

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA
GEOLÓGICA



T E S I S

**La caracterización geoquímica en la exploración de estructuras
mineralizadas de la Zona Santa Rosa, Brazinni, Mina Raura**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Geólogo**

Autor:

Bach. Leo SOLÓRZANO MIRANDA

Asesor:

Dr. Julio Alejandro MARCELO AMES

Cerro de Pasco – Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA
GEOLÓGICA



TESIS

**La caracterización geoquímica en la exploración de estructuras
mineralizadas de la Zona Santa Rosa, Brazinni, Mina Raura**

Sustentada y aprobada ante los miembros de jurado:

Mg. Vidal Víctor CALSINA COLQUI
PRESIDENTE

Mg. Javier LOPEZ ALVARADO
MIEMBRO

Mg. Eder Guido ROBLES MORALES
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 104-2023-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

La caracterización geoquímica en la exploración de estructuras mineralizadas de la Zona Santa Rosa, Brazinni, Mina Raura

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. SOLÓRZANO MIRANDA, Leo

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. MARCELO AMES, Julio Alejandro

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Geológica

Índice de Similitud

27 %

APROBADO

Se informa al decanato para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 25 de agosto del 2023


UNDA
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Luis Villa Requís Carbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

A mi querida madre Isabel y a mis hermanos Alexandra y Ángel, que constituyen la fuerza y razón a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Compañía minera Raura, a través del equipo de Geología, por la oportunidad brindada para realizar el presente estudio de tesis. A mi alma máter, a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, a los catedráticos de la Escuela de Ingeniería Geológica, por sus enseñanzas impartidas durante mi formación profesional.

De igual manera mi gran profundo y eterno agradecimiento a mi madre Isabel Miranda y a mi familia, que constituyen la fuerza y el estímulo para seguir adelante en la culminación de éste trabajo.

RESUMEN

En la actividad de exploración minera, la búsqueda de nuevos yacimientos, utilizando métodos ágiles y de tecnología de avanzada han sido siempre los propósitos esenciales para ubicar nuevos depósitos de minerales económicamente explotables, la geoquímica es uno de los métodos que nos proporcionan datos interesantes para posteriormente ser verificados con una prospección de sondeos diamantinos.

El Proyecto Santa Rosa - Brazinni políticamente está situado en el Distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión, Región de Pasco; colindantes con el Distrito y Provincia de Oyón, Región de Lima y el Distrito de San Miguel de Cauri, Provincia de Lauricocha, Región de Huánuco; metalogénicamente está situado en la Franja de pórfidos Cu-Mo (Au), skarn de Pb-Zn-Cu (Ag) y depósitos polimetálicos relacionados con intrusivos del Mioceno, formando parte del Distrito Minero Raura.

Litológicamente el área de estudio involucra a las rocas sedimentarias calcáreas de la Formación Jumasha (Miembros 1, 2, 3 y 4), rocas volcánicas clasificadas como flujos riolíticos y tobas litocristalinas del Volcánico Raura. Las Rocas ígneas intrusivas son de magmas calcoalcalinos con medio a alto contenido de K, de naturaleza acida a intermedia, pertenecen a los stock de alto nivel con composiciones de cuarzdiorita, granodiorita, tonalita, cuarzomonzonita y stock porfiríticos QFP y dacita; los cambios texturales por metamorfismo y metasomatismo, delimitados dentro del área corresponden a mármol y skarn (endoskarn, exoskarn).

Los fallamientos son los rasgos estructurales más importantes, distinguiéndose tres sistemas principales: NNW-SSE, NW-SE y 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”). Así mismo, las principales alteraciones hidrotermales identificadas son: silicificación, argilización, sericitización,

propilítización.

Se logran identificar cuatro anomalías importantes asociados a elementos traza primarios y elementos traza guías. Anomalía Margot - Santa Rosa, (fuertes en plata, arsénico, plomo, zinc; moderadas a fuertes en cobre, cobalto; moderadas y puntuales en fierro, antimonio); Anomalía Victorias - Farallón (fuertes en manganeso; moderado a fuerte en plata, plomo, zinc, arsénico, antimonio, cromo; moderadas en cobre, fierro, vanadio); Anomalía Puyhuancocha (fuertes a moderados en arsénico y manganeso; moderadas y puntuales en antimonio); Anomalía Brazzini – Putusay (moderadas a fuertes en cobre, arsénico, manganeso; moderadas en plomo, vanadio; moderadas y puntuales en zinc, cobalto, cromo). Entre la Falla Brazzini y la Falla Santa Rosa (sector Oeste del área de estudio), se tienen fuertes y moderadas anomalías en manganeso; Entre la Falla Brazzini y la Falla Farallón (sector Oeste del área de estudio), se tienen fuertes y moderadas anomalías en cromo y vanadio.

Palabras claves: Caracterización Geoquímica, estructura mineralizada.

ABSTRACT

In the mining exploration activity, the search for new deposits, using agile methods and advanced technology have always been the essential purposes to locate new economically exploitable mineral deposits, geochemistry is one of the methods that provide us with interesting data for later be verified with a prospecting of diamond boreholes.

The Santa Rosa - Brazinni Project is politically located in the Yanahuanca District, Daniel Alcides Carrión Province, Pasco Region; adjacent to the District and Province of Oyón, Region of Lima and the District of San Miguel de Cauri, Province of Lauricocha, Region of Huánuco; metallogenetically it is located in the Cu-Mo (Au) porphyry strip, Pb-Zn-Cu (Ag) skarn and polymetallic deposits related to Miocene intrusives, forming part of the Raura Mining District.

Lithologically, the study area involves the calcareous sedimentary rocks of the Jumasha Formation (Members 1, 2, 3 and 4), volcanic rocks classified as rhyolitic flows, and lithocrystalline tuffs of the Raura Volcanic. The intrusive igneous rocks are calc-alkaline magmas with a medium to high K content, of an acid to intermediate nature, they belong to the high-level stocks with compositions of quartzdiorite, granodiorite, tonalite, quartzmonzonite and porphyritic QFP and dacite stocks; the textural changes due to metamorphism and metasomatism, delimited within the area, correspond to marble and skarn (endoskarn, exoskarn).

The faults are the most important structural features, distinguishing three main systems: NNW-SSE, NW-SE and E-W, the first associated with regional faulting and the last two systems are distension that correspond to a very favorable corridor for mineralization (“ feeders”). Likewise, the main hydrothermal alterations identified are: silicification, argilization, sericitization, propylitization.

Four important anomalies associated with primary trace elements and guide trace elements were identified. Margot - Santa Rosa Anomaly, (strong in silver, arsenic, lead, zinc; moderate to strong in copper, cobalt; moderate and punctual in iron, antimony); Victorias - Farallon Anomaly (strong manganese; moderate to strong silver, lead, zinc, arsenic, antimony, chromium; moderate copper, iron, vanadium); Puyhuancocha Anomaly (strong to moderate in arsenic and manganese; moderate and punctual in antimony); Brazzini – Putusay anomaly (moderate to strong in copper, arsenic, manganese; moderate in lead, vanadium; moderate and punctual in zinc, cobalt, chromium). Between the Brazzini Fault and the Santa Rosa Fault (western sector of the study area), there are strong and moderate manganese anomalies; Between the Brazzini Fault and the Farallón Fault (western sector of the study area), there are strong and moderate anomalies in chromium and vanadium.

Keywords: Geochemical characterization, mineralized structure

INTRODUCCIÓN

La tesis desarrollada nos muestra una secuencia clásica realizada en una prospección minera para encontrar depósitos de minerales económicos, específicamente en la zona Santa Rosa - Brazinni se procesaron 12 elementos más importantes, para lo cual se tuvo en cuenta los elementos de interés económico para Raura y los elementos traza asociados. La información recabada de campo sobre el mapeo y descripción de cada punto de muestreo son utilizados para la separación de poblaciones estadísticas, teniendo en cuenta su litología y ambiente geológico. El tratamiento estadístico de estos elementos ha permitido determinar el “background” y los umbrales geoquímicos en cada uno de las poblaciones de datos.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	1
1.3. Formulación del problema	2
1.3.1. Problema general.....	2
1.3.2. Problemas específicos	2
1.4. Formulación de objetivos.....	2
1.4.1. Objetivo general	2
1.4.2. Objetivos Específicos.....	2
1.5. Justificación de la investigación	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	3

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	4
2.2. Bases teóricos – científicos.....	4
2.3. Definición de términos básicos	32
2.4. Formulación de hipótesis	33
2.4.1. Hipótesis general.....	33
2.4.2. Hipótesis Específicos	33
2.5. Identificación de las variables.....	33
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	34

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación.....	35
3.2. Nivel de investigación.....	35
3.3. Métodos de investigación.....	35

3.4.	Diseño de investigación	36
3.5.	Población y muestra	36
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	37
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	37
3.9.	Tratamiento estadístico	38
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	38

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Descripción del trabajo de campo	39
4.1.1	Ubicación.	39
4.1.2	Accesibilidad.....	39
4.1.3	Litología	40
4.1.4	Geología estructural	41
4.1.5	Alteraciones Hidrotermales.....	41
4.1.6	Mineralización.....	42
4.2	Presentación, análisis e interpretación de resultados	46
4.2.1.	Caracterización geoquímica	46
4.2.2.	Análisis de los parámetros geoquímicos	50
4.2.3	Análisis de elementos geoquímicos por ambientes y tipos	55
4.2.4	Elementos indicadores en las diferentes estructuras	57
4.2.5	Elementos pathfinder en las diferentes estructuras	59
4.2.6	Elementos menores y trazas en las diferentes estructuras	60
4.2.7	Análisis de la distribución de elementos geoquímicos	62
4.3	Prueba de Hipótesis.....	99
4.4	Discusión de resultados.....	100

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En los yacimientos de minerales metálicos del Perú, es muy relevante el conocer la persistencia de la mineralización tanto en profundidad y en forma longitudinal, cuyo objetivo es aumentarlos recursos.

Una forma de conocer esa persistencia es aplicar la prospección geoquímica que suplementado con la prospección geofísica y perforaciones diamantinas nos proveen detalles de la mineralización, nos ayuda a caracterizar la litología, la disfunción y definir un modelo de yacimiento.

Por estos motivos es fundamental realizar una caracterización geoquímica en la zona de Santa Rosa Brazinni para saber las principales guías litológicas y mineralógicas que han permitido a originar una mineralización económica y que nos contribuye en futuras prospecciones.

1.2. Delimitación de la investigación

La zona del proyecto Santa Rosa – Brazinni, políticamente está situado en el Distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión, Región de Pasco;

colindantes con el Distrito y Provincia de Oyón, Región de Lima y el Distrito de San Miguel de Cauri, Provincia de Lauricocha, Región de Huánuco.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿La caracterización geoquímica tiene consecuencia en la exploración de estructuras mineralizadas de la zona Santa Rosa- Brazinni, mina Raura?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cómo repercute los parámetros geoquímicos en la exploración de estructuras mineralizadas de la zona Santa Rosa Brazinni?
- ¿Cómo repercute el análisis de la distribución de elementos en la exploración de estructuras mineralizadas de la zona Santa Rosa- Brazinni, mina Raura?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la caracterización geoquímica que tienen consecuencia en la exploración de estructuras mineralizadas de la zona Santa Rosa- Brazinni, mina Raura

1.4.2. Objetivos Específicos

- Reconocer los parámetros geoquímicos que influyen en la exploración de estructuras mineralizadas de la zona Santa Rosa Brazinni.
- Determinar cómo repercute el estudio de la distribución de elementos en la exploración de estructuras mineralizadas de la zona Santa Rosa- Brazinni, mina Raura.

1.5. Justificación de la investigación

El proyecto se justifica porque es preciso determinar guías mineralógicas establecidos por una caracterización geoquímica que serán parámetros guías para reconocer estructuras mineralizadas con alto contenido de metales económicos para mina Raura.

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones en este proyecto es que la información geoquímica y geológica es privada, por lo que es limitada en su uso.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

Se tiene el estudio titulado “Prospección geoquímica del prospecto Isabel distrito de Jircán – Huánuco, realizado por Cueva S.P. (2017) el cual nos proporciona una guía de cómo aplicar una prospección geoquímica en la zona de trabajo.

Además, se cuenta con el estudio: “prospección geoquímica regional de sedimentos de quebrada en el cuadrángulo de Huánuco” de Jorge Galdos Huaco y Hector Zárate Olazabae y “Avances en la reinterpretación geológica y sus implicancias en la determinación de target de exploración en distrito minero Raura por Edwin Uribe y Eddy Zapana, los cuales nos proporciona herramientas de nuevas áreas mineralizadas.

2.2. Bases teóricas – científicos

Principios básicos de la geoquímica

Ambiente Geoquímico

En un ambiente geoquímico, las variables que condicionan la disgregación de los iones metálicos son: la accesibilidad de los elementos químicos, la temperatura y la presión Cueva S.P. (2017) por lo tanto en cualquier circunstancia se debe precisar que las fases químicas sean estables, (Rivera 2007) es así que el ambiente geoquímico puede dividirse en:

Ambiente primario

Este ambiente está protegido en las rocas ígneas, metamórficas, o de origen hidrotermal que ahora están expuestas en la superficie. (Cueva S.P., 2017) Se caracteriza por situaciones de confinamiento (profundidad), temperaturas y presiones altas, circulación controlada de fluidos y bajo contenido de oxígeno libre).

Ambiente secundario

Es un ambiente de tránsito libre de fluidos y la existencia de una gran cantidad de agua, oxígeno libre y presencia de otros gases en la atmósfera debido a la contaminación. Esta se produce en la parte superficial en temperatura baja y con presión continua, produciendo una intemperización, desgaste, salida de las partículas y posteriormente depositadas. (Cueva S.P, 2017)

Movilidad Geoquímica

Es la simplicidad con la cual el elemento se puede mover en cualquier ambiente. La relación que tiene un elemento debe estar sujeto a un método de disgregación dependiendo de su movilidad. (Tabla 1), (Cueva S.P, 2017).

Movilidad Relativa	Oxidante (pH 5-8)	Oxidante (pH < 4)	Reductor
Muy móvil (k>10)	Cl, Br, I, S, Rn, He, C, N, Mo, B, (Se, Te, Re).	Cl, Br, I, S, Rn, I, Fe, C, N, B	Cl, Br, I, Rn, He.
Moderadamente móvil (k= 1-10)	Ca, Na, Mg, Li, F, Zn, Ag, U, V, As,(Sr, Hg, Sb)	Ca, Na, Mg, Sr, Li, F, Zn, Cd, Ni, U, V, As, Mil, P.	Ca, Na, Mg, Li. Sr, Ba, Ra, F, Mn.
Ligeramente móvil (k=1-10)	K, Rb, Ba, Mil, Si, Ge, P, Rb, Cu, Ni, Co, (Cd, Be, Rn, In, W)	K, Rb, Ba, Si, Ge, Ra.	K, Rb, Si, P, Fe.
Inmóvil (k<0.1)	Fe, Al, Ga, Se, Ti, Zr, Hf, Th, Pa, Sn. TR. grupo Pt, Au, (Cr, Nb, Ta, Bi, Cs)	Fe, Al, Ga, Se, Ti, Zr, Hf, Th, Pa, Sn, Tr, Grupo Pt, Au, As, Mo, Se.	Fe, Al, Ga, Ti, Zr, Hf, Th, Pa, Sn, Tr, grupo Pt, Au, Cu, Ag, Pb, Zn, Cd, Hg, Ni, Co, As, Sb, Bi, Y, V, Se, Te, Mo, In, Cr, (Nb, Ta, Cs)

Tabla N° 1: Movilidad de elementos en ambientes supérgenos (Perel, Man, 1967, modificada por Rose y otros, 1979)

Es muy importante comprender La movilidad de algunos elementos muy fundamentales con la ayuda de los datos no científicos en la prospección Geoquímica.

Se deduce que la dispersión relacionada con un ambiente u otro podrían ser espacialmente distinto (siendo igual a otros factores). En ambientes silíceos se tendría una dispersión del Zn similar al Pb cuando se encuentra en ambientes calcáreos, pero el Zn presentaría una dispersión más amplia que el Pb: pero podría tener una dispersión similar a la del Pb en ambientes calcáreos.

En los lugares con alto contenido calcáreos de intemperización, el elemento metálico Zn tiene una movilización intermedia y el elemento metálico Cu no tiene movilidad, En ambientes químicos de sílice con intemperización de sulfuros, el Zn se moviliza mucho el elemento químico Cu se mueve moderadamente, en ambos ambientes químicos elemento químico Pb no tiene movilidad (Hawkes y Webb, 1962) La movilidad debe basarse de dos factores-

Asociación de Elementos

En ciertas circunstancias algunos elementos tienden a ocurrir juntos.

La movilidad de un elemento puede alterar dependiendo de los cambios del ambiente, Como también, existen asociaciones geo químicas que corresponden a un ambiente particular. Esta tendencia resulta como una muestra de movilidad de un elemento relativo parecido. (Tabla 2).

Se puede observar

- En cualquier situación geológica los elementos muestran características asociadas.
- Durante los procesos Ígneos metamórficos los elementos pueden viajar juntamente, pero pueden separarse durante el ciclo de meteorización.
- En rocas sedimentarias, rocas ígneas y de ciertas menas los elementos son característicos.

Grupo	Asociación
ASOCIACIÓN GENERAL DE ELEMENTOS	K-Rb. Ca-Sr Al-Ga. Si-Ge Zr-Hf. Nb-Ta Tierras Raras-La-Y. Pt-Ru-Rh-Pd-Os-Ir.
ROCAS PLUTÓNICAS Asociación general de elementos litófilos	Si-Al-Fe-G-Ca-Na-K-Ti-Mn-Zr-Hf-Th-U-B-Be-Li-Sr-Ba-P-V-Vr-Sn-Ga-Nb-Ta-W-Halogenos-Tierras- raras.
ASOCIACIONES ESPECIFICAS Rocas ígneas Félsicas. Rocas ígneas Alcalinas Rocas Ígneas Máficas Rocas Ultramáficas. Algunas Pegmatitas Diferenciadas. Algunos Depósitos de Metasomatismo de Contacto Feldespatos Potásicos Muchos Otros Materiales Potásicos Materiales Ferromagnesianos	Si-K-Na Al-Na-Zr-t-Nb-Ta-P-Tierras-raras Fe-Mg-Ti-V Mg-Fe-Cr-Ni-Co Li-Be-B-Cs-Tierras raras - Nb -Ta-U-Th. Mo-W-Sn. K-Ba-Pb K-Na-Rb-Cs-Ti Fe-Mg-Mn-Cu-Zn-Co-Ni.
ROCAS SEDIMENTARIAS Óxido de Hierro Oxido de Manganeso Fosforita. Pizarras negras	Fe-As-Co-Ni-Se. Mn-As-Ba-Co-Mo-Ni-V-Zn. P -Ag-Mo-Pb-F-U- Al-Ag-As-Au-Bi-Cd-No-NI-Sb-V-Zn.

Tabla N° 2: Algunas asociaciones geoquímicas comunales de elementos (Perel, Man, 1967, modificada por Rose y otros, 1979)

a) Clasificación Geoquímica de los Elementos

Concreto el concepto de afinidad de los elementos químicos de las fases fundamentales que componen la tierra, reconoció asociaciones elementales según la clase de material y recopiló los datos sobre la distribución de los elementos químicos en materias naturales y artificiales (Goldschmidt, 1937).

(Tabla N°3-Tabla N°3.1)

- Los elementos Litófilos.-Se encuentran con incidencia formando parte de óxidos minerales debido a su particular afinidad por el oxígeno, por lo general en los silicatos gracias a su abundancia natural. Y por ende forman parte de los silicatos
- Los elementos Siderófilos.-Son metales de preferencia asociados con el hierro y son aquellos que no combinan cuando están en estado metálico y son ricos en electrones libres
- Los elementos calcófilos.-Se encuentran con frecuencia asociados con el azufre y tienden a formar empalmes covalentes.
- Los elementos biófilos.-Son elementos principales y esenciales de los seres vivos.
- Los elementos atmófilos.-Son elementos propios de la atmosfera, se pueden dar en forma de moléculas de gas o de compuestos simples de gases y que forman parte de la composición de organismos imprescindibles para sus funciones vitales. (Goldschmidt, 1937).

FASE				
SIDEROFILA	CALCOFILA	LITOFILA	ATMOFILA	BIOFILA
Fe, Ni, Co.	(O), S, Se, Te.	O, (S), (P), (H), (C).	(H), C, N, O,	C, H, O, N, P,
Ru, Rh, Pd Re, Os, Ir, Pt. Au, Ge, Sn, Sb. (Pb), C, (As), P Mo, W, (Nb), Ta, Se, Te, Cu, Ga.	Fe, Cr, (Ni), (Co), Cu, Zn, Cd, Pb, Sn, Ge, Mo, (o). As, Sb, Bi. Ag, (Au), Hg. Ru, (Pt), (Rh). Ga, In, Tl, (Pd).	Si, Ti, Zr, Hf, Th, Li, N, K, Rb, Cs, F, Cl, Br, I, B, Al, (Ga), Se, Y, Tr(La-Lu) Be, Mg, Ga, Sr, Ba, (Fe), V, Cr, Nb, Ta, W, U, (T1), (Ge), (Zn), (N).	F, Cl, Br, I Ar, He, Ne, Kr, Xe	S, Cl, I, (Ca), (Mg), (K), (Na), (V), (Mn), (Fe), (Cu).

Tabla N° 3 Fases primordiales en la Clasificación geoquímica de los elementos que componen la tierra. Recopilada con datos de (Goldschmidt 1937) y de varios otros autores.

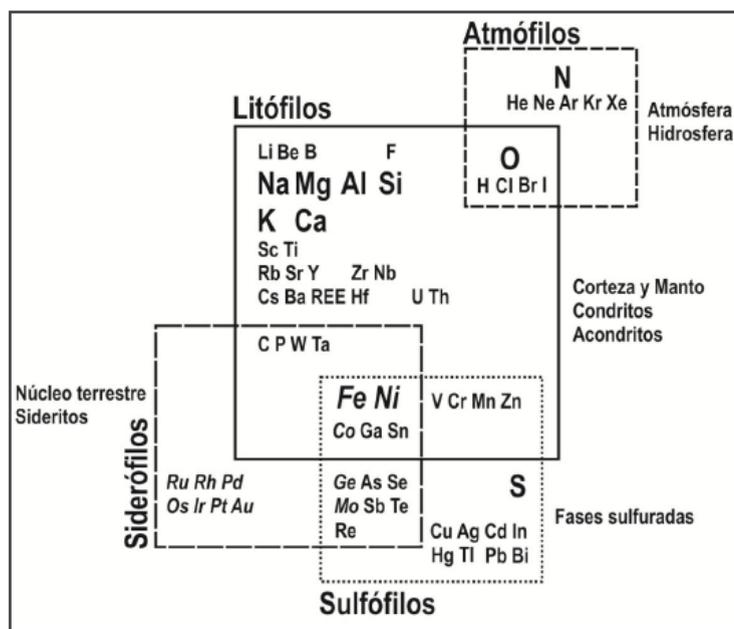


Tabla N° 3.1 Fases primordiales en la Clasificación geoquímica de los elementos que componen la tierra. Recopilada con datos de (Goldschmidt 1937).

b) Asociación Geoquímica de los Elementos

El entendimiento de las asociaciones geoquímicas lleva al concepto de elementos indicadores o pathfinder (en inglés). Para que suceda esto, el elemento químico de menor proporción se cambia en la red del cristal que conforma el elemento químico de mayor proporción. Algunos grupos o pares de elementos consistentemente muestran una reducida asociación indiferente al ambiente en el cuál ellos ocurren. Por ejemplo, el cobre que comúnmente suele estar presente en suelos, rocas y sedimentos. (Tabla 4).

c) Elementos guías como indicadores de exploración

Son elementos químicos que sirven como indicadores de minerales que se encuentran en profundidad, por lo cual los elementos del mineral pueden ser encontrados sin problema.

Los elementos Pathfinder suelen ser los componentes primordiales o son componentes accesorios y que puedan ocurrir en la ganga o en la mena. Es posible que los elementos exploradores (pathfinder) se dispersen del yacimiento que los elementos principales. (Tabla N° 4).

TIPO DE DESPOSITO	MAYOR COMPONENTE	ELEMENTOS ASOCIADOS
Depósitos Magmáticos		
Mineralización de Cromita (Bushveld).	Cr	Ni, Fe, Mg
Capas rojas de Magnetita (Bushveld).	Fe	V, Ti, P
Inmiscibles de Cu - Ni-Sulfuros. (Sudbury).	Cu, Ni, S	Pt, Co, As, Au
Pt-Ni-Cu en Intrusión de Capas rojas (Bushveld).	Pt, Ni, Cu	Cr, Co, S
Inmiscible Fe-Ti-Oxido (Allard Lake).	Fe, Ti	P
Nb-Ta Carbonatita (Oka).	Nb, Ta	Na, Zr, P
Metales raros en pegmatitas.	Be, Li, Cs, Rb	B, U, Th tierras raras.
Depósitos Hidrotermales		
Cobre Porfírico (Bingham).	Cu, S	Mo, Au, Ag, Re, As, Pb, Zn, K
Molibdeno Porfírico (Climax).	Me, S	W, Sn, F, Cu
Skarn-Magnetita (Iron Springs).	Fe	Cu, Co, S
Skarn-Cu (Yerington).	Cu, Fe, S	Au, Ag
Skarn-Pb-Zn (Hannover).	Pb, Fe, S	Cu, Co
Skarn-W-Mo-Sn (Bishop).	W, Mo, Sn	F, S, Cu, Be, Bi
Base-metal en vetas.	Pb, Zn, Cu, S	Ag, Au, As, Sb, Mn
Sn-W greisens.	Sn, W	Cu, Mo, Bi, Li, Rb, Si, Cs, Re, F, B
Sn-sulfuros en vetas.	Sn, S	Cu, Pb, Zn, Ag, Sb
Co-Ni-Ag en vetas (Cobalto).	Co, Ni, Ag, S	As, Sb, Bi, U
"Epitermal" Metales Preciosos.	Au, Ag	Sb, As, Hg, Te, Se, S, U
Mercurio.	Hg, S	Sb, As
Uranio en vetas.	U	Mo, Pb, F
Cobre en Basaltos (Tipo lago superior).	Cu	Ag, As, S
Volcanogénico sulfuro masivo de Cu	Cu, S	Zn, Au
Volcanogénico sulfuro masivo de Zn-Cu-Pb.	Zn, Pb, Cu, S	Ag, Ba, Au, As
Au-As rico en formación de fierro.	Au, As, S	Sb
Mississippi Valley Pb-Zn.	Zn, Pb, S	Ba, F, Cd, Cu, Ni, Co, Hg
Mississippi Valley Fluorita.	F	Ba, Pb, Zn, Se, Mo, V, Cu, Pb.
Arenisca-tipo U.	U	Se, Mo, V, Cu, Pb
Capa Roja de Cu.	Cu, S	Ag, Pb
Calcáreo U.	U	V
Tipo Sedimentario		
Cobre Pizarra (Kupferschiefer)	Cu, S	Ag, Zn, Pb, Co, Ni, Cd, Hg
Cobre Arenisca.	Cu, S	Ag, Co, Ni.

Tabla N° 4: Asociaciones de elementos (pathfinder) Referencia: *Geoquímica Aplicada (1992) Siegel*

Muestreo en proyectos de prospección geoquímica

Es la aplicación de los principios y datos geoquímicos con el fin de analizar muestras de elementos, isótopos o compuestos útiles en la búsqueda de yacimientos económicos de minerales (sea metales o no metales o de hidrocarburos) Por su facilidad para colectarla, transportarla y prepararla para su análisis de laboratorio

cada muestra es única ya que determina una información y además de los datos geoquímicos de la zona que representa.

La finalidad del proyecto es influir en la selección de muestras y la clase de mineralización que se rastrea, tamaño, forma geométrica y orientación espacial aptos en el reconocimiento de seguimiento o detalles en estudio regional o local.

La importancia el proceso de datos geoquímico se basa mediante una estadística que complementa y terminando de señalar las desviaciones comúnmente positivas, debe existir en un trabajo de prospección geoquímica de elegir un sistema de muestreo que cumpla con los requisitos mínimos de exactitud, rapidez bajo costo y que conduzca a conclusiones lógicas y confiables. Y evidentemente la relevancia esencial es el conocimiento geológico y la observación de los minerales, no suele ser una toma de datos acumulados en el lugar del proyecto, si no, es describir y observar las posibles mineralizaciones por el personal especializado que realiza la técnica de muestrear.

Estos procedimientos estadísticos deben servir solo de guía en la evaluación científica junto con las apreciaciones visuales de mapas geoquímicos señalar las desviaciones positivas. Y evidentemente la relevancia esencial es el conocimiento de la geología y la mineralización en la zona de exploración, realizadas por el geólogo geoquímico a cargo del muestreo quien no solamente se basa por estudios ya realizados El desarrollo de datos geoquímicos mediante una estadística fundamental complementa y termina de sino también de los trabajos realizados en el campo.

Con la determinación de advertir la importancia de esta operación, a veces evitamos accidentalmente, en poner perseverancia, para llegar a tomar decisiones

lógicas y coherentes, también se detalla el tratamiento posterior de las muestras (Blanco J., 1984).

Distribución Geoquímica

Debe existir una conexión entre la geología y la disgregación de los elementos ,ciertas rocas tienen elementos peculiares o tienen una concentración típica ,podemos deducir la distribución de los elementos químicos en unidades geológicas como también se puede demostrar por isolínea de distribución geoquímica que también se puede considerar como topografía o relieve geoquímico por lo cual después de un análisis estadístico y la prospección geoquímica de un elemento estudiado en la superficie de la zona ,nos indicaran la mayor abundancia de un elemento.(Goldschmidt,1937).

Aspectos a cuestión. se exige la observación de una serie de información en la recolección de muestras, estas se encuentren en estados de ser controladas y ser procesadas de manera adecuada, al representar el material obtenido en su área de influencia algunos de los aspectos que más destacan y figuran a continuación. Es primordial y necesario de tratar, buscar y dar solución al problema de la contaminación ya sea en el terreno o en las muestras. Mayormente las fuentes de contaminación son artificiales producto de la actividad humana, por esta razón es muy importante las prevenciones apropiadas a fin de evitarlas. Hay muchas formas de acabar la mayor cantidad de agua de estas muestras, sobre todo cuando el material es húmedo ya sea en sedimentos o suelos de arroyo. El geoquímico reconocerá de inmediato cuando recorra el área de trabajo, por lo cual debe precaver el muestreo cerca de ellas ya que son muy conspicuas.

Otro aspecto que debemos tener en cuenta es el manejo y almacenaje de las muestras para facilitar la ubicación y el tratamiento en laboratorio, manteniendo el orden y reducir espacios. Por tal se usan cajas de madera (Blanco J, 1984)

Es muy imprescindible y muy esencial contar con los recipientes adecuados para la buena conservación de la misma. es decir que no permitan que la muestra no sufra reacciones secundarias. En trabajos el uso de bolsas de polietileno neutro es común ya que, por su resistencia a la humedad, puede conservar sin contaminación ni deterioro el material. al ser impermeables favorece que la parte líquida de la muestra permanezca hasta sedimentar sin perder la información geoquímica. Pero lo inconveniente es debido a la poca circulación de aire produce reacciones anaeróbicas, las bolsas deben ser abiertas con mucho cuidado para poder arear las muestras

Referencia a las herramientas usadas deben ser los que no producen contaminación por esto es requisito usar los de acero inoxidable como cucharas, palitos cinceles geológicas etc. En laboratorio de preparación de muestreo debe usarse tamices de acero inoxidable y nylon, los equipos de trituración deben tener piezas anticontaminantes, muchas veces erróneamente usan herramientas de acero sin precaver que el hierro y otros elementos produzcan resultados falsos en los análisis. Los objetos metálicos como anillos, relojes etc. de objeto metálico no debe ser usado en las manos para el muestreo de suelos, sedimentos de arroyo etc.

Densidad e Intervalo de Muestreo

En un trabajo de prospección geoquímica se recolecta el número de muestras por kilómetro cuadrado teniendo en cuenta la fase en que se profundiza la investigación, estudio del área y la finalidad a alcanzar (Prieto G, 2011).

El intervalo de muestreo es a función de la densidad, teniendo en cuenta el material recolectado en la fase de estudio que se realiza, porque cada fase y cada material tiene intervalos particulares, lo imprescindible es que las muestras separadas sean iguales y no se permita pasar por alto ninguna estructura mineralizada oculta.

Es muy importante el criterio del geoquímico y conocimiento del aspecto geológico es muy esencial en la decisión del intervalo conveniente. Si es muy grande al tomar el número de muestras, el tiempo, el costo empleado serán mayores a lo proyectado, por lo contrario, será un desgaste en tiempo y dinero al darse cuenta del insuficiente número de muestras.

Las muestras de rocas consolidadas, suelos, vegetación aguas etc. Las densidades son oscilantes en estas circunstancias al recolectar el número de muestras, Para muestrear sedimentos de arroyo, pueden tomarse 5 muestras por Km², en base a la importancia de los datos que van a proporcionar. El número de muestras a extraer se debe realizar en base a cada tipo de proyecto a realizarse (Bradshaw, Clewa y Walker, 1973), señalan para muestrear sedimentos de río se debe tomar en cuenta la cantidad de muestras:

- 1:100 Km² a 1:200 Km² Para que se pueda realizar provincias geoquímicas para características similares.
- 1:10 Km² a 1:50 Km² Para conocer una franja mineralizada o de amplitud similar.
- • 1:2.5 Km² a 1:5 Km² Para realizar un estudio al detalle en zonas de alta probabilidad de hallar la mineralización.
- Pero “insitu”, el número de muestras pueden ser un muestreo a dos y medio por Km², que parece ser el muestreo óptimo para realizar los estudios con mayor

precisión en la zona explorada

Fallas de Muestreo

Es fundamental abarcar las ideas con determinación y evaluación de fallas en el muestreo, Las diversas categorías de propensión de muestreo también conducen errores, que pueden ser controladas y no controladas por el empleo de cierto ingenio, porque en muchas ocasiones están fuera de poder lograr una corrección.

Lo más seguro es minimizar y observar al máximo esta clase equivocaciones, con todas las reglas de procedimiento de muestreo.

Por más que el proceso de muestreo que se emplea son los correctos y no se cometen engaños. Siempre se cometen errores al momento de tomar las muestras y esta se nota en la diferencia en el muestreo al momento de la extracción de la muestra y la cantidad que se extrae y esta se realiza al realizarlo en la zona de toma de muestra. Por ejemplo, un tipo cualquiera de contaminación produce errores, si no se identifica el material orgánico en el muestreo produce un error en la toma de muestras.

La determinación y evaluación de estos errores se basan de técnicas estadísticas, su entendimiento evita pasar por alto débiles sospechas de mineralización no aflorante, algunos tipos de error pueden ser controlados, pero otros escapan de la supervisión desperdiciando la veracidad y validez de la interpretación (Prieto G, 2011).

Clases de muestreo

Existen dos clases de muestreo que están en consenso a un patrón diseñado y son las más empleadas, estos muestreos se determinan por dos clases: La jerarquizada y la convencional.

a) *Muestreo jerarquizado*

Es el más aceptado por los geoquímicos, tiene un diseño más complejo, su característica específica, cuantitativamente los efectos de la variabilidad geoquímica regional de los factores que lo estimulan.

Son procesos de muestras similares que se mantienen idénticos de un estudio a otro; aunque el patrón de estudio varíe, debe ser inalterable, cual sea el patrón de muestreo empleado en una zona.

- Duplicadas

Lo principal consiste en tomar reducidos fragmentos en el punto y sus cercanías, y esto forma una muestra compuesta, después de lograr uniformidad, trozada es metida en un sobre, la cantidad de uso es aproximadamente de 100 gramos, varia el proceso según el material usado.

- Duplicadas de Control

En particularidad es una mezcla de tipos “De Control” y “Duplicadas”, y se cogen en pares y comparten sus objetivos, la cantidad de material que se obtiene es cerca de 2 kilogramos.

- Replicadas de Control

La finalidad es reunir o combinar de los tipos de “De control” y Replicadas, se cogen de a pares alrededor de la cantidad de dos kilogramos, es parecido que las muestras ya mencionadas antes.

- Replicadas

También se toman de a pares, supuestamente son idénticas, con la divergencia que uno y otro se originan del mismo punto de muestreo.

Hipotéticamente son parecidas el peso de cada una es de 100 gramos.

Este modo de muestreo se aplica más en estudios sugeridos al entendimiento de variabilidad elemental en rocas consolidadas y suelos, se dividen en equilibrio y desequilibrio.

b) Muestreo Convencional

Es el modelo de muestras con un boceto elemental y muy sencillo, las muestras obtenidas son por cada punto señalado, puede estar regular o irregularmente distribuidos dentro del área siguiendo un orden establecido.

Un muestreo geoquímico debe tener una finalidad que se traza. No descuidando la cuestión operacional es fundamental que la metodología de muestras de cada caja lleve los datos correspondientes anotados en la madera.

Para reubicar los puntos de muestreo es útil marcar los números respectivos usando plumones indelebles para evitar pérdida de tiempo.

Para el control del avance diario hacer un listado con todos los tipos y la proporción de muestras que se obtiene, disponer del modelo de distribución de las muestras en el plano a trabajar. Esto permite cambio de localización por causa cualquiera y hace corrección del punto del muestreo en el terreno. Otras ayudas puedes obtener con las imágenes de Satélite Landsat TM5 y fotografías aéreas.

El control de orden de muestreo indica el tipo y número de muestras enumerando las bolsas antes del trabajo de campo usando los plumones de tinta indeleble y con el uso de etiquetas auto adhesivo.

Es una corriente con menos precisión, los resultados no son confiables cuando la

recolección no cumple con las condiciones requeridas, no tienen objetivos precisos deseados, requiere mayor responsabilidad por parte del personal de muestreo por razones de tiempo y costo.

- Sistema normal

Tiene un propósito determinado, obtiene varios tipos de muestras, se rige de normas establecidas, dirige al alcance de la seguridad necesaria, seguir los pasos respetando todos los puntos en la toma de muestra, se requiere tiempo extra, se debe justificar una buena cantidad del presupuesto es consumido por la exploración geoquímica.

- Sistema especial practicado

En campaña de muestreo se pasa una estructura mineralizado cualquiera por su forma de obtención y su función del material que se estudia, por ejemplo.

En el caso de los seguimientos de ríos parte de una estructura cortada se toman las cuatro primeras muestra se toman a una distancia X (50 m.); luego, las cuatro siguientes a una distancia 2X; las cuatro últimas tendrán una separación de 4X.

Continua con un intervalo seguido, su finalidad es conocer la movilidad relativa de elementos indagados, determina el modelo de dispersión ya sea primario si son rocas inalteradas, o secundario en el resto de material con el orden de puntos de muestreo es variable en aguas y sedimentos de ríos, se hace aguas abajo del cuerpo mineralizado en suelos y rocas, a partir de aquel en direcciones opuestas excepto, cuando el suelo tiene una pendiente mayor a 5° es la dirección que se respeta.

Las separaciones entre las muestras están sujetas a cambios dependiendo de la escala fase y objetivo.

- El muestreo Convencional es usado en buena proporción en trabajos de prospección geoquímica
- Se respeta las reglas exigidas en el proceso de recolección de muestras que son de plena confianza.
- Delimita con exactitud zonas potencialmente interesantes y por tal será tratada de forma más detallada (Rivera H., 2007)

Parámetros estadísticos

- La Media (\bar{X})

Es la medida más popular de la tendencia central, los estadísticos lo señalan aritmética o media. Aritmética, es lo que se llama un promedio. Es la medida más popular de la tendencia central "la media de (n) números, es la suma de los mismos dividida entre (N)".

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + \dots + X_n}{N}$$

- La Media Geométrica (MG)

Es la raíz de N-ésima del producto de los datos.

$$MG = (X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 \dots X_n)^{1/N}$$

- La Mediana

La mediana es una serie de datos organizados en orden de magnitud, es el valor medio o la media aritmética de los dos valores medios.

- La Moda

Es aquel valor que se presenta con más regularidad, es decir es el valor más frecuente, de una serie de números

La moda puede no existir, aun cuando, si existe puede que no sea única.

- Amplitud

La amplitud (A_m) de una base de datos es el valor mayor (V_{\max}) menos el valor mínimo (V_{\min})

$$A_m = V_{\max} - V_{\min}$$

El intervalo de una clase es la amplitud dividida entre el número de clases.

$$\text{INTERVALO} = (V_{\max} - V_{\min}) / N^{\circ} \text{ clases}$$

- Desviación estándar (S), conocida como la desviación típica.

Es una medida de centralización o dispersión para variables, el indicador más crítico fundamental para establecer los valores del Background, las variaciones locales y regionales (Threshold) y probabilidades de anomalías en una serie de valores de concentración geoquímica, la cual puede ser computada por la ecuación (Rivera H., 2007).

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Donde, S es la desviación estándar, X es el valor de cada medida, \bar{X} es la media o promedio y n es el número de observaciones.

De acuerdo a la estadística típica en una distribución normal ocurre lo siguiente:

- ✓ 68.27% de la población tendría valores entre $(x-s)$ y $(x+s)$.
- ✓ 95.45% de la población tendría valores entre $(x-2s)$ y $(x+2s)$.
- ✓ 99.73% de la población tendría valores entre $(x-3s)$ y $(x+3s)$.
- ✓ 99.99% de la población tendría valores entre $(x-4s)$ y $(x+4s)$.

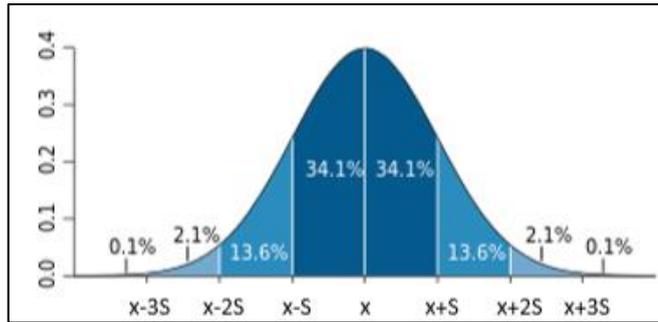


Grafico N° 1 Representación del grafico a una distribución normal

En la prospección geoquímica es más frecuente elegir como Background el valor que corresponde a \bar{X} y (threshold) como límite de las fluctuaciones local y regional (Lepeltier) la cifra que corresponde a $x+2s$.

Se dice como anomalía geoquímica los valores que superan de este límite en una media geoquímica de una población de 1000 muestras, 682 muestras tendrán hipotéticamente valores de concentración geoquímica a promedio más o menos a una desviación estándar, en geoquímica el interés es en los valores positivos, 159 valores tendrán valores mayores que $x+2s$ y una sola muestra tendrá supuestamente un valor mayor que $x+3s$.

- La Varianza (S^2)

Es otra medida de dispersión se define como el promedio o media de los cuadrados de las desviaciones de las medias respecto a su media.

El cuadrado de la desviación estándar es la varianza de un conjunto de datos.

$$S^2 = \sum \frac{(X_1 - \bar{X})^2}{n - 1}$$

- Coeficiente de Curtosis

Es la medida de concentración entorno a la media, si la variable es normal el coeficiente es cero valores mayores que cero indicarán que la distribución es factible a concentrarse en torno a la media más que una distribución normal

(distribución Leptocúrtica), mientras que valores menores que cero indica que es factible a dispersarse más (distribución Platicúrtica) y si tienen una tendencia casi simétrica se le conoce como distribución Mesocúrtica.

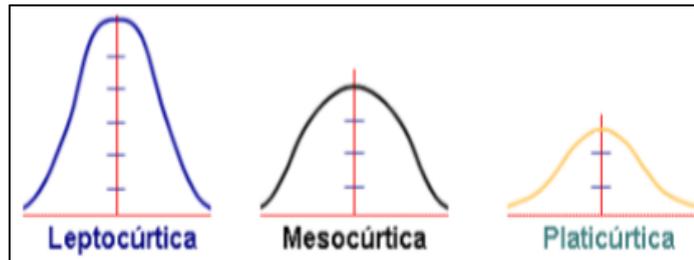


Grafico N° 2. En sus diferentes distribuciones de gráfico que representa la Curtosis

- Coeficiente de Asimetría de una distribución. - Indica la deformación horizontal de las distribuciones de frecuencias.
- Una distribución es simétrica cuando, la media aritmética, la mediana y la moda coinciden, cuando su curva o polígono de frecuencias es simétrica en relación al eje vertical.
- La asimetría positiva o a la derecha, Si es más extendida y tiene una ramificación hacia la derecha o a los valores grandes de la variable, en este caso la media aritmética es mayor que la moda, la mediana quedara comprendida entre ambas.
- La asimetría negativa o a la izquierda, si tiene una ramificación más extendida

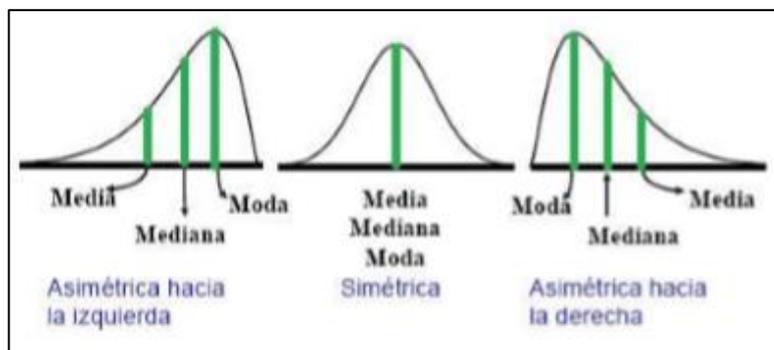


Grafico N° 3. Tipos de asimetría

- Asimetría de un conjunto de datos

Coefficiente de Variación. Una manera de saber, si la desviación estándar es grande o pequeña es al compararla con la media.

$$CV = \frac{S}{\bar{X}}$$

Entonces una población puede considerarse como Gaussiana si el coeficiente de variación es inferior a 0.5, caso contrario indicará un carácter log normal. Es una regla práctica para aprender la normalidad de la distribución del elemento

- Coeficiente de Correlación

Este cálculo utilizado en la prospección geoquímica es para determinar la relación entre un par de factores (o dos grupos de valores). El coeficiente de correlación o índice de correlación lineal de Pearson, entre variables x e y se define por

$$r = \frac{Cov(x, y)}{S_x S_y}$$

Donde S_x y S_y son las desviaciones estándares de x e y respectivamente y Cov es la covarianza.

- ✓ Si existe una relación lineal exacta entre ambas variables y todos los puntos están en la línea $y=a+bx$ (recta de regresión), el coeficiente de correlación es igual a 1 (si $b>0$) o -1 (si $b<0$).
- ✓ Si no existe relación lineal exacta $-1<r<1$, el cual representa el grado de asociación.
- ✓ Si $r=0$, cuando no hay ninguna correlación lineal entre x e y.
- ✓

Parámetros geoquímicos

En la prospección geoquímica el problema principal es identificar los parámetros geoquímicos que implantan los rangos de background y Threshold. La carencia de detalles en el análisis de datos que implica alterando el resultado, como en el proceso de datos de Ag, Sb y W que se distingue por tener una gran cantidad de datos por debajo del límite de rastreo, considerados como datos pocos creíbles. Estos pormenores crean altos desvíos que crean automáticamente confusiones en los parámetros geoquímicos. (Desarrollo de una metodología para la Prospección Geoquímica en Superficie de Combustibles Fósiles, 1994, Pag. 80-81).

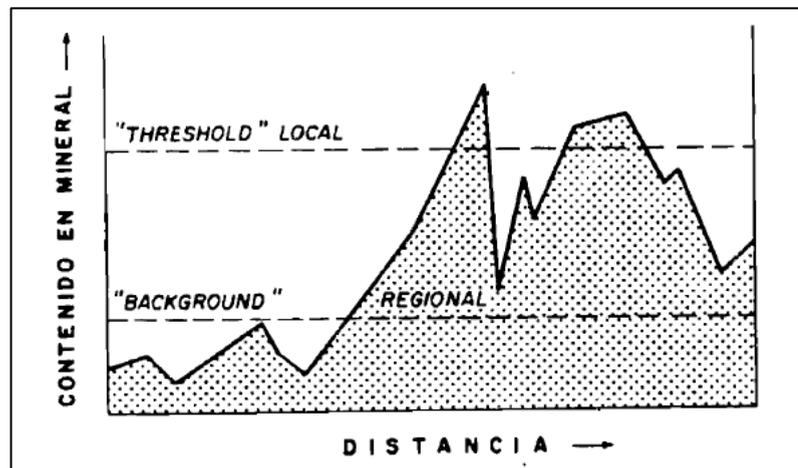


Gráfico N° 4. Ejemplo de una anomalía. (F. Mazadiego, 1994)

Los parámetros geoquímicos están sujetos al área que influye dicha muestra (Rivera, 2007) obteniendo información geoquímica de dichos sedimentos está influenciada por la pequeña cuenca de recepción de aguas.

- Background o Valor de Fondo

En el caso del presente análisis, se ha contemplado un promedio geométrico por tratarse de un estudio notablemente regional además de que la media comprime un poco los valores altos o bajos equivocados y no permite un alto desvío estándar.

Se le señala así a la concentración normal de un componente en un material terrestre. Por lo cual está sujeto a modificaciones, según la conformación de la roca u otro material terrestre elemento ocurre.

Esta concentración no es fijo por eso es razonable atender el valor de fondo como un valor medio y no como un valor ponderado. (H.Mantilla, 2007, pag. 363).

- **Threshold o Umbral Geoquímico**

También es un parámetro geoquímico, que está en función con la concentración normal más dos veces la cantidad por las que se apartan los valores de su contenido de fondo.

Desde un criterio hipotético, sea el caso de una normal o lo normal, el 95% de los valores particulares caen entre el background más dos veces la desviación estándar, es decir que solamente el 2.5% de la población sobrepasa el límite superior ($X+2S$), este límite superior está tomado convencionalmente como un nivel máximo (Threshold), encima del cual cualquier valor es considerado anormal. (H.Mantilla, 2007, pag. 363)

Anomalía Geoquímica

Es una desviación de los valores geoquímicos que son normales para una región, entonces es una variante con relación al contenido normal, de manera que un yacimiento de minerales es. Una anomalía geoquímica, por lo tanto, desde un aspecto cualitativo se puede clasificar.

- a) **Anomalía Significativa** Están establecidos con métodos estadísticos., Se utilizan como guías en prospección ya que tienen conexión con la mineralización.
- b) **Anomalía No Significativa** puede ser una anomalía espectral, porque a través

del tratamiento estadístico de sus muestras señalan que no están relacionadas a una mineralización importante. Ya que no tienen conexión con la mineralización.

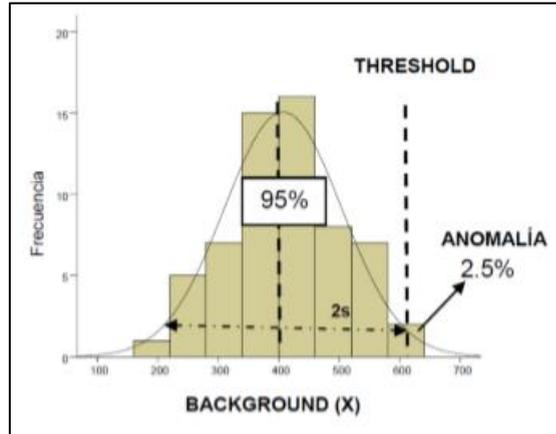


Grafico N°5. Parámetros geoquímicos de distribución

Rangos de Anomalía En función al Threshold (Umbral Geoquímico)

< B Valores por debajo del contenido de fondo.

B – T Valores dentro del contenido de fondo

T - 2T Valores débilmente anómalos

2T - 3T Valores simplemente anómalos

3T - 4T Valores regularmente anómalos

4T - 5T Valores medianamente anómalos

5T > Valores fuertemente anómalos

Coefficiente de Correlación

La prospección geoquímica emplea este tipo de cálculo para determinar la relación entre un par de factores o dos grupos: de valores, El coeficiente de correlación o índice de correlación lineal de Pearson, entre dos variables x e y se define por

$$r = \frac{Cov(x, y)}{S_x S_y}$$

En este caso. Se demuestra que el coeficiente de correlación cumple, donde $S_x S_y$ son las desviaciones estándares de x e y respectivamente y Cov es la covarianza.

Si existe una relación lineal exacta entre ambas variables y todos los puntos están en línea $y=a+bx$ (recta de regresión), el coeficiente de correlación es igual a 1 (si $b>0$) o -1 (si $b<0$) ➤ Si no existe relación lineal exacta: $-1<r<1$, el cual representa el grado de asociación. ➤ $r=0$, cuando no hay ninguna correlación lineal entre x e y (El uso del coeficiente de rango correlacional en las investigaciones geoquímicas, 2018, pag.12)

0 – 0.2	Muy Mala Correlación
0.2 – 0.4	Mala Correlación
0.4 – 0.6	Regular
0.6 – 0.8	Buena Correlación
0.8 – 1	Muy Buena Correlación

Rangos de Coeficiente de Correlación

Análisis de Correlación

Al calcular r con una base a datos muestrales el valor que obtenemos para r es sólo una estimación de un parámetro respectivo. Podemos obtener una fuerte correlación favorable o perjudicial únicamente por accidente, no existe relación alguna entre las dos variables que se considera.

Es posible que no exista relación entre X e Y , los números de puntos que se obtienen con los dos dados. Es difícil ver porqué los valores altos de X deben ir con los valores altos de Y y los valores bajos de X deben ir con los valores bajos de Y .

Ventajas del Análisis Estadístico

El tratamiento de grandes volúmenes de datos analíticos presenta difíciles problemas de manejo, presentación e interpretación, que son mejor solucionados por análisis estadísticos.

Un porcentaje de errores sistemáticos tiende a ser tolerante a condición de que los datos sean equivalentes entre sí en el total del levantamiento

Los errores fortuitos tienden a ser compensados cuando el número de resultados es grande

Se estima que la geoquímica es una recopilación de análisis imprecisos, reproducibles y no coordinados esto pueda ser una perspectiva desfavorable de la situación, dice algo de la realidad en esta aseveración. Los datos geoquímicos cuantitativos comúnmente erróneos y que los errores son de dos tipos; casuales o sistemáticos, el error de muestreo es por la falta de representatividad de una muestra aislada o pocas de ellas son un factor mayor de inseguridad en la evaluación de resultados

Las principales ventajas de esta aproximación son:

- ✓ establecer una base ecuánime para la definición de anomalías (cálculo del "Umbral" para un nivel dado de probabilidad).
- ✓ La muestra y el contraste de grupos de datos, cuál sea su importancia, gráficamente o sintéticamente
- ✓ Evitar efectos de errores fortuitos (muestreo analítico).
- ✓ Uniformización en la introducción de datos.
- ✓ Aptitud y flexibilidad, fijando leyes de distribución a varias poblaciones de datos.
- ✓ Hallazgo de características tenues, que lograrían escapar a las

interpretaciones ordinarias.

- ✓ Disminución de grupos de poblaciones a sus parámetros indispensables que se caracteriza totalmente de tendencia central y de desviación.

Limitación del Análisis Estadístico. Los datos geoquímicos no deber aplicarse a ciegas y los resultados finales deben ser siempre analizados crítica y conjuntamente con el fondo geológico. Esto quiere decirse debe limitar del Análisis y el tratamiento estadístico, de datos geoquímicos

En los procesos de muestreo también hay desaciertos y errores que son más difícil de valorar en la selección de muestras, solo basta con la representatividad de una muestra aislada, es imposible en prospección geoquímica un muestreo absoluto y perfectamente representativo, debiendo hacer esfuerzos para acopiar muestras homogéneas como sea posible y este quedara como un factor importante de imprecisión para después.

No es complicado calcular la exactitud de un método analítico y la equivocación en los resultados que puede ser notado precisamente es responsabilidad del intérprete analizar la calidad de las premisas, de muestras y análisis químicos, a fin de valorar con precisión y veracidad de la calidad y confianza de sus resultados.

Es vulnerable Cualquier grupo de datos a su tratamiento estadístico

Abreviando la evaluación estadística de los datos debe ser siempre orientado por un conocimiento geológico, experiencia y sentido común, es solamente un paso en la interpretación, sin perfeccionarla.

El método gráfico para determinar el Umbral Geoquímico de una población de resultados de muestras de rocas, se puede ejecutar mediante una Distribución de Frecuencia Acumulada.

Y por la misma viene a ser el número de muestras dentro de una limitación de clase en forma acumulada (en porcentaje, %) se interpola con el antilogaritmo del límite de clase.

Estos puntos interpolados tienen dos tendencias representadas por dos rectas que se interceptan entre sí.

El Umbral Geoquímico es el resultado de una recta perpendicularmente proyectada desde la intersección de las dos rectas ya mencionadas,

Hacia al eje de las abscisas (límite de clase). El valor se debe tener en cuenta en el punto de intersección sobre el eje de las abscisas.

El Contenido de Fondo se deduce de la proyección perpendicular de una recta desde el 50% del eje de Frecuencia Acumulada (eje de las ordenadas) hacia la recta de los puntos interpolados, a partir de esta intersección se proyecta otra recta hacia el eje de las abscisas procedimientos usados en el arreglo estadístico de los datos.

Metodología de los Histogramas Se trata de dividir el conjunto de información en una secuencia de intervalos y plantearlos bajo la forma de un histograma de frecuencias. La identidad con una curva de Gauss nos puede instigar a clasificar esta distribución como normal.

2.3. Definición de términos básicos

Anomalía Geoquímica: Nos permite indicar que existe un patrón geoquímico mayor, por la evidencia de elementos químicos en proporciones más pequeñas. (Dávila, 2011)

Elemento Pathfinder: Es una guía que nos indica altas probabilidades de encontrar un elemento químico de alto valor económico. (Rivera, 2007).

Blanco exploratorio: Son lugares con contenidos anómalos que pueden generar

en un tiempo un depósito de mineralización. (Viladevall, 2008).

Leyes de muestras: Proporción de un elemento químico en porcentaje (%), partes por millón, ppm o gramos por tonelada (g/t., (partes por millón) o gramos por tonelada (Viladevall, 2008).

Malla de muestreo: Es la distancia entre muestra a muestra, para lograr el muestreo en forma sistemática. (Viladevall, 2008).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La caracterización geoquímica tiene implicancias en la exploración de estructuras mineralizadas, zona Santa Rosa, Brazinni, Raura.

2.4.2. Hipótesis Específicos

- Los parámetros geoquímicos contribuyen en forma positiva en la exploración de estructuras mineralizadas de la zona Santa Rosa - Brazinni.
- El análisis de la distribución de elementos si influye en la exploración de estructuras mineralizadas de la zona Santa Rosa- Brazinni, Raura.

2.5. Identificación de las variables

Variables Independientes

La caracterización geoquímica.

Variables Dependientes

Exploración de estructuras mineralizadas de la zona Santa Rosa, Brazinni, mina Raura.

Variables Intervenientes

- Utilización de software.
- Uso de herramientas de internet.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

VARIABLES	CONCEPTO	INDICADOR
Independiente: La caracterización geoquímica	Factores que determinan una serie química que sirven de guía en una exploración.	Porcentaje de elementos trazadores
Dependiente: Exploración de estructuras mineralizadas	Proceso que tiene como objetivo encontrar zonas mineralizadas.	<ul style="list-style-type: none">✓ Afloramientos de estructuras mineralizadas✓ Leyes del mineral.✓ Cubicación de la mineralización

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

De acuerdo a su ejecución la investigación que se lleva a cabo es del tipo de Técnico aplicativo.

Con este tipo de investigación se busca, conocer para hacer, para actuar, para construir para modificar. Así mismo porque se requiere de un marco teórico. Los resultados de esta investigación aplicada son para uso inmediato (Zorrilla, 1993).

3.2. Nivel de investigación

La investigación tiene el nivel descriptivo, analítico y explicativo

3.3. Métodos de investigación

El procedimiento aplicado en la presente investigación es el método descriptivo-correlacional, puesto que se observarán los datos conseguidos para especificar la relación entre las variables, es decir, para conocer en qué medida la variación de una de ellas afecta a la otra, con el objetivo de saber su magnitud, dirección y naturaleza. Por otra parte, no se debe excluir el empleo del método

analítico-sintético mediante este método, se descompondrán todas las variables para advertir sus relaciones, similitudes, diferencias, causas, naturaleza y efectos hacia otras variables, para luego restaurarlas a partir de los elementos distinguidos por el análisis.

3.4. Diseño de investigación

La presente investigación se adaptó al objetivo de la investigación no experimental, debido a que no se manipulará la variable independiente, además, la investigación será transeccional correlacional-causal.

3.5. Población y muestra

Población: La población está representada por las estructuras regionales de la Mina Raura y la muestra es la estructura mineralizada Santa rosa- Brazinni

Muestra: Se han recolectado 866 muestras de roca según el diseño de muestreo que contempla una representatividad de 1 muestra cada 50 mts. (malla 50 x 50 mts).

Estas muestras fueron tomadas en tres grandes ambientes geológicos que influyen en esta estructura, la cual se ha subdivido en 11 poblaciones de acuerdo a su litología.

Ambiente Geológico	Población	Unidades Geológicas	Muestras
Sedimentario Calcáreo	Pob1	Miembro Jumasha 1 (Ks-jm1)	60
	Pob2	Miembro Jumasha 2 (Ks-jm2)	53
	Pob3	Miembro Jumasha 3 (Ks-jm3)	25
	Pob4	Miembro Jumasha 4 (Ks-jm4)	45
Ígneo Intrusivo	Pob5	Granodiorita (T-gdi)	100
	Pob6	Cuarzomonzonita (T-qzmz)	181
	Pob7	Pórfido Dacita 1 (T-pda)	35
	Pob8	Pórfido Dacita 2 (T-poda)	26
Ígneo Volcánico	Pob9	Volcánico Raura 1 (Tvr1)	55
	Pob10	Volcánico Raura 2 (Tvr2)	176
	Pob11	Volcánico Raura 3 (Tvr3)	80

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Se inicia con la compilación bibliográfica de aspectos generales y específicos
- Se identificarán la zona de interés, en donde se realizará cartografiado a detalle, selección y toma de datos y muestras.
- Se realizará columnas estratigráficas para diferenciar las facies litológicas y mineralógicas.
- Registro y codificación de datos.
- Para seleccionar los diferentes datos y muestras, se recolectarán muestras de roca, tanto de superficie como de los diferentes sondajes DDH; la recolección estará orientada a las zonas de interés.

3.6.1. Técnicas

Para la recopilación de la información se utilizó los siguientes instrumentos:

Fuentes de información académica comprendiendo medios bibliográficos y electrónicos. Comunicaciones de geólogos cuya trayectoria sirvió para profundizar el conocimiento sobre los diferentes tipos de yacimientos.

El equipo técnico para la extracción de muestras fue fundamental para adquirir información geológica de los diferentes yacimientos

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La selección, validación y confiabilidad de los instrumentos cumplen con los estándares de fiabilidad en la obtención de datos bajo supervisión permanenteun ejemplo claro la inserción de muestras geológicas, las cuales fueron fundamentales para realizar esta investigación.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- Ejecución de estudios de geoquímicos, que nos servirá para determinar el incremento de recursos minerales en el yacimiento.

- Técnicas Analíticas e Interpretación de toda la información obtenida en las diferentes etapas de Trabajo.

3.9. Tratamiento estadístico

Los datos son analizados utilizando la geo estadística, para conocer los parámetros estadísticos en la estimación de la mineralización.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

El proyecto se enmarca en el compromiso de no realizar actividades que involucren impactos negativos en el ambiente en la zona del proyecto.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo

4.1.1 Ubicación.

El proyecto Santa Rosa - Brazinni políticamente está situado en el Distrito de Yanahuanca, Provincia de Daniel Alcides Carrión, Región de Pasco; colindantes con el Distrito y Provincia de Oyón, Región de Lima y el Distrito de San Miguel de Cauri, Provincia de Lauricocha, Región de Huánuco; dentro del cuadrángulo de Yanahuanca (Hoja 21-j) y forma parte del Distrito Minero Raura. Las altitudes van desde los 4300 m.s.n.m. hasta los 5000 m.s.n.m. y se encuentra dentro de las siguientes coordenadas

UTM: Este: 308 000 – 310 100

Norte: 8 841 100 – 8 843 850

4.1.2 Accesibilidad

El acceso al proyecto Santa Rosa – Brazinni y a la unidad minera Raura, considerado a partir de la ciudad de Lima se realiza por la carretera principal de la Panamericana Norte, bajo el siguiente detalle de rutas:

- Lima – Huacho: 170 Km. Carretera Asfaltada
- Huacho – Sayán: 51 Km., Carretera Asfaltada
- Sayán – Churín: 61 Km., Carretera Afirmada
- Churín – Oyón: 33 Km., Carretera en Proceso de Asfaltado
- Oyón – Unidad Minera Raura: 32 Km., Carretera Afirmada.

4.1.3 Litología

Litológicamente el área de estudio involucra a las rocas sedimentarias calcáreas de la Formaciones Jumasha 1, 2, 3 y 4 (Zapana E., 2010), rocas volcánicas clasificados como flujos riolíticos y tobas litocrystalinas de composición dacítica a riodacítica, que corresponden a la unidad del Volcánico Raura (BISA, 2011). Las Rocas ígneas intrusivas son de magmas calcoalcalinos con medio a alto contenido de K, de naturaleza acida a intermedia, pertenecen a los stock de alto nivel con composiciones de cuarzo diorita, tonalita, granodiorita, cuarzomonzonita y stocks porfiríticos QFP y dacita, considerando como roca parental a la cuarzodiorita, granodiorita, rocas generadoras a la cuarzomonzonita, tonalita y posibles dos pulsos de stocks porfiríticos (Mamani M., 2010). Los sectores con cambios texturales por metasomatismo (Skarn) se encuentran en el extremo Este de las vetas Victorias, al Oeste de la laguna Brazinni (Jimena), al SSE de la laguna Putusay Bajo, entre las Fallas Santa Rosa y Margot la presencia de calcosilicatos y epidotización en los volcánicos e intrusivo, posiblemente se deba a la presencia de skarn en profundidad (Zapana E., 2010). Las áreas con cambios texturales por metamorfismo (mármol) se encuentran al ENE de las vetas Victorias, al ESE de la laguna Putusay Bajo, al W de la laguna Brazinni (Zapana E., 2010).

4.1.4 Geología estructural

Los controles estructurales más importantes, que se distinguen son tres sistemas de fallamientos: NNW-SSE, NW-SE y 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”). El sistema NNW-SSE limita al presente estudio, al borde Este la falla Raura y al borde Oeste la falla Restauradora. El sistema de fallas-vetas E-W se encuentran delimitados entre las vetas Paulina por el Sur y Hada 4 (Puyhuancocha?) por el Norte. En el sistema NW-SE se tiene reconocido a las fallas y fallas-vetas Brazinni, Farallón y Puyhuancocha. Dentro del área de estudio se identifica un “sinforma” al Norte de la veta Farallón, puede ser producto de colapso de toda la secuencia sedimentaria que por debajo de esta se encuentre un posible “cuello volcánico” cubierto (Zapana E., 2010).

4.1.5 Alteraciones Hidrotermales

Las principales alteraciones hidrotermales dentro de área de estudio son:

Sericitización, que en su mayoría está siendo controlado en los hastiales de las fallas y diques de composición dacítica; según estudios de petrominerografía realizados por BISA, 2011, dan como resultado la existencia de abundante cuarzo de segunda generación (cuarzo secundario) que removiliza al cuarzo original de la roca, la sericita reemplaza totalmente a las plagioclasas y está asociada al cuarzo de segunda generación conjuntamente con la pirita, por lo que el posible protolito sería rocas subvolcánicas con textura porfirítica reemplazadas por cuarzo y sericita.

Argilización, identificados en el sector Norte, entre las fallas Santa Rosa y Puyhuancocha (Hada4), con intensidad de moderada a débil, en las cuarzomonzonitas en contacto con el pórfido dacita la alteración argílica es

selectivo pervasivo, hacia el Este, esta alteración sólo se observa a partir de fallas y fracturas; en la zona denominada “Tajo Gretty” y hacia el Sureste de la Garita Santa Rosa la argilización es moderada con un ensamble de illita – caolinita, muy selectivamente se tiene la presencia de esmectita; al Norte de la Laguna Putusay Bajo en las rocas del Volcánico Raura 2, la alteración argílica es moderada, asociado a óxidos.

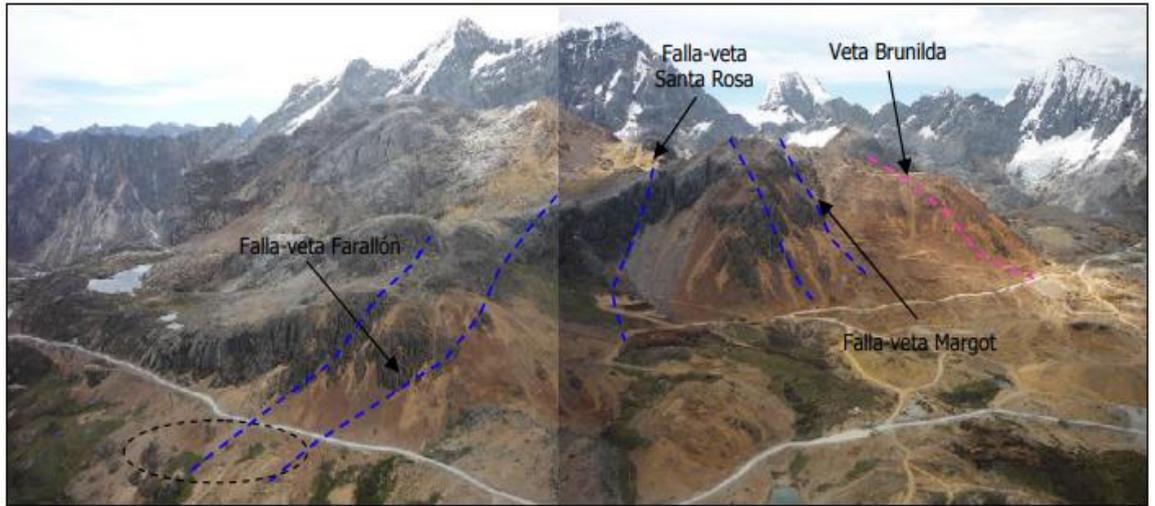
Sub propilitica, esta aureola se encuentra mayormente en la granodiorita cercano al contacto con la cuarzomonzonita, principalmente se observa la presencia de cloritas que reemplazan a los minerales ferromagnesianos; en la zona Norte en las cuarzomonzonitas distantes del contacto pórfido dacita se observa la presencia de epidota y cloritas reemplazando a los minerales ferromagnesianos, escasamente en fracturas; en el Volcánico Raura 3 esta alteración hidrotermal es débil, la matriz está con manchas de clorita; al Sureste de las vetas Victorias en la zona denominada brechas volcánicas se observa abundante presencia de epidota en las fracturas; en la mayoría de las rocas volcánicas las cloritas se encuentran reemplazando a los minerales ferromagnesianos y se encuentran asociado a los óxidos de fierro, mientras que la epidota en estas rocas (tobas litocristalinas) reemplaza débilmente a algunas plagioclasas (BISA, 2011).

Silicificación, abarca toda el área de estudio se encuentra “tapizando” por sílice, las rocas que fueron fuertemente silicificados son los volcánicos en sus tres miembros y los stocks porfiríticos del sector Putusay, en donde la matriz “borra” la textura original de la roca, dificultando diferenciar el protolito.

4.1.6 Mineralización

En cuanto a la mineralización en superficie, en cada uno de los “feeders” objetos del presente estudio se identifica fallas-vetas de los sistemas E-W y NW-

SE, describiéndose en cada una de ellas sus componentes mineralógicos. Vetas Hadas, constituido por cuarzo, calcita, pirolusita, limonita, goethita, hematita, galena y pirita; como parte de esta estructura mineralizada se tiene la veta Hada 4, que en la actualidad se viene explotando hasta el Nv. 300 en un “ore shoot” de @ 360 m. Vetas Gretty, constituido por pirita, galena, cuarzo, calcita, limonita, goethita, hematita, trazas de esfalerita; el sistema de vetillas históricamente fue explotado mediante “tajo abierto”, en la actualidad dicho “tajo” es aprovechado para depositar los residuos sólidos generados por la unidad minera; estas estructuras son la continuación de la vetas Hadas hacia el Este. Veta Brunilda, constituido por pirita, galena, cuarzo, calcita, limonita, goethita, hematita, esfalerita en superficie, según estudios petrográficos de una muestra masiva (BISA, 2005), la esfalerita contiene escasas exsoluciones de calcopirita de primera generación, y rellena algunas cavidades de la pirita de primera generación; asimismo esta esfalerita es parcialmente reemplazada por la calcopirita de segunda generación y por la galena; el sistema de vetillas que se encuentran al Este de la veta históricamente fue explotado mediante “tajo abierto”, en la actualidad dicho “tajo” es aprovechado para depositar los residuos sólidos generados por la unidad minera. Veta Margot, en superficie solo se observa sistema de vetillas con sílice residual, óxidos de fierro, débilmente con presencia de cuarzo, calcita y pirolusita, esta veta se correlaciona su continuidad hacia el Este de la Garita Santa Rosa constituido por cuarzo, pirolusita, calcita, débil galena-esfalerita con trazas de calcopirita y pirita.



Fotografía N° 1. Vista panorámica mirando al Noroeste donde se observa las estructuras entre Farallón y Brunilda. UTM: 309930 E, 8842664 N (Tomado de Zapana E. 2010).

Veta Santa Rosa (vetas 1 al 9), estas estructuras se encuentran bien definidas atravesando la cuarzomonzonita y el Volcánico Raura 2, su mineralogía está constituido por cuarzo, sílice residual con lixiviación (Fotografía N° 2), presencia de pirita y trazas de esfalerita-galena. Según estudios de petrominerografía (BISA, 2011, M-4291), la esfalerita se encuentra rellanando cavidades de la alteración cuarzo-sericita y es teñida con los óxidos de fierro (hematita, limonita), dentro de la esfalerita también se tiene diseminaciones de la calcopirita a nivel de trazas. La principal estructura, se correlaciona su continuidad hacia el Este de la Garita Santa Rosa constituido por cuarzo, pirolusita, calcita, débil galenaesfalerita con trazas de calcopirita y pirita.



Fotografía N° 2 Se observa la Falla – veta Santa Rosa, con abundante sílice residual y pirita, emplazado en los volcánicos Raura 2 (Tomado de Zapana E., 2010). UTM: 308735 E, 8843254 N.

Mantos Puyhuanmina, constituidos principalmente por abundante pirolusita, con moderada presencia de alabandita, cuarzo, calcita, emplazados en las rocas calcáreas del Jumasha 3. Vetas Victorias, en superficie contienen cuarzo “diente de perro” con pirolusita, calcita, limonita y débilmente la presencia de pirita, galena y esfalerita. Vetas Celia, constituido por abundante pirolusita y alabandita con moderada presencia de cuarzo, calcita; trazas de sulfuros (galena, esfalerita) y sulfosales (cobres grises) se encuentran en el flanco Oeste del cerro “Farallón”, donde se le correlaciona su continuidad de esta veta desde el extremo Este. Vetas Lucia, constituido por abundante pirolusita, con moderada presencia de alabandita, cuarzo, trazas de pirita, galena y sulfosales (cobres grises). Veta Paulina, constituido por abundante pirolusita y alabandita con moderada presencia de cuarzo, trazas de pirita, galena, esfalerita y sulfosales (cobres grises). Falla-veta Farallón, al Oeste de la garita Santa Rosa está constituida por pirita diseminada,

cuarzo, sílice residual con lixiviación, argilización en los hastiales, hacia la zona de calizas donde se encuentra laboreo subterráneo está constituido por alabandita que contiene granos de luzonita, galena, cobre gris (freibergita) y algunas trazas de calcopirita y esfalerita dispersos dentro de la alabandita, también se observa cuarzo, pirolusita, calcita. Estudios de difracción de Rayos X en dos muestras realizados por J. Aguilar (Solicitado por BISA, 2005) dan como resultado la presencia de alabandita, rodocrosita, dolomita, cuarzo, manganita, esfalerita y pirocroita. Falla Brazinni, evidencia presencia de hidrotermalismo con cuarzo, sílice residual acompañado de lixiviación, en el perfil de la carretera Raura – Oyón, en los cateos se observa limonita, goethita, posiblemente producto de la oxidación de los sulfuros

4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Caracterización geoquímica

4.2.1.1- Ambiente geoquímico

Las evaluaciones e interpretaciones del presente estudio están enfocadas y caracterizadas principalmente por el sistema estructural (E-W, NW-SE, NE-SW), por lo que cada uno de ellos corresponde al ambiente geoquímico primario, bajo las siguientes denominaciones:

- FQs: Feeders Quichas
- FBr: Feeders Brazinni
- FFr: Feeders Farallón
- FSR: Feeders Santa Rosa
- FMt: Feeders Margot
- FBn: Feeders Brunilda
- FHd: Feeders Hadas
- FGt: Feeders Gretty

- FpMS: Feeders Puyhuanmina Sur
- FVc: Feeders Victorias
- FCe: Feeders Celia - FLC: Feeders Lucia
- FPI: Feeders Paulina

Las fallas transversales E-W, NW-SE y NE-SW objetos del presente estudio (Grafico 2), se encuentran hospedados dentro de diferentes litologías, de los cuales se ha agrupado en seis grupos principales: Rocas calcáreas de la Fm. Jumasha, rocas intrusivas (cuarzomonzonita y granodiorita), rocas subvolcánicas porfíricas, rocas volcánicas y rocas metamórficas (skarn).

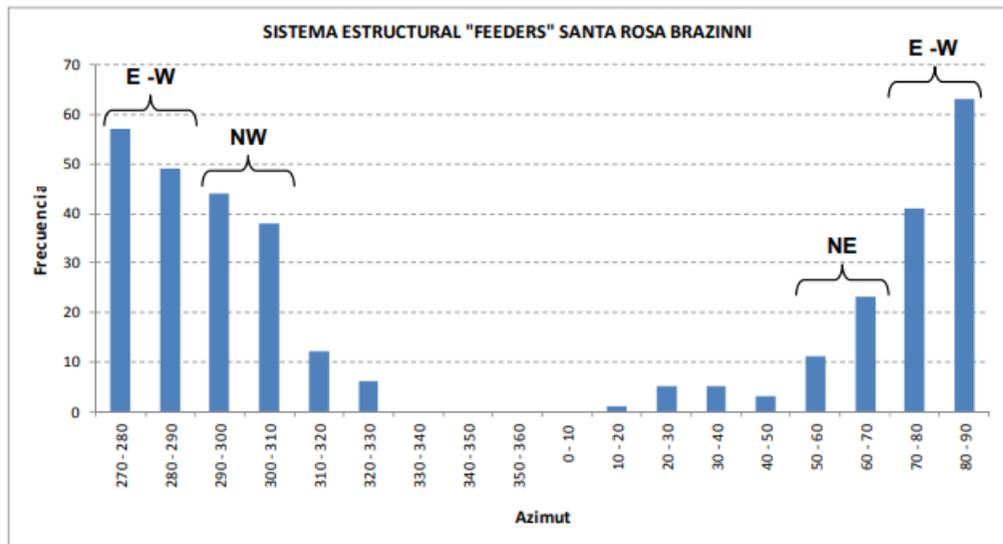


Grafico N° 6 Frecuencia de datos de azimut en las diferentes estructuras, donde se nota claramente el sistema E-W y el sistema N50°-70°W

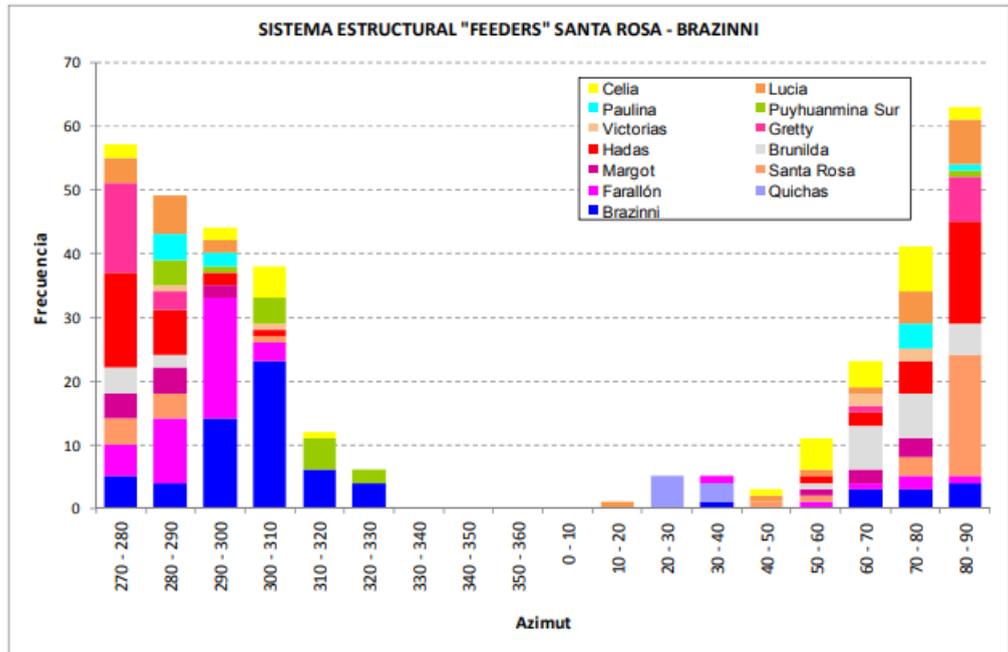


Grafico N° 7 Frecuencia de datos de azimut en las diferentes estructuras, donde se nota claramente el sistema E-W con el predominio de la mayoría de estructuras mineralizadas y el sistema N50°-70°W predominando en Brazinni, Farallón y Puyhuanmina Sur.

4.2.1.2. Dispersión geoquímica

En el presente estudio las dispersiones son primarias epigenéticas, controlados por las fallas o también denominados “feeders” donde se movilizaron los fluidos mineralizantes. La principal consideración que se tiene en los “feeders” objetos de este estudio son las dispersiones químicas, con aporte de nuevos elementos por infiltración, producido por la existencia de un agente movilizante o de transporte, como soluciones acuosas, agentes “volátiles” y otros. Producto de estas dispersiones se aportan nuevos elementos desde los puntos o centros mineralizantes, que para este caso serían los stocks porfiríticos.

6.3. Elementos indicadores Los elementos indicadores directos o elementos “blancos” (“targets elements”) para el presente estudio son: Zn, Pb, Ag, Cu. Elementos considerados en base al

modelo de yacimiento del Distrito Minero Raura, también en base a la extracción y procesamiento de los minerales con contenidos polimetálicos.

4.2.1.3. Elementos pathfinder

Teniendo en consideración la mineralización de las distintas zonas operativas de Raura, y la prospección geoquímica en rocas se consideran como elementos guías principales al Mn, ¿As, Sb, Cd, Bi? los que pueden ayudar a detectar zonas con mineralización de los elementos indicadores que se mencionó anteriormente.

4.2.1.4. Poblaciones estadísticas

Las muestras que fueron recolectadas en los “feeders” o canales de fluidos mineralizantes están controladas por el sistema estructural, de los cuales solo se tiene dos poblaciones estadísticas. Estas poblaciones y la cantidad de muestras asignadas a cada una de ellas se presentan en el tabla N°5.

Ambiente Geoquímico	Sistema Estructural	Nombre de “feeders”	Muestras
Fallas y Vetas	E - W	FSR: Santa Rosa FMt: Margot FBn: Brunilda FHd: Hadas FGt: Gretty FVc: Victorias FCe: Celia FLc: Lucia FPl: Paulina	223
	NW - SE	FPmS: Puyhuanmina Sur FBr: Brazinni FFr: Farallón	127
	NE - SW	FQs: Quichas	8

Tabla N° 5 Ambientes geoquímicos según sistema estructura y designación de feeders.

4.2.2. Análisis de los parámetros geoquímicos

4.2.2.1. Correlaciones geoquímicas

Los coeficientes de correlación de mayor interés son las positivas, debido a que pueden ayudar a determinar nuevos elementos guías exploradores, las interpretaciones de los coeficientes de correlación es caracterizado para cada sistema estructural, como se muestra en los cuadros 6 y 7. Los rangos de coeficiente de correlación que se presentan pueden ser positivos o negativos de acuerdo a los siguientes valores.

- 0 - 0,2 Muy Mala Correlación.
- 0,2 - 0,4 Mala Correlación.
- 0,4 - 0,6 Regular.
- 0,6 - 0,8 Buena Correlación
- 0,8 - 1 Muy Buena Correlación.

	Ag ppm	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe %	Hg ppm	Mn ppm	Mo ppm	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	V ppm	Zn ppm
Ag ppm	1.00	0.70	-0.08	0.35	0.20	-0.23	-0.12	0.74	-0.01	0.43	0.38	-0.08	0.58	0.38	0.80	-0.06	-0.23	0.23
As ppm		1.00	-0.05	0.35	0.02	-0.10	-0.10	0.90	0.02	0.46	0.30	-0.05	0.19	0.17	0.79	-0.05	-0.16	0.05
Ba ppm			1.00	0.04	-0.19	-0.02	0.04	-0.04	-0.08	-0.13	-0.08	0.04	-0.06	-0.21	-0.04	0.42	0.02	-0.07
Bi ppm				1.00	-0.05	0.00	0.07	0.16	0.29	0.14	-0.15	0.01	0.17	0.14	0.01	0.00	0.00	-0.02
Cd ppm					1.00	-0.05	-0.16	0.17	-0.03	0.50	0.15	-0.02	0.29	0.49	0.12	-0.05	-0.10	0.98
Co ppm						1.00	0.30	-0.13	0.26	-0.10	-0.09	-0.07	-0.12	0.04	-0.17	0.00	0.33	-0.04
Cr ppm							1.00	-0.07	-0.05	-0.08	-0.08	-0.06	-0.16	-0.23	-0.08	0.06	0.77	-0.10
Cu ppm								1.00	-0.01	0.49	0.28	-0.06	0.21	0.21	0.91	-0.06	-0.18	0.18
Fe %									1.00	-0.05	-0.25	0.15	0.12	0.51	-0.02	-0.09	0.04	0.00
Hg ppm										1.00	0.31	-0.05	0.11	0.15	0.41	-0.11	-0.19	0.44
Mn ppm											1.00	-0.09	0.01	0.08	0.19	0.20	-0.25	0.14
Mo ppm												1.00	-0.05	-0.03	-0.07	0.02	0.12	0.00
Pb ppm													1.00	0.58	0.42	-0.09	-0.17	0.34
S %														1.00	0.25	-0.04	-0.22	0.49
Sb ppm															1.00	-0.02	-0.18	0.14
Sr ppm																1.00	0.08	-0.06
V ppm																	1.00	-0.11
Zn ppm																		1.00

Tabla N^o 6 Coeficiente de correlación en el sistema estructural E-W

	Ag ppm	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe %	Hg ppm	Mn ppm	Mo ppm	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	V ppm	Zn ppm	
Ag ppm	<u>1.00</u>	<u>0.76</u>	-0.07	-0.03	<u>0.59</u>	-0.23	-0.14	<u>0.81</u>	0.10	<u>0.54</u>	0.32	0.07	<u>0.60</u>	0.32	<u>0.78</u>	0.34	-0.20	<u>0.58</u>	
As ppm		<u>1.00</u>	-0.12	0.16	<u>0.55</u>	-0.11	-0.15	<u>0.79</u>	0.21	<u>0.67</u>	0.17	0.50	<u>0.72</u>	0.37	<u>0.72</u>	0.02	-0.20	<u>0.56</u>	
Ba ppm			<u>1.00</u>	-0.04	-0.04	0.01	0.06	-0.09	-0.10	0.06	-0.05	0.01	-0.08	-0.17	0.00	0.06	0.01	-0.05	
Bi ppm				<u>1.00</u>	-0.09	0.11	-0.22	-0.03	0.22	0.01	-0.26	0.25	0.09	0.19	-0.02	-0.05	-0.03	-0.05	
Cd ppm					<u>1.00</u>	-0.06	-0.14	<u>0.63</u>	0.06	<u>0.47</u>	0.19	-0.02	<u>0.56</u>	0.40	<u>0.52</u>	0.14	-0.18	<u>0.96</u>	
Co ppm						<u>1.00</u>	0.30	-0.14	0.15	-0.16	-0.36	-0.01	-0.03	0.04	-0.13	-0.11	0.37	-0.05	
Cr ppm							<u>1.00</u>	-0.10	0.01	-0.10	-0.15	-0.09	-0.11	-0.15	-0.11	-0.01	<u>0.88</u>	-0.11	
Cu ppm								<u>1.00</u>	-0.02	<u>0.63</u>	0.21	0.03	<u>0.57</u>	0.40	<u>0.89</u>	0.15	-0.16	<u>0.66</u>	
Fe %									<u>1.00</u>	0.28	-0.27	0.14	0.27	<u>0.50</u>	0.06	-0.14	0.03	0.13	
Hg ppm										<u>1.00</u>	0.05	0.21	<u>0.52</u>	0.29	<u>0.65</u>	-0.08	-0.10	<u>0.54</u>	
Mn ppm											<u>1.00</u>	-0.01	-0.03	-0.08	0.18	0.25	-0.32	0.15	
Mo ppm												<u>1.00</u>	<u>0.58</u>	-0.03	0.00	-0.02	-0.07	0.01	
Pb ppm													<u>1.00</u>	<u>0.46</u>	<u>0.43</u>	-0.05	-0.13	<u>0.62</u>	
S %														<u>1.00</u>	0.32	-0.11	-0.18	<u>0.51</u>	
Sb ppm															<u>1.00</u>	0.14	-0.19	<u>0.54</u>	
Sr ppm																<u>1.00</u>	-0.07	0.05	
V ppm																	<u>1.00</u>	-0.16	
Zn ppm																			<u>1.00</u>

Tabla N^o 7 Coeficiente de correlación en el sistema estructural NW-SE

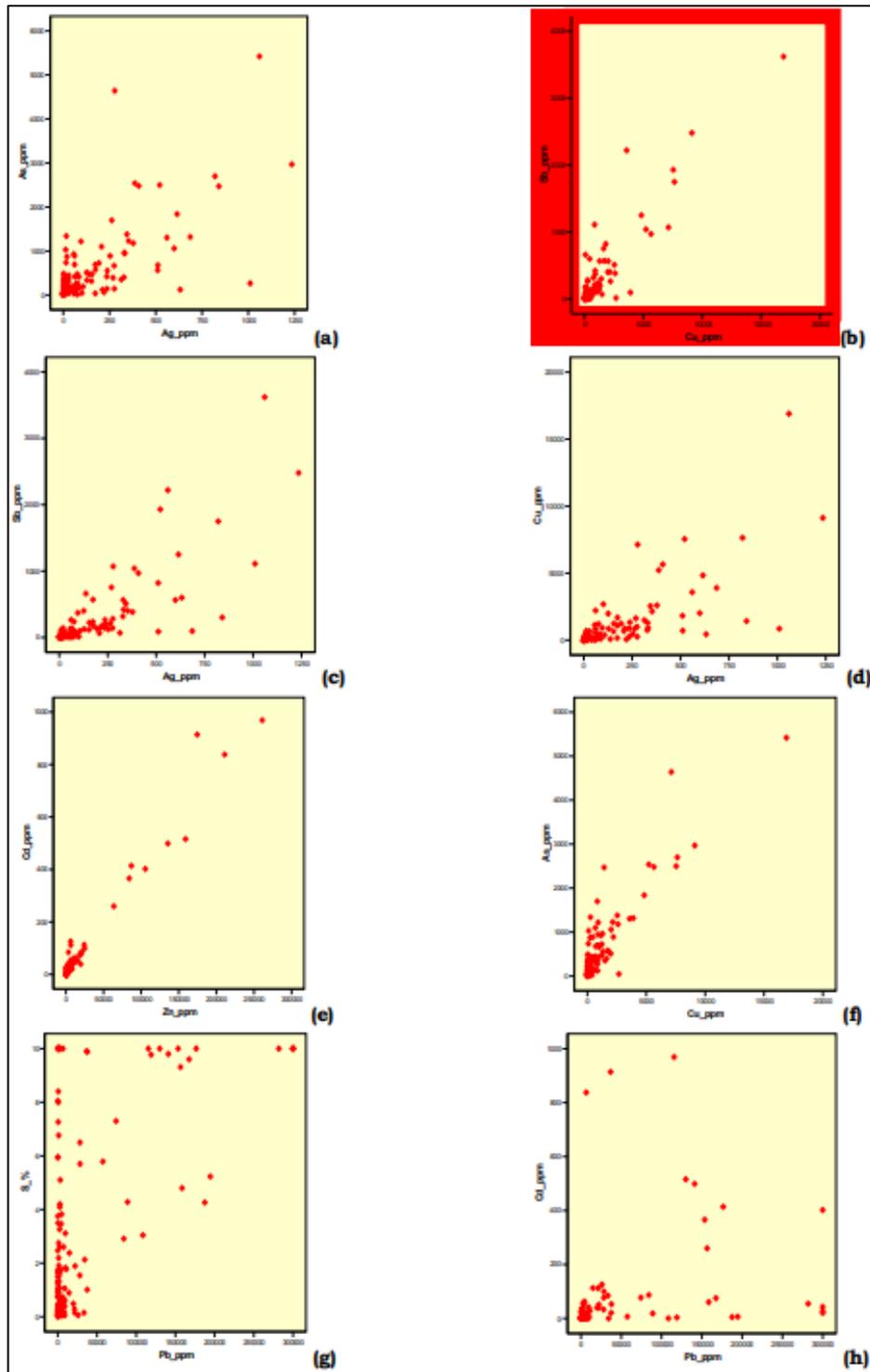


Grafico N° 8 Diagramas de dispersión para el sistema estructural E-W. (a) Dispersión de plata vs arsénico. (b) Dispersión de cobre vs antimonio. (c) Dispersión de plata vs antimonio. (d) Dispersión de plata vs cobre. (e) Dispersión de zinc vs cadmio. (f) Dispersión de cobre vs arsénico. (g) Dispersión de plomo vs azufre. (h) Dispersión de plomo vs cadmio.

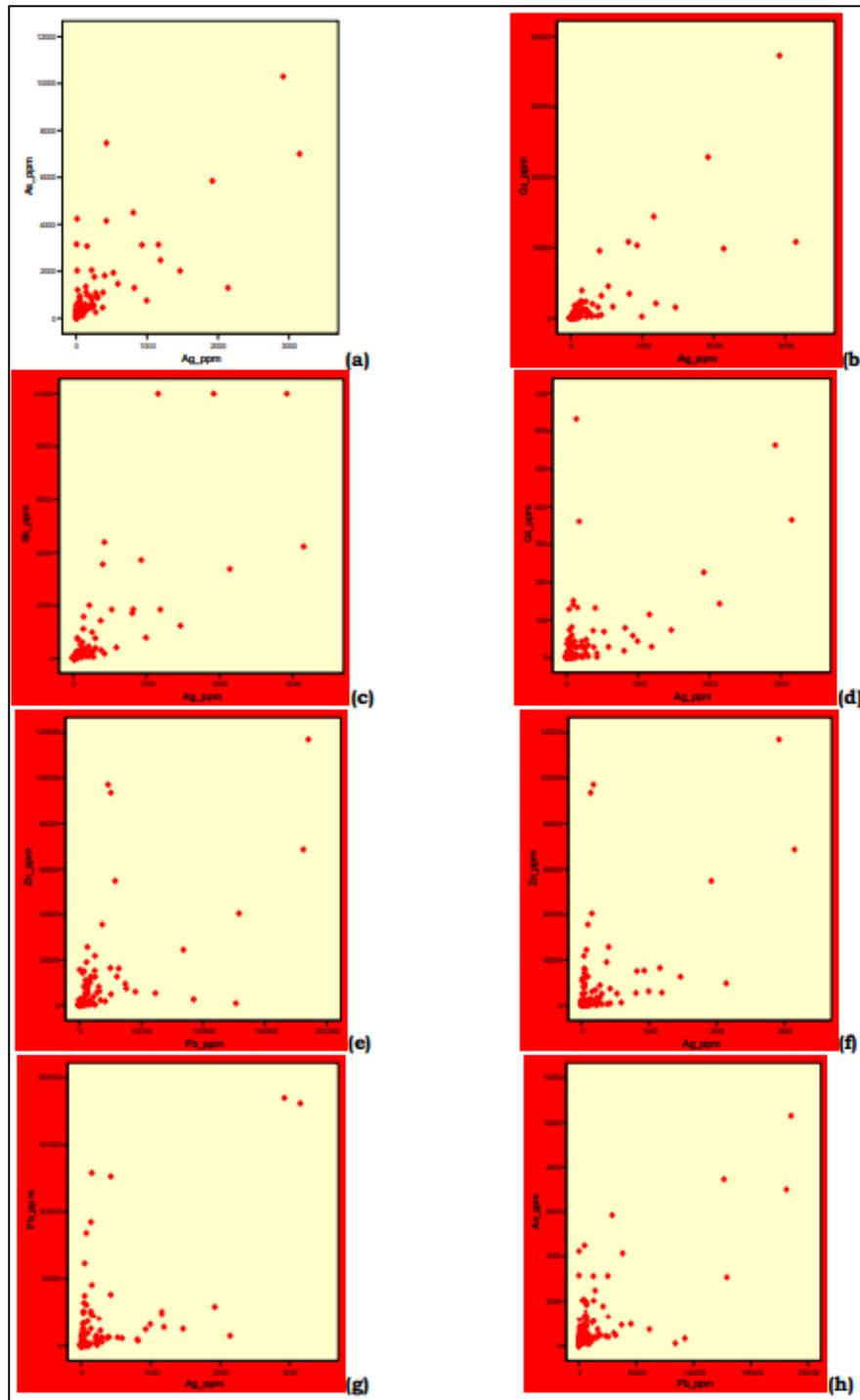


Grafico N° 9. Diagramas de dispersión para el sistema estructural NW-SE. (a) Dispersión de plata vs arsénico. (b) Dispersión de plata vs cobre. (c) Dispersión de plata vs antimonio. (d) Dispersión de plata vs cadmio. (e) Dispersión de plomo vs zinc. (f) Dispersión de plata vs zinc. (g) Dispersión de plata vs plomo. (h) Dispersión de plomo vs arsénico.

4.2.2.2. Asociaciones geoquímicas

Las asociaciones geoquímicas se caracterizan para cada sistema estructural, enfocados principalmente para los dos sistemas estructurales más importantes, donde se tienen ciertas similitudes en sus asociaciones geoquímicas. En el sistema E-W, la primera asociación es típico de una mineralización de sulfosales y de baja temperatura; la segunda asociación es la relación de la mineralización de plata con el plomo, posiblemente en los sulfuros; la tercera asociación es netamente de una mineralización de sulfuros de zinc; finalmente la cuarta asociación es referida a los sulfuros de hierro (pirita, marcasita).

Item	Asociaciones
1	Ag - Cu - As - Sb (Hg - Mn)
2	Pb - Ag - Sb - S
3	Zn - Cd - S
4	Fe - S

Tabla N° 8 Asociaciones geoquímicas en el sistema estructural E-W

En el sistema NW-SE, la primera asociación es típico de una mineralización de sulfosales y de baja temperatura; la segunda asociación podría ser una asociación combinada de una mineralización con sulfuros y sulfosales; la tercera asociación es netamente de una mineralización de sulfuros de zinc y plomo; finalmente la cuarta asociación es referido a los sulfuros de hierro (pirita, marcasita).

Item	Asociaciones
1	Ag - Cu - As - Sb (Hg)
2	Pb - Ag - Cu - Zn - Cd
3	Zn - Cd - Pb - S
4	Fe - S

Tabla N° 9 Asociaciones geoquímicas en el sistema estructural NW-SE

4.2.3 Análisis de elementos geoquímicos por ambientes y tipos

4.2.3.1. Rocas encajonantes de las estructuras

Las diferentes estructuras se encuentran hospedadas dentro de diferentes litologías, considerando los seis grupos principales de litologías, se realiza la evaluación de la potencia y de su comportamiento geoquímico de los elementos indicadores, como se detallan en las tablas 10 al 14. En el ambiente ígneo intrusivo se encuentran hospedados las fallas y vetas Brazinni, Farallón Oeste, Santa Rosa, Brunilda, que tienen como rocas encajonantes a la cuarzo monzonita y granodiorita, la mayor alteración y potencia se encuentran en la cuarzomonzonita, mientras que en la granodiorita las fallas disminuyen su potencia hasta “cicatrizarse” y convertirse solo en fracturas, en estos sectores destaca las concentraciones de Fe y S, principalmente por la presencia de la pirita y óxidos de fierro. En cuanto a las rocas subvolcánicas porfiríticas, se encuentran emplazando a las fallas-vetas Brazinni, Hadas. En el ambiente volcánico se encuentran emplazadas la gran mayoría de sistema de vetas, por el sector Norte se encuentran Santa Rosa, Margot, Brunilda, Hadas, Gretty, donde destaca las concentraciones de Zn, Pb, Ag, Cd, Bi, Sb, por el Sector Este se encuentran Victorias, Celia, Lucia y Paulina destacándose las concentraciones de Ag, Mn, As, Sb, Cu, Zn. En el ambiente sedimentario calcáreo se encuentran emplazados las vetas Farallón, Celia, Lucia, Paulina y los mantos Puyhuanmina, donde destaca las concentraciones de Mn, Ag, Sb. La única zona de skarn que está emplazado y controlado por una falla es el sector de Jimena, controlado por la falla Brazinni, donde se destaca principalmente las concentraciones de Zn y Pb, moderadamente y constante el Mn.

Parámetros	R. Calcáreas	R. Volcánicas	Intrusivo (qzmz)	Intrusivo (gdi)	Sv. Pórfidos	Skarn
N° Totales	37	200	51	40	20	10
N° Utilizados	37	200	51	40	20	10
MediaPond (m)	-	-	-	-	-	-
MediaArit (m)	0.41	0.42	0.45	0.62	0.50	0.84
PromGeom (m)	0.31	0.32	0.35	0.40	0.35	0.72
Mediana (m)	0.35	0.30	0.30	0.40	0.35	0.80
Vmin (m)	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.20
Vmax (m)	1.20	2.10	1.25	3.30	2.20	1.50
SD (m)	0.29	0.33	0.31	0.65	0.49	0.45
CV (%)	71.02	78.59	70.17	103.80	97.28	53.30

Tabla N° 10 Parámetros estadísticos de la Potencia de feeders con diferentes rocas encajonantes

Parámetros	R. Calcáreas	R. Volcánicas	Intrusivo (qzmz)	Intrusivo (gdi)	Sv. Pórfidos	Skarn
N° Totales	37	200	51	40	20	10
N° Utilizados	36	199	51	39	19	9
MediaPond (ppm)	257	192	33	7	20	19
MediaArit (ppm)	324	217	25	15	9	17
PromGeom (ppm)	30	-	7	3	3	9
Mediana (ppm)	60	56	6	2	3	10
Vmin (ppm)	0	0	0	0	0	1
Vmax (ppm)	2140	4340	333	238	71	42
SD (ppm)	559	491	55	40	16	16
CV (%)	172	227	221	262	189	95

Tabla N° 11 Parámetros estadísticos de la Plata en feeders con diferentes rocas encajonantes

Parámetros	R. Calcáreas	R. Volcánicas	Intrusivo (qzmz)	Intrusivo (gdi)	Sv. Pórfidos	Skarn
N° Totales	37	200	51	40	20	10
N° Utilizados	37	200	51	40	20	10
MediaPond (ppm)	1224	1387	172	59	169	143
MediaArit (ppm)	1543	1595	187	117	95	128
PromGeom (ppm)	75	-	53	43	43	75
Mediana (ppm)	37	267	36	31	39	73
Vmin (ppm)	3	2	5	3	3	12
Vmax (ppm)	2.29%	4.89%	2210	1330	389	303
SD (ppm)	4341	4849	408	234	119	119
CV (%)	281	304	218	200	126	94

Tabla N° 12 Parámetros estadísticos del Cobre en feeders con diferentes rocas encajonantes

Parámetros	R. Calcáreas	R. Volcánicas	Intrusivo (qzmz)	Intrusivo (gdi)	Sv. Pórfidos	Skarn
N° Totales	37	200	51	40	20	10
N° Utilizados	37	200	51	40	20	10
MediaPond (ppm)	4466	2.84%	2645	2855	773	8581
MediaArit (ppm)	4903	3.03%	2581	4063	528	7778
PromGeom (ppm)	558	-	721	247	166	1146
Mediana (ppm)	440	3000	707	134	149	820
Vmin (ppm)	9	17	27	11	21	24
Vmax (ppm)	3.81%	>30%	2.33%	3.75%	4090	3.20%
SD (ppm)	8989	63932	4487	10252	1011	11875
CV (%)	183	211	174	252	191	153

Tabla N° 13 Parámetros estadísticos del Plomo en feeders con diferentes rocas encajonantes

Parámetros	R. Calcáreas	R. Volcánicas	Intrusivo (qzmz)	Intrusivo (gdi)	Sv. Pórfidos	Skarn
N° Totales	37	200	51	40	20	10
N° Utilizados	37	200	51	40	20	10
MediaPond (ppm)	5764	1.30%	3680	1436	267	7805
MediaArit (ppm)	7384	1.25%	4229	5717	268	6102
PromGeom (ppm)	979	-	680	383	148	2262
Mediana (ppm)	1145	826	533	333	127	2065
Vmin (ppm)	40	15	45	36	30	81
Vmax (ppm)	9.36%	26.10%	9.72%	17.45%	1790	2.18
SD (ppm)	17575	37153	14070	27599	408	7653
CV (%)	238	298	333	483	152	125

Tabla N° 14 Parámetros estadísticos del Zinc en feeders con diferentes rocas encajonantes

4.2.4 Elementos indicadores en las diferentes estructuras

Los parámetros estadísticos de los cuatro elementos indicadores en cada uno de los “feeders” se detallan en las tablas del 15 al 18, observándose claramente la mayor mineralización de platca en las estructuras de Puyhuanmina, Celia, Lucia, Farallón y Gretty; en cuanto a la mineralización polimetálica de zinc, plomo y cobre se encuentra en las estructuras de las actuales zonas operativas denominadas como “Sección Hadas” (Santa Rosa, Margot, Brunilda, Hadas), en cuanto a los nuevos sectores se destaca las altas concentraciones de elementos indicadores en las

estructuras de Gretty y valores por encima de 1% en Zinc - Plomo en Victorias, Celia, Farallón y Brazinni.

Parámetros	FQs	FBr	FFr	FSR	FMt	FBn	FHd	FGt	FPmS	FVc	FCe	FLc	FPI
N° Totales	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
N° Utilizados	7	64	43	33	16	26	49	25	17	6	29	27	11
MediaPond (ppm)	1	22	129	122	42	57	82	153	311	48	446	356	185
MediaArit (ppm)	1	82	125	105	85	80	118	159	335	49	518	264	141
PromGeom (ppm)	0	4	11	33	22	17	15	34	140	25	83	73	36
Mediana (ppm)	0	2	5	21	20	12	11	61	137	30	95	193	27
Vmin (ppm)	0	0	0	1	1	0	0	1	7	4	1	0	2
Vmax (ppm)	1	2140	1920	599	496	363	1495	820	1465	155	4340	1730	615
SD (ppm)	0	318	343	151	145	117	283	229	447	57	1079	352	207
CV (%)	61	389	274	144	171	146	239	143	133	115	208	133	147

Tabla N° 15 Parámetros estadísticos de la Plata en los diferentes "Feeders"

Parámetros	FQs	FBr	FFr	FSR	FMt	FBn	FHd	FGt	FPmS	FVc	FCe	FLc	FPI
N° Totales	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
N° Utilizados	8	36	37	26	13	19	25	21	16	6	26	22	7
MediaPond (ppm)	5	10	25	83	12	106	8	59	38	30	69	17	5
MediaArit (ppm)	5	24	46	101	22	172	14	83	65	50	83	17	7
PromGeom (ppm)	4	4	8	14	6	16	4	25	16	22	13	9	2
Media (ppm)na	5	2	7	13	5	11	4	43	22	31	8	23	1
Vmin (ppm)	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vmax (ppm)	5	143	914	838	126	969	133	499	632	174	563	37	22
SD (ppm)	1	43	152	220	35	309	27	136	153	63	151	13	9
CV (%)	17	181	329	217	162	179	202	164	237	126	183	75	138

Tabla N° 16 Parámetros estadísticos de la Plata en los diferentes "Feeders"

Parámetros	FQs	FBr	FFr	FSR	FMt	FBn	FHd	FGt	FPmS	FVc	FCe	FLc	FPI
N° Totales	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
N° Utilizados	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
MediaPond (ppm)	376	3539	4054	7388	3378	3.06%	2.35%	8.96%	6267	1.55%	2.26%	3142	2520
MediaArit (ppm)	183	3321	5017	7214	5568	3.93%	3.30%	8.87%	7605	1.70%	2.43%	1883	1805
PromGeom (ppm)	50	222	1336	2233	1478	3366	4673	1.62%	1432	6510	1915	643	397
Media (ppm)na	31	109	1180	2480	1723	2455	5230	3.78%	3080	1.30%	1540	718	365
Vmin (ppm)	21	9	61	34	78	57	39	165	18	321	56	17	24
Vmax (ppm)	1235	3.72%	3.75%	5.92%	2.60%	22.20%	>30%	>30%	3.81%	4.53%	18.50%	1.10%	7400
SD (ppm)	425	7845	9034	12242	8327	65979	65717	108124	10794	17978	53908	2706	2788
CV (%)	232	236	180	170	150	168	199	122	142	106	222	144	154

Tabla N° 17 Parámetros estadísticos del Plomo en los diferentes "Feeders"

Parámetros	FQs	FBr	FFr	FSR	FMT	FBn	FHd	FGt	FPmS	FVc	FCe	FLc	FPI
N° Totales	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
N° Utilizados	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
MediaPond (ppm)	200	2223	5337	1.95%	2608	2.82%	2127	1.55%	7072	5887	1.38%	1578	1596
MediaArit (ppm)	144	2588	8144	1.77%	2318	3.22%	1912	1.82%	1.07%	1.02%	1.58%	1081	1184
PromGeom (ppm)	104	357	1296	1356	715	1635	432	3504	2905	4060	1312	440	267
Media (ppm)na	113	318	1270	889	607	447	297	3090	5180	6045	966	611	184
Vmin (ppm)	30	26	48	15	45	46	53	78	150	221	16	18	21
Vmax (ppm)	477	2.57%	17.45%	21.10%	1.43%	26.10%	4.05%	13.55%	9.36%	4.00%	11.70%	5760	5850
SD (ppm)	142	5768	27505	49627	3762	69984	5963	33931	22103	14835	32090	1361	2181
CV (%)	98	223	338	281	162	217	312	187	206	146	203	126	184

Tabla N° 18 Parámetros estadísticos del Zinc en los diferentes “Feeders”

4.2.5 Elementos pathfinder en las diferentes estructuras

Dentro de los diferentes sistemas de estructuras que involucran el presente estudio se determina que el antimonio y manganeso son elementos guías para mineralizaciones de plata; el cadmio es una guía para la mineralización de zinc; la combinación de arsénico-antimonio son guías para la mineralización de plata-cobre, que estarían relacionados a la mineralización con sulfosales. Los parámetros estadísticos de los cuatro elementos guías en cada uno de los “feeders” se detallan en las tablas del 19 al 22.

Parámetros	FQs	FBr	FFr	FSR	FMT	FBn	FHd	FGt	FPmS	FVc	FCe	FLc	FPI
N° Totales	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
N° Utilizados	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
MediaPond (ppm)	42	365	637	370	311	92	506	475	819	301	1449	1022	865
MediaArit (ppm)	40	484	649	458	475	138	795	581	891	282	1622	718	658
PromGeom (ppm)	36	168	278	245	281	64	178	221	508	180	401	341	395
Mediana (ppm)	37	195	228	200	276	49	152	192	455	149	335	469	274
Vmin (ppm)	15	6	11	48	61	13	5	17	113	57	29	7	133
Vmax (ppm)	63	4240	5850	2540	1760	1240	>10000	3430	4150	992	1.25%	3770	2480
SD (ppm)	19	793	1180	592	548	248	1878	844	1078	352	3157	842	788
CV (%)	48	164	182	129	115	180	236	145	121	125	195	117	120

Tabla N° 19 Parámetros estadísticos del Arsénico en los diferentes “Feeders”

Parámetros	FQs	FBr	FFr	FSr	FMT	FBn	FHd	FGt	FPmS	FVc	FCe	FLc	FPI
N° Totales	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
N° Utilizados	2	36	37	26	13	19	25	21	16	6	26	22	7
MediaPond (ppm)	0	10	25	83	12	106	8	59	38	30	69	17	5
MediaArit (ppm)	1	24	46	101	22	172	14	83	65	50	83	17	7
PromGeom (ppm)	1	4	8	14	6	16	4	25	16	22	13	9	2
Mediana (ppm)	1	2	7	13	5	11	4	43	22	31	8	23	1
Vmin (ppm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vmax (ppm)	1	143	914	838	126	969	133	499	632	174	563	37	22
SD (ppm)	1	43	152	220	35	309	27	136	153	63	151	13	9
CV (%)	63	181	329	217	162	179	202	164	237	126	183	75	138

Tabla N° 20 Parámetros estadísticos del Cadmio en los diferentes “Feeders”

Parámetros	FQs	FBr	FFr	FSR	FMt	FBn	FHd	FGt	FPmS	FVc	FCe	FLc	FPI
N° Totales	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
N° Utilizados	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
MediaPond (ppm)	621	3444	12175	3643	5472	6058	664	3759	42416	9265	21612	36691	17604
MediaArit (ppm)	648	4258	13232	8615	10590	8398	763	4038	44412	9986	20188	30872	13211
PromGeom (ppm)	605	1405	1742	407	789	457	239	1734	42501	5574	8160	11770	6550
Mediana (ppm)	535	1780	1185	144	400	99	168	1535	>50000	6340	15300	47050	11450
Vmin (ppm)	398	34	44	35	28	15	29	97	15800	616	254	48	683
Vmax (ppm)	1045	>50000	>50000	>50000	>50000	>50000	6200	28400	>50000	25700	>50000	>50000	>50000
SD (ppm)	264	8857	20784	17985	19710	14418	1271	6013	11060	9784	19094	22108	14857
CV (%)	41	208	157	209	186	172	167	149	25	98	95	72	112

Tabla N° 21 Parámetros estadísticos del Manganeso en los diferentes “Feeders”

Parámetros	FQs	FBr	FFr	FSR	FMt	FBn	FHd	FGt	FPmS	FVc	FCe	FLc	FPI
N° Totales	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
N° Utilizados	1	44	24	33	15	24	36	23	17	6	29	26	11
MediaPond (ppm)	0	69	515	93	94	46	73	304	793	112	1080	346	358
MediaArit (ppm)	2	485	827	165	194	69	137	361	891	108	1183	211	286
PromGeom (ppm)	2	20	52	35	51	22	25	92	533	55	133	81	76
Mediana (ppm)	2	10	77	34	45	16	18	125	718	56	117	125	73
Vmin (ppm)	2	2	2	2	3	2	2	2	95	6	3	4	4
Vmax (ppm)	2	>10000	>10000	2010	993	318	1110	2220	4390	393	>10000	1930	1250
SD (ppm)	-	1669	2136	393	291	94	278	569	1035	143	2664	372	429
CV (%)	-	344	258	239	150	137	202	158	116	132	225	176	150

Tabla N° 22 Parámetros estadísticos del Antimonio en los diferentes “Feeders”

4.2.6 Elementos menores y trazas en las diferentes estructuras

Las concentraciones de los elementos menores y trazas como el Bi, Fe, Hg, Mo, S son de importancia para la interpretación de las dispersiones y distribuciones geoquímicas, así como para la ubicación de altas concentraciones de los “targets elements”. Para el caso del bismuto en el entorno del proyecto y posiblemente en el Distrito Minero Raura son guías geoquímicas para mineralizaciones emplazadas en el Skarn o muy próximas a ellas, denotándose claramente las mayores concentraciones en Hadas y Santa Rosa que serían conductos relacionados a zonas de skarn en profundidad lo que hoy se conoce como franja de Skarn Hadas-Farallón; la concentraciones de la combinación fierro-azufre o de cada uno de ellos se encuentra delimitando zonas mineralizadas con sulfuros, mineralización

asociada a sulfuros de fierro y zonas de óxidos producto de los sulfuros; las concentraciones puntuales y bajas de mercurio se encuentran en zonas donde predomina la plata; finalmente las concentraciones puntuales de molibdeno destacan entre las zonas de Hadas, Brunilda y Gretty, coincidiendo con las altas concentraciones de plomo, otras concentraciones anómalas puntuales del molibdeno se encuentran en el extremo Este de la veta Celia, próximos a un pequeño intrusivo de composición porfirítica. Los parámetros estadísticos de los diferentes elementos menores y trazas, en cada uno de los “feeders” se detallan en las tablas de la 23 al 27.

Parámetros	FQs	FBr	FFr	FSR	FMt	FBn	FHd	FGt	FPmS	FVc	FCe	FLc	FPI
N° Totales	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
N° Utilizados	0	9	22	28	13	23	47	16	17	2	14	18	2
MediaPond (ppm)	0	2	5	193	18	63	81	5	3	3	3	4	0
MediaArit (ppm)	-	20	10	135	24	83	112	8	4	22	4	5	2
PromGeom (ppm)	-	8	6	22	13	15	24	4	3	9	3	4	2
Mediana (ppm)	-	8	5	18	12	9	15	4	3	22	3	4	2
Vmin (ppm)	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Vmax (ppm)	0	87	62	974	100	884	1310	54	9	41	10	11	2
SD (ppm)	-	30	15	264	26	198	242	13	2	28	3	3	0
CV (%)	-	148	142	196	112	238	216	168	50	128	64	56	0

Tabla N° 23 Parámetros estadísticos del Bismuto en los diferentes “Feeders”

Parámetros	FQs	FBr	FFr	FSR	FMt	FBn	FHd	FGt	FPmS	FVc	FCe	FLc	FPI
N° Totales	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
N° Utilizados	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
MediaPond (ppm)	2	3	4	8	4	8	5	4	3	2	2	1	2
MediaArit (ppm)	2	3	4	5	4	6	5	4	3	2	2	1	2
PromGeom (ppm)	2	2	3	4	3	4	4	3	2	2	2	1	1
Mediana (ppm)	2	3	3	3	2	4	4	3	1	2	2	1	2
Vmin (ppm)	2	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
Vmax (ppm)	3	16	30	21	22	23	18	19	24	2	21	5	3
SD (ppm)	0	2	6	5	6	6	4	4	6	1	4	1	1
CV (%)	19	80	140	97	133	100	76	91	176	31	163	64	37

Tabla N° 24 Parámetros estadísticos del Fierro en los diferentes “Feeders”

Parámetros	FQs	FBr	FFr	FSR	FMt	FBn	FHd	FGt	FPmS	FVc	FCe	FLc	FPI
N° Totales	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
N° Utilizados	0	21	13	22	12	12	20	15	15	4	21	18	7
MediaPond (ppm)	0	0	1	2	1	1	1	2	6	2	7	3	2
MediaArit (ppm)	-	3	5	6	3	3	5	3	8	4	8	3	3
PromGeom (ppm)	-	2	3	3	2	3	3	2	4	3	3	2	2
Mediana (ppm)	-	1	3	3	1	3	2	3	3	4	2	3	3
Vmin (ppm)	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vmax (ppm)	0	14	20	24	9	7	43	12	51	8	65	6	6
SD (ppm)	-	4	5	6	3	3	9	3	13	3	14	2	2
CV (%)	-	133	113	114	109	73	178	90	161	79	181	64	69

Tabla N° 25 Parámetros estadísticos del Mercurio en los diferentes “Feeders”

Parámetros	FQs	FBr	FFr	FSR	FMT	FBn	FHd	FGt	FPmS	FVc	FCe	FLc	FPI
N° Totales	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
N° Utilizados	8	66	42	33	16	25	49	25	17	6	27	23	10
MediaPond (ppm)	1	4	4	14	5	68	19	5	10	4	3	2	2
MediaArit (ppm)	2	4	4	12	5	52	19	6	11	4	3	3	2
PromGeom (ppm)	1	3	3	5	4	8	7	3	8	3	3	2	2
Mediana (ppm)	1	3	3	4	4	7	5	2	7	2	2	2	2
Vmin (ppm)	1	1	1	1	2	1	1	1	3	2	1	1	1
Vmax (ppm)	4	21	11	115	12	717	276	29	44	10	13	22	8
SD (ppm)	1	3	2	26	3	150	48	7	10	3	3	4	2
CV (%)	71	96	60	227	54	287	247	123	95	85	82	144	92

Tabla N° 26 Parámetros estadísticos del Molibdeno en los diferentes “Feeders”

Parámetros	FQs	FBr	FFr	FSR	FMT	FBn	FHd	FGt	FPmS	FVc	FCe	FLc	FPI
N° Totales	8	67	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
N° Utilizados	8	59	43	33	16	26	49	25	17	6	29	28	11
MediaPond (ppm)	2	1	3	5	2	5	1	4	0	1	2	2	1
MediaArit (ppm)	1	1	3	4	1	5	2	5	0	1	3	2	1
PromGeom (ppm)	1	0	2	2	0	3	0	2	0	1	1	1	0
Mediana (ppm)	2	1	2	2	0	3	0	5	0	1	1	1	0
Vmin (ppm)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vmax (ppm)	2	6	10	10	10	10	10	10	2	3	10	8	3
SD (ppm)	1	1	3	4	3	4	3	4	0	1	3	2	1
CV (%)	42	120	93	100	224	81	162	85	127	70	118	137	127

Tabla N° 27 Parámetros estadísticos del Azufre en los diferentes “Feeders”

4.2.7 Análisis de la distribución de elementos geoquímicos

4.2.7.1. Distribución geoquímica: Feeders Quichas (FQs)

Controlado por una dirección promedio N30°E, buzamiento 63°SE, con una potencia promedio de 0.53 m. En esta falla no se destaca concentraciones de elementos indicadores ni de elementos guías, porque esta estructura se encuentra controlado por un dique de naturaleza subvolcánica, hacia el extremo NE de esta falla – dique se observa un ligero incremento en las concentraciones de azufre y fierro. Por las concentraciones de plomo y zinc se puede interpretar que estos diques tendrían cierta relación con la mineralización de dichos elementos.

Parámetros	N° Muestras	Media Pond.	Media Arit.	Media Geom.	Mediana	MIN	MAX
Ag (ppm)	8	1	1	0	0	0.20	1
As (ppm)	8	42	40	36	37	15	63
Bi (ppm)	8	-	-	-	-	-	-
Cd (ppm)	8	0.41	0.90	0.81	0.90	0.50	1.30
Co (ppm)	8	2.55	2.63	2.54	2.50	2.00	4.00
Cu (ppm)	8	5	5	4	5	3	5
Fe (%)	8	2.36	2.37	2.33	2.30	1.78	3.35
Hg (ppm)	8	-	-	-	-	-	-
Mn (ppm)	8	621	648	605	535	398	1045
Mo (ppm)	8	1.33	1.50	1.30	1.00	1.00	4.00
Pb (ppm)	8	376	183	50	31	21	1235
S (%)	8	1.66	1.49	1.37	1.51	0.75	2.46
Sb (ppm)	8	0	2	2	2	2	2
V (ppm)	8	2.00	2.25	1.86	2.00	1.00	4.00
Zn (ppm)	8	200	144	104	113	30	477

Tabla N° 28 Parámetros estadísticos de elementos indicadores, guías, menores y trazas

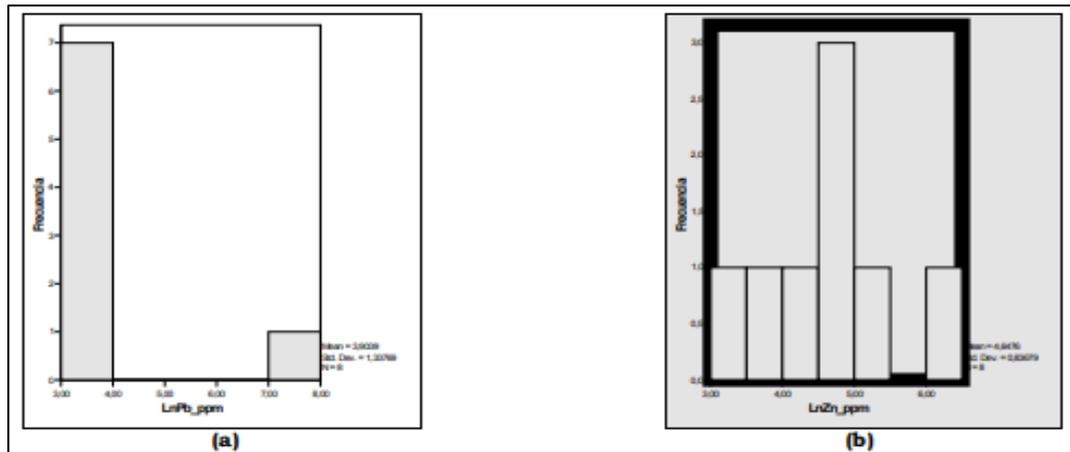


Gráfico N° 10. Histogramas de frecuencia de los principales elementos indicadores para FQs. (a) Para el elemento plomo. (b) Para el elemento zinc.

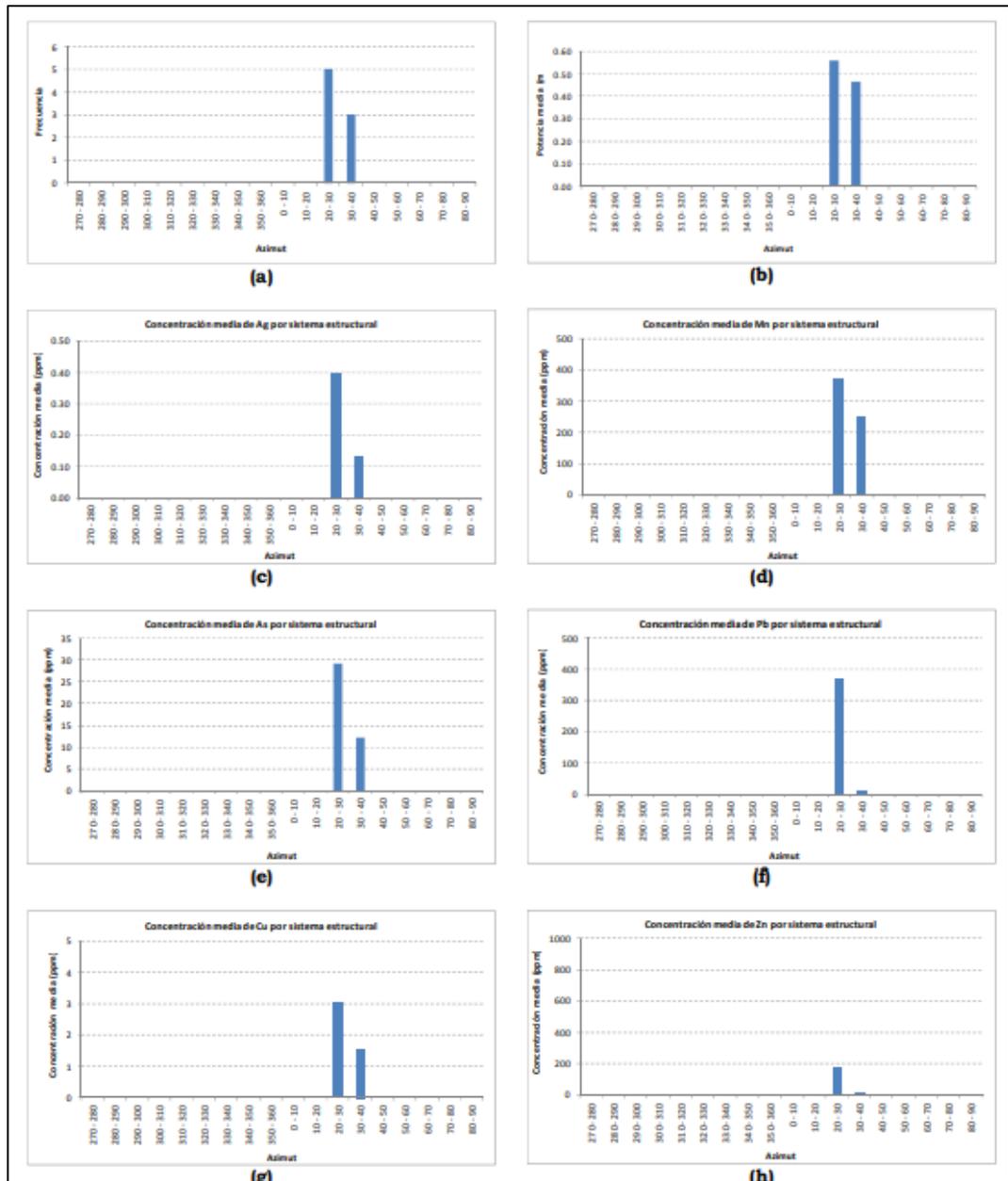


Gráfico N° 11. Diagramas de controles estructurales y geoquímicos en la falla Quichas. (a) Distribución y caracterización de la dirección (azimut). (b) Distribución de la potencia media ponderada por sistema estructural. (c) Concentración media de plata distribuida por sistema estructural. (d) Concentración media de manganeso distribuida por sistema estructural. (e) Concentración media de arsénico distribuida por sistema estructural. (f) Concentración media de plomo distribuida por sistema estructural. (g) Concentración media de cobre distribuida por sistema estructural. (h) Concentración media de zinc distribuida por sistema estructural.

4.2.7.2. Distribución geoquímica: Feeders Brazinni (FBr)

Controlado por una dirección promedio N55°W, buzamiento 70°SW, alcanzando potencias de 0.10 a 3.30 m., con un promedio de 0.60 m. Las mayores concentraciones de los elementos indicadores plata, cobre, plomo y zinc se encuentran en el extremo Este de la falla (proximidades de la carretera Raura – Oyón), en el sector de Jimena la mayor concentración de plomo y zinc se encuentran al extremo NW, mientras que en la parte central y hacia la Lag. Brazzini, los mismos elementos muestran concentraciones puntuales. Las mayores concentraciones de los elementos guías arsénico, antimonio y cadmio se encuentran en el extremo Este de la falla (proximidades de la carretera Raura – Oyón). En el sector Jimena las altas concentraciones de arsénico, cadmio y manganeso son puntuales en la parte central y hacia la laguna Brazinni, destacándose contenidos moderados constantes de manganeso y cadmio en gran parte del extremo NW de dicho sector. Las mayores concentraciones de elementos menores y trazas como el azufre, molibdeno y mercurio se encuentran en el extremo Este de la falla (proximidades de la carretera Raura – Oyón), en el sector de Jimena se destaca una concentración puntual de molibdeno en la parte central, el mercurio muestra una concentración puntual hacia la Lag. Brazzini, la mayor concentración de fierro se encuentra al extremo NW de este sector. Por la distribución de las altas concentraciones de los elementos de interés económico y elementos asociados se determinan dos sectores anómalos prospectivos en esta estructura, el primero en el extremo Este de la falla y el segundo en Jimena hacia la Lag. Brazzini. Estructuralmente las

mayores concentraciones se encuentran en el sistema N50°-60°W (Gráfico N° 8)

Parámetros	N° Muestras	Media Pond.	Media Arit.	Media Geom.	Mediana	MIN	MAX
Ag (ppm)	67	22	82	4	2	0.20	2140
As (ppm)	67	365	484	168	195	6	4240
Bi (ppm)	67	2.38	20.11	7.95	8.00	2.00	87
Cd (ppm)	67	10.05	23.54	4.36	1.75	0.50	143
Co (ppm)	67	6.23	6.98	5.18	6.00	1.00	36
Cu (ppm)	67	173	639	49	30	3	14450
Fe (%)	67	2.81	2.78	2.14	2.54	0.15	15.60
Hg (ppm)	67	0.44	2.81	1.64	1.00	1.00	14
Mn (ppm)	67	3444	4258	1405	1780	34	>50000
Mo (ppm)	67	3.73	3.59	2.65	3.00	1.00	21
Pb (%)	67	0.35	0.33	0.02	0.01	0.001	3.72
S (%)	67	0.80	1.05	0.49	0.64	0.02	6.40
Sb (ppm)	67	69	485	20	10	2	>10000
V (ppm)	67	26.07	20.18	11.13	11.00	1.00	131
Zn (%)	67	0.22	0.26	0.04	0.03	0.003	2.57

Tabla N° 29 Parámetros estadísticos de elementos indicadores, guías, menores y trazas.

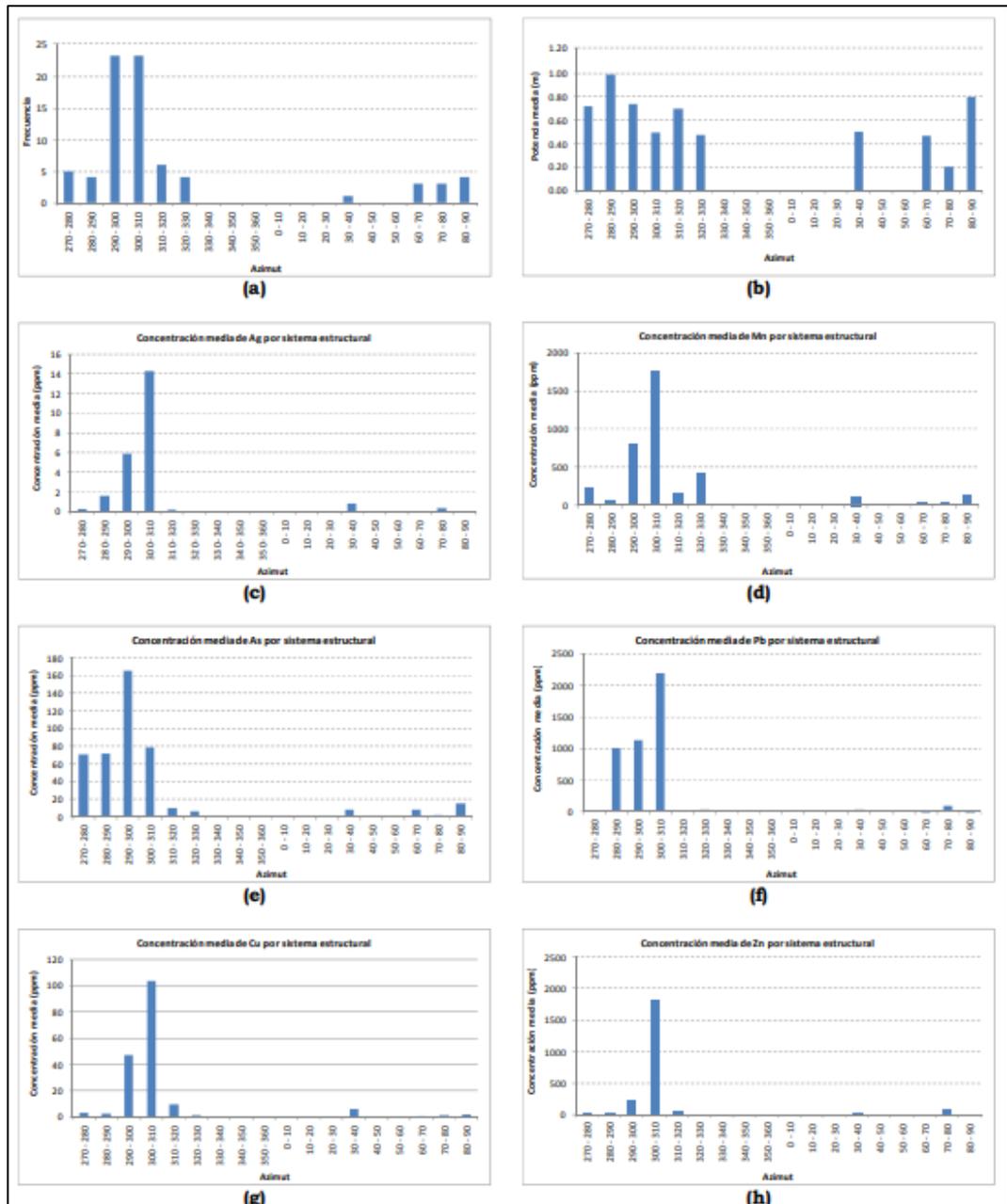


Gráfico N° 12 Diagramas de controles estructurales y geoquímicos en la falla Brazinni.

(a) Distribución y caracterización de la dirección (azimut). (b) Distribución de la potencia media ponderada por sistema estructural. (c) Concentración media de plata distribuida por sistema estructural. (d) Concentración media de manganeso distribuida por sistema estructural. (e) Concentración media de arsénico distribuida por sistema estructural. (f) Concentración media de plomo distribuida por sistema estructural. (g) Concentración media de cobre distribuida por sistema estructural. (h) Concentración media de zinc distribuida por sistema estructural.

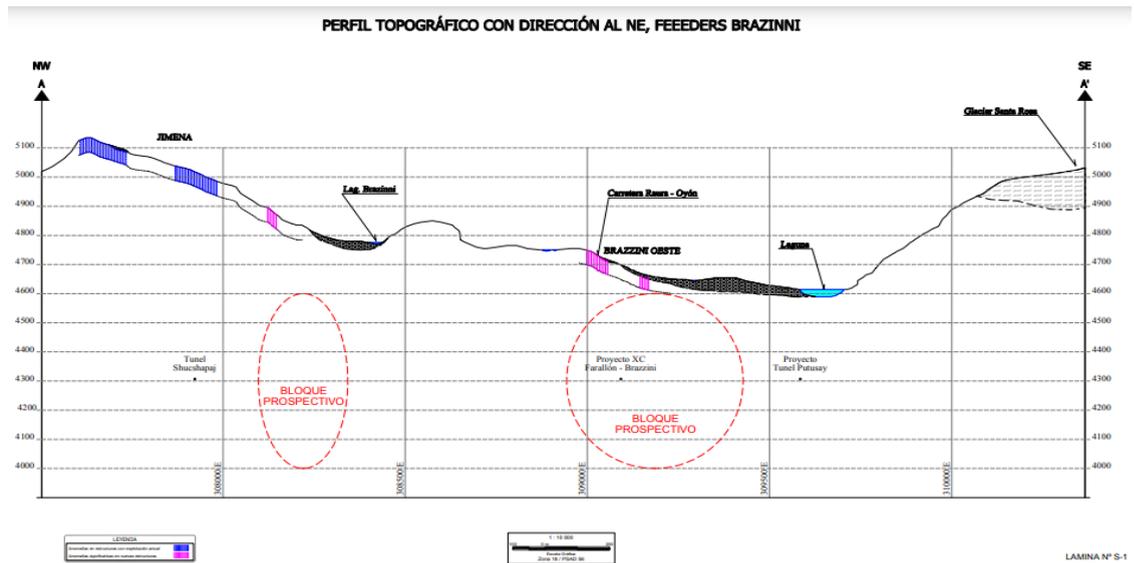


Gráfico N° 12 Diagrama sección feeders Brazzini

4.2.7.3. Distribución geoquímica: Feeders Santa Rosa (FSR)

Santa Rosa Oeste está controlado por una dirección promedio N82°E, buzamiento variable 82°SE a 83°NW, con potencias que varían de 0.10 a 2.10 m., con un promedio 0.62 m. Santa Rosa Este está controlado por una dirección promedio N89°E, buzamiento 88°SE, con potencias que varían de 0.10 a 0.80 m., con un promedio de 0.34 m. Las mayores concentraciones de los elementos indicadores plata, plomo y zinc en Santa Rosa Oeste se encuentran en la parte central; sin embargo, en Santa Rosa Este la plata y plomo se encuentran en la gran mayoría de la estructura, con excepciones del cobre y zinc que son puntuales. Las mayores concentraciones de los elementos guía arsénico, antimonio y cadmio en Santa Rosa Oeste se encuentran en la parte central; estos mismos elementos, además del manganeso se encuentran en la gran mayoría de la estructura Santa Rosa Este. Las mayores concentraciones de elementos trazas como el bismuto, mercurio en Santa Rosa Oeste se encuentran en la parte central, con tendencia de concentraciones puntuales de molibdeno hacia el Este de

la estructura, mientras que el azufre y hierro se encuentra en la gran mayoría de la estructura; sin embargo, en Santa Rosa Este solo el mercurio y molibdeno presentan concentraciones moderadas a puntuales. Por la distribución de las altas concentraciones de los elementos de interés económico y elementos asociados se determina como sector anómalo prospectivo a la estructura Santa Rosa Este. Estructuralmente las mayores concentraciones de los elementos mencionados se encuentran en los sistemas N80°-90°E y N80°-90°W, pertenecientes al sistema E-W (Gráfico N° 9).

Parámetros	N° Muestras	Media Pond.	Media Arit.	Media Geom.	Mediana	MIN	MAX
Ag (ppm)	33	122	105	33	21	0.90	599
As (ppm)	33	370	458	245	200	48	2540
Bi (ppm)	33	193	135	22	18	2.00	974
Cd (ppm)	33	83	101	14	13	0.60	838
Co (ppm)	33	3.12	3.41	2.71	3.00	1.00	7
Cu (ppm)	33	686	781	242	263	12	5220
Fe (%)	33	7.51	5.43	3.64	3.19	0.35	21.40
Hg (ppm)	33	2.40	5.55	3.02	2.50	1.00	24
Mn (ppm)	33	3643	8615	407	144	35	>50000
Mo (ppm)	33	14.30	11.52	4.82	4.00	1.00	115
Pb (%)	33	0.74	0.72	0.22	0.25	0.003	5.92
S (%)	33	5.41	4.13	1.56	1.90	0.05	10.00
Sb (ppm)	33	93	165	35	34	2	2010
V (ppm)	33	6.26	6.45	4.74	5.00	1.00	19
Zn (%)	33	1.95	1.77	0.14	0.09	0.002	21.10

Tabla N° 30 Parámetros estadísticos de elementos indicadores, guías, menores y trazas

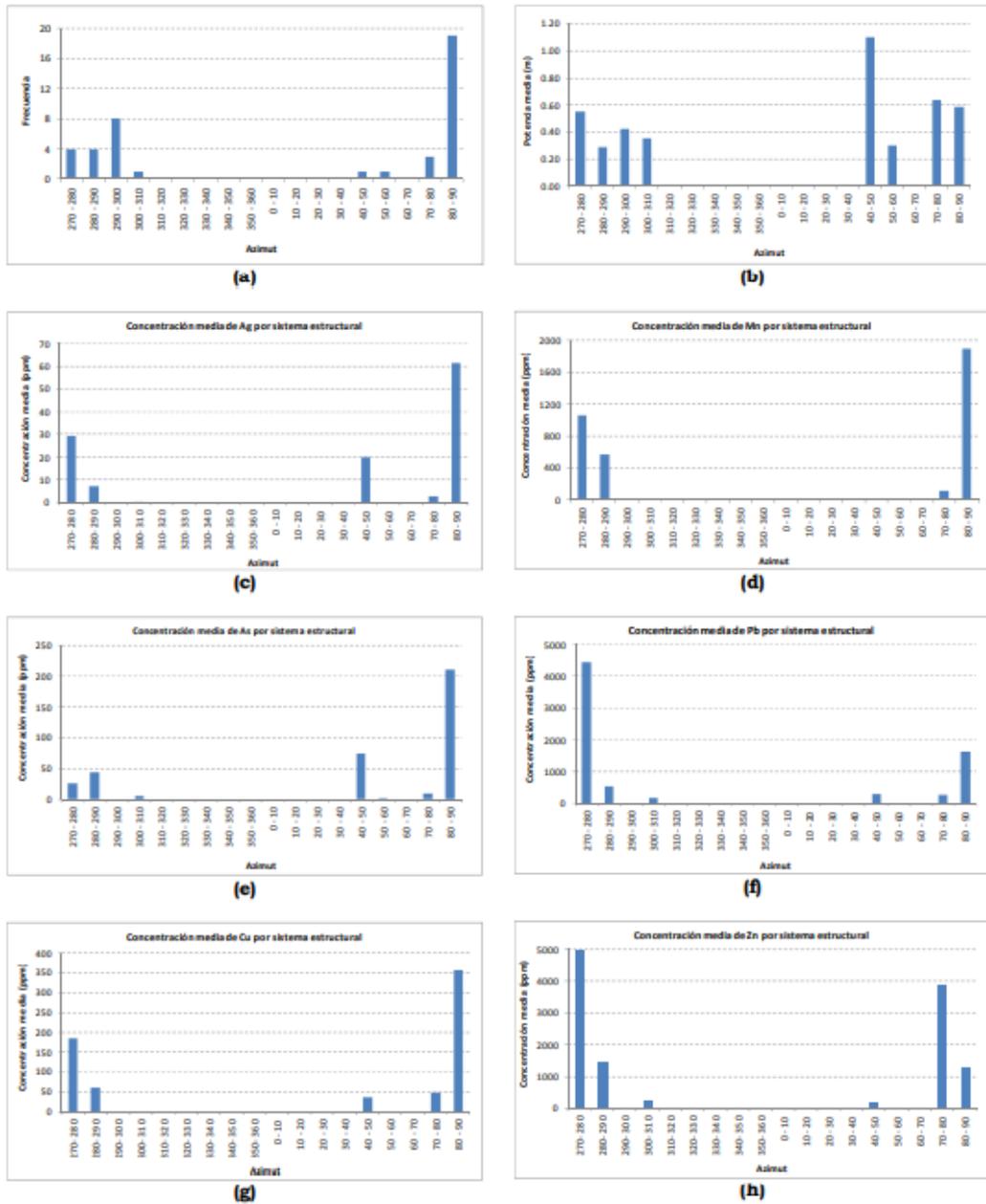


Gráfico N° 9 Diagramas de controles estructurales y geoquímicos en la falla – veta Santa Rosa. (a) Distribución y caracterización de la dirección (azimut). (b) Distribución de la potencia media ponderada por sistema estructural. (c) Concentración media de plata distribuida por sistema estructural. (d) Concentración media de manganeso distribuida por sistema estructural. (e) Concentración media de arsénico distribuida por sistema estructural. (f) Concentración media de plomo distribuida por sistema estructural. (g) Concentración media de cobre distribuida por sistema estructural. (h) Concentración media de zinc distribuida por sistema estructural.

Gráfico N° 12 Diagrama sección feeders Brazinni

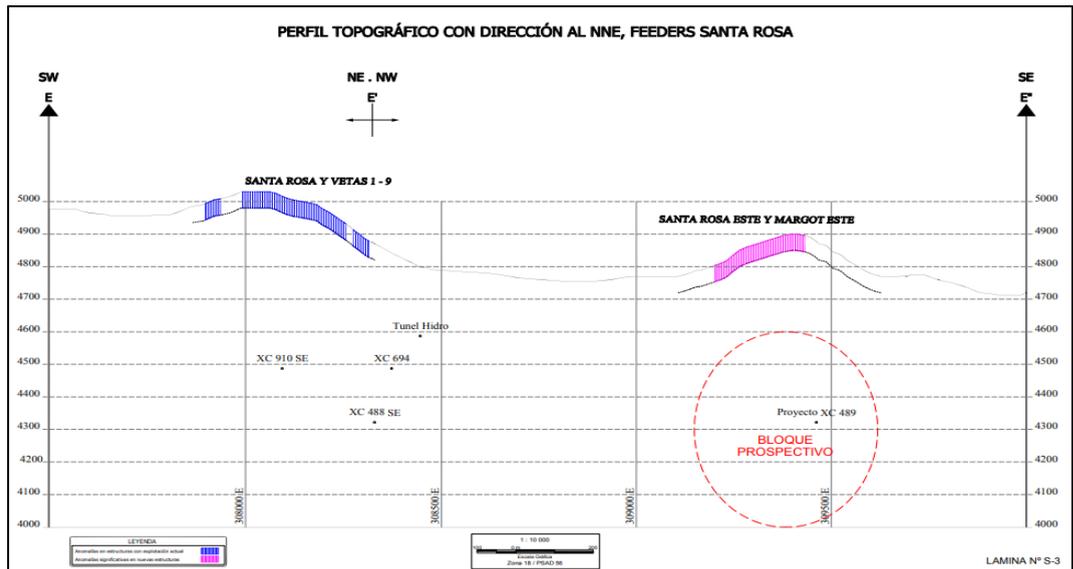


Gráfico N° 13 Diagrama sección feeders Santa Rosa

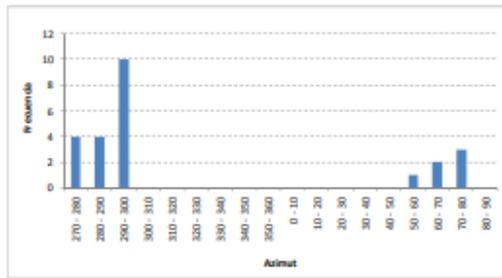
4.2.7.4. Distribución geoquímica: Feeders Margot (FMt)

Margot Oeste está controlado por una dirección variable N73°E a N76°W, buzamiento 81°SE y 63°SW, con potencias que varían de 0.15 a 0.80 m., con un promedio de 0.40 m. Margot Este está controlado por una dirección promedio N76°W, buzamiento 82°SW, con potencias que varían de 0.10 a 0.50 m., con un promedio de 0.22 m. Las mayores concentraciones de los elementos indicadores plata, plomo y zinc en Margot Oeste se encuentran en la parte central, con valores puntuales de zinc hacia el extremo Este; sin embargo, en Margot Este la plata y plomo se encuentran en la gran mayoría de la estructura, con excepción del cobre y zinc que muestran concentraciones altas puntuales. Las mayores concentraciones del elemento guía cadmio se encuentra en la parte central de Margot Oeste; sin embargo, en Margot Este las concentraciones altas de manganeso y antimonio se encuentran en la gran mayoría de la estructura, con concentraciones puntuales de arsénico y cadmio. Las mayores concentraciones de elementos menores como el azufre solo se manifiestan

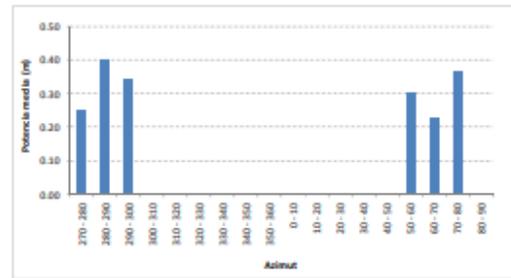
de manera puntual en los extremos de Margot Oeste, el fierro de igual manera es puntual en Margot Oeste y Este. Por la distribución de las altas concentraciones de los elementos de interés económico y elementos asociados se determina como sector anómalo prospectivo a la estructura Margot Este. Estructuralmente las mayores concentraciones de los elementos mencionados se encuentran en los sistemas N80°-90°W y N60°-70°W (Gráfico 10), pertenecientes a las inflexiones NW del sistema E-W.

Parámetros	N° Muestras	Media Pond.	Media Arit.	Media Geom.	Mediana	MIN	MAX
Ag (ppm)	16	42	85	22	20	0.60	496
As (ppm)	16	311	475	281	276	61	1760
Bi (ppm)	16	17.54	23.69	13.42	12.00	2.00	100
Cd (ppm)	16	11.77	21.61	6.15	5.40	0.70	126
Co (ppm)	16	4.65	4.07	2.68	3.00	1.00	14
Cu (ppm)	16	254	545	121	68	17	3710
Fe (%)	16	4.28	4.35	2.68	2.36	0.78	22.30
Hg (ppm)	16	1.34	3.00	1.90	1.00	1.00	9
Mn (ppm)	16	5472	10590	789	400	28	>50000
Mo (ppm)	16	4.77	4.94	4.34	4.00	2.00	12
Pb (%)	16	0.34	0.56	0.15	0.17	0.008	2.60
S (%)	16	1.71	1.49	0.26	0.19	0.03	>10.00
Sb (ppm)	16	94	194	51	45	3	993
V (ppm)	16	7.61	6.81	4.02	3.50	1.00	32
Zn (%)	16	0.26	0.23	0.07	0.06	0.005	1.43

Tabla N° 31 Parámetros estadísticos de elementos indicadores, guías, menores y trazas



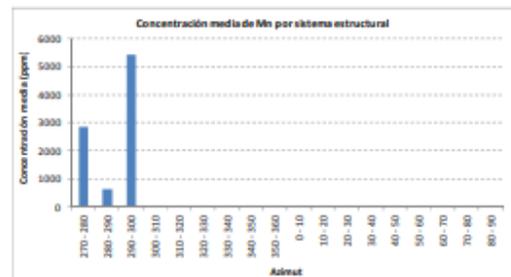
(a)



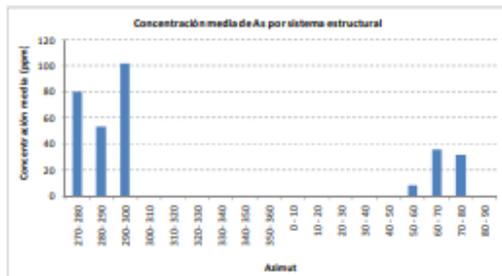
(b)



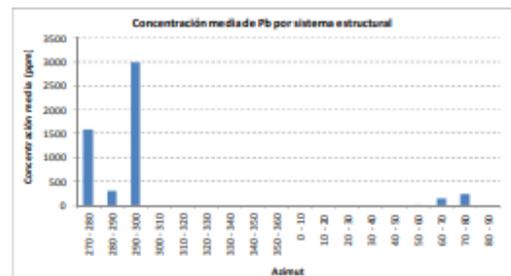
(c)



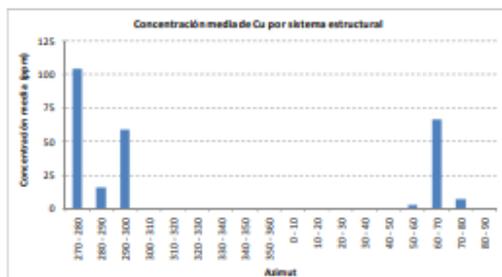
(d)



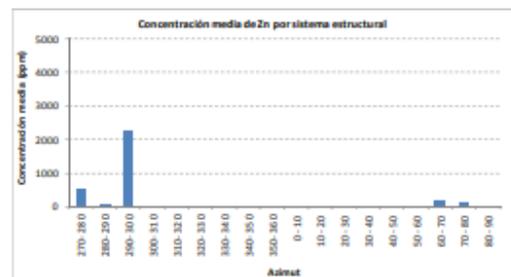
(e)



(f)



(g)



(h)

Gráfico N° 14 Diagramas de controles estructurales y geoquímicos en la falla – veta Margot. (a) Distribución y caracterización de la dirección (azimut). (b) Distribución de la potencia media ponderada por sistema estructural. (c) Concentración media de plata distribuida por sistema estructural. (d) Concentración media de manganeso distribuida por sistema estructural. (e) Concentración media de arsénico distribuida por sistema estructural. (f) Concentración media de plomo distribuida por sistema estructural. (g) Concentración media de cobre distribuida por sistema estructural. (h) Concentración media de zinc distribuida por sistema estructural.

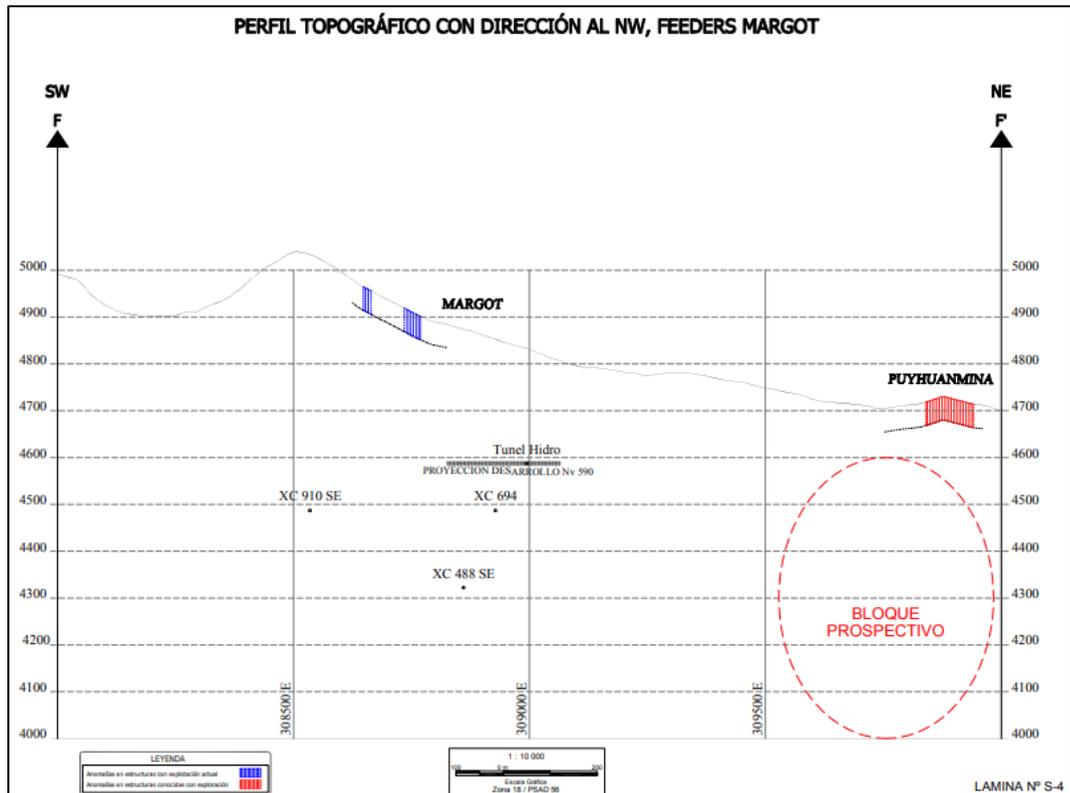


Gráfico N° 15 Diagrama sección feeders Margot

4.2.7.5. Distribución geoquímica: Feeders Brunilda (FBn)

Controlado por una dirección promedio N75°E, buzamiento 75°SE, inflexiones de N80°W/83°SW en la zona de Tajo Brunilda, las potencias varían de 0.10 a 0.20 m., con un promedio de 0.47 m. para la estructura Brunilda; sin embargo, las potencias para la zona de “tajo” varían de 0.10 a 1.20 m., con un promedio de 0.46 m. Las mayores concentraciones de los elementos indicadores plata, plomo y zinc se encuentran en el sector del “tajo” con tendencia hacia el Oeste, hasta su decrecimiento cuando la estructura tiene como encajonante a las rocas intrusivas, en esta estructura no se registra concentraciones importantes de cobre. Las mayores concentraciones de los elementos guías cadmio y manganeso también se encuentran en el sector del “tajo”, con el decrecimiento de cadmio cuando la estructura tiene como encajonante a las rocas intrusivas. Las mayores

concentraciones de elementos menores y trazas como el bismuto, fierro y molibdeno se encuentran en el sector Oeste de la estructura, hacia el contacto con el Pórfido, mientras que el azufre se encuentra en toda la estructura con decrecimiento al extremo Oeste, las moderadas concentraciones de bismuto estarían considerado como elemento guía para mineralización en el skarn (debajo de las rocas volcánicas), lo que hoy se conoce como la franja de skarn Hadas – Farallón en el Nv. 300. Por la distribución de las altas concentraciones de los elementos de interés económico y elementos asociados se determina como sector anómalo prospectivo a la zona del “tajo”. Estructuralmente las mayores concentraciones de los elementos mencionados se encuentran en los sistemas N80°-90°E y N80°-90°W°, pertenecientes al sistema E-W (Gráfico N°11).

Parámetros estadísticos de elementos indicadores, guías, menores y trazas

Parámetros	N° Muestras	Media Pond.	Media Arit.	Media Geom.	Mediana	MIN	MAX
Ag (ppm)	26	57	80	17	12	0.20	363
As (ppm)	26	92	138	64	49	13	1240
Bi (ppm)	26	63	83	15	9	2.00	884
Cd (ppm)	26	106	172	16	11	0.50	969
Co (ppm)	26	2.76	3.13	2.53	3.00	1.00	7
Cu (ppm)	26	266	293	82	78	2	3420
Fe (%)	26	8.28	6.31	4.21	3.83	1.03	23.30
Hg (ppm)	26	1.29	3.42	2.57	2.50	1.00	7
Mn (ppm)	26	6058	8398	457	99	15	>50000
Mo (ppm)	26	68.06	52.12	7.95	7.00	1.00	717
Pb (%)	26	3.05	3.93	0.34	0.25	0.006	22.20
S (%)	26	5.47	4.98	2.67	3.34	0.15	>10.00
Sb (ppm)	26	46	69	22	16	2	318
V (ppm)	26	4.02	4.26	3.06	3.00	1.00	13
Zn (%)	26	2.82	3.22	0.16	0.04	0.005	26.10

Tabla N° 32 Parámetros estadísticos de elementos indicadores, guías, menores y trazas

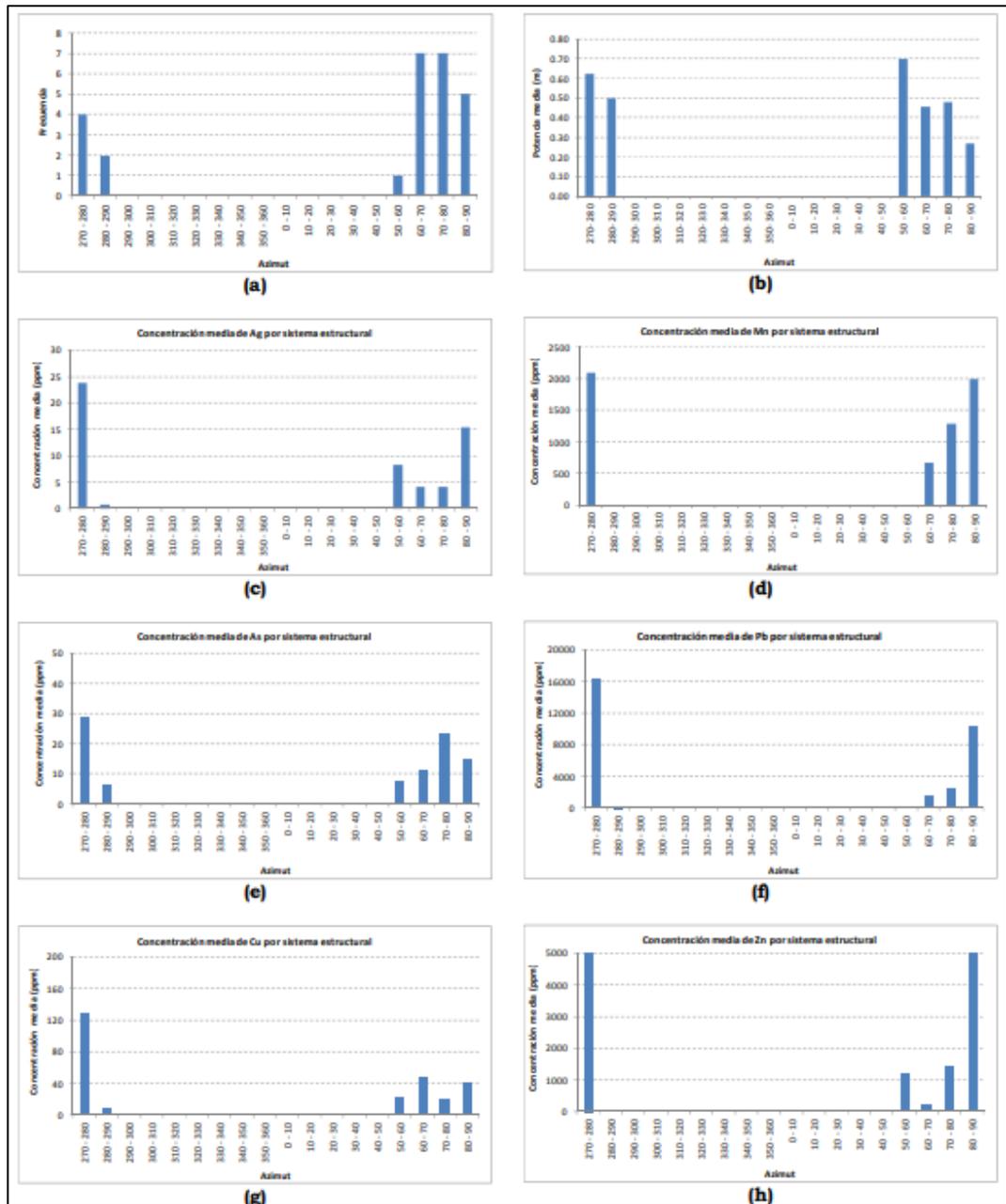


Gráfico N° 16. Diagramas de controles estructurales y geoquímicos en la falla – veta Brunilda. (a) Distribución y caracterización de la dirección (azimut). (b) Distribución de la potencia media ponderada por sistema estructural. (c) Concentración media de plata distribuida por sistema estructural. (d) Concentración media de manganeso distribuida por sistema estructural. (e) Concentración media de arsénico distribuida por sistema estructural. (f) Concentración media de plomo distribuida por sistema estructural. (g) Concentración media de cobre distribuida por sistema estructural. (h) Concentración media de zinc distribuida por sistema estructural.

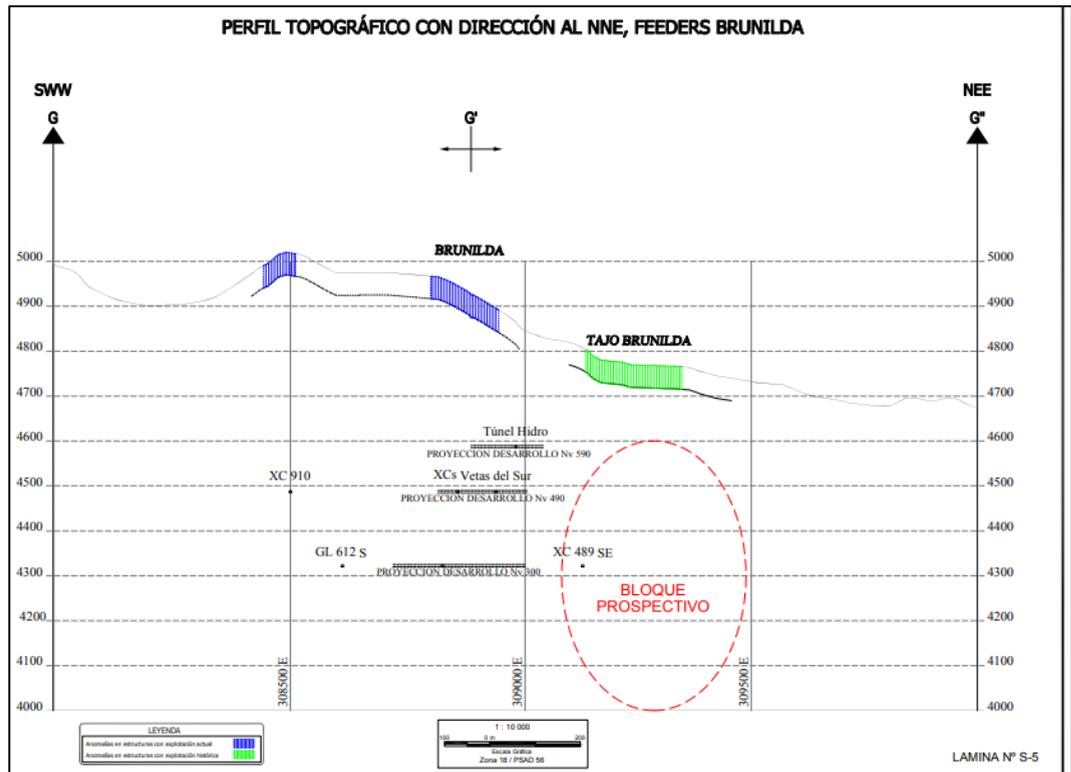


Gráfico N° 17 Diagrama sección feeders Brunilda

4.2.7.6. Distribución geoquímica: Feeders Hadas (FHd)

Controlado por una dirección promedio N83°E y N80°W, buzamientos 78°SE y 80°SW, potencias que varían de 0.10 a 2.20 m., con un promedio de 0.46 m. Las mayores concentraciones de los elementos indicadores plata y plomo se encuentran en el sector Este de la estructura con dirección al tajo Gretty; sin embargo, el cobre y zinc son puntuales en el mismo extremo de la estructura. Las mayores concentraciones de los elementos guías arsénico, cadmio y antimonio son moderadas y se encuentran en el sector Este de la estructura con dirección al “tajo Gretty”. Las mayores concentraciones de los elementos menores y trazas, el bismuto es de mayor importancia que se encuentran hacia el extremo Este de la estructura, con dirección al “tajo de Gretty”; sin embargo el fierro se encuentra en la gran mayoría de la estructura, finalmente el mercurio,

molibdeno y azufre presentan concentraciones puntuales en el extremo Este de la estructura. Por la distribución de las altas concentraciones de los elementos de interés económico y elementos asociados, solo se confirmaría la presencia de la falla veta Hadas (Plano N° 4.1), debido a que esta estructura en la actualidad se encuentra con explotación minera; sin embargo es importante destacar las concentraciones anómalas de bismuto en esta estructura, en Brunilda y en Santa Rosa, que serían dispersiones de la zona de skarn que en la actualidad se denomina “Franja de Skarn Hadas – Farallón”. Estructuralmente las mayores concentraciones de los elementos mencionados se encuentran en los sistemas N80°-90°E y 80°-90°W, pertenecientes al sistema E-W, con ligera tendencia cuando la estructura varía hacia N70°-80°W (Gráfico N° 12).

Parámetros	N° Muestras	Media Pond.	Media Arit.	Media Geom.	Mediana	MIN	MAX
Ag (ppm)	49	82	118	15	11	0.30	1495
As (ppm)	49	506	795	178	152	5	>10000
Bi (ppm)	49	81.2	111.7	23.6	15.0	2.00	1310
Cd (ppm)	49	8.17	13.56	4.40	3.60	0.50	133
Co (ppm)	49	1.81	3.41	2.51	2.00	1.00	18
Cu (ppm)	49	435	563	188	199	15	7130
Fe (%)	49	4.80	5.02	3.87	3.75	0.70	17.80
Hg (ppm)	49	1.31	5.20	2.80	2.00	1.00	43
Mn (ppm)	49	664	763	239	168	29	6200
Mo (ppm)	49	19.22	19.24	7.27	5.00	1.00	276
Pb (%)	49	2.35	3.30	0.47	0.52	0.004	>30.00
S (%)	49	1.31	1.60	0.46	0.39	0.03	>10.00
Sb (ppm)	49	73	137	25	18	2	1110
V (ppm)	49	15.80	14.94	9.70	12.00	1.00	59
Zn (%)	49	0.21	0.19	0.04	0.03	0.005	4.05

Tabla N° 33 Parámetros estadísticos de elementos indicadores, guías, menores y trazas

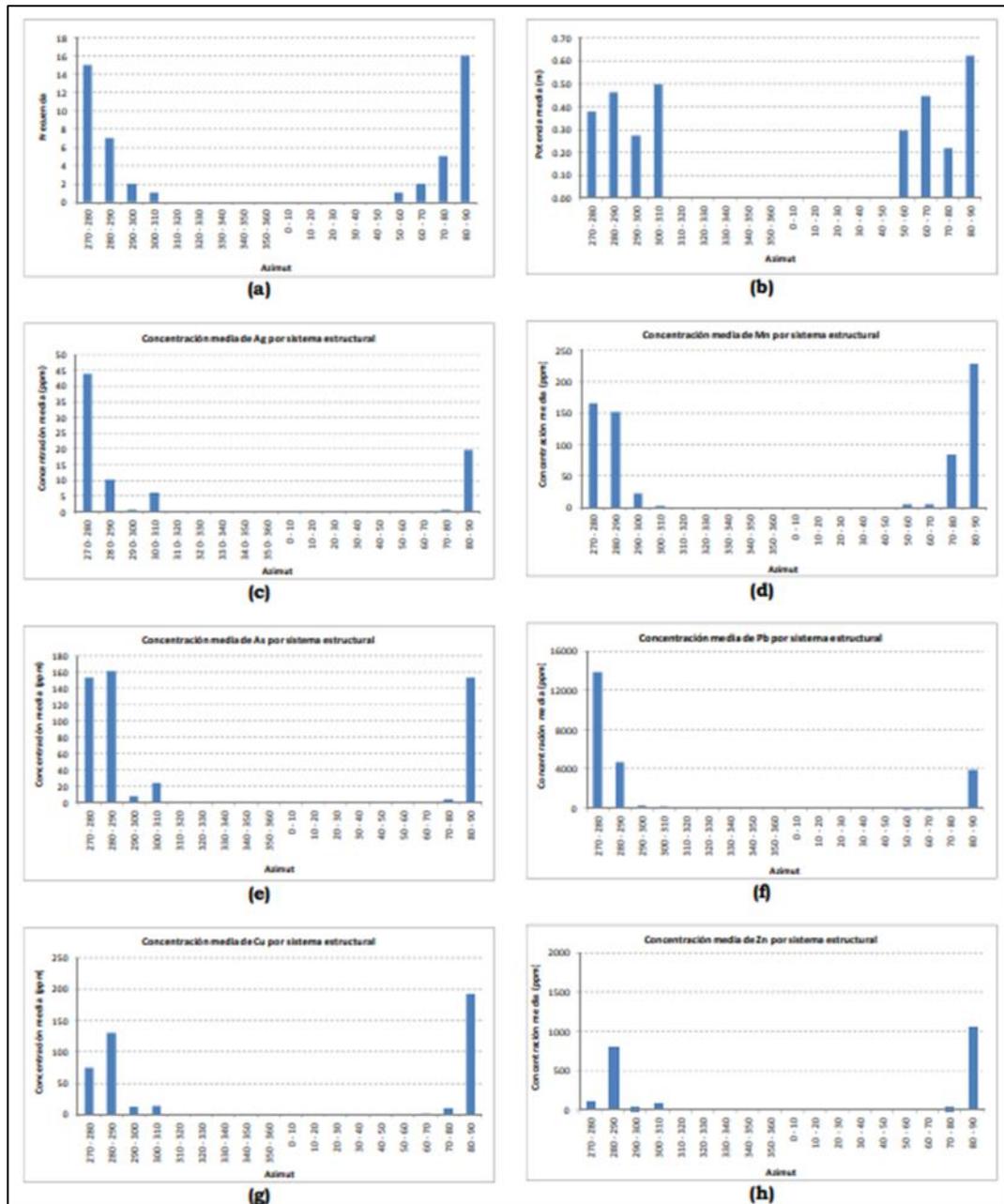


Gráfico N° 18. Diagramas de controles estructurales y geoquímicos en las fallas – vetas Hadas. (a) Distribución y caracterización de la dirección (azimut). (b) Distribución de la potencia media ponderada por sistema estructural. (c) Concentración media de plata distribuida por sistema estructural. (d) Concentración media de manganeso distribuida por sistema estructural. (e) Concentración media de arsénico distribuida por sistema estructural. (f) Concentración media de plomo distribuida por sistema estructural. (g) Concentración media de cobre distribuida por sistema estructural. (h) Concentración media de zinc distribuida por sistema estructural.

4.2.7.7. Distribución geoquímica: Feeders Gretty (FGt)

Controlado por una dirección promedio N83°W y N85°E, buzamiento 80°SW y 77°SE, potencias que varían de 0.10 a 0.90 m., con un promedio de 0.46 m. Las mayores concentraciones de los elementos indicadores plata, plomo y zinc se encuentran en toda la estructura, mientras que el cobre se encuentra disperso y puntuales. Las mayores concentraciones de los elementos guías como el cadmio se encuentra en toda la estructura; sin embargo, el arsénico, antimonio son moderadas en toda la estructura, con valores altos puntuales y dispersos de manganeso. Las mayores concentraciones de elementos menores como el azufre y fierro se encuentran en gran parte de la estructura, lo que confirmaría que en esta zona la mineralización estaría muy asociada a los sulfuros de fierro, mientras que el molibdeno presenta valores moderados muy puntuales. Por la distribución de las altas concentraciones de los elementos de interés económico y elementos asociados se determina como sector anómalo prospectivo a todas las estructuras. Estructuralmente las mayores concentraciones de los elementos mencionados se encuentran en el sistema N80°-90°W, pertenecientes al sistema E-W.

4.2.7.8. Distribución geoquímica: Feeders Margot (FMt)

Margot Oeste está controlado por una dirección variable N73°E a N76°W, buzamiento 81°SE y 63°SW, con potencias que varían de 0.15 a 0.80 m., con un promedio de 0.40 m. Margot Este está controlado por una dirección promedio N76°W, buzamiento 82°SW, con potencias que varían de 0.10 a 0.50 m., con un promedio de 0.22 m. Las mayores concentraciones de los elementos indicadores plata, plomo y zinc en Margot Oeste se

encuentran en la parte central, con valores puntuales de zinc hacia el extremo Este; sin embargo, en Margot Este la plata y plomo se encuentran en la gran mayoría de la estructura, con excepción del cobre y zinc que muestran concentraciones altas puntuales. Las mayores concentraciones del elemento guía cadmio se encuentra en la parte central de Margot Oeste; sin embargo, en Margot Este las concentraciones altas de manganeso y antimonio se encuentran en la gran mayoría de la estructura, con concentraciones puntuales de arsénico y cadmio. Las mayores concentraciones de elementos menores como el azufre solo se manifiestan de manera puntual en los extremos de Margot Oeste, el fierro de igual manera es puntual en Margot Oeste y Este. Por la distribución de las altas concentraciones de los elementos de interés económico y elementos asociados se determina como sector anómalo prospectivo a la estructura Margot Este. Estructuralmente las mayores concentraciones de los elementos mencionados se encuentran en los sistemas N80°-90°W y N60°-70°W (Gráfico N° 13), pertenecientes a las inflexiones NW del sistema E-W.

Parámetros	N° Muestras	Media Pond.	Media Arit.	Media Geom.	Mediana	MIN	MAX
Ag (ppm)	25	153	159	34	61	0.60	820
As (ppm)	25	475	581	221	192	17	3430
Bi (ppm)	25	4.99	7.88	4.42	3.50	2.00	54
Cd (ppm)	25	58.74	82.69	24.71	43.20	0.90	499
Co (ppm)	25	4.07	4.82	3.10	3.00	1.00	27
Cu (ppm)	25	901	1192	258	376	5	7640
Fe (%)	25	4.28	4.23	3.30	3.22	0.98	19.30
Hg (ppm)	25	1.68	3.40	2.37	3.00	1.00	12
Mn (ppm)	25	3759	4038	1734	1535	97	28400
Mo (ppm)	25	4.57	5.80	3.39	2.00	1.00	29
Pb (%)	25	8.95	8.87	1.62	3.78	0.017	>30.00
S (%)	25	4.33	4.64	2.02	4.80	0.07	>10.00
Sb (ppm)	25	304	361	92	125	2	2220
V (ppm)	25	5.50	5.60	3.89	3.00	1.00	36
Zn (%)	25	1.55	1.81	0.35	0.31	0.008	13.55

Tabla N° 34 Parámetros estadísticos de elementos indicadores, guías, menores y trazas

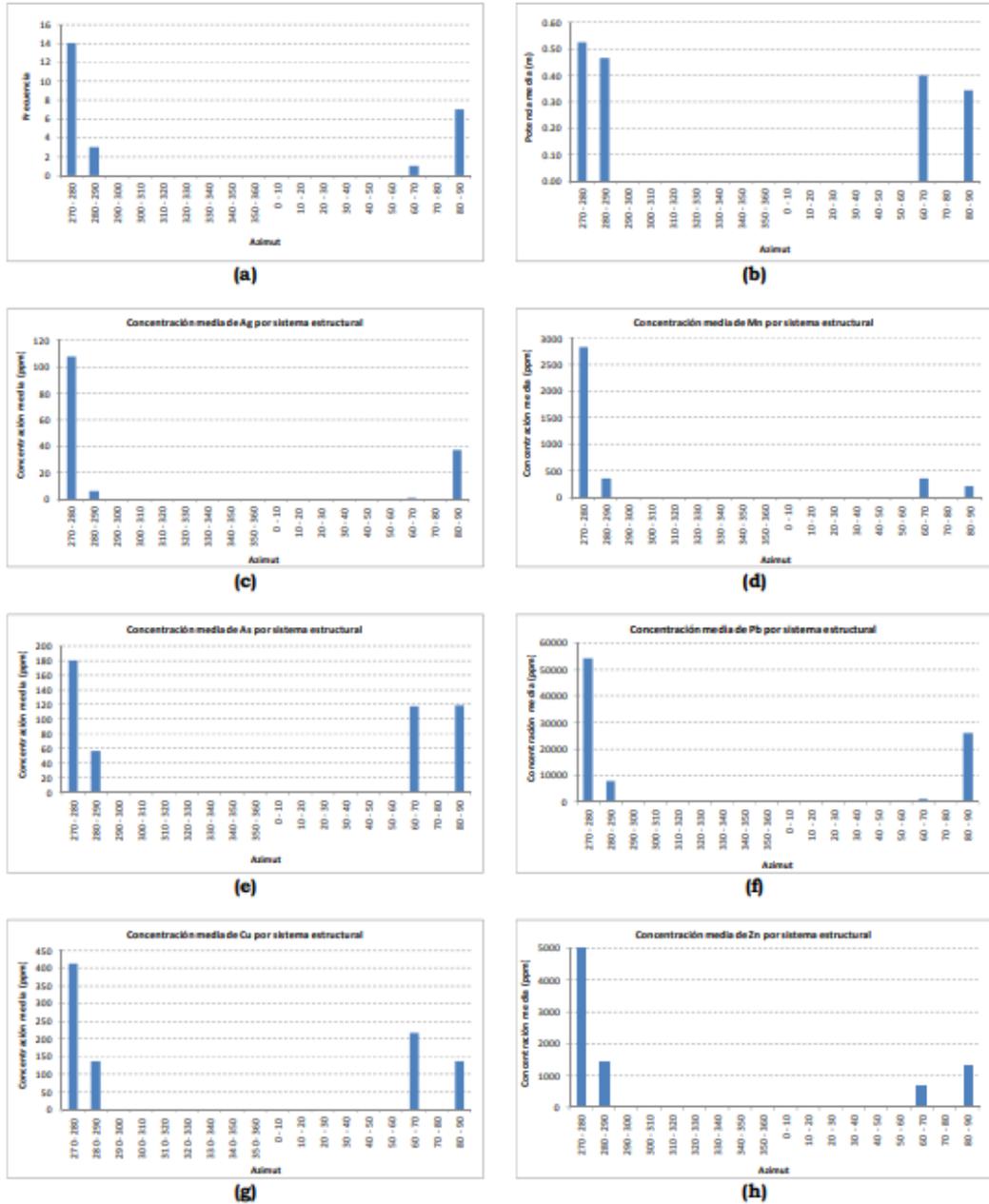


Gráfico N° 19 Diagramas de controles estructurales y geoquímicos en las vetillas Grety.

(a) Distribución y caracterización de la dirección (azimut). (b) Distribución de la potencia media ponderada por sistema estructural. (c) Concentración media de plata distribuida por sistema estructural. (d) Concentración media de manganeso distribuida por sistema estructural. (e) Concentración media de arsénico distribuida por sistema estructural. (f) Concentración media de plomo distribuida por sistema estructural. (g) Concentración media de cobre distribuida por sistema estructural. (h) Concentración media de zinc distribuida por sistema estructural.

4.2.7.9. Distribución geoquímica: Feeders Puyhuanmina Sur (FPmS)

Controlado por una dirección promedio N53°W, buzamiento 65°SW, con potencias que varían de 0.10 a 1.20 m., con un promedio de 0.44 m. Las mayores concentraciones de los elementos indicadores plata, plomo y zinc se encuentran en la gran mayoría de la estructura; en esta estructura no se registra valores importantes de cobre. Las mayores concentraciones de los elementos guías como el arsénico, cadmio, manganeso y antimonio se encuentran en la gran mayoría de la estructura. Las mayores concentraciones de otros elementos menores y trazas como el fierro, mercurio y molibdeno son muy puntuales. Por la distribución de las altas concentraciones de los elementos de interés económico y elementos asociados se determina como sector anómalo a toda la estructura (Plano N° 4.1). Estructuralmente las mayores concentraciones de los elementos mencionados se encuentran en el sistema N40°-60°W, pertenecientes al sistema general NW-SE (Gráfico N° 14). La asociación y directa relación de los elementos guías con los elementos de interés económico, nos conducen a interpretar que en profundidad existe la posibilidad de mineralización con sulfosales y sulfuros polimetálicos; asimismo se interpreta que la mineralización en esta estructura tendría relación a fallamientos paralelos y casi paralelos a la estratificación, donde se estarían emplazando la mineralización como relleno y reemplazamiento de estratos calcáreos que darían origen a bolsonadas y estructuras “tipo mantiformes”, dentro del ambiente sedimentario calcáreo, posiblemente similares a la estructura que en la actualidad se conoce como Nadine

Parámetros	N° Muestras	Media Pond.	Media Arit.	Media Geom.	Mediana	MIN	MAX
Ag (ppm)	17	311	335	140	137	7.10	1465
As (ppm)	17	819	891	508	455	113	4150
Bi (ppm)	17	3.27	3.76	3.40	3.00	2.00	9
Cd (ppm)	17	37.71	64.72	16.11	22.15	1.00	632
Co (ppm)	17	1.61	2.06	1.75	2.00	1.00	7
Cu (ppm)	17	373	481	116	84	5	2430
Fe (%)	17	2.90	3.14	1.59	1.33	0.45	23.70
Hg (ppm)	17	5.81	7.93	3.88	3.00	1.00	51
Mn (ppm)	17	42416	44412	42501	50000?	15800	>50000
Mo (ppm)	17	9.51	10.88	8.13	7.00	3.00	44
Pb (%)	17	0.63	0.76	0.14	0.31	0.002	3.81
S (%)	17	0.27	0.32	0.15	0.18	0.01	1.57
Sb (ppm)	17	793	891	533	718	95	4390
V (ppm)	17	4.35	4.29	3.72	4.00	1.00	12
Zn (%)	17	0.71	1.07	0.29	0.52	0.015	9.36

Tabla N° 35 Parámetros estadísticos de elementos indicadores, guías, menores y trazas

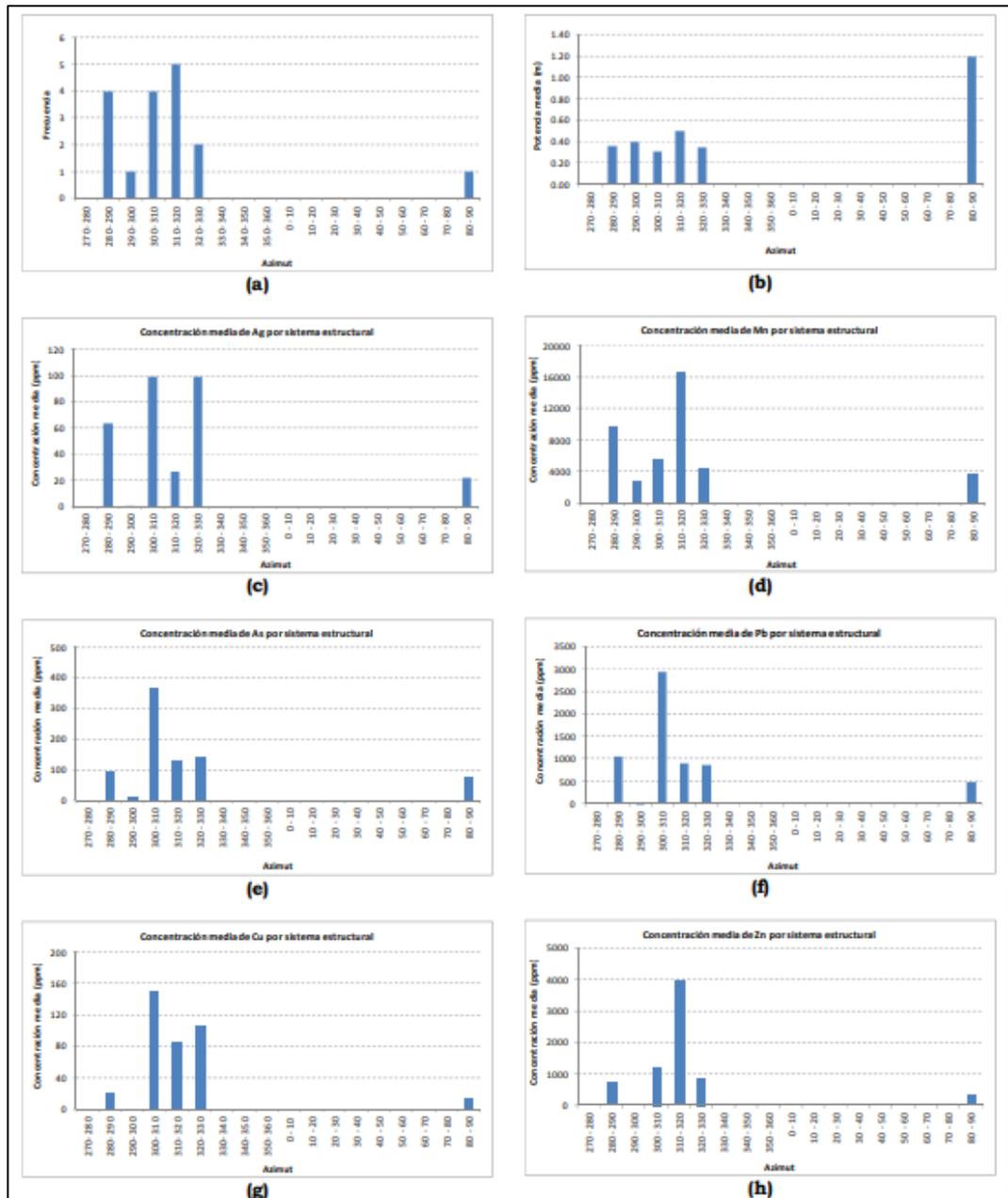


Gráfico N° 20 Diagramas de controles estructurales y geoquímicos en los mantos Puyhuanmina. (a) Distribución y caracterización de la dirección (azimut). (b) Distribución de la potencia media ponderada por sistema estructural. (c) Concentración media de plata distribuida por sistema estructural. (d) Concentración media de manganeso distribuida por sistema estructural. (e) Concentración media de arsénico distribuida por sistema estructural. (f) Concentración media de plomo distribuida por sistema estructural. (g) Concentración media de cobre distribuida por sistema estructural. (h) Concentración media de zinc distribuida por sistema estructural.

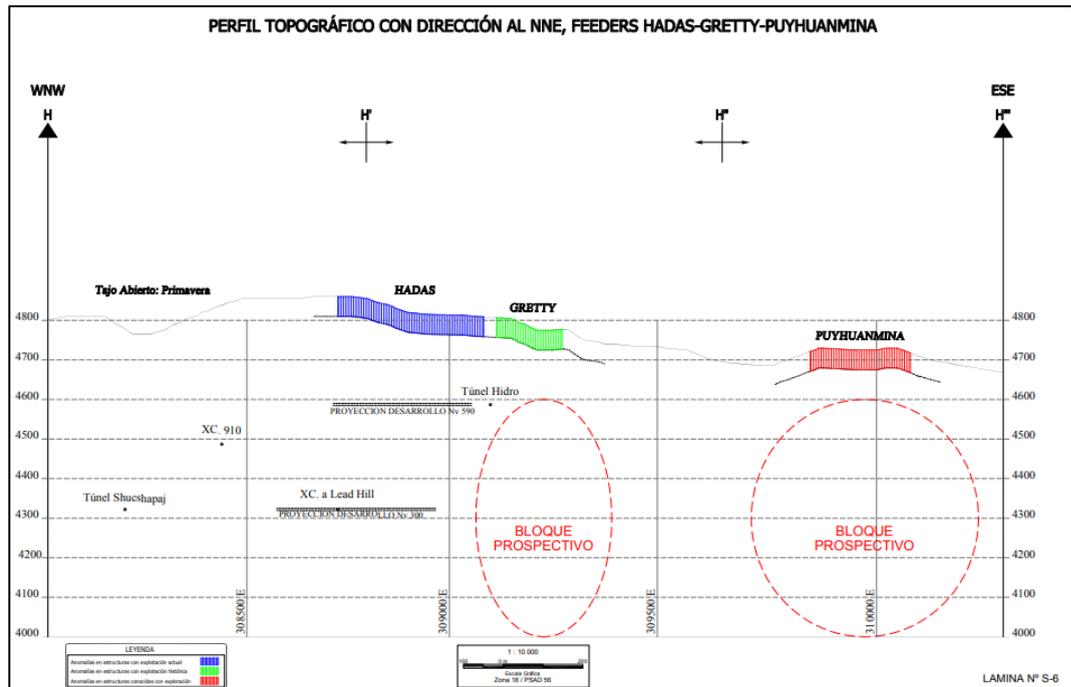


Gráfico N° 21 Diagrama sección feeders Hadas-Gretty-Puyhuanmina

4.2.7.10. Distribución geoquímica: Feeders Victorias (FVc)

Controlado por una dirección promedio $N70^{\circ}E$, buzamiento $85^{\circ}SE$, con potencias que varían de 0.10 a 0.80 m., con un promedio de 0.29 m. Por la poca cantidad de muestras para ambas estructuras (Victoria Norte y Victoria Sur), se le ha agrupado para los fines descriptivos e interpretativos como una sola estructura. Las mayores concentraciones de los elementos indicadores plomo y zinc se encuentran en la mayoría de las estructuras, la plata es puntual y no se registra altas concentraciones de cobre. Las mayores concentraciones del elemento guía cadmio se encuentra en la gran mayoría de la estructura en directa relación con el zinc, el manganeso es puntual en el mismo punto de la plata, altas concentraciones de otros elementos trazas no se encuentran en esta estructura. Por la distribución de las altas concentraciones de los elementos de interés económico (plomo y zinc) y sus elementos asociados, se determina como sector anómalo prospectivo a toda la estructura, sector ya conocido y explorado mediante labor subterránea.

Estructuralmente las mayores concentraciones de los elementos mencionados se encuentran en el sistema N60°-80°E (Gráfico N° 15). Esta estructura a diferencia de los demás, destaca buena concentración de plomo y zinc, lo que estaría relacionado directamente a la presencia de sulfuros, por la dirección que presenta estructuralmente formaría parte de las inflexiones del sistema E-W.

Parámetros	N° Muestras	Media Pond.	Media Arit.	Media Geom.	Mediana	MIN	MAX
Ag (ppm)	6	48	49	25	30	3.90	155
As (ppm)	6	301	282	180	149	57	992
Bi (ppm)	6	2.57	21.50	9.06	21.50	2.00	41
Cd (ppm)	6	30.15	50.15	22.37	31.25	1.40	174
Co (ppm)	6	0.80	2.75	2.38	3.00	1.00	4
Cu (ppm)	6	594	525	211	241	22	2240
Fe (%)	6	1.59	1.69	1.62	1.83	0.99	2.28
Hg (ppm)	6	2.43	4.00	2.99	3.50	1.00	8
Mn (ppm)	6	9265	9986	5574	6340	616	25700
Mo (ppm)	6	4.09	3.83	3.05	2.00	2.00	10
Pb (%)	6	1.55	1.70	0.65	1.30	0.032	4.53
S (%)	6	1.03	1.36	1.10	1.16	0.34	3.10
Sb (ppm)	6	112	108	55	56	6	393
V (ppm)	6	2.51	2.17	2.04	2.00	1.00	3.00
Zn (%)	6	0.59	1.02	0.41	0.60	0.022	4.00

Tabla N° 36 Parámetros estadísticos de elementos indicadores, guías, menores y trazas

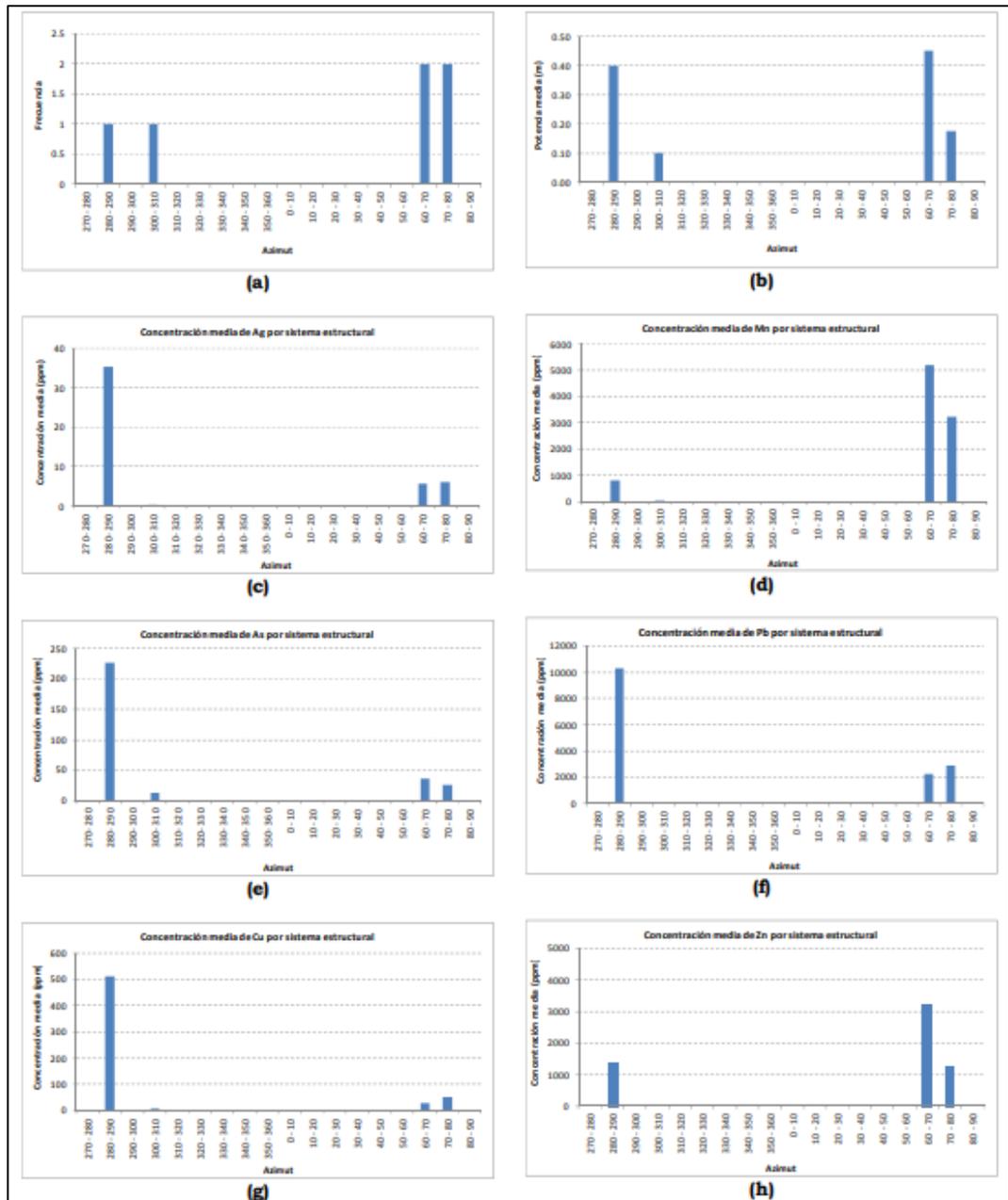


Gráfico N° 22 Diagramas de controles estructurales y geoquímicos en las fallas – vetas Victorias. (a) Distribución y caracterización de la dirección (azimut). (b) Distribución de la potencia media ponderada por sistema estructural. (c) Concentración media de plata distribuida por sistema estructural. (d) Concentración media de manganeso distribuida por sistema estructural. (e) Concentración media de arsénico distribuida por sistema estructural. (f) Concentración media de plomo distribuida por sistema estructural. (g) Concentración media de cobre distribuida por sistema estructural. (h) Concentración media de zinc distribuida por sistema estructural.

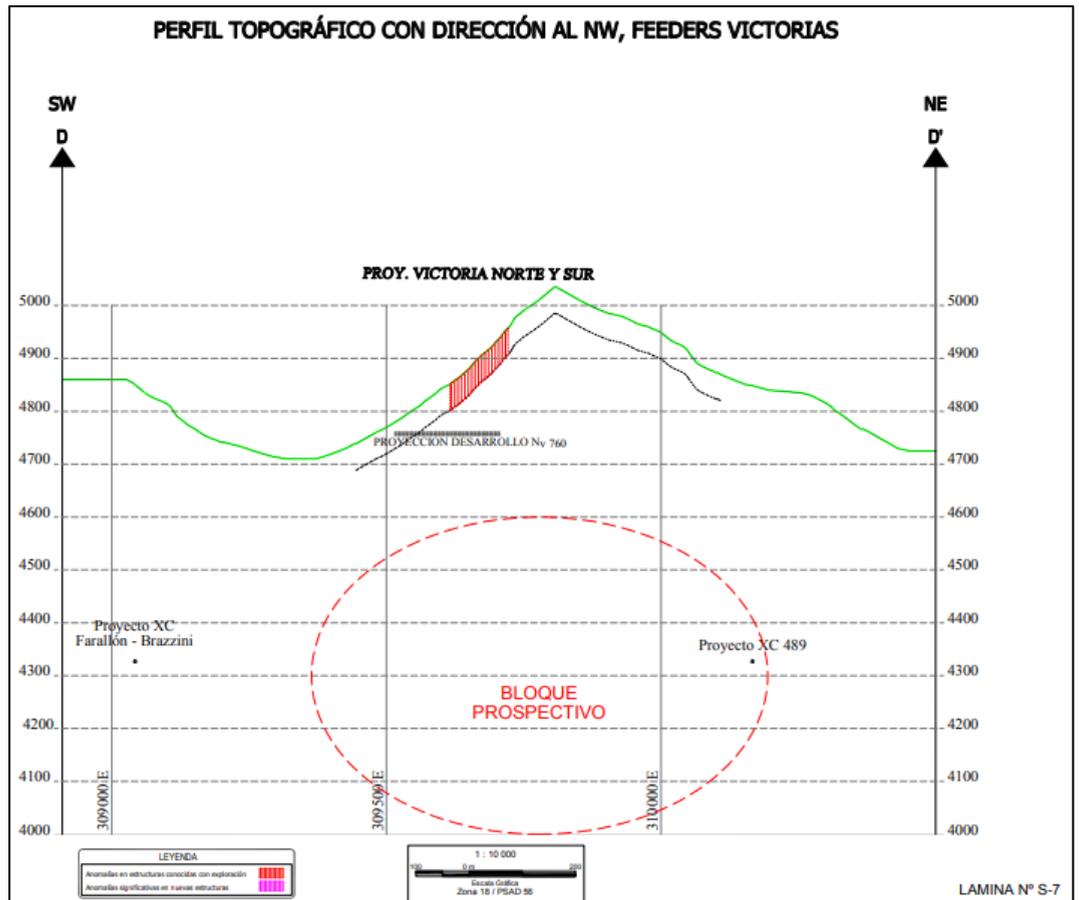


Gráfico N° 23 Diagrama sección feeders Victorias

4.2.7.11. Distribución geoquímica: Feeders Celia (FCe)

La estructura Celia se correlaciona desde el flanco Este hacia el flanco Oeste del cerro, que está controlado por una dirección promedio N60°W y N70°E, buzamientos 75°SW y 75°SE a 73°NW, con potencias que varían de 0.10 a 1.30 m., con un promedio de 0.45 m.; para las venillas y posibles “ramales” de la estructura principal las potencias varían de 0.05 a 0.80 m., con un promedio de 0.33 m. Las mayores concentraciones de los elementos indicadores cobre, plomo y zinc se encuentran en el flanco Oeste del cerro, tanto para la estructura principal y para las venillas, la plata se encuentra en toda la estructura y sus ramales. Las mayores concentraciones de los elementos indicadores arsénico, cadmio y antimonio se encuentran

en el flanco Oeste del cerro, el manganeso se encuentra en toda la estructura y sus “ramales”, valores anómalos puntuales de arsénico y antimonio se encuentra hacia el extremo Este de la estructura (cerca del glaciar). Las mayores concentraciones de elementos menores y trazas, como el azufre se encuentran en el flanco Oeste del cerro, el fierro y mercurio son puntuales en este sector; sin embargo, con dirección hacia el este, cerca del glaciar se evidencia valores anómalos puntuales de molibdeno y azufre. Por la distribución de las altas concentraciones de los elementos de interés económico y elementos asociados se determina como sector anómalo prospectivo a toda la estructura. Estructuralmente las mayores concentraciones de los elementos mencionados se encuentran en el sistema N60°-50°W (Gráfico N° 16). La asociación y directa relación de los elementos guías con los “target element”, nos conducen a interpretar que en profundidad existe la posibilidad de mineralización con sulfosales y sulfuros polimetálicos

Parámetros	N° Muestras	Media POND.	Media Arit.	Media Geom.	Mediana	MIN	MAX
Ag (ppm)	29	446	518	83	95	0.50	4340
As (ppm)	29	1449	1622	401	335	29	12500
Bi (ppm)	29	2.65	4.07	3.44	3.00	2.00	10
Cd (ppm)	29	68.82	82.81	12.69	7.80	0.60	563
Co (ppm)	29	1.02	2.16	1.84	2.00	1.00	5
Cu (ppm)	29	4100	4705	414	378	6	4.89 %
Fe (%)	29	1.89	2.32	1.55	1.65	0.38	21.10
Hg (ppm)	29	6.77	7.90	3.25	2.00	1.00	65
Mn (ppm)	29	21612	20188	8160	15300	254	>50000
Mo (ppm)	29	2.95	3.33	2.66	2.00	1.00	13
Pb (%)	29	2.26	2.43	0.19	0.15	0.006	18.50
S (%)	29	2.30	2.80	1.05	1.49	0.04	10.00
Sb (ppm)	29	1080	1183	133	117	3	>10000
V (ppm)	29	2.52	3.12	2.46	3.00	1.00	12
Zn (%)	29	1.38	1.58	0.13	0.10	0.002	11.70

Tabla N° 37 Parámetros estadísticos de elementos indicadores, guías, menores y trazas

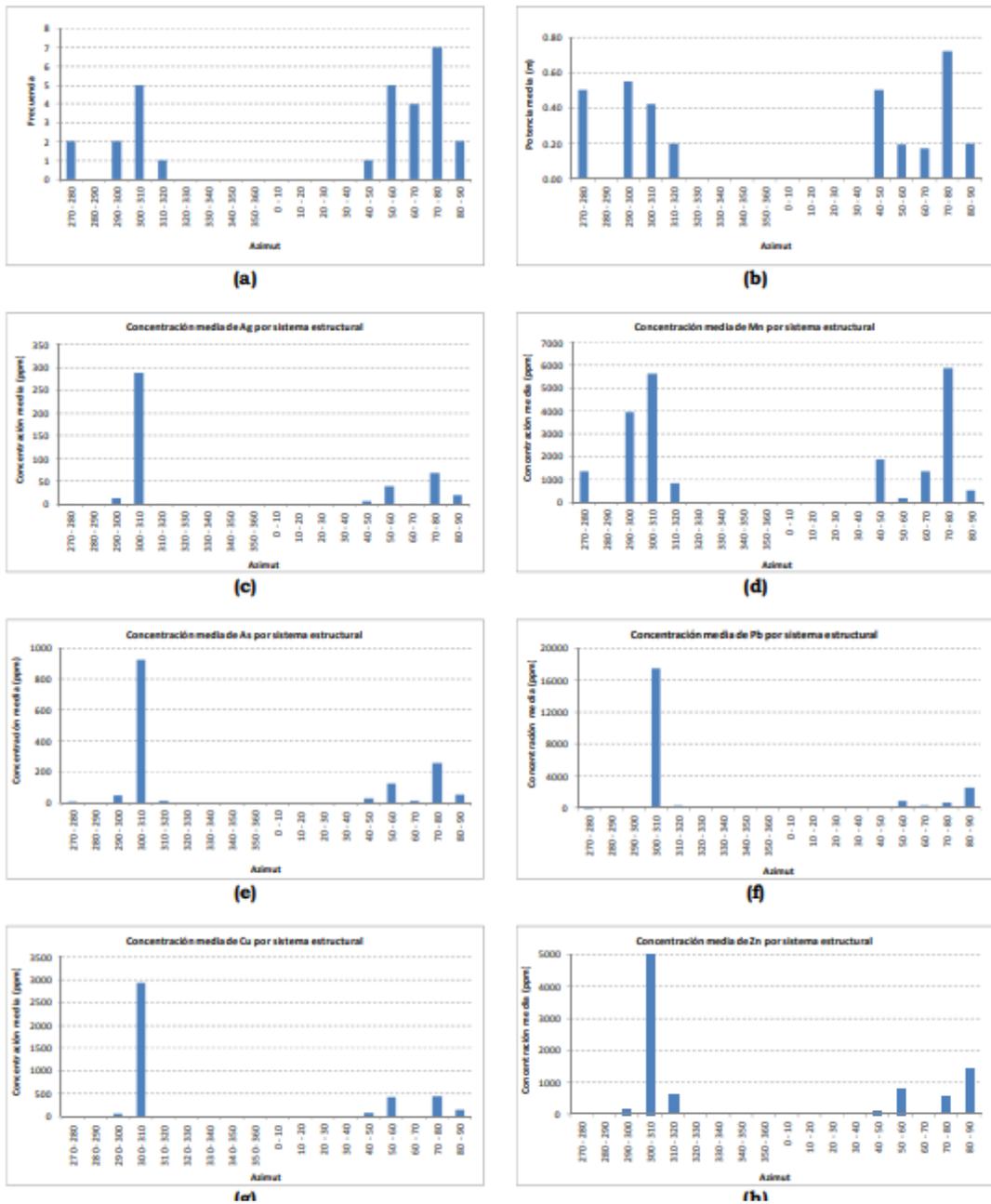


Gráfico N° 24 Diagramas de controles estructurales y geoquímicos en las fallas – vetas Celia. (a) Distribución y caracterización de la dirección (azimut). (b) Distribución de la potencia media ponderada por sistema estructural. (c) Concentración media de plata distribuida por sistema estructural. (d) Concentración media de manganeso distribuida por sistema estructural. (e) Concentración media de arsénico distribuida por sistema estructural. (f) Concentración media de plomo distribuida por sistema estructural. (g) Concentración media de cobre distribuida por sistema estructural. (h) Concentración media de zinc distribuida por sistema estructural.

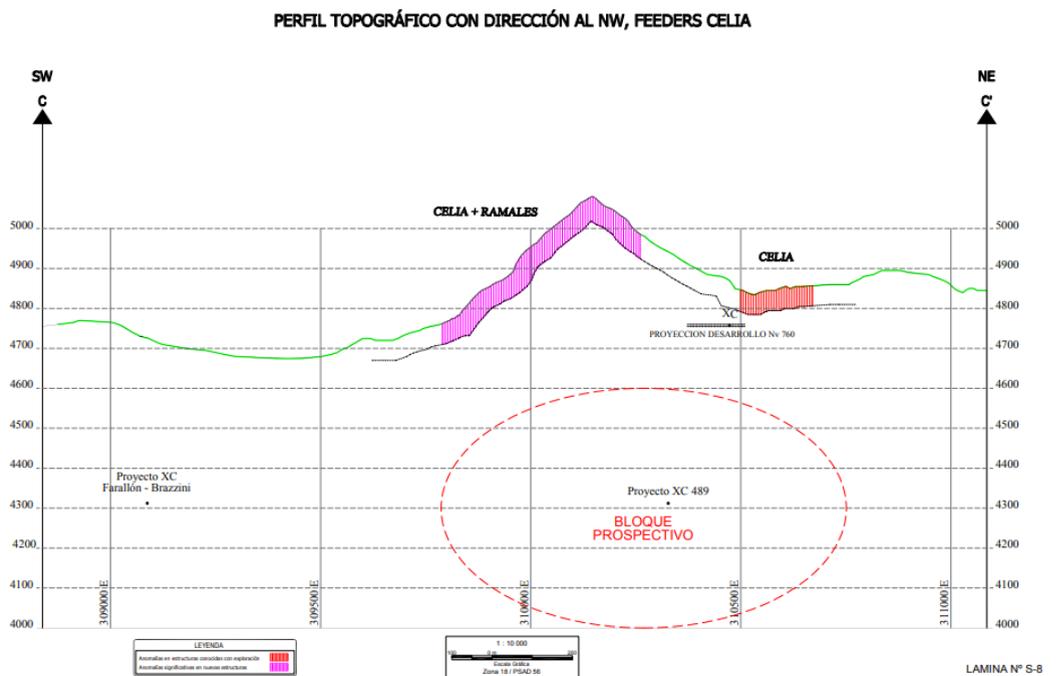


Gráfico N° 25 Diagrama sección feeders Celia

4.2.7.12 Distribución geoquímica: Feeders Lucia (FLc)

La estructura principal se encuentra en el flanco Este del cerro y está controlado por una dirección promedio $N73^{\circ}E$, buzamientos variables de $75^{\circ}SE$ a $81^{\circ}NW$, las potencias varían de 0.05 a 0.60 m., con un promedio de 0.44 m. Las estructuras que se correlacionan hacia el flanco Oeste están controlados por una dirección promedio $N76^{\circ}W$, buzamiento $86^{\circ}NE$, las potencias varían de 0.05 a 0.80 m., con un promedio de 0.23 m. Las mayores concentraciones de los elementos indicadores, principalmente la plata se encuentra en toda la estructura y sus ramales, mientras que el cobre, plomo y zinc presenta valores puntuales en el flanco Oeste del cerro. Las mayores concentraciones de los elementos indicadores, principalmente el manganeso destaca en toda la estructura y sus ramales, con moderada presencia de arsénico y cadmio, mientras que el antimonio presenta valores anómalos puntuales en el flanco Oeste del cerro. Por la distribución de las altas concentraciones de los elementos de interés económico y elementos

asociados se determina como sector anómalo prospectivo a toda la estructura, principalmente para mineralización de plata, y posibilidades de mineralización polimetálica (cobre, plomo y zinc) en el flanco Oeste del cerro. Estructuralmente las mayores concentraciones de los elementos mencionados se encuentran en el sistema N70°-90°W, seguidamente por el sistema N70°-90°E, pertenecientes al sistema estructural E-W (Gráfico N° 17). La asociación y directa relación de los elementos guías con los “target element”, nos conducen a interpretar que en profundidad existe la posibilidad de mineralización con sulfosales y sulfuros polimetálicos, hacia el flanco Oeste del cerro.

Parámetros	N° Muestras	Media Pond.	Media Arit.	Media Geom.	Mediana	MIN	MAX
Ag (ppm)	28	356	264	73	193	0.40	1730
As (ppm)	28	1022	718	341	469	7	3770
Bi (ppm)	28	4.09	5.06	4.33	4.00	2.00	11
Cd (ppm)	28	17.35	16.70	9.23	22.80	0.50	37
Co (ppm)	28	3.06	2.83	1.94	2.00	1.00	17
Cu (ppm)	28	1604	1070	291	748	3	7540
Fe (%)	28	1.28	1.35	1.17	1.12	0.49	4.58
Hg (ppm)	28	2.56	2.78	2.23	3.00	1.00	6
Mn (ppm)	28	36691	30872	11770	47050	48	>50000
Mo (ppm)	28	1.61	2.96	2.11	2.00	1.00	22
Pb (ppm)	28	3142	1883	643	718	17	11000
S (%)	28	1.54	1.56	0.63	0.79	0.02	8.40
Sb (ppm)	28	346	211	81	125	4	1930
V (ppm)	28	1.66	2.56	1.68	1.00	1.00	15
Zn (ppm)	28	1578	1081	440	611	18	5760

Tabla N° 38 Parámetros estadísticos de elementos indicadores, guías, menores y trazas.

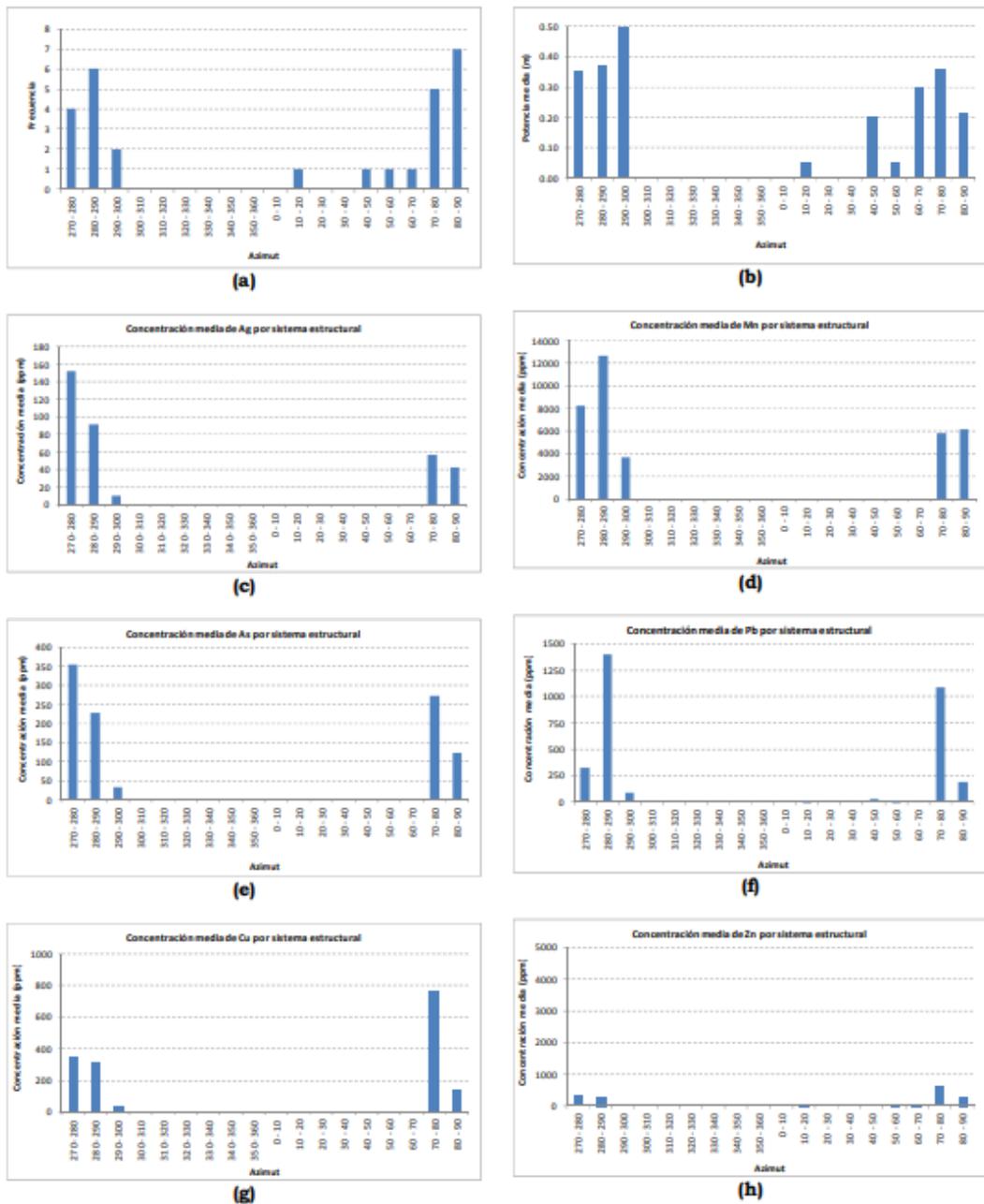


Gráfico N° 26 Diagramas de controles estructurales y geoquímicos en las fallas – veta Lucía. (a) Distribución y caracterización de la dirección (azimut). (b) Distribución de la potencia media ponderada por sistema estructural. (c) Concentración media de plata distribuida por sistema estructural. (d) Concentración media de manganeso distribuida por sistema estructural. (e) Concentración media de arsénico distribuida por sistema estructural. (f) Concentración media de plomo distribuida por sistema estructural. (g) Concentración media de cobre distribuida por sistema estructural. (h) Concentración media de zinc distribuida por sistema estructural.

4.2.7.13. Distribución geoquímica: Feeders Paulina (FPI)

Controlado por una dirección promedio N80°E y N74°W, buzamiento 78°SE y 76°NE, debido a la presencia de dos estructuras, las potencias varían de 0.08 a 0.60 m., con un promedio de 0.29 m. Las mayores concentraciones de los elementos indicadores, como la plata se encuentran en toda y ambas estructuras; sin embargo el cobre, plomo y zinc presenta valores anómalos puntuales solo en la estructura del Norte. Las mayores concentraciones de los elementos guías, como el manganeso se encuentra en toda y ambas estructuras; sin embargo, el arsénico, cadmio y antimonio presenta valores anómalos puntuales solo en la estructura del Norte. Por la distribución de las altas concentraciones de los elementos de interés económico y elementos asociados se determina como sector anómalo prospectivo a toda la estructura, principalmente para mineralización de plata y posibilidades de mineralización polimetálica (cobre, plomo y zinc) en la estructura Norte. Estructuralmente las mayores concentraciones de los elementos mencionados se encuentran en el sistema N70°-80°E, pertenecientes al sistema estructural E-W (Gráfico N° 18). La asociación y directa relación de los elementos guías con los “target element”, nos conducen a interpretar que en profundidad existe la posibilidad de mineralización con sulfosales y sulfuros polimetálicos, en la estructura del Norte.

Parámetros	N° Muestras	Media Pond.	Media Arit.	Media Geom.	Mediana	MIN	MAX
Ag (ppm)	11	185	141	36	27	1.70	615
As (ppm)	11	865	658	395	274	133	2480
Bi (ppm)	11	0.40	2.00	2.00	2.00	2.00	2
Cd (ppm)	11	5.48	6.61	2.27	1.00	0.50	22
Co (ppm)	11	2.57	2.55	2.23	2.00	1.00	6
Cu (ppm)	11	1805	1274	270	175	10	5650
Fe (%)	11	1.55	1.58	1.48	1.57	0.66	2.54
Hg (ppm)	11	2.38	3.00	2.32	3.00	1.00	6
Mn (ppm)	11	17604	13211	6550	11450	683	>50000
Mo (ppm)	11	1.64	2.30	1.81	2.00	1.00	8
Pb (ppm)	11	2520	1805	397	365	24	7400
S (%)	11	0.80	0.62	0.25	0.20	0.03	2.60
Sb (ppm)	11	358	286	76	73	4	1250
V (ppm)	11	2.85	5.60	2.71	2.00	1.00	37
Zn (ppm)	11	1596	1184	267	184	21	5850

Tabla N° 39 Parámetros estadísticos de elementos indicadores, guías, menores y trazas.

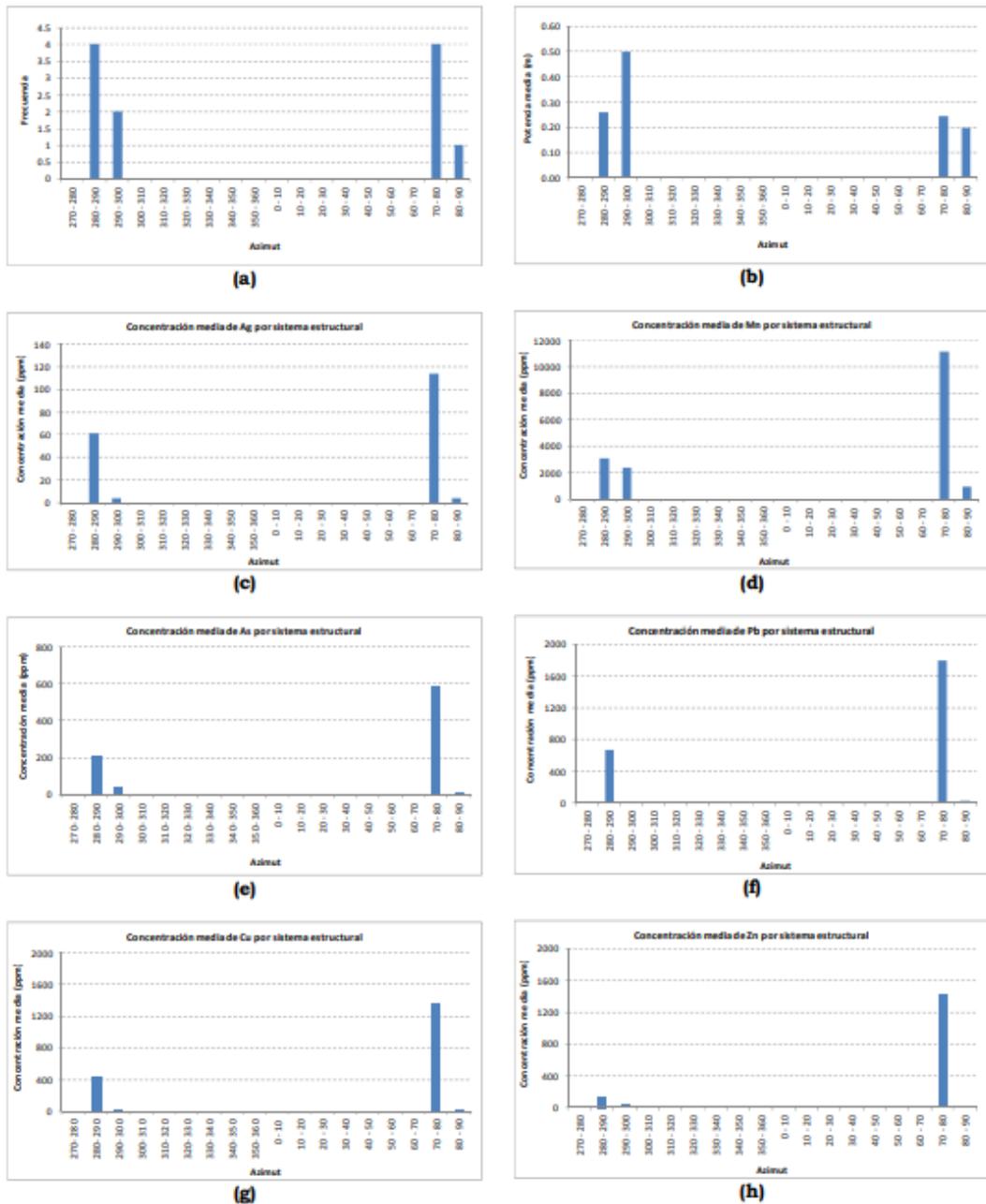


Gráfico N° 28. Diagramas de controles estructurales y geoquímicos en las fallas – veta Paulina. (a) Distribución y caracterización de la dirección (azimut). (b) Distribución de la potencia media ponderada por sistema estructural. (c) Concentración media de plata distribuida por sistema estructural. (d) Concentración media de manganeso distribuida por sistema estructural. (e) Concentración media de arsénico distribuida por sistema estructural. (f) Concentración media de plomo distribuida por sistema estructural. (g) Concentración media de cobre distribuida por sistema estructural. (h) Concentración media de zinc distribuida por sistema estructural.

4.3 Prueba de Hipótesis

Confirmación de anomalías en estructuras con explotación

La caracterización geoquímica establece que la zona de estudio muestra estructuras mineralizadas económicamente explotable.

Las estructuras (fallas-vetas) que en la actualidad son objetos de explotación, mediante el presente estudio se logran determinar y confirmar que dichas estructuras en superficie muestran anomalías significativas de corrosión o de lixiviación, descritas bajo las siguientes especificaciones:

Hadas, presenta anomalías fuertes en plata, bismuto, cadmio, fierro y plomo;

Anomalías moderadas en arsénico, azufre, antimonio y zinc; anomalías puntuales en cobre, mercurio, molibdeno.

Gretty, presenta anomalías fuertes en plata, cadmio, fierro, plomo, antimonio y zinc; anomalías moderadas en arsénico y manganeso; anomalías puntuales en cobre.

Brunilda, presenta anomalías fuertes en plata, bismuto, cadmio, fierro, plomo, azufre y zinc; anomalías moderadas en manganeso; anomalías puntuales en molibdeno.

Margot, presenta anomalías moderadas en cadmio y zinc; anomalías puntuales en fierro, plomo y azufre.

Santa Rosa, presenta anomalías fuertes en plata, bismuto, fierro, azufre y zinc; anomalías moderadas en arsénico, cadmio, plomo; anomalías puntuales en molibdeno y antimonio.

Jimena, presenta anomalías fuertes en cadmio, plomo y zinc; anomalías moderadas en plata, arsénico, fierro y manganeso.

Farallón, estructura explorada mediante sondajes diamantinos y labor minera subterránea, presenta anomalías fuertes en plata, cadmio, cobre, manganeso, plomo,

antimonio y zinc; anomalías moderadas en arsénico y hierro; anomalías puntuales en azufre.

Lucia, estructura explorada solo en superficie, presenta anomalías fuertes en plata y manganeso; anomalías moderadas en arsénico y cadmio; anomalía puntual en molibdeno

Celia, estructura explorada mediante sondajes diamantinos y labor minera subterránea, presenta anomalías fuertes en plata, manganeso y azufre; anomalía moderada en cadmio; anomalías puntuales en antimonio y molibdeno.

Victorias, estructura explorada mediante sondajes diamantinos y labor minera subterránea, presenta anomalías fuertes en cadmio, manganeso plomo y zinc; anomalías moderadas en plata.

Puyhuanmina, referido específicamente al sector Sur de toda la estructura, fue explorada mediante sondajes diamantinos, presenta anomalías fuertes en plata, manganeso plomo, antimonio y zinc; anomalías moderadas en arsénico, cadmio y hierro; anomalías puntuales en mercurio y molibdeno.

4.4 Discusión de resultados

De acuerdo a los resultados geoquímicos se puede determinar y caracterizar nuevas estructuras en superficie que muestran anomalías significativas de corrosión o de lixiviación, que son las siguientes:

- Brazinni, hacia el extremo Este de la falla se logra determinar anomalías fuertes en plata, cadmio, plomo, antimonio y zinc; anomalía moderada en arsénico; anomalías puntuales en mercurio y molibdeno.
- Farallón Oeste, al SE de la garita Santa Rosa se logra determinar anomalías fuertes en cadmio, hierro, plomo y zinc; anomalías moderadas en plata y azufre;

anomalías puntuales en mercurio y manganeso.

- Paulina, en toda la estructura se evidencian anomalías fuertes en plata, manganeso y zinc; anomalías moderadas en arsénico, cadmio y cobre; anomalías puntuales en plomo y antimonio.
- Lucia, la estructura que es correlacionado hacia el flanco Oeste del cerro, donde presenta anomalías fuertes en plata, manganeso y plomo; anomalías moderadas en arsénico, cadmio y cobre; anomalías puntuales en azufre y zinc.
- Celia, la estructura que es correlacionado hacia el flanco Oeste del cerro, donde presenta en la gran mayoría de este sector anomalías fuertes en plata, arsénico, cadmio, cobre, manganeso, plomo, azufre, antimonio y zinc; anomalía moderada en fierro.
- Santa Rosa Este, en toda la estructura se presentan anomalías fuertes en plata, cadmio, manganeso, plomo y zinc; anomalías moderadas en arsénico, fierro y antimonio; anomalía puntual en cobre.
- Margot Este, en toda la estructura se presentan anomalías fuertes en plata, cadmio, manganeso, plomo y zinc; anomalías moderadas en arsénico y antimonio; anomalías puntuales en cobre, fierro y zinc.

Considerando las distribuciones geoquímicas y concentraciones anómalas en las diferentes estructuras, los sectores seleccionados como “targets” de exploración con posibilidades de mineralización en vetas son los siguientes:

- Sector Brazinni, en la falla Brazinni se selecciona como “targets” de exploración, hacia el extremo Este de la falla (proximidades de la carretera Raura – Oyón).
- Sector Farallón – Victorias, principalmente en el flanco Oeste del cerro, se confirma que es un “targets” de exploración, donde se tienen varias estructuras

(fallas-vetas) como Farallón, Paulina, Victorias y posiblemente la continuación de las vetas Celia y Lucia con sus ramales, en conjunto estos sistemas de fallas-vetas determinan como un “target” de exploración de mucha importancia. La asociación y directa relación de los elementos guías con los “target element”, nos conducen a interpretar que en profundidad existe la posibilidad de mineralización con sulfosales y sulfuros polimetálicos, en donde los niveles actuales de estas estructuras se encontrarían en la zona epitermal (óxidos y sulfuros de manganeso).

- Sector Puyhuamina, las estructuras que se han denominado como Margot Este y Santa Rosa Este, serían continuaciones hacia el Este de las fallasvetas Margot y Santa Rosa, estas estructuras en este sector son seleccionados como “target” de exploración ya que en profundidad podrían tener como rocas encajonantes a las calizas de la Formación Jumasha, en consecuencia, se pueden tener mayores ensanchamientos de las estructuras.
- Sector Hadas – Farallón, se seleccionan dos estructuras como “target” de exploración, el primero las estructuras de Gretty, ya que evidencia mineralización y buenas concentraciones de elementos de interés, en profundidad por debajo de los volcánicos, donde las rocas encajonantes cambian a mármol y rocas calcáreas; la segunda estructura denominada.
- Farallón Oeste, situado al SE de la garita Santa Rosa, por la distribución de mayores concentraciones de elementos de interés económico y elementos asociados que se encuentran al otro extremo de la “barrera” de intrusión granodiorita, nacería la hipótesis que la mineralización para Farallón Oeste estaría relacionado a un Stock porfirítico en profundidad, similar a los que se observa en los niveles 440 y 490.

Considerando el comportamiento de las direcciones y potencias en las diferentes estructuras, se realiza una interpretación preliminar del modelo estructural para el presente estudio, debido a que faltaría completar a nivel del Distrito Minero Raura. El comportamiento del sentido de movimiento sería durante el Mioceno (Quechua 1), bajo los siguientes sets de fallas:

NNW-SSE ($N30^{\circ}-20^{\circ}W$) sería el sistema que controla la zona de cizalla frágil, por el Oeste la Falla Chonta y por el Este la Falla Raura que hacia el Norte es denominado cabalgamiento Flor de Loto (Ángeles C. 1997), Falla Patrón (Chávez A. & Salas G., 2011) ; NW-SE ($N50^{\circ}-70^{\circ}W$) sería el sistema de los planos R1 formando un ángulo agudo con la envolvente general de la zona de falla; NE-SW ($N60^{\circ}-80^{\circ}E$) sería el sistema de los planos de R2, conjugadas con respecto a R1; E-W ($N80^{\circ}-90^{\circ}W$ y $N80^{\circ}-90^{\circ}E$) sería el sistema de fracturas extensionales o de mayor abertura, coincidiendo con los mayores sistemas de vetas que se explotan en la actualidad.

CONCLUSIONES

1. Se ha logrado determina target de exploración como: Brazinni, Farallón Oeste, Paulina, Lucia, Celia, Santa Rosa Este y, Margot Este.
2. Considerando las distribuciones geoquímicas y concentraciones anómalas en las diferentes estructuras, los sectores seleccionados como “targets” de exploración con posibilidades de mineralización en mantos y bolsonadas son los siguientes: Sector Puyhuanmina, se selecciona como “target” de exploración a la estructura conocida como mantos Puyhuanmina, lo que en realidad esta estructura estaría aprovechando para el emplazamiento de la mineralización, las fallas paralelas a la estratificación, por los valores anómalos y asociaciones de elementos indicadores con los elementos guías, se interpreta que en profundidad pueden existir posibilidades de mineralización con sulfosales y sulfuro.
3. Considerando las distribuciones geoquímicas y concentraciones anómalas en las diferentes estructuras y anomalías de la prospección geoquímica en rocas, los sectores seleccionados como “targets” de exploración con posibilidades de mineralización en skarn son los siguientes:

Sector Hadas - Farallón, las revisiones de planos de los Niveles 490, 440, 300, plano de campo magnético donde se observa la influencia de alteración del pórfido QFP, anomalía geoquímica en rocas (Zapana E., 2010) y las dispersiones de elementos trazas en los feeders, principalmente del bismuto, estarían ratificando la existencia de mineralización en skarn, como se tiene el último descubrimiento “Franja de skarn Hadas – Farallón”, que podría ser producto de las dispersiones epigenéticas y químicas combinadas por difusión e infiltración, generados por las soluciones mineralizantes del pórfido QFP. Esta franja es un “targets” importante hasta la altura de la falla Farallón. Sector Farallón – Victorias, los “targets” exploratorios

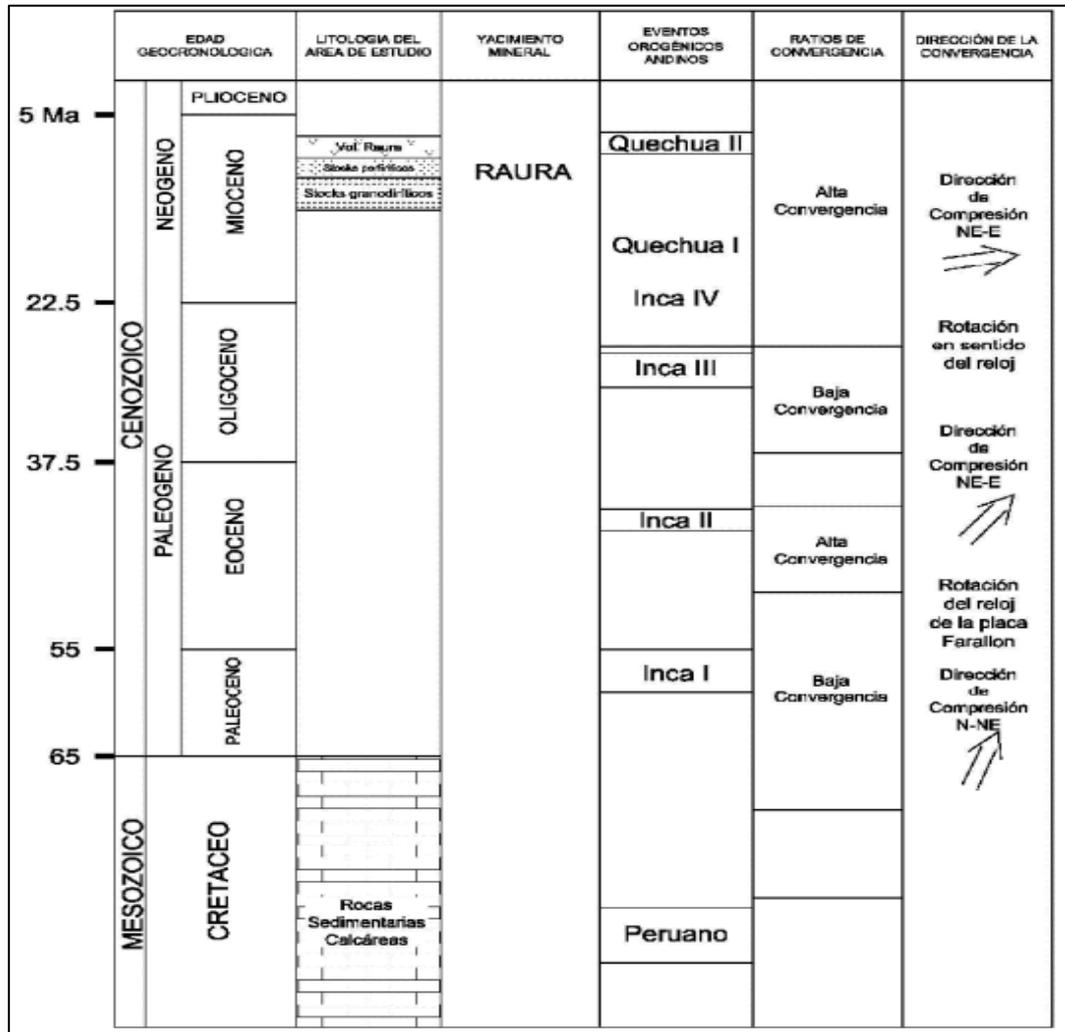
seleccionados son dos, el primero en los alrededores de la intersección de Victorias con farallón, donde se debe tener en cuenta que existen anomalías puntuales en cobre, zinc, arsénico y manganeso en las rocas (Zapana E., 2010), también se evidencia líticos o clastos de roca con reemplazamiento metasomático (skarn) y mármol dentro de la matriz volcánica (BISA, 2010), lo que nos conduce a interpretar que en esta zona de intersección de las fallas, en profundidad y por debajo de los volcánicos se tengan posibilidades de mineralización asociado al estilo de reemplazamiento metasomático (Skarn). El segundo hacia el extremo Este de las vetas Victorias, se tienen pequeños afloramientos de skarn y mármol, relacionando con la geoquímica presenta valores anómalos en cobre, zinc y los otros elementos como níquel, cromo, vanadio, elementos que son típicos de rocas intrusivas, asumiendo que pueden estar en profundidad formando mayores aureolas de skarn, las zonas más favorables serían el contacto de la aureola metasomática con la intersección de las fallas-vetas Victorias. Sector Brazinni, la intersección de las fallas Brazinni con Restauradora por los alrededores de la Lag Brazinni, considerando que en la falla Brazinni se tiene anomalías puntuales de zinc, plomo, cadmio y plata; asimismo existen anomalías puntuales de cobre y manganeso en las rocas (Zapana E., 2010), según estudios petrográficos (BISA 2010) de una muestra de este sector, dentro de las tobas litocristalinas presentan fragmentos rotos de plagioclasas, cuarzo primario, feldespatos potásicos, wollastonita, piroxeno y carbonatos (skarnoide), lo que nos conduce a interpretar que en esta zona de intersección de las fallas, en profundidad y por debajo de los volcánicos se tengan posibilidades de mineralización asociado al estilo de reemplazamiento metasomático (Skarn).

4. Para el sistema de estructuras Farallón, Paulina, Lucia, Celia y Puyhuanmina podría existir un zoneamiento desde la superficie a los niveles inferiores: Óxidos (Mn) +

Alabandita (MnS) ==> Sulfosales ==> Sulfuros. Para el sistema de estructuras Brazinni, Santa Rosa Este y Margot Este podría existir un zoneamiento desde la superficie a los niveles inferiores: Óxidos (Fe-Mn) ==> Sulfosales ==> Sulfuros. En Puyhuanmina la migración y dispersión de abundante Mn, puede sustentarse por el concepto teórico de Einaudi et al. (1981) donde indica que los skarn de Zn-Pb 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 debemos investigar la mineralogía de skarn (granates y piroxenos?) que existen en los afloramientos al Este de las vetas Victorias, mediante caracterización mineralógica (mineragrafía, difracción de rayos X, microsonda electrónica, microscopía de barrido electrónico). También es importante investigar los Mantos Puyhuanmina, Falla-veta Puyhuancocha para saber si tienen minerales que pueden indicar fuentes distales a skarn o posibilidades de sulfosales, sulfuros en profundidad, asimismo conocer en que mineral se encuentra la plata, debido a que la alabandita y pirolusita son minerales de manganeso.

5. Considerando el comportamiento de las direcciones y potencias en las diferentes estructuras, se realiza una interpretación preliminar del modelo estructural para el presente estudio, debido a que faltaría completar a nivel del Distrito Minero Raura. El comportamiento del sentido de movimiento sería durante el Mioceno (Quechua 1), bajo los siguientes sets de fallas: NNW-SSE (N30°-20°W) sería el sistema que controla la zona de cizalla frágil, por el Oeste la Falla Chonta y por el Este la Falla Raura que hacia el Norte es denominado cabalgamiento Flor de Loto (Ángeles C. 1997), Falla Patrón (Chávez A. & Salas G., 2011) ; NW-SE (N50°-70°W) sería el sistema de los planos R1 formando un ángulo agudo con la envolvente general de la zona de falla;

NE-SW (N60°-80°E) sería el sistema de los planos de R2, conjugadas con respecto a R1; E-W (N80°-90°W y N80°-90°E) sería el sistema de fracturas extensionales o de mayor abertura, coincidiendo con los mayores sistemas de vetas que se explotan en la actualidad.



Resumen del contexto tectónico propuesto para Raura, el cambio de dirección en la convergencia de la Placa de Nazca propuesto por Pardo-Casas y Molnar, 1983, los eventos orogénicos andino es tomado de Rivera R., 2010

RECOMENDACIONES

1. En base a la interpretación efectuada se recomienda realizar la segunda fase de exploración para delimitar las zonas de mineralización.
2. Es necesario priorizar la zona de Santa Rosa Este, porque se predice buena mineralización económicamente explotable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cueva S. P., (2017). Prospección geoquímica del prospecto Isabel distrito de Jircán-Huánuco UNC.
- 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.
- Cisneros C., (1996). Estudio Geoquímico Preliminar de la Dispersión Primaria Asociada a Algunos Yacimientos. Tesis universitaria.
- Zapana E. & Uribe E. (2010). Avances En La Reinterpretación Geológica Y Sus Implicancias En La Determinación De “Targets” De Exploración, Distrito Minero Raura
- Dávila J., (2011). Diccionario Geológico. INGEMMET.
- Gallardo D., (1983). Geoquímica de Exploración. Servicio de Geología y Minería
Goldschmidt V. 1937 The principle of distribution of chemical elements in minerals and rocks J. Chem. Soc. 665-673 Pág. Hawkes y Webb 1962 Geochemistry in Mineral Exploration: Harper's Geoscience Series.
- Hurtado Y., (2002). Prospección Geoquímica del Cuadrángulo de Chalhuanca (29-p) inventario de recursos minerales. Tesis universitaria.
- Jacay J., (1995). Geología del Cuadrángulo de Singa (19-j). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Prieto G., (2011). Manual de Geoquímica – Muestreo de ultra baja densidad y de baja, media y alta densidad.
- Mejía I., (2009). Prospección Geoquímica Superficial del Prospecto Huayquishongo Provincia de San Pablo Departamento de Cajamarca. Tesis universitaria.
- Zorrilla A., (1993). Introducción a la metodología de investigación, 11 Edición

- Ovchinnikov, L. N., and Grigoryan, S. V., (1971). Vertical Zoning of Primary halos. In Scientific Principles of Geochemical Methods for Prospecting for Deep-lying Ore Deposits Perel man 1967 Geochemistry of Epigenesis.
- Rivasplata V., (2012). Geología y Geoquímica del Prospecto Andrea, Área de Exploración Regional de Minera Yanacocha – Cajamarca. Tesis universitaria.
- Rivera H., (2007). Introducción a la Geoquímica General y Aplicada. Editorial Lima Gráf. Retai. Pág. 323-392 Rose 1979 Geochemistry in Mineral Exploration.
- Villadevall M., (2008). La Prospección Geoquímica, Universidad de Barcelona Whittaker, E. J. W. y Muntus R. 1970. Ionic radii for use in geochemistry. Geochimica Cosmochimica.

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de Datos



FOTO N° 1.- Método de muestreo mediante Pionjar. UTM: 309800 E, 8842953 N.



FOTO N° 2.- Método de muestreo mediante canal. UTM: 310000 E, 8843253 N.



FOTO N° 3.- Epidota en fracturas y clastos de brecha volcánica. UTM: 309963 E, 8842643 N.



FOTO N° 4.- Brecha volcánica con clastos de caliza. UTM: 309975 E, 8842633 N.



FOTO N° 5.- Venillas de cuarzo en la granodiorita cerca al contacto con las cuarzomonzonita. UTM: 308472 E, 8842905 N.



FOTO N° 6.- Venas y/o diques de cuarzomonzonita en la granodiorita. UTM: 308264 E, 8842644 N.



FOTO N° 7.- Venillas de cuarzo en la granodiorita. UTM: 308391 E, 8842900 N.



FOTO N° 8.- Dique de cuarzomonzonita en la granodiorita. UTM: 308350 E, 8842677 N.



FOTO N° 9.- Xenolito de posible composición granodiorita dentro de la cuarzomonzonita. UTM: 308486 E, 8842913 N.



FOTO N° 10.- Dique de guijarros que cortan a la granodiorita y cuarzomonzonita. UTM: 308221 E, 8842685 N.



FOTO N° 11.- dique de cuarzomonzonita que corta a las brechas volcánicas del volcánico Raura 1. UTM: 308114 E, 8842558 N.



FOTO N° 12.- Brechas volcánicas matriz dacítica, clastos de brecha de una generación anterior. UTM: 309338 E, 8841381 N.



FOTO N° 13.- Afloramientos de cuarzomonzonita con sistema de fallamientos E-W, alteración argílica y limonita controlado por el fallamiento. UTM: 308375 E, 8843025 N.



FOTO N° 14.- Contacto entre granodiorita y subvolcánico dacita fuertemente silicificada y presencia de pirita. UTM: 308778 E, 8841746 N.



FOTO N° 15.- Contacto entre granodiorita y subvolcánico dacita fuertemente silicificada y presencia de pirita. UTM: 308816 E, 8841796 N.



FOTO N° 16.- Posibles remanentes de Cuellos volcánico constituidos por brechas volcánicas, emplazados en las calizas con estratificación caótica de la Formación Jumasha 2. UTM: 309687 E, 8841337 N.



FOTO N° 17.- Posibles remanentes de Cuellos volcánico constituidos por brechas volcánicas, emplazados en las calizas con estratificación caótica de la Formación Jumasha 2. UTM: 309773 E, 8841132 N.



FOTO N° 18.- Vista mirando al Oeste, se observa la alteración argílica a partir de fracturas y fallamientos del sistema estructural E-W, en la zona denominada Tajo Greta. UTM: 309186 E, 8843671 N.



FOTO N° 19.- Vista mirando al Sureste, se observa los “Mantos Puyhuancocha” con abundante pirolusita, emplazados en las calizas de la Formación Jumasha 3. UTM: 309588 E, 8843727 N.



FOTO N° 20.- Vista mirando al Noroeste, se observa los “Mantos Puyhuanmina” con abundante pirolusita, emplazados en las calizas de la Formación Jumasha 3. UTM: 309837 E, 8843551 N.



FOTO N° 21.- Vista mirando al Este, se observa la Falla – veta Santa Rosa, emplazado en los volcánicos Raura 2. UTM: 308641 E, 8843250 N.



FOTO N° 22.- Se observa la Falla – veta Santa Rosa, con abundante sílice residual y pirita, emplazado en los volcánicos Raura 2. UTM: 308735 E, 8843254 N.



FOTO N° 23.- Ramal de la Falla Farallón (Dextral) en la margen derecha de la carretera Raura – Oyón. UTM: 309120 E, 8842572 N.



FOTO N° 24.- Vista mirando al Noroeste, posiblemente la continuación de la Falla Farallón en la zona de Santa Rosa, nótese la abundante pirita. UTM: 308655 E, 8842894 N.



FOTO N° 25.- Abundante venilleo de pirolusita y calcita transversales a la estratificación, emplazados en las calizas de la Formación Jumasha 3 de la zona Puyhuancocha. UTM: 309892 E, 8843377 N.



FOTO N° 26.- Mantos de pirolusita emplazados en las calizas de la Formación Jumasha 3, en el sector denominado Mantos Puyhuancocha. UTM: 309922 E, 8843522 N.

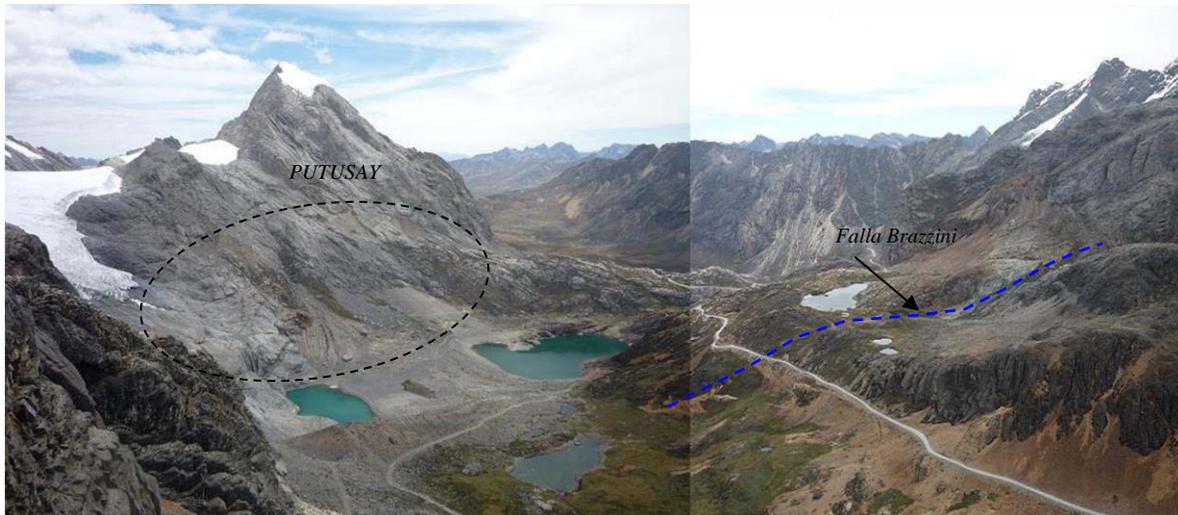


FOTO N° 27.- Vista panorámica mirando al Suroeste se observa la anomalía Putusay – Brazzini. UTM: 309930 E, 8842664 N.

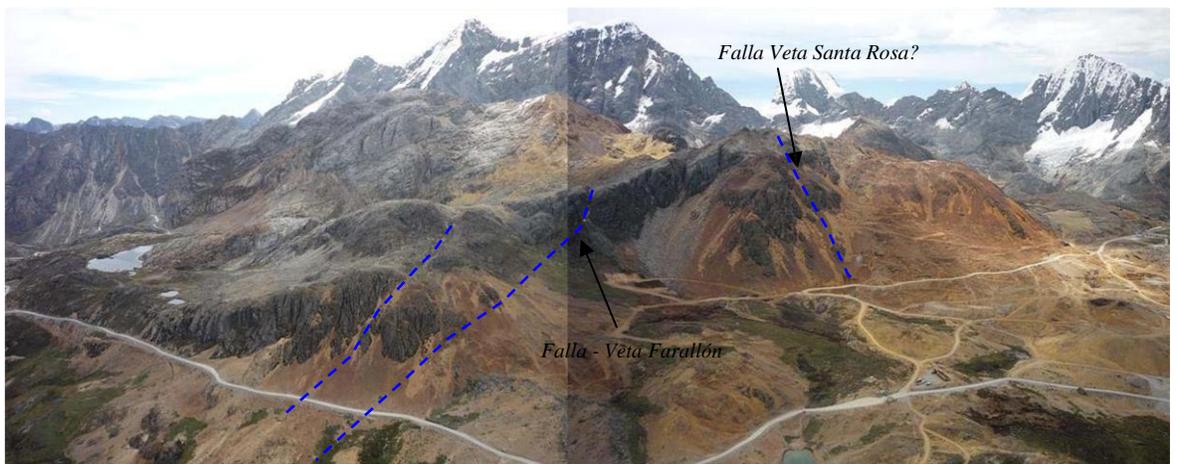


FOTO N° 28.- Vista panorámica mirando al Noroeste se observa la anomalía Santa Rosa – Margot. UTM: 309930 E, 8842664 N.



FOTO N° 29.- Vista panorámica mirando al Sureste, se observa la anomalía Victorias. UTM: 308833 E, 8843441 N.

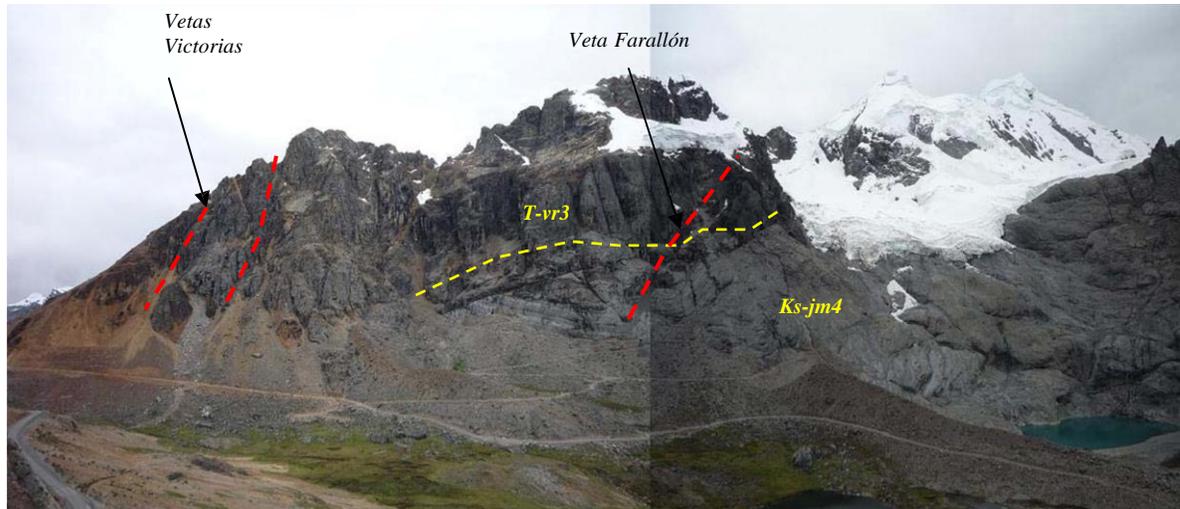


FOTO N° 30.- Vista panorámica mirando al Este, se observa la anomalía Farallón – Victorias. UTM: 309019 E, 8842231 N.

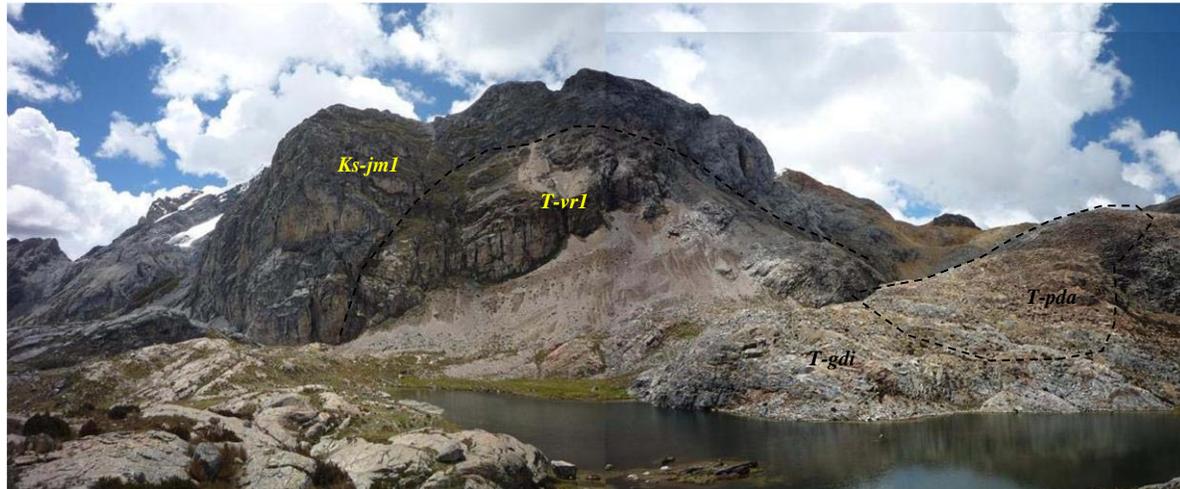
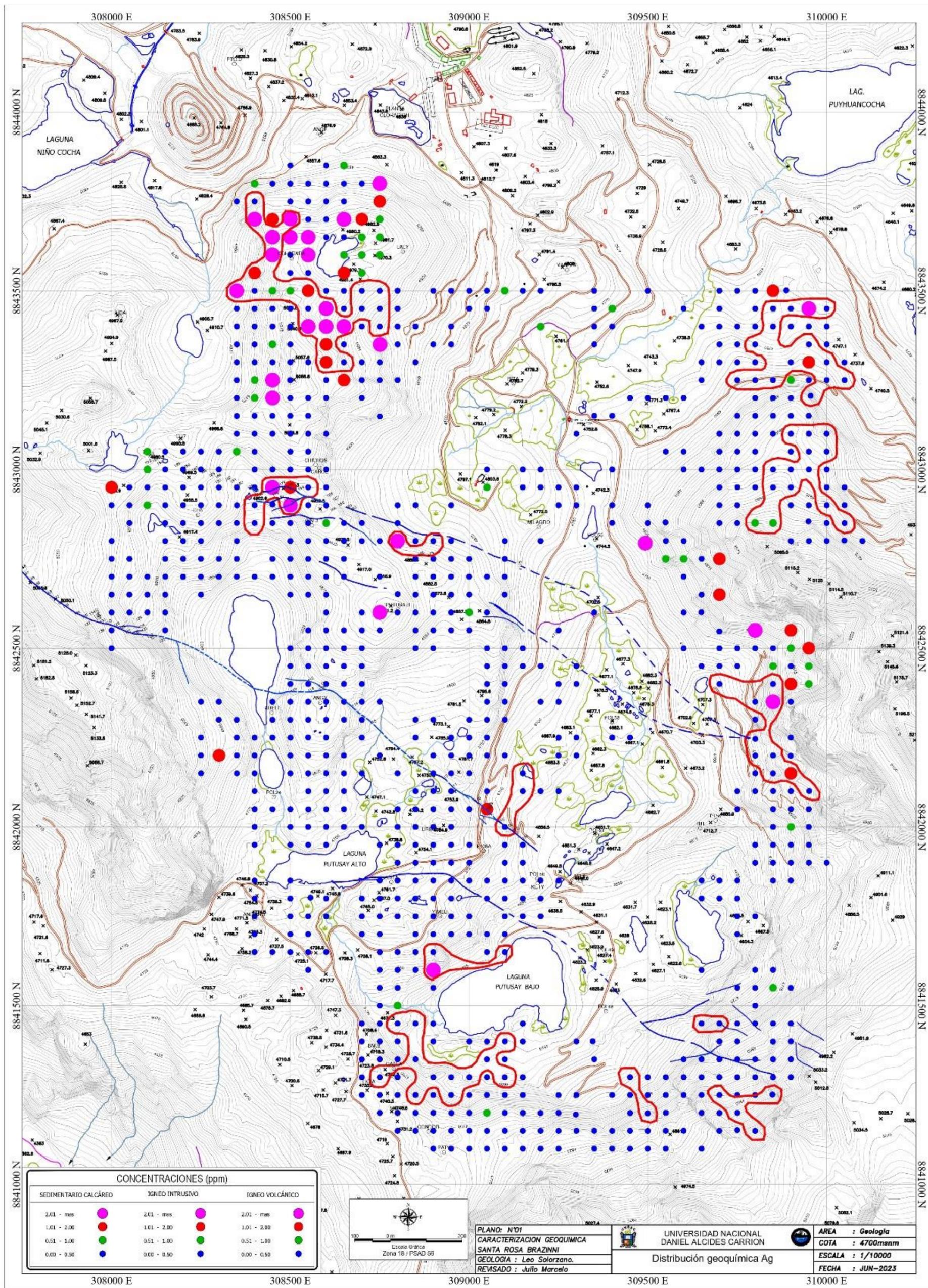


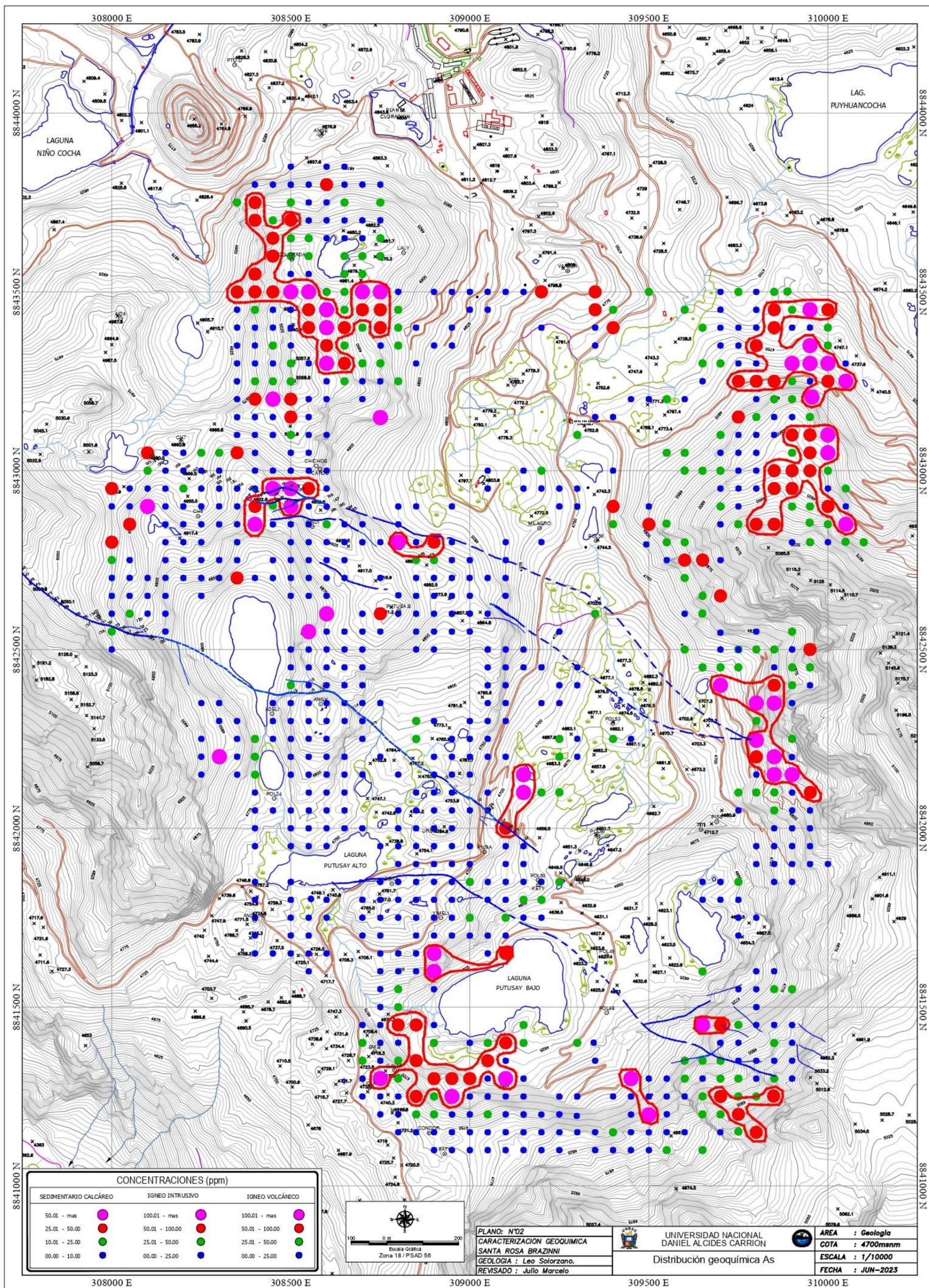
FOTO N° 31.- Vista panorámica mirando al Oeste, se observa contacto de las calizas con las brechas volcánicas del Volcánico Raura 1 en el sector Jimena. UTM: 308753 E, 8841845 N.



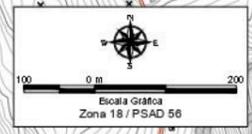
FOTO N° 32.- Vista panorámica mirando al Suroeste, se observa contacto de la granodiorita con el complejo de brechas volcánicas del sector Pórfido. UTM: 308089 E, 8843040 N.



LAMINA 1. Distribución geoquímica de la Plata (Ag), Proyecto Santa Rosa - Brazinni, Raura



CONCENTRACIONES (ppm)		
SEDIMENTARIO CALCÁREO	IGNEO INTRUSIVO	IGNEO VOLCÁNICO
50.01 - mas	100.01 - mas	100.01 - mas
25.01 - 50.00	50.01 - 100.00	50.01 - 100.00
10.01 - 25.00	25.01 - 50.00	25.01 - 50.00
00.00 - 10.00	00.00 - 25.00	00.00 - 25.00

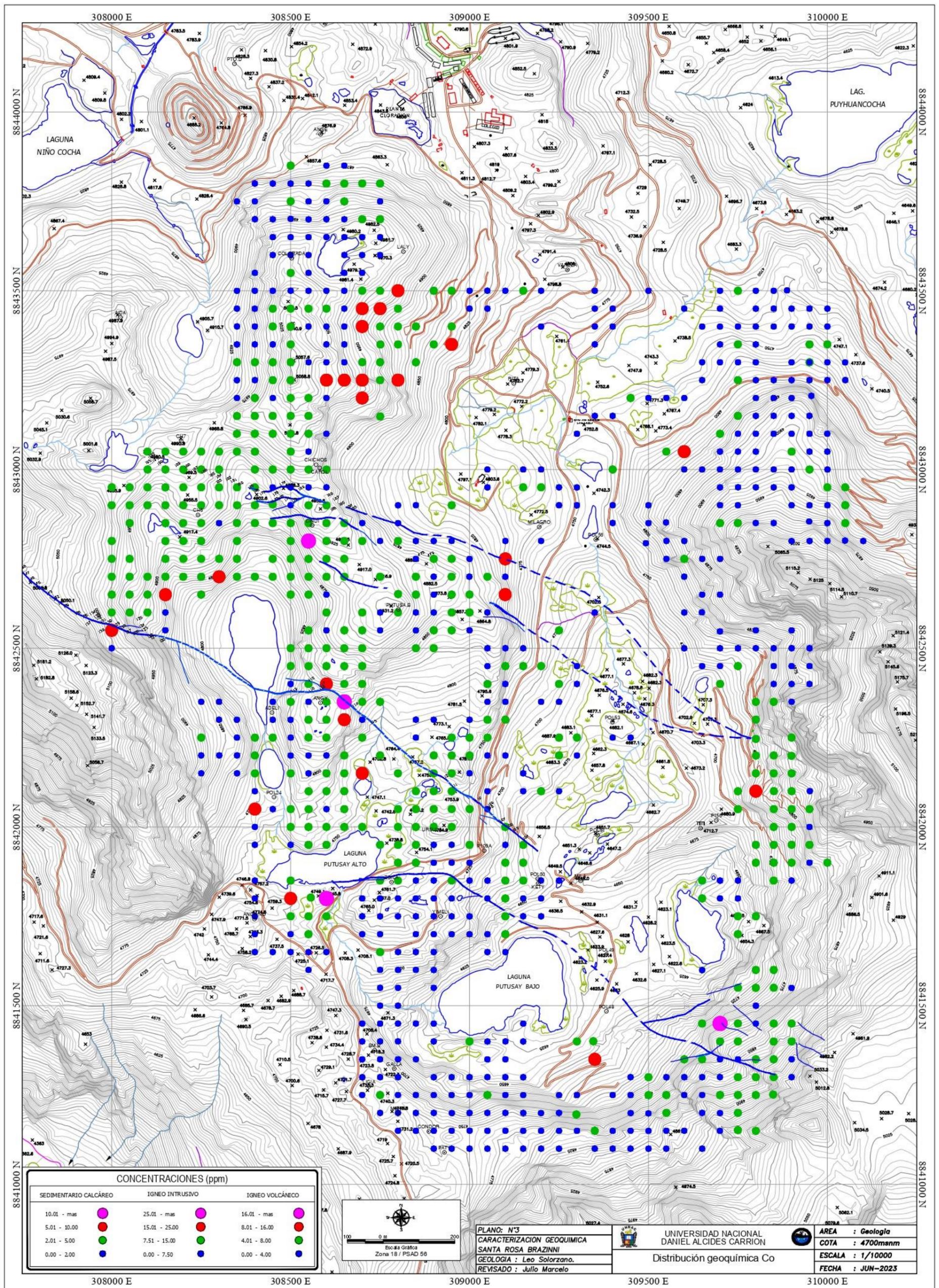


PLANO: N°02
 CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA
 SANTA ROSA BRAZINNI
 GEOLOGÍA : Leo Solorzano.
 REVISADO : Julio Marcelo

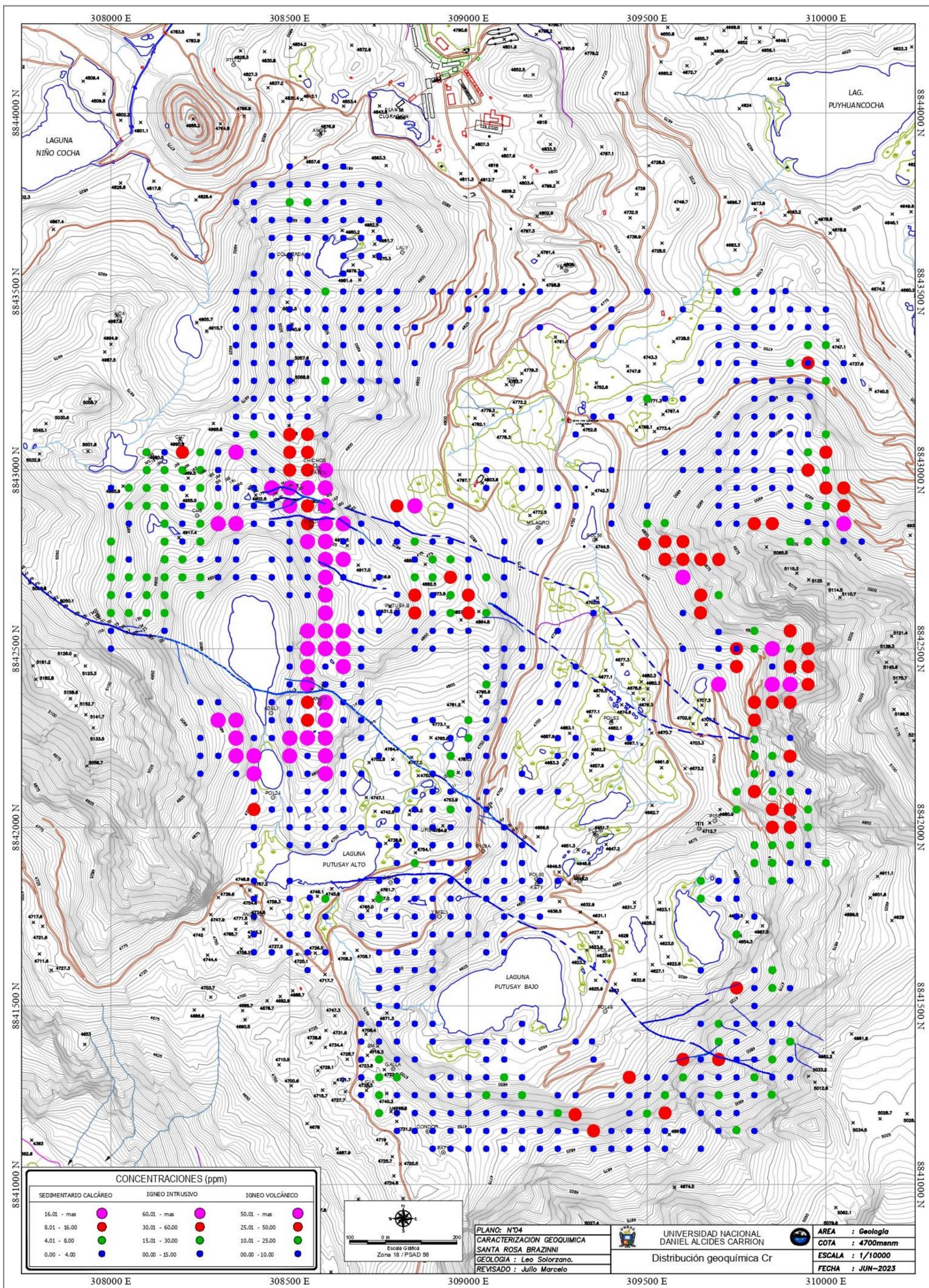
UNIVERSIDAD NACIONAL
 DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 Distribución geoquímica As

AREA : Geología
 COTA : 4700msnm
 ESCALA : 1/10000
 FECHA : JUN-2023

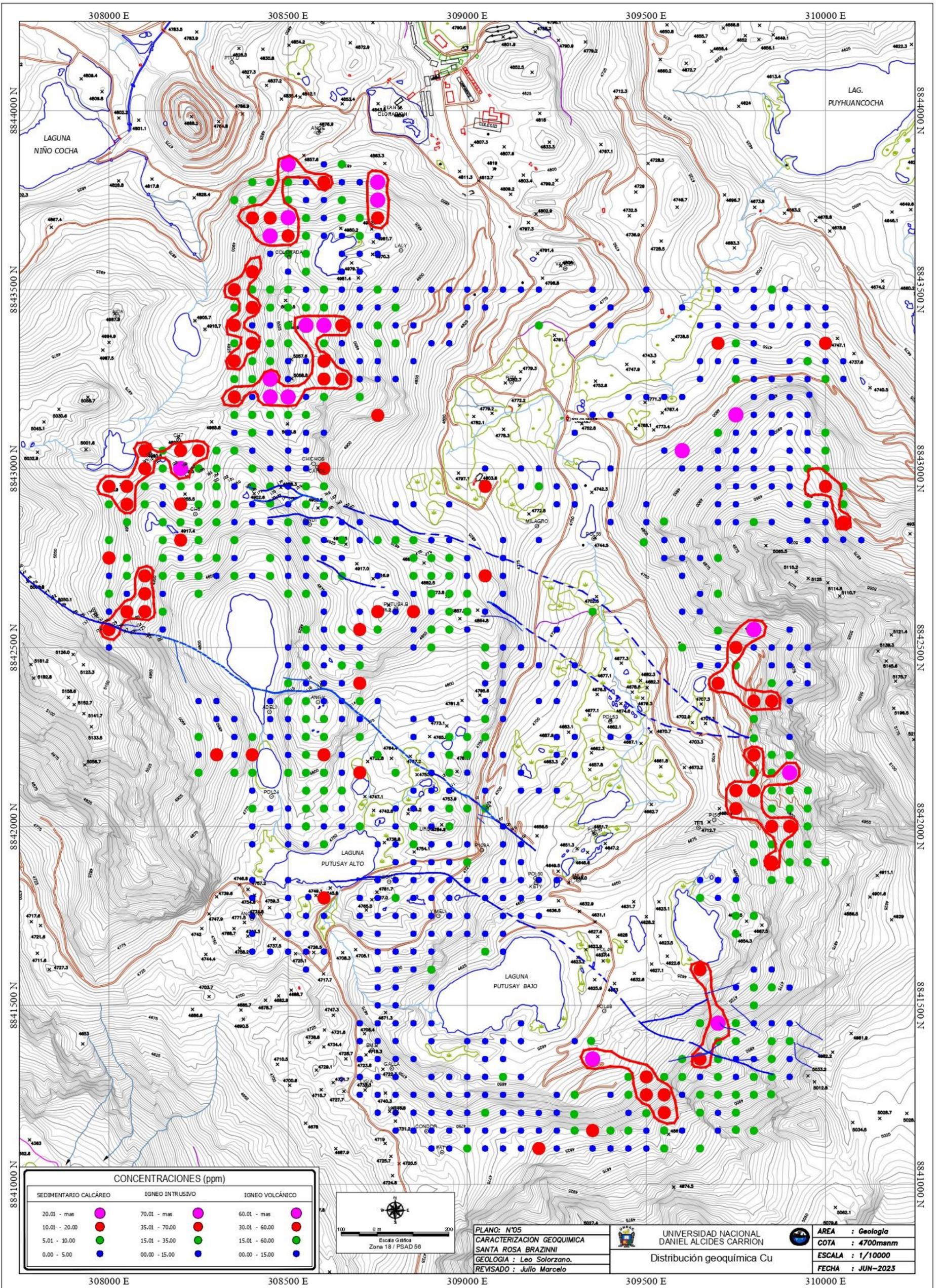
LAMINA 2. Distribución geoquímica del Arsenico (As), Proyecto Santa Rosa - Brazinni, Raura



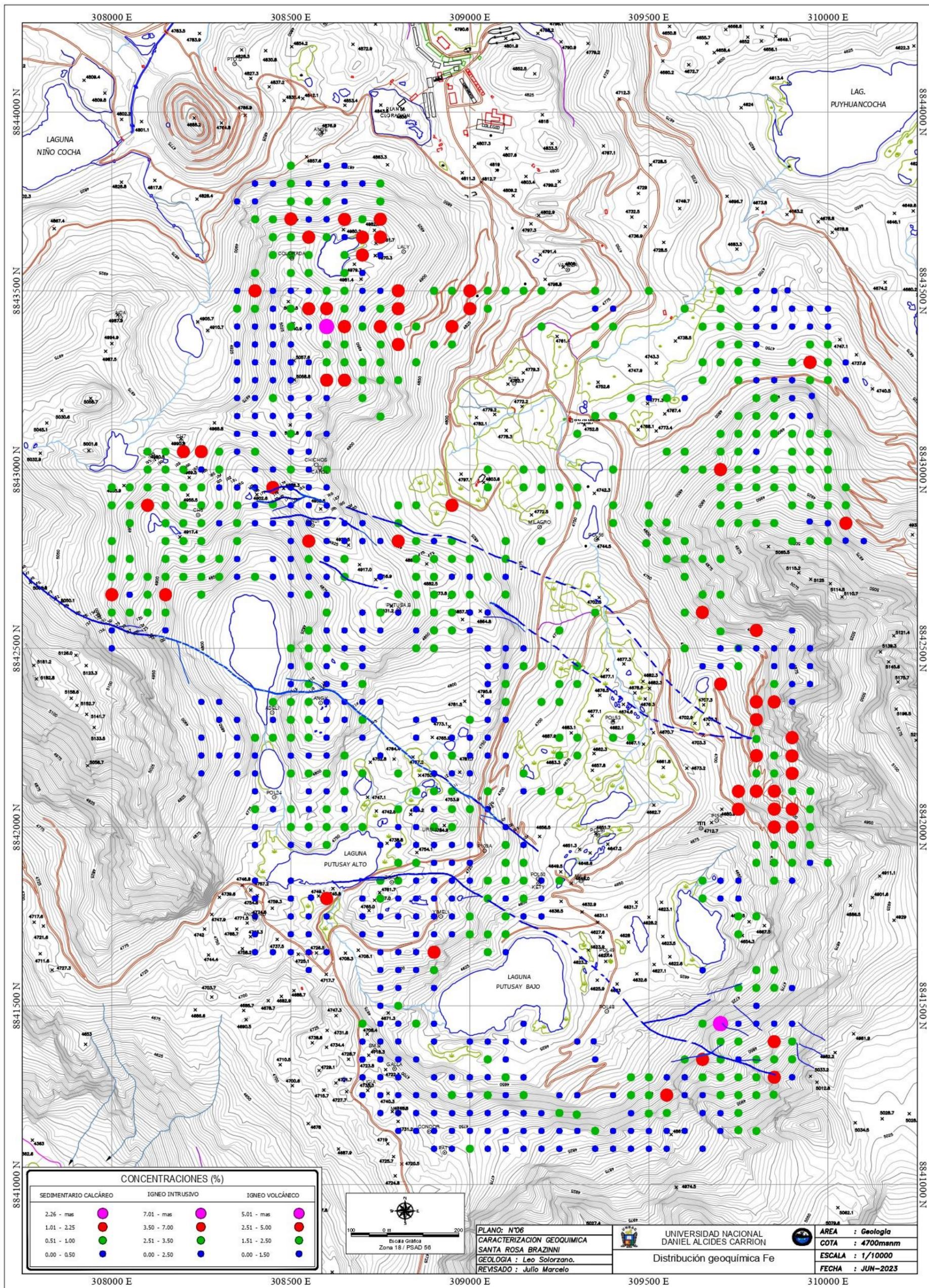
LAMINA 3. Distribución geoquímica del Cobalto (Co), Proyecto Santa Rosa - Brazinni, Raura



LAMINA 04. Distribución geoquímica del Cromo (Cr), Proyecto Santa Rosa - Brazinni, Raura



LAMINA 05. Distribución geoquímica del Cobre (Cu), Proyecto Santa Rosa - Brazinni, Raura



CONCENTRACIONES (%)		
SEDIMENTARIO CALCÁREO	IGNEO INTRUSIVO	IGNEO VOLCÁNICO
2.26 - mas	7.01 - mas	5.01 - mas
1.01 - 2.25	3.50 - 7.00	2.51 - 5.00
0.51 - 1.00	2.51 - 3.50	1.51 - 2.50
0.00 - 0.50	0.00 - 2.50	0.00 - 1.50

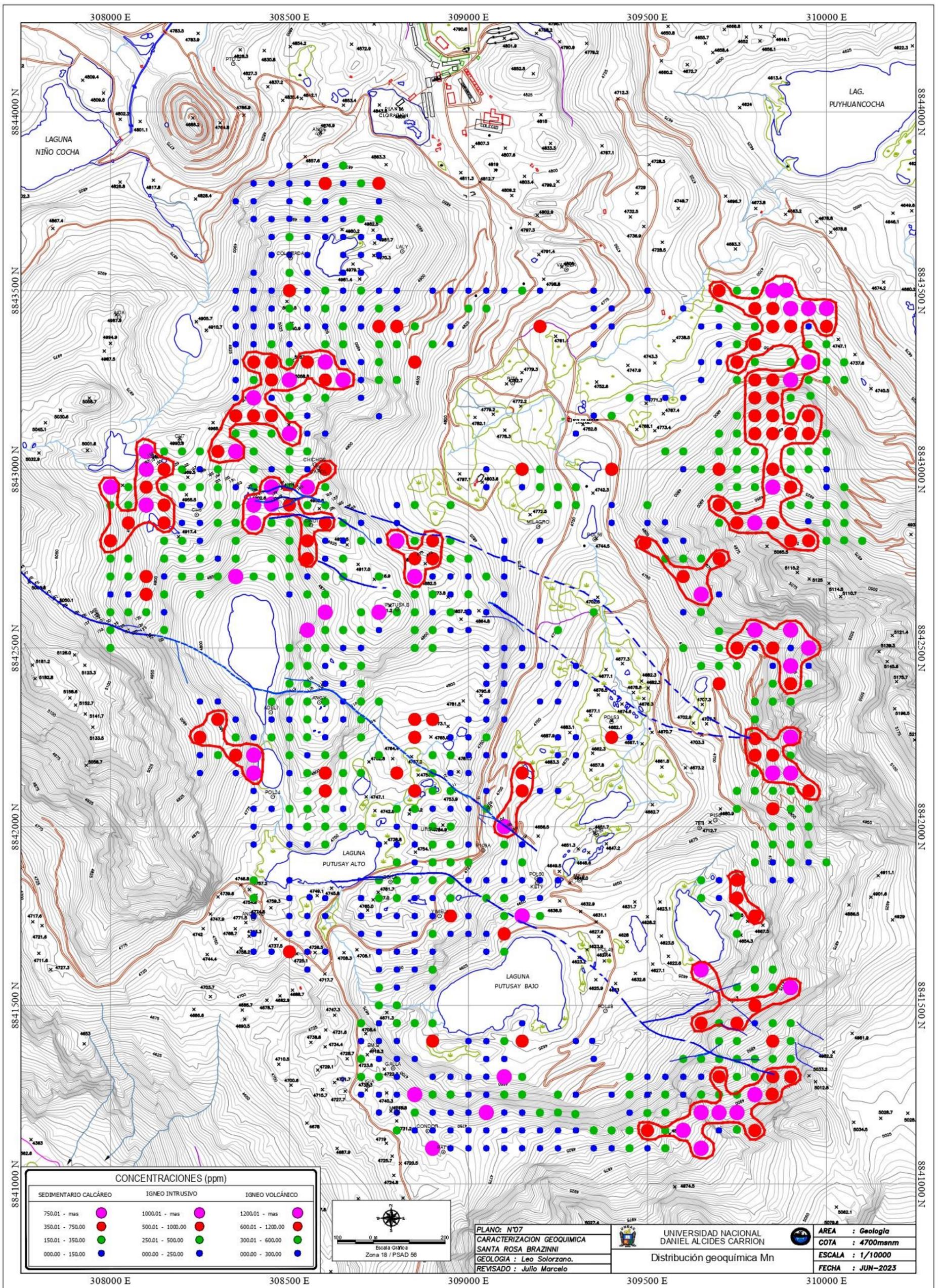


PLANO: N°06
 CARACTERIZACION GEOQUIMICA
 SANTA ROSA BRAZINNI
 GEOLOGIA : Leo Solorzano.
 REVISADO : Julio Marcelo

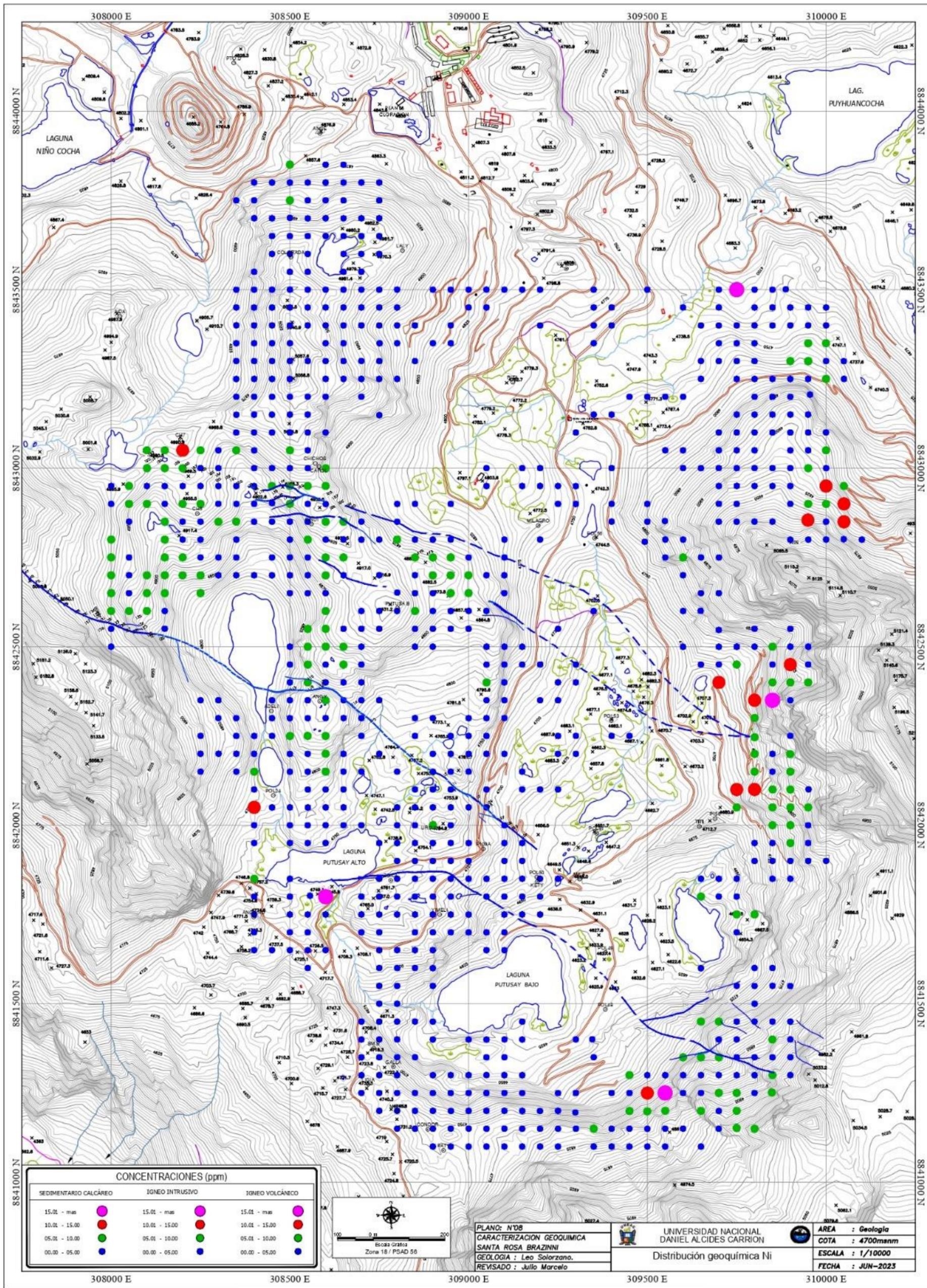
UNIVERSIDAD NACIONAL
 DANIEL ALCIDES CARRION
 Distribución geoquímica Fe

AREA : Geología
 COTA : 4700msnm
 ESCALA : 1/10000
 FECHA : JUN-2023

LAMINA 6. Distribución geoquímica del Hierro (Fe), Proyecto Santa Rosa - Brazinni, Raura



LAMINA 7. Distribución geoquímica del Manganeso (Mn), Proyecto Santa Rosa - Brazinni, Raura



CONCENTRACIONES (ppm)		
SEDIMENTARIO CALCÁREO	IGNEO INTRUSIVO	IGNEO VOLCÁNICO
15.01 - mas	15.01 - mas	15.01 - mas
10.01 - 15.00	10.01 - 15.00	10.01 - 15.00
05.01 - 10.00	05.01 - 10.00	05.01 - 10.00
00.00 - 05.00	00.00 - 05.00	00.00 - 05.00



PLANO: N°08
 CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA
 SANTA ROSA BRAZINNI
 GEOLOGÍA: Leo Solorzano.
 REVISADO: Julio Marcelo

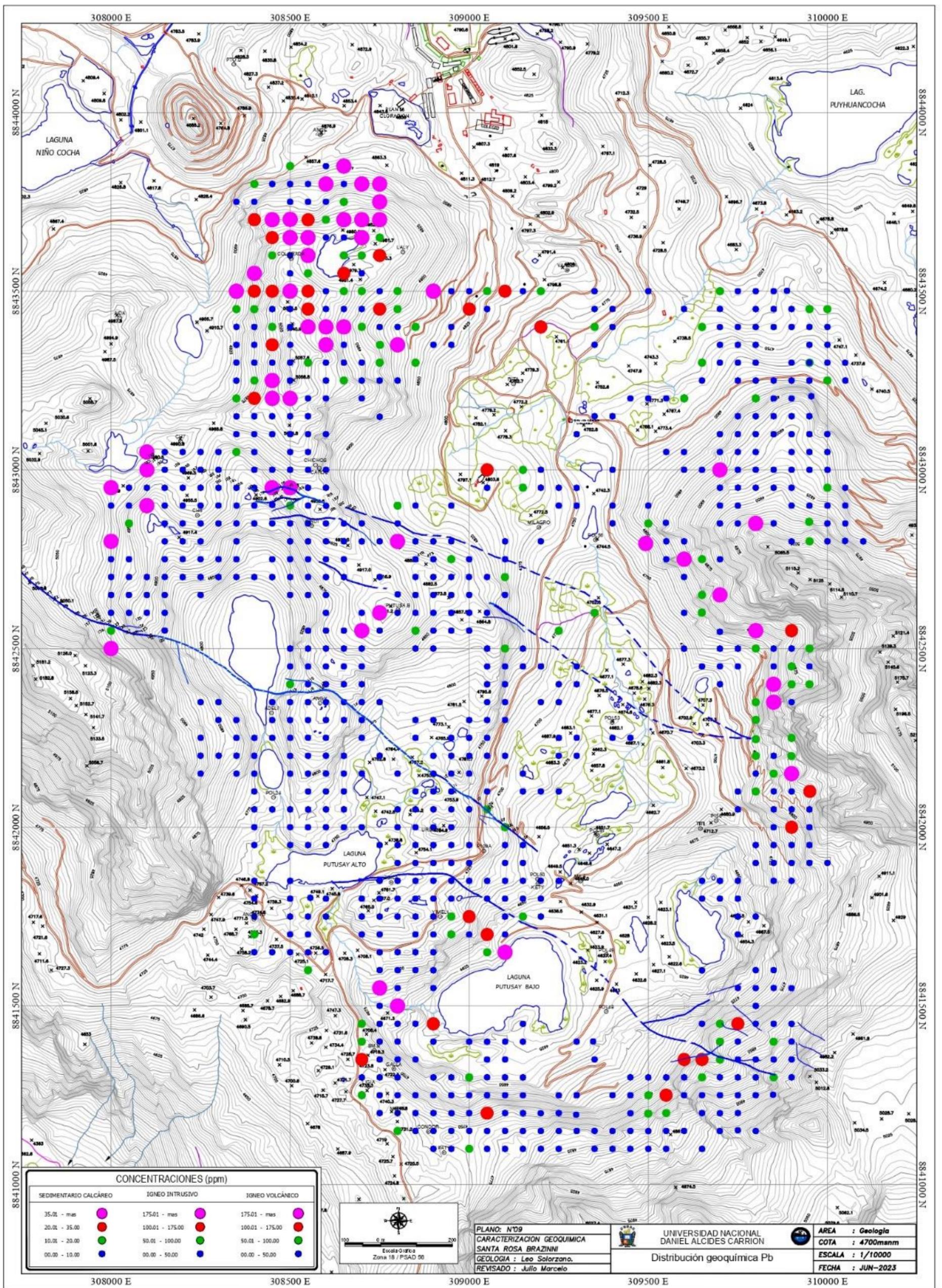


UNIVERSIDAD NACIONAL
 DANIEL ALCIDES CARRION
 Distribución geoquímica Ni

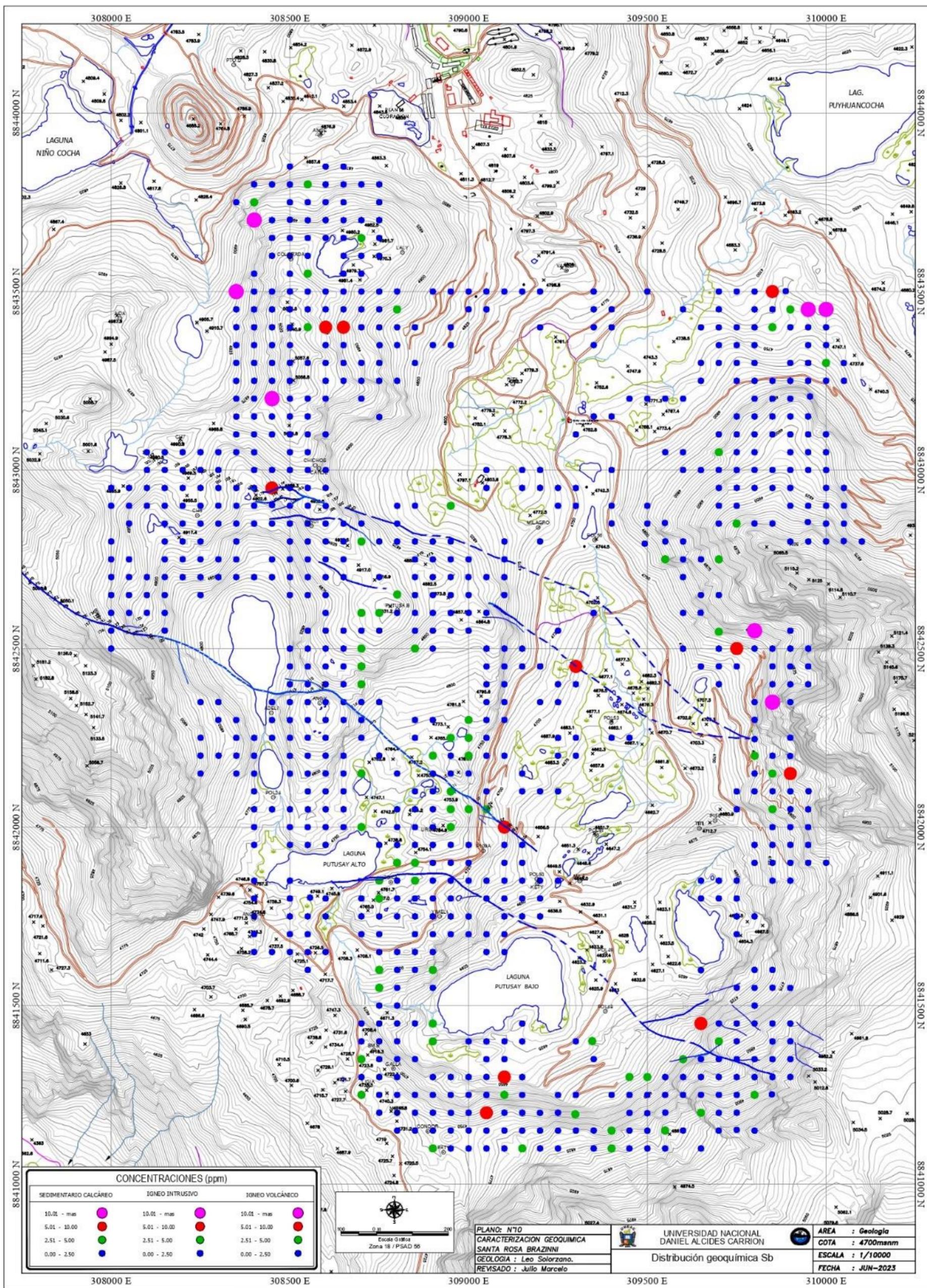


AREA : Geología
 COTA : 4700msnm
 ESCALA : 1/10000
 FECHA : JUN-2023

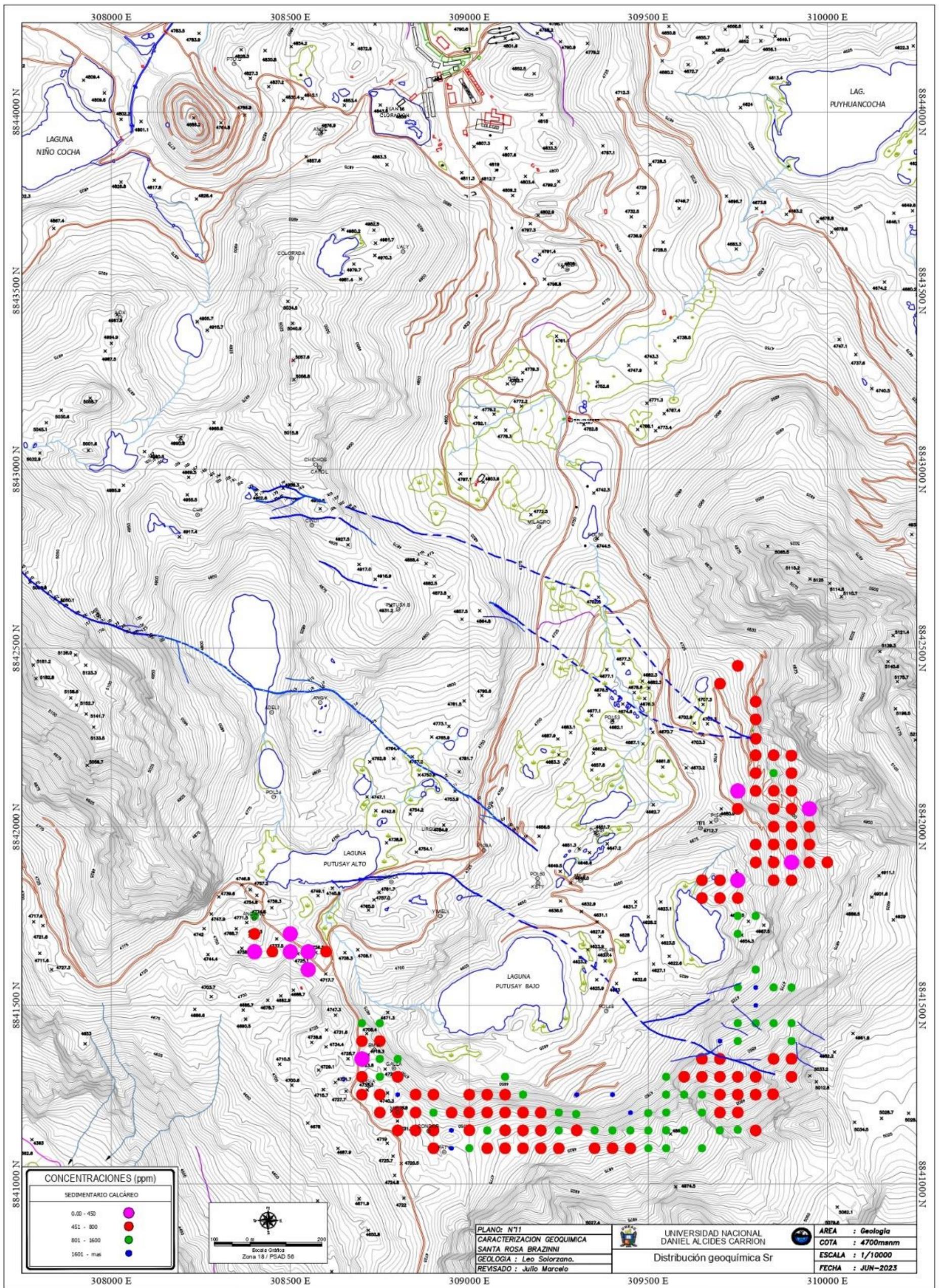
LAMINA 8. Distribución geoquímica del Niquel (Ni), Proyecto Santa Rosa - Brazinni, Raura



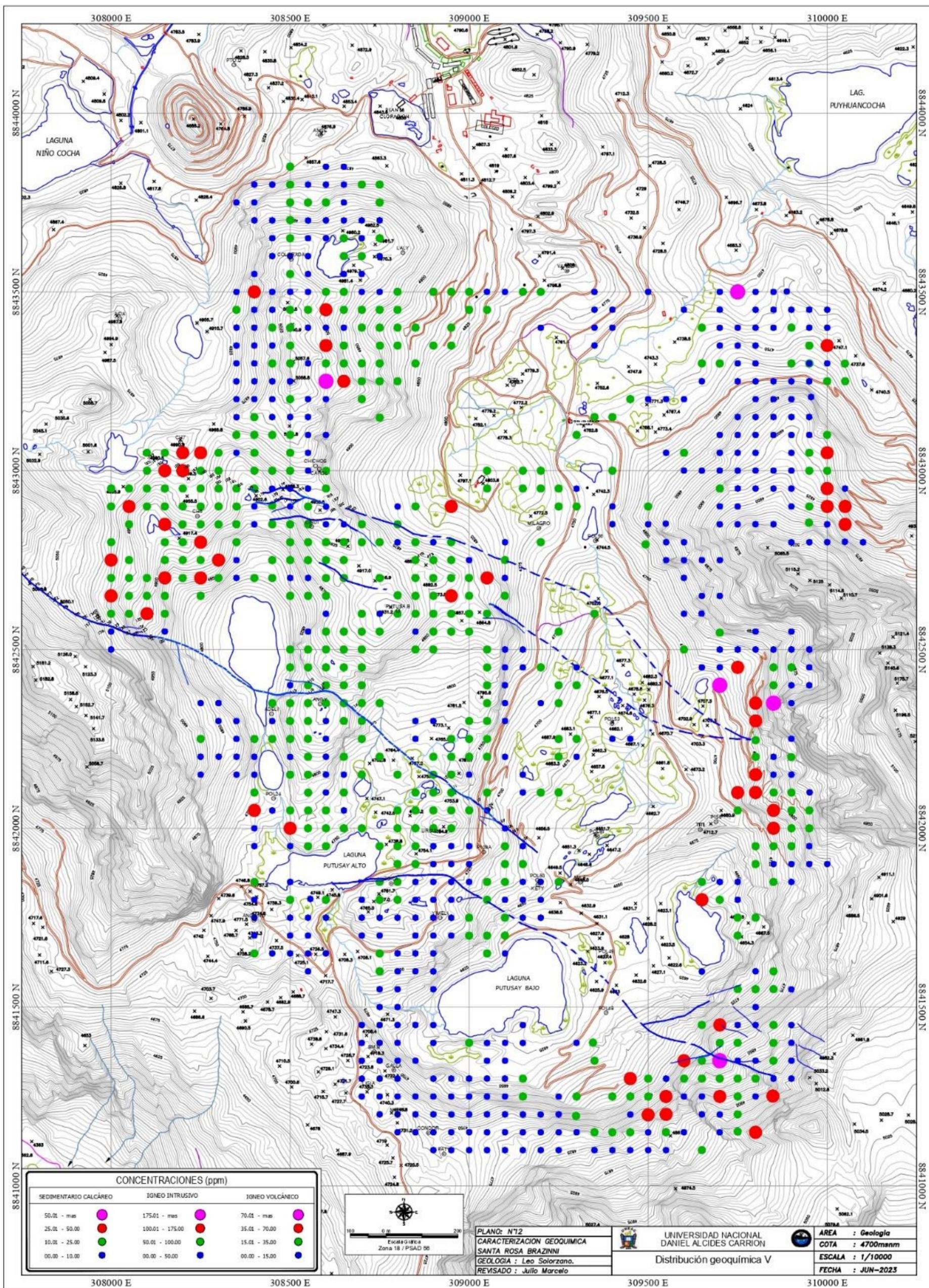
LAMINA 9. Distribución geoquímica del Plomo (Pb), Proyecto Santa Rosa - Brazinni, Raura



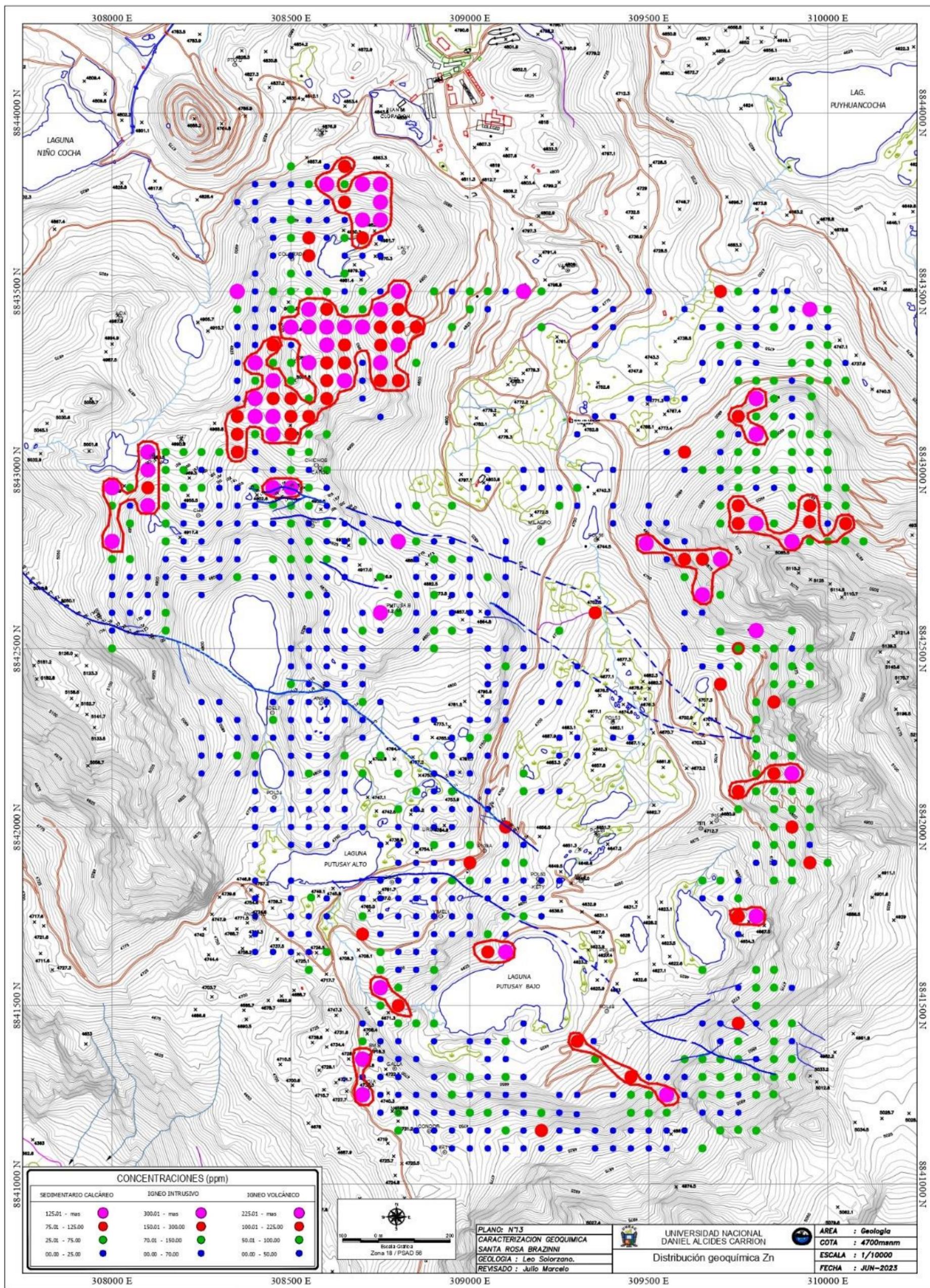
LAMINA 10. Distribución geoquímica del Antimonio (Sb), Proyecto Santa Rosa - Brazinni, Raura



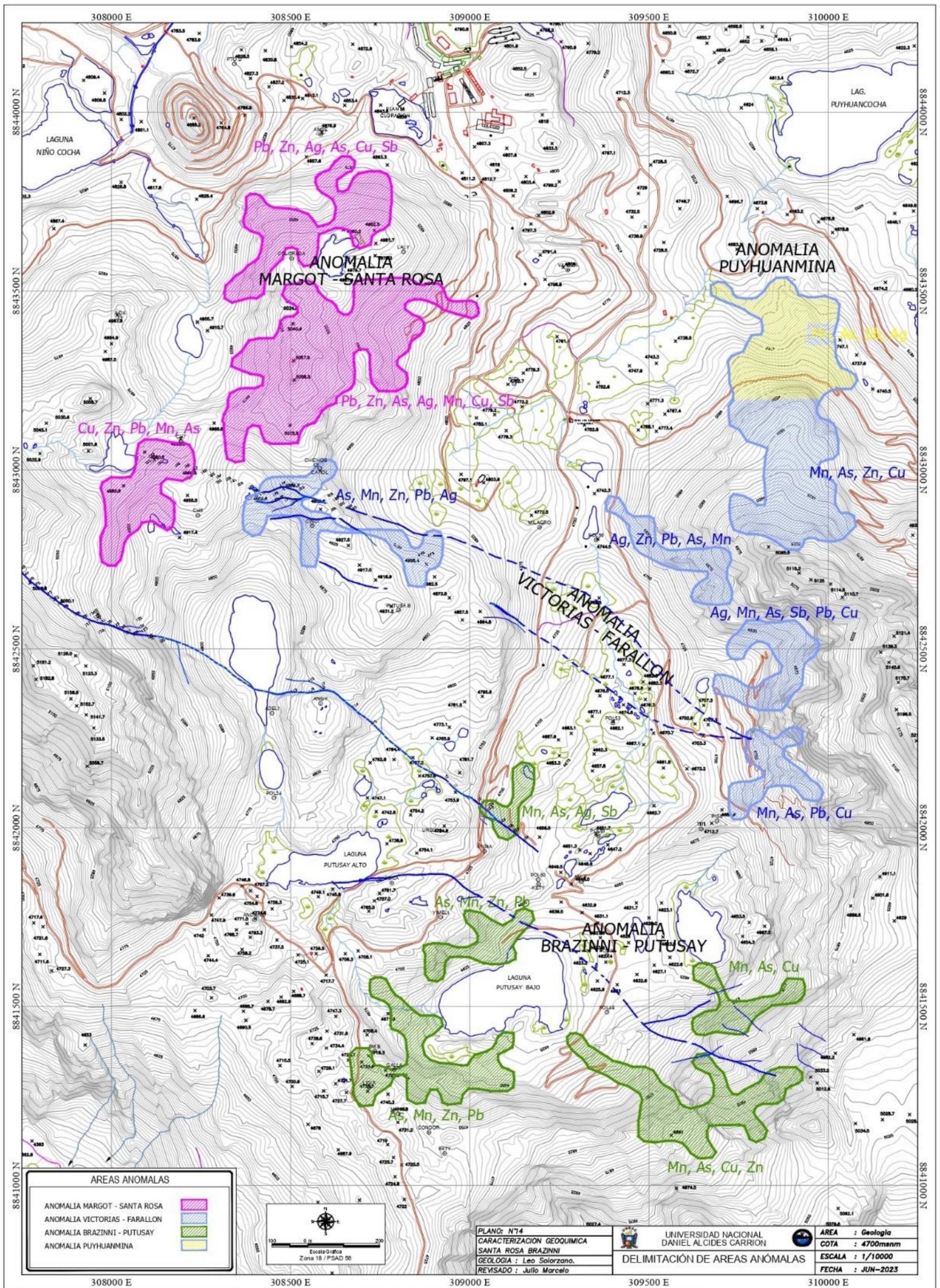
LAMINA 11. Distribución geoquímica del Estroncio (Sr), Proyecto Santa Rosa - Brazinni, Raura



LAMINA 12. Distribución geoquímica del Vanadio (V), Proyecto Santa Rosa - Brazinni, Raura



LAMINA 13. Distribución geoquímica del Zinc (Zn), Proyecto Santa Rosa - Brazinni, Raura



LAMINA 14. Delimitación de anomalías geoquímicas, Proyecto Santa Rosa - Brazinni, Raura

