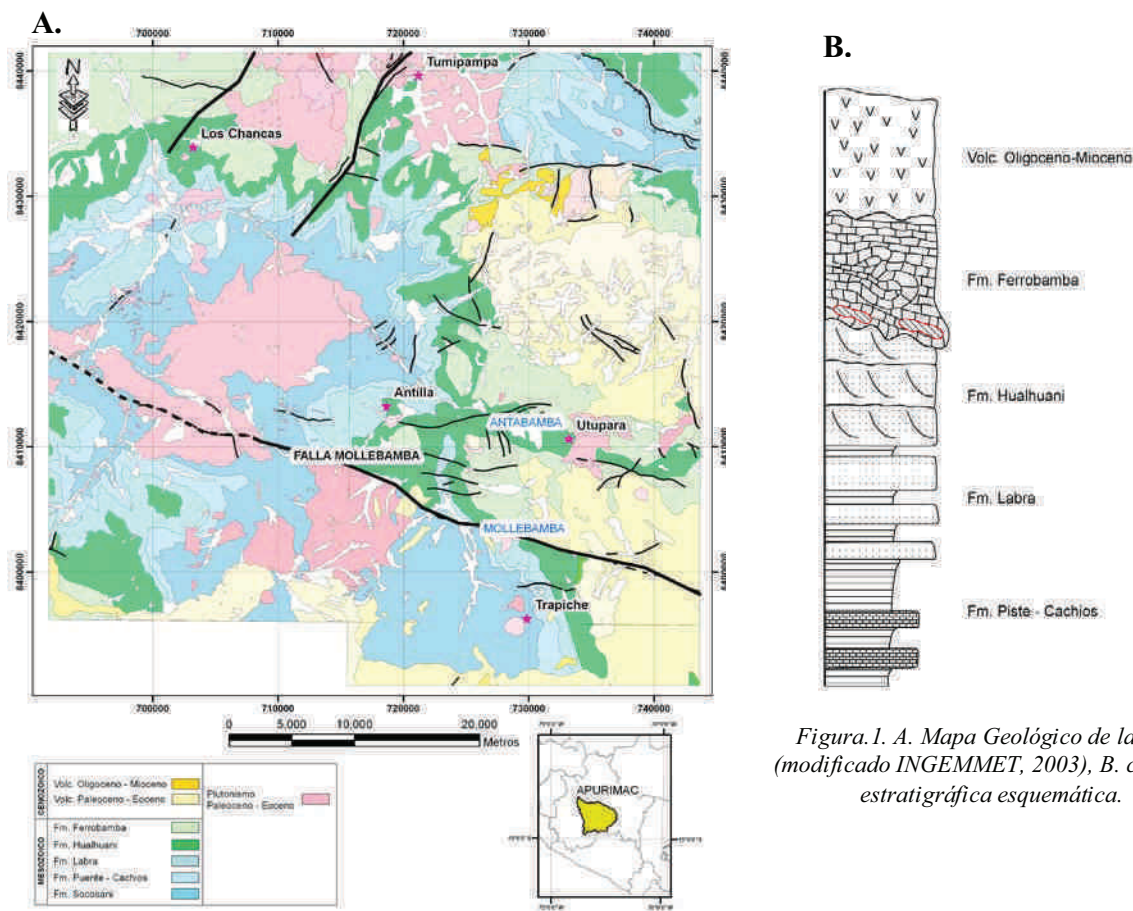
MARCO GEOLÓGICO

La zona de estudio está caracterizada principalmente por la presencia del Batolito de Andahuaylas – Yauri que intruye a diversas unidades mesozoicas (Fig. 1A). La base del Mesozoico (Fig. 1B) presenta una secuencia de calizas negras con intercalaciones de limo-arcillitas negras, asignadas a las formaciones Socosani y Cachíos, suprayaciendo a esta secuencia se observa una sucesión de bancos de poco espesor de areniscas cuarzosas blanquecinas con intercalaciones de lutitas (Fm. Labra; Vicente et al, 1981). Hacia la parte superior de esta secuencia, las areniscas aumentan su espesor y son asignadas a la Fm. Hualhuani (Dávila, 1988).

Suprayaciendo a esta unidad y en discordancia erosional se observa unos potentes paquetes de calizas, que afloran a manera de bloques caóticos formando “*slumps*” englobados en una matriz areno-limosa de color rojo que atribuimos a la Formación Ferrobamba (Pecho, 1981). Estos *slumps* son atribuidos a un proceso de resedimentación ampliamente documentado en el Sur del Perú (Carlotto, 2002) que afecta y erosiona a los sedimentos de la unidad Murco, razón por la cual no afloran continuamente en esta zona.

En el sector este (Fig. 1A), suprayaciendo erosionalmente a los afloramientos mesozoicos, se observan secuencias volcánicas y volcanoclásticas cenozoicas, que están representados por una sucesión de flujos lávicos y piroclásticos de composición intermedia que son atribuidos al Grupo Tacaza (Pecho, 1981).

Estas unidades estratigráficas son intruidas por stocks, sills y diques atribuidos al Batolito de Andahuaylas – Yauri que fue emplazado entre el Eoceno medio y el Oligoceno temprano, 48 Ma hasta los 32 Ma, siendo la etapa de mayor actividad hidrotermal en el rango (36-34 Ma, Perelló et al., 2003).



GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La estructura principal que controla el sector Antabamba es la Falla Mollebamba, que es una estructura kilométrica con un rumbo regional de $N120^\circ$ buzando al sur, la cual en el sector de Mollebamba pone en contacto las areniscas de la Fm. Hualhuani con el Batolito de Andahuaylas-Yauri, mientras que hacia el este pone en contacto las mismas areniscas de la Fm. Hualhuani con los volcánicos del Grupo Tacaza. Estudios anteriores mencionan que esta estructura tuvo por lo menos dos movimientos (Casaverde, 2004), además en el sector de Mollebamba se observa que la Fm. Hualhuani ha sido desplazada sinistralmente por esta estructura, lo cual nos da indicios del último movimiento registrado por esta falla.

MICROTECTÓNICA

Se han realizado 56 estaciones de microtectónica (Fig. 02), tomando medidas de estrías en fallas, vetillas y diques; considerando sus relaciones espaciales y temporales. Estos datos fueron analizados bajo el método de diedros rectos utilizando el FaultKinWin (Marret & Allmendinger, 1990) para obtener los ejes de deformación compresivo y extensivo.

En **Trapiche** se observaron sistemas de fallas con direcciones: N-S, $N120^\circ-150^\circ$, $N40^\circ-60^\circ$ y E-W. También vetillas con mineralización, con una dirección predominante N-S. En ambas estructuras se midieron estrías, obteniendo como resultado 4 ejes de compresión principales: $N120^\circ-150^\circ$, $N175^\circ$, $N40^\circ-60^\circ$ y $N85^\circ$. De las relaciones espaciales y temporales obtenidas en terreno deducimos que el primer eje de deformación registrado en las estrías es el $N120^\circ-150^\circ$, que solo afecta a rocas sedimentarias presentes en esta zona. En fallas y vetillas con mineralización se registran estrías que muestran un eje de compresión $N175^\circ$, además medidas registradas en stockwork y sheeting de vetillas rellenas con cuarzo y sulfuros (Casaverde, 2004) muestran similar orientación y eje de deformación. Estas estructuras y estrías son cortadas por otras que presentan un eje de compresión $N40^\circ-60^\circ$ que se observan tanto en fallas presentes en el Batolito de

Andahuaylas-Yauri como en las rocas sedimentarias. Finalmente y cortando a las anteriores estrías se tiene estrías correspondientes al eje de compresión $N85^\circ$ que cortan a todas las demás estrías vistas anteriormente.

En el sector **Lahuani**, al igual que en el sector Trapiche, se registraron las mismas familias de fallas y vetillas con mineralización, predominantemente con orientación N-S. Igualmente los ejes de compresión que se obtuvieron al analizar las estrías medidas en dichas fallas y vetillas fueron $N120^\circ-150^\circ$, $N5^\circ$, $N40^\circ-60^\circ$ y $N95^\circ$. Relacionando la cronología relativa de las estrías se obtuvo la misma secuencia de deformación registrada en Trapiche; es decir, primero se originaron las estrías correspondientes a los ejes de compresión $N120^\circ-150^\circ$, luego tenemos las estrías que corresponden al eje de compresión $N5^\circ$, posterior a estas tenemos las estrías que corresponden al eje de compresión $N40^\circ-60^\circ$ y finalmente las estrías correspondientes al eje de compresión $N95^\circ$.

En **Antilla** tenemos sistemas de fallas con direcciones: $N120^\circ-150^\circ$, $N40^\circ-60^\circ$ y E-W, además se observaron diques con orientación E-W. De las medidas de estrías en dichas estructuras se obtuvieron los siguientes ejes de compresión: $N7^\circ$, $N40^\circ-60^\circ$ y $N85^\circ$. Cabe resaltar que el pórfido principal relacionado con la mineralización tiene una orientación N-S y observando las relaciones espaciales y temporales entre las estrías se definió que las estrías relacionadas al eje de compresión $N7^\circ$ son cortadas por las estrías relacionadas al eje de compresión $N40^\circ-60^\circ$. Así mismo estas son cortadas por estrías relacionadas al eje de compresión $N85^\circ$.

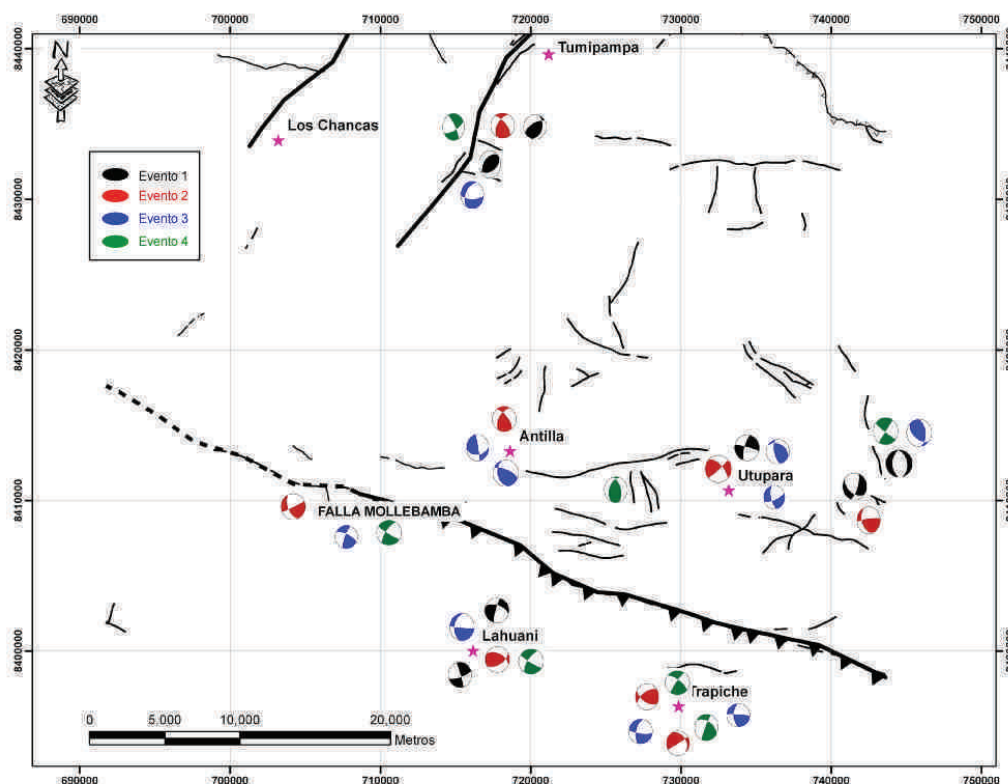


Figura 2. Mapa estructural de la zona de estudio, mostrando las estructuras principales, y las soluciones de falla mostrando los ejes compresivos y extensivos.

En el sector **Utupara** se observaron sistemas de fallas con direcciones: $N175^\circ$, $N40^\circ-60^\circ$ y $N120^\circ-150^\circ$; además brechas hidrotermales con rumbos $N175^\circ$ y $N40^\circ$ así como vetillas con mineralización con rumbos $N65^\circ$ y $N120^\circ$, en estas estructuras se tomaron medidas de estrías obteniéndose los siguientes ejes de compresión: $N40^\circ-60^\circ$, $N175^\circ$, $N120^\circ-150^\circ$ y $N80^\circ$. Analizando las relaciones cronológicas relativas de las estrías se tiene un primer eje de compresión $N40^\circ-60^\circ$, que son cortadas por las estrías relacionadas al eje de compresión $N175^\circ$. Posterior y cortando a ambas se tiene estructuras con un eje de compresión $N120^\circ-150^\circ$. Finalmente el último eje de acortamiento $N80^\circ$ se obtuvo de las medidas de estrías de las estructuras que cortan a todas las anteriores.

Un poco más al norte en *Pachaconas* se reconocieron sistemas de fallas con direcciones: N120°-150°, N40°-60° y E-W además vetillas con direcciones N-S y N120°; obteniendo los siguientes ejes de compresión: N120°-150°, N40°-60° y N85°. De las relaciones entre estructuras y estrías se observa que las estrías que presentan un eje de compresión N85° cortan a las estrías que poseen un eje N120°-150°. También se observa un stock work donde predominan vetillas con dirección N-S y N120°-150°.

EVOLUCIÓN TECTÓNICA

Se han distinguido 4 eventos tectónicos: El primero es anterior a la mineralización; el segundo es contemporáneo a la mineralización y los dos últimos posteriores a la mineralización, siendo la Falla Mollebamba la principal estructura en controlar el desarrollo estructural de la zona. Además por dataciones radiométricas se conoce que la edad de mineralización estaría entre los 30-32 Ma. Por lo tanto deducimos que el primer evento es anterior a la mineralización y se caracteriza por estar afectado por ejes de compresión N120°-150°.

El segundo evento registrado presenta un eje de compresión N175° que en conjunto con el análisis de las orientaciones de vetillas nos indicarían que la Falla Mollebamba tuvo un movimiento dextral en un contexto transpresivo. Favoreciendo así el emplazamiento de los distintos cuerpos profiríticos y sistemas de alteración magmático-hidrotermal.

Posteriormente este evento es cortado por estructuras que tienen un eje de compresión N40°-60°. El cuarto y último evento registrado presenta un eje de compresión N85° y se manifiesta en los volcánicos del Grupo Tacaza, que al contar con una edad K/Ar de 27.6 Ma (Pecho, 1981) proponemos que este evento es menor a 27 Ma.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a Cia. de Minas Buenaventura en la persona del Dr. César Vidal y el Ing. Fernando Llosa por las facilidades brindadas para una corta estadía en el Proyecto Trapiche, así mismo a todo el personal de dicho proyecto. A Rigoberto Aguilar por el apoyo en la campaña de campo.

REFERENCIAS

- Carlotto, V. (2002) Evolution andine et raccourcissement au niveau de Cusco (13-16°S) Pérou. Tesis de Doctorado. Université Joseph Fourier. 203 p.
- Carlotto, V., Quispe, J., Acosta, H., Rodriguez, R., Romero, D., Cerpa, L., Mamani, L., Diaz-Martinez, E., Navarro, P., Jaimes, F., Velarde, T., Lu, S. & Cueva, E. (2009). Dominios Geotectónicos y Metalogénesis del Perú. Bol. Soc. Geol. Perú, 103, 1-89.
- Casaverde, J. (2004). Geología y Metalogénesis del Proyecto Pórfido Cuprífero Trapiche (Mollebamba-Apurímac-Perú). Tesis de Grado de Ingeniero, Univ. Nac. De Ingeniería, Lima, 102p.
- Dávila, D. (1988). Geología del cuadrángulo de Cailloma, hoja 31-s. INGEMMET, Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, n. 40, 93 p.
- Marret, R. & Allmendinger, R. (1990) Kinematic analysis of fault-slip data. Journal of Structural Geology.
- Pecho, V. (1981). Geología de los cuadrángulos de Chalhuanca, Antabamba y Santo Tomas. Hojas: 29-p, 29-q y 29-r. INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, vol. 35, 88 p.
- Perelló, J. et al. (2003).- Porphyry-Style alteration and mineralization of the middle Eocene to early Oligocene Andahuaylas-Yauri belt, Cuzco region, Peru. Economic Geology, Vol. 98, 1575-1605.
- Quispe, J. et al. (2008). Mapa metalogenético del Perú 2008. XIV Congreso Peruano de Geología & XIII Congreso Latinoamericano de Geología, resúmenes, 6p.
- Valdivia, W. & Latorre O. (2003). Memoria descriptiva de la revisión actualización del cuadrángulo de Antabamba (29-q) escala 1:50000. INGEMMET. 24p.
- Vicente, J. (1981). Elementos de la estratigrafía mesozoica sur-peruana. Comité sudamericano del jurásico y cretácico: cuencas sedimentarias del jurásico y cretácico de América del Sur, Vol. 1, 319 - 351.