



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y
METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



CARACTERIZACIÓN DE ROCAS VOLCANICAS PARA
DETERMINAR LA OCURRENCIA DEL LITIO EN LA
CONCESION FALCHANI-CORANI-PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. OSCAR CLOVALDO HANCCO QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

PUNO - PERÚ

2022



DEDICATORIA

*A mis padres: Francisco y
Damiana, por su gran apoyo
incondicional, por su amor y
comprensión, que han hecho posible
la culminación de mi formación
Académica,*

*A mi hermano Amílcar por
su apoyo moral y por todos los
momentos divertidos que compartí a
lo largo de mi vida.*

*A mi madrina Ruth por sus
consejos y por los valores que me ha
inculcado desde muy pequeño.*

Oscar Hanco



AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar al Ing. Georges Florencio Llerena Peredo y al Ing. Roger Aliaga, por el asesoramiento y apoyo mostrado durante la elaboración de este proyecto agradezco también a mi alma mater la Universidad Nacional Del altiplano, a los docentes de la escuela Profesional de Ingeniería Geológica por sus enseñanzas vertidas a mi persona por la formación profesional.

Finalmente, mi agradecimiento al Dr. Ulises Raúl Solís, y a los Ingenieros de la empresa Macusani Yellowcacke S.A.C. por facilitarme la información necesaria y a todas aquellas personas que de alguna forma me han apoyado para la culminación de este proyecto.

Oscar Hanco



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 13

ABSTRACT..... 14

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 16

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 16

1.2.1 Problema general 16

1.2.2 Problemas específicos..... 16

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA..... 17

1.3.1 Justificación Teórica 17

1.3.2 Justificación Practica 17

1.3.3 Justificación Metodológica 18

1.4 OBJETIVOS 18

1.4.1 Objetivo general..... 18

1.4.2 Objetivos específicos 18

1.5 HIPÓTESIS DEL TRABAJO..... 18

1.5.1 Hipótesis general 18

1.5.2 Hipótesis específicas..... 18



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

| | |
|--|-----------|
| 2.1 ANTECEDENTES..... | 19 |
| 2.2 VULCANISMO..... | 21 |
| 2.2.1 Volcanes | 22 |
| 2.3 ORÍGEN NATURAL DEL LITIO | 22 |
| 2.3.1 Salmueras naturales | 23 |
| 2.3.2 Depósitos de litio en pegmatitas o roca dura | 24 |
| 2.3.3 Depósitos de arcilla..... | 25 |
| 2.4 MINERALOGÍA | 27 |
| 2.4.1 Espodumena..... | 28 |
| 2.4.2 Petalita | 28 |
| 2.5 FALLAS GEOLÓGICAS | 29 |
| 2.5.1 Fallas activas e inactivas..... | 29 |
| 2.5.2 Falla normal | 29 |
| 2.5.3 Falla inversa..... | 30 |
| 2.5.4 Falla de desgarre o de desplazamiento de rumbo | 30 |
| 2.5.5 Teoría detrás de Riedel | 31 |

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

| | |
|--|-----------|
| 3.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN..... | 33 |
| 3.1.1 Tipo de investigación..... | 33 |
| 3.1.2 Población de estudio | 33 |
| 3.1.3 Muestra y diseño muestral | 33 |
| 3.2 ETAPAS DE INVESTIGACIÓN..... | 33 |



| | |
|---|-----------|
| 3.2.1 Etapa 1: Recopilación y revisión de bibliografía..... | 33 |
| 3.2.2 Etapa 2: Trabajo de campo | 34 |
| 3.2.3 Etapa 3: Trabajo de gabinete | 35 |
| 3.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 35 |
| 3.3.1 Equipos de campo..... | 35 |
| 3.3.2 Equipos de perforación | 36 |
| 3.4 TRABAJO DE CAMPO | 36 |
| 3.4.1 Caracterización mineralógica de las rocas volcánicas..... | 36 |
| 3.4.2 Muestreo Geoquímico | 37 |
| CAPÍTULO IV | |
| CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO | |
| 3.5 GENERALIDADES | 43 |
| 4.1.1 Ubicación geográfica y política | 43 |
| 4.1.2 Accesibilidad | 43 |
| 4.1.3 Clima y Temperatura | 44 |
| 4.1.4 Relieve | 45 |
| 4.1.5 Flora y Fauna | 46 |
| 4.2 GEOMORFOLOGÍA LOCAL..... | 46 |
| 4.2.1 Unidades Geomorfológicas | 46 |
| 4.2.2 Unidad de Montaña..... | 47 |
| 4.3 GEOLOGÍA REGIONAL..... | 49 |
| 4.3.1 Paleozoico..... | 49 |
| 4.3.2 Mesozoico..... | 52 |
| 4.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL | 55 |
| 4.4.1 Falla Regional | 56 |



| | |
|---------------------------------|----|
| 4.4.2 Fallas Normales | 56 |
| 4.4.3 Análisis Estructural..... | 57 |

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

| | |
|--|-----------|
| 5.1 IDENTIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS | 59 |
| 5.1.1 Riolita del Miembro Sapanuta Nm-qu/s | 59 |
| 5.1.2 Tobas Litíferas | 60 |
| 5.1.3 Descripción Petrográfica | 61 |
| 5.2 ANÁLISIS GEOQUÍMICO ICP MS - LITIO | 71 |
| 5.2.1 Interpolacion IDW | 72 |
| 5.2.2 Resultados análisis geoquímicos de perforaciones diamantinas | 74 |
| 5.2.3 Perfiles Geológicos | 76 |
| VI. CONCLUSIONES | 81 |
| VII. RECOMENDACIONES | 82 |
| VIII. REFERENCIAS | 83 |
| ANEXOS..... | 86 |
| 1. PANEL FOTOGRÁFICO | 86 |
| 2. CUADROS..... | 89 |

TEMA: Caracterización de Rocas Volcánicas para determinar la ocurrencia de Litio.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Ingeniería Geológica

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 19 de Setiembre del 2022



ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|---|----|
| Figura 1. | Distribución geográfica de los recursos mundiales del litio por país. | 19 |
| Figura 2. | Partes de una Erupción Volcánica. | 21 |
| Figura 3. | Formación de un Salar en una cuenca endorreica. | 24 |
| Figura 4. | Modelo de una cuenca volcánico-tectónica de la Puna y su relleno clástico. | 25 |
| Figura 5. | Mineral de donde se extrajo por primera vez litio. | 29 |
| Figura 6. | Esquema de una falla Normal. | 30 |
| Figura 7. | Esquema de una falla Inversa. | 30 |
| Figura 8. | Esquema de la falla de San Andrés (EEUU). | 31 |
| Figura 9. | Esquema de un sistema RIEDEL. | 32 |
| Figura 10. | Mapeo litológico. | 37 |
| Figura 11. | Secciones delgadas | 37 |
| Figura 12. | Toma de muestras y codificación de bolsa. | 38 |
| Figura 13. | Realizado de trincheras para encontrar el afloramiento. | 39 |
| Figura 14. | Instalación de plataforma de perforación. | 40 |
| Figura 15. | Testigos de Perforación. | 41 |
| Figura 16. | Plataformas de perforación y su poza de lodos. | 41 |
| Figura 17. | Mapa de ubicación. | 44 |
| Figura 18. | Clima en la zona de Falchani, con vista Sureste. | 45 |
| Figura 19. | Lagidium viscacia. | 46 |
| Figura 20. | Columna Estratigráfica de los Cuadrángulos de Corani y Ayapata. | 54 |
| Figura 21. | La falla geológica de Chacaconiza | 56 |
| Figura 22. | Fallas Normales | 56 |
| Figura 23. | Estrías de Falla. | 57 |



| | | |
|------------|---|----|
| Figura 24. | Mapa de fallas y lineaciones..... | 58 |
| Figura 25. | Riolita del miembro Sapanuta vista hacia el Este. | 59 |
| Figura 26. | Concentraciones de Autunita en fractura y diseminado en la concesión Falchani. | 60 |
| Figura 27. | Vidrio Volcánico (Verde oscuro). | 61 |
| Figura 28. | Muestra SAP-01. | 62 |
| Figura 29. | Ampliación de la muestra SAP-01 a 40x. | 62 |
| Figura 30. | Muestras SAP-01 Fotomicrografías. | 63 |
| Figura 31. | Clasificación por Streckeisen | 66 |
| Figura 32. | Muestra SAP-02, alterada y con alta intensidad y de distribución pervasiva. | 67 |
| Figura 33. | Ampliación de la muestra SAP-02 a 40x. | 67 |
| Figura 34. | Muestra SAP-02 Fotomicrografías..... | 68 |
| Figura 35. | Clasificación según el tamaño de grano (Fisher, 1966) | 70 |
| Figura 36. | Clasificación por composicional. | 70 |
| Figura 37. | Microfotografía de toba lapilli miembro Sapanuta. | 71 |
| Figura 38. | Muestreo Rock chip Aleatorio en la concesión Falchani y Ocacasa 4. | 71 |
| Figura 39. | Interpolación IDW..... | 72 |
| Figura 40. | Toba Litífera..... | 73 |
| Figura 41. | SECCION D-D´..... | 76 |
| Figura 42. | PERFIL D-D´ | 78 |
| Figura 43. | PERFIL E-E´ | 79 |
| Figura 44. | Visualización tridimensional de la concesión Falchani..... | 80 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 1. | Características del litio..... | 23 |
| Tabla 2. | Contenidos medios en Li en ppm. en diferentes tipos de rocas. | 26 |
| Tabla 3. | Formulas y sistemas cristalinos de los minerales de Litio. | 27 |
| Tabla 4. | Pre Logueo del Sondaje de Perforación PECHAC 16TNE. | 42 |
| Tabla 5. | Coordenadas UTM WGS 84 de la concesión Falchani. | 43 |
| Tabla 6. | Accesos y distancias. | 44 |
| Tabla 7. | Muestras del miembro Sapanuta. | 64 |
| Tabla 8. | Muestra Sap-02 Falchani | 69 |
| Tabla 9. | Coordenadas de muestras tomadas en campo. | 72 |
| Tabla 10. | Prelogueos de sondajes | 74 |
| Tabla 11. | Resultados de Laboratorio del Sondaje 29-TV | 94 |
| Tabla 12. | Resultados de Laboratorio del Sondaje 16-TV | 99 |



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

SIGLAS:

U: Uranio

Li: Litio

Cs: Cesio

Rb: Rubidio

Ba: Bario

Zn: Zinc

Na: Sodio

K: Potasio

Fe: Hierro

Mg: Magnesio

B: Boro

UTM WGS 84:

Ppm: Partes por millón

UNIDADES DE MEDIDA:

cm: Centímetro

°C: Grados Celsius

g: Gramo

km: Kilómetro

lb: Libras

m: Metro

m³: Metro cúbico

ml: Mililitro

mm: Milímetro

m.s.n.m.: Metros sobre el nivel del mar

Ma: Millones de años

IDW: Inverse distance weighting



ABREVIATURAS:

E: Este

Fm.: Formación

Gr.: Grupo

N: Norte

NW: Norte Oeste

SE: Sur Este

N: Norte



RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado caracterización de rocas volcánicas para determinar la ocurrencia del litio en la concesión Falchani-Corani-Puno se encuentra ubicado en el centro poblado Chacaconiza, distrito de Corani, provincia Carabaya, departamento Puno. Los yacimientos de litio más comunes están en salmueras y se tiene mayor información de ellas, pero también se tiene los yacimientos de tipo graníticos y pegmatíticos que han contribuido como una fuente importante de litio a nivel mundial. En la minería los depósitos de litio en Roca son poco comunes por lo cual se quiere más investigación para entender sus características litológicas. Según la empresa Macusani Yellowcake informó el hallazgo de un yacimiento de litio en Roca, ubicado en el departamento de Puno. El descubrimiento de este yacimiento se presenta en roca masiva, lo que implica realizar investigación geológica para entender su génesis de esta ocurrencia porque este es el primer yacimiento de litio en roca que conocemos en Perú. El método de investigación fue descriptivo a través de técnicas de como: muestreo geoquímico, perforación diamantina y descripción petrográfica, para realizar la debida interpretación de la ocurrencia del litio en la concesión Falchani. El objetivo de la investigación fue caracterizar las rocas volcánicas para obtener mayor información sobre la ocurrencia del litio. Se obtuvo como resultado las concentraciones de litio encontradas en las tobas riódacíticas entre 2000 ppm y 4000 ppm de lito, estas tobas afloran en las laderas ya que están cubiertas por la secuencia de ignimbritas de composición riolítica, las tobas están compuesta por cuarzo hidrotermal, biotita, arcillas de colores blancos a rosado claros. El espesor de las tobas litíferas varían entre un 30 m y 130 m con promedio general de 80 m.

Palabras Clave: Características litológicas, petrografía, litio, ocurrencia y rocas volcánicas.



ABSTRACT

This research work entitled Characterization of Volcanic Rocks to Determine the Occurrence of Lithium in the Falchani-Corani-Puno Concession is located in the Chacaconiza community, Corani district, Carabaya province, Puno department. The most common lithium deposits are in brines and there is more information about them, but there are also granitic and pegmatitic type deposits that have contributed as an important source of Li worldwide. In mining, lithium deposits in rock are rare, which is why more research is needed to understand their lithological characteristics. According to the company Macusani Yellowcake reported the discovery of a lithium deposit in Roca, located in the department of Puno. The discovery of this deposit occurs in massive rock, which implies carrying out geological research to understand its genesis of this occurrence because this is the first lithium deposit in rock that we know of in Peru. The research method was descriptive through techniques such as: geochemical sampling, diamond drilling and petrographic description, to perform the proper interpretation of the occurrence of lithium in the Falchani concession. The objective of the research was to characterize the volcanic rocks to obtain more information about the occurrence of lithium. It was obtained as a result that the concentrations of lithium are found in the rhyodacitic tuffs that have between 2000 ppm and 4000 ppm of litho, these tuffs outcrop on the slopes since it is covered by the sequence of ignimbrites of rhyolitic composition, these tuffs are composed of Hydrothermal quartz, biotite, white to light pink clays. The thickness of the litiferous tuffs varies between 30 m and 130 m with a general average of 80 m.

Keywords: Lithological characteristics, petrography, lithium, occurrence and volcanic rocks.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se encuentra ubicado en la concesión Falchani en el departamento de Puno perteneciente a la empresa Macusani Yellowcake S.A.C., mismo que anunció el hallazgo de 2.5 millones de toneladas de recursos del mineral de litio de alta ley en cenizas volcánicas depositadas en la meseta de la concesión mencionada. Cabe indicar que la mayor deposición de cenizas está cubierta por las riolitas del miembro Sapanuta.

Se realizó este estudio con el objeto de determinar las características de las rocas volcánicas de la ocurrencia de litio en dicha concesión ya que la información existente del área de estudio es escasa por ser el primer yacimiento en descubrimiento de este tipo (yacimiento de litio en rocas volcánicas). Se conoce que la mayoría de yacimientos de litio se encuentran en salares y son muy escasos los yacimientos en rocas como es el caso del yacimiento pegmatíticos en Australia y España.

El litio en la actualidad es muy importante para el desarrollo de la industria automovilística como es en el caso de las baterías que almacenan energía y con este descubrimiento ayudaría al desarrollo tecnológico de este sector que a su vez beneficiaría de manera directa a la ciudad de Puno. También resaltar que el descubrimiento de litio impulsa a las exploraciones de este tipo de yacimiento en rocas volcánicas a nivel nacional.



1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Martínez (2017), “La minería del litio se desarrolla en dos tipos de depósitos: yacimientos en pegmatitas y salmueras naturales” donde las salmueras son las más conocidas y se tiene mayor información de ellas, pero también se tiene los yacimientos de tipo graníticos y pegmatíticos que han contribuido como una fuente importante de Li a nivel mundial. En la minería los depósitos de litio en roca son poco comunes por lo cual se requiere más investigación para entender sus características litológicas.

Según la empresa Macusani Yellowcake informó el hallazgo de un yacimiento litio en Roca ubicado en el departamento de Puno. El descubrimiento de este yacimiento se presenta en roca, lo que implica realizar una caracterización de las rocas volcánicas para ver su relación de esta ocurrencia porque este es el primer yacimiento de litio en roca que conocemos en Perú y en la concesión Falchani aún no se tiene información de sus características litológicas y formación geológica.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

Con finalidad de obtener mayor información sobre el yacimiento, se formuló la siguiente pregunta:

¿Es posible describir las características geológicas de la ocurrencia del litio en la concesión Falchani?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características litológicas de las concesiones Falchani?
- ¿Qué roca volcánica está asociado a la ocurrencia de lito?



- ¿Existe continuidad en sub suelo de esta ocurrencia de litio?

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la concesión Falchani presenta ocurrencias de litio que pretendemos ampliar los conocimientos acerca del mismo, que nos permitirá la recolección de diversas informaciones y nos ayudará a su vez ampliar el espectro de este yacimiento, conocer sus características litológicas de la ocurrencia del litio.

Se conoce que el litio que es muy importante para el desarrollo de la industria automovilística como es en el caso de las baterías. Con el descubrimiento ayudaría al desarrollo tecnológico de este sector que beneficiaría de manera directa a la ciudad de Puno, dada la creciente demanda de baterías de litio según Metalary, (2021) “El precio del carbonato de litio aumentó un 47% desde 2015 y el año 2017 verá un aumento en las ventas de autos eléctricos puros. solo en lo que va del año el metal ha incrementado su valor en al menos 45%”.

1.3.1 Justificación Teórica

El presente trabajo de tesis se realiza con el propósito de obtener mayor información sobre la ocurrencia de litio en la concesión Falchani, cuyo resultado nos ayudará a tener un mayor concepto sobre los yacimientos de litio en el Perú y el mundo, ya que la génesis de este yacimiento de litio es diferente a los que conocemos comúnmente como los salares (lagunas portadoras de sal), caso Bolivia (Uyuni) y Chile.

1.3.2 Justificación Practica

En el presente trabajo se propone el estudio de las características geológicas de la ocurrencia de litio de las concesiones Falchani, para lo cual la recolección de muestras nos brindará una verdadera información acerca de la ocurrencia de litio y así nos pueda servir como antecedente para posteriores estudios.



1.3.3 Justificación Metodológica

Para lograr los objetivos propuestos se recurrirá al método de investigación descriptivo a través de técnicas de como: muestreo geoquímico, perforación diamantina, descripción, observación y así realizar la debida interpretación de la ocurrencia de litio.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Caracterizar las rocas volcánicas para determinar la ocurrencia del litio en concesión Falchani.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las características mineralógicas de las rocas volcánicas mediante el análisis petrográfico.
- Realizar análisis geoquímico ICP-MS en las rocas volcánicas para el elemento Litio.

1.5 HIPÓTESIS DEL TRABAJO

1.5.1 Hipótesis general

- Existe una relación entre la roca volcánica y la ocurrencia del litio en la concesión Falchani.

1.5.2 Hipótesis específicas

- La litología permitirá conocer la ocurrencia de litio.
- Los resultados de laboratorio permitirán especificar que roca volcánica tiene mayor contenido de litio.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

Según Zicari et al. (2019) La materia prima del litio se comercializa de forma segmentada y de manera diferencial según su tipo, analizando las formas de exportaciones centrales de los países del triángulo del litio sudamericano, las que se realizan como carbonato de litio y como óxido e hidróxido de litio. Debemos destacar que el litio no es un producto homogéneo, sino que se comercializa a través de distintas formas, mientras la exportación australiana, que se da centralmente en torno a concentraciones en pegmatitas y sin tener casi elaboración del recurso.

En el siguiente gráfico, la distribución de los recursos según los países, se observa la concentración de los Andes Sudamericanos, denominado Triángulo del litio, compuesto por Bolivia (30% de los totales de litio), Chile (21%) y Argentina (17%) da cuenta del 68% de las reservas mundiales del recurso, seguido en un lejano y cuarto lugar por Australia (7%) y otros países, descrito por (Zicari et al. 2019).

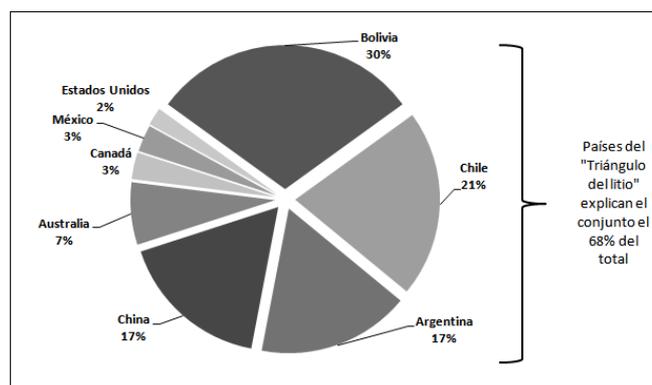


Figura 1. Distribución geográfica de los recursos mundiales del litio por país.

Fuente: Elaboración propia en base datos de Ministerio de Energía y Minería de Argentina (Zicari, 2019)



Según Ortega (2015), Chile es un país con mayor reserva de litio y de bajos costos de explotación debido a las condiciones geográficas que presenta, a su vez la demanda de litio por su empleo en la industria de las baterías lleva al interés de este. (Económica y Financiamiento de la Exploración de Litio en la Toronto Venture Exchange).

Velásquez et al. (2018), Menciona que en el país de Chile la extracción de litio se realiza a partir de perforaciones en salares, las profundidades alcanzan los 200 metros para ejecutar el bombeo de la salmuera, una vez extraído el líquido se envía a pozas especiales (impermeabilizadas con geomembranas) de evaporación, seguidamente el cloruro de sodio es separado seguido de otros minerales concentrados para obtener litio en su estado líquido, el proceso es realizado en plantas de procesamiento a partir de la precipitación y agregado de reactivos químicos, finalmente el litio es obtenido como carbonato, con una pureza mínima del 99,1% para su comercialización y obtención de hidróxido de litio. (Producción de litio a pequeña escala a partir de salmueras)

INRENA (2006), Describe la laguna de Salinas, situada aproximadamente a 60 Km de la ciudad de Arequipa, conformada por estratos de sal con espesores variables de centímetros a metros, la superficie presenta un grosor considerable y la cantidad de sal se estima en toneladas todo esto compuesto por sulfato de sodio, cloro, magnesio, potasio, boro, estroncio y litio. La laguna San Juan de salinas está ubicada en el departamento de Puno, provincia de Azángaro, siendo la extracción de sal, la base productiva de sus pobladores, y en mínimas cantidades el litio.

Mientras la revista Gestión (2018), anunció el descubrimiento de 2.5 millones de toneladas de recursos del mineral de alta ley en la región de Puno, que podría convertirse en el reservorio de litio más grande del mundo.

2.2 VULCANISMO

El vulcanismo hace parte inicial de un proceso en la formación de yacimientos minerales, a su vez las erupciones volcánicas liberan gases debido a la presión en que son acumuladas. Al igual que los géiseres y manantiales calientes son parte del proceso volcánico, involucrando agua y actividad hidrotermal (Bergman, 2016).

La litosfera está fraccionada en varias partes llamadas placas, estos colisionan debido a fuerzas que provienen del interior de la tierra como resultado de las altas temperaturas. Los esfuerzos ocasionan zonas, algunas de estas conocidas como subducción o convergencia otras zonas de dispersión o esparcimiento es decir la formación de nueva litosfera contrario al anterior. Las zonas dispersas son observadas en las conocidas cordilleras submarinas, mientras las zonas subducidas son formadas en trincheras submarinas muy profundas, continuadas de arcos volcánicos paralelos a ellas. Resaltando así que, en los márgenes de las placas subducidas se genera el vulcanismo dicho de otro modo puntos de generación del magma (Espíndola, 1996).

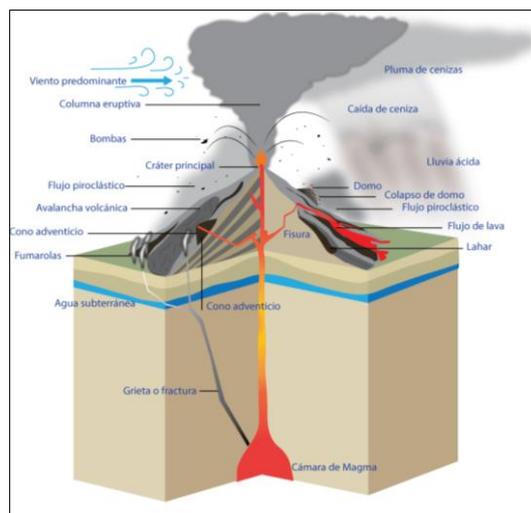


Figura 2. Partes de una Erupción Volcánica.

Fuente: Diagrama de la estructura de los peligros asociados al vulcanismo (Serion, 2017)



2.2.1 Volcanes

Los volcanes junto a los terremotos son las más atrayentes manifestaciones del planeta, una forma magnífica de liberación de energía. Lo majestuoso, enigmático y del poder destructivo de alguno de ellos, se muestran a través de erupciones, unas más peligrosas para el ser humano e incluso de consecuencias globales (Molist, 2011).

2.3 ORIGEN NATURAL DEL LITIO

El litio, descubierto en 1817 por Johan Arfwedson, es el metal más ligero de la Naturaleza, tiene de número atómico 3 y sus principales características físico-químicas se encuentran resumidas en la Tabla 1. Existen dos isótopos estables, ${}^6\text{Li}$ y ${}^7\text{Li}$ que representan el 7.6% y el 92.3% del Li natural respectivamente. El litio es de color blanco-plateado, suave, de alta plasticidad y séctil. Sin embargo, dado su carácter excepcionalmente reactivo no se encuentra libre en la Naturaleza, sino que aparece formando principalmente aluminosilicatos y fosfatos junto con haluros y boratos. Por su abundancia puede ser considerado como un elemento raro en comparación con Na y K. Como el resto de los álcalis, tiene tendencias oxifila y litófila. Presenta fuerte afinidad con el Fe, Mg y B y su comportamiento geoquímico puede considerarse muy similar al del Na (Gallego, 1992).

En las rocas sedimentarias su distribución es muy irregular, si bien presenta una ligera tendencia a concentrarse en sedimentos arcillosos de ambiente oceánico. Mención aparte merecen las evaporitas, ya que presentan concentraciones muy variables, pudiendo albergar depósitos de gran interés económico (p. ej. en zonas de salares). En cuanto a las rocas ígneas, el Li se comporta como un elemento muy incompatible y tiende a concentrarse en las rocas más diferenciadas tales como riolitas, sienitas nefelínicas y granitos. En este último tipo de rocas (fundamentalmente granitos mineralizados en Sn-



W), así como en las pegmatitas graníticas a ellos asociadas, existe un extraordinario enriquecimiento que puede dar lugar a la formación de minerales de Li. Por último, las rocas metamórficas no presentan concentraciones importantes, salvo aquellas que constituyen las aureolas de metamorfismo de contacto de los granitos citados anteriormente (Rösler y Lange, 1972).

Tabla 1. Características del litio

| Nombre | Litio |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| Número Atómico | 3 |
| Valencia | 1 |
| Estado de Oxidación | +1 |
| Electronegatividad | 1.0 |
| Radio Covalente (A) | 1.34 |
| Radio Iónico (A) | 0.60 |
| Radio Atómico (A) | 1.55 |
| Configuración Electrónica | 1S ² 2S ² |
| Primer Potencial de Ionización (eV) | 5.41 |
| Masa atómica (g/mol) | 6.941 |
| Densidad (g/m) | 0.53 |
| Punto de Ebullición (°C) | 1330 |
| Punto de fusión (°C) | 180.5 |

Fuente: (Urbain, 1907)

2.3.1 Salmueras naturales

El litio se ubica en la naturaleza aproximadamente en 145 minerales, mientras que unos pocos se consideran en cantidades comerciales, además de presentarse en salmueras, aguas de mar y aguas termales, en porciones variables que oscilan los 20 ppm a 65ppm. El elemento se encuentra de diversas formas, como en concentraciones variables de pegmatitas, en ambientes sedimentarios relacionados con arcilla, en espacios de alteración hidrotermal relacionado a minerales de altas y bajas temperaturas, en salmueras

de ambientes desérticos; en aguas salinas o salmueras relacionadas a yacimientos de petróleo; de boro; berilio, flúor, manganeso y posiblemente fosfato; en ambientes lacustre relacionado a silicatos de magnesio; en rocas sedimentarias ricas en hierro.

Las salmueras que dan lugar a este tipo de depósitos se caracterizan por sus altos contenidos en cloruros, sulfatos, carbonatos y boratos y los principales aniones en solución son, por orden de abundancia Na, Ca, K, Mg, Li, Rb, Os (con cantidades variables de U, Be y F). Se originan por la mezcla infiltraciones de aguas y aguas termales de origen magmático (Vila, 1986).

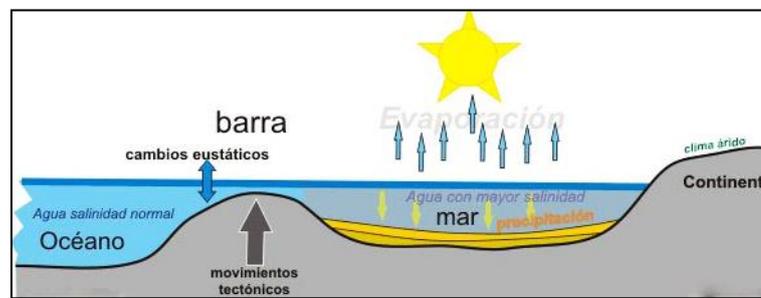


Figura 3. Formación de un Salar en una cuenca endorreica.

Fuente: (Griem, 2012)

2.3.2 Depósitos de litio en pegmatitas o roca dura

Las pegmatitas son rocas ígneas intrusivas de grano grueso, son formadas a partir de magma cristalizado por debajo de la corteza terrestre, teniendo elementos extraíbles como litio, estaño, tántalo y niobio. Es así como estos depósitos de pegmatita representan el 26 % de los recursos mundiales conocidos de litio.

Los yacimientos de este tipo (granitos, pegmatitas graníticas y mineralizaciones hidrotermales asociadas) han constituido y aun hoy constituyen una fuente muy importante de obtención de Li, Rb y Cs. Dada su importancia y teniendo en cuenta que todos los yacimientos estudiados (Gallego, 1992).

Las sierras presentan litologías de origen ígneo, sedimentario y metamórfico; rocas sedimentarias marinas y continentales; clásticas, químicas y evaporíticas; granitos, granitoides, pegmatitas, esquistos, gneises, dacitas, andesitas, tobas, tufitas; etc. La composición de estas rocas va a influir directamente en el relleno de los salares, tanto de los depósitos sedimentarios clásticos como de los depósitos químicos evaporíticos. El relleno de los salares puede a su vez ser autóctono o alóctono. Autóctono cuando las clastofacies y evapofacies derivan del marco rocoso. Alóctono cuando se trata de materiales provenientes del exterior del marco rocoso tal como cenizas volcánicas de caída, que van a formar tobas, o bien polvo eólico (Alonso et al. 2012).

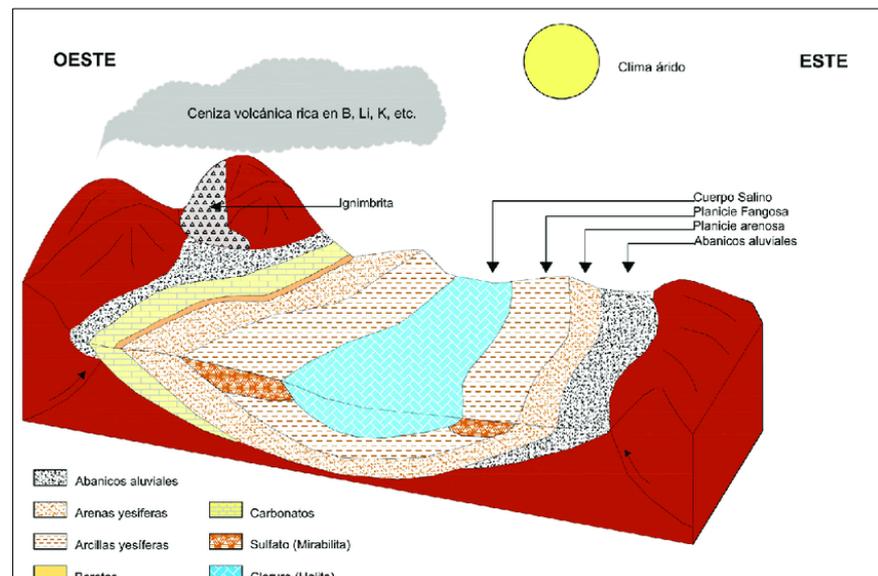


Figura 4. Modelo de una cuenca volcánico-tectónica de la Puna y su relleno clástico.

Fuente: (Narsico, 2017).

2.3.3 Depósitos de arcilla

En este caso el litio se encuentra en la estructura cristalina, en el mineral esmectita, siendo el más común la hectorita ($\text{NaO}_3(\text{Mg}, \text{Li})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{F}, \text{OH})_2$), rico en magnesio y litio. El nombre se debe al depósito contenido con 0,7% de litio ubicado en Héctor (California). Kings Valley (Nevada) tiene otro depósito de hectorita con un estimado de

48,1 millones de toneladas como recursos indicados y 42,3 millones de toneladas de recursos inferidos con una ley de 0,27% litio. El litio en las arcillas se da por el enriquecimiento secundario, como efecto del movimiento de aguas termales subterráneas (Secretaría de Economía, 2020).

Tabla 2. Contenidos medios en Li en ppm. en diferentes tipos de rocas.

| TIPO DE ROCA | CONTENIDO EN LITIO | AUTOR |
|----------------------|--------------------|---------------------------------|
| ROCAS SEDIMENTARIAS | | |
| Suelos | 20 ppm | |
| Dolomías | 7.9 ppm | |
| Arcillas | 66 ppm | |
| Pizarras | 61 ppm | |
| Areniscas | 31 ppm | |
| Evaporitas | 1-93 ppm | Rosler y Lange (1972) |
| Sedimentos Pelágicos | 51 ppm | |
| ROCAS ÍGNEAS | | |
| Meteoritos | 3.5 ppm | Hortsman (1957) |
| Rocas Ultramáficas | 0.X ppm | Turekian and Wedepohl (1961) |
| Basaltos | 14 ppm | Bern (1964) |
| Andesitas | 12 ppm | |
| Traquitas | 30 ppm | |
| Riolitas | 50 ppm | |
| Dioritas | 20 ppm | Heier y Adams (1964) |
| Granodioritas | 20 ppm | |
| Granitos alto Ca | 24 ppm | |
| Granitos bajos Ca | 40 ppm | Turekian y Wedepohl (1961) |
| Granitos s.l. | 30 ppm | Heler y Adams (1964) |
| Sienitas | 28 ppm | Turekian y Wedepohl (1961) |
| Sienitas Nefelinicas | 20 ppm | Heier y Adams (1964) |

Fuente: (Gallego Garrido, 1992)

2.4 MINERALOGÍA

Se conocen más de 30 minerales de Li como se observa en la tabla 3, que tienen cualidades en común, por ejemplo, la baja densidad (2.3 a 3.5 g/cm³) y bajo contenido relativo en Li₂O. El hecho no sólo se debe al bajo peso atómico del elemento, más al contrario a su bajo potencial de ionización hace que la mayoría de minerales sean multicomponentes, composición compleja. Además de sus propios minerales, puede ser parte del abanico de otros minerales, como micas (biotita, moscovita, lamprofilita, flogopita), anfíboles (hornblenda), piroxenos (Gallego, 1992).

Tabla 3. Formulas y sistemas cristalinos de los minerales de Litio.

| ALUMINOSILICATOS | | |
|-----------------------|---------------------|---|
| Nombre | Sistema | Fórmula |
| Petalita | Monoclínico P2/a | LiAlSi ₄ O ₁₀ |
| Espodumena | Monoclínico C2-C2/c | LiAlSi ₂ O ₆ |
| Eucryptita | Hexagonal R3 | LiAlSiO ₄ |
| Bikitaíta | Monoclínico P2 | LiAlSi ₂ O ₆ H ₂ O |
| Lepidolita | Monoclínico | K (Li, Al) ₃ (Si, Al) ₄ O ₁₀ (F, OH) ₂ |
| Zinwaldita | Monoclínico | KLiFe ²⁺ Al (AlSi ₃) O ₁₀ (OH, F) ₂ |
| Cookeíta | Monoclínico | LiAl ₄ (Si ₃ Al) O ₁₀ (OH) ₈ |
| Manandoíta | Monoclínico | LiAl ₄ Si ₃ BO ₁₀ (OH) ₈ |
| Bityita | Monoclínico | LiCaAl ₂ (AlBeSi ₂ O ₁₀) (OH) ₂ |
| Holmquistita | Ortorrombico Pnma | Li ₂ (Mg ₃ Al ₂) (Si ₈ O ₂₂) (OH) ₂ |
| Elbaíta-Liddicoatita | Hexagonal R3m | Na, Ca (Li, Al) ₃ Al ₆ (BO ₃) ₃ Si ₆ O ₁₈ (OH) ₁₇ |
| Brannockita | Hexagonal P6/mcc | (K, Na) Li ₃ (Sn, Zr, Ti) ₂ [Si ₁₂ O ₃₀] |
| Taeniolita | Monoclínico | KLiMg ₂ Si ₄ O ₁₀ F ₂ |
| Hectorita | Monoclínico | (Mg, Li) ₃ (Si ₄ O ₁₀) (F, OH) ₂ . |
| Liberita | Monoclínico | Li ₂ BeSiO ₄ |
| FOSFATOS | | |
| Nombre | Sistema | Fórmula |
| Amblygonita-Monteb. | Triclínico P1 | LiAlPO ₄ (OH, F) ₂ |
| Litiofilita-trifilita | Ortorrombico Pmcn | Li (Fe, Mn) PO ₄ |
| Litiofosfato | Ortorrombico Pm2 | Li ₃ (PO ₄) |
| Hebronita | Triclínico | LiAlPO ₄ FOH |



| | | |
|-------------|--------------|--|
| Tavorita | Triclínico | $\text{LiFe}^{3+}\text{PO}_4(\text{OH})$ |
| Bastinita | Triclínico | $\text{Mn}_{5+2}(\text{PO}_4)_2(\text{PO}_3\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ |
| Palermoíta | Ortorrómbico | $(\text{Li}, \text{Na})_2(\text{Sr}, \text{Ca}) \text{Al}_4(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_2$ |
| Bertossaíta | Ortorrómbico | $\text{Li}_2\text{CaAl}_4(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_4$ |
| Grifita | Cúbico | $(\text{Mn}, \text{Na}, \text{Li})_6\text{CaFeAl}_2(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$ |
| Sicklerita | Ortorrómbico | $\text{Li} < 1(\text{Mn}^{+2}, \text{Fe}^{+3})(\text{PO}_4)$ |

Fuente: (Gallego Garrido, 1992)

2.4.1 Espodumena

La espodumena pertenece al grupo de los silicatos, este mineral del griego *spodos* o ceniza debido a su apariencia opaca, gris ceniza del material refinado para su uso en la industria de Suecia según señala Gallego, (1992), compone químicamente del 64,5% SiO_2 , un 27,4% Al_2O_3 , y un 8,1% Li_2O . cabe resaltar que el mineral puede llegar a confundirse con la amatista y la escapolita diferenciándose de estas en la densidad que posee realizado a través de rayos X. El origen de la espodumena es a través de pegmatitas, y aparecen junto (paragénesis) lepidolitas, cuarzos, berilos y turmalinas. Las dos variedades que se presentan son: Kuncita de color rosa, hidenita color verde, su carácter luminiscente y la luz que emite es de color amarillo, crema o naranja la hacen una piedra preciosa.

2.4.2 Petalita

La petalita o castorita pertenece también al grupo de los silicatos, subgrupo de los Tectosilicatos y finalmente conocido como feldespatos es decir es un aluminosilicato de litio. De apariencia incolora, gris, amarillo-grisáceo y blanco, con cristales listados y masas columnarias. Definiendo así, que los minerales de litio comúnmente conocidos son; albita, microclina, espodumena, lepidolita, cuarzo, y turmalina, resaltamos que, en esta importante mena las variedades incoloras son usadas normalmente como piedras preciosas.



Figura 5. mineral de donde se extrajo por primera vez litio.

Fuente: (John Betts, 2006)

2.5 FALLAS GEOLÓGICAS

Según los señores Blanca & Gómez (2010), Definimos fallas a aquellas discontinuidades que se presentan en las rocas donde ocurre un desplazamiento diferencial importante, formadas en etapa frágil. (Blanca & Gómez (2010) aquellas rocas ubicadas a nivel superior de la corteza presentan transiciones entre fallas frágiles, donde el desplazamiento ocurrió en un plano de falla bien definido, y áreas de cizalla dúctil, a su vez reconocidas por una deformación clara.

2.5.1 Fallas activas e inactivas

Babín & Gómez (2010), Falla activa es considerado a movimientos históricos, ocurridos en los últimos 10 mil años Babín & Gómez (2010), es cierto que las fallas que son sometidas a desplazamientos cuando ocurre un terremoto son activas, pero no todas las fallas activas generan terremotos, algunas con capacidad de moverse a sísmicamente.

2.5.2 Falla normal

Mientras las fallas normales son generadas por tensión horizontal, las fuerzas inducidas en la roca son de modo perpendicular al azimut de la falla conocida como línea de ruptura superficial, y el movimiento es vertical con respecto al plano de falla, con 60° de inclinación. Se denomina techo al bloque superior ubicado por encima del plano de

falla, deslizándose hacia abajo, y llamamos piso al bloque inferior que puede ascender como falla inversa.

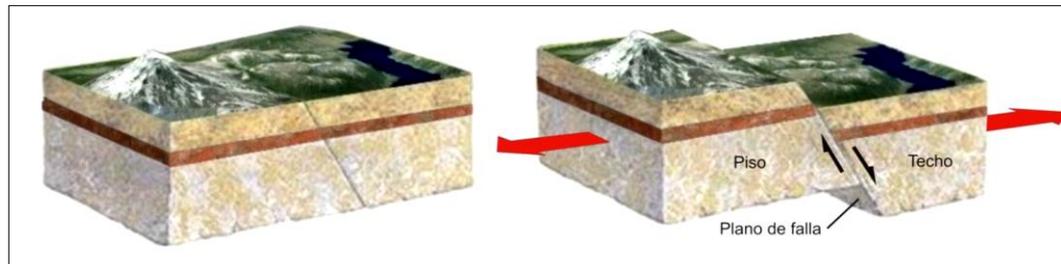


Figura 6. Esquema de una falla Normal.

Fuente: (INPRES, 1993)

2.5.3 Falla inversa

La falla inversa es generada por compresión horizontal, de movimiento horizontal y el plano de falla con inclinación de 30° respecto a la horizontal. A diferencia de la falla normal, el bloque piso asciende y se ubica sobre el techo, pero cuando estas fallas presentan un buzamiento menor a los 45° toman el nombre de cabalgamiento.

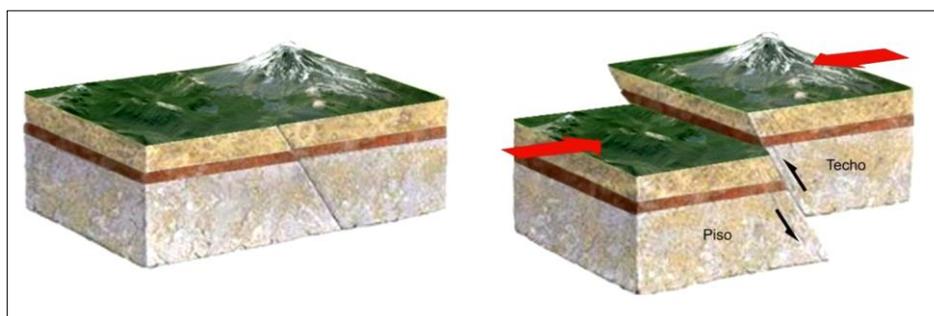


Figura 7 . Esquema de una falla Inversa.

Fuente: (INPRES, 1993)

2.5.4 Falla de desgarre o de desplazamiento de rumbo

También conocidas como fallas transversales, se desarrollan a lo largo de planos verticales y el movimiento de los bloques es horizontal, típicas de límites transformantes de placas tectónicas. Se conoce dos tipos de fallas: Laterales derechas o dextrales, donde

el movimiento es hacia la derecha; mientras que en las laterales izquierdas o sinistralas, el movimiento es opuesto.

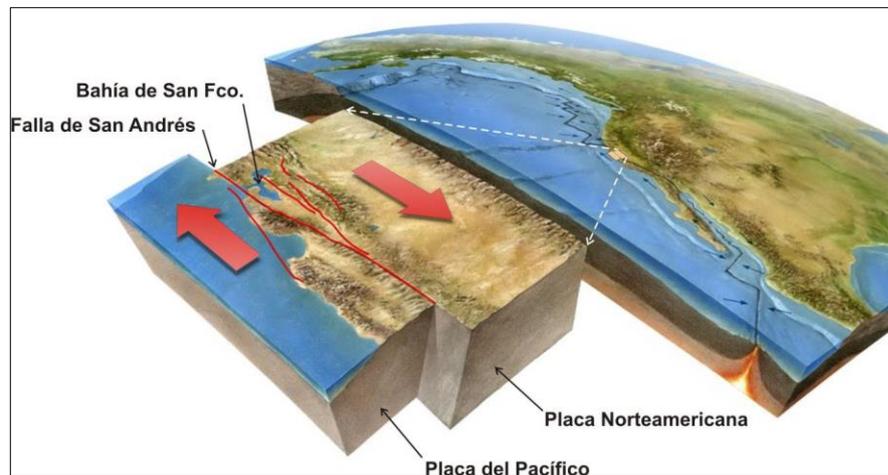


Figura 8. Esquema de la falla de San Andrés (EEUU).

Fuente: (INPRES, 1993)

2.5.5 Teoría detrás de Riedel

El modelo de Riedel expone la deformación dentro de una zona que sufre las fuerzas que corresponden a una falla del rumbo. Inicialmente el modelo de Riedel es desarrollado a una escala de decímetros, pero más tarde fue adoptado a escalas de kilómetros.

El sistema de Riedel según Riedel, (1929) es un conjunto de varias estructuras tectónicas debido a la acción de dos fallas de rumbo es decir las fallas principales:

- Fallas conjugadas (dextral o sinistral): las fallas que corren entre los dos sistemas principales.
- Estructuras de transpresión: Cabalgamientos, fallas inversas, horst.
- Estructuras de expansión: Diques, vetas, fallas normales, graben.

El modelo de Riedel explica muy bien estructuras de transpresión y transtensión, ejemplo en la Región de Atacama Chile se puede aplicar el modelo y ver la distancia entre las fallas principales que esta alrededor de 140 kilómetros.

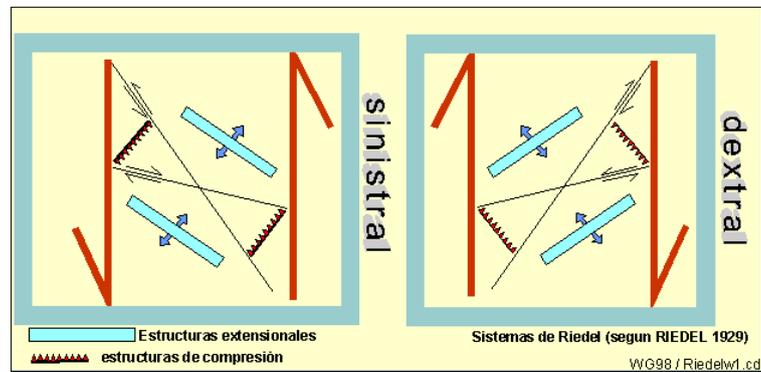


Figura 9. Esquema de un sistema RIEDEL.

Fuente: (Ridel, 1929).



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación

El estudio como investigación tiene un alcance descriptivo, mediante el cual se estableció secuencias, que consiste en etapas de estudio para la identificación y descripción de los datos obtenidos en campo y características de la población de estudio.

3.1.2 Población de estudio

Según Sampieri (2017) “Una población, es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las entidades de la población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”. Por lo que, la población de estudio involucra la concesión Falchani y parte de la concesión Ocacasa 4.

3.1.3 Muestra y diseño muestral

Según Sampieri (2017) “La muestra en esencia, es un subgrupo de la población de estudio”. En este caso la muestra a obtener como parte de la investigación refiere a las rocas volcánicas tomadas en superficie. Estas muestras serán seleccionadas a criterio del investigador en zonas donde se observen los afloramientos de las tobas Litíferas.

3.2 ETAPAS DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Etapa 1: Recopilación y revisión de bibliografía

Iniciamos con la recopilación de información referente a los estudios que se dieron con anterioridad y secuencialmente se inició con la evaluación de recursos bibliográficos relacionada a diversos estudios que se han realizado en el área de Macusani y otros relacionados particularmente a los yacimientos de litio conocidos en el ámbito mundial.



- **Compilación de información.** Refiere a los trabajos anteriores como tesis, informes técnicos y boletines realizados en el área de estudio por instituciones del estado (INGEMMET) y empresas privadas del contexto regional y local.
- **Análisis y sistematización de la información.** Los datos obtenidos fueron transformados a formato digital. Esta transformación se hizo para realizar el mapeo geológico, todos estos administrados por el área de Geología de la Empresa Macusani Yellowcake S.A.C.
- **Interpretación de imágenes satelitales.** Se realizó la interpretación para el cartografiado geológico, dando mayor importancia a las afloraciones rocosas.

3.2.2 Etapa 2: Trabajo de campo

- **Mapeo Geológico.** Se tomó muestras de las rocas volcánicas para su posterior caracterización litológica y mineralógica, luego se realizó el mapeo geológico de la concesión Falchani a una escala de 1/20 000, también se tomó datos de rumbo/azimut, buzamiento.
- **Caracterización Petrográfica.** Se tomo dos muestras representativas de las dos unidades litológicas que se encuentran en la concesión Falchani que son la riolitas y las tobas Litíferas para luego elaborar secciones delgadas.
- **Muestreo geoquímico.** Además, se realizó un muestreo aleatorio con la finalidad de obtener muestras de afloraciones de Tobas Litíferas o rocas con posible contenido de litio, estas con tonalidades blanquecinas. Seguidamente las muestras recolectadas se enviaron al laboratorio CERTIMIN Lima, para el Análisis multielementos-Digestión Multiácida (ICP-MS).
- **Perforaciones diamantinas.** Se realizó a cargo de la empresa MACUSANI YELLOWCAKE S.A.C., las que estuvieron en constante supervisión por el geólogo de proyecto encargado de establecer el punto de perforación. Las



perforaciones se ejecutaron con la finalidad de realizar el muestreo en profundidad y estimar la potencia de las tobas Litíferas en el subsuelo.

3.2.3 Etapa 3: Trabajo de gabinete

En esta última etapa se interpreta las fotografías tomadas en campo y contornos del área de trabajo, se digitalizaron los mapas y secciones geológicas que guíen y ayuden a una mejor comprensión de la formación y ocurrencia de mineralización de Litio en el área de trabajo, se describe los resultados del laboratorio de las secciones delgadas y todo esto llegando a corroborar la hipótesis planteada. Toda la información a su vez se plasma en la redacción del presente trabajo denominado Caracterización geológica de la ocurrencia de lito en la concesión Falchani de la empresa Macusani Yellowcake S.A.C.

3.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos de recolección de datos para llevar a cabo el presente estudio de investigación son las siguientes:

3.3.1 Equipos de campo

- GPS (Garmín).
- Brújula Brunton.
- Martillo de Geólogo.
- Escalímetro.
- Libreta de campo.
- Tablero.
- Flexómetro.
- Lápiz rayador de dureza.
- Herramientas de excavación.
- Bolsas de muestreo.



- Precintos de seguridad.
- Equipos de Protección Personal (EPPs).
- Comba de 4 lbs.
- Bolsas de polietileno de 33 x 48 cm.
- Planos topográficos.
- Centilometro.

3.3.2 Equipos de perforación

- Máquina de perforación.
- Bomba de agua.
- Accesorios de perforación.
- Línea HQ.
- Brocas diamantinas.
- Aditivos de perforación biodegradables.
- Sistema hidráulico para mezcla de lodos de perforación.
- Tanques para depósitos de agua y mezcla de lodos.
- Bandejas metálicas, recipientes para desechos industriales y domésticos.
- Cajas para testigos HQ.
- Barrenos para perforación.
- Mangueras para agua y aire.
- Llaves, picos, etc.

3.4 TRABAJO DE CAMPO

3.4.1 Caracterización mineralógica de las rocas volcánicas

Se realizó el mapeo geológico delimitando las litologías e interpretando las afloraciones en la meseta de Falchani.



Figura 10. Mapeo litológico

Fuente: Elaboración Propia.

Se tomo un total de 50 muestras pertenecientes al miembro sapanuta y se realizó secciones delgadas de dos muestras representativas de la concesión falchani.



Figura 11. Secciones delgadas

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2 Muestreo Geoquímico

En esta etapa se realizó un muestreo por rock chip y trincheras. Una vez obtenidas las muestras, fueron codificadas aleatoriamente, luego se registraron en la libreta de apuntes, para finalmente ser embolsados y enviados a Lima, específicamente a los laboratorios de CERTIMIN S.A.

3.4.2.1 *Muestreo Rock chip*

Consiste en obtener pequeños trozos de roca, aproximadamente 2'' (pulgada) de diámetro en un radio de 5m dentro del afloramiento.

- Estas muestras recolectadas de diferentes puntos del afloramiento se extraen con una punta y comba con un peso aproximado de 2 a 2.5 Kg.
- La roca debe ser fresca y limpia de impurezas, para luego ser colocadas en una bolsa de muestreo respectivamente codificada con sus coordenadas.
- El peso de la muestra debe tener 2 Kg aprox.



Figura 12. Toma de muestras y codificación de bolsa.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.2 *Muestreo por Trincheras*

Este método lineal lo empleamos para tomar muestras representativas donde no visualizamos un afloramiento de las tobas letíferas y para obtener resultados más satisfactorios.

- Consiste en excavar una trinchera de 1m de ancho 3m de largo y 1 metro de profundidad o hasta encontrar el afloramiento de roca.
- Al encontrar el afloramiento muestrear 2kg y luego colocar en una bolsa de muestreo con su codificación.



Figura 13. Realizado de trincheras para encontrar el afloramiento.

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.2.3 Método Perforación Diamantina

Las perforaciones diamantinas son una herramienta esencial para la investigación minera, los que nos permiten confirmar o desmentir nuestras interpretaciones, esta técnica permite obtener muestras del subsuelo a profundidades variables.

- La ubicación de la plataforma de perforación depende mucho de la topografía y afloramiento de rocas, lugares como fallas locales o bofedales no son idóneos para la ubicación de la plataforma, la ubicación debe estar en un radio de 5m del punto muestreado y que la topografía sea su horizontal.



Figura 14. Instalación de plataforma de perforación.

Fuente: Elaboración Propia.

- Para el traslado de la máquina de perforación se trazó un camino que afecte en lo mínimo el medio ambiente.
- Se instala la carpa de almacén para el combustible y otros.
- El ángulo de inclinación de la perforación es asignado por el geólogo encargado de proyecto, que generalmente al inicio se da un ángulo de -90° grados.
- Durante el proceso de perforación los Cores de testigo, tal como van saliendo se disponen en cajas diseñadas para tal efecto (Estas pueden ser de madera o plastificado).
- Se trasladó las cajas de Cores a campamento para posteriormente realizar el proceso de cortado y muestreo de Cores.



Figura 15. Testigos de Perforación.

Fuente: Elaboración Propia.

La construcción de plataformas con sus respectivas pozas de lodo, dar el azimut, la inclinación y la profundidad programada que puede variar según la roca que se encuentre cortando durante la perforación.



Figura 16. Plataformas de perforación y su poza de lodos.

Fuente: Elaboración Propia.

- Se reconoció los contactos diferenciando los tipos de litología durante el proceso de recuperación de testigos, toda esta información es llenada en la hoja de Prelogues donde contiene la información como: azimut, inclinación, código de collar, fecha, la distancia de las corridas y diámetro de los testigos.



Tabla 4. Pre Logueo del Sondaje de Perforación PECHAC 16TNE.

PRELOGUEO - TALADRO PCHAC 16-TNE

| DEEP (meters) | | DESCRIPTION |
|----------------------|-----------|--|
| From | To | |
| 0.00 | 15.00 | ROCA RIOLITA CON MINERALIZACION DE URANIO EN MENOR PORCENTAJE. |
| 15.00 | 30.00 | |
| 30.00 | 40.00 | ROCA RIOLITA CON MINERALIZACION DE URANIO EN MENOR PORCENTAJE. |
| 40.00 | 60.00 | |
| 60.00 | 70.00 | ROCA RIOLITA CON MINERALIZACION DE URANIO EN MENOR PORCENTAJE. |
| 70.00 | 90.00 | |

Fuente: Macusani Yellowcake.



CAPÍTULO IV

CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.5 GENERALIDADES

4.1.1 Ubicación geográfica y política

El área del proyecto se encuentra localizado al noroeste del centro poblado de Chacaconiza, distrito de Corani, Provincia de Carabaya, departamento de Puno, la concesión Falchani tiene un área aproximada de 703.4775 hectáreas y con una altitud delimitada de 4550 a 4900 msnm.

Tabla 5. Coordenadas UTM WGS 84 de la concesión Falchani.

| Vértice | Este | Norte |
|---------|--------|---------|
| 1 | 320809 | 8449622 |
| 2 | 318812 | 8449620 |
| 3 | 318797 | 8450618 |
| 4 | 317795 | 8450626 |
| 5 | 317792 | 8451608 |
| 6 | 319793 | 8451622 |
| 7 | 319803 | 8453612 |
| 8 | 320795 | 8453619 |

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Accesibilidad

La zona de estudio es accesible por vía terrestre desde la ciudad de Lima hasta la ciudad de Puno a través de la Panamericana Sur. El acceso desde Puno es por vía terrestre hasta el distrito de Macusani, para luego dirigirse a la zona de estudio Falchani.

Tabla 6. Accesos y distancias.

| Descripción | Vía | Tiempo (h) | Dist. (Km) |
|-----------------------------|------------------------------|--------------|-------------|
| Lima-Puno | Asfaltada | 20 | 1303 |
| Puno-Macusani | Asfaltada | 4 | 168 |
| Macusani-Concesión Falchani | Afirmado - trocha carrozable | 1.25 | 55 |
| Total | | 25.25 | 1526 |

Fuente: Elaboración propia.

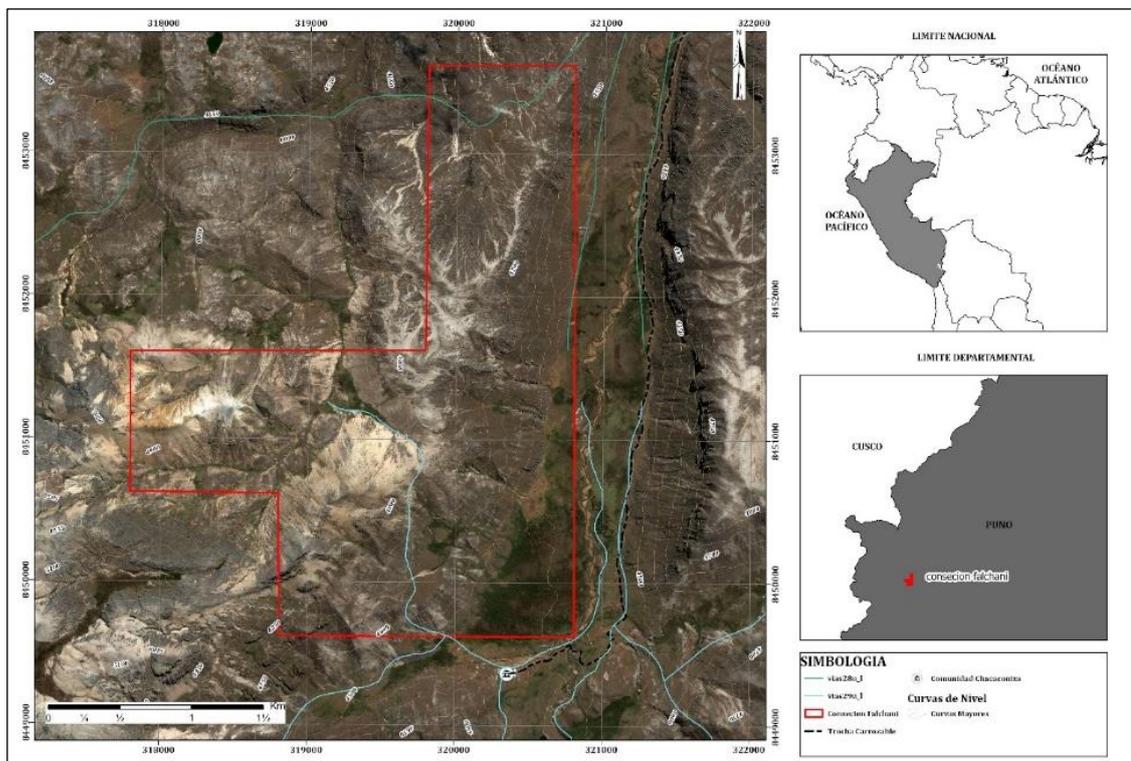


Figura 17. Mapa de ubicación.

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.3 Clima y Temperatura

Las condiciones climatológicas del área están muy relacionadas a la altitud y a la geografía que se tiene en la concesión Falchani. Durante la mañana y el medio día se distingue por una fuerte radiación solar, en la tarde y la noche las temperaturas bajan a 2 °C habiendo una gran diferencial de temperatura.

Las temperaturas fluctúan entre -20°C , -10°C y 5°C , 10°C , 15°C durante todo el año y finalmente fuertes vientos soplan frecuentemente las zonas más altas. Mientras las precipitaciones se concentran en las épocas de lluvias entre noviembre y abril, pero también con ocasionales nevadas y granizadas fuera del periodo lluvioso, entre los meses de junio y julio.



Figura 18. Clima en la zona de Falchani, con vista Sureste.

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4 Relieve

El relieve de la zona de estudio que abarca la concesión Falchani presenta un relieve abrupto y accidentado con elevaciones que llegan a los 5000m.s.n.m. donde predominan pendientes muy agrestes, colinas alargadas con pendientes moderados, también presenta una depresión significativa de una falla regional con dirección de NE con una cota de 4300m.s.n.m.

4.1.5 Flora y Fauna

La flora en el área de estudio es bastante pobre limitándose generalmente a pastos de tamaño medio que cubren las zonas mayormente suaves. El ichu representa la principal especie conformante de estos pastos. en la comunidad de Chacaconiza algunos pobladores tienen animales domésticos como: alpacas, ovejas etc. que los pastan en los entornos de la concesión Falchani, también se observa una variada fauna silvestre.



Figura 19. *Lagidium viscacia*

Fuente: Elaboración Propia.

4.2 GEOMORFOLOGÍA LOCAL

Los rasgos geomorfológicos del área de estudio se presentan de forma variada, con diferentes niveles de erosión que están relacionadas a factores principalmente litológicos, estructurales, topográficos, climatológicos, entre otros.

4.2.1 Unidades Geomorfológicas

Las unidades geomorfológicas observadas a nivel local corresponden a un origen tectónico degradacional.



4.2.2 Unidad de Montaña

a) Colina baja (M-cb)

En esta sub unidad se tienen pendientes ligeramente pronunciadas que van desde 3700 m.s.n.m. hasta los 3800 m.s.n.m., donde se presentan coladas de lavas que fueron erosionadas, que se observan en áreas de poca vegetación en su mayoría (Ichu) y de buena distribución de material cuaternario cubriendo las coladas de lava volcánica.

b) Colina media (M-cm)

En promedio entre alturas de 3800 m.s.n.m. hasta 4000 m.s.n.m. donde se presentan relieves con pendientes pronunciadas y zonas de lomadas y la exposición de flujos de lava erosionados con diferentes direcciones, que en su mayoría se encuentran al oeste de la concesión Falchani.

c) Colina alta (M-ca)

Consta de altitudes mayores a 4000 m.s.n.m. en el cual se presentan abruptas elevaciones con presencia de escarpas y formaciones de relieves muy pronunciadas y es notable la presencia de coladas de lava, en el lado Suroeste de Falchani hay una formación de sedimentos de grano fino a medio.

d) Laderas (M-la)

En la mayoría de las colinas altas presenta deslizamientos y los desprendimientos que son productos de la fuerza de gravedad, También existen factores externos como el clima de la zona la meteorización química y mecánica, en estas laderas no se aprecia mucha vegetación, Además existen factores desencadenantes de los fenómenos de ladera como el agua, los terremotos, los procesos erosivos y las acciones antrópicas.



4.2.2.1 *Fluvial*

a) Lago (F-la)

Al noreste de la concesión se encuentra un lago mediano, que es alimentado por las precipitaciones pluviales, este lago es permanente ya que se lo aprecia todo el año, se puede apreciar pequeños microorganismos, pero no hay indicios de peces.

b) Depósitos Aluviales (F-al)

Estas acumulaciones aluviales son el producto de materiales sueltos o poco consolidados de naturaleza heterogénea y de la falla regional de Chacaconiza. Conformados por gravas gruesas redondeadas, cubiertas por una matriz areno-limosa. Se ha identificado en el sector Sureste de la concesión Falchani con espesores de 2 a 4 metros aproximado.

c) Meandros (F-me)

Este meandro se encuentra al este de la concesión Falchani con curvas sinuosas moderadamente pronunciadas que están formadas sobre material aluvial, el caudal es variados dependiendo de las estaciones y el clima.

d) Terrazas

Las terrazas formadas por el río Chacaconiza y la erosión de escorrentía en los depósitos aluviales y fluviales con profundidades de 1 a 2 metros, esta constituidos por sedimentos finos, arenosos, limo- arcillosos.

e) Bofedales (F-bo)

La mayoría de bofedales se encuentran en el entorno de río Chacaconiza con una vegetación vercosa.



4.2.2.1 Antrópico

En la zona de estudio se tienen solo un acceso principal y pocos accesos secundarios y auxiliares que son de uso continuo por los pobladores de la zona, asimismo son escasos el porcentaje de viviendas rurales, obras civiles.

4.3 GEOLOGÍA REGIONAL

El área está conformada por una gruesa secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas que van desde el Siluriano hasta el Holoceno. Adicionalmente, se encuentran pequeños cuerpos sub volcánicos y plutónicos emplazados en estas secuencias, con edades que varían entre el Paleoceno inferior y el Mioceno.

4.3.1 Paleozoico

4.3.1.1 Formación Ananea (SD-a)

Fue denominada así por LAUBACHER G. en la localidad de Ananea, situada en la Cordillera Oriental asignándole como edad el Siluro-Devoniano. Los afloramientos más amplios se presentan en la parte central del cuadrángulo de Corani, entre los ríos Lacca, Cosco Cucho, los nevados Chaquirioc, Ananta, Colque Cruz. Otro Afloramiento se presenta en los alrededores del caserío de Kachi situado en la parte central oeste del cuadrángulo de Corani. En el área de estudio la Formación Ananea se presenta incompleta, pero en base a la observación de los diferentes afloramientos se estima un grosor de 800 m. Esta formación se presenta también plegada y afectada de una esquistosidad de fractura.

La litología de esta formación corresponde a una homogénea y monótona sucesión de pizarras negras en paquetes de 20 hasta 80 cm. Una columna levantada entre las cabeceras de la Qda. Iscaycruz nos dan un grosor aproximado de 500 m. El estudio al microscopio son una alternancia micrométrica de siltitas muy finas, con minerales de



muscovita, cuarzo, serisita, clorita, finamente cristalizado, que están afectadas por un metamorfismo regional leve de tipo epizonal. Se intercalan en esta formación algunos delgados bancos masivos de areniscas de grano fino con grosores de 20-40 cm.

4.3.1.2 *Grupo Ambo (Cm-a)*

Denominado así por NEWELL et al. (1948), teniendo como localidad tipo una sección en Ambo, departamento de Huánuco. En el área de estudio este grupo se presenta en dos afloramientos no muy extensos; uno se sitúa en el extremo sur central del cuadrángulo de Ayapata en los cerros Huancune, Pichinchine y alrededores de Maychacancha, el otro afloramiento se localiza en los alrededores del caserío de Putto, en el borde central oeste del cuadrángulo de Corani.

Los afloramientos en el cuadrángulo de Ayapata se encuentran intruidos por el granito de Coasa en su borde NE. El borde SO está limitado por una falla inversa de alto ángulo que lo pone en contacto con el Grupo Copacabana; aquí el Grupo Ambo está compuesto por areniscas de grano medio en bancos de 40-60 cm de grosor, fuertemente fracturadas e hidrotermalizadas, se observa además silicificación y pirita diseminada y una fuerte coloración rojiza amarillenta destacable en el paisaje.

En los alrededores del río Putto se observa una sucesión de lutitas negras con restos mal conservados de plantas, algunas intercalaciones en capas de 5-10 cm de grosor de areniscas grises con abundantes micas; siguiendo el corte por el cauce del río Putto se observan algunos paquetes de lutitas con nódulos calcáreos de hasta 20 cm de diámetro, en algunos niveles se notan también estructuras de cone in cone.

4.3.1.3 *Grupo Tarma (CpPEc-t)*

Vera et al., (2021) El Grupo Tarma, caracterizado inicialmente por Newell et al. (1953), aflora en la zona oriental y norte de la hoja 24m. En la zona oriental aflora a



manera de una franja alargada de dirección NO-SE, entre la quebrada Patococha por el norte y el río Acomachay por el extremo sureste. Afloramientos similares han sido cartografiados entre Mucllo y los alrededores de Runatullo al extremo más oriental de la hoja. Se reconocen estas

En este lugar el Grupo Tarma se encuentra incompleto y limitado por fallas, las cuales lo ponen en contacto con la Formación Ananea hacia el NE y Grupo Mitu hacia el SO. Una columna estratigráfica levantada en el cerro Occopata, situado en la margen derecha del valle del río Chimboya, muestra que el Grupo Tarma está constituido, por areniscas cuarzosas de grano grueso con gravas, su buena exposición muestra una serie de estructuras sedimentarias que permiten reconocer a este Grupo.

En la parte inferior se observa laminación plano paralela, flaser bedding, laminación ondulada, dunas hidráulicas de 1 m de longitud de onda y hacia la parte superior predomina la estratificación oblicua, apreciándose también superficies de erosión y estructuras de canal.

4.3.1.4 Grupo Copacabana (CpPEc-c)

Vera et al., (2021) sugirieron el nombre Copacabana para la parte superior de calizas en el Estrecho de Tiquina, mientras que Newell et al. (1953) mencionan que las calizas masivas en este mismo lugar pertenecen al Pérmico inferior. Los afloramientos se encuentran distribuidos al sureste y al extremo noroeste del cuadrángulo de Jauja, hoja 24m. Al sureste se ubican entre el río Tingo Lamblas, Colpa, Chaca Comas y el río Huaruchaca, donde han sido cartografiados

En el área de estudio aflora en el cuadrángulo de Ayapata en el extremo sur central, en la falda NE del cerro Chillintaya y cerro Pirhuani, estos afloramientos se encuentran limitados hacia el NE por una falla inversa de alto ángulo que pone al Grupo



Ambo contra el Copacabana, hacia el SO reposa discordantemente debajo del Grupo Mitu. En el área de estudio el Grupo Copacabana se encuentra afectado por una alteración hidrotermal, que se manifiesta en una fuerte silicificación acompañada de piritita diseminada, que le confiere colores rojizos y amarillentos muy característico en el paisaje. En el cerro Chillintaya se ha levantado una columna estratigráfica en la que se ha medido 600 m.

4.3.1.5 *Grupo Mitu (PET-m)*

Fue descrito por Mc. LAUGHLIN, A. (1924) como una secuencia molásica de edad Permiano, cuya sección tipo se ubica en Cerro de Pasco-Perú Central. Sus afloramientos en el área de estudio se presentan en ambos cuadrángulos.

En el cuadrángulo de Ayapata sus afloramientos ocupan la mayor parte del cuadrante SO en los alrededores del nevado Allin Ccapac, los cuales se extienden hasta los ríos Macusani y Corani. En el cuadrángulo de Corani se presentan afloramientos en su parte central oeste, en el valle del río Chimboya, valle del río Mates, en los alrededores de los nevados Escopetane, Quisoquipaña, en la quebrada Pucamayo, y alrededores del caserío de Phinaya.

4.3.2 **Mesozoico**

4.3.2.1 *Formación Quenamari*

Según Rivera Zeballos (2010), Las rocas Volcánicas en la meseta de Quenamari son tobas riolíticas a dacíticas del Neógeno tienen amplia distribución en el área de estudio, denominada como formación Quenamari, constituye el metalotecto importante para el emplazamiento del URANIO, esta formación está dividida en tres unidades: Tobas lapillíticas litoclásticas de composición riolíticas, del miembro Chacaconiza, tobas riolíticas a riodacíticas del miembro Sapanuta, cerrando con tobas lapillíticas de



composición riolítica del miembro Yapamayo. Cubre toda esta secuencia depósitos Cuaternarios: morrenas, fluvioglaciares, aluviales y coluviales. A continuación, haremos una breve descripción de la más antigua a la más moderna.

a) Miembro Chacacuniza (Nm-qu/ch)

Este miembro está compuesto de una sucesión continua de flujo ignimbrítico cuyo grosor varía de 10 a 15 m, se caracteriza por presentar flujos muy compactos y bien soldados; aflora en la margen derecha del río Quenamari Mayu. Petrográficamente es de composición riolítica, contiene pómez centimétrica y material lítico paleozoico muy fino, que alcanzan los 2 mm. Su mineralogía consiste de cuarzo, plagioclasas, biotitas, sanidina y accidentalmente obsidianas, todo envuelto en una matriz de vidrio volcánico con shard. Esta unidad infra yace en concordancia al miembro Sapanuta en casi toda el área CHEILLETZ A. et al. (1992) en base a dataciones K/Ar le asigna una edad comprendida entre 10 a 6,7 Ma., correspondiendo al Mioceno medio.

b) Miembro Sapanuta (Nm-qu/s)

Este miembro se caracteriza por construir una sucesión de aproximadamente 3 unidades ignimbríticas, de color blanco de carácter tufaceo, su unidad más superior en un flujo de pómez de 5 a más de 10 cm de diámetro y también líticos.

En este miembro se ha desarrollado una morfología típica, de bosque de piedras que lo distingue de los otros miembros, entre los lugares más espectaculares se tienen la quebrada Minascunca y los alrededores del caserío Huarmi-Huanca. En el paisaje forma una gran meseta con una inclinación entre 4° y 6° hacia el Noreste.

El Miembro Sapanuta, en los valles de los ríos Chimboya, Phinaya y Macusani en el cuadrángulo de Ayapata sobrepasa al miembro Chacacuniza y reposa directamente sobre el Grupo Mitu.

c) Miembro Yapamayo (Nm-qu/y)

Es el miembro superior de la Formación Quenamari, aflora en el cuadrante SE del cuadrángulo de Corani y esquina SO del cuadrángulo de Ayapata. Está compuesto por una sucesión de 4 flujos ignimbrítico cuyos grosores varían de 30 a 50 m, de composición riolítica, se caracteriza por presentar flujos de cenizas débilmente soldadas en la base y hacia el techo es una toba blanca. Constituido por cuarzo, plagioclasas y biotitas. En este miembro se encuentra la mineralización de uranio. CHEILLETZ A. (1992) y POUPEAU G. (1992) le asignan una edad de 75 ± 0.5 Ma., que es sincrónica con la fase compresiva quechua de los Andes (SEBRIER et al. 1988) corresponde una edad del Mioceno superior a Plioceno inferior.

| ERATEMA | SISTEMA | SERIE | UNIDADES | GROSOR(m) | C O L U M N A | DESCRIPCIÓN | |
|-------------------|----------|------------------|-----------------|-----------|---------------|---|--|
| CENOZOICA | NEÓGENO | Pleistoceno | Holoceno | Aluviales | 200 | | Bloque de gravas angulosas y limos |
| | | | Fluvioglaciares | | | | Gravas redondeadas en matriz arenosa |
| | | | Morrenas | | | | Gravas y arenas angulosas en matriz arenocarlitoza |
| | | Mioceno | Fm. Quenamari | Ya | | 250 | |
| Sa | | | | | | Ignimbritas con abundante pómez | |
| Cha | | | | 50 | | Ignimbritas con disyunción columnar | |
| MESOZOICA | CRETÁCEO | Indiferenciado | | ±500 | | Areniscas cuarzosas | |
| PERMIANO | Superior | Grupo Mitu | | 1000 | | Lavas andesíticas Porfíricas | |
| | Inferior | Grupo Copacabana | | 600 | | Lutitas rojas Conglomerados | |
| CARBÓNIFERO | Superior | Grupo Tarma | | 200 | | Calizas con chert | |
| | Inferior | Grupo Ambo | | 200 | | Areniscas grises Mudstones gris oscuros | |
| SILURICO DEVÓNICO | | Fm. Ananea | | ±800 | | Lutitas negras pizarrosas con Silitas | |

Figura 20. Columna Estratigráfica de los Cuadrángulos de Corani y Ayapata.

Fuente: Chávez V. Antenor, Salas A. Guido y Gutiérrez S. Edgar y Cuadros P. José, 1997.



4.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El área de estudio se encuentra situados en unos de los cuatro mega bloques estructurales llamado Bloque de Corani-Ananea, este bloque está constituido por estructuras de gran amplitud regional y en su mayoría han sido identificados más al NO y SE.

(Avilés, 1996). “Estas estructuras son el resultado de fallas longitudinales normales muy profundos, producidos por una superposición de eventos volcánicos que afectaron a la zona de estudio, resultado bloques levantados y hundidos”

(José et al., 1997), Este dominio se encuentra limitado al Norte por la falla Corani-Paquillusi y al Este por el sistema de falla transcurrete de Huascani Cocha.

Este dominio está compuesto en su mayor parte por terrenos del Grupo Mitu, que son mayormente de composición volcánica, se hallan formando un gran monoclinial inclinado de 20°-40° hacia el NE, es el caso de los afloramientos de los alrededores del nevado Allinccapacc, valle de Macusani, valle de Corani, sólo se observa un anticlinal en el cerro Sorayoc ubicado en la esquina SO del cuadrángulo de Corani. En este dominio también se presentan terrenos del Carbonífero (grupos Ambo y Tarma) en monoclinales limitados por fallas.

Completa la estructura de este dominio una sucesión de flujos ignimbrítico tabulares en discordancia angular con el Grupo Mitu. Estas ignimbritas están afectadas por un fallamiento y fracturamiento de dirección NE en el que se ha emplazado mineralización de uranio; estas estructuras se presentan en el cerro Chapuloma, en los cerros Pacrapata y Santo Pucará.

4.4.1 Falla Regional

La falla geológica de Chacaconiza se extiende a lo largo de la meseta volcánica con una longitud de 1.5 km aproximadamente con una dirección N35°E y con una profundidad considerable, por sus características morfológicas, geométricas y cinemáticas se determina que esta estructura geológica de falla normal, esta falla regional es el producto de eventos tectónicos que afectaron a la región, la falla Chacaconiza divide la meseta volcánica a los miembros Sapanuta y Chacaconiza.



Figura 21. La falla geológica de Chacaconiza

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2 Fallas Normales

La falla de Chacaconiza fue predominante en la región ya que dio como resultado juegos de fallas normales, fallas dextrales y sinistralas, las relaciones entre uno y otro bloque pueden ser apreciados en los mapas estructurales.



Figura 22. Fallas Normales

Fuente: Elaboración Propia

4.4.3 Análisis Estructural

Para el análisis estructural se recolecto datos de las fallas encontradas en campo, se identificó los espejos de falla, fracturas, discontinuidades y estrías donde se determinó los rumbos, buzamiento, rake y su cinemática, los datos recolectados en mayor parte se tomaron en ignimbritas tobáceas relativamente alterados, cabe resaltar que fue difícil encontrar estrías no alteradas, la mayoría de las estrías encontradas están meteorizadas y oxidadas

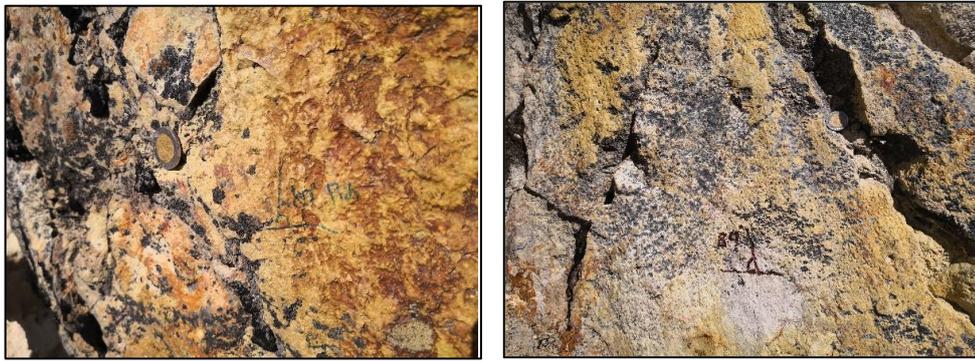


Figura 23. Estrías de Falla.

Fuente: Elaboración Propia

Toda la data fue insertados al software (FaultKin), data que fue procesada en interpretada y ploteada en un mapa estructural, en la imagen podemos apreciar los linealitos y que fueron superpuesto los resultados de la data procesada del software FaultKin, la interpretación dio a un conjunto de fallas las cuales son: cuatro fallas sinestrales y tres fallas dextrales, estas lineaciones tienen direcciones en su mayoría Noroeste, también se identificó dos fallas regionales normales.

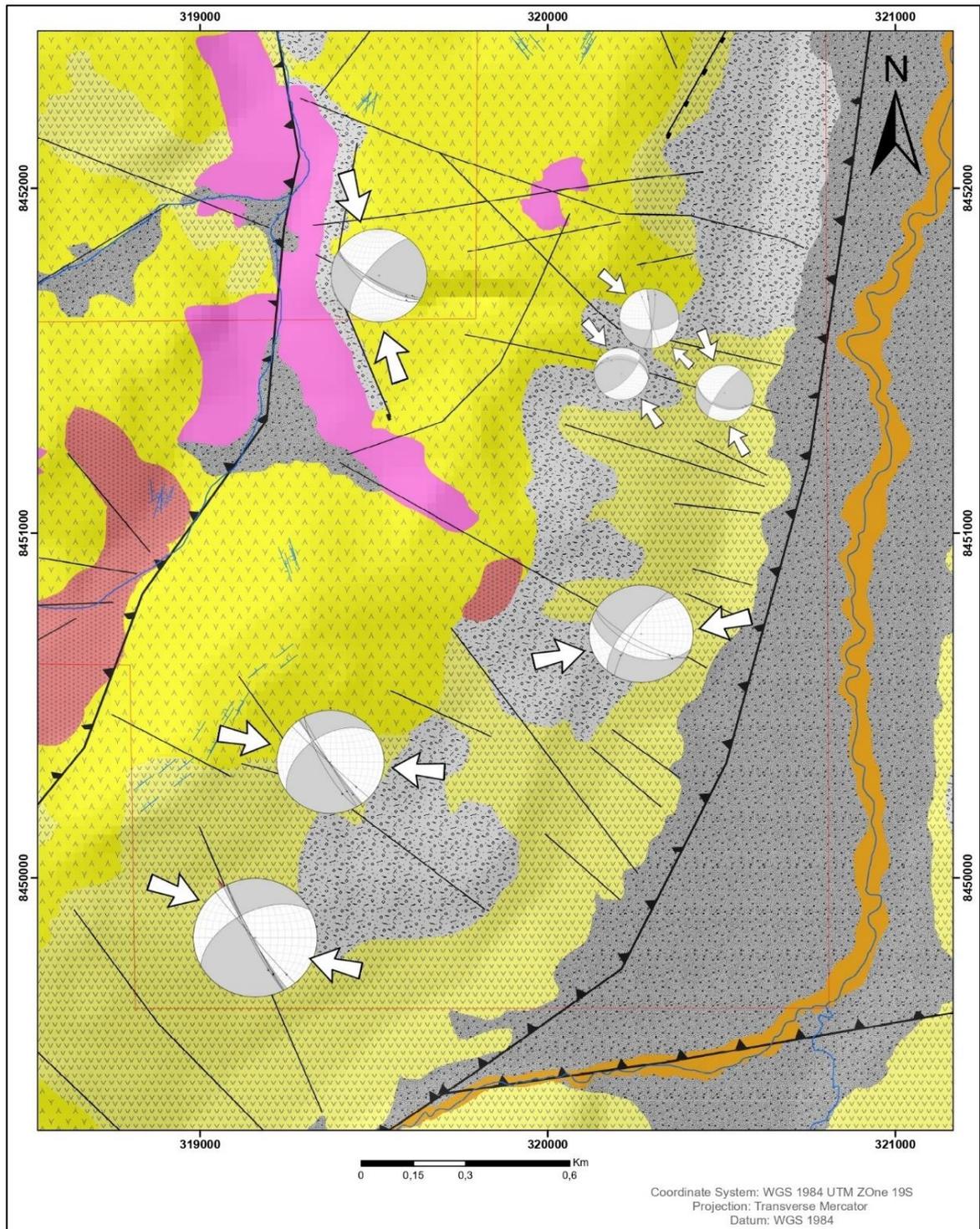


Figura 24. Mapa de fallas y lineaciones.

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en campo, dentro de la zona de estudio se realizó trabajos de caracterización de rocas, estructural y la continuidad de las tobas.

5.1 IDENTIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS

5.1.1 Riolita del Miembro Sapanuta Nm-qu/s

La Riolita que aflora en la concesión Falchani se caracteriza por ser un flujo de ignimbríticas con clastos de pómez de 3 a más de 7 cm de diámetro, su composición comprende de plagioclasas sódicas, biotitas y piroxenos. La presencia de cuarzo es muy variable como: cuarzo ahumado, cuarzo hialino y cuarzo citrino, un mineral muy importante es la obsidiana que se presenta como un mineral amorfo y está relacionado directamente con la mineralización de uranio las cuales son de mayor radiactividad y concentración siendo el mineral de uranio la Autunita $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10-12\text{H}_2\text{O}$.



Figura 25. Riolita del miembro Sapanuta vista hacia el Este.

Fuente: Elaboración Propia

La concentración de cuarzo en las muestras varían entre 18 y 33%, las plagioclasas entre un 15 – 20 %, moscovita de 1 – 2%, biotita 2% y minerales como la augita que estan entre 5 – 10 %, el mineral de Autunita que se presenta en la concesión Falchani en forma terrosa y una coloración amarillenta, la particularidad de este mineral es que se aloja en las fracturas tanto en superficie como en profundidad, también se apreciar diseminaciones, pero con menor concentración.



Figura 26. Concentraciones de Autunita en fractura y diseminado en la concesión Falchani.

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.2 Tobas Litíferas

Tobas Litíferas, es el nombre que se asignó a las tobas que se presentan en la concesión Falchani y Ocacasa 4 con un alto contenido de litio según resultados de laboratorio. Estas tobas se caracterizan por su color blanquecino esencialmente está constituido por ceniza volcánica fina, pómez y vidrio volcánico que es el producto de una actividad volcánica explosiva y que han tenido un transporte aéreo significativo, las tobas se presentan de forma masiva y estratificada.

El afloramiento de las tobas litíferas se manifiestan en horizontes de quebradas, laderas, y casos particulares en cotas elevadas (Colinas) debido a la superposición de las riolitas y material coluvial.

5.1.2.1 Vidrio volcánico en la concesión Falchani

Generalmente se observan vidrios volcánicos de tamaños de 1 cm en superficie, pero esta peculiar muestra de vidrio volcánico translucido se encontró a una profundidad de 154.00 metros de profundidad cuando se realizaban las perforaciones diamantinas, tiene un tamaño de 7 cm, y el color verde oscuro se debe a la cantidad de impurezas de hierro y magnesio.

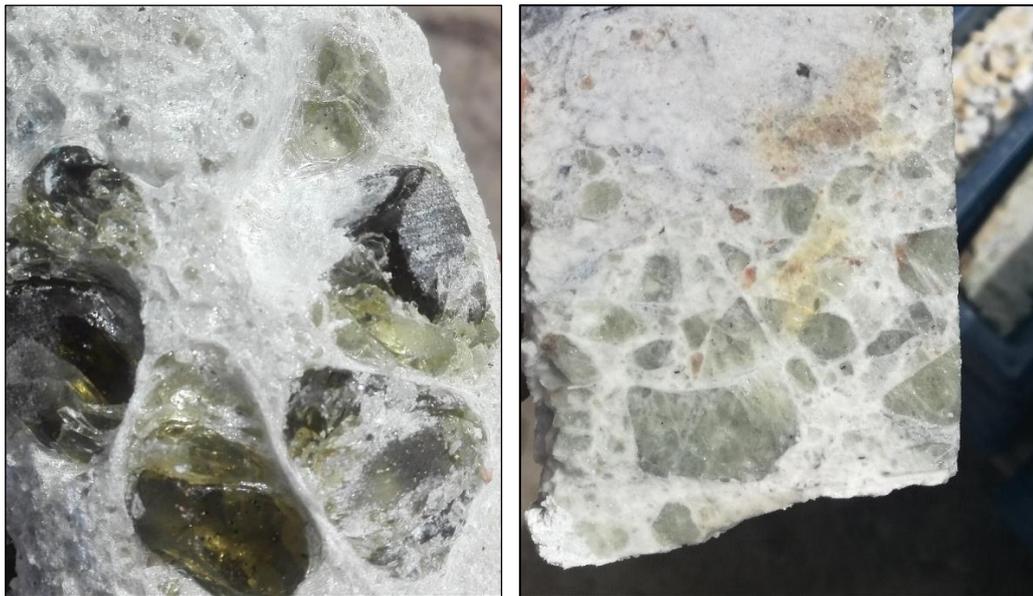


Figura 27. Vidrio Volcánico (Verde oscuro).

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3 Descripción Petrográfica

La **Muestra SAP-01**, tiene color blanco grisáceo, poco intemperizada y moderadamente compacta. Contiene cristales de cuarzo de formas euhedrales (15%), plagioclasas (15%), biotita euhedral (2%), vidrio volcánico translucido, obsidiana (ambos 20%, ver figura 29), pseudomorfos de Autunita diseminada (2%) y matriz de microlitos (59%). El vidrio volcánico y la obsidiana ocurren normalmente juntos. En ciertos sectores ocurre una mancha de color pardo claro a rojizo posiblemente de origen hidrotermal. La

Autunita forma cristales independientes dentro de la matriz microlítica (figura 30). Se trata de una roca volcánica explosiva de composición Riolita con débil alteración argílica.



Figura 28. Muestra SAP-01.

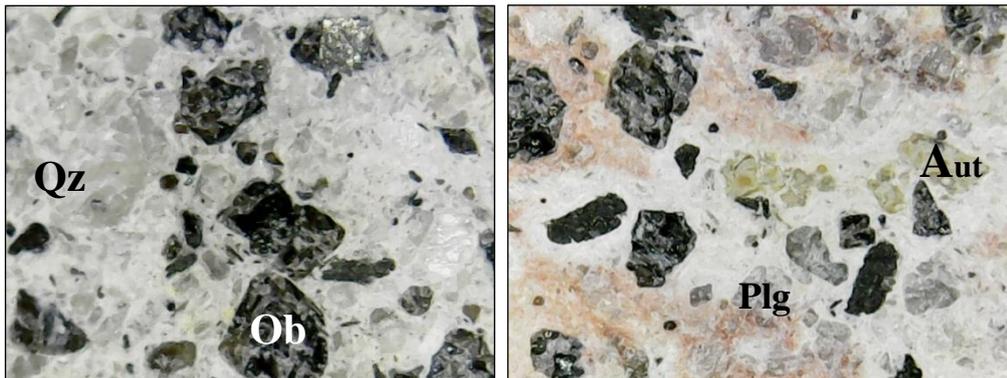


Figura 29. Ampliación de la muestra SAP-01 a 40x.

Nota: diseminaciones de obsidianas, vidrio volcánico y Autunita.

A continuación, se observan las fotomicrografías tomadas con luz transmitida en NII (izquierda) y NX (derecha), con objetiva 4x (fotomicrografía A) y 10x (fotomicrografías B y C) de la muestra SAP-01 (Miembro Sapanuta).

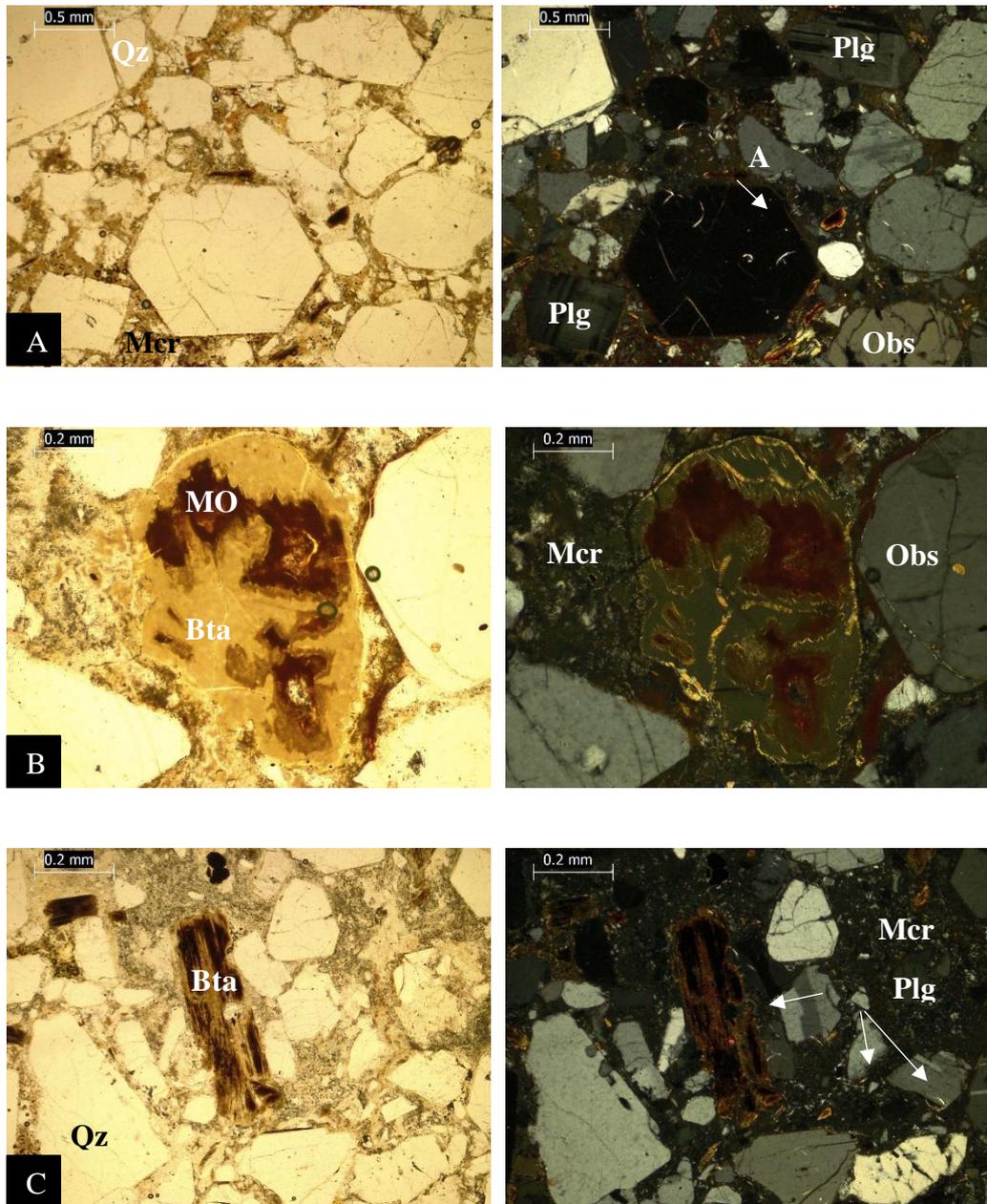


Figura 30. Muestras SAP-01 Fotomicrografías.

fotomicrografía A) y 10x (fotomicrografías B y C) de la muestra SAP-01.

Fuente: elaboración propia.

Nota: tomadas con luz transmitida en NII (izquierda) y NX (derecha) con objetiva 4x (fotomicrografía A) y 10x (fotomicrografías B y C) de la muestra SAP-01.

Abreviaturas: Cuarzo (Qz), plagioclasa (Plg), obsidiana (Obs), biotita (Bta), microlitos (Mcr) y mineral opaco (MO).

La figura 31, la muestra en general tiene una textura conformada por cristales rotos de cuarzo, plagioclasas, biotitas y matriz de microlitos. La biotita muestra coronas de alteración y termina en la neoformación de minerales opacos (ver fotomicrografía C); la textura que se observa en la biotita es esquelética (ver fotomicrografía B), el zoneamiento observado posiblemente se debe a cambio composicionales en contenido de hierro. La obsidiana muestra micro fracturamiento por el violento cambio de temperatura al cual cristalizó; algunos cristales de obsidiana se relacionan a pequeños cristales de Autunita con tamaños menores a 0.2mm. Las plagioclasas son polisintéticas (anortoclasa), de macla simple (sanidina) y muestran zonas de crecimiento (ver fotomicrografía A). Se trata de una roca volcánica explosiva, toba de cristales.

Tabla 7. Muestras del miembro Sapanuta.

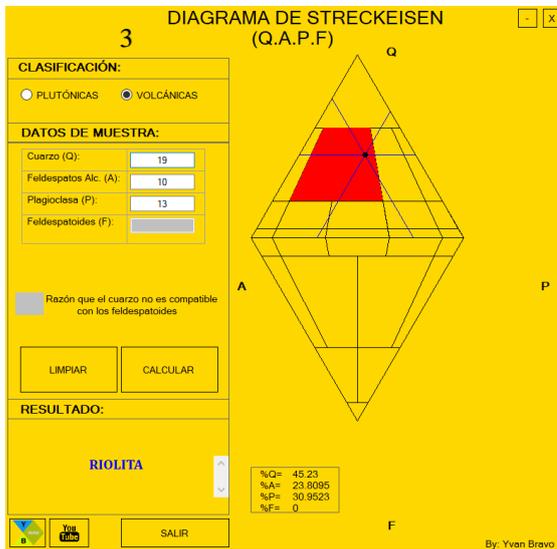
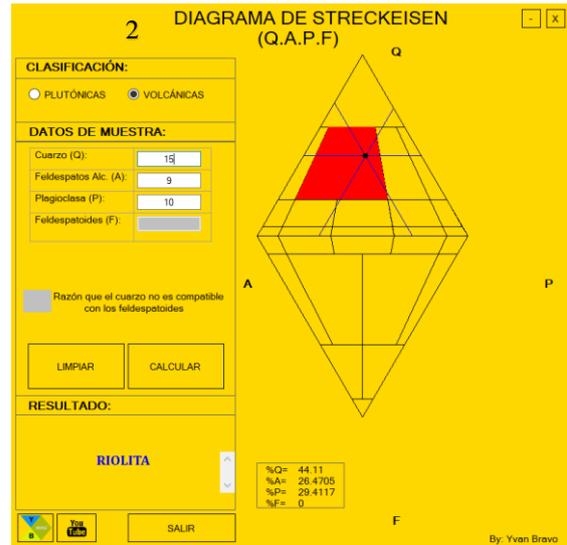
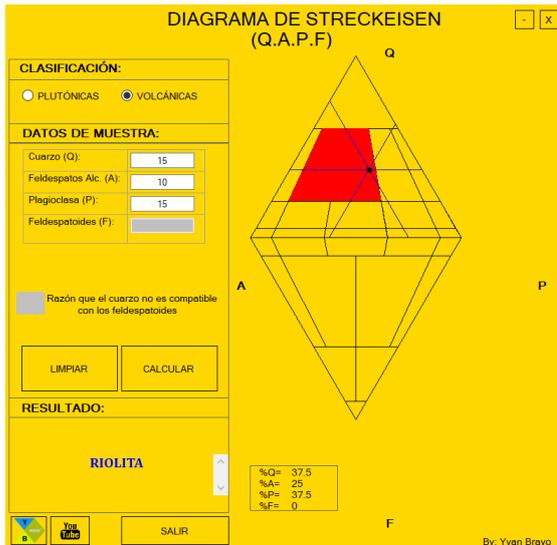
| Muestra: 1 | Muestra: 2 |
|---|--|
| Color de Roca: Blanquecina Textura: Porfírica Granular | Color de Roca: Blanquecina Textura: Porfírica Granular |
| Minerales esenciales: Feldespato Alcalino: 10 % Cuarzo: 10% Plagioclasas: 15% | Minerales esenciales: Feldespato Alcalino: 9 % Cuarzo: 15% Plagioclasas: 10% |
| Minerales tipo (porcentaje) Biotita: 2% Vidrio Volcánico: 20% Autunita: 2% | Minerales tipo (porcentaje) Biotita: 3% Vidrio Volcánico: 15% Autunita: 0% |
| Tipo de Roca: Volcánica Nombre de La Roca: Riolita | Tipo de Roca: Volcánica Nombre de La Roca: Riolita |
| Muestra: 3 | Muestra: 4 |
| Color de Roca: Blanquecina Textura: Porfírica Granular | Color de Roca: Blanquecina Textura: Porfírica Granular |
| Minerales esenciales: Feldespato Alcalino: 10 % Cuarzo: 19% | Minerales esenciales: Feldespato Alcalino: 10 % Cuarzo: 10% |



| | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Plagioclasas: 13% | Plagioclasas: 15% |
| Minerales tipo (porcentaje) | Minerales tipo (porcentaje) |
| Biotita: 2% | Biotita: 2% |
| Vidrio Volcánico: 20% | Vidrio Volcánico: 20% |
| Autunita: 0% | Autunita: 2% |
| Tipo de Roca: Volcánica | Tipo de Roca: Volcánica |
| Nombre de La Roca: Riolita | Nombre de La Roca: Riolita |

Fuente: Elaboración Propia

1



4

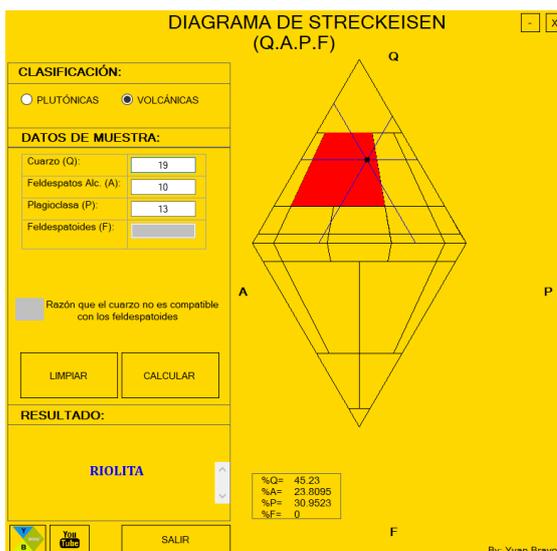


Figura 31. Clasificación por Streckeisen

La **Muestra SAP-02**, tiene color blanco grisáceo, poco intemperizada y compacta. Contiene oquedades dispersas rellenas por cristales, los cuales mayormente forman agregados botroidales de color blanco y en algunos forman pseudomorfos (10%), ver figura 33. También existen cristales de biotita muy dispersos (1%) con colores verde amarillo claro. Bordeando las oquedades se observa halos de alteración semejante a la textura “wormy” de los epitermales de alta sulfuración, estos halos son de distinta composición, por su forma pulverulenta parece ser sericita. Se trata de una roca volcánica explosiva de composición Riolita - riodacita muy obliterada.



Figura 32. Muestra SAP-02, alterada y con alta intensidad y de distribución pervasiva.

Fuente: elaboración propia.

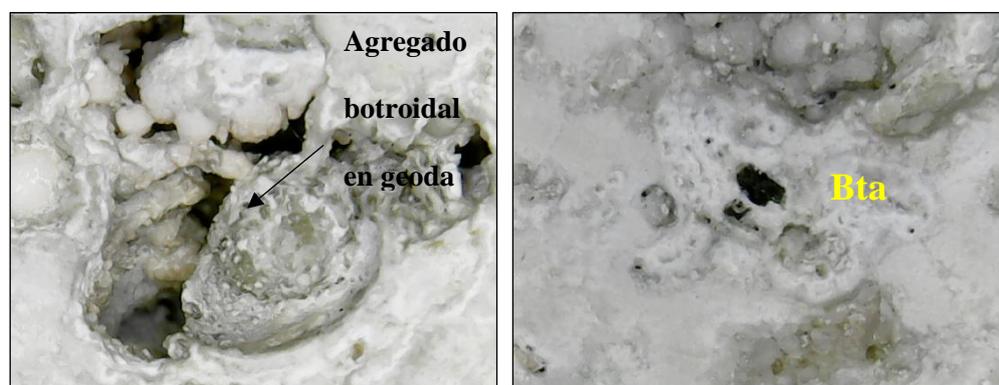


Figura 33. Ampliación de la muestra SAP-02 a 40x.

NOTA: geodas con agregados botroidales y biotita dentro de halos conformadas por arcillas de colores blancos a rosado claros. Biotita (Bta).

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se observan las fotomicrográficas tomadas con luz transmitida en NII (izquierda) y NX (derecha), con objetiva 10x de la muestra SAP-02 (Toba Litífera)

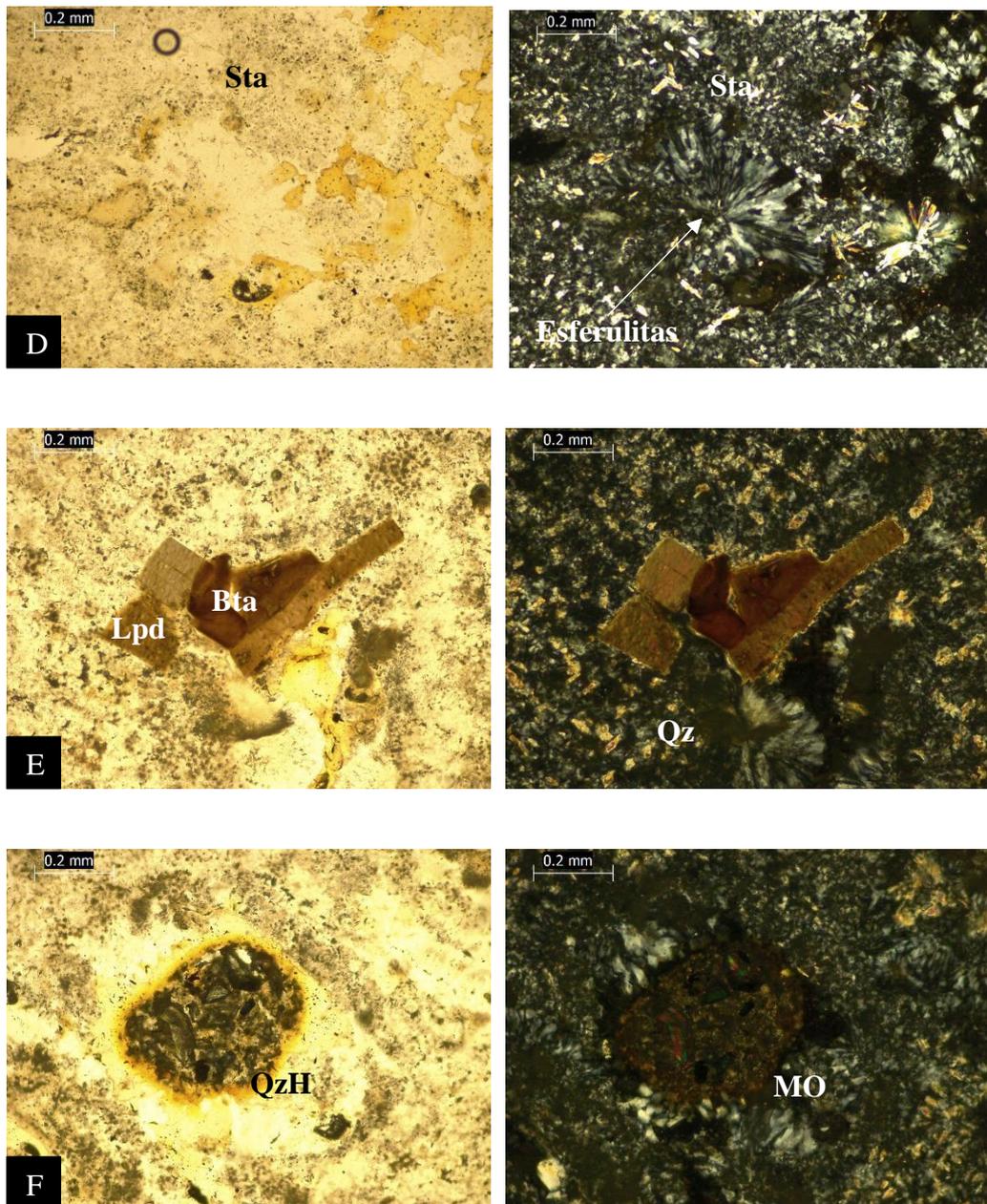


Figura 34. Muestra SAP-02 Fotomicrográficas.

NOTA: tomadas con luz transmitida en NII (izquierda) y NX (derecha) con objetiva 10x de la muestra SAP-02. Cuarzo hidrotermal (QzH), sericita (Sta), biotita (Bta) y mineral opaco (MO).

Fuente: elaboración propia.

Abreviatura: Cuarzo hidrotermal (QzH), sericita (Sta), biotita (Bta) y mineral opaco (MO).

En la Figura 34, la muestra está totalmente alterada y tiene como matriz a microlitos de sericita que llegan a tamaños de 0.2mm., estos neocristales tienen ciertas particularidades ópticas (el relieve y formas), las cuales posiblemente sean por adición de otros elementos químicos; esto en especial en los microlitos pequeños (ver fotomicrografía D). Los cristales aciculares se relacionan con la ocurrencia y alteración de la biotita, la biotita ocurre en cristales tabulares de manera muy dispersa con cierto estado de alteración (ver fotomicrografía E). La muestra contiene también calcedonia que ocurre en cristales aciculares radiales dentro de oquedades; ya en la matriz forman esferulitas al igual que la sericita; las esferulitas indican un grado de difusión en el ambiente de formación con menor tiempo de enfriamiento. El cuarzo hidrotermal se presenta algunas veces rodeando las oquedades y presenta textura granoblástica (ver fotomicrografía F). La alteración de la muestra corresponde a una alteración argílica más cuarzo secundario.

Tabla 8. Muestra Sap-02 Falchani

| | |
|---|-------------|
| Muestra: Sap-02 | Fotografía: |
| Matriz: Matriz Sostén | |
| Color de Roca: Blanquecina | |
| Textura: Volcanoclásticas | |
| Granulometría | |
| Ceniza de grano fino < 2 mm: 80% Líticos 1% Trizas Vítreas: 15% | |
| Minerales tipo (porcentaje) | |
| Biotita: 0.5% | |
| Vidrio Volcánico: 15% | |
| Tipo de Roca: Ceniza Volcánica | |

Fuente: elaboración propia.

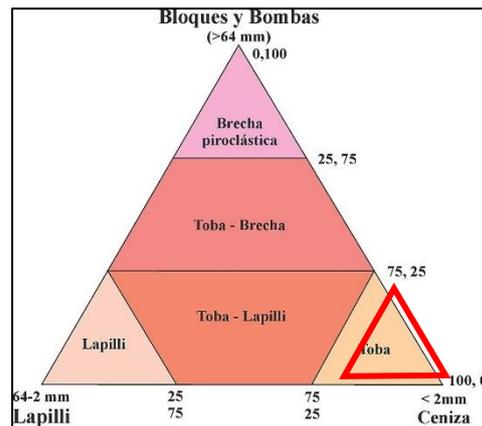


Figura 35. Clasificación según el tamaño de grano (Fisher, 1966)

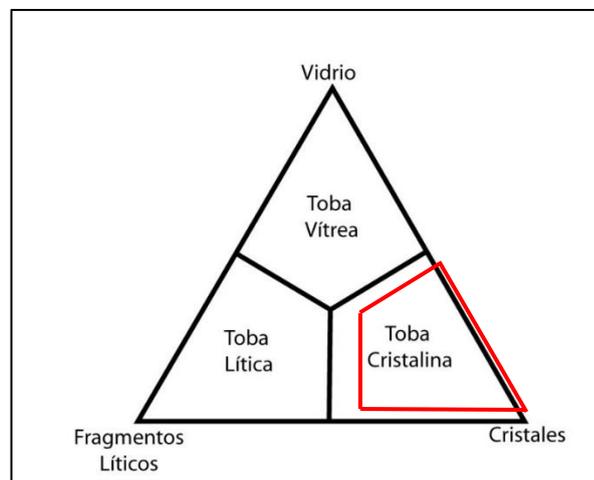


Figura 36. Clasificación por composicional.

En la figura 37 (E) se puede ver una mica de biota y en su entorno sea posiblemente micas tabulares de Lepidolitas, Esta mica es la principal fuente de litio siendo su fórmula química $K(Li,Al)_3(Si,Al)_4O_{10}(F,OH)_2$ la lepidolita es fácilmente confundido con moscovita cuando este tiene un tamaño considerable, según Torre J, (2019) existen cristales de biotita que se alteran a posibles lepidolitas.

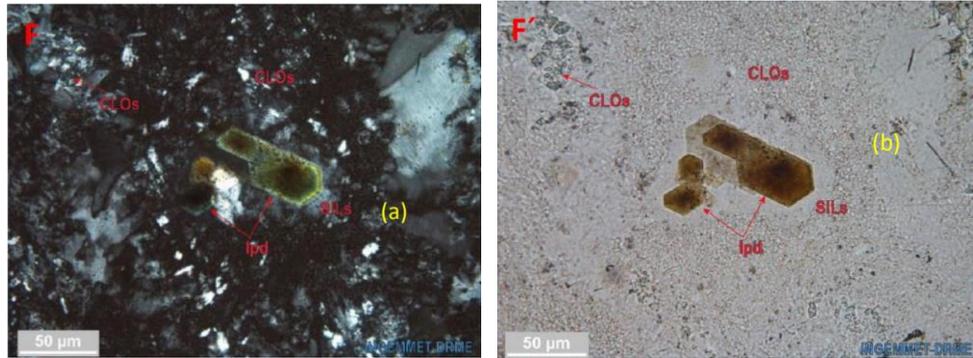


Figura 37. Microfotografía de toba lapilli miembro Sapanuta.

Fuente: Torre et al. (2019).

5.2 ANÁLISIS GEOQUÍMICO ICP MS - LITIO

En la siguiente figura y en la tabla 8 se visualiza los puntos de muestreo ploteado con los resultados del muestreo geoquímico del elemento Litio en ppm de la concesión de Falchani y parte de concesión Ocasaca 4, los resultados muestran valores de 2017 ppm hasta valores de 4272 ppm. (seguir el orden de los objetivos)

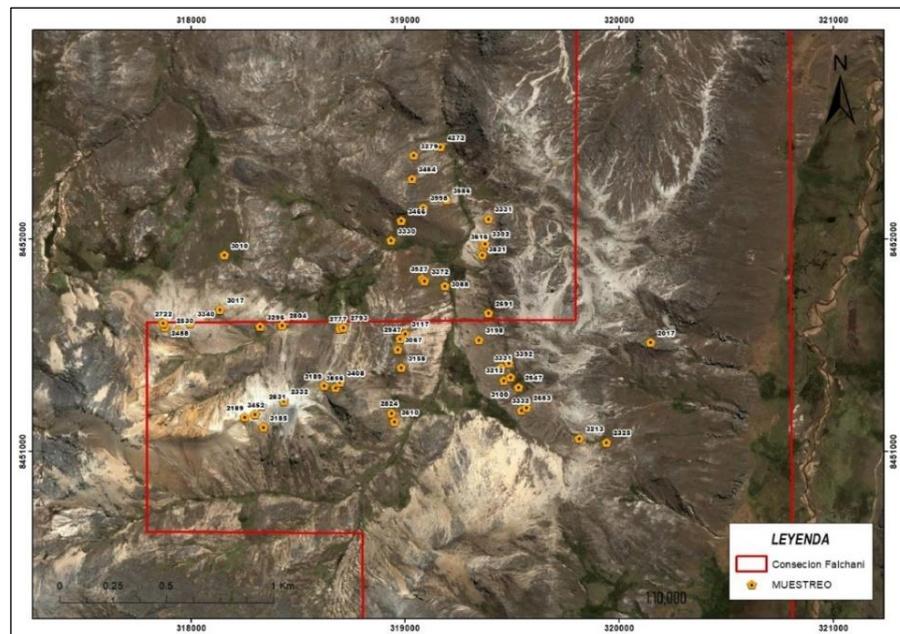


Figura 38. Muestreo Rock chip Aleatorio en la concesión Falchani y Ocasaca 4.

Fuente: Macusani Yellowcake.

Tabla 9. Coordenadas de muestras tomadas en campo.

| MUESTRAS | Este | Norte | LI_ppm |
|----------|--------|---------|-------------|
| 6713 | 317878 | 8451587 | 2488 |
| 6642 | 319494 | 8451352 | 3212 |
| 6646 | 319545 | 8451195 | 3332 |
| 6673 | 319448 | 8451397 | 3331 |
| 6714 | 317870 | 8451605 | 2722 |

Fuente: MacusaniYellowcake S.A.C.

5.2.1 Interpolacion IDW

Realizamos una interpolacion IDW (Ponderación de distancia inversa) con los resultados de laboratorio en funcion de ppm de litio esto para vizualizar la distribución de elemento en la conceion Falchani y parte de la concesión Ocacasa 4.

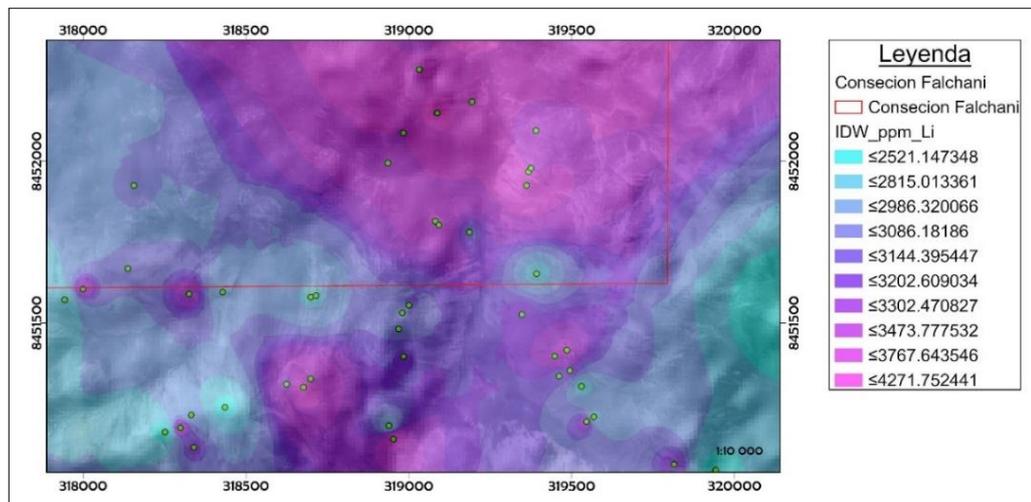


Figura 39. Interpolación IDW.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Las concentraciones de litio se encuentran en las tobas daciticas y la mayor concentración de litio esta entre 3000 a 4000 ppm.

Estas tobas son de color blanquecinos presentan silicificación de granulometría fina (toba de ceniza 2 mm) formadas probablemente en la era Neógeno mioceno. Las cenizas volcánicas fueron depositadas en una cuenta lacustre ya que presentan laminaciones de espesor de 1 a 2 cm y también oquedades o pequeñas vesículas. Afloran en superficie y a su vez se encontraron a profundidad como resultado de las perforaciones diamantinas.



Figura 40. Toba Litífera.

Fuente: Elaboración Propia.

a) *Perforaciones Diamantinas*

- Preloguo Geológico

Paralelamente al Muestreo geoquímico se realizó las perforaciones diamantinas a lado Este de la concesión Falchani con la finalidad de conocer la profundidad y la extensión de las tobas litíferas, para esto realizamos logeo preliminares describiendo los testigos de perforación diamantina.



Tabla 10. Prelogueos de sondajes

| | | | | |
|----------------------|---------------------|------------------|---------------------|---|
| Front: | CHACACONIZA | | | |
| Plataforma: | PCHAC 29 | | | |
| Hole: | PCHAC29 - TV | 319552 | Azimuth: | |
| Elevation: | 4711 | 8452104 | Inclination: | 90° |
| DEEP (meters) | | LITHOLOGY | ALTERATION | |
| From | To | | | |
| 0,00 | 22,15 | | | Roca Riolita de color blanco grisáceo, con 40% de Qz (mayor parte es de Qz ahumado, Qz hialino), By menor de 1%, menor del 1% de líticos, Sanidina 1%, Pómez 1%, andalucita menor del 1%, roca moderadamente compacta, con menor porcentaje de diseminación de mineral de uranio. |
| 22,15 | 80,50 | | | Tramo de brecha superior muy fracturado con presencia de panizo y arcillas. |
| 80,50 | 255,50 | | | Roca Intrusiva con granulometría gruesa y cristales definidos (Qz hialino), contenido de By en mayor porcentaje y plagioclasas, cont. De CPy, Py diseminado en fractura. |

| | |
|-----------------|---------------|
| From: | 0,00 |
| To: | 255,50 |
| Advance: | 255,50 |

| | |
|-------------------------------|--|
| Litología | |
| Ignimbritas Riolíticas | |
| Ignimbritas Dacíticas | |

| | |
|----------------------------|--|
| Alteración | |
| Argílica avanzada | |
| Argílica intermedia | |
| Argílica moderada | |

Fuente: Elaboración Macusani Yellowcake.

Según la tabla N°9 los primeros metros de ignimbritas Rioliticas tienen una alteración argílica moderada los tramos de tobas no tienen alteración y la roca intrusiva también presenta una alteración argílica moderada.

5.2.2 Resultados análisis geoquímicos de perforaciones diamantinas

Con la información obtenida de los prelogueos geológicos, correlacionamos con los resultados geoquímicos de laboratorio para delimitar la profundidad y potencia de las tobas litíferas, además de se observó altos valores de Rubidio, Cesio, Bario y zinc.



Los 25 primeros metros de profundidad son riolita con una composición mineralógica homogénea, hasta llegar a la primera brecha superior, también se encontró tramos de 3.00 m de panizo donde se pudo inferir fallas locales.

Las tobas dentro de las brechas presentaban laminaciones muy compactas que confirman una deposición en una cuenca volcánica, que posteriormente ha sido cubierta por una secuencia de ignimbritas.

5.2.3 Perfiles Geológicos

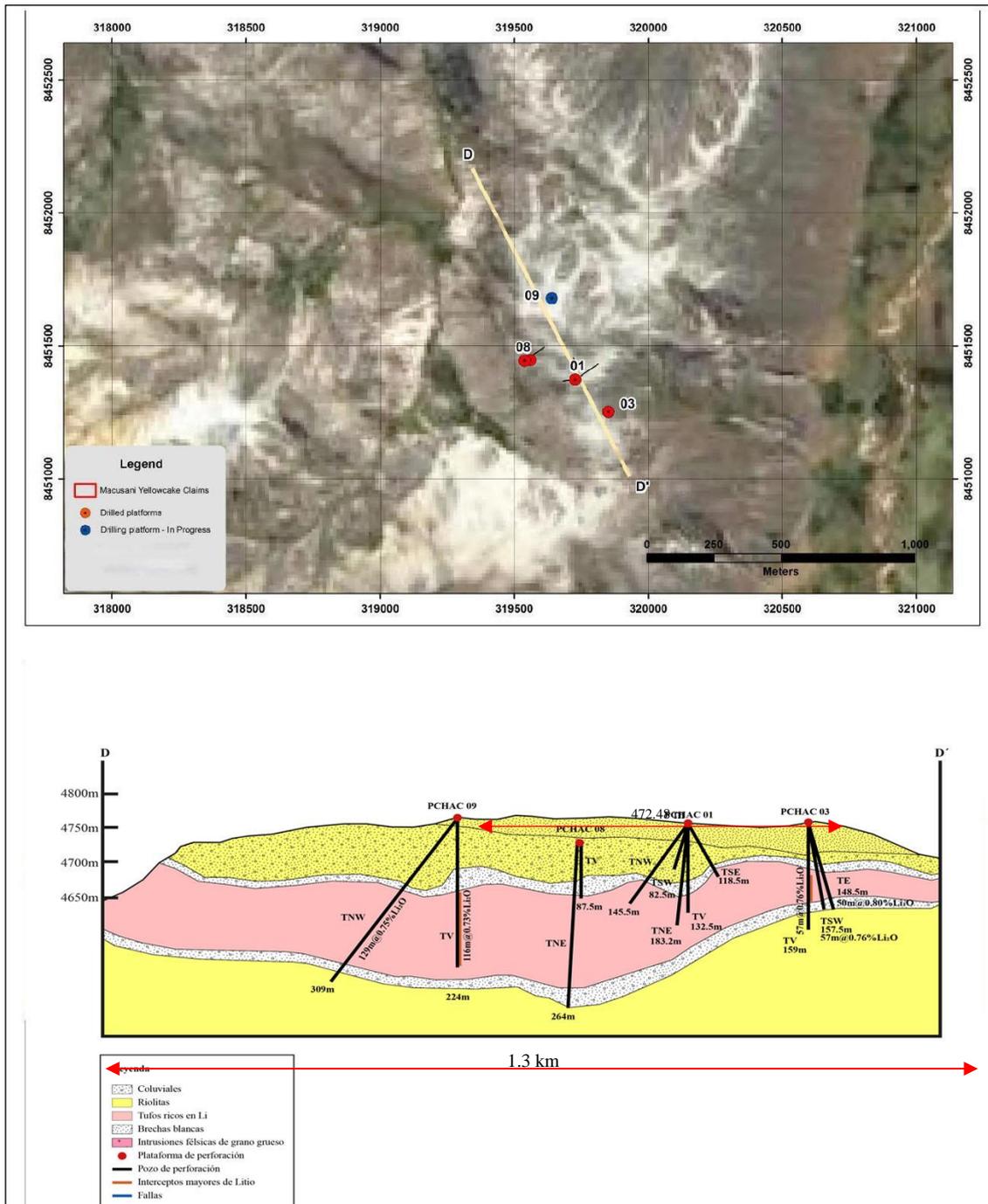


Figura 41. SECCION D-D'

Fuente: Elaboración Macusani Yellowcake

Todos los sondajes de perforaciones son de categoría de exploración y en los puntos de perforación se realizaron más de un taladro, estos sondajes tienen diferentes Rumbos y Buzamientos, esto con el objetivo de tener mayor información para poder



delimitar la secuencia de tobas litíferas y posteriormente tener una buena interpretación del yacimiento también aprovechar las plataformas de perforación y los accesos realizados en la concesión Falchani.

Detallando el sondaje de PCHAC 03 TV con un buzamiento de -90° , se determina que los primeros 52 metros de profundidad son Riolitas, luego continua un tramo de brecha de 14 metros que se le denomina brecha superior, luego de la brecha continua una secuencia de las tobas litíferas con 50 metros de potencia y vuelque la brecha con 14 metros.

Las secuencias de tobas litíferas tiene concentraciones de 3000 ppm hasta 4000 ppm de litio, estas concentraciones son constante a medida que se profundiza, en todos los sondajes perforados siempre está presente la brecha superior y brecha inferior, la potencia de estas brechas varían entre 14 metros hasta 30 metros y tienen concentraciones de litio muy variables.

La secuencia de las Tobas Litíferas también son muy variables entre 50 m a 140 m, según el perfil de la imagen 38, la potencia de las tobas aumenta de Este a Oeste.

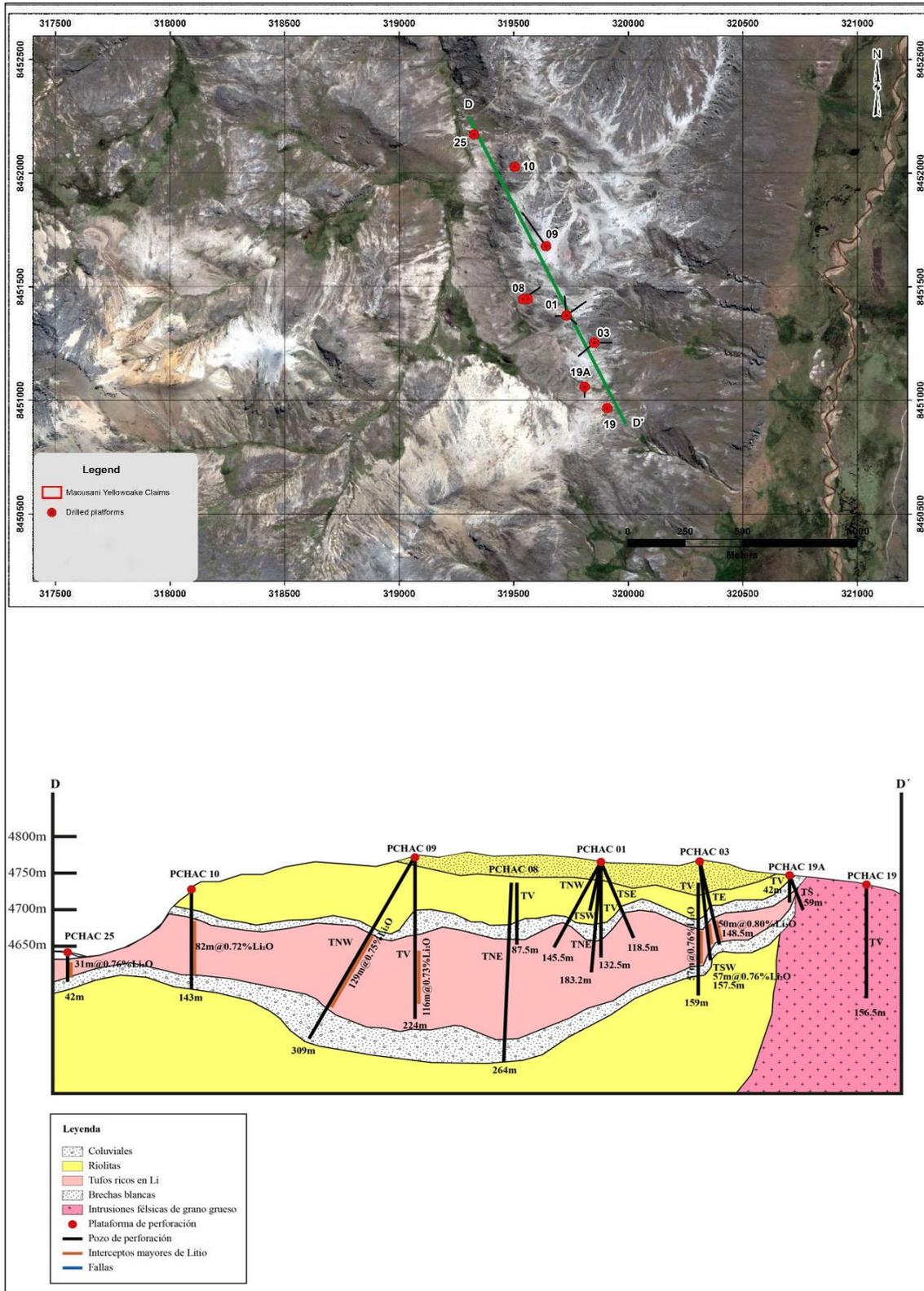


Figura 42. PERFIL D-D´

Fuente: Elaboración Macusani Yellowcake

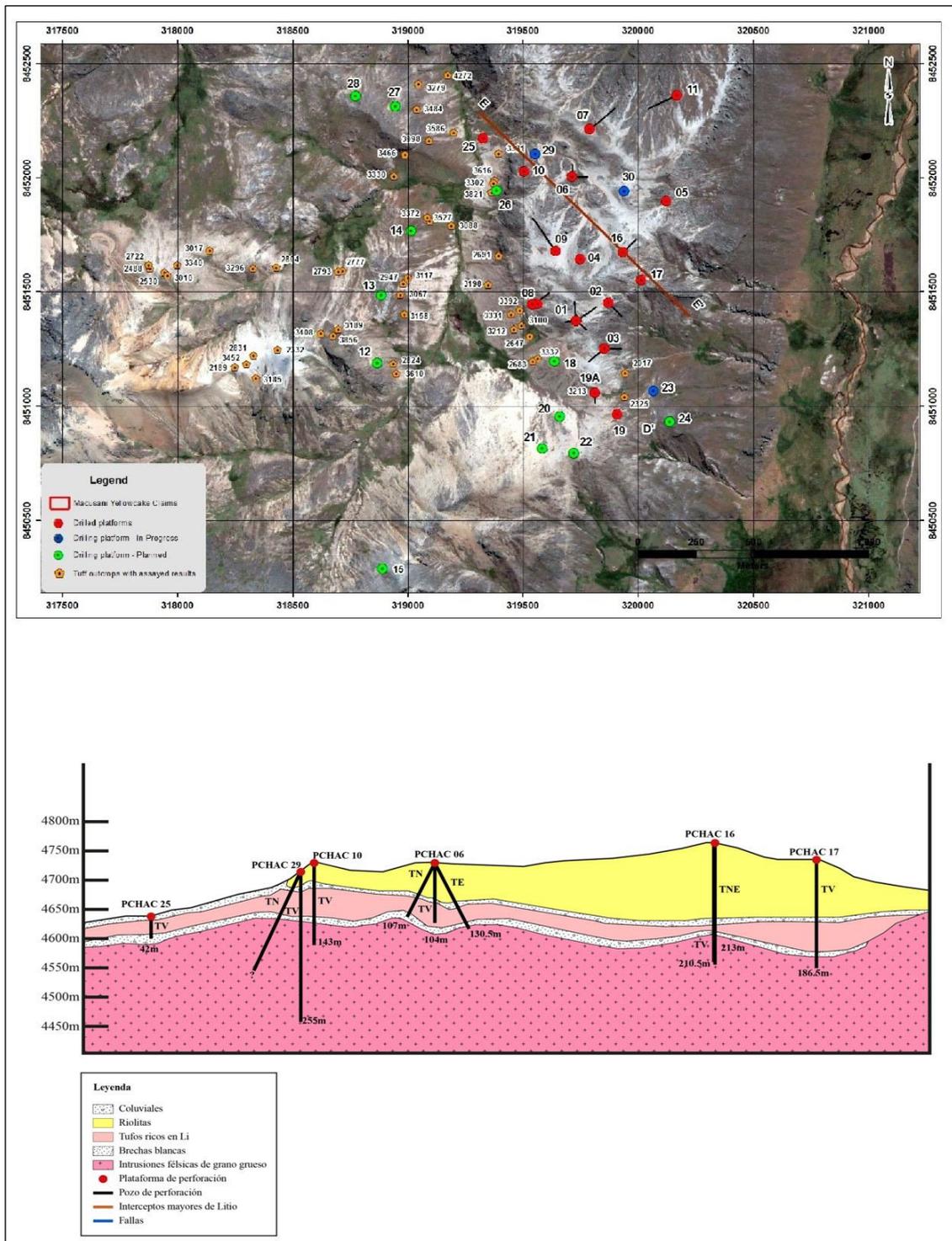


Figura 43. PERFIL E-E'

Fuente: Elaboración Macusani Yellowcake.

En el perfil E-E' detallando el sondaje PCHAC 29 TV con un buzamiento de -90°, inicia con 22 metros de Riolita, 8 metros de brecha superior, 42 metros de toba

Litífera y 8 metros de brecha inferior luego continua un intrusivo félsico, todos los sondajes presentes en el perfil se interceptan con el intrusivo, este sondaje en especial tiene una profundidad de 255 metros de profundidad

El Sondaje PCHAC 25 intercepta de forma directa a la toba Litífera ya que esta se encuentra una ladera donde aflora las tobas.

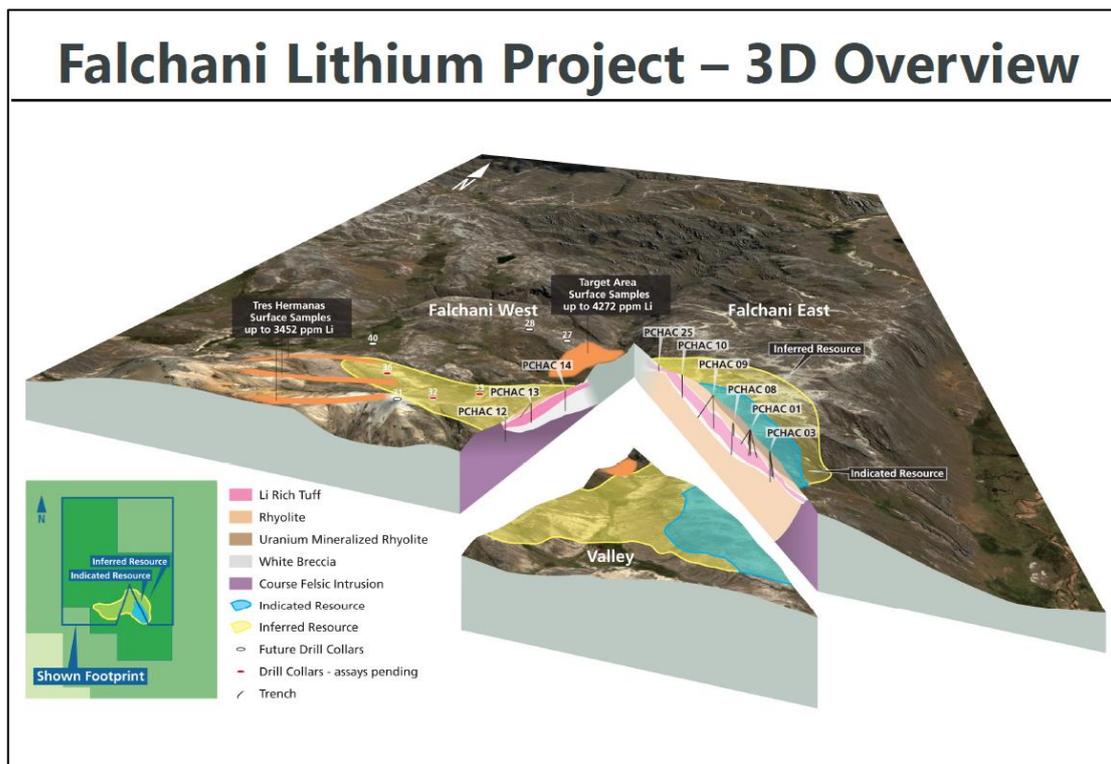


Figura 44. Visualización tridimensional de la concesión Falchani.

Fuente: Elaboración Macusani Yellowcake.

Con toda la información obtenida de las perforaciones diamantinas y resultados de laboratorio se observa que las tobas Litíferas se extienden al Oeste, y que están a una profundidad de 35.00m en promedio.



VI. CONCLUSIONES

- Las rocas volcánicas de la concesión Falchani es el producto de un intenso vulcanismo que dieron lugar una extensa meseta de ignimbritas, la zona de estudio constituye tobas de cristales o toba cristalina de composición dacítica, intrusivos félsicos e ignimbritas de composición riolítica que pertenecen al Cenozoico, las riolitas de la concesión Falchani tienen concentraciones altas de uranio (Autunita $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10-12\text{H}_2\text{O}$) hasta 600 ppm. Las concentraciones de litio se encuentran en las tobas riolíticas y tienen entre 2000 ppm y 4000 ppm de litio, estas tobas afloran en las laderas ya que está cubierto por la secuencia de ignimbritas, la composición de estas tobas está compuesta por cuarzo hidrotermal, biotita, arcillas de colores blancos a rosado claros.
- La ocurrencia de litio está asociada a las tobas de ceniza de composición riolíticas, que tienen una textura laminar de color blanquecino y una porosidad moderada. Se interpreta que la toba Litífera a la ceniza volcánica que ha sido depositados en un entorno de lago de cráter técnicamente activo, la distribución espacial de la toba litífera es ubicada de Este a Oeste. La principal fuente de Litio se encuentra en la Lepidolita una mica rica en litio que se puede visualizar con un zoom de 20 micras y se encuentra diseminado en las Tobas. Las tobas litíferas estas cubiertas por una secuencia de ignimbritas de 15 m a 55 m de espesor a lo largo de la meseta de la concesión Falchani. El espesor de las tobas litíferas varían entre un 30 m y 130 m con promedio general de 80 m, las tobas litíferas esta delimitadas por dos brechas, (brecha superior y brecha inferior). La mayor concentración de litio se encuentra entre la parte superior e inferior de la toba Litífera, las concentraciones de litio son constantes y homogéneas.



VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una Datación absoluta a las Tobas Litíferas para determinar su edad geológica.
- Se recomienda realizar una caracterización mineralógica del intrusivo de la concesión Falchani para comprender su evolución y génesis del litio.
- También se recomienda explorar las concesiones adyacentes a la concesión Falchani.



VIII. REFERENCIAS

- Bergman, J. Bergman. (2016). Vulcanismo. *VENTANAS AL UNIVERSO*.
<https://www.windows2universe.org/earth/interior/volcanism.html&lang=sp&dev=>
- Blanca Babín Vich, R., & Gómez Ortiz, D. (2010). Problemas de Geología Estructural. *Reduca (Geología). Serie Geología Estructural*, 2(1), 124–147.
- Espíndola, J. M. y M. V. J. L. (1996, March 4). *El Vulcanismo. Ciencias*.
<https://www.revistacienciasunam.com/en/148-revistas/revista-ciencias-41/1220-el-vulcanismo.html>
- Gallego Garrido, M. (1992). LAS MINERALIZACIONES DE LITIO ASOCIADAS A MAGMATISMO ACIDO EN EXTREMADURA Y SU ENCUADRE EN LA ZONA CENTRO-IBERICA. *Https://Eprints.Ucm.Es/*.
- Gestion. (2018). Macusani Yellowcake descubre 2.5 millones de toneladas de litio en sur de Perú. *Www.Gestion.Pe*. <https://gestion.pe/economia/empresas/macusani-yellowcake-descubre-2-5-millones-toneladas-litio-sur-peru-238565-noticia/>
- Gravel Ortega, L. F. (2015). Litio y las dificultades para la obtención de una calificación ambiental. *TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN GESTIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS*, 49.
- Griem, W. (2012). *Formación de un Salar*. Ochsenius.
<https://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap05f.htm>
- INPRES. (1993). *INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA*.
- INRENA. (2006). *RESERVA NACIONAL SALINAS Y AGUA BLANCA*.



- John Betts, J. (2006). *El litio, medio siglo de aplicación clínica*. EL Mundo Salud.
<https://www.elmundo.es/elmundosalud/2006/07/28/neurociencia/1154105273.html>
- Martí Molist, Joan. (2011). *Los volcanes*. 142.
- Martínez, L. A. (2017). ¿Para qué sirve el litio? *Red de Repositorios Latinoamericanos*.
<https://www.economista.com.mx/empresas/Para-que-sirve-el-litio-20161207-0144.html>
- Metalary. (2021). *Lithium Price 2022*. <https://www.metalary.com/lithium-price/>
- Narsico, R. (2017). *Modelo de una cuenca volcano-tectónica de la Puna*.
https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Modelo-de-una-cuenca-volcano-tectonica-de-la-Puna-y-su-relleno-clastico-y_fig2_342886312
- Ridel. (1929). *Apuntes geología estructural*.
<https://www.geovirtual2.cl/Geoestructural/gestr04c.htm>
- Rivera Zeballos, A. M. (2010). PROGRESOS EN EL CONOCIMIENTO DE LA GEOLOGIA Y MINERALIZACION DE URANIO EN LOS VOLCANICOS QUENAMARI, MACUSANI- PERU. *XV Congreso Peruano de Geología*.
- Secretaria de Economía. (2020). *Litio*.
- Serion, K. (2017). VULCANISMO. *UNIVERSIDAD VERACRUZANA*.
<https://www.uv.mx/apps/vulcanismo/>
- Torre J, C. F. J. (2019). Caracterización sobre ocurrencias de minerales de Litio en la Cordillera Oriental y el Altiplano - Puno y Cusco, como indicios a un nuevo impulso estratégico de recursos energéticos e industrias tecnológicas. *INGEMMET*.



- Urbain, G. (1907). *Litio (Li) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente*. <https://www.lenntech.es/>
<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/li.htm>
- Velásquez, C., Civil Industrial, I., Cabrera, V., & Ambiental, I. (2018). *Producción de litio a pequeña escala a partir de salmueras. 1, 2*.
- Vera, W. V., Chapilliquén, P., Victor, N., Molina, G., Ochoa, J., & Lima, R. (2021). *INGEMMET Actualización Carta Geológica Nacional Cuadrangulo Jauja*.
file:///C:/Users/dared/Downloads/L022-Geologia_cuadrangulo_Jauja.pdf
- Zícari, J. (2019). La producción minera de litio en América Latina y el ascenso económico de China y de Asia Oriental. *Revista Economía*, 67(105), 93–112.
<https://doi.org/10.29166/ECONOMIA.V67I105.1990>
- Zicari, J., Fornillo, B., & Gamba, M. (2019). El mercado mundial del litio y el eje asiático. Dinámicas comerciales, industriales y tecnológicas (2001-2017). *POLIS REVISTA LATINOAMERICANA*, 3. <https://journals.openedition.org/polis/17182>

ANEXOS

1. PANEL FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍAS DEL SONDAJE PCHAC - 30 TSW, SONAJE 30 TALADRO
CON DIRECCION SUROESTE.









2. CUADROS

Estrías y Buzamientos de la Concesión Falchani

| Zona | Rake | Rb | Bz | Cinemat. |
|------|------|-----|----|----------|
| 1 | 55 | 278 | 44 | Dx |
| | 46 | 277 | 28 | Dx |
| | 26 | 277 | 31 | Dx |
| 2 | 29 | 355 | 88 | Sx |
| | 31 | 340 | 87 | Sx |
| | 23 | 10 | 79 | Sx |
| 3 | 45 | 211 | 79 | Sx |
| | 35 | 120 | 77 | Sx |
| | 29 | 119 | 68 | Sx |
| 4 | 36 | 125 | 66 | Dx |
| | 25 | 124 | 64 | Dx |
| | 20 | 123 | 55 | Dx |
| 5 | 26 | 122 | 78 | Dx |
| | 15 | 119 | 79 | Dx |
| | 21 | 124 | 66 | Dx |
| 6 | 15 | 111 | 56 | Dx |
| | 19 | 110 | 51 | Dx |
| | 26 | 111 | 45 | Dx |
| 7 | 85 | 180 | 85 | Nx |
| | 88 | 182 | 88 | Nx |
| | 89 | 179 | 87 | Nx |
| | 77 | 182 | 75 | Nx |
| 8 | 87 | 179 | 86 | Nx |
| | 83 | 181 | 79 | Nx |
| | 79 | 181 | 81 | Nx |
| 9 | 79 | 90 | 87 | Nx |
| | 87 | 92 | 88 | Nx |
| | 90 | 91 | 86 | Nx |
| | 80 | 92 | 80 | Nx |
| | 81 | 95 | 83 | Nx |
| 10 | 30 | 131 | 49 | Dx |
| | 25 | 132 | 45 | Dx |
| | 39 | 131 | 49 | Dx |
| 11 | 29 | 145 | 87 | Sx |
| | 36 | 134 | 88 | Sx |
| | 39 | 151 | 78 | Sx |
| | 49 | 150 | 88 | Sx |
| 12 | 37 | 152 | 87 | Sx |
| | 45 | 153 | 84 | Sx |
| | 36 | 153 | 87 | Sx |
| | 25 | 140 | 88 | Sx |



Coordenadas de muestras tomadas en campo.

| MUESTRAS | Este | Norte | <i>LI_ppm</i> |
|----------|--------|---------|---------------|
| 6713 | 317878 | 8451587 | 2488 |
| 6643 | 319461 | 8451335 | 3100 |
| 6663 | 319347 | 8451526 | 3198 |
| 6642 | 319494 | 8451352 | 3212 |
| 6646 | 319545 | 8451195 | 3332 |
| 6673 | 319448 | 8451397 | 3331 |
| 6714 | 317870 | 8451605 | 2722 |
| 6712 | 317943 | 8451572 | 2530 |
| 6711 | 317999 | 8451605 | 3340 |
| 6726 | 318251 | 8451163 | 2189 |
| 6729 | 318339 | 8451115 | 3185 |
| 6725 | 318299 | 8451175 | 3452 |
| 6724 | 318332 | 8451215 | 2831 |
| 6723 | 318435 | 8451239 | 2332 |
| 6721 | 318624 | 8451311 | 3189 |
| 6719 | 318676 | 8451301 | 3856 |
| 6708 | 318325 | 8451589 | 3296 |
| 6707 | 318428 | 8451595 | 2804 |
| 6666 | 319001 | 8451555 | 3117 |
| 6665 | 318979 | 8451531 | 2947 |
| 6688 | 318968 | 8451481 | 3067 |
| 6686 | 318939 | 8451182 | 2824 |
| 6685 | 318952 | 8451141 | 3610 |
| 6718 | 318698 | 8451327 | 3408 |
| 6687 | 318984 | 8451396 | 3158 |
| 6736 | 318698 | 8451580 | 2777 |
| 6735 | 318714 | 8451584 | 2793 |



| | | | |
|------|--------|---------|-------------|
| 6645 | 319568 | 8451209 | 2683 |
| 6644 | 319530 | 8451304 | 2647 |
| 4 | 319485 | 8451416 | 3392 |
| 6650 | 319814 | 8451063 | 3213 |
| 6657 | 319942 | 8451044 | 2325 |
| 6763 | 320148 | 8451515 | 2017 |
| 6710 | 318137 | 8451668 | 3017 |
| 6762 | 318156 | 8451925 | 3010 |
| 6664 | 319392 | 8451652 | 2691 |
| 6670 | 319186 | 8451781 | 3088 |
| 6669 | 319081 | 8451815 | 3527 |
| 6668 | 319092 | 8451803 | 3372 |
| 6706 | 318935 | 8451994 | 3330 |
| 6705 | 318983 | 8452087 | 3466 |
| 6676 | 319087 | 8452149 | 3998 |
| 6675 | 319194 | 8452184 | 3586 |
| 630 | 319166 | 8452433 | 4272 |
| 6704 | 319041 | 8452393 | 3279 |
| 6677 | 319032 | 8452284 | 3484 |
| 6673 | 319390 | 8452095 | 3331 |
| 6671 | 319361 | 8451925 | 3821 |
| 6678 | 319367 | 8451967 | 3616 |
| 6672 | 319375 | 8451979 | 3302 |

Fuente: Elaboración Macusani Yellowcake



Prelogueos de sondajes

| MACUSANI YELLOWCAKE SAC | | | | | |
|-------------------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|---|
| DIAMOND DRILL QUICK LOG | | | | | |
| Front: | CHACACONIZA | | | | |
| Plataforma: | PCHAC 29 | | | | |
| Hole: | PCHAC29 - TV | East: | 319552 | Azimuth: | |
| Elevation: | 4711 | North: | 8452104 | Inclination: | 90° |
| DEEP (meters) | | LENGTH | LITHOLOGY | ALTERATION | |
| From | To | | | | |
| 0,00 | 5,20 | 5,20 | | | Roca Riolita de color blanco grisáceo, con 40% de Qz (mayor parte es de Qz ahumado, Qz hialino), By menor de 1%, menor del 1% de líticos, Sanidina 1%, Pómez 1%, andalucita menor del 1%, roca moderadamente compacta, con menor porcentaje de diseminación de mineral de uranio. |
| 5,20 | 5,80 | 0,60 | | | Fractura Sub Vertical, constituido de panizo y óxidos, sin contenido de mineralización de uranio. |
| 5,80 | 6,00 | 0,20 | | | Roca Riolita de color blanco grisáceo con tramas de óxido, cont. 40% de Qz (mayor parte es de Qz ahumado, Qz hialino), By menor de 1%, menor del 1% de líticos, Sanidina 1%, Pómez 1%, andalucita menor del 1%, roca moderadamente fracturada, con menor porcentaje de diseminación de mineral de uranio. |
| 6,00 | 7,60 | 1,60 | | | Fractura Sub Vertical irregular, constituido de panizo y óxidos, sin contenido de mineralización de uranio. |
| 7,60 | 9,55 | 1,95 | | | Roca Riolita de color blanco grisáceo, con 40% de Qz (mayor parte es de Qz ahumado, Qz hialino), By menor de 1%, menor del 1% de líticos, Sanidina 1%, Pómez 1 a 2%, andalucita menor del 1%, roca moderadamente compacta, con menor porcentaje de diseminación de mineral de uranio. |
| 9,55 | 10,00 | 0,45 | | | Fractura Sub Vertical, constituido de panizo y óxidos, sin contenido de mineralización de uranio. |
| 10,00 | 12,65 | 2,65 | | | Roca Riolita de color blanco grisáceo, con 40% de Qz (mayor parte es de Qz ahumado, Qz hialino), By menor de 1%, 1% de líticos, Sanidina 1%, Pómez 1 a 2%, andalucita menor del 1%, roca moderadamente compacta, con menor porcentaje de diseminación de mineral de uranio. |
| 12,65 | 12,75 | 0,10 | | | Fractura de 75° de inclinación, constituido de panizo y óxidos, |



| | | | | | |
|-------|-------|-------|--|--|--|
| | | | | | sin contenido de mineralización de uranio. |
| 12,75 | 14,68 | 1,93 | | | Roca Riolita de color blanco grisáceo, con 40% de Qz (mayor parte es de Qz ahumado, Qz hialino), By menor de 1%, menor del 1% de líticos, Sanidina 1%, Pómez 2%, andalucita menor del 1%, roca moderadamente compacta, con menor porcentaje de diseminación de mineral de uranio. |
| 14,68 | 14,80 | 0,12 | | | Fractura de 70° de inclinación, constituido de panizo y óxidos, sin contenido de mineralización de uranio. |
| 14,80 | 15,70 | 0,90 | | | Roca Riolita de color blanco grisáceo, con 40% de Qz (mayor parte es de Qz ahumado, Qz hialino), By menor de 1%, menor del 1% de líticos, Sanidina 1%, Pómez 2%, andalucita menor del 1%, roca moderadamente compacta, con menor porcentaje de diseminación de mineral de uranio. |
| 15,70 | 16,70 | 1,00 | | | Roca Riolita de color blanco grisáceo con trazas de oxidación y 40% de Qz (mayor parte es de Qz ahumado, Qz hialino), By menor de 1%, menor del 1% de líticos, Sanidina 1%, Pómez 2%, andalucita menor del 1%, roca moderadamente compacta, con menor porcentaje de diseminación de mineral de uranio. |
| 16,70 | 22,15 | 5,45 | | | Roca Riolita de color blanco grisáceo, con 40% de Qz (mayor parte es de Qz ahumado, Qz hialino), By menor de 1%, menor del 1% de líticos, Sanidina 1%, Pómez 2%, andalucita menor del 1%, roca moderadamente compacta, con menor porcentaje de diseminación de mineral de uranio. |
| 22,15 | 30,50 | 8,35 | | | Tramo de brecha superior muy fracturado con presencia de panizo y arcillas. |
| 30,50 | 37,00 | 6,50 | | | Tramo de Tobas Litíferas, con fracturamiento moderado. |
| 37,00 | 52,40 | 15,40 | | | Tramo de Tobas Litíferas, con intenso fracturamiento en casi todo el tramo. |
| 52,40 | 73,00 | 20,60 | | | Tramo de Tobas Litíferas, con fracturamiento moderado. |
| 73,00 | 80,50 | 7,50 | | | Tramo de brecha inferior fracturado con presencia de panizo y arcillas. |
| 80,50 | 89,00 | 8,50 | | | Roca Intrusiva con granulometría delgada y cristales definidos (Qz hialino), contenido de By en mayor porcentaje y plagioclasas. |



| | | | | | |
|--------|--------|-------|--|--|---|
| 89,00 | 90,80 | 1,80 | | | Roca Intrusiva con granulometría delgada y cristales definidos (Qz hialino), contenido de By en mayor porcentaje y plagioclasas, contenido de clastos subredondeado. |
| 90,80 | 94,10 | 3,30 | | | Roca Intrusiva con granulometría gruesa y cristales definidos (Qz hialino), contenido de By en mayor porcentaje y plagioclasas. |
| 94,10 | 97,55 | 3,45 | | | Roca Intrusiva con granulometría gruesa y cristales definidos (Qz hialino), contenido de By en mayor porcentaje y plagioclasas, cont. De óxidos. |
| 97,55 | 161,20 | 63,65 | | | Roca Intrusiva con granulometría delgada y cristales definidos (Qz hialino), contenido de By en mayor porcentaje y plagioclasas, contenido de pequeños clastos subredondeado. |
| 161,20 | 164,50 | 3,30 | | | Roca Intrusiva con granulometría delgada y cristales definidos (Qz hialino), contenido de By en mayor porcentaje y plagioclasas, contenido de clastos (5 a 12cm de dimensión) andesíticos con venilleos y diseminados de CPy, Py. |
| 164,50 | 182,50 | 18,00 | | | Roca Intrusiva con granulometría gruesa y cristales definidos (Qz hialino), contenido de By en mayor porcentaje y plagioclasas. |
| 182,50 | 255,50 | 73,00 | | | Roca Intrusiva con granulometría gruesa y cristales definidos (Qz hialino), contenido de By en mayor porcentaje y plagioclasas, cont. De CPy, Py diseminado en fractura. |

Fuente: Elaboración Macusani Yellowcake

Tabla 11. Resultados de Laboratorio del Sondaje 29-TV

| DEEP (meters) | | LENGTH | DESCRIPTION | SAMPLE | U- ppm | Li- ppm | Cs- ppm | Rb- ppm | Ba- ppm | Zn- ppm |
|------------------|------|--------|--|--------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| From | To | | | | | | | | | |
| 0,00 | 1,00 | 1,00 | ROCA RIOLITA CON PRESENCIA DE FRACTURAS Y OXIDOS | M-1 | 10,18 | 289 | 44,73 | 309 | 446 | 77,4 |
| 1,00 | 2,00 | 1,00 | | M-2 | 8,63 | 303 | 40,25 | 288 | 420 | 76,1 |
| 2,00 | 3,00 | 1,00 | | M-3 | 7,39 | 272 | 33,89 | 249 | 397 | 72,7 |
| 3,00 | 4,00 | 1,00 | | M-4 | 10,59 | 271 | 52,19 | 305 | 439 | 78,6 |
| 4,00 | 5,00 | 1,00 | | M-5 | 10,8 | 287 | 58,98 | 304 | 463 | 77,2 |
| 5,00 | 6,00 | 1,00 | | M-6 | 9,31 | 271 | 59,31 | 317 | 458 | 69,1 |
| 6,00 | 7,00 | 1,00 | | M-7 | 14,33 | 274 | 64,55 | 330 | 468 | 65,3 |



| | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|------|-----------------|-----------------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|
| 7,00 | 8,00 | 1,00 | | M-8 | 11,78 | 262 | 59,74 | 306 | 447 | 56,4 | |
| 8,00 | 9,00 | 1,00 | | M-9 | 9,24 | 270 | 47,78 | 285 | 398 | 73,7 | |
| 9,00 | 10,00 | 1,00 | | M-10 | 9,5 | 276 | 40,76 | 255 | 377 | 71,9 | |
| 10,00 | 11,00 | 1,00 | | M-11 | 10,71 | 373 | 73,67 | 350 | 497 | 99,7 | |
| 11,00 | 12,00 | 1,00 | | M-12 | 9,66 | 252 | 30,62 | 232 | 270 | 73,6 | |
| 12,00 | 13,00 | 1,00 | | M-13 | 13,32 | 290 | 49,94 | 306 | 453 | 72,3 | |
| 13,00 | 14,00 | 1,00 | | M-14 | 12,1 | 300 | 45,94 | 340 | 468 | 77,1 | |
| 14,00 | 15,00 | 1,00 | | M-15 | 13,46 | 282 | 29,05 | 300 | 438 | 67,4 | |
| 15,00 | 16,00 | 1,00 | | M-16 | 13,15 | 320 | 31,14 | 321 | 481 | 80,6 | |
| 16,00 | 17,00 | 1,00 | | M-17 | 17,43 | 285 | 57,89 | 344 | 509 | 82,2 | |
| 17,00 | 18,00 | 1,00 | | M-18 | 11,52 | 247 | 46,23 | 277 | 459 | 70,5 | |
| 18,00 | 19,00 | 1,00 | | M-19 | 14,75 | 287 | 99,64 | 328 | 575 | 88,2 | |
| 19,00 | 20,00 | 1,00 | | M-20 | 15,6 | 317 | 118 | 314 | 527 | 106 | |
| 20,00 | 21,00 | 1,00 | | M-21 | 12,86 | 225 | 300 | 271 | 542 | 89,2 | |
| 21,00 | 22,00 | 1,00 | | M-22 | 12,17 | 173 | 213 | 188 | 506 | 116 | |
| 22,00 | 23,00 | 1,00 | | BRECHA SUPERIOR | M-23 | 14,8 | 2002 | 682 | 1055 | 69 | 129 |
| 23,00 | 24,00 | 1,00 | | | M-24 | 12,95 | 3654 | 673 | 1765 | 72 | 124 |
| 24,00 | 25,00 | 1,00 | | | M-25 | 8,89 | 3961 | 687 | 1525 | 40 | 106 |
| 25,00 | 26,00 | 1,00 | | | M-26 | 11,84 | 4020 | 668 | 1785 | 30 | 92 |
| 26,00 | 27,00 | 1,00 | | | M-27 | 11,28 | 4224 | 456 | 1442 | 18 | 104 |
| 27,00 | 28,00 | 1,00 | | | M-28 | 11,94 | 4103 | 853 | 1878 | 34 | 124 |
| 28,00 | 29,00 | 1,00 | | | M-29 | 11,54 | 3769 | 662 | 1753 | 32 | 119 |
| 29,00 | 30,00 | 1,00 | M-30 | | 12,46 | 3845 | 671 | 1722 | 31 | 118 | |
| VACÍO | | | M-31 | 13,9 | 3939 | 622 | 1775 | 35 | 122 | | |
| 30,00 | 31,00 | 1,00 | TOBAS LITIFERAS | M-32 | 13,01 | 3920 | 648 | 1737 | 35 | 116 | |
| 31,00 | 32,00 | 1,00 | | M-33 | 11,75 | 3481 | 641 | 1590 | 32 | 98,6 | |
| 32,00 | 33,00 | 1,00 | | M-34 | 17,12 | 3734 | 643 | 1642 | 32 | 103 | |
| 33,00 | 34,00 | 1,00 | | M-35 | 14,49 | 2799 | 416 | 1252 | 25 | 77,9 | |
| 34,00 | 35,00 | 1,00 | | M-36 | 12,68 | 3221 | 485 | 1497 | 28 | 93,3 | |
| 35,00 | 36,00 | 1,00 | | M-37 | 20,75 | 3385 | 423 | 1506 | 30 | 85,6 | |
| 36,00 | 37,00 | 1,00 | | M-38 | 21,06 | 3672 | 429 | 1708 | 36 | 104 | |
| 37,00 | 38,00 | 1,00 | | M-39 | 27,05 | 3279 | 395 | 1645 | 35 | 99,8 | |
| 38,00 | 39,00 | 1,00 | | M-40 | 23,65 | 3263 | 373 | 1574 | 36 | 95,3 | |
| 39,00 | 40,00 | 1,00 | | M-41 | 16,75 | 3002 | 307 | 1429 | 25 | 87 | |
| 40,00 | 41,00 | 1,00 | | M-42 | 11,41 | 2995 | 315 | 1395 | 23 | 92 | |
| 41,00 | 42,00 | 1,00 | | M-43 | 22,21 | 3515 | 401 | 1707 | 31 | 118 | |
| 42,00 | 43,00 | 1,00 | | M-44 | 35,37 | 3929 | 421 | 1917 | 47 | 123 | |
| 43,00 | 44,00 | 1,00 | | M-45 | 20,85 | 3410 | 359 | 1564 | 37 | 126 | |
| 44,00 | 45,00 | 1,00 | | M-46 | 30,2 | 3068 | 321 | 1610 | 42 | 87,3 | |
| 45,00 | 46,00 | 1,00 | | M-47 | 28,48 | 3728 | 437 | 1957 | 35 | 110 | |
| 46,00 | 47,00 | 1,00 | | M-48 | 29,21 | 4076 | 464 | 2125 | 44 | 121 | |
| 47,00 | 48,00 | 1,00 | | M-49 | 31,82 | 4481 | 543 | 2288 | 51 | 134 | |
| 48,00 | 49,00 | 1,00 | | M-50 | 12,56 | 3134 | 396 | 1573 | 32 | 88,9 | |
| 49,00 | 50,00 | 1,00 | | M-51 | 12,99 | 3077 | 380 | 1546 | 30 | 87,4 | |
| 50,00 | 51,00 | 1,00 | | M-52 | 15,31 | 2969 | 344 | 1481 | 46 | 99,8 | |



| | | | | | | | | | | |
|-------|-------|------|---|------|-------|------|------|------|-----|------|
| 51,00 | 52,00 | 1,00 | | M-53 | 28,54 | 3075 | 352 | 1526 | 42 | 104 |
| 52,00 | 53,00 | 1,00 | | M-54 | 10,24 | 2755 | 320 | 1293 | 21 | 84,6 |
| 53,00 | 54,00 | 1,00 | | M-55 | 8,88 | 2843 | 326 | 1295 | 25 | 86,4 |
| 54,00 | 55,00 | 1,00 | | M-56 | 10,48 | 3212 | 249 | 1260 | 26 | 80,3 |
| 55,00 | 56,00 | 1,00 | | M-57 | 15,45 | 3526 | 339 | 1440 | 26 | 96,1 |
| 56,00 | 57,00 | 1,00 | | M-58 | 14,57 | 3374 | 328 | 1310 | 26 | 85,1 |
| 57,00 | 58,00 | 1,00 | | M-59 | 10,54 | 3598 | 338 | 1350 | 27 | 87,1 |
| 58,00 | 59,00 | 1,00 | | M-60 | 14,89 | 3791 | 358 | 1449 | 25 | 90,3 |
| 59,00 | 60,00 | 1,00 | | M-61 | 15,4 | 3947 | 336 | 1480 | 29 | 80,2 |
| VACÍO | | | | M-62 | 15,58 | 3921 | 332 | 1480 | 31 | 79,7 |
| 60,00 | 61,00 | 1,00 | | M-63 | 10,92 | 3953 | 352 | 1440 | 28 | 95,5 |
| 61,00 | 62,00 | 1,00 | | M-64 | 12,76 | 3896 | 341 | 1317 | 25 | 77 |
| 62,00 | 63,00 | 1,00 | | M-65 | 16,37 | 3951 | 392 | 1406 | 28 | 79,5 |
| 63,00 | 64,00 | 1,00 | | M-66 | 12,97 | 3951 | 366 | 1387 | 26 | 75,9 |
| 64,00 | 65,00 | 1,00 | | M-67 | 11,34 | 3801 | 273 | 1186 | 22 | 62 |
| 65,00 | 66,00 | 1,00 | | M-68 | 13,02 | 3939 | 329 | 1314 | 27 | 71 |
| 66,00 | 67,00 | 1,00 | TOBAS LITIFERAS | M-69 | 10,98 | 3849 | 436 | 1374 | 26 | 72,2 |
| 67,00 | 68,00 | 1,00 | | M-70 | 13 | 3892 | 367 | 1330 | 24 | 63,7 |
| 68,00 | 69,00 | 1,00 | | M-71 | 12,99 | 4115 | 512 | 1487 | 25 | 68,5 |
| 69,00 | 70,00 | 1,00 | | M-72 | 13,8 | 3892 | 648 | 1565 | 30 | 71,6 |
| 70,00 | 71,00 | 1,00 | | M-73 | 11,7 | 3874 | 613 | 1486 | 28 | 67,3 |
| 71,00 | 72,00 | 1,00 | | M-74 | 11,34 | 3678 | 591 | 1443 | 32 | 68,3 |
| 72,00 | 73,00 | 1,00 | | M-75 | 16,13 | 2759 | 542 | 1214 | 41 | 69,9 |
| 73,00 | 74,00 | 1,00 | | M-76 | 30,79 | 1003 | 1157 | 540 | 30 | 155 |
| 74,00 | 75,00 | 1,00 | | M-77 | 19,26 | 1204 | 790 | 1195 | 28 | 99,8 |
| 75,00 | 76,00 | 1,00 | | M-78 | 16,68 | 832 | 1280 | 1038 | 27 | 83,1 |
| 76,00 | 77,00 | 1,00 | | M-79 | 16,45 | 601 | 707 | 1068 | 23 | 79,9 |
| 77,00 | 78,00 | 1,00 | BRECHA INFERIOR | M-80 | 17,15 | 646 | 1158 | 1046 | 45 | 89,5 |
| 78,00 | 79,00 | 1,00 | | M-81 | 18,41 | 884 | 1678 | 690 | 53 | 95,1 |
| 79,00 | 80,00 | 1,00 | | M-82 | 17,84 | 568 | 1230 | 1030 | 70 | 89,8 |
| 80,00 | 81,00 | 1,00 | | M-83 | 19,76 | 901 | 1070 | 343 | 332 | 204 |
| 81,00 | 82,00 | 1,00 | | M-84 | 7,65 | 254 | 247 | 310 | 522 | 81,9 |
| 82,00 | 83,00 | 1,00 | | M-85 | 6,77 | 176 | 245 | 281 | 727 | 76 |
| 83,00 | 84,00 | 1,00 | | M-86 | 16,2 | 285 | 190 | 316 | 683 | 80,8 |
| 84,00 | 85,00 | 1,00 | | M-87 | 7,49 | 291 | 148 | 394 | 660 | 66 |
| 85,00 | 86,00 | 1,00 | ROCA INTRUSIVA CON TRAMOS DE BRECHA | M-88 | 5,49 | 291 | 139 | 374 | 635 | 58,8 |
| 86,00 | 87,00 | 1,00 | | M-89 | 7,67 | 399 | 125 | 432 | 573 | 61,3 |
| 87,00 | 88,00 | 1,00 | | M-90 | 6,67 | 448 | 143 | 462 | 436 | 64,8 |
| 88,00 | 89,00 | 1,00 | | M-91 | 9,34 | 450 | 123 | 433 | 540 | 60,9 |
| 89,00 | 90,00 | 1,00 | | M-92 | 11,04 | 520 | 154 | 421 | 589 | 70,9 |
| VACÍO | | | | M-93 | 11,3 | 525 | 156 | 451 | 632 | 71,4 |
| 90,00 | 91,00 | 1,00 | | M-94 | 6 | 627 | 158 | 482 | 378 | 60,6 |
| 91,00 | 92,00 | 1,00 | ROCA INTRUSIVA CON TRAMOS DE BRECHA | M-95 | 18,1 | 628 | 153 | 492 | 317 | 57,9 |
| 92,00 | 93,00 | 1,00 | | M-96 | 21,34 | 457 | 191 | 432 | 666 | 57,3 |
| 93,00 | 94,00 | 1,00 | | M-97 | 16,99 | 504 | 145 | 420 | 531 | 63,9 |



| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|------|-------|---|-------|------|-------|-----|-----|------|------|
| 94,00 | 95,00 | 1,00 | | M-98 | 27,99 | 412 | 234 | 444 | 592 | 61,2 | |
| 95,00 | 96,00 | 1,00 | | M-99 | 10,5 | 442 | 184 | 407 | 613 | 55,3 | |
| 96,00 | 97,00 | 1,00 | | M-100 | 7,45 | 438 | 242 | 477 | 393 | 71,1 | |
| 97,00 | 98,00 | 1,00 | | M-101 | 12,52 | 387 | 208 | 376 | 980 | 56,8 | |
| 98,00 | 99,00 | 1,00 | | M-102 | 8,98 | 414 | 184 | 396 | 669 | 55,7 | |
| 99,00 | 100,00 | 1,00 | | M-103 | 7,38 | 379 | 161 | 361 | 494 | 55,8 | |
| 100,00 | 101,00 | 1,00 | | M-104 | 6,77 | 406 | 164 | 402 | 476 | 55,1 | |
| 101,00 | 102,00 | 1,00 | | M-105 | 6,49 | 416 | 150 | 388 | 424 | 57,5 | |
| 102,00 | 103,00 | 1,00 | | M-106 | 5,24 | 450 | 159 | 413 | 430 | 54,6 | |
| 103,00 | 104,00 | 1,00 | | M-107 | 8,12 | 522 | 163 | 396 | 423 | 60,4 | |
| 104,00 | 105,00 | 1,00 | | M-108 | 6,57 | 505 | 177 | 410 | 450 | 58,6 | |
| 105,00 | 106,00 | 1,00 | | M-109 | 6,02 | 515 | 183 | 412 | 451 | 59,9 | |
| 106,00 | 107,00 | 1,00 | | M-110 | 7,55 | 508 | 177 | 427 | 425 | 63,6 | |
| 107,00 | 108,00 | 1,00 | | M-111 | 11,54 | 478 | 196 | 423 | 439 | 64,4 | |
| 108,00 | 109,00 | 1,00 | | M-112 | 6,29 | 517 | 202 | 441 | 429 | 71 | |
| 109,00 | 110,00 | 1,00 | | M-113 | 7,43 | 475 | 198 | 409 | 435 | 60,5 | |
| 110,00 | 111,00 | 1,00 | | M-114 | 8,04 | 498 | 192 | 428 | 448 | 61,2 | |
| 111,00 | 112,00 | 1,00 | | M-115 | 8,51 | 519 | 165 | 405 | 435 | 61 | |
| 112,00 | 113,00 | 1,00 | | M-116 | 7,31 | 523 | 177 | 430 | 467 | 70,1 | |
| 113,00 | 114,00 | 1,00 | | M-117 | 5,55 | 500 | 145 | 391 | 361 | 61,6 | |
| 114,00 | 115,00 | 1,00 | | M-118 | 5,25 | 480 | 128 | 378 | 329 | 57,7 | |
| 115,00 | 116,00 | 1,00 | | M-119 | 8,35 | 474 | 159 | 401 | 394 | 57,3 | |
| 116,00 | 117,00 | 1,00 | | M-120 | 18,66 | 512 | 168 | 430 | 378 | 60,6 | |
| 117,00 | 118,00 | 1,00 | | M-121 | 8,01 | 507 | 175 | 394 | 362 | 64,8 | |
| 118,00 | 119,00 | 1,00 | | M-122 | 10,83 | 458 | 201 | 367 | 405 | 62,2 | |
| 119,00 | 120,00 | 1,00 | | M-123 | 6,89 | 456 | 198 | 379 | 340 | 58,5 | |
| VACÍO | | | | M-124 | 6,82 | 493 | 206 | 402 | 359 | 61 | |
| 120,00 | 121,00 | 1,00 | | ROCA INTRUSIVA CON TRAMOS DE BRECHA | M-125 | 6,19 | 420 | 145 | 377 | 284 | 53 |
| 121,00 | 122,00 | 1,00 | | | M-126 | 7,85 | 535 | 229 | 439 | 375 | 61 |
| 122,00 | 123,00 | 1,00 | | | M-127 | 7,58 | 526 | 222 | 433 | 378 | 62,1 |
| 123,00 | 124,00 | 1,00 | M-128 | | 8,24 | 466 | 149 | 363 | 325 | 56,4 | |
| 124,00 | 125,00 | 1,00 | M-129 | | 8,13 | 473 | 209 | 387 | 343 | 47,8 | |
| 125,00 | 126,00 | 1,00 | M-130 | | 7,77 | 503 | 287 | 434 | 374 | 58,3 | |
| 126,00 | 127,00 | 1,00 | M-131 | | 9,95 | 489 | 236 | 416 | 365 | 55,9 | |
| 127,00 | 128,00 | 1,00 | M-132 | | 13,01 | 512 | 179 | 450 | 358 | 44,9 | |
| 128,00 | 129,00 | 1,00 | M-133 | | 9,56 | 457 | 88,26 | 325 | 267 | 43,8 | |
| 129,00 | 130,00 | 1,00 | M-134 | | 11,26 | 469 | 189 | 452 | 380 | 41,7 | |
| 130,00 | 131,00 | 1,00 | M-135 | | 10,28 | 457 | 122 | 362 | 265 | 42,2 | |
| 131,00 | 132,00 | 1,00 | M-136 | | 8,35 | 426 | 147 | 368 | 304 | 43,6 | |
| 132,00 | 133,00 | 1,00 | M-137 | | 9,61 | 478 | 153 | 406 | 307 | 46,6 | |
| 133,00 | 134,00 | 1,00 | M-138 | | 6,92 | 457 | 167 | 383 | 292 | 45,9 | |
| 134,00 | 135,00 | 1,00 | M-139 | | 5,98 | 480 | 295 | 429 | 346 | 47,1 | |
| 135,00 | 136,00 | 1,00 | M-140 | | 4,43 | 436 | 251 | 377 | 303 | 39,4 | |
| 136,00 | 137,00 | 1,00 | M-141 | | 4,69 | 504 | 312 | 438 | 341 | 46,7 | |
| 137,00 | 138,00 | 1,00 | M-142 | | 5,97 | 501 | 361 | 446 | 342 | 54,5 | |



| | | | | | | | | | | |
|--------|--------|------|---|-------|-------|-----|-----|-----|-----|------|
| 138,00 | 139,00 | 1,00 | | M-143 | 6,19 | 474 | 241 | 450 | 357 | 48,3 |
| 139,00 | 140,00 | 1,00 | | M-144 | 6,91 | 443 | 236 | 426 | 306 | 48,1 |
| 140,00 | 141,00 | 1,00 | | M-145 | 7,19 | 488 | 281 | 477 | 351 | 48,4 |
| 141,00 | 142,00 | 1,00 | | M-146 | 8,22 | 481 | 249 | 427 | 299 | 43,3 |
| 142,00 | 143,00 | 1,00 | | M-147 | 9,23 | 397 | 213 | 416 | 287 | 45,9 |
| 143,00 | 144,00 | 1,00 | | M-148 | 7,9 | 455 | 264 | 459 | 349 | 44,8 |
| 144,00 | 145,00 | 1,00 | | M-149 | 8,15 | 503 | 359 | 471 | 348 | 51,5 |
| 145,00 | 146,00 | 1,00 | | M-150 | 10,17 | 455 | 245 | 426 | 327 | 47,6 |
| 146,00 | 147,00 | 1,00 | | M-151 | 12,25 | 472 | 300 | 391 | 301 | 52,4 |
| 147,00 | 148,00 | 1,00 | | M-152 | 6,75 | 503 | 196 | 425 | 274 | 50,9 |
| 148,00 | 149,00 | 1,00 | | M-153 | 9,81 | 527 | 275 | 474 | 355 | 51,5 |
| 149,00 | 150,00 | 1,00 | | M-154 | 7,56 | 486 | 266 | 361 | 320 | 50,9 |
| VACÍO | | | | M-155 | 7,58 | 495 | 266 | 356 | 317 | 51 |
| 150,00 | 151,00 | 1,00 | | M-156 | 6,77 | 479 | 230 | 423 | 331 | 48,6 |
| 151,00 | 152,00 | 1,00 | | M-157 | 8,91 | 491 | 207 | 455 | 338 | 47,1 |
| 152,00 | 153,00 | 1,00 | | M-158 | 7,29 | 473 | 202 | 427 | 295 | 46,1 |
| 153,00 | 154,00 | 1,00 | | M-159 | 6,27 | 474 | 196 | 392 | 314 | 52,3 |
| 154,00 | 155,00 | 1,00 | ROCA INTRUSIVA CON TRAMOS DE BRECHA | M-160 | 13,63 | 477 | 343 | 420 | 340 | 49,8 |
| 155,00 | 156,00 | 1,00 | | M-161 | 11,05 | 481 | 196 | 342 | 306 | 53,1 |
| 156,00 | 157,00 | 1,00 | | M-162 | 13,24 | 503 | 222 | 435 | 331 | 55,2 |
| 157,00 | 158,00 | 1,00 | | M-163 | 7,46 | 513 | 267 | 440 | 303 | 52,4 |
| 158,00 | 159,00 | 1,00 | | M-164 | 7,08 | 487 | 221 | 414 | 322 | 39,6 |
| 159,00 | 160,00 | 1,00 | | M-165 | 8,71 | 493 | 256 | 401 | 310 | 45,8 |
| 160,00 | 161,00 | 1,00 | | M-166 | 9,18 | 462 | 444 | 442 | 376 | 59,4 |
| 161,00 | 162,00 | 1,00 | | M-167 | 10,88 | 416 | 328 | 397 | 387 | 42 |
| 162,00 | 163,00 | 1,00 | | M-168 | 91,27 | 413 | 351 | 431 | 425 | 48,3 |
| 163,00 | 164,00 | 1,00 | | M-169 | 27,32 | 402 | 463 | 353 | 689 | 228 |
| 164,00 | 165,00 | 1,00 | | M-170 | 11,08 | 456 | 319 | 460 | 382 | 172 |
| 165,00 | 166,00 | 1,00 | | M-171 | 9,38 | 576 | 340 | 535 | 411 | 152 |
| 166,00 | 167,00 | 1,00 | | M-172 | 8,85 | 581 | 302 | 506 | 483 | 101 |
| 167,00 | 168,00 | 1,00 | | M-173 | 6,31 | 578 | 281 | 487 | 482 | 117 |
| 168,00 | 169,00 | 1,00 | | M-174 | 14,62 | 589 | 288 | 467 | 499 | 146 |
| 169,00 | 170,00 | 1,00 | ROCA INTRUSIVA CON CONTENIDO DE CLASTOS CON PRESENCIA DE SULFUROS | M-175 | 13,44 | 634 | 255 | 485 | 369 | 97,5 |
| 170,00 | 171,00 | 1,00 | | M-176 | 7,83 | 631 | 140 | 387 | 274 | 84,3 |
| 171,00 | 172,00 | 1,00 | | M-177 | 13,92 | 572 | 278 | 490 | 516 | 106 |
| 172,00 | 173,00 | 1,00 | | M-178 | 13,77 | 550 | 249 | 457 | 346 | 73,7 |
| 173,00 | 174,00 | 1,00 | | M-179 | 16,93 | 568 | 238 | 460 | 270 | 88,6 |
| 174,00 | 175,00 | 1,00 | | M-180 | 18,71 | 598 | 284 | 513 | 326 | 86,1 |
| 175,00 | 176,00 | 1,00 | | M-181 | 18,87 | 589 | 283 | 508 | 329 | 84,7 |
| 176,00 | 177,00 | 1,00 | | M-182 | 14,98 | 530 | 185 | 423 | 244 | 69,4 |
| 177,00 | 178,00 | 1,00 | | M-183 | 16,98 | 575 | 255 | 474 | 310 | 70,1 |
| 178,00 | 179,00 | 1,00 | | M-184 | 9,49 | 662 | 245 | 482 | 303 | 66,4 |
| 179,00 | 180,00 | 1,00 | | M-185 | 6,53 | 623 | 264 | 482 | 335 | 64,5 |
| VACÍO | | | | M-186 | 6,66 | 618 | 268 | 486 | 325 | 59,4 |
| 180,00 | 181,00 | 1,00 | | M-187 | 21,25 | 553 | 275 | 473 | 314 | 68,4 |



| | | | | | | | | | | |
|------------|--------|------|---|-------|-------|-----|-------|-----|-----|------|
| 181,00 | 182,00 | 1,00 | ROCA INTRUSIVA CON CONTENIDO DE CLASTOS CON PRESENCIA DE SULFUROS | M-188 | 11,89 | 587 | 127 | 341 | 216 | 64,6 |
| 182,00 | 183,00 | 1,00 | | M-189 | 10,05 | 619 | 300 | 501 | 333 | 61,3 |
| 183,00 | 184,00 | 1,00 | ROCA INTRUSIVA CON PRESENCIA DE SULFUROS EN LAS FRACTURAS | M-190 | 22,65 | 617 | 344 | 478 | 396 | 73,9 |
| 184,00 | 185,00 | 1,00 | | M-191 | 19,4 | 510 | 502 | 324 | 784 | 57,7 |
| 185,00 | 186,00 | 1,00 | | M-192 | 16,66 | 738 | 422 | 506 | 456 | 75,3 |
| 186,00 | 187,00 | 1,00 | | M-193 | 29,66 | 618 | 261 | 456 | 353 | 71,4 |
| 187,00 | 188,00 | 1,00 | | M-194 | 22,48 | 631 | 291 | 495 | 327 | 69,7 |
| 188,00 | 189,00 | 1,00 | | M-195 | 10,08 | 529 | 95,12 | 308 | 159 | 57,6 |
| 189,00 | 190,00 | 1,00 | | M-196 | 16,03 | 611 | 160 | 414 | 214 | 66,7 |
| 190,00 | 191,00 | 1,00 | | M-197 | 13,53 | 516 | 225 | 422 | 302 | 56 |
| 191,00 | 192,00 | 1,00 | | M-198 | 16,31 | 622 | 303 | 542 | 300 | 69,1 |
| 192,00 | 193,00 | 1,00 | | M-199 | 13,8 | 576 | 247 | 446 | 276 | 69,6 |
| 193,00 | 194,00 | 1,00 | | M-200 | 17,04 | 623 | 274 | 481 | 310 | 69,9 |
| 194,00 | 195,00 | 1,00 | | M-201 | 14,99 | 648 | 285 | 505 | 308 | 68,1 |
| 195,00 | 196,00 | 1,00 | | M-202 | 15,49 | 560 | 259 | 473 | 285 | 71 |
| 196,00 | 197,00 | 1,00 | | M-203 | 14,64 | 589 | 282 | 500 | 305 | 66,7 |
| 197,00 | 198,00 | 1,00 | | M-204 | 14,89 | 584 | 282 | 493 | 307 | 74,5 |
| 198,00 | 199,00 | 1,00 | | M-205 | 13,22 | 540 | 245 | 461 | 300 | 69,1 |
| 199,00 | 200,00 | 1,00 | | M-206 | 15,37 | 517 | 180 | 397 | 234 | 70 |
| BLANCO | | | | M-207 | 0,07 | 1,1 | 0,5 | 1,4 | 4 | 10,3 |
| ISIVILLA 4 | | | | M-208 | 14,9 | 261 | 60,38 | 354 | 347 | 94,2 |

Fuente: Elaboración Macusani Yellowcake

Tabla 12. Resultados de Laboratorio del Sondaje 16-TV

| LIST OF SAMPLES - DRILL HOLE PCHAC 16-TV | | | | | | | | | | |
|--|-------|------------|---|------------|-----------|------------|------------|------------|----------------|------------|
| DEEP (meters) | | LENGT H | DESCRIPTION | SAMPL E | U- ppm | Li- ppm | Cs- ppm | Rb- ppm | Ba- pp m | Zn- ppm |
| From | To | | | | | | | | | |
| 0.00 | 1.00 | 1.00 | ROCA RIOLITA CON MINERALIZACIÓN DE URANIO EN MENOR PORCENTAJE. | M-1 | 8 | 365 | 30.31 | 317 | 498 | 85.5 |
| 1.00 | 2.00 | 1.00 | | M-2 | 6.92 | 347 | 17.67 | 247 | 374 | 64.9 |
| 2.00 | 3.00 | 1.00 | | M-3 | 8.85 | 358 | 34.17 | 324 | 475 | 77.2 |
| 3.00 | 4.00 | 1.00 | | M-4 | 7.43 | 366 | 29.29 | 315 | 455 | 79.6 |
| 4.00 | 5.00 | 1.00 | | M-5 | 7.19 | 351 | 28.73 | 310 | 443 | 74.5 |
| 5.00 | 6.00 | 1.00 | | M-6 | 6.99 | 325 | 29.55 | 253 | 294 | 65.4 |
| 6.00 | 7.00 | 1.00 | | M-7 | 7.22 | 351 | 28.1 | 262 | 392 | 69.5 |
| 7.00 | 8.00 | 1.00 | | M-8 | 7.4 | 330 | 18.87 | 210 | 325 | 56.5 |
| 8.00 | 9.00 | 1.00 | | M-9 | 6.93 | 325 | 33.33 | 295 | 431 | 63.5 |
| 9.00 | 10.00 | 1.00 | | M-10 | 7.19 | 338 | 31.2 | 310 | 447 | 68.7 |
| 10.00 | 11.00 | 1.00 | | M-11 | 7.56 | 341 | 26.61 | 293 | 435 | 62 |
| 11.00 | 12.00 | 1.00 | | M-12 | 8.67 | 350 | 36.28 | 299 | 443 | 63.4 |
| 12.00 | 13.00 | 1.00 | | M-13 | 8.79 | 346 | 41.21 | 324 | 480 | 71.6 |



| | | | | | | | | | | |
|-------|-------|------|---|------|-------|-----|-------|-----|-----|------|
| 13.00 | 14.00 | 1.00 | | M-14 | 9.64 | 353 | 43.13 | 333 | 491 | 71.6 |
| 14.00 | 15.00 | 1.00 | | M-15 | 10.78 | 316 | 34.91 | 286 | 431 | 60 |
| 15.00 | 16.00 | 1.00 | | M-16 | 11.11 | 330 | 35.9 | 306 | 464 | 60.3 |
| 16.00 | 17.00 | 1.00 | | M-17 | 10.38 | 334 | 42.32 | 303 | 446 | 58.2 |
| 17.00 | 18.00 | 1.00 | | M-18 | 12.04 | 349 | 55.72 | 324 | 474 | 58 |
| 18.00 | 19.00 | 1.00 | | M-19 | 9.79 | 293 | 32.31 | 246 | 404 | 54.2 |
| 19.00 | 20.00 | 1.00 | | M-20 | 13.67 | 319 | 52.41 | 315 | 526 | 69.9 |
| 20.00 | 21.00 | 1.00 | | M-21 | 10.6 | 327 | 30.46 | 262 | 403 | 70.5 |
| 21.00 | 22.00 | 1.00 | | M-22 | 9.76 | 346 | 33.76 | 307 | 452 | 71.1 |
| 22.00 | 23.00 | 1.00 | | M-23 | 9.95 | 339 | 42.36 | 314 | 478 | 73.5 |
| 23.00 | 24.00 | 1.00 | | M-24 | 7.37 | 314 | 38.46 | 290 | 453 | 62.2 |
| 24.00 | 25.00 | 1.00 | | M-25 | 7.74 | 320 | 32.49 | 274 | 405 | 61.1 |
| 25.00 | 26.00 | 1.00 | | M-26 | 10.47 | 313 | 23.33 | 238 | 397 | 72.3 |
| 26.00 | 27.00 | 1.00 | | M-27 | 8.46 | 303 | 34.01 | 295 | 440 | 68.2 |
| 27.00 | 28.00 | 1.00 | | M-28 | 8.19 | 296 | 26.63 | 239 | 445 | 60.2 |
| 28.00 | 29.00 | 1.00 | | M-29 | 8.77 | 312 | 32.89 | 278 | 460 | 65.5 |
| 29.00 | 30.00 | 1.00 | | M-30 | 11.82 | 334 | 31.59 | 265 | 372 | 77.5 |
| VACÍO | | | | M-31 | 11.7 | 337 | 29.11 | 265 | 384 | 77 |
| 30.00 | 31.00 | 1.00 | ROCA RIOLITA CON MINERALIZACION DE URANIO EN MENOR PORCENTAJE. | M-32 | 13.77 | 341 | 39.24 | 321 | 456 | 75.8 |
| 31.00 | 32.00 | 1.00 | | M-33 | 10.73 | 314 | 37.25 | 285 | 406 | 61 |
| 32.00 | 33.00 | 1.00 | | M-34 | 14.07 | 322 | 53.25 | 318 | 477 | 62.6 |
| 33.00 | 34.00 | 1.00 | | M-35 | 11.97 | 327 | 60 | 340 | 496 | 63.5 |
| 34.00 | 35.00 | 1.00 | | M-36 | 14.34 | 351 | 67.29 | 355 | 490 | 66.8 |
| 35.00 | 36.00 | 1.00 | | M-37 | 12.7 | 335 | 51.38 | 323 | 469 | 66.8 |
| 36.00 | 37.00 | 1.00 | | M-38 | 15.47 | 330 | 56.4 | 336 | 472 | 73.5 |
| 37.00 | 38.00 | 1.00 | | M-39 | 15.09 | 353 | 57.99 | 325 | 474 | 65 |
| 38.00 | 39.00 | 1.00 | | M-40 | 10.78 | 327 | 35.12 | 230 | 390 | 45.9 |
| 39.00 | 40.00 | 1.00 | | M-41 | 11.82 | 367 | 35.07 | 261 | 421 | 67 |
| 40.00 | 41.00 | 1.00 | | M-42 | 13.14 | 359 | 59.35 | 331 | 499 | 71.9 |
| 41.00 | 42.00 | 1.00 | | M-43 | 10.99 | 342 | 32.52 | 254 | 375 | 63 |
| 42.00 | 43.00 | 1.00 | | M-44 | 11.3 | 399 | 54.18 | 348 | 469 | 77.4 |
| 43.00 | 44.00 | 1.00 | | M-45 | 9.47 | 345 | 45.69 | 288 | 465 | 70.7 |
| 44.00 | 45.00 | 1.00 | | M-46 | 11.95 | 353 | 45.99 | 308 | 466 | 71 |
| 45.00 | 46.00 | 1.00 | | M-47 | 14.64 | 347 | 37.34 | 294 | 449 | 80.8 |
| 46.00 | 47.00 | 1.00 | | M-48 | 18.17 | 340 | 51.39 | 298 | 444 | 71.2 |
| 47.00 | 48.00 | 1.00 | | M-49 | 16.94 | 337 | 35.51 | 263 | 386 | 64.7 |
| 48.00 | 49.00 | 1.00 | | M-50 | 16.57 | 345 | 42.76 | 293 | 437 | 71.2 |
| 49.00 | 50.00 | 1.00 | | M-51 | 15.46 | 345 | 54.98 | 296 | 451 | 74.7 |
| 50.00 | 51.00 | 1.00 | | M-52 | 13.33 | 341 | 44.39 | 269 | 423 | 68.7 |
| 51.00 | 52.00 | 1.00 | | M-53 | 12.53 | 345 | 53.23 | 288 | 449 | 66.5 |
| 52.00 | 53.00 | 1.00 | | M-54 | 13.92 | 361 | 62.3 | 318 | 469 | 73.2 |
| 53.00 | 54.00 | 1.00 | | M-55 | 12.55 | 340 | 50.09 | 282 | 400 | 70 |
| 54.00 | 55.00 | 1.00 | | M-56 | 11.63 | 360 | 61.09 | 308 | 432 | 64.9 |
| 55.00 | 56.00 | 1.00 | | M-57 | 11.55 | 363 | 63.91 | 316 | 444 | 72.4 |
| 56.00 | 57.00 | 1.00 | | M-58 | 14.49 | 350 | 70.1 | 313 | 431 | 66 |



| | | | | | | | | | | |
|-------|--------|------|---|-------|-------|-------|-------|-----|------|------|
| 57.00 | 58.00 | 1.00 | | M-59 | 11.43 | 340 | 36.1 | 255 | 379 | 64.6 |
| 58.00 | 59.00 | 1.00 | | M-60 | 13.39 | 350 | 65.4 | 312 | 442 | 67 |
| 59.00 | 60.00 | 1.00 | | M-61 | 15.01 | 368 | 73.4 | 332 | 453 | 69.3 |
| VACÍO | | | | M-62 | 14.54 | 360 | 63.29 | 307 | 437 | 67.1 |
| 60.00 | 61.00 | 1.00 | ROCA RIOLITA CON MINERALIZACION DE URANIO EN MENOR PORCENTAJE. | M-63 | 13.47 | 362 | 68.44 | 337 | 456 | 72.2 |
| 61.00 | 62.00 | 1.00 | | M-64 | 14.61 | 343 | 45.08 | 278 | 394 | 66.3 |
| 62.00 | 63.00 | 1.00 | | M-65 | 16.92 | 336 | 59.98 | 281 | 422 | 69.6 |
| 63.00 | 64.00 | 1.00 | | M-66 | 13.37 | 357 | 73.85 | 317 | 451 | 68.4 |
| 64.00 | 65.00 | 1.00 | | M-67 | 12.09 | 375 | 68.96 | 335 | 458 | 73.5 |
| 65.00 | 66.00 | 1.00 | | M-68 | 12.86 | 387 | 63.31 | 346 | 462 | 80.2 |
| 66.00 | 67.00 | 1.00 | | M-69 | 10.75 | 361 | 50.42 | 318 | 441 | 73.6 |
| 67.00 | 68.00 | 1.00 | | M-70 | 11.25 | 361 | 48.46 | 296 | 428 | 72.1 |
| 68.00 | 69.00 | 1.00 | | M-71 | 12.9 | 359 | 39.44 | 277 | 405 | 72.5 |
| 69.00 | 70.00 | 1.00 | | M-72 | 17.67 | 369 | 69.44 | 332 | 468 | 77.4 |
| 70.00 | 71.00 | 1.00 | | M-73 | 17.82 | 377 | 78.57 | 348 | 464 | 69.1 |
| 71.00 | 72.00 | 1.00 | | M-74 | 17.61 | 373 | 84.73 | 348 | 483 | 74.3 |
| 72.00 | 73.00 | 1.00 | | M-75 | 19.22 | 365 | 83.31 | 335 | 461 | 80.5 |
| 73.00 | 74.00 | 1.00 | | M-76 | 15.41 | 348 | 82.93 | 314 | 425 | 74.8 |
| 74.00 | 75.00 | 1.00 | | M-77 | 13.69 | 336 | 65.05 | 291 | 404 | 66.9 |
| 75.00 | 76.00 | 1.00 | | M-78 | 16.56 | 355 | 75.19 | 311 | 437 | 78.2 |
| 76.00 | 77.00 | 1.00 | | M-79 | 15.44 | 350 | 89.52 | 324 | 436 | 73.1 |
| 77.00 | 78.00 | 1.00 | | M-80 | 14.05 | 339 | 72.89 | 296 | 390 | 66.9 |
| 78.00 | 79.00 | 1.00 | | M-81 | 11.79 | 338 | 78.8 | 305 | 424 | 69 |
| 79.00 | 80.00 | 1.00 | | M-82 | 15.5 | 353 | 96.1 | 318 | 425 | 74 |
| 80.00 | 81.00 | 1.00 | M-83 | 16.34 | 364 | 76.51 | 319 | 447 | 74.6 | |
| 81.00 | 82.00 | 1.00 | M-84 | 14.39 | 360 | 92.98 | 316 | 441 | 77.7 | |
| 82.00 | 83.00 | 1.00 | M-85 | 14.18 | 341 | 74.7 | 290 | 430 | 69.8 | |
| 83.00 | 84.00 | 1.00 | M-86 | 11.08 | 333 | 63.71 | 251 | 344 | 72.7 | |
| 84.00 | 85.00 | 1.00 | M-87 | 14.3 | 343 | 72.73 | 268 | 381 | 80.6 | |
| 85.00 | 86.00 | 1.00 | M-88 | 17.9 | 340 | 76.49 | 286 | 411 | 76 | |
| 86.00 | 87.00 | 1.00 | M-89 | 10.58 | 325 | 54.33 | 247 | 377 | 72.3 | |
| 87.00 | 88.00 | 1.00 | M-90 | 10.05 | 330 | 61.08 | 254 | 359 | 73.8 | |
| 88.00 | 89.00 | 1.00 | M-91 | 9.58 | 322 | 64.12 | 257 | 363 | 87.7 | |
| 89.00 | 90.00 | 1.00 | M-92 | 11.57 | 341 | 76.48 | 275 | 435 | 89.8 | |
| VACÍO | | | | M-93 | 10.73 | 330 | 71.76 | 267 | 424 | 88.2 |
| 90.00 | 91.00 | 1.00 | ROCA RIOLITA CON MINERALIZACION DE URANIO EN MENOR PORCENTAJE. | M-94 | 9.1 | 306 | 57.41 | 229 | 326 | 94.9 |
| 91.00 | 92.00 | 1.00 | | M-95 | 9.86 | 342 | 63.1 | 269 | 427 | 159 |
| 92.00 | 93.00 | 1.00 | | M-96 | 9.16 | 326 | 67.79 | 277 | 424 | 100 |
| 93.00 | 94.00 | 1.00 | | M-97 | 8.56 | 280 | 43.81 | 193 | 271 | 97.1 |
| 94.00 | 95.00 | 1.00 | | M-98 | 10.33 | 314 | 74.02 | 270 | 412 | 85.3 |
| 95.00 | 96.00 | 1.00 | | M-99 | 10.05 | 313 | 71.59 | 249 | 395 | 64.6 |
| 96.00 | 97.00 | 1.00 | | M-100 | 11.35 | 333 | 88.41 | 275 | 420 | 67 |
| 97.00 | 98.00 | 1.00 | | M-101 | 10.19 | 303 | 62.27 | 242 | 346 | 58 |
| 98.00 | 99.00 | 1.00 | | M-102 | 10.87 | 285 | 57.96 | 248 | 346 | 72.4 |
| 99.00 | 100.00 | 1.00 | | M-103 | 17.29 | 374 | 95.04 | 306 | 436 | 84.4 |



| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|------|---|-----------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| 100.00 | 101.00 | 1.00 | | M-104 | 11.75 | 356 | 110 | 301 | 451 | 69.1 | |
| 101.00 | 102.00 | 1.00 | | M-105 | 10.07 | 355 | 94.8 | 301 | 436 | 90.7 | |
| 102.00 | 103.00 | 1.00 | | M-106 | 8.98 | 349 | 95.27 | 274 | 410 | 70.8 | |
| 103.00 | 104.00 | 1.00 | | M-107 | 13.47 | 379 | 117 | 311 | 445 | 74 | |
| 104.00 | 105.00 | 1.00 | | M-108 | 10.77 | 311 | 72.65 | 246 | 339 | 57.6 | |
| 105.00 | 106.00 | 1.00 | | M-109 | 10.88 | 387 | 103 | 300 | 431 | 74.4 | |
| 106.00 | 107.00 | 1.00 | | M-110 | 11.38 | 324 | 93.93 | 263 | 358 | 67 | |
| 107.00 | 108.00 | 1.00 | | M-111 | 9.51 | 388 | 84.92 | 283 | 404 | 64.8 | |
| 108.00 | 109.00 | 1.00 | | M-112 | 10.18 | 363 | 76.1 | 277 | 398 | 62.4 | |
| 109.00 | 110.00 | 1.00 | | M-113 | 15.16 | 388 | 96.21 | 320 | 454 | 69.4 | |
| 110.00 | 111.00 | 1.00 | | M-114 | 10.06 | 378 | 96.71 | 306 | 448 | 70.5 | |
| 111.00 | 112.00 | 1.00 | | M-115 | 12.07 | 402 | 112 | 311 | 457 | 80.4 | |
| 112.00 | 113.00 | 1.00 | | M-116 | 10.15 | 392 | 146 | 326 | 470 | 80.6 | |
| 113.00 | 114.00 | 1.00 | | M-117 | 9.9 | 377 | 127 | 311 | 459 | 72.3 | |
| 114.00 | 115.00 | 1.00 | | M-118 | 9.39 | 383 | 119 | 318 | 474 | 71.1 | |
| 115.00 | 116.00 | 1.00 | | M-119 | 9.7 | 391 | 105 | 339 | 507 | 75.6 | |
| 116.00 | 117.00 | 1.00 | | M-120 | 11.41 | 363 | 95.32 | 309 | 475 | 69.6 | |
| 117.00 | 118.00 | 1.00 | | M-121 | 11.41 | 330 | 69.94 | 272 | 397 | 68.2 | |
| 118.00 | 119.00 | 1.00 | | M-122 | 9.94 | 368 | 83.67 | 307 | 463 | 66.2 | |
| 119.00 | 120.00 | 1.00 | | M-123 | 10.53 | 370 | 89.95 | 317 | 490 | 74.9 | |
| VACÍO | | | | M-124 | 11.21 | 380 | 92.13 | 336 | 509 | 76.2 | |
| 120.00 | 121.00 | 1.00 | ROCA RIOLITA CON MINERALIZACION DE URANIO EN MENOR PORCENTAJE. | M-125 | 10.62 | 360 | 60.24 | 272 | 469 | 74.5 | |
| 121.00 | 122.00 | 1.00 | | M-126 | 9.76 | 319 | 55.33 | 269 | 405 | 74.4 | |
| 122.00 | 123.00 | 1.00 | | M-127 | 11.72 | 339 | 91.04 | 334 | 501 | 71.7 | |
| 123.00 | 124.00 | 1.00 | | M-128 | 11.03 | 300 | 77.86 | 288 | 459 | 68.2 | |
| 124.00 | 125.00 | 1.00 | | M-129 | 9.4 | 220 | 63.01 | 218 | 359 | 58.6 | |
| 125.00 | 126.00 | 1.00 | | M-130 | 12.5 | 360 | 106 | 196 | 377 | 62.1 | |
| 126.00 | 127.00 | 1.00 | | M-131 | 9.98 | 434 | 345 | 217 | 461 | 99.2 | |
| 127.00 | 128.00 | 1.00 | | M-132 | 10.8 | 418 | 390 | 235 | 441 | 76.1 | |
| 128.00 | 129.00 | 1.00 | | M-133 | 16.25 | 302 | 626 | 211 | 482 | 75.6 | |
| 129.00 | 130.00 | 1.00 | | M-134 | 9.59 | 2552 | 858 | 1191 | 38 | 251 | |
| 130.00 | 131.00 | 1.00 | | BRECHA SUPERIOR | M-135 | 11.64 | 367 | 499 | 268 | 422 | 97.3 |
| 131.00 | 132.00 | 1.00 | | | M-136 | 12.44 | 2334 | 778 | 1028 | 26 | 129 |
| 132.00 | 133.00 | 1.00 | | | M-137 | 15.81 | 1957 | 717 | 668 | 22 | 128 |
| 133.00 | 134.00 | 1.00 | | | M-138 | 11.99 | 2663 | 611 | 1061 | 30 | 82.4 |
| 134.00 | 135.00 | 1.00 | M-139 | | 8.98 | 2899 | 543 | 1248 | 26 | 75.6 | |
| 135.00 | 136.00 | 1.00 | M-140 | | 9.39 | 3238 | 508 | 1188 | 24 | 78.7 | |
| 136.00 | 137.00 | 1.00 | M-141 | | 9.98 | 3782 | 602 | 1323 | 26 | 92.6 | |
| 137.00 | 138.00 | 1.00 | M-142 | | 9.21 | 3749 | 491 | 1274 | 23 | 82.2 | |
| 138.00 | 139.00 | 1.00 | M-143 | | 9.01 | 3535 | 418 | 1236 | 21 | 76 | |
| 139.00 | 140.00 | 1.00 | M-144 | | 8.89 | 3747 | 420 | 1264 | 23 | 94.9 | |
| 140.00 | 141.00 | 1.00 | M-145 | 7.33 | 3954 | 446 | 1341 | 23 | 97.1 | | |
| 141.00 | 142.00 | 1.00 | TRAMO DE TOBAS LITIFERAS | M-146 | 10.5 | 3534 | 335 | 1218 | 21 | 84.8 | |
| 142.00 | 143.00 | 1.00 | | M-147 | 10.62 | 3468 | 321 | 1179 | 20 | 80.4 | |
| 143.00 | 144.00 | 1.00 | | M-148 | 11.46 | 3641 | 322 | 1274 | 22 | 89.4 | |



| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|------|-----------------------------|-----------------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 144.00 | 145.00 | 1.00 | | M-149 | 13.53 | 3617 | 337 | 1229 | 22 | 84 | |
| 145.00 | 146.00 | 1.00 | | M-150 | 12.2 | 3255 | 249 | 1160 | 20 | 80.8 | |
| 146.00 | 147.00 | 1.00 | | M-151 | 9.33 | 3199 | 239 | 1186 | 19 | 92 | |
| 147.00 | 148.00 | 1.00 | | M-152 | 9.89 | 3461 | 286 | 1266 | 23 | 91.2 | |
| 148.00 | 149.00 | 1.00 | | M-153 | 15.64 | 3450 | 231 | 1226 | 21 | 92.7 | |
| 149.00 | 150.00 | 1.00 | | M-154 | 12.69 | 3448 | 302 | 1222 | 19 | 90.2 | |
| VACÍO | | | | M-155 | 12.81 | 3380 | 294 | 1201 | 21 | 95 | |
| 150.00 | 151.00 | 1.00 | TRAMO DE TOBAS LITIFERAS | M-156 | 11.78 | 3397 | 299 | 1276 | 23 | 92.5 | |
| 151.00 | 152.00 | 1.00 | | M-157 | 13.05 | 3632 | 305 | 1336 | 24 | 93.8 | |
| 152.00 | 153.00 | 1.00 | | M-158 | 13.93 | 3636 | 330 | 1327 | 24 | 96.6 | |
| 153.00 | 154.00 | 1.00 | | M-159 | 13.84 | 3619 | 304 | 1301 | 23 | 98.8 | |
| 154.00 | 155.00 | 1.00 | | M-160 | 10.16 | 3356 | 288 | 1171 | 21 | 85.3 | |
| 155.00 | 156.00 | 1.00 | | M-161 | 12.7 | 3418 | 278 | 1170 | 20 | 82 | |
| 156.00 | 157.00 | 1.00 | | M-162 | 10.25 | 3531 | 284 | 1253 | 23 | 94.7 | |
| 157.00 | 158.00 | 1.00 | | M-163 | 10.83 | 3526 | 311 | 1261 | 23 | 91.2 | |
| 158.00 | 159.00 | 1.00 | | M-164 | 9.91 | 3431 | 271 | 1242 | 23 | 91.9 | |
| 159.00 | 160.00 | 1.00 | | M-165 | 10.73 | 3485 | 261 | 1232 | 22 | 84.9 | |
| 160.00 | 161.00 | 1.00 | | M-166 | 10.25 | 3329 | 271 | 1137 | 21 | 87 | |
| 161.00 | 162.00 | 1.00 | | M-167 | 9.66 | 3532 | 298 | 1258 | 23 | 81.8 | |
| 162.00 | 163.00 | 1.00 | | M-168 | 10.39 | 3780 | 297 | 1244 | 21 | 88.1 | |
| 163.00 | 164.00 | 1.00 | | M-169 | 11.03 | 3754 | 284 | 1220 | 22 | 86.4 | |
| 164.00 | 165.00 | 1.00 | | M-170 | 11.4 | 3958 | 362 | 1374 | 25 | 103 | |
| 165.00 | 166.00 | 1.00 | | M-171 | 13.93 | 3852 | 316 | 1280 | 24 | 98.1 | |
| 166.00 | 167.00 | 1.00 | | M-172 | 15.25 | 4045 | 362 | 1392 | 27 | 106 | |
| 167.00 | 168.00 | 1.00 | | M-173 | 15.2 | 4059 | 357 | 1386 | 28 | 101 | |
| 168.00 | 169.00 | 1.00 | | M-174 | 18.02 | 4218 | 420 | 1450 | 27 | 105 | |
| 169.00 | 170.00 | 1.00 | | M-175 | 13.53 | 4296 | 440 | 1443 | 28 | 104 | |
| 170.00 | 171.00 | 1.00 | | M-176 | 12.34 | 4025 | 435 | 1327 | 26 | 85.6 | |
| 171.00 | 172.00 | 1.00 | | M-177 | 20.58 | 3780 | 450 | 1299 | 24 | 89.1 | |
| 172.00 | 173.00 | 1.00 | | M-178 | 12.77 | 3889 | 614 | 1412 | 26 | 95.3 | |
| 173.00 | 174.00 | 1.00 | | M-179 | 16.18 | 2844 | 640 | 1235 | 39 | 101 | |
| 174.00 | 175.00 | 1.00 | | TRAMO DE BRECHA INFERIOR | M-180 | 27.55 | 2400 | 653 | 657 | 192 | 95.7 |
| 175.00 | 176.00 | 1.00 | | | M-181 | 30.82 | 3775 | 946 | 915 | 29 | 111 |
| 176.00 | 177.00 | 1.00 | | | M-182 | 22.11 | 1934 | 923 | 1022 | 29 | 79.5 |
| 177.00 | 178.00 | 1.00 | | | M-183 | 19.33 | 1427 | 970 | 1135 | 31 | 88.9 |
| 178.00 | 179.00 | 1.00 | | | M-184 | 18.65 | 1614 | 994 | 1103 | 30 | 95.5 |
| 179.00 | 180.00 | 1.00 | M-185 | | 15.73 | 1228 | 635 | 1042 | 23 | 77.5 | |
| VACÍO | | | | M-186 | 16.1 | 1208 | 621 | 1028 | 24 | 75.7 | |
| 180.00 | 181.00 | 1.00 | TRAMO DE BRECHA INFERIOR | M-187 | 19.44 | 1322 | 1330 | 980 | 29 | 93 | |
| 181.00 | 182.00 | 1.00 | | M-188 | 23.73 | 1820 | 1260 | 909 | 28 | 83.7 | |
| 182.00 | 183.00 | 1.00 | | M-189 | 25.84 | 2358 | 1180 | 1147 | 45 | 93.8 | |
| 183.00 | 184.00 | 1.00 | | M-190 | 18.46 | 1828 | 2120 | 702 | 42 | 99.6 | |
| 184.00 | 185.00 | 1.00 | | M-191 | 10.6 | 1904 | 2680 | 632 | 52 | 98.1 | |
| 185.00 | 186.00 | 1.00 | | M-192 | 10.65 | 1646 | 2630 | 617 | 42 | 89.5 | |
| 186.00 | 187.00 | 1.00 | | M-193 | 9.13 | 1639 | 2612 | 607 | 36 | 90.3 | |



| | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|------|---|---|-------|------|-------|------|-----|------|------|
| 187.00 | 188.00 | 1.00 | TRAMO DE BRECHA INTRUSIVO | M-194 | 25.61 | 1776 | 2460 | 578 | 73 | 103 | |
| 188.00 | 189.00 | 1.00 | | M-195 | 21.47 | 1620 | 461 | 558 | 573 | 110 | |
| 189.00 | 190.00 | 1.00 | | M-196 | 8.19 | 535 | 124 | 641 | 683 | 78.5 | |
| 190.00 | 191.00 | 1.00 | | M-197 | 6.58 | 491 | 109 | 540 | 492 | 83.9 | |
| 191.00 | 192.00 | 1.00 | | M-198 | 8.23 | 480 | 120 | 450 | 504 | 111 | |
| 192.00 | 193.00 | 1.00 | | M-199 | 6.69 | 448 | 111 | 507 | 637 | 126 | |
| 193.00 | 194.00 | 1.00 | | M-200 | 7.03 | 553 | 133 | 500 | 519 | 143 | |
| 194.00 | 195.00 | 1.00 | | M-201 | 7.16 | 539 | 140 | 509 | 603 | 151 | |
| 195.00 | 196.00 | 1.00 | | M-202 | 7.61 | 530 | 143 | 430 | 447 | 115 | |
| 196.00 | 197.00 | 1.00 | | M-203 | 5.05 | 487 | 137 | 371 | 333 | 86.3 | |
| 197.00 | 198.00 | 1.00 | | M-204 | 4.76 | 436 | 122 | 337 | 353 | 77.1 | |
| 198.00 | 199.00 | 1.00 | | M-205 | 5.9 | 621 | 127 | 432 | 375 | 87.2 | |
| 199.00 | 200.00 | 1.00 | | M-206 | 6.08 | 603 | 156 | 455 | 428 | 93.9 | |
| 200.00 | 201.00 | 1.00 | | M-207 | 7.03 | 500 | 118 | 400 | 423 | 81.4 | |
| 201.00 | 202.00 | 1.00 | | M-208 | 4.8 | 468 | 91.09 | 275 | 314 | 74.5 | |
| 202.00 | 203.00 | 1.00 | | M-209 | 5.35 | 573 | 119 | 388 | 414 | 86.5 | |
| 203.00 | 204.00 | 1.00 | | M-210 | 6.5 | 432 | 117 | 291 | 384 | 81.2 | |
| 204.00 | 205.00 | 1.00 | | M-211 | 8.2 | 347 | 95.8 | 234 | 368 | 84.2 | |
| 205.00 | 206.00 | 1.00 | | TRAMO DE RIOLITA CON GRANULOMETRIA GRUESA | M-212 | 6.72 | 387 | 117 | 311 | 466 | 96.2 |
| 206.00 | 207.00 | 1.00 | | | M-213 | 7.65 | 354 | 98.8 | 300 | 444 | 81.3 |
| 207.00 | 208.00 | 1.00 | M-214 | | 6.87 | 325 | 43.92 | 285 | 241 | 63.8 | |
| 208.00 | 209.00 | 1.00 | M-215 | | 6.29 | 580 | 112 | 488 | 367 | 83 | |
| 209.00 | 210.00 | 1.00 | M-216 | | 5.16 | 590 | 118 | 505 | 360 | 81.8 | |
| VACÍO | | | | M-217 | 4.87 | 632 | 120 | 508 | 348 | 82.4 | |
| 210.00 | 210.50 | 0.50 | TRAMO DE RIOLITA CON GRANULOMETRIA GRUESA | M-218 | 7.77 | 542 | 123 | 447 | 413 | 86.5 | |
| BLANCO | | | | M-219 | 0.06 | 5.7 | 0.31 | 3.2 | 5 | 10.8 | |
| ISIVILLA 4 | | | | M-220 | 14.42 | 264 | 57.67 | 339 | 339 | 88.5 | |

Fuente: Elaboración Macusani Yellowcake



Resultados de Laboratorio del Sondaje 03-TV

| LIST OF SAMPLES - DRILL HOLE PCHAC 03-TV | | | | | | | | |
|--|-------|------------|---|------------|-----------|------------|------------|------------|
| DEEP (meters) | | LENG TH | DESCRIPTION | SAMPL E | U- ppm | Li- ppm | Cs- ppm | Rb- ppm |
| From | To | | | | | | | |
| 0.00 | 0.50 | 0.50 | ROCA CON DISEMINACION DE MINERAL DE URANIO EN MAYOR PORCENTAJE Y FRACTURAS CON CONTENIDO DE MINERAL DE URANIO VISIBLES. | M-1 | 637 | 389 | 34.04 | 315 |
| 0.50 | 1.00 | 0.50 | | M-2 | 201 | 384 | 35.02 | 325 |
| 1.00 | 1.50 | 0.50 | | M-3 | 81.18 | 405 | 37.72 | 348 |
| 1.50 | 2.00 | 0.50 | | M-4 | 66.73 | 371 | 23.9 | 276 |
| 2.00 | 2.50 | 0.50 | | M-5 | 57.24 | 386 | 31.09 | 312 |
| 2.50 | 3.00 | 0.50 | | M-6 | 92.03 | 373 | 27.18 | 274 |
| 3.00 | 3.50 | 0.50 | | M-7 | 115 | 385 | 30.31 | 289 |
| 3.50 | 4.00 | 0.50 | | M-8 | 59.05 | 376 | 37.43 | 318 |
| 4.00 | 5.00 | 1.00 | | M-9 | 45.64 | 406 | 38.59 | 334 |
| 5.00 | 6.00 | 1.00 | | M-10 | 72.59 | 382 | 54.53 | 330 |
| 6.00 | 7.00 | 1.00 | | M-11 | 55.99 | 395 | 53.16 | 318 |
| 7.00 | 8.00 | 1.00 | | M-12 | 55.45 | 367 | 32.79 | 267 |
| 8.00 | 9.00 | 1.00 | | M-13 | 39.53 | 407 | 50.76 | 322 |
| 9.00 | 10.00 | 1.00 | | M-14 | 39.41 | 402 | 53.52 | 321 |
| 10.00 | 11.00 | 1.00 | | M-15 | 24.78 | 393 | 45.09 | 293 |
| 11.00 | 12.00 | 1.00 | | M-16 | 20.92 | 374 | 61.43 | 326 |
| 12.00 | 13.00 | 1.00 | | M-17 | 21.51 | 393 | 56.21 | 326 |
| 13.00 | 14.00 | 1.00 | | M-18 | 22.7 | 399 | 70.33 | 346 |
| 14.00 | 15.00 | 1.00 | | M-19 | 18.79 | 419 | 57.92 | 337 |
| 15.00 | 16.00 | 1.00 | | M-20 | 38.44 | 401 | 85.12 | 347 |
| 16.00 | 17.00 | 1.00 | | M-21 | 23.04 | 402 | 65.61 | 327 |
| 17.00 | 18.00 | 1.00 | | M-22 | 43.62 | 410 | 71.73 | 362 |
| 18.00 | 19.00 | 1.00 | | M-23 | 26.8 | 437 | 89.7 | 374 |
| 19.00 | 20.00 | 1.00 | | M-24 | 19.33 | 391 | 70.91 | 329 |
| 20.00 | 21.00 | 1.00 | | M-25 | 19.5 | 399 | 79.22 | 347 |
| 21.00 | 22.00 | 1.00 | | M-26 | 21.97 | 380 | 81.93 | 325 |
| 22.00 | 23.00 | 1.00 | | M-27 | 19.75 | 397 | 86.57 | 336 |
| 23.00 | 24.00 | 1.00 | | M-28 | 20.19 | 392 | 79.38 | 322 |
| 24.00 | 25.00 | 1.00 | | M-29 | 20.23 | 401 | 69.74 | 314 |
| 25.00 | 26.00 | 1.00 | | M-30 | 19.09 | 409 | 93.48 | 352 |
| 26.00 | 27.00 | 1.00 | | M-31 | 14.81 | 388 | 83.59 | 333 |
| 27.00 | 28.00 | 1.00 | | M-32 | 13.68 | 382 | 78.59 | 325 |
| 28.00 | 29.00 | 1.00 | | M-33 | 10.41 | 378 | 65.64 | 269 |
| 29.00 | 30.00 | 1.00 | | M-34 | 9.69 | 468 | 64.52 | 331 |
| 30.00 | 31.00 | 1.00 | | M-35 | 11.21 | 392 | 70.31 | 312 |
| 31.00 | 32.00 | 1.00 | M-36 | 9.94 | 361 | 53.91 | 268 | |
| 32.00 | 33.00 | 1.00 | M-37 | 10.4 | 398 | 80.02 | 349 | |
| 33.00 | 34.00 | 1.00 | M-38 | 9.94 | 378 | 52.3 | 292 | |
| 34.00 | 35.00 | 1.00 | M-39 | 14.46 | 355 | 64.54 | 303 | |
| 35.00 | 36.00 | 1.00 | M-40 | 9.94 | 367 | 79.7 | 313 | |
| VACÍO | | | | M-41 | 9.83 | 353 | 78.62 | 314 |
| 36.00 | 37.00 | 1.00 | ROCA CON DISEMINACION DE MINERAL DE URANIO EN MENOR PORCENTAJE | M-42 | 9.84 | 345 | 69.93 | 305 |
| 37.00 | 38.00 | 1.00 | | M-43 | 10.29 | 358 | 66.63 | 317 |
| 38.00 | 39.00 | 1.00 | | M-44 | 11.36 | 338 | 72.03 | 311 |
| 39.00 | 40.00 | 1.00 | | M-45 | 11.96 | 345 | 79.1 | 332 |
| 40.00 | 41.00 | 1.00 | | M-46 | 11.81 | 351 | 72.77 | 329 |
| 41.00 | 42.00 | 1.00 | | M-47 | 11.94 | 344 | 76.29 | 329 |
| 42.00 | 43.00 | 1.00 | | M-48 | 20.84 | 344 | 72.03 | 323 |
| 43.00 | 44.00 | 1.00 | | M-49 | 18.62 | 341 | 81.81 | 366 |
| 44.00 | 45.00 | 1.00 | | M-50 | 12.46 | 303 | 73.66 | 344 |
| 45.00 | 46.00 | 1.00 | | M-51 | 11.8 | 271 | 56.49 | 289 |
| 46.00 | 47.00 | 1.00 | | M-52 | 8.8 | 240 | 63.43 | 272 |
| 47.00 | 48.00 | 1.00 | | M-53 | 17 | 262 | 118 | 280 |
| 48.00 | 49.00 | 1.00 | | M-54 | 83.02 | 352 | 344 | 245 |
| 49.00 | 50.00 | 1.00 | | M-55 | 117 | 366 | 284 | 211 |
| 50.00 | 51.00 | 1.00 | | M-56 | 12.87 | 323 | 473 | 226 |
| 51.00 | 52.00 | 1.00 | | M-57 | 29.52 | 234 | 266 | 164 |



| | | | | | | | | | |
|--------|--------|------|-----------------|-----------------|-------|-------|------|------|------|
| 52.00 | 53.00 | 1.00 | BRECHA SUPERIOR | M-58 | 57.6 | 761 | 486 | 148 | |
| 53.00 | 54.00 | 1.00 | | M-59 | 41.73 | 795 | 717 | 80.1 | |
| 54.00 | 55.00 | 1.00 | | M-60 | 19.05 | 983 | 837 | 874 | |
| 55.00 | 56.00 | 1.00 | | M-61 | 17.04 | 867 | 579 | 797 | |
| 56.00 | 57.00 | 1.00 | | M-62 | 16.39 | 739 | 824 | 861 | |
| 57.00 | 58.00 | 1.00 | | M-63 | 14.65 | 617 | 885 | 904 | |
| 58.00 | 59.00 | 1.00 | | M-64 | 15.12 | 683 | 892 | 809 | |
| 59.00 | 60.00 | 1.00 | | M-65 | 16.91 | 572 | 1010 | 1235 | |
| 60.00 | 61.00 | 1.00 | | M-66 | 17.7 | 654 | 1020 | 1214 | |
| 61.00 | 62.00 | 1.00 | | M-67 | 14.78 | 749 | 863 | 797 | |
| 62.00 | 63.00 | 1.00 | | M-68 | 8.36 | 2221 | 688 | 1128 | |
| 63.00 | 64.00 | 1.00 | | M-69 | 9.1 | 2552 | 531 | 1178 | |
| 64.00 | 65.00 | 1.00 | | M-70 | 10.76 | 3203 | 566 | 1322 | |
| 65.00 | 66.00 | 1.00 | | M-71 | 11.15 | 3238 | 569 | 1310 | |
| 66.00 | 67.00 | 1.00 | | M-72 | 10.27 | 2994 | 535 | 1244 | |
| 67.00 | 68.00 | 1.00 | TOBAS LITIFERAS | M-73 | 12.28 | 3065 | 492 | 1232 | |
| 68.00 | 69.00 | 1.00 | | M-74 | 12.92 | 3698 | 428 | 1298 | |
| 69.00 | 70.00 | 1.00 | | M-75 | 17.01 | 3868 | 402 | 1338 | |
| 70.00 | 71.00 | 1.00 | | M-76 | 8.35 | 3822 | 460 | 1326 | |
| 71.00 | 72.00 | 1.00 | | M-77 | 7.02 | 3929 | 450 | 1364 | |
| 72.00 | 73.00 | 1.00 | | M-78 | 6.75 | 3683 | 346 | 1323 | |
| 73.00 | 74.00 | 1.00 | | M-79 | 10.65 | 3693 | 332 | 1247 | |
| 74.00 | 75.00 | 1.00 | | M-80 | 13.22 | 3947 | 353 | 1356 | |
| 75.00 | 76.00 | 1.00 | | M-81 | 12.57 | 3896 | 290 | 1340 | |
| VACÍO | | | | M-82 | 12.19 | 3714 | 283 | 1316 | |
| 76.00 | 77.00 | 1.00 | | TOBAS LITIFERAS | M-83 | 7.64 | 3650 | 304 | 1263 |
| 77.00 | 78.00 | 1.00 | | | M-84 | 6.63 | 3722 | 481 | 1300 |
| 78.00 | 79.00 | 1.00 | | | M-85 | 7.59 | 3101 | 348 | 1343 |
| 79.00 | 80.00 | 1.00 | | | M-86 | 13.65 | 3664 | 314 | 1338 |
| 80.00 | 81.00 | 1.00 | | | M-87 | 13.48 | 3671 | 323 | 1347 |
| 81.00 | 82.00 | 1.00 | M-88 | | 11.16 | 3523 | 286 | 1370 | |
| 82.00 | 83.00 | 1.00 | M-89 | | 11.03 | 3256 | 243 | 1236 | |
| 83.00 | 84.00 | 1.00 | M-90 | | 14.2 | 3583 | 293 | 1390 | |
| 84.00 | 85.00 | 1.00 | M-91 | | 14.05 | 3561 | 279 | 1321 | |
| 85.00 | 86.00 | 1.00 | M-92 | | 16.11 | 3493 | 263 | 1326 | |
| 86.00 | 87.00 | 1.00 | M-93 | | 13.45 | 3422 | 293 | 1347 | |
| 87.00 | 88.00 | 1.00 | M-94 | | 10.22 | 3260 | 259 | 1322 | |
| 88.00 | 89.00 | 1.00 | M-95 | | 12.64 | 3066 | 198 | 1129 | |
| 89.00 | 90.00 | 1.00 | M-96 | | 17.12 | 3154 | 164 | 1182 | |
| 90.00 | 91.00 | 1.00 | M-97 | | 13.96 | 3544 | 274 | 1353 | |
| 91.00 | 92.00 | 1.00 | M-98 | | 12.57 | 3495 | 266 | 1357 | |
| 92.00 | 93.00 | 1.00 | M-99 | | 13.8 | 3325 | 190 | 1256 | |
| 93.00 | 94.00 | 1.00 | M-100 | | 14.37 | 3514 | 251 | 1302 | |
| 94.00 | 95.00 | 1.00 | M-101 | | 14.36 | 3580 | 256 | 1331 | |
| 95.00 | 96.00 | 1.00 | M-102 | | 13.74 | 3510 | 265 | 1343 | |
| 96.00 | 97.00 | 1.00 | M-103 | | 13.37 | 3428 | 251 | 1315 | |
| 97.00 | 98.00 | 1.00 | M-104 | | 12.28 | 3302 | 218 | 1273 | |
| 98.00 | 99.00 | 1.00 | M-105 | | 10 | 3588 | 250 | 1357 | |
| 99.00 | 100.00 | 1.00 | M-106 | | 10.24 | 3456 | 232 | 1303 | |
| 100.00 | 101.00 | 1.00 | M-107 | | 9.7 | 3506 | 247 | 1285 | |
| 101.00 | 102.00 | 1.00 | M-108 | | 9.84 | 3583 | 272 | 1308 | |
| 102.00 | 103.00 | 1.00 | M-109 | | 10.93 | 3532 | 220 | 1259 | |
| 103.00 | 104.00 | 1.00 | M-110 | | 9.97 | 3590 | 284 | 1349 | |
| 104.00 | 105.00 | 1.00 | M-111 | | 10.29 | 3526 | 228 | 1310 | |
| 105.00 | 106.00 | 1.00 | M-112 | | 10.51 | 3643 | 305 | 1363 | |
| 106.00 | 107.00 | 1.00 | M-113 | | 12.74 | 3686 | 249 | 1285 | |
| 107.00 | 108.00 | 1.00 | M-114 | | 9.14 | 3571 | 243 | 1239 | |
| 108.00 | 109.00 | 1.00 | M-115 | | 8.41 | 3430 | 181 | 1126 | |
| 109.00 | 110.00 | 1.00 | M-116 | | 8.15 | 3652 | 203 | 1212 | |
| 110.00 | 111.00 | 1.00 | M-117 | | 11.32 | 3878 | 242 | 1256 | |
| 111.00 | 112.00 | 1.00 | M-118 | 9.73 | 4099 | 320 | 1318 | | |
| 112.00 | 113.00 | 1.00 | M-119 | 15.81 | 4109 | 322 | 1325 | | |
| 113.00 | 114.00 | 1.00 | M-120 | 16.08 | 4322 | 379 | 1343 | | |
| 114.00 | 115.00 | 1.00 | M-121 | 14.3 | 3945 | 307 | 1272 | | |
| 115.00 | 116.00 | 1.00 | M-122 | 13.26 | 4090 | 377 | 1284 | | |
| VACÍO | | | | M-123 | 12.36 | 3828 | 372 | 1257 | |
| 116.00 | 117.00 | 1.00 | TOBAS LITIFERAS | M-124 | 13.52 | 3572 | 483 | 1254 | |
| 117.00 | 118.00 | 1.00 | | M-125 | 16.34 | 3391 | 587 | 1045 | |



| | | | | | | | | |
|------------|--------|------|--|-------|-------|-------|-------|------|
| 118.00 | 119.00 | 1.00 | BRECHA INFERIOR | M-126 | 19.55 | 3277 | 678 | 877 |
| 119.00 | 120.00 | 1.00 | | M-127 | 17.06 | 974 | 527 | 1120 |
| 120.00 | 121.00 | 1.00 | | M-128 | 16.56 | 1456 | 521 | 1118 |
| 121.00 | 122.00 | 1.00 | | M-129 | 18.91 | 769 | 864 | 1199 |
| 122.00 | 123.00 | 1.00 | | M-130 | 24.99 | 944 | 835 | 907 |
| 123.00 | 124.00 | 1.00 | | M-131 | 18.95 | 906 | 897 | 919 |
| 124.00 | 125.00 | 1.00 | | M-132 | 17.29 | 1138 | 1840 | 727 |
| 125.00 | 126.00 | 1.00 | | M-133 | 17.37 | 1353 | 1760 | 754 |
| 126.00 | 127.00 | 1.00 | | M-134 | 16.85 | 736 | 1416 | 1119 |
| 127.00 | 128.00 | 1.00 | | M-135 | 17.06 | 822 | 854 | 1015 |
| 128.00 | 129.00 | 1.00 | | M-136 | 19.15 | 1058 | 934 | 1050 |
| 129.00 | 130.00 | 1.00 | | M-137 | 19.23 | 1247 | 1350 | 662 |
| 130.00 | 131.00 | 1.00 | | M-138 | 21.61 | 1949 | 1600 | 524 |
| 131.00 | 132.00 | 1.00 | | M-139 | 21.09 | 1401 | 1810 | 586 |
| 132.00 | 133.00 | 1.00 | | M-140 | 6.04 | 489 | 84.04 | 422 |
| 133.00 | 134.00 | 1.00 | | M-141 | 5.29 | 589 | 102 | 580 |
| 134.00 | 135.00 | 1.00 | | M-142 | 9.11 | 615 | 113 | 565 |
| 135.00 | 136.00 | 1.00 | | M-143 | 5.52 | 643 | 106 | 560 |
| 136.00 | 137.00 | 1.00 | | M-144 | 7.02 | 681 | 97.66 | 518 |
| 137.00 | 138.00 | 1.00 | | M-145 | 6.48 | 598 | 84.06 | 467 |
| 138.00 | 139.00 | 1.00 | M-146 | 8.62 | 589 | 90.09 | 518 | |
| 139.00 | 140.00 | 1.00 | M-147 | 6.71 | 539 | 66.38 | 426 | |
| 140.00 | 141.00 | 1.00 | M-148 | 7.92 | 583 | 77.1 | 491 | |
| 141.00 | 142.00 | 1.00 | M-149 | 5.93 | 549 | 73.31 | 436 | |
| 142.00 | 143.00 | 1.00 | M-150 | 7.06 | 541 | 75.64 | 427 | |
| 143.00 | 144.00 | 1.00 | M-151 | 5.56 | 517 | 66.02 | 400 | |
| 144.00 | 145.00 | 1.00 | M-152 | 15.91 | 546 | 78.82 | 473 | |
| 145.00 | 146.00 | 1.00 | M-153 | 4.59 | 516 | 64.89 | 394 | |
| 146.00 | 147.00 | 1.00 | M-154 | 5.66 | 518 | 75.05 | 426 | |
| 147.00 | 148.00 | 1.00 | M-155 | 6.02 | 512 | 65.2 | 387 | |
| 148.00 | 149.00 | 1.00 | M-156 | 6.85 | 513 | 76.16 | 407 | |
| 149.00 | 150.00 | 1.00 | M-157 | 16.62 | 465 | 67.02 | 355 | |
| 150.00 | 151.00 | 1.00 | M-158 | 13.57 | 532 | 64.77 | 363 | |
| 151.00 | 152.00 | 1.00 | M-159 | 8.85 | 637 | 78.71 | 415 | |
| 152.00 | 153.00 | 1.00 | M-160 | 10.37 | 613 | 84.18 | 439 | |
| 153.00 | 154.00 | 1.00 | M-161 | 8.58 | 668 | 139 | 417 | |
| 154.00 | 155.00 | 1.00 | M-162 | 6.41 | 702 | 126 | 485 | |
| 155.00 | 156.00 | 1.00 | M-163 | 6.45 | 658 | 144 | 419 | |
| VACÍO | | | | M-164 | 6.63 | 657 | 144 | 427 |
| 156.00 | 157.00 | 1.00 | ROCA CON DISEMINACION DE MINERAL DE URANIO EN MENOR PORCENTAJE | M-165 | 7.14 | 707 | 171 | 505 |
| 157.00 | 158.00 | 1.00 | | M-166 | 6 | 731 | 121 | 457 |
| 158.00 | 159.00 | 1.00 | | M-167 | 7.58 | 788 | 131 | 504 |
| BLANCO | | | | M-168 | <0.05 | 4 | 0.18 | 1.4 |
| ISIVILLA 4 | | | | M-169 | 14.35 | 267 | 57.86 | 357 |

Fuente: Elaboración Macusani Yellowcake