

AVANCES EN LA REINTERPRETACIÓN GEOLÓGICA Y SUS IMPLICANCIAS EN LA DETERMINACIÓN DE “TARGETS” DE EXPLORACIÓN, DISTRITO MINERO RAURA

Edwin Uribe & Eddy Zapana

Cia. Minera Raura S.A., Las Begonias 441, Of. 251, San Isidro - Lima

GENERALIDADES

El Distrito minero Raura, se encuentra entre los límites de las provincias de Lauricocha, Oyón y Daniel Alcides Carrión, Departamentos de Huánuco, Lima y Cerro de Pasco, respectivamente.

Raura es un yacimiento tipo skarn de Zn-Cu-Pb-Ag; el complejo de intrusiones, brechas y rocas volcánicas que dieron origen al depósito en Skarn, se dio durante el Mioceno, a manera de una caldera volcánica, actualmente erosionada que nos permite visualizar los eventos ígneos que se emplazaron en la cuenca sedimentaria de la formación Jumasha, formada a fines del cretáceo, la cual corresponde a la faja corrida, fallada y plegada del Marañón (MTFB), desde las fases tectónicas Peruana, Quechua e Inca.

Cia Minera Raura cumplió 50 años de actividad minera, enmarcada en un Yacimiento de Skarn con un soló halo metasomático explotado (Complejo Catuva), además de cuerpos distales de reemplazamiento, vetas, Bolsonadas y sistemas de Stock Work.

Los estudios recientes, como remapeos geológicos en superficie, geoquímica integral de rocas por litología, geoquímica de feeders, Relogeo de sondajes diamantinos, petroquímica de intrusivos, geofísica integral por magnetometría y local por polarización inducida, han permitido visualizar de mejor manera el yacimiento, en la búsqueda de nuevos recursos que permitan tener una visión al nuevo enfoque de minería, con mayores volúmenes de producción a menores costos y valores de mineral por tonelada que permitan una rentabilidad atractiva para nuestros inversionistas.

ASPECTOS GEOLÓGICOS

La secuencia calcárea del Cretáceo, desarrollada en la región, se comporta como el más importante metalotecto, en el caso de Raura, lo constituye la Formación Jumasha, no sin mencionar a la formación Santa, que estaría Sobreescurrada o no depositada en la zona aledaña al complejo de intrusiones Raura, esta formación es materia de un estudio que está en proceso. Dentro del distrito de Raura la Formación Jumasha ha sido subdividida en cuatro miembros por Ángeles C. /Uribe E. (2005) y Sánchez A. (2006), alcanza hasta 1070 m. de espesor y está constituido por una estratificación regularmente maciza de calizas grises en estratos de 1 a 15 m., el Miembro Jumasha 1 hacia la base tiene una secuencia lajosa de calizas oscuras intercalado con margas y limoarcillitas negras; el Miembro Jumasha 2 está constituido por calizas grainstone en estratos de hasta 10 m.; el Miembro Jumasha 3 está constituido por estratos de calizas grainstone y mudstone de 0.50 a 2 m., la skarnización y marmolización en este miembro es selectivo en las rocas más porosas y permeables; el Miembro Jumasha 4 está constituido por calizas de grano fino mudstone en estratos mayores a 5m.

La Formación Celendín, aflora en la parte Norte a Nor-Este de Raura, (Gayco, Flor de Loto y Virgen de las Nieves), mantiene un espesor regularmente constante de 500 m. y aflora al Este de la falla Chonta sobre el Bloque del Marañón (Ángeles C., 2005), litológicamente está constituido por calizas margosas nodulares, intercalados con calizas, limoarcillitas grises y margas, la superficie meteorizada es de color amarillo grisáceo. Entre las zonas de Gayco y Virgen de las Nieves esta formación tiene cambios texturales y mineralógicos, observándose presencia de granates, mármol y hornfels.

Las Rocas ígneas intrusivas son de magmas calcoalcalinos con medio a alto contenido de K, de naturaleza ácida a intermedia, pertenecen a los stocks de alto nivel con composiciones de granodiorita, cuarzomonzonita e intrusiones subvolcánicas porfiríticas, se han reportado edades de 10.1 Ma para la granodiorita y 8.2 \pm 0.2 Ma para el pórfido cuarzo-monzonita (Noble, 1999), emplazados en la zona imbricada de la faja corrida y plegada del Marañón (MTFB).

El Sistema Estructural, comprende las tectónicas evolucionadas desde la fase Peruana a la Inca, donde se generan los fallamientos corticales (Falla Chonta), plegamientos con sinclinales y anticlinales, sobrescurrimientos, fallas y cizallas de tensión comprendiendo tres sistemas importantes: NNW-SSE, NW-SE, E-W, el primero asociado al fallamiento regional y los dos últimos sistemas son de distensión que corresponden a un corredor muy favorable para la mineralización (“feeders”).

Es muy importante entender bien las tectónicas sucedidas, primero la tectónica andina (MTFB) y luego enmarcar la Tectónica del Mioceno, producto de las intrusiones a manera de Caldera volcánica, esta definición aún falta estudiar para confirmar el modelo de “Caldera Volcánica”, es necesario separar las 02 Tectónicas, para modelar y luego sobreponerlas y proyectar nuevos targets, estructurales.

Las principales alteraciones hidrotermales presentes son: sericitización, argilización, propilitización y silicificación. Las ocurrencias metálicas del yacimiento de Raura (Zn, Cu, Pb, Ag) están relacionadas a los intrusivos de edad Mioceno superior (8 y 10 Ma), en contacto con las unidades sedimentarias calcáreas del Cretácico superior, la formación de halos de endoskarn, exoskarn y metavolcánicos, son estudiados con detalle, para afinar la búsqueda de nuevas guías y controles de mineralización.

Se vienen explorando nuevos halos de Endo y ExoSkarn, asociado a alteraciones hidrotermales ácidas favorables, con la idea de nuevos stocks de pórfidos cuarzo monzonitas o similares en diferenciación magmática que sean contemporáneos a las épocas de mineralización, estos estudios abren posibilidades de nuevos recursos en Raura, en las zonas aledañas a las operaciones actuales.

MINERALIZACIÓN

En la parte central en el contacto del **stock pórfido cuarzomonzonita** con las calizas de la Fm. Jumasha se encuentra la mejor exposición actual del metasomatismo de contacto con halos de endoskarn, exoskarn (Complejo Catuva), la mineralización económica predominante es de Cu-Zn-Pb (con incremento de Cu en profundidad); hacia el Este, se presentan sistemas de Vetas y Bolsonadas (Hadas, Margot, Santa Rosa), rellenos de cuarzo y sulfuros con mineralización de Pb-Ag-Zn, donde el plomo normalmente está asociado con la plata; hacia el Norte se presenta un sistema de Vetas de relleno y reemplazamiento (Vetas (Esperanza, Torre de Cristal), el estilo de mineralización económica está compuesta en sulfuros (Galena, esfalerita), y sulfosales (freibergita, tetraedrita) Ag-Cu-Zn-Pb, con presencia de pirita, cuarzo, yeso, anhidrita y rodocrosita; En la zona Nor Este del Centro Hidrotermal hasta ahora conocido, se tiene un estilo de mineralización en vetillas conformado un tipo Stock Work, con mineralización polimetálica de baja ley, hacia el Oeste en la zona Delfercha – Blanquita se tiene la mineralización aprovechando las fallas E-W que forman bolsonadas dentro de las aureolas del skarn, con contenidos de Zn-Pb-Ag-Cu; al Suroeste en el sector de Jimena la mineralización es netamente en sulfuros que contienen Zn-Pb-Ag. En la periferia, principalmente al Este y Sureste ocurren vetas, cuerpos y brechas tectono-hidrotermales de cuarzo-manganeso, calcita, siderita, pirolusita y alabandita con un mayor contenido de plata. La estibina, oropimente y rejalgal también están presentes en los sectores de Puyhuancocha y Siete Caballeros, lo que indican un nivel alto y distal de mineralización económica (Valdivia J., et al., 2005).

PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA

PETROQUÍMICA DE ROCAS IGNEAS

La caracterización petroquímica de las rocas intrusivas, a través de análisis por elementos mayores, traza y tierras raras, (Consultora Dra Miriam Mamani), ha permitido clasificar la serie magmática de rocas del distrito minero de Raura.

Las rocas ígneas del distrito minero de Raura, corresponden al TrasarcoHuaylillas (24-10 Ma), por su contenido en SiO₂ vs el alcális (Na₂O + K₂O), clasifican al límite superior de la serie calco-alcalina en su predominio, resaltando algunas fases de diferenciación alcalinas que corresponden a los stocks dacíticos a porfíricos..

A través del índice de saturación de Alumina (ISA), se identificó que los intrusivos son de carácter Metaluminico, y los stocks de pórfidos dacíticos a pórfidos cuarzo monzoníticos son Peraluminicos, con contenidos de agua, asimismo los magmas con mayor contaminación y con mayor humedad son los stock o pórfidos (Virgen de las Nieves – Santa Rosa Brazzini).

Se puede indicar que los intrusivos precursores tienen composición desde diorita a tonalitas, los intrusivos generadores son de composición granodiorita y los stocks y pórfidos, asociados a la mineralización son de composición más ácida entre cuarcíferos y dacitas a riolitas.

Entre las fallas-Vetas Farallón Oeste con Margot, se reportan altos contenidos de thorio que indicaría el incremento de circulación de fluidos hidrotermales, asimismo entre las fallas-vetas Santa Rosa con Hada 4 dieron señales de magmas húmedos que son favorables para la formación de fluidos hidrotermales. Mediante la petroquímica y magnetometría se confirma el stock porfírico entre la falla Brazzini y la laguna Putusay Bajo, los magmas en este sector de Putusay se encuentran en la zona de transición de circulación de fluidos hidrotermales (por el contenido de Th), ligeramente contaminados, y gran parte son magmas secos. En virgen de las Nieves la caracterización petroquímica de las rocas intrusivas, permitieron detectar un alto contenido de thorio que indicaría el incremento de circulación de fluidos hidrotermales, asimismo en el borde Norte y Sur del intrusivo de esta zona dieron señales de magmas húmedos que podrían ser favorables para la formación de fluidos hidrotermales.

GEOQUÍMICA EN ROCAS

La prospección geoquímica con muestreos en rocas, es con la finalidad de determinar la dispersión y distribución geoquímica de elementos traza en el distrito minero Raura, desde las zonas operativas que ayudan a determinar patrones de elementos guías y en zonas de rocas calcáreas que por debajo de ellas puede existir mineralización polimetálica o cuerpos intrusivos. Trabajos anteriores de prospección geoquímica en rocas, se realizó en la zona del Pórfido (2005), Virgen de las Nieves (2007), Santa Rosa – Brazzini (2010). Para la interpretación se considera los fondos y umbrales geoquímicos calculados en el proyecto Santa Rosa - Brazzini. En el análisis e interpretaciones preliminares, las dispersiones con concentraciones anómalas de algunos elementos traza en las zonas operativas son: Esperanza-Flor de Loto (Ag, As, Cu, Mn, Pb, Zn), Hadas-Margot (Ag, As, Cu, Pb, Zn), Gayco (As, Cu, Mn), Niño Perdido-Primavera (As, Cu, Mn, Pb, Zn), Pórfido-complejo de brechas (Cu, Mn). En los proyectos conocidos los sectores anómalos son: Matapaloma Este (As, Mn, Pb, Zn), Victorias – Farallón (Ag, As, Mn, Pb, Zn), Puyhuanmina – Puyhuancocha (Ag, As, Mn), Farallón – Celia (Cu). Los nuevos sectores con concentraciones anómalas son: Yanco (Anomalías puntuales de Ag, As, Cu, Zn), al SE de la Lag. Gayco (Ag, As, Cu, Mn, Pb, Zn), Putusay (As, Cu, Mn, Pb Zn), Siete Caballeros (As, Mn), Virgen de las Nieves (As, Cu, Mn, Pb, Zn). Siento el sector más resaltante las anomalías entre las Lagunas Gayco y Virgen de las Nieves, las áreas anómalas serán objetos de mapeos geológicos a detalle (Escala 1/2000) con la finalidad de relacionar con el entorno geológico. Otro sector que queda abierta la investigación en profundidad sería por debajo del glaciar Brazzini, entre Jimena y Fortuna en el límite Oeste del intrusivo.

En Flor de Loto – Esperanza el zoneamiento vertical de la mineralización que se conoce es de sulfosales ==> Sulfuros, pero por las dispersiones de Mn en las rocas encajonantes, en los niveles superiores y en superficie existe pirolusita y probablemente alabandita. Entre Farallón – Victorias

puede existir un zoneamiento desde la superficie a los niveles inferiores: Alabandita ==>Sulfosales ==> Sulfuros. En Puyhuancocha la migración y dispersión de abundante Mn, puede sustentarse por el concepto teórico de Einaudi et al. (1981) donde sub clasifica a los skarn de Zn-Pb de acuerdo a su posición y relación con los intrusivos, indicando que cuando son cercanos a stock epizonales son ricos en Mn domina la johansenita, y cuando son distales a fuentes ígneas también son ricos en Mn (domina johansenita), por lo que en la actualidad se está investigando la caracterización mineraloquímica de skarn (granates y piroxenos) de los afloramientos de Catuva y al Este de las vetas Victorias, caracterización mediante técnicas como: mineragrafía, difracción de Rayos X, microsonda electrónica, los mismos estudios se vienen realizando en las vetas Puyhuanmina y Puyhuancocha para conocer mediante sus componentes minerales y químicos si son distales a skarn y saber la asociación mineralógica de laplata que se tiene en estas estructuras (>10 oz/t).

PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

MAGNETOMETRÍA

Los resultados de este método desde el punto de vista litológico permitieron diferenciar con claridad el intrusivo granodiorita, el pórfido cuarzomonzonita y su extensión de la alteración, las rocas sedimentarias calcáreas y los volcánicos. Otros stockssubvolcánicos también son claramente delimitados como los que se encuentran en Putusay, Santa Rosa, Hadas, Esperanza, Nueva Esperanza y Virgen de las Nieves, en este último se tiene una anomalía fuerte que indicaría un posible stock en profundidad, ya que en superficie se encuentra cubierto por depósitos morrénicos y solo se observa el intrusivo granodiorita fuertemente alterado. El estudio de magnetometría terrestre relacionando con la ocurrencia de zonas mineralizadas, se observa que en el borde de la anomalía del pórfido se encuentra la zona de Catuva, y en el mismo borde Este de la anomalía se encontró la franja denominada skarn Hadas-Farallón. Otra de las ventajas principales del estudio geofísico con magnetometría es la delimitación de las fallas principales. Las coincidencias con las variables geológicas, sistemas estructurales, anomalías geoquímicas se determinan “targets” de exploración en los bordes de los stock porfiríticos como son entre la falla Farallón Oeste con Santa Rosa, intersección de la falla Farallón con Victorias, Putusay, Virgen de las Nieves. Como resultado final se tiene el plano de campo magnético del distrito minero de Raura (Fig. 4). Los trabajos posteriores que se vienen planteando son la ejecución de polarización inducida en el sector de Siete Caballeros, por algunas anomalías geoquímicas de elementos traza y variables geológicas importantes que se presentan en este sector.

POLARIZACIÓN INDUCIDA

Los estudios de prospección geofísica mediante Polarización Inducida 3D, se realizaron en los sectores Santa Rosa Brazzini y Virgen de las Nieves, el primero se identifican tres anomalías relacionadas a las fallas - vetas Farallón, Brazzini y Putusay, en el segundo se identifica una clara anomalía superpuesta en una trampa estructural de las fallas - vetas Flor de Loto, Virgen de las Nieves y Torominas (sistema NE) con las Fallas Tinquicocha y Caballococha (sistema NNW), que han sido registradas en la magnetometría. La cargabilidad anómala como litología, registra que no es similar a la granodiorita esto fue indicado por la magnetometría, asimismo la resistividad en estas zonas anómalas sugieren una roca alterada producto de un intrusivo que podría estar generando fluidos hidrotermales, los cuales estarían depositándose en las trampas estructurales mencionadas.

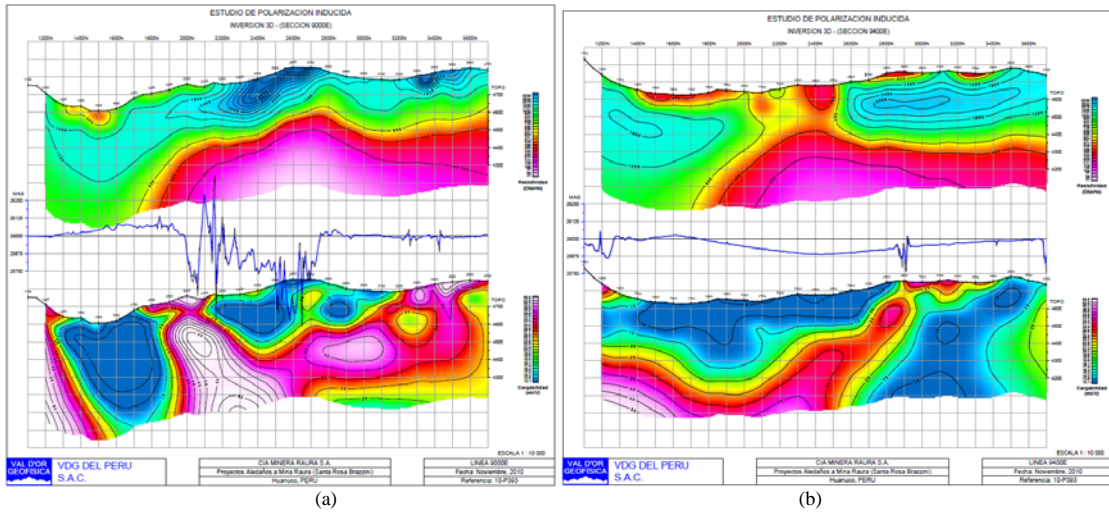


Fig. 1. (a,b) Perfiles de Polarización Inducida Santa Rosa - Brazzini

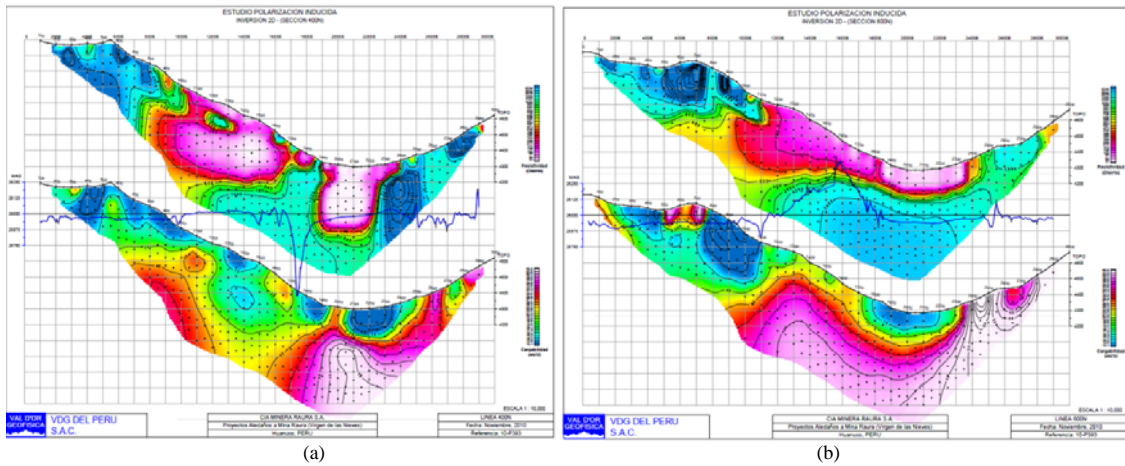


Fig. 2. (a,b) Perfiles de Polarización Inducida Virgen de las Nieves

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de la prospección geoquímica en rocas, relacionados con los estudios de geofísica (magnetometría, polarización inducida) al SSE de la laguna Putusay Bajo, en el entorno sedimentario calcáreo se tienen anomalías geoquímicas de elementos traza e indicadores, que estarían relacionados al posible stock por debajo de las calizas, ya que en superficie solo se observa pequeños afloramientos de brechas de intrusión y brechas volcánicas, por lo que se selecciona este sector de Putusay como un “targets” de exploración para explorar en profundidad en el borde de las anomalías geofísicas y en las fallas Brazzini, ramal Restauradora, intersección de Farallón - Victorias. La reinterpretación geológica con estos estudios permitieron diseñar los proyectos de sondajes diamantinos hacia las diferentes estructuras tipo relleno de fractura y posibilidades de skarn

Relacionando las variables de los estudios de prospección geoquímica, magnetometría, polarización inducida y petroquímica, se selecciona como “targets” de exploración la trampa estructural de las fallas - vetas Flor de Loto, Virgen de las Nieves y Torominas (sistema NEE) con las fallas Tinquicocha y Caballococha (sistema NNW), específicamente en el contacto del intrusivo granodiorita con las rocas calcáreas de la Formación Celendín y por debajo de la laguna Tinquicocha. La reinterpretación geológica con estos estudios permitió realizar el proyecto de sondajes diamantinos

con posibilidades de interceptar estructuras mineralizadas tipo relleno de fractura (Flor de Loto Este, Virgen de las Nieves) y skarn (contacto granodiorita - Fm. Celendín). Al NNE de la laguna Virgen de las Nieves se tiene un stock porfírico, que podría estar asociado a flujos hidrotermales y posible mineralización en esta zona, otro posible stock según los estudios geofísicos (magnetometría y polarización inducida) podría estar en profundidad por debajo del contacto de la granodiorita con la Formación Celendín.

TRABAJOS A REALIZARSE

Dataciones radiométricas de las rocas intrusivas (precursoras, generadoras, stock) y de las rocas volcánicas. Inclusiones fluidas en los sistemas de vetas principales, en las rocas intrusivas (cuarzodiorita, granodiorita, tonalita), en los stocks porfíricos, en los afloramientos de skarn. Caracterización mineralógica mediante estudios de SEM, QEMSCAN, MLA en los mantos con ensambles Mn-Ag, granates y piroxenos de los afloramientos de skarn.

Estudios: vulcanismo en Raura y su asociación con los stock porfíricos, reinterpretación de la geología estructural y sus relaciones con la mineralización, caracterización litogeoquímica de las Fms. Jumasha y Celendín.

AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento al Ing. Gonzalo Freyre por impulsar y permitir realizar trabajos netamente geológicos para la reinterpretación del distrito minero.

REFERENCIAS

- ÁNGELES, C & URIBE, E. (2005). Identificación de subunidades de la Fm. Jumasha en el área de la mina Raura: Implicancias para la estructura de conjunto (con énfasis en los sectores de Farallón y Puyhuancocha). Informe interno Cia. Minera Raura S. A., 6 p.
- DONALD C., N. (1994). Informe preliminar del modelo y distribución de la geología del distrito minero de Raura, potencial de mineral y estrategia de exploración. Informe interno Cia. Minera Raura S. A., 10 p.
- MAMANI, M. (2011). Caracterización petroquímica de magmas del yacimiento Raura a partir de análisis químicos de muestras de rocas intrusivas y volcánicas. Informe interno Cia. Minera Raura S. A., 25 p.
- SÁNCHEZ, A. (2006). Informe geológico, Formación Jumasha - Estratigrafía entre Farallón y Puyhuancocha. Informe interno Cia. Minera Raura S. A., 30 p.
- VDG DEL PERU, (2011). Prospección geofísica en Raura. Informe interno Cia. Minera Raura S.A., 120 p.
- VALDIVIA, J., et al. (2005). Estudio Geológico de superficie de las áreas circundantes al Este, Norte y Suroeste de la Mina Raura. Informe interno Cia. Minera Raura S. A., 46 p.
- ZAPANA E. & URIBE E. (2010). Prospección geoquímica proyecto Santa Rosa – Brazzini, distrito minero Raura". Informe interno Cia. Minera Raura S. A., 31 p.
- ZAPANA E. & URIBE E. (2012). Dispersión y distribución geoquímica de elementos traza en rocas del distrito minero Raura. Informe interno Cia. Minera Raura S. A., 40 p.

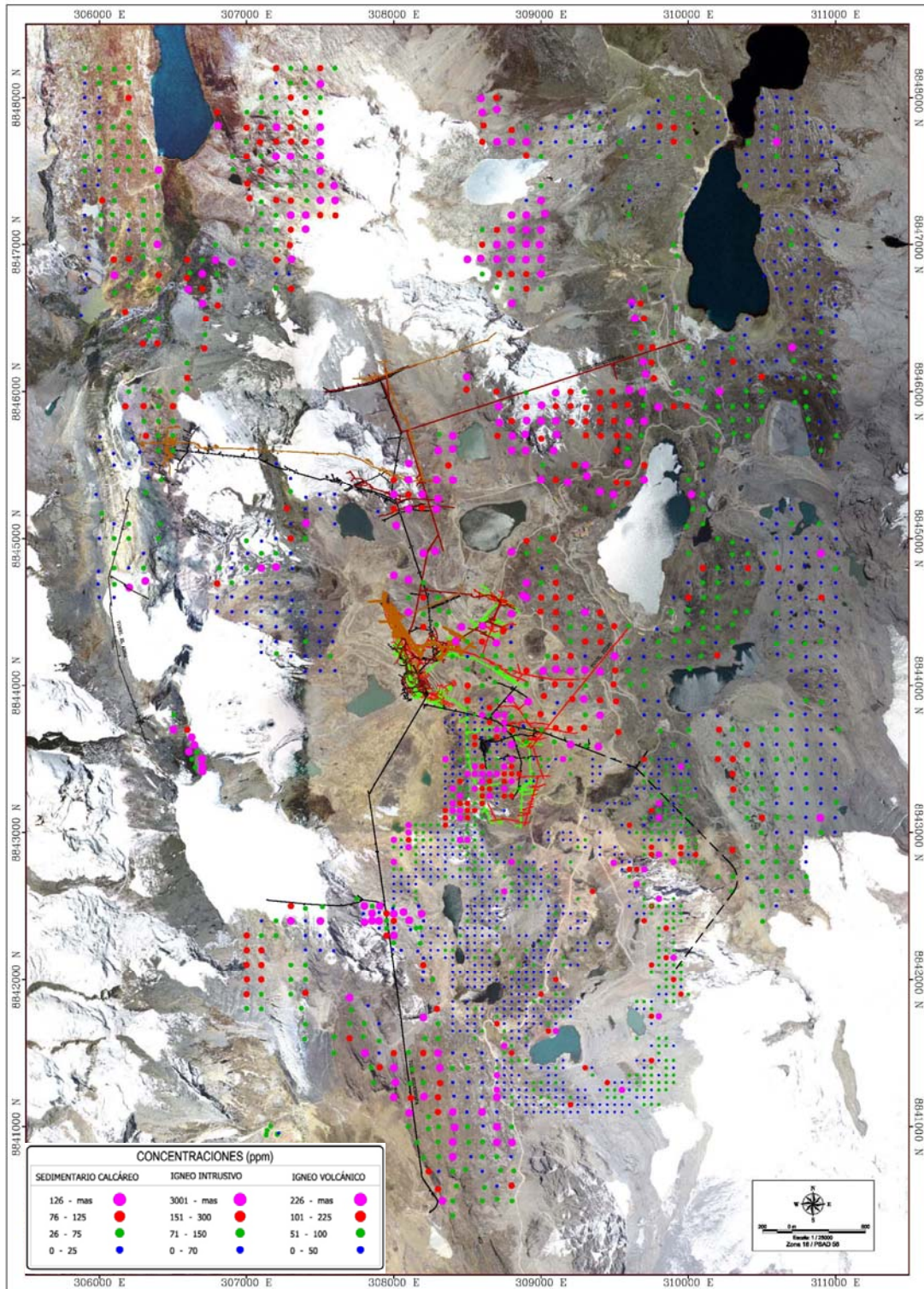


Fig. 3. Mapa de distribución y anomalías geoquímicas de Zn (Tomado de Zapana E.& Uribe E., 2012).

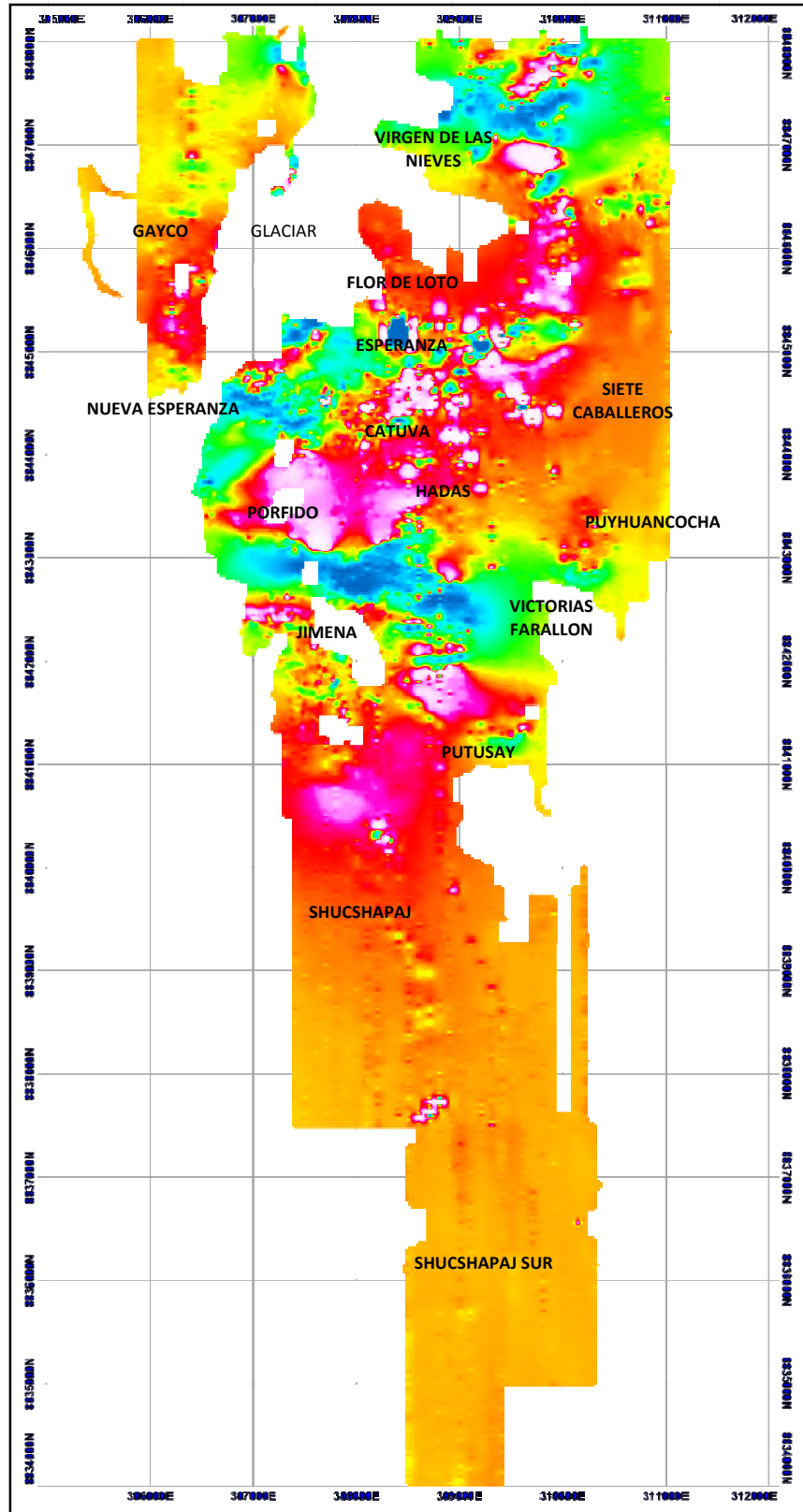


Fig. 4. Mapa de campo magnético total, del distrito minero Raura (Modificado de VDG del Perú, 2011).

