



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Geológica

“RELACIÓN ENTRE EL CONTROL ESTRUCTURAL Y LA MINERALIZACIÓN DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN CASA BLANCA, DISTRITO DE NAMORA, CAJAMARCA 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autores:

Bach. Jhersson Roman Torres Estela

Bach. Karol Alicia Sánchez Spelucín

Asesor:

Ing. Daniel Alejandro Alva Huamán

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

A mis padres, mi ejemplo, mi fortaleza para salir adelante, por el gran apoyo que me brindan día a día y la gran confianza que tienen en mí.

A mis abuelos por los grandes valores que me inculcaron desde muy pequeño y los grandes mensajes que me dejan en mi vida.

Jhersson

A mis padres, Tania y Marco, los cuáles siempre estuvieron a mi lado brindándome apoyo y consejos para poder salir adelante de los obstáculos que hay en el camino.

A mis abuelitos que siempre me inculcaron buenos valores, que me incentivaron para seguir adelante a pesar de que a veces haya caídas.

Karol

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente a Dios por darnos la fortaleza, salud y habernos acompañado durante nuestros estudios a lo largo de nuestra carrera profesional.

Agradecemos, también, al dueño de la concesión que nos brindó el acceso para poder realizar esta investigación y así mismo al Dr. Jose Cortegana Salazar por habernos guiado y acompañado durante el desarrollo de nuestra investigación.

Nuestro agradecimiento y reconocimiento especial al Ing. Daniel Alva Huamán, quien como asesor nos guio y oriento para poder culminar el presente trabajo de investigación

Karol y Jhersson

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	22
CAPÍTULO III. RESULTADOS	29
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	56
Referencias bibliográficas	61
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla N°1: Formaciones geológicas de Cajamarca información obtenida de (Cruzado, 2011, p.9-36).....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla N° 2: Estructuras Geológicas se obtuvo del libro de ejercicios de geología estructural del autor Arellano, 2002, p. 07.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla N° 03: Curva de Ajuste de Metal de Mn.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla N° 04: Coordenadas Utm de la calicata N°. 01.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla N° 05: Coordenadas Utm de la calicata N°. 02.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla N° 06: Coordenadas Utm de la calicata N°. 03.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla N° 07: Coordenadas Utm de la calicata N°. 04.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla N° 08: Coordenadas Utm de la calicata N°. 05.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla N° 09: Coordenadas Utm de la calicata N°.06.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla N° 10: Coordenadas Utm de la calicata N°. 07.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla N° 11: Coordenadas Utm de la calicata N°. 08.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla N° 12: Coordenadas Utm de la calicata N°. 09.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla N° 13: Coordenadas Utm de la calicata N°. 10.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla N° 14: Presencia de manganeso en la estructura de fallas y fracturas por calicatas.</i>	<i>50</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Columna estratigráfica del Perú obtenido del instituto geológico, minero y metalúrgico (INGEMET).....	09
Figura N° 02: Curva de Calibración mostrando la dispersión de la Absorbancia con respecto a la Concentración de Mn, con la ayuda de la línea de regresión se puede observar que existe una correlación positiva casi al 0.99, lo cual indica que los resultados han sido satisfactorios en cuanto a las 2 variables, por lo tanto son confiables.....	30
Figura N° 03: Construcción de calicatas, con la ayuda de una excavadora 336-DL.....	31
Figura N° 04: Muestra de Psilomelano de alta pureza (>53% en mn), extraído de la calicata N°01	32
Figura N°05: Muestra de Mn con presencia de óxidos de hierro	35
Figura N° 06: Conglomerado de arenisca cuarzosa, acompañado por óxidos de hierro y manganeso, resalta la limonita.....	37
Figura N° 07: Manganeso cubierto de arenas y limos.....	39
Figura N° 08: Afloramiento con estratos de areniscas, cubiertos superficialmente con óxidos de hierro.....	41
Figura N° 09: Bloque brechado compuesto por clastos de arenisca cementados por óxidos de hierro.....	43
Figura N° 10: Afloramiento de óxidos de manganeso masivos.....	45
Figura N° 11: Afloramiento de óxidos de manganeso masivos.....	46
Figura N° 12: Muestra de manganeso con presencia de goethita y hematita.....	48
Figura N° 13: Diagrama de rosas. La zona de estudio presenta una extensión NW - SE y los esfuerzos comprensivos tienen una tendencia de NE-SE.....	49
Figura N° 14: Plano geológico de la concesión Casa Blanca perteneciente a la zona de estudio 17S, en el cual se visualizan las zonas de mineralización, con una escala de 1:12000.....	51
Figura N° 15: Manto de psilomelana (Mn de alta ley)	52
Figura N° 16: Falla ubicada al NW, siendo la falla principal para la extracción del manganeso.....	53
Figura N° 17: Plano geológico regional perteneciente a la zona de estudio 17S, en el cual se visualizan las formaciones, geología estructural, el área de estudio, con una escala de 1:5000.....	55

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo central determinar la relación entre la mineralización de manganeso y el control estructural en la Concesión Casa Blanca, distrito de Namora, Cajamarca 2020; el área de estudio se ubica en las coordenadas 9204000 y 796000 norte y este respectivamente, constituido por 100 hectáreas. El estudio es de tipo no experimental, con un diseño correlacional de corte transversal; se utilizó una muestra estratificada, dividiendo el área de la muestra en 10 cuadrantes en los mismos que se construyeron 10 calicatas equidistantes entre sí, de las cuales se obtuvo las muestras para su análisis en el laboratorio SLab Laboratory.

Los resultados del análisis de campo y laboratorio muestran que existe una relación directa entre mineralización de manganeso y el control estructural en la Concesión Casa Blanca del distrito de Namora, así mismo se estableció que las estructuras geológicas de fallas y fracturas tienen relación directa con la presencia de Manganeso.

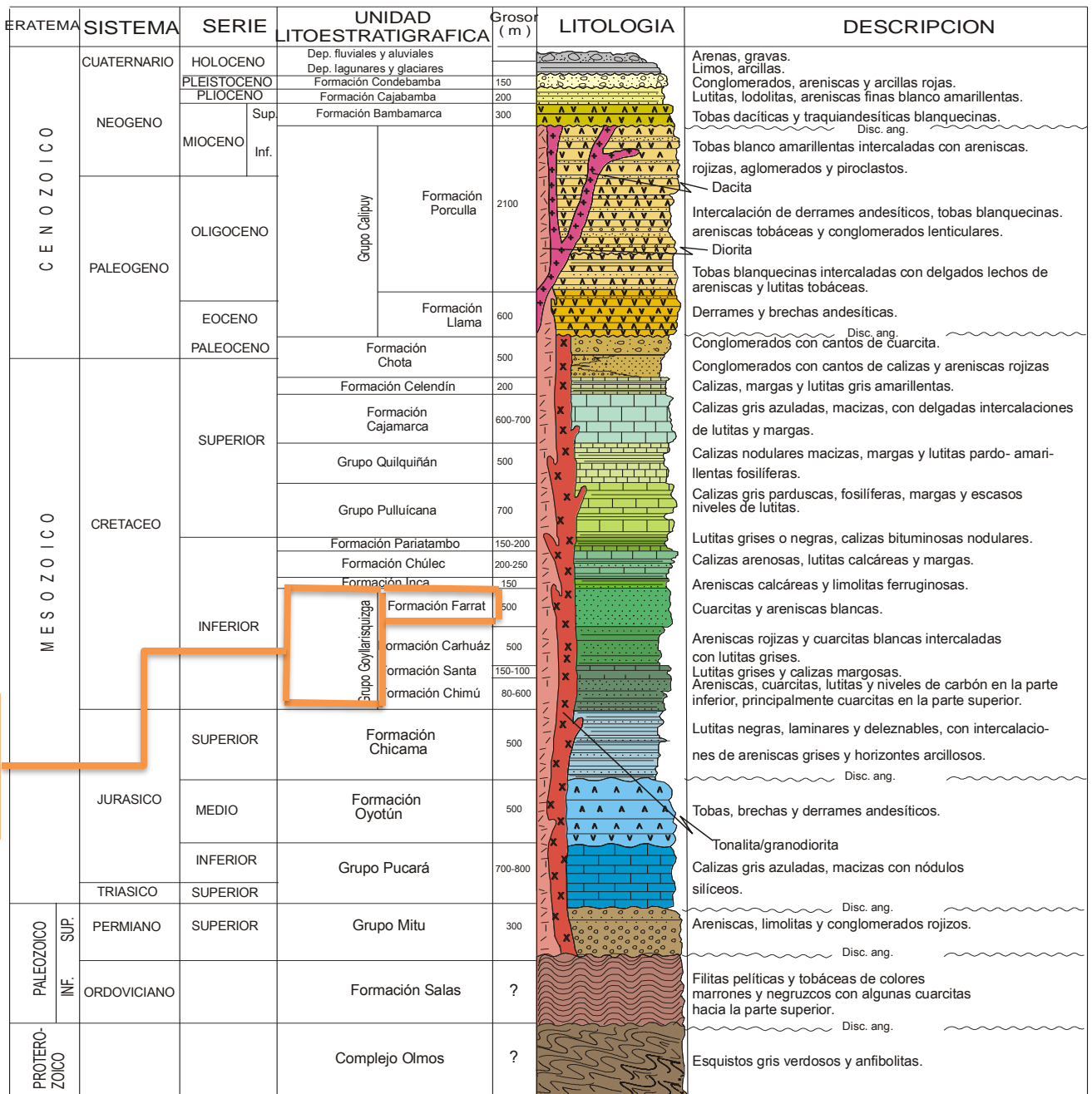
Palabras clave: Mineralización, manganeso, control estructural, estructuras geológicas.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

La minería es una de las actividades más importantes del sector primario que mejor contribuye a la economía mundial y que tiene una historia incluso más larga que la extracción petrolera. En Latinoamérica y el Caribe se caracteriza por poseer una gran variedad y cantidad de recursos mineros donde muchos países de la región los explotan desde hace varios siglos, según el país y la legislación imperante en cada momento histórico, siendo una fuente de ingresos importante para la economía regional; es por eso que la inversión en proyectos de explotación minera en América Latina es la mayor del mundo con un 32%, luego están Oceanía 20%, África 16%, Asia 13%, Norteamérica 12% y Europa 7%, a su vez, Chile, Brasil y Perú son los países donde se invierten más dinero en la exploración y explotación de recursos mineros en nuestra región. El manganeso es uno de los minerales metálicos con acogimiento en cuanto su explotación, debido a que ha alcanzado una gran demanda para los países internacionales, a continuación, mencionaremos algunos depósitos de mineralización de Mn.

Toda la estratigrafía, estructuras, magmatismo, mineralización y sismicidad de la Cordillera de los Andes y del territorio peruano son directa o indirectamente el resultado de la subducción de la Placa de Nazca por debajo de la Placa Sudamericana, a lo que se denomina "Subducción Andina" y que se tipifica como una cordillera perioceánica característica. (Cruzado, 2011, p.9-36).



Formación dentro del área de estudio.

Figura N° 01: Columna estratigráfica de Cajamarca obtenido del instituto geológico, minero y metalúrgico (INGEMMET)

El territorio Cajamarquino, presenta muchas características litoestratigráficas, donde el Grupo Goyllarisquizga del Cretáceo Inferior es el más notorio, presenta areniscas, calizas y lutitas de las formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat y presentan fracturas. Las formaciones Inca, Chuléec, Pariatambo y Yumagual, Pulluicana, Quilquiñán, y Cajamarca (Cretácico inferior - superior) están conformadas principalmente por calizas y lutitas.

Tabla N° 01: Formaciones Geológicas de Cajamarca

EDAD	FORMACIÓN	DESCRIPCIÓN
PRECAMBRICO	COMPLEJO MARAÑÓN	Lo encontramos en la parte este de la provincia de Celendín y a lo largo del valle del río Marañón. Está formado por un grupo de rocas metamórficas de composición variada, sobre las cuales yacen discordantemente las rocas mesozoicas.
	COMPLEJO OLMOS (PE- oo)	En el departamento de Cajamarca el complejo Olmos consiste en esquistos con coloraciones gris verdosas a gris oscuras cortados por venillas de cuarzo y asociados con algunas anfibolitas, constituyen cerros bajos con abundante suelo residual y escombros de color marrón a gris.
ORDOVÍCICO	GRUPO SALAS (O- s)	La formación Salas consiste mayormente en filitas pelíticas y tobáceas marrones y negruzcas, laminadas o en capas delgadas, que afloran en cerros bajos y disectados. La mayor parte de la secuencia consiste en material pelítico, pero en casi todos los afloramientos se puede apreciarse la presencia de rocas de origen volcánico.
CARBONIFERO	GRUPO AMBO (Ci- a)	Se ha identificado al este de la localidad de Sitacocha (Cajabamba). Litológicamente consiste de areniscas, limolitas pardo verdosas, intercaladas con niveles volcánicos piroclásticos y aglomerados. Su espesor aproximado es de 600 m.
PERMICO	GRUPO MITU (P- m)	En el cuadrángulo de Celendín el grupo Mitu consiste en una secuencia delgada (100- 200 m.) de color rojo oscuro a violáceo, compuesta por areniscas y lodolitas rojas además de conglomerados finos con fragmentos de granito rojo en la base y tobas soldadas y brechosas con abundante material calcáreo, intercaladas con derrames volcánicos delgados, hacia la parte superior.
	GRUPO PUCARÁ (TrJi – pu)	El Grupo Pucará está constituido por calizas de color gris, pardo amarillento con tonalidades rojizas por meteorización, lo conforman estratos medios a delgados, de textura microcristalina, son a veces ondulados y de aspecto brechoide.
	FORMACION CHAMBARÁ (Ts-.ch)	La formación Chambará consiste en la parte inferior de una secuencia de calizas de color gris con nódulos de chert en estratos macizos, la parte superior está compuesta por calizas micríticas de color gris amarillento a oscuro, en estratos delgados a ondulantes. El espesor de esta formación es de 450 m.
TRIASICO – JURASICO	FORMACION ARAMACHAY (Ji- a)	A secuencia está constituida por una intercalación de calizas margosas y limoarcillitas de color gris oscuro. Las calizas margosas se presentan en capas delgadas y tabulares con nódulos discoidales de naturaleza calcárea, en los horizontes limoníticos se han encontrado numerosos fósiles mal conservados
	FORMACION CONDORSINGA (Ji- c)	Los niveles inferiores de esta formación consisten de calizas micríticas gris claras, en capas delgadas y ondulantes, mientras que los niveles de la parte superior están constituidos por calizas grises y espáticas de color gris azulado a blanquecino.
	FORMACION OYOTUN (Ji- o)	Esta unidad constituye una secuencia gruesa de derrames y piroclásticos andesíticos, intercalados con areniscas, limonitas y estratos gruesos de tobas brechoides.

CRETACEO	<p>FORMACION CHICAMA (Js- chic)</p> <p>FORMACIÓN TINAJONES (Ki- t)</p> <p>GRUPO GOYLLARISQUIZGA (Ki – g)</p> <p>FORMACION CHIMU (Ki-chim)</p> <p>FORMACION SANTA (Ki- sa)</p> <p>FORMACION CARHUAZ (Ki – ca)</p> <p>FORMACION FARRAT (Ki- f)</p> <p>FORMACION SANTA/CARHUAZ (Ki – sa/ca)</p> <p>FORMACION INCA (Ki – in)</p> <p>FORMACION CHULEC (Ki – chu)</p> <p>FORMACION PARIATAMBO (Ki – pa)</p> <p>FORMACION CHULEC/ PARIATAMBO (Ki – chu/pa)</p> <p>FORMACION INCA /CHULEC /PARIATAMBO (Ki – in/chu/pa)</p> <p>GRUPO PULLUICANA (Ks- pu)</p> <p>FORMACION YUMAGUAL (Ks – yu)</p> <p>FORMACION QUILQUIÑAN - MUJARRUM (Ks – qm)</p> <p>FORMACION CAJAMARCA (Ks–ca)</p> <p> FORMACION CELENDIN (Ks – ce)</p> <p>FORMACION CHOTA (Ks – ch)</p> <p>GRUPO CALIPUY (P- ca)</p> <p>FORMACION CAJARURO (Pe – ca)</p>	<p>Consiste de lutitas negras laminares, deleznales, con delgadas intercalaciones de areniscas grises. Contienen abundantes nódulos negros, con pirita y algunas veces con fósiles.</p> <p>Consiste de de una secuencia tobas, grauvacas, lutitas areniscas cuarzosas y conglomerados. La secuencia está bien estratificada en capas delgadas a medianas.</p> <p>Constituida por areniscas cuarzosas bien clasificadas de grano medio a grueso.</p> <p>consiste en una alternancia de areniscas cuarzosas y lutitas en la parte inferior y de una potente secuencia de cuarcitas blancas</p> <p>Consiste en la intercalación de lutitas y calizas margosas, y areniscas gris oscuras.</p> <p>Consiste en la intercalación de areniscas (rojizas, violetas y verdosas; características principales para diferenciarla en campo) con lutitas grises.</p> <p>Esta formación consiste de areniscas blancas de grano medio a grueso, tiene un grosor promedio de 500 m.</p> <p>Consiste de lutitas grises, con intercalaciones de calizas margosas, areniscas gris oscuras, y areniscas cuarzosas</p> <p>Consta de la intercalación de areniscas calcáreas, lutitas ferruginosas dando en superficie un matiz amarillento.</p> <p>Consiste en una secuencia fosilífera de calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas, las que por intemperismo adquieren un color crema amarillento.</p> <p>Consiste en una alternancia de lutitas con delgados lechos de calizas bituminosas negruzcas, estratos calcáreos con nódulos silíceos (chert) y dolomíticos.</p> <p>Litológicamente consiste de lutitas, margas y calizas nodulares, las cuales afloran en varios lugares del departamento.</p> <p>Litológicamente consiste de areniscas, lutitas y margas con intercalaciones calcáreas, que afloran en muchos lugares del departamento.</p> <p>La litología predominante es una caliza arcillosa, grisácea.</p> <p>Consiste en una secuencia de margas y calizas gris parduzcas en bancos más o menos uniformes, destacando un miembro medio lutáceo margoso.</p> <p>Consiste en una secuencia de calizas nodulares, seguida de una intercalación de margas y lutitas amarillentas con abundantes elementos del género Exogyra.</p> <p>Esta formación consiste de calizas gris oscuras o azuladas, con delgados lechos de lutitas y margas. Las calizas se presentan en bancos gruesos con escasos fósiles.</p> <p>Esta formación está constituida por margas y lutitas de color gris azulado y amarillo rojizo, abigarradas hacia el tope, en capas cuyo grosor en la base varía entre 2 y 6 m.</p> <p>Representa la base de la sedimentación continental del cretáceopaleógeno, su grosor alcanza los 500 m</p> <p>Volcánico Tembladera (Pp – vt)</p> <p>Volcánico Chilete (Pe- vch)</p> <p>Volcánico San Pablo (Po- vsp)</p> <p>Volcánico Llama (Pe– vl)</p> <p>Es una secuencia de margas y lutitas grises, con intercalaciones de areniscas tobáceas gris blanquecinas de grano fino y algunas capas de calizas.</p>
-----------------	---	---

FORMACION EL MILAGRO (Po- m)	Está constituida por una gruesa secuencia lacustrina a fluvial, primero grano creciente y luego grano decreciente de limoarcillitas rojas y areniscas.
VOLCÁNICO PORCULLA (Nm- vp)	El volcánico Porculla presenta sills y pequeños stocks en muchas áreas.
VOLCÁNICO HUAMBOS (Nm- vh)	Generalmente forma llanuras delimitadas por farallones o escarpas donde se aprecia la estratificación, sobre estas superficies se ha desarrollado un sistema dendrítico de drenaje.
FORMACION BELLAVISTA (Nm- be)	La base de la secuencia está constituida por conglomerados gruesos de cono fluvial que forman estratos de 30 a 50 m.
FORMACION NAMBALLE (Nm- n)	La base está compuesta por gruesos conglomerados de naturaleza heterogénea, predominando guijarros de rocas metamórficas.
FORMACION CAJABAMBA (Nm- cj)	Consiste en una secuencia de lutitas, lodolitas y areniscas finas de color blanco amarillento.
FORMACION CONDEBAMBA (Np – co)	Consiste de intercalaciones de areniscas gruesas, arcillas rojizas y conglomerado fino.
CUATERNARIO FORMACION TAMBORAPA (Qp– ta)	La secuencia consiste de conglomerados, areniscas gruesas y conglomerádicas fluviales, con intercalación de lutitas abigarrada.

Fuente: Información obtenida de (Cruzado, 2011, p.9-36)

Tabla N° 02: Estructuras Geológicas.

PRIMARIAS		SECUNDARIAS
Rocas ígneas	Rocas Sedimentarias	Cualquier tipo de Roca
Intrusivas	Estratificación	Pliegues
Extrusivas	Imbricación	Fallas
Dique	Laminación	Normal
Manto	Marcas de carga	Horst
Lacolito	Huellas de lluvia	Graben
Batolito	Marcas de base	Inversa
Facolito	Rizaduras:	Cabalgadura
Lopolito	Oscilación	Sobrecorrimiento
Diaclasa	Corriente	Napa
Volcanes	Estructuras orgánicas	klippe
Escudos	Estromatolitos	Lateral
Estratovolcán	Galerías	Izquierda
Estratovolcán	Arrecifes	Derecha
Cinerítico		Fractura foliación
Caar		
Domo		
Caldera		
Diaclasa		
Vesícula		

Fuente: Se obtuvo del libro de ejercicios de geología estructural del autor Arellano, 2002, p. 07

El manganeso (Mn) se originó por emisiones volcánicas superficiales de tipo Geiser durante el paleógeno, esto se habría efectuado por procesos geoquímicos en rocas básicas como las calizas, a las cuales reemplazó y al entrar en contacto con las areniscas de PH (Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa) bajo, se depositó formando bolsonadas y mantos de forma irregular. No se encuentra en estado nativo debido a la gran afinidad del oxígeno, se presenta en forma de óxidos, silicatos y carbonatos. Los minerales de manganeso son utilizados mayormente en la industria son la pirolusita (MnO_2) y psilomelano ($(Ba, H_2O)_2Mn_5O_{10}$), tiene mucha importancia en el desarrollo de la industria siderúrgica en especial del acero constituyendo un recurso potencial para el crecimiento de países en vías de industrialización.

Grupo Goyllarisquiza (Ki-g): Conformado por las Formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat en esta zona son poco diferenciables por lo que se agrupan como Grupo Goyllarisquiza. ‘La Formación Farrat tiene importancia económica como fuente de arena para la construcción, Al igual que las unidades estratigráficas que conforman el grupo Goyllarisquiza’, fue descrita por (Cobbing, 1973, p.25). Consta litológicamente de areniscas y lutitas que por procesos de meteorización adquieren una coloración marrón o marrón amarillenta, (Wilson 1963, p.25) encontró espesores que varían entre 500 y 800 m. En las lutitas existen horizontes calcáreos de 4 a 7 m de grosor. (Benavides, 1956, p.25) determinó su edad a partir del hallazgo del Valanginites brogi, fósil característico del Valanginiano superior-Aptiano inferior.

Aptiano superior. Infrayace concordantemente a la Formación Chúlec y suprayace con la misma relación a la Formación Farrat”. Se presenta en el cerro Pilco con un espesor no mayor a 40 m donde se puede apreciar laminación de arcillitas ferruginosas y estratificación planar de areniscas calcáreas. En esta Formación se puede apreciar numerosos acuíferos, por la presencia de arcillitas que impiden que escape el agua y areniscas que permite aflorar el agua en ciertas zonas. La estratigrafía secuencial de la formación Celendín en el distrito de Celendín – Cajamarca. (Palacios, 1995, p.45-84).

En Cajamarca en nivel de producción de manganeso es de 6.117 Tm siendo la mayor proporción de reservas metálicas, los recursos no metálicos, se localizan principalmente en las provincias de Cajamarca (sílice, hormigón y arcilla); Celendín (feldespato) y Contumazá (caliza); siendo la explotación de mayor importancia la de caliza, de propiedad de Cementos Norte Pacasmayo.

Correa (2003), en su tesis la mineralización de manganeso en el distrito el Remanso y sus relaciones metalogenéticas, por la Universidad Nacional de La Plata de Argentina, para obtener el grado de doctora, concluye:

-Las vetas de manganeso que son objeto de este estudio se originaron en un nivel de deformación frágil de la corteza terrestre, en el cual se produce fracturación de las rocas y existe una abundante circulación de fluidos.

Las fracturas que alojan a la mineralización se originaron como consecuencia de un campo de esfuerzos transtensional generado posiblemente durante la extensión cretácica que afectó al continente sudamericano.

De acuerdo con lo observado puede decirse que la precipitación de los minerales de manganeso fue recurrente y alternante con períodos de fracturación. Según el análisis textural realizado y las relaciones meso y microscópicas observadas.

Señala que en su sistema han existido por lo menos dos fluidos, uno meteórico descendente de baja temperatura, en equilibrio isotópico con el oxígeno atmosférico y otro ascendente de mayor temperatura rico en cationes, sílice y azufre transportado como HSO_4 , El primero de ellos sería el responsable de la depósito de calcita, mientras que el segundo durante su ascenso y debido a cambios fundamentalmente de temperatura, presión y condiciones de oxidación, deposita la secuencia mineralógica encontrada que puede simplificarse en: sílice – hematita – óxidos de manganeso – ópalo - baritina.

La precipitación de los minerales de manganeso fue recurrente y alternante con períodos de fracturación. Según el análisis textural realizado y las relaciones meso y microscópicas observadas.

Rojas, Rómulo y Orozco (2012) en su tesis Identificación mineralógica de los óxidos de manganeso del yacimiento laterítico- Punta Gorda, Moa, Cuba, concluyen:

En los horizontes lateríticos del yacimiento Punta Gorda el óxido de manganeso identificado es litioforita, la que aparece en forma de granos negros, con aspecto de botroidal a masivo, brillo semimetálico y carácter no magnético. Se encuentra en paragénesis con goethita, fundamentalmente, y en menor proporción con hematita, maghemita y gibosita y es de baja cristalinidad.

Ramírez (2017), en su tesis Geoquímica del Hierro (fe) y del Azufre (s) en relación con los campos de gas en sedimentos de la Ría de Vigo, por la Universidad de Vigo de España, para optar el grado de Doctor concluye:

El hierro y el manganeso en el agua de poros mostraron comportamientos diferentes en función de la presencia o ausencia de gas. En los testigos con metano, el hierro y el manganeso disueltos disminuyeron con la profundidad, mientras que en los testigos sin metano los valores más altos se encontraron en las capas más profundas del sedimento.

La zonación de los procesos redox en la columna sedimentaria es menos estricta en la zona interna de la ría donde coexisten los procesos de reducción sulfato, hierro y manganeso.

Soto (2018), en su tesis Controles de mineralización del yacimiento epidermal de alta sulfuración Ancos, Ayacucho, para optar el título profesional concluye:

El tipo de litología que controla la mineralización en el yacimiento son las brechas hidrotermales que en superficie y en profundidad, por los sondajes ejecutados presentando altas leyes de oro. Las brechas hidrotermales han generado un halo de alteración y la mineralización ha diseminado a la roca caja, mineralizando a las andesitas y brechas freatomagmáticas.

Maza (2017), en su tesis Estimación de reservas minerales de oro y plata en la veta Karina-Los Pircos, Santa Cruz de Cajamarca, por la Universidad Nacional de Cajamarca, para optar el título profesional concluye:

El cuarzo precipita la mayoría de calcita contenida en las vetas, de igual manera los sulfuros, pirita y argentita, donde el oro se encuentra libre en los bordes corroídos de la pirita encontrándose los óxidos de hierro y manganeso, acompañados por cuarzo y halino y precipitaciones de yeso y anhidrita.

La mineralización de manganeso se presenta como relleno de estructuras subverticales ya sea formando parte de brechas, tanto como clastos o cemento, o bien como filones y venas anastomosadas en forma de stockwork. Las relaciones texturales presentes en las brechas constituyen un aspecto muy importante, puesto que indican la existencia de sucesivos períodos de fracturación y depositación mineral; basándose en estas relaciones se estableció una secuencia de eventos en la cual, los límites entre cada uno de ellos están dados por los procesos de deformación tectónica de mayor escala y representatividad en el área. Así se obtuvo una división en cinco etapas, dentro de las cuales las cuatro primeras están relacionadas con la precipitación de importantes cantidades de óxidos de manganeso mientras que, la última etapa representa el cese de la precipitación de los minerales de mena y depósito, en forma casi exclusiva, de los minerales de ganga del sistema.

Los minerales de mena pertenecen todos al grupo de óxidos e hidróxidos de manganeso.

En algunas minas se han encontrado minerales de hierro, solos o mezclados con minerales de manganeso; se trata de limonitas, goethita y hematita. La ganga principal de todos los filones es la sílice, bajo la forma de ópalo y calcedonia y en menor proporción cuarzo. (Correa, 2003, pp. 16-72)

En la revista de Evolución Metalogenética de las Sierras Pampeanas de Córdoba y sur de Santiago del Estero: Ciclos famatiniano, gondwánico y ándicode los autores Mutti, Tourn, Caccaglio, Herrmann, Geuna, Di Marco y Gonzales (2005), concluyen:

Los estudios además señalan para las mineralizaciones de W - Bi (Mo, Cu, Sn, Zn, Au, B, F, Te), Ag - Pb - Zn (V, Sn, Mn, Cd, Au, Cu, As, Bi, Sb y Co) y Au (Cu, Zn, Pb y As), una génesis acuosa rica en CO₂ con CH₄ subordinado, de acuerdo con los datos presentados en este trabajo

emparentada por su geoquímica, múltiples episodios de extensión, relleno y disolución por presión, una fuente de fluidos salinos mixta (desde magmática hasta meteórica equilibrada con la roca de caja) y soluciones.

Luna (2012) en su tesis Estudio genético de la mineralización de fluorita del yacimiento puerto san Antonio, por la Universidad Nacional del Sur-Rio Negro, para optar el grado de doctora en geología, concluye que:

La fluorita de Puerto San Antonio se depositó en un marco tectónico inestable, evidenciado por numerosos episodios de brechación y depositación. La brechación se debió posiblemente a la obstrucción de las fracturas por depositación de mineral con aumento de la presión, nueva fracturación, etc, donde la liberación de presión en la veta y el movimiento de las soluciones fueron repetidos en el tiempo.

El Mn. se encuentra en grandes proporciones, caracterizado por su formación en vetas, cuencas sedimentarias StockWorks y brechas mineralizadas, las principales minas productoras de este material son; el yacimiento "Mina Quinto", en Cuba, un depósito de reemplazamiento hidrotermal en tobas depositadas en ambiente marino somero durante el Eoceno. (Fernández, 1980). La mina "El Gavilán" ubicada en la península de concepción en México, la cual consiste en una serie de Vetas, StockWorks y brechas mineralizadas, alojadas en rocas volcánicas del mioceno-plioceno, consiste en una asociación de pirolusita, y está acompañadas de una ganga de cuarzo, solomita y barita (Rodríguez- Diaz, 2004). El proyecto minero "Mar y Cielo" tiene como finalidad la explotación de Mn a cielo abierto, que excede los 600 millones de toneladas mensuales, con una ley promedio de 47% de Mn. (Vílchez, 2015), depósito "Santa Rosa (MN-BA)" perteneciente a la formación san Nicolas del Plioceno, por estructuras bandeadas y brechadas con óxido de Manganeso, su contenido de mena de mineral varía entre 23.6 y 50% en MnO, por su estructura, mineralogía, geoquímica de metal, fluidos y condiciones de depósito, la mineralización presenta una estrecha afinidad de relación genética, con los depósitos de manantiales termales costeros actuales en la región. (Rodríguez - Diaz, 2010), así mismo en el

yacimiento "Lateítico Punta Gorda", Moa, Cuba han sido reportados contenidos apreciables de Mn y cobalto. (Vera-Sardiñas, 2001).

A nivel internacional, las principales minas que producen este mineral son; "Minera Hemisferio Sur S.C.M." según la base de proyectos del portal minero; El proyecto consiste en la explotación a tajo abierto estimando 18.3 millones de toneladas de reservas indicadas de ley corte 7.8% más 5.4 millones de toneladas de reservas inferidas, el cuerpo mineralizado se puede caracterizar como cuerpo tabular superficial de baja a mediana ley insitu, con profundidades entre 20 a 30 m, Depósito "AIS Resources Ltd", según revista Energiminas; la Empresa AIS Resources anunció el inicio oficial de sus operaciones comerciales de manganeso en Perú, los cuales consisten en la adquisición de minerales y su futura exportación a China, país donde actualmente negocian contratos de compra, de esta manera, afirmaron que el material mineralizado que venderán en el extranjero contiene una ley promedio de 45% de MnO. de forma inicial, explotando 1,000 toneladas de manganeso mensual.

Sudáfrica es el mayor productor mundial de manganeso y representa el 33,5% de la producción mundial. Su producción anual de manganeso asciende a 6,2 millones de toneladas, con una mayoría de minería de manganeso concentrada en el desierto de Kalahari, que se cree que posee más del 70% de las reservas mundiales.

Jupiter Mines, opera la mina a cielo abierto Tshipi Borwa, que se encuentra en un cuerpo de mineral grande y homogéneo en la parte sur del campo de manganeso Kalahari. La mina está diseñada para producir 2,4 millones de toneladas anuales (mtpa) de 37% de mineral de manganeso.

Australia es el segundo productor mundial de manganeso, con una producción anual de alrededor de 3 millones de toneladas. El país, que se cree que tiene la cuarta reserva de manganeso más grande, produce el 15% del mineral de manganeso del mundo y tiene el 11% de los recursos económicos demostrados del mineral.

Australia tiene tres minas y una planta de tratamiento de relaves. South32 posee una participación del 60% en la mina de manganeso del Territorio del Norte, que opera a través de su filial Groote Eylandt Mining Company (GEMCO). Se afirma que la operación a cielo abierto es el productor de mineral de manganeso más grande y de menor costo en el mundo.

Otro minero de manganeso clave en Australia es Anglo American, que posee una participación del 40% en GEMCO. Tasmanian Electro Metallurgical Company (TEMCO) opera la única planta de procesamiento de mineral de manganeso del país en Bell Bay en Tasmania.

Con una producción anual de 2,9 millones de toneladas, China ocupa el tercer lugar en la lista de los principales países productores de manganeso. Se cree que una enorme reserva de mineral de manganeso, descubierta en la provincia de Guizhou a principios de 2017, contiene un estimado de 203 millones de toneladas de mineral de manganeso, con un valor total previsto de más de \$ 10 mil millones. Los recursos minerales de manganeso en China se distribuyen principalmente en las provincias de Guangxi, Hunan y Guizhou.

La mina Wafangzi, situada en el norte de China (Mongolia Interior), es una de las mayores reservas de manganeso del país, con un estimado de 37,7 millones de toneladas de mineral de manganeso con un 24% de metal de manganeso.

Depósito ‘‘El Zorro’’ ubicado a 300 kilómetros al norte de Trujillo, según la revista Energía y minas; actualmente este yacimiento tiene un estimado de 40,000 toneladas de mineral disponible en la superficie para su remoción inmediata y posterior venta.

En la Región Cajamarca el manganeso se ha desarrollado principalmente en las formaciones, Farrat, Carhuaz pertenecientes al grupo Goyllarisquizga, las principales canteras de Mn son: ‘‘Cantera Quinuapampa’’ ubicada en el distrito de Cajamarca, se presenta como psilomelano característico por su color negro a gris metálico, tanto como mineral primario textura nodular y botroideal y se encuentra en mantos nódulos de tamaño variable de 2 a 4 m de espesor, la roca caja son las areniscas de la formación Farrat.

A nivel de la región la mayor producción de manganeso se sitúa en la Región Septentrional de la Cordillera Occidental de los Andes, Departamento y Provincia de Cajamarca, Distrito de Namora, en el Norte del Perú, la Cuenca a la que corresponde el área de estudio pertenece al Sistema Hidrográfico del pacífico, siendo las canteras como principal desarrollo del manganeso, estos son; ‘‘Ferrol’’, se presenta como pirolusita y psilomelano, desarrollándose en vetas, fracturas, siendo espesores variables de 6-8 m, la ‘‘Cantera Padre Eterno’’ ,presenta una textura nodular y botroidal, se encuentra en mantos y nódulos de tamaños variables, donde la roca caja son las areniscas de la formación Farrat. El Proyecto ‘‘ Casa blanca’’, objeto del estudio, está ubicado en distrito de Namora de la Región Cajamarca.

El denuncia minero Casa Blanca, es propiedad del Ing. Martin Chicoma Bazán, dicha cuadrícula se encuentra ubicada al NW. De la Carta Nacional del Cuadrángulo de San Marcos Escala 1: 100,000, teniendo un área total de la Concesión Minera, es de 100 hectáreas.

La zona de trabajo es de fácil acceso, teniendo como principales vías, la carretera Cajamarca-Namora, a 60 minutos aproximadamente en vehículo 4x4 desde la ciudad de Cajamarca, esta vía principal que en su recorrido atraviesa el distrito de Namora, continua con su recorrido hacia la provincia de San Marcos y llega hasta la provincia de Cajabamba, ciudad que limita el departamento de Cajamarca con el departamento de La Libertad.

La Concesión Casa Blanca, se encuentra enclavada en la parte septentrional de la Cordillera Occidental de los Andes, en el Cuadrángulo de San Marcos, Carta Nacional 15G, estratigráficamente está representada por la Formación Carhuaz y Formación Farrat perteneciente al grupo Goyllarisquizga del cretácico inferior en el mesozoico, constando de una secuencia sedimentaria fracturada propia de medios marinos y continentales.

En la provincia de Jaén se encuentra ubicado el grupo Goyllarisquizga con una extensión de 43,856.49 Has, consiste en la intercalación de areniscas (rojizas, violetas y verdosas; características principales para diferenciarla en campo) con lutitas grises. Hacia la parte superior contiene bancos de areniscas cuarzosas blancas que se intercalan con lutitas y areniscas. La

Formación Carhuaz yace con suave discordancia sobre la formación Santa e infrayace concordante a la Formación Farrat. Tiene un grosor aproximado de 500m.

Probablemente las edades Valanginiano superior Hauteriviano y Barremiano corresponden a esta formación, ya que encima se encuentra la formación Farrat que a su vez infrayace a sedimentos del Aptiano – Albiano.

Como el trabajo de campo se realizó en reiteradas visitas, hubo oportunidad de contar con buenos elementos de juicio para la interpretación de los lugares difíciles (superficialmente), permitiendo identificar estructuras geológicas, con todos estos datos de campo sobrepuestos en el plano topográfico, se elaboró el plano geológico y finalmente se midieron secciones con wincha y flexómetros, recogiendo muestras de rocas y zonas mineralizadas para su estudio y análisis analizadas respectivamente.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es la relación entre el control estructural y la mineralización de manganeso en la Concesión Casa Blanca del distrito de Namora, Cajamarca 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General.

Determinar la relación entre el control estructural y la mineralización de manganeso en la Concesión Casa Blanca del distrito de Namora, Cajamarca 2021.

1.3.2. Objetivos Específicos.

Evaluar las estructuras geológicas en la Concesión Casa Blanca del distrito de Namora, Cajamarca 2020.

Determinar la mineralización de manganeso en las diferentes estructuras geológicas en la Concesión Casa Blanca del distrito de Namora, Cajamarca 2021.

1.4. Hipótesis

La relación es directa entre la mineralización de manganeso y el control estructural en la Concesión Casa Blanca del distrito de Namora, Cajamarca 2021

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es aplicada porque los resultados obtenidos tuvieron el propósito de dar a conocer diferentes aspectos de la mineralización y estructuras de la Concesión Casa Blanca, para su posible explotación. La investigación es no experimental, porque las variables independientes no se manipulan debido a que ya ha ocurrido y es con corte transversal porque se recolectan datos en un solo momento y en un tiempo único; de alcance Correlacional, porque tuvo el propósito de comprender la relación o asociación que puede haber entre dos o más variables con enfoque cuantitativo en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables, estudiando la asociación o relación entre variables cuantificadas, tratando de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede. (Fernandez - Diaz, 2002, p. 1).

2.2. Población y Muestra

Población

Está constituida por todas las estructuras y mineralización de manganeso de la Concesión Casa Blanca, del distrito de Namora, Cajamarca con un área de 100 hectáreas.

Muestra

Las 10 estaciones de muestreo en la concesión Casa Blanca, del distrito de Namora, se utilizó un tipo de muestreo selectivo por calicatas ubicadas en forma equidistante de las cuales se obtuvieron las muestras de mano para su análisis en el laboratorio.

2.3. Materiales, Instrumentos y Métodos.

2.3.1. Materiales

2.3.1.1. Materiales para Gabinete

Laptop

Software: Dips, Arcgis 10.6 y Microsoft Excel

Plano Geológico 15g

Hojas Bond

2.3.2.2. Materiales para Campo

Plano Topográfico y Plano Geológico

Tabla de la Columna Estratigráfica de Cajamarca.

GPS

Brújula

Ácido Clorhídrico

Lupa

Rayador

Bolsas de Muestra

Libreta de Campo

Tablero

Lápiz, borrador, colores, regla, lapiceros

Picota

Cámara Fotográfica

Wincha (50 m)

Casco de Seguridad

Botas de Seguridad

2.4.1. Técnicas e Instrumentos

2.4.1.1. Técnica de observación

La observación es una técnica antiquísima, cuyos primeros aportes sería imposible rastrear, a través de sus sentidos, el hombre capta la realidad que lo rodea, que luego organiza intelectualmente y agrega: La observación puede definirse, como el uso

sistemático de nuestros sentidos en la búsqueda de los datos que necesitamos para resolver un problema de investigación. (Sabino, 1992, p.111-113).

2.4.2.1. Instrumentos de recolección de datos

Ficha de observación de datos estructurales: Consiste en la recopilación de datos, para lo cual se toma en cuenta las características obtenidas en campo. Se registró los datos de azimut y buzamiento, así como las coordenadas UTM de cada calicata.

Ficha de observación de muestras: Es una herramienta de recolección de datos, la cual nos ayuda en la evaluación de las muestras recogidas en campo, descripción de la roca, características físicas, composición mineralógica y el tipo de textura.

Cuaderno de campo: El cuaderno de campo es un apoyo que fue utilizado para poder anotar las descripciones de las muestras de mano extraídas en campo, así mismo para el desarrollo del cuadro de coordenadas UTM, también se usó para representar la litología y formaciones en las que se mineralizó el Manganeso.

2.4. Procedimiento

2.4.1. Etapa preliminar de Gabinete

Esta etapa es importante porque sirvió para recopilar toda la información bibliográfica acerca del tema de estudio en libros, boletines, revistas científicas, tesis, la misma que sirvió para familiarizarnos con el tema, debemos manifestar que se encontró bastante información, la misma que fue utilizada para identificar la ubicación exacta de la zona de estudio, ubicando los principales accesos como: carreteras, trochas, caminos de herradura, también nos ayuda a identificar la topografía, ríos, quebradas, afloramientos rocosos y centros poblados más cercanos que pueden ser más útiles en caso de cualquier incidente ocurrido en el trabajo de campo. De igual manera se utilizó información cartográfica obtenida del instituto geológico minero y metalúrgico (INGEMMET), utilizando softwares de Google Earth y ArcGis con el fin de conocer el tipo de estructuras y rocas existentes en el área de estudio.

2.4.2. Etapa de Campo

Delimitación preliminar

Para esta etapa consistió en delimitación, ubicación y reconocimiento del área de estudio, así como también el tipo de formación, litología y alteración con la ayuda de los planos e imágenes satelitales que ha sido elaborado utilizando como base las hojas topográficas del cuadrángulo de San Marcos, escala 1:25000, con coordenadas proyectadas según la cuadrícula, trazado cada 0,5 km.

Visita 1:

Etapa preliminar de trabajo en Campo

La Zona de estudio se ubica en la Región Septentrional de la Cordillera Occidental de los Andes, Departamento y Provincia de Cajamarca, Distrito de Namora, es fácilmente accesible, teniendo como principales vías la Carretera Cajamarca - Namora, en la zona de estudio existen vías de alternativa del distrito de Namora, el acceso a la zona de estudio es trocha y se encuentra a 20 minutos de la carretera principal.

Visita 2:

Etapa de Campo

En esta visita se utilizó información cartográfica obtenida del instituto geológico minero y metalúrgico (INGEMMET), utilizando softwares de Google Earth y ArcGis con el fin de conocer el tipo de estructuras y rocas existentes en el área de estudio.

Muestreo

Las muestras recolectadas fueron estudiadas y analizadas respectivamente para una descripción de las características petrológicas, descripción de las estructuras, análisis macroscópico y microscópico de la muestra de podrá darle una nominación de la roca utilizando el triángulo de Streckeisen.

Toma de Coordenadas UTM

Se tomaron las coordenadas UTM, para delimitar nuestra zona de estudio, la cual se encuentra enclavada en la parte septentrional de la Cordillera Occidental de los Andes, en el Cuadrángulo de San Marcos, Carta Nacional 15G.

Visita 3:

Construcción de Calicatas

Una vez que se recolectó toda la información obtenida en campo se midieron secciones con wincha y Flexómetro, recogiendo muestras en zonas generalizadas cada 20 metros, con la ayuda de una Excavadora 336 DL se hicieron calicatas de unos 15 metros de profundidad para extraer muestras y así poder observarlas, describirlas, explicarlas e interpretar las características petrológicas como textura, mineralogía y color de cada roca definida en campo. En el proceso de estudio se realizó la observación y anotaciones como delimitación del área de estudio, elevación, azimut, buzamiento y otro tipo de dato que se considere necesario para el tema de investigación.

Visita 4 y 5:

2.4.3. Etapa de Gabinete

Con los datos obtenidos en campo se creó una base de datos en Excel para ser trabajadas en el Software ArcGis 10.5 en la elaboración de los planos geológicos delimitando nuestra zona de estudio, las formaciones existentes y añadiendo rumbos y buzamientos. Por otra parte, se realizó una investigación acerca del mercado del manganeso según el porcentaje (%) para ver el precio aceptable, además se procedió a enviar muestras al laboratorio para su análisis y conocer cuánto % de manganeso se obtuvo y finalmente, se hace la comparación con la investigación anterior.

Análisis de muestras.

Para el análisis de las muestras de mano obtenidas de las 10 calicatas se utilizaron los servicios del Laboratorio SLAB Laboratory de la ciudad de Lima, se tomó como metodología analítica la absorción atómica. La espectrofotometría de absorción atómica, es una técnica instrumental en la cual, los átomos presentes en la llama absorben parte de la radiación, por lo tanto, la señal disminuye y ese dato es lo que mide el detector, el cual posteriormente es transformado en una concentración (Pérez, 2013), de acuerdo, con la medición de la cantidad de luz absorbida, se puede hacer una determinación cuantitativa de la cantidad de analito, el uso de fuentes de luz especiales y una cuidadosa selección de las longitudes de onda permiten determinar elementos específicos (Gaitán, 2004), para este procedimiento se incluyeron los análisis realizados por el laboratorio siendo el estudio por absorción atómica donde se enviaron las muestras con un peso de 150 gr., a continuación, se va a observar las lecturas de curvas de ajuste del Mn, así como la metodología que tiene como alcance determinaciones de exploración de contenido en muestra metálicas como minerales, a continuación, se presenta la siguiente tabla.

Tabla N° 03: Peso del mineral enviado a laboratorio.

S - 0982	S-0983	S-0984	S-0985	S-0986	S-0987	S-0988	S-0989	S-0990	S-0991
150 gr.	150 gr.	150 gr.	150 gr.	150 gr.	150 gr.	150 gr.	150 gr.	150 gr.	150 gr.

Tabla N° 04: Curva de Ajuste de Metal de Mn

1)	Punto	Concentración	Absorbancia
	1	0.00	0.000
	2	0.20	0.055
	3	0.50	0.135
	4	1.00	0.271
	5	2.00	0.516
	6	4.00	0.965
2)	Ecuación de la recta: $Y = AX+B$		
	A		B
	0.24099		0.01440

3) Curva de calibración

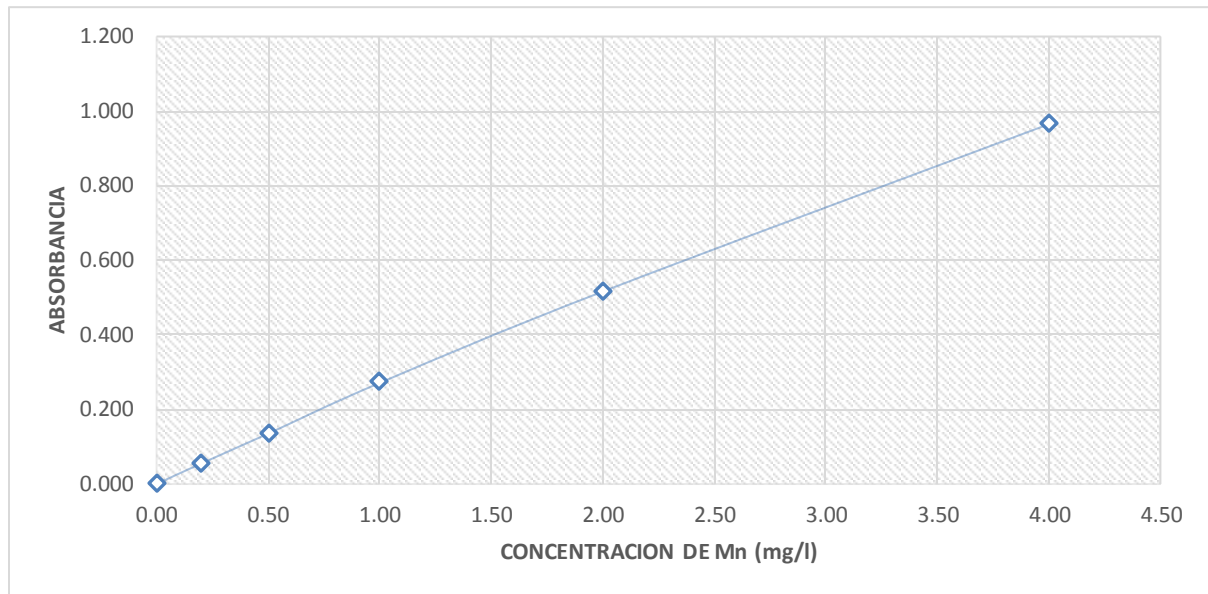


Figura 02: Curva de Calibración mostrando la dispersión de la Absorbancia con respecto a la Concentración de Mn, con la ayuda de la línea de regresión se puede observar que existe una correlación positiva casi al 0.99, lo cual indica que los resultados han sido satisfactorios en cuanto a las 2 variables, por lo tanto, son confiables

4) Cálculo de manganeso en la muestra

Muestra	Código de muestra	Masa de Muestra, g	Volumen Final, mL	Factor de Dilución	Absorbancia de Muestra Diluida	Mn, mg/Kg	Mn, %
1	S-0892	0.2487	500.00	100.00	0.323	257316.33	25.732
2	S-0893	0.2494	500.00	100.00	0.357	285097.84	28.510

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En el siguiente capítulo se muestran los resultados obtenidos en el trabajo de campo y análisis de laboratorio de las muestras de cada una de las calicatas, las mismas que muestran la existencia de una relación directa entre la estructura y mineralización del manganeso. Para determinar la estructura y presencia de manganeso, se utilizó implementos de seguridad en el descenso a tierra firme, como casco, guantes, lentes, zapatos de seguridad, arnés de seguridad y respirador 3M; La extracción de muestras se realizó con la ayuda de picota, comba, barreta y cincel, y se retiró 1 kg aproximado de mineral Mn. El análisis geoquímico de las muestras se realizó en el laboratorio SLAB . Los resultados mostraron que existe una relación directa entre las estructuras geológicas y la presencia de manganeso.



Figura N° 03: Construcción de calicatas, con la ayuda de una excavadora 336-DL.

1. Estructuras geológicas en las que se desarrolla el manganeso

Para determinar el tipo de estructura geológica de la zona minera se construyeron 20 calicatas para obtener las muestras de mano, las mismas que se construyeron de acuerdo a lo señalado en la muestra y así mismo se consideró la inestabilidad del terreno, por lo que las calicatas fueron construidas en terreno firme, con una pared recta de 5 m de diámetro (5 x 5) y de 7 m. de profundidad, a cuya profundidad se encontró el manganeso. Para su construcción se contó con el apoyo de una excavadora 336-DL.

Resultados de la Calicata N° 01

La calicata N° 1 se encuentra ubicada al SW del cerro Quiñaquero, en esta zona encontramos una intercalación de lutitas con arenisca, asimismo se encontró manganeso mineralizado acompañado de óxido de hierro (Hematita), el cual tiene un espesor de 5 a 7 cm aproximadamente. De acuerdo al análisis geoquímico -donde se obtuvo muestra de manganeso- se determinó que la estructura es de tipo secundario, debido a que se pudo observar el fracturamiento en la roca caja (arenisca) por un desplazamiento relativo de los bloques paralelos a dicha roca, pudiéndose ver en las fracturas el emplazamiento del mineral principal (Mn).

Tabla N° 04: Estructuras de la calicata N°01

Características	Descripción	
Estructuras encontradas	Fracturas	
Coordenadas	1. Norte: 9204176	Este: 796446
	2. Norte: 9204155	Este: 796455
Azimut	1. 235	
	2. 226	
Buzamiento	1. 74 NW	
	2. 81 NW	

Tabla N° 05: Muestra de mineral de manganeso N°01

Características	Descripción
Coordenadas	Norte: 9204301 Este: 796477
Cota	2801
Azimut	140
Buzamiento	70 SW
Mineral	Manganeso
Clase	Óxido de manganeso
Denominación	Psilomelano
Fórmula química	(Ba, H ₂ O) 2Mn ₅ O ₁₀
Color	Plomo (Metal)
Raya	Negra
Sistema cristalino	Monoclínico, prismático
Dureza	7 (Escala Mohs)
Fragmentos	Clastos de arenisca cuarzosa

Figura N° 04:



Muestra de Psilomelano de alta pureza
(>53% en mn), extraído de la calicata N°01.

Tabla N°06: Resultados de laboratorio muestra N°01

Código de muestra	S-0892
Parámetro	Manganeso, Mn (%)
Metodología analítica	Absorción atómica

Temperatura	20.2°C
Humedad relativa	62.4 %
Resultado	25.732

Resultados de la calicata N° 02

A 20 metros de la calicata N° 1 se realizó la segunda calicata, en la dirección Suroeste en esta se encontró areniscas de grano fino perteneciente a la Formación Farrat, el manganeso en su forma primaria está ligado a magmas básicos y de acidez media, y puede ser fraccionado y transportado mediante soluciones acuosas (hidrotermales). Como se conoce por intemperismo se logra la separación y posterior migración del elemento hasta su sedimentación química, ya que el Mn es fácilmente soluble en aguas que contengan CO₂, y tiene un espesor aproximado entre 4 a 5 cm. De acuerdo a lo expuesto anteriormente se puede concluir que la estructura es secundaria, presentando un tipo de falla normal causado por fuerzas de comprensión.

Tabla N° 07: Estructuras de la calicata N°02

Características	Descripción	
Estructuras encontradas	Fallas	
Coordenadas	1. Norte: 9204138	Este: 796434
	2. Norte: 9204106	Este: 796487
Azimut	1. 43	
	2. 90	
Buzamiento	1. 80 SE	
	2. 75 SE	

Tabla N° 08: Muestra de mineral de manganeso N°02

Características	Descripción	
Coordenadas	Norte: 9204240	Este: 796438
Cota	2801	

Azimut	210
Buzamiento	75 SW
Mineral	Manganeso
Clase	Óxido de manganeso
Denominación	Psilomelano
Fórmula química	(Ba, H ₂ O) 2Mn ₅ O ₁₀
Color	Azul (Metal)
Raya	Negra
Sistema cristalino	Monoclínico, prismático
Dureza	7 (Escala Mohs)
Minerales	Óxido de hierro

Figura N° 05:



Descripción	Estructura brechada rellena de óxidos de hierro y manganeso, la roca caja se compone de fragmentos de areniscas cuarzosa englobados en una matriz de limos y arenas con óxidos de hierro.
-------------	---

Tabla N° 09: Resultados de laboratorio muestra N°02

Código de muestra	S-0893
Parámetro	Manganeso, Mn (%)
Metodología analítica	Absorción atómica
Temperatura	20.2°C
Humedad relativa	62.4 %

Resultado 28.510

Resultados de la calicata N° 03

Siguiendo con el estudio de la veta, al suroeste del cerro Quiñaquero se construyó la calicata N°3, de la cual se recolecto muestras teniendo en cuenta la estratigrafía; en cuyas muestras se observó la presencia de lutitas, goetita y hematita, donde el Mn. se encuentra mineralizado con un espesor entre 6 a 7 cm aproximadamente, según se puede observar los fluidos hidrotermales ingresaron por las zonas más débiles de la falla, lo que permitió la fluidización de los minerales. Teniendo en cuenta lo descrito se determinó que la estructura es de tipo secundaria con fracturas irregulares.

Tabla N° 10: Estructuras de la calicata N°03

Características	Descripción	
Estructuras encontradas	Fracturas	
Coordenadas	1. Norte: 9204133	Este: 796490
	2. Norte: 9204126	Este: 796515
Azimut	1. 38	
	2. 38	
Buzamiento	1. 65 SE	
	2. 32 SE	

Tabla N°11: Muestra de mineral de manganeso N°03

Características	Descripción	
Coordenadas	Norte: 9204181	Este: 796427
Cota	2801	
Azimut	170	
Buzamiento	60 SW	
Mineral	Manganeso	
Clase	Óxido de manganeso	

Denominación	Psilomelano
Fórmula química	(Ba, H ₂ O) 2Mn ₅ O ₁₀
Color	Azul (Metal)
Raya	Negra
Sistema cristalino	Monoclínico, prismático
Dureza	7 (Escala Mohs)
Minerales	Goethita y Limonita

Figura N° 06:



Tabla N°12: Resultados de laboratorio muestra N°03

Código de muestra	S-0894
Parámetro	Manganeso, Mn (%)
Metodología analítica	Absorción atómica
Temperatura	20.2°C
Humedad relativa	62.4 %
Resultado	29.532

Resultados de la calicata N° 04

La calicata número N°4 está ubicada al Suroeste del cerro Quiñaquero; de acuerdo a los estudios estratigráficos predomina la Formación Farrat, con presencia de areniscas de grano fino y limonitas. La calicata se encuentra en una zona de fracturas donde la mineralización

de manganeso ha sido la que más ha predominado. Además de Manganeso, podría contener Cu, Zn y Pb debido a que el yacimiento tiene un origen hidrotermal, por lo que el proceso primario causante del enriquecimiento en Manganeso es la cristalización fraccionada de magmas basálticos. A partir de las características señaladas se concluye que se presenta una estructura secundaria de tipo falla normal, debido al desplazamiento hacia abajo del bloque de techo en relación al bloque de piso.

Tabla N°13: Estructuras de la calicata N°04

Características	Descripción	
Estructuras encontradas	Fallas	
Coordenadas	1. Norte: 9204244	Este: 796446
	2. Norte: 9204241	Este: 796473
Azimut	1. 256	
	2. 356	
Buzamiento	1. 75 NW	
	2. 85 NE	

Tabla N° 14: Muestra de mineral de manganeso N°04

Características	Descripción	
Coordenadas	Norte: 9204181	Este: 796412
Cota	2801	
Azimut	105	
Buzamiento	31 SW	
Mineral	Manganeso	
Clase	Óxido de manganeso	
Denominación	Psilomelano	
Fórmula química	(Ba, H ₂ O) 2Mn ₅ O ₁₀	
Color	Plomo (Metal)	
Raya	Negra	
Sistema cristalino	Monoclínico, prismático	
Dureza	7 (Escala Mohs)	

Minerales

Óxido de hierro

Fragmentos

Clastos subangulosos

Figura N° 07:



Descripción

Conglomerado de arenisca cuarzosa, acompañado por óxidos de hierro y manganeso, resalta la limonita.

Tabla N° 15: Resultados de laboratorio muestra N°04

Código de muestra	S-0895
Parámetro	Manganeso, Mn (%)
Metodología analítica	Absorción atómica
Temperatura	20.2°C
Humedad relativa	62.4 %
Resultado	10.55

Resultados de la Calicata N° 05

En dirección suroeste de la calicata N°4 se construyó la calicata N°5. De acuerdo a la estratigrafía de la zona predomina la formación Farrat, acompañada de areniscas de grano fino y limonitas. El mineral se encontraba escaso, emblasado en fracturas de 5mm, llegando a la conclusión que en esta zona se presenta una estructura secundaria y de acuerdo al tipo de desplazamiento de la roca sería una falla normal.

Tabla N° 16: Estructuras de la calicata N°05

Características	Descripción	
Estructuras encontradas	Fallas	
Coordenadas	1. Norte: 9204269	Este: 796480
	2. Norte: 9204248	Este: 796547
Azimut	1. 356	
	2. 255	
Buzamiento	1. 86 NE	
	2. 80 NW	

Tabla N°17: Muestra de mineral de manganeso N°05

Características	Descripción	
Coordenadas	Norte: 9204095	Este: 796468
Cota	2801	
Azimut	245	
Buzamiento	65 SW	
Material	Residual compuesto en su mayoría de arenas y limos.	
Minerales	Óxido de hierro	

Figura N°08:



Tabla N° 18: Resultados de laboratorio muestra N°05

Código de muestra	S-0896
Parámetro	Manganeso, Mn (%)
Metodología analítica	Absorción atómica
Temperatura	20.2°C
Humedad relativa	62.4 %
Resultado	6.80

Resultados de la Calicata N° 06

La calicata N° 6 se encuentra al SW del cerro Quiñaquero, estratigráficamente encontramos a la formación Carhuaz que infrayace a la formación Farrat. Consta de una secuencia de areniscas grano fino con intercalaciones de lutitas. La estructura de esta área es secuencia de fallas en las que se encuentra emplazado el mineral de alta pureza. Según todo lo observado podemos concluir que la estructura es secundaria de tipo falla normal.

Tabla N° 19: Coordenadas de la calicata N° 06

Características	Descripción	
Estructuras encontradas	Fallas	
Coordenadas	1. Norte: 9204356	Este: 796456
	2. Norte: 9204342	Este: 796567
Azimut	1. 194	
	2. 85	
Buzamiento	1. 49 NW	
	2. 60 SE	

Tabla N° 20: Muestra de mineral de manganeso N°06

Características	Descripción	
Coordenadas	Norte: 9204159	Este: 796478
Cota	2801	
Azimut	160	

Buzamiento	70 SW
Mineral	Manganeso
Clase	Óxido de manganeso
Denominación	Psilomelano
Fórmula química	(Ba, H ₂ O) 2Mn ₅ O ₁₀
Color	Plomo (Metal)
Raya	Negra
Sistema cristalino	Monoclínico, prismático
Dureza	7 (Escala Mohs)
Minerales	Óxido de hierro

Figura N° 09:



Descripción	Afloramiento con estratos de areniscas, cubiertos superficialmente con óxidos de hierro.
-------------	--

Tabla N° 21: Resultados de laboratorio N°06

Código de muestra	S-0897
Parámetro	Manganeso, Mn (%)
Metodología analítica	Absorción atómica
Temperatura	20.2°C
Humedad relativa	62.4 %
Resultado	29.754

Resultados de la Calicata N° 07

Al suroeste del cerro Quiñaquero, dentro de la cuadrícula del denuncia minero, se realizó la calicata N°07. En esta área se encuentran óxidos de manganeso, los cuales destacan por su intensa oxidación con rumbo sub horizontal, aparentemente es una brecha hidrotermal con clastos sedimentarios, con una estructura de fracturamiento intenso, en donde las menas de manganeso se encuentran ocupando todas las enormes fracturas de manera abundante y dentro de estructuras sedimentarias. Según se puede apreciar esta zona tendría un origen hidrotermal, pues se nota la presencia de minerales de manganeso y oxidaciones, como limonitas, hematitas y otros, característicos de este tipo de alteración, como jarosita y turgita, lo que explicaría las trazas de oro. Las características nos permiten afirmar que por su origen hidrotermal nos encontramos frente a una estructura secundaria, donde se puede apreciar las fracturas irregulares.

Tabla N° 22: Coordenadas de la calicata N° 07

Características	Descripción	
Estructuras encontradas	Fracturas	
Coordenadas	1. Norte: 9204254	Este: 796587
	2. Norte: 9204345	Este: 796657
Azimut	1. 262	
	2. 25	
Buzamiento	1. 51 NW	
	2. 35 SE	

Tabla N° 23: Muestra de mineral de manganeso N°07

Características	Descripción	
Coordenadas	Norte: 9204213	Este: 796472
Cota	2801	
Azimut	30	
Buzamiento	45 NW	
Mineral	Manganeso	

Clase	Óxido de manganeso
Denominación	Psilomelano
Fórmula química	$(Ba, H_2O) 2Mn_5O_{10}$
Color	Azul (Metal)
Raya	Negra
Sistema cristalino	Monoclínico, prismático
Dureza	7 (Escala Mohs)
Minerales	Óxido de hierro
Fragmentos	Clastos de arenisca

Figura N° 10:



Descripción	Bloque brechado compuesto por clastos de arenisca y óxidos de hierro.
-------------	---

Tabla N° 24: Resultados de laboratorio N°07

Código de muestra	S-0898
Parámetro	Manganeso, Mn (%)
Metodología analítica	Absorción atómica
Temperatura	20.2°C
Humedad relativa	62.4 %
Resultado	39.4

Resultado de la calicata N° 8

Al Noroeste de la calicata 7 se realizó la calicata N° 8. En la misma que estratigráficamente se ve la presencia de areniscas de grano fino y limonitas, el Manganeso se da de forma coloidal dentro de las fracturas, esto se da por la génesis de su mineralización y precipitación, también por la intervención de fluidos hidrotermales. No se reconocen intrusiones plutónicas en la zona, quizá tengan un origen a efectos de fallas, en donde los fluidos hidrotermales calientes ascendieron a la superficie, aprovechando el fallamiento e introduciéndose en las fracturas de las rocas areniscas cuarzosas presentes, oxidando la brecha intensamente y mineralizando la zona de contacto. Por lo que podemos concluir que la estructura es secundaria de tipo fracturas.

Tabla N° 25: Coordenadas de la calicata N° 08

Características	Descripción	
Estructuras encontradas	Fallas	
Coordenadas	1. Norte: 9204356	Este: 796345
	2. Norte: 9204674	Este: 796674
Azimut	1. 25	
	2. 25	
Buzamiento	1. 60 SE	
	2. 45 SE	

Tabla N° 26: Muestra de mineral de manganeso N°08

Características	Descripción	
Coordenadas	Norte: 9204256	Este: 796502
Cota	2801	
Azimut	30	
Buzamiento	23 NW	
Mineral	Manganeso	
Clase	Óxido de manganeso	
Denominación	Psilomelano	
Fórmula química	(Ba, H ₂ O) 2Mn ₅ O ₁₀	

Color	Plomo (Metal)
Raya	Negra
Sistema cristalino	Monoclínico, prismático
Dureza	7 (Escala Mohs)
Minerales	Óxido de hierro

Figura N°11:



Descripción	Afloramiento de óxidos de manganeso masivos.
-------------	--

Tabla N° 27: Resultados de laboratorio N°08

Código de muestra	S-0899
Parámetro	Manganeso, Mn (%)
Metodología analítica	Absorción atómica
Temperatura	20.2°C
Humedad relativa	62.4 %
Resultado	38.43

Resultados de la calicata N° 09.

Al sur oeste del cerro Quiñaquero se realizó la calicata N° 9, se tomó una muestra como parte de estudio encontrándose en la formación farrat, se pudo apreciar la presencia de areniscas y limonitas donde los fluidos hidrotermales ascendieron y aprovecharon las zonas más débiles por fracturamiento depositándose el principal mineral de manganeso. De acuerdo a los resultados del estudio se concluyó que la estructura es secundaria, de tipo fracturas las cuales se originaron por presión y temperatura de los fluidos hidrotermales.

Tabla N° 28: Coordenadas de la calicata N° 09

Características	Descripción	
Estructuras encontradas	Fracturas	
Coordenadas	1. Norte: 9204546	Este: 796564
	2. Norte: 9204567	Este: 796563
Azimut	1. 25	
	2. 355	
Buzamiento	1. 88 SE	
	2. 55 NE	

Tabla N° 29: Muestra de mineral de manganeso N°09

Características	Descripción	
Coordenadas	Norte: 9204189	Este: 796452
Cota	2801	
Azimut	160	
Buzamiento	80 SW	
Mineral	Manganeso	
Clase	Óxido de manganeso	
Denominación	Psilomelano	
Fórmula química	(Ba, H ₂ O) 2Mn ₅ O ₁₀	
Color	Azul (Metal)	
Raya	Negra	
Sistema cristalino	Monoclínico, prismático	

Dureza 7 (Escala Mohs)
Minerales Óxido de hierro

Figura N° 12:



Descripción Afloramiento de óxidos de manganeso masivo.

Tabla N° 30: Resultados de laboratorio N°09

Código de muestra	S-0900
Parámetro	Manganeso, Mn (%)
Metodología analítica	Absorción atómica
Temperatura	20.2°C
Humedad relativa	62.4 %
Resultado	14.50

Resultados de la calicata N° 10

La última calicata determinada como muestra, se ubicó en el noroeste del cerro Quiñaquero. El análisis de las muestras, así como la observación de campo, nos permite identificar que esta zona se iniciaría en el cuaternario, originando fuerzas del suroeste que empujaron al primer sedimentario hacia el noreste, generando plegamientos. En consecuencia, algunas fallas atravesaron la cobertura sedimentaria Mesozoica, en esta área se encontró areniscas cuarzosas, en las cuales se encontraba emplazado el mineral manganeso acompañado de un óxido de hierro (Goethita). De acuerdo al análisis obtenido se determinó que la estructura es de tipo secundario, siendo una falla normal que tendría su origen en el segundo movimiento del ciclo Andino.

Tabla N° 31: Coordenadas de la calicata N° 10

Características	Descripción	
Estructuras encontradas	Fallas	
Coordenadas	1. Norte: 9204345	Este: 796734
	2. Norte: 9204673	Este: 796354
	3. Norte: 9204543	Este: 796457
Azimut	1. 333	
	2. 275	
	3. 330	
Buzamiento	1. 62 NE	
	2. 34 NE	
	3. 25 NE	

Tabla N° 32: Muestra de mineral de manganeso N°10

Características	Descripción	
Coordenadas	Norte: 9204164	Este: 796435
Cota	2801	
Azimut	20	
Buzamiento	27 SW	
Mineral	Manganeso	
Clase	Óxido de manganeso	
Denominación	Psilomelano	
Fórmula química	(Ba, H ₂ O) 2Mn ₅ O ₁₀	
Color	Plomo (Metal)	
Raya	Negra	
Sistema cristalino	Monoclínico, prismático	
Dureza	7 (Escala Mohs)	
Minerales	Goethita	

Figura N°12



Tabla N° 33: Resultados de laboratorio N°10

Código de muestra	S-0901
Parámetro	Manganeso, Mn (%)
Metodología analítica	Absorción atómica
Temperatura	20.2°C
Humedad relativa	62.4 %
Resultado	22.782

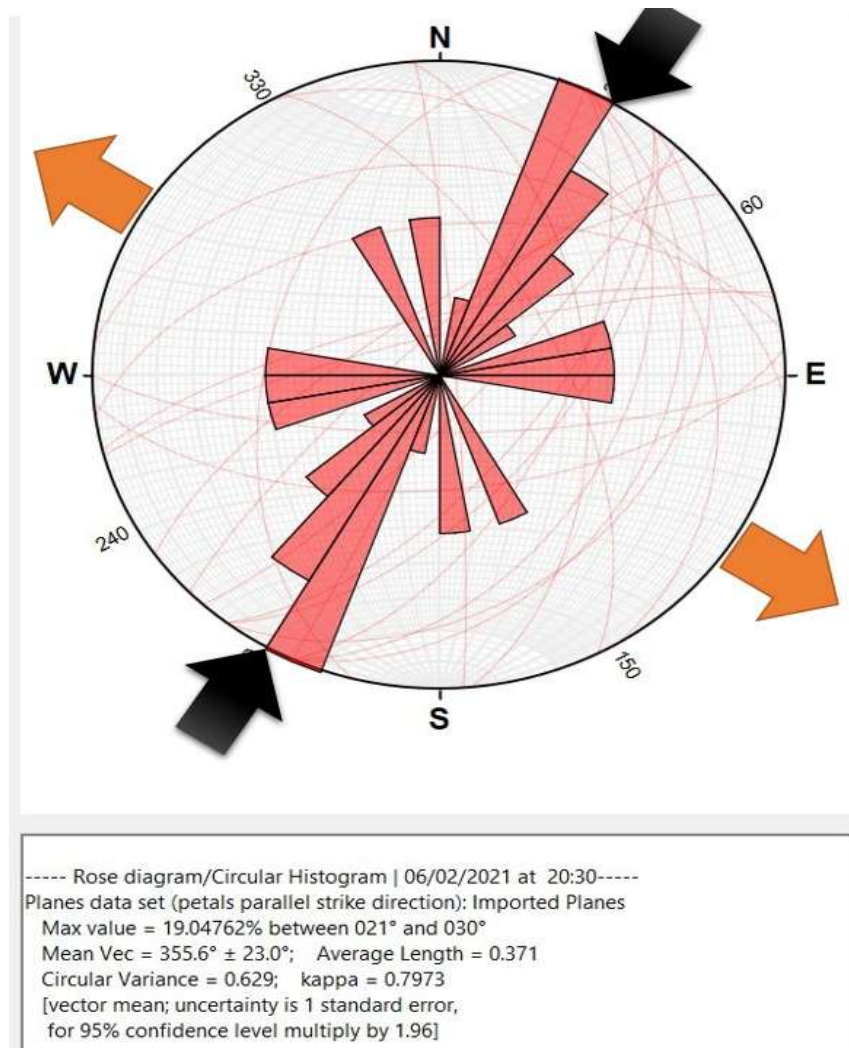


Figura N°13: Diagrama de rosas. La zona de estudio presenta una extensión NW-SE y los esfuerzos compresivos tienen una tendencia de NE-SW.

El análisis estructural de las zonas mineralizadas se llevó a cabo examinando y evaluando el comportamiento de fallas y estructuras reconocidas en campo. Los distintos planos estructurales registrados en campo fueron medidos en función de sus rumbos y buzamientos, dividiendo su análisis en fracturas y fallas viéndose así la mineralización de manganeso.

En la concesión Casa Blanca afloran mineralizaciones de manganeso relleno de fracturas a lo largo de un sistema principal de fallamiento, se podría decir la falla que controla la mineralización es la falla regional marañón (MBTP) la cual es una falla normal que tiene mayor potencial en espesor y longitud y es por eso que las demás fallas dependen de ella.

De acuerdo a los resultados de las muestras obtenidas de las 10 calitas y después de ser analizadas en el laboratorio y trabajo de campo, se determinó que en la Concesión Casa Blanca se desarrolló

la estructura secundaria, encontrándose dos tipos de estructuras, la estructura de fallas y la estructura de fracturas.

Las estructuras de fallas se habrían formado en el diastrofismo orogénico y a esta etapa de deformación le sucedieron eventos epirogenéticos de elevación andina. Las características observadas y los análisis muestran que en las calicatas N° 2, 4, 5, 6 y 10 pertenecen a una estructura de fallas, las mismas que estratigráficamente se dan en la Formación Farrat, la misma que consta de una secuencia de arenisca de grano fino, intercalaciones de caliza y limonitas.

Las estructuras de fracturas provienen de movimientos del ciclo andino, se muestran en los estratos de roca sedimentaria principalmente arenisca. Se observó esta estructura en las calicatas N° 1, 3, 7 y 9, las cuáles están conformadas por Areniscas de grano fino, intercalación de lutitas, oxidaciones de goethita y hematita.

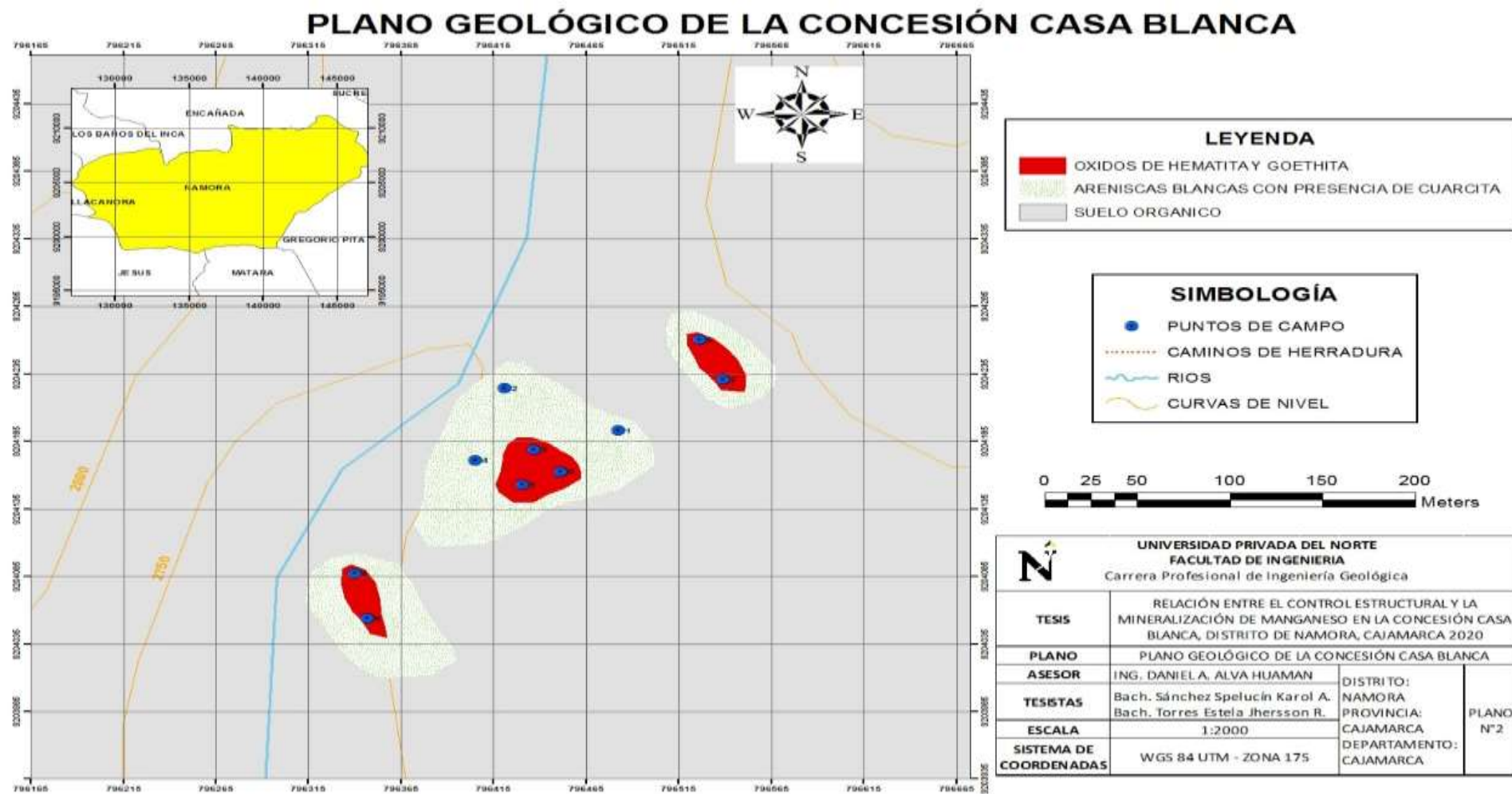


Figura N°14: Plano geológico de la concesión Casa Blanca perteneciente a la zona de estudio 17S, en el cual se visualizan las zonas de mineralización, con una escala de 1:12000.

1. Presencia de manganeso de acuerdo a las estructuras geológicas

De acuerdo al análisis de laboratorio realizado a las 10 muestras de las calicatas se determinó que en ambas estructuras de la zona de estudio hay presencia de manganeso. En esta área se desarrolla la estructura geológica secundaria, la cual se divide en dos tipos: fallas y fracturas. Seguidamente detallaremos la presencia de manganeso en los diferentes tipos de estructuras.

1.1. Presencia de manganeso en la estructura de fracturas

De acuerdo a los resultados de laboratorio obtenidos de las calicatas N°1, 3, 7, 8 y 9 se ha determinado que existe un alto porcentaje Mn, debido a que el fluido mineralizado se emplazó en las fracturas, teniendo una reserva aproximada de 2500, (Toneladas métricas). El manganeso en esta zona se encuentra cristalizado, los fluidos del sub suelo expuestos a alta presión, donde la temperatura ascendió, ingresando por las fracturas de areniscas, dando de esta manera la cristalización de la Psilomelana.

La psilomelana es un óxido de manganeso, compuesto básicamente por Hidrógeno: 0,34%, Bario: 23,27%, Oxígeno: 29,83%, Manganeso: 46,56%, y se encuentra asociada a la pirolusita. Se distingue de los otros óxidos de manganeso por su gran dureza, su sistema de cristalización es monoclinico, amorfo.



Figura N° 15: Manto de psilomelana (Mn de alta ley).

1.2. Presencia de manganeso en la estructura de fallas.

A partir de los resultados obtenidos en el laboratorio, se ha determinado que en las calicatas N° 2, 4, 6 y 10 existe un alto porcentaje de Mn. cristalizado. Esto sucede por la alta presión y temperatura del subsuelo, lo que provocó que los fluidos hidrotermales asciendan y se

depositen en las fallas, cristalizando la Psilomelana (óxido de manganeso). Las calicatas mencionadas tienen una reserva aproximada de 2 800 tm (toneladas métricas). En la calicata número 5 no se encontró gran cantidad de manganeso.



Figura N° 16: Falla ubicada al NW, siendo la falla principal para la extracción del manganeso

2. Relación entre estructura geológica y la presencia de manganeso.

Para establecer la relación entre la estructura geológica y la presencia de manganeso se ha tenido en cuenta los datos obtenidos del análisis de las muestras en cada una de las calicatas pertenecientes a las dos estructuras encontradas, fallas y fracturas. Asimismo, resulta tener un aproximado de 5400 Tm. del principal mineral de manganeso existentes en las dos estructuras, a continuación, se presenta los resultados obtenidos del análisis de laboratorio.

Tabla N° 34: Presencia de manganeso en la estructura de fallas y fracturas por calicatas.

SECUNDARIA	FRACTURAS					FALLAS				
Muestra por calicata	N° 1	N° 3	N° 7	N° 8	N° 9	N° 2	N° 4	N° 5	N° 6	N° 10
Presencia de Manganeso	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI
Cantidad de manganeso	500 Tm	500 Tm	500 Tm	500 Tm	500 Tm	700 Tm	700 Tm	0 Tm	700 Tm	700 Tm

En la tabla 12 se muestra la relación entre la presencia de Mn. y las estructuras, las calicatas 1, 3, 7, 8 y 9 forman la estructura de fracturas. Todas las muestras contienen presencia de manganeso. Por otro lado, el análisis de las muestras de las calicatas 2,4,6 y 10 permitieron determinar que esta zona desarrolla una estructura de fallas, con presencia de manganeso de alta ley, pero la calicata N° 5 no presenta manganeso debido a que no sigue la orientación de la veta.

Como se puede apreciar existe una relación directa entre la estructura de fallas y estructura de fracturas con la presencia de manganeso, asimismo se determinó que la estructura de fallas presentaría mayor tonelaje de manganeso de 2800 Tm.

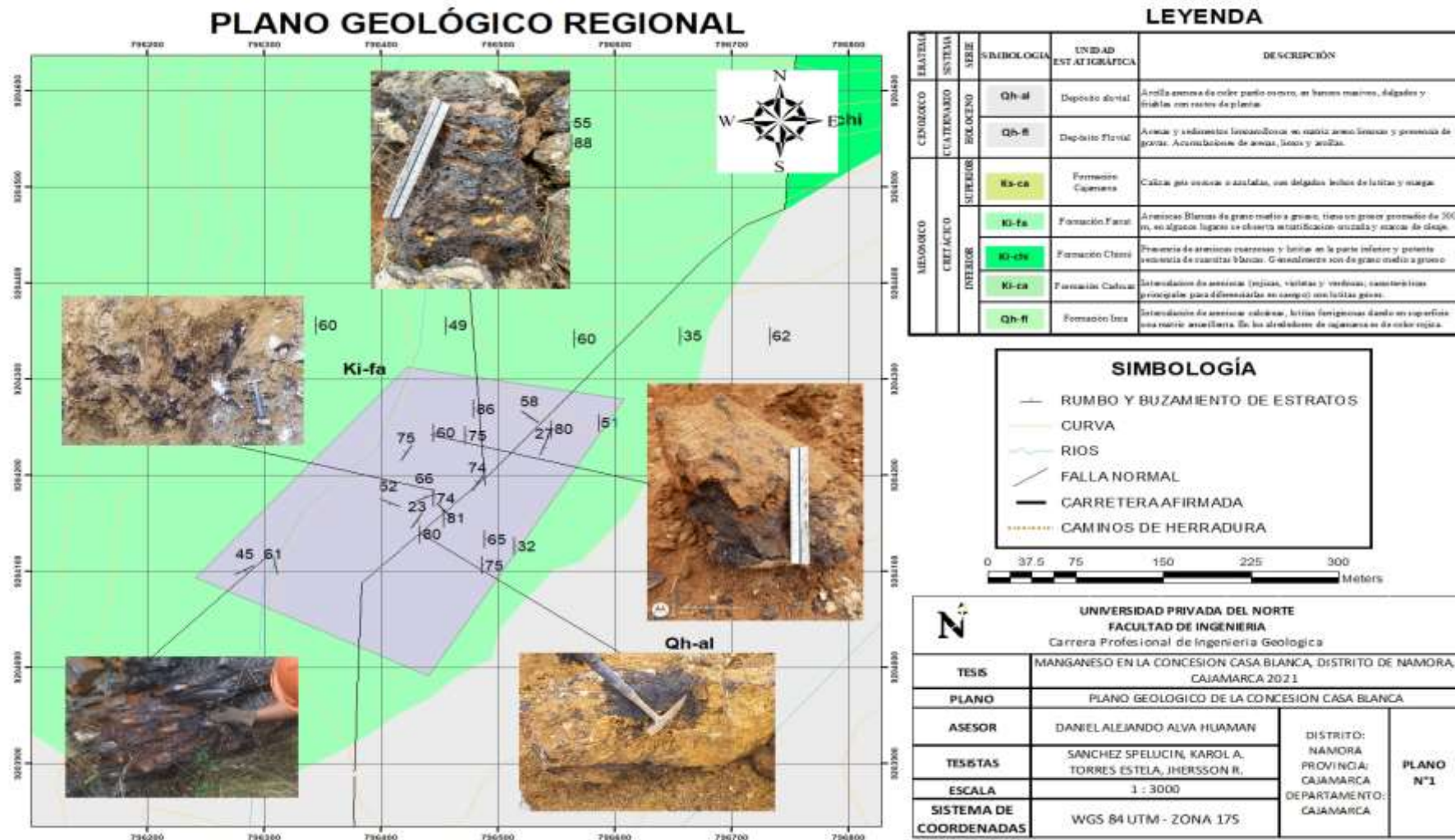


Figura N° 17: Plano geológico regional perteneciente a la zona de estudio 17S, en el cual se visualizan las formaciones, geología estructural, el área de estudio, con una escala de 1:3000

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En la Concesión Casa Blanca se recopiló muestras de la presencia de manganeso en las estructuras de fallas y estructuras de fracturas, teniendo así una idea del origen del yacimiento epitermal, así mismo se estableció una relación directa entre la formación estructural y la mineralización del manganeso existente.

Correa (2003) en su estudio concluye que las vetas de manganeso se originaron en un nivel de deformación frágil de la corteza terrestre, en el cual se produce fracturación de las rocas y existe una abundante circulación de fluidos, estudio que coincide con los resultados realizados en nuestra zona, donde se muestra que los fluidos hidrotermales producen fracturamiento de las rocas lo cual se da por alta presión y temperatura. También concluye que las determinaciones mineralógicas realizadas en los componentes de la mena del sistema han revelado la presencia de óxidos de manganeso tales como: criptomelano, hollandita y romanechita, característicos de condiciones altamente oxidantes, sin embargo, los resultados obtenidos son diferentes, esto se debería a que la zona de estudio presenta otro tipo de óxidos de manganeso, los cuales son psilomelano y pirolusita y están expuestos a una alta oxidación.

Soto (2018) en el estudio de controles de mineralización del yacimiento epitermal de alta sulfuración Ancos, Ayacucho, manifiesta que en los sectores de alta ley de brechas hidrotermales en los cerros Chuchupata e Ñahuato se realizaron estaciones estructurales, en el cerro Ñahuato se identificó un Sistema de fallamiento N35°E y en el cerro Chuchupata el sistema de fallamiento es N45°O, siendo estos sistemas los que permitieron el emplazamiento de la mineralización; al respecto Correa (2003) señala que en un sistema de fracturamiento se origina la mineralización por consecuencia de los esfuerzos transtensionales.

En el distrito minero El Remanso y zonas aledañas según Correa desde el punto de vista genético los minerales corresponden a un sistema hidrotermal formado por soluciones ascendentes ricas en hierro y manganeso. Las asociaciones minerales encontradas caracterizan un nivel de emplazamiento superficial con temperaturas relativamente

bajas, fugacidad de oxígeno elevada y pH alcalino, así mismo la concesión Casa Blanca Namora, se encuentra en un yacimiento epitermal el cual se formó con un sistema de fluidos hidrotermales sirviendo para el emplazamiento del mineral principal manganeso, el cual está acompañado por óxido de hierro.

En el Proyecto Minero Virgilio ubicado en Huaraz según Arce (2017) menciona que estructuralmente presenta dos sistemas de fracturamiento, uno de rumbo predominante S 80° O a N 75° O con buzamientos al NO – NE, y otro de rumbo N 41° E a N 71° E con buzamientos SO, NO, subverticales en las cuales se emplazó la mineralización económica, de igual manera Soto (2003) en un estudio realizado en Ayacucho en los cerros Chucchupata e Iñahuato respecto a las estaciones estructurales, en el cerro Iñahuato identificó un Sistema de fallamiento N35°E y en el cerro Chucchupata y el sistema de fallamiento es N45°O siendo estos sistemas los que permitieron el emplazamiento de la mineralización.

Según Correa (2003) la precipitación de los minerales de manganeso fue recurrente y alternante con períodos de fracturación. Según el análisis textural realizado y las relaciones meso y microscópicas observadas, de igual manera, el estudio desarrollado en la concesión Casa Blanca en la calicata 1,3,7,8,9 se dieron altas precipitaciones de manganeso en las zonas más débiles ocurriendo un fracturamiento.

Mutti – Gonzales (2005) afirma en sus estudios para las mineralizaciones de W - Bi (Mo, Cu, Sn, Zn, Au, B, F, Te), Ag - Pb - Zn (V, Sn, Mn, Cd, Au, Cu, As, Bi, Sb y Co) y Au (Cu, Zn, Pb y As), una génesis emparentada por su geoquímica, múltiples episodios de extensión, relleno y disolución por presión, una fuente de fluidos salinos mixta (desde magmática hasta meteórica equilibrada con la roca de caja) y soluciones acuosas ricas en CO₂ con CH₄ subordinado, por el contrario, Correa (2003) menciona que en su

sistema han existido por lo menos dos fluidos, uno meteórico descendente de baja temperatura, en equilibrio isotópico con el oxígeno atmosférico y otro ascendente de mayor temperatura rico en cationes, sílice y azufre transportado como HSO_4 .

Vera (2014) en su estudio del yacimiento de cerro colorado concluye que las principales estructuras observadas son fallas con orientación NW, lo que puede indicar un esfuerzo comprensivo en dirección NE-SW, resultados parecidos a los mostrados en la Concesión Casa Blanca, la estructura de fallas y fracturas siguen una dirección al NW indicando presión de esfuerzos compresivos.

En los horizontes lateríticos del yacimiento Punta Gorda el óxido de manganeso identificado es litioforita, la que aparece en forma de granos negros, con aspecto de botroidal a masivo, brillo semimetálico y carácter no magnético. Se encuentra en paragénesis con goethita, fundamentalmente, y en menor proporción con hematita, maghemita y gibosita y es de baja cristalinidad, característica avalada por un cuadro difractométrico incompleto y picos endotérmicos entre los 450 y 470 °C, por lo contrario en la concesión casa blanca se encontró como óxido de manganeso a la psilomelana, compuesto básicamente por; Hidrógeno: 0,34%, Bario 23,27%, Oxígeno: 29,83%, Manganeso: 46,56%, se distingue de los otros óxidos de manganeso por su gran dureza, su sistema de cristalización es monoclinico, amorfo, se encuentra asociado al óxido de hierro (Goetita y Hematita).

Vera (2014) en su tesis Geología y mineralización del yacimiento de cerro colorado menciona que los principales tipos de alteraciones observados son: una alteración arcillosa, así como argilización débil hidrotermal en zonas de fractura, acentuándose principalmente en las zonas de brecha, además de silificación masiva en toda la unidad, por su parte Soto (2018) afirma que el tipo de alteración hidrotermal que controla la

mineralización es la zona silicificada, es en la alteración sílice granular en donde se puede identificar altas leyes de Au; las alteraciones sílice masiva, sílice alunita y sílice presentan leyes bajas de oro.

4.2 Conclusiones

Después de verificar y analizar en trabajo de campo y laboratorio las muestras obtenidas de las 10 calicatas realizadas se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las estructuras geológicas de la Concesión Casa Blanca presentan una relación directa con la presencia de manganeso debido a los fluidos que se depositaron en las estructuras, de esta manera se dio el emplazamiento del mineral dado por el desarrollo mineralógico en las estructuras principales como se determinó mediante el análisis de las muestras obtenidas de las diferentes calicatas.
- En la concesión Casa Blanca se encontró dos tipos de estructuras, estructura de fallas y estructura de fracturas, mismas que están ligadas a procesos hidrotermales, como lo demuestran los resultados de los análisis de las muestras, las cuales indicaron que el principal óxido de manganeso es la Píslomelana, este mineral se desarrolla en yacimientos epitermales, según los datos obtenidos de las diferentes muestras se determinó que en las estructuras de fallas y fracturas presentes en la Concesión Casa Blanca hay presencia de manganeso con una reserva aproximada de 5300 Tm.
- Las muestras obtenidas de las calicatas 1, 3, 7, 8 y 9 forman las estructuras de fracturas, todas ellas tienen presencia de manganeso. Por otro lado, las calicatas 2, 4, 6 y 10 constituyen la estructura de fallas teniendo presencia de manganeso de alta ley, pero la calicata N° 5 no presenta manganeso debido a que no sigue la orientación de la veta.

Según los resultados obtenidos de las muestras de las calicatas N° 1, 3, 7, 8 y 9 presentan una estructura de fallas, las cuáles están relacionadas con la presencia de manganeso,

cada una de ellas tiene un aproximado de 500 tm de mineral, mientras en las Calicatas N, 2, 4, 5, 6 y 10 presentan una estructura de fallas con una dirección Noroeste, tienen una reserva total de Manganeso aproximada de 2800 tm, excepto en la Calicata N° 5, que se encuentra en dirección Suroeste, por lo que el resultado de laboratorio nos dio una ley de 0 debido a que la mineralización no sigue este rumbo.

4.3. Recomendaciones

Concluido el estudio se recomienda:

- Teniendo en cuenta en la primera etapa de prospección geológica, se reconocieron superficialmente cuerpos y estructuras, así como vetas de Manganeso, por ende, se recomienda a la concesión que se realicen más cortes con personal calificado, utilizando herramientas manuales o maquinaria pesada para observar el comportamiento de las estructuras interiormente.
- A los futuros ingenieros, profundizar sus estudios acerca de la mineralización de manganeso, debido a que es una investigación escasa en Cajamarca.
- Al alcalde del distrito de Namora, mejorar la vía de acceso hacia la concesión Casa Blanca debido a que se encuentra en mal estado, de tal manera se puede facilitar la accesibilidad a la zona de estudio.
- Al dueño de la concesión Casa Blanca, usar el implemento de medidas de seguridad correspondientes para la protección de sus trabajadores (EPP).
- Al dueño de la concesión, utilizar perforadora DM 45, para poder llegar a una mayor profundidad y ver el metraje de la mineralización.

REFERENCIAS

- Ander-egg, E. (2003) “*Metodología de la Investigación Científica*”.
Habana.Cuba:
- Arellano, G. J., De la Llata R., Carreón, M., Morales W. & Villareal J. (2002).
Ejercicios de Geología Estructural. México, DF: Facultad de Ingeniería
UNAM.
- Ayala, L. (2010, 29 octubre -19 nov.). Notas Esenciales sobre el *Mapeo de campo
geológico*. Presentado al curso corto V Sobre Exploración de Recursos
Geotérmicos-kenia.
- Cifuentes, L., Del Pilar M., García y Mondragón, M. (2010). *El océano y sus
recursos. En Las ciencias del Mar II, Oceanografía Geológica y
Oceanografía Química VII* (pp. 42 -45). México: Fondo de Cultura
Económica.
- Cruzado, G. (2011) *Estudio de Geología*. Gerencia Regional de Planeamiento,
Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Gobierno Regional de
Cajamarca.
- Cueva, P. (2017). *Prospección geoquímica del prospecto Isabel distrito de Jircán
– Huánuco* (tesis de titulación, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú).
Repositorio Institucional UNC.
- Correa, M. (2003). *La mineralización de manganeso en el distrito El Remanso y
sus relaciones metal genéticas, sierras pampeanas orientales, provincia
de Santiago del Estero* (tesis doctoral, Universidad Nacional de La plata,
Argentina). Repositorio institucional UNLPA.
- Chira J., Lizama, H. (2009). *Prospección geoquímica de sedimentos de quebrada
en la cuenca del río Huaura* (boletín N°20 serie B) Institución Geológica
y Minera al Servicio del País Lima, Perú.
- Fossen, H. (2010). *Structural Geology*. Cambridge University Press, Nueva York.
- Hernández, S. L. & Duana, D. (2005) *Fundamentos de metodología de la
investigación*, Instituto de Ciencias Económicas y Administrativas.
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- MINSAP, ENSAP. (2002) *La investigación cualitativa. Aplicaciones en Salud*.
En: Bayarre Veá H, Astraín Rodríguez ME, Díaz Llanes G, Fernández
Garrote L, compiladores. La Investigación en Salud. La Habana

- Morales, R. (2007), “*Exploración geológica del proyecto Paititi Yanaquihua – Arequipa* (Tesis de titulación, Universidad Nacional del Altiplano, Puno) Repositorio institucional UNAP.
- Rodríguez, I., Villarreal E., Acosta J. & Chirif H. (2011) “*Informe geoeconómico de la Región Ancash*”, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Dirección de Recursos Minerales y Energéticos Lima Perú.
- Rodríguez, A., & Capumbri A. (2005). *Clasificación de los yacimientos de manganeso y ejemplos de depósitos mexicanos e internacionales*, (Boletín No. 16) Sociedad Mexicana de Mineralogía.
- Rodríguez, M., Mendilveso, F. (2018) Diseño de investigación de corte transversal. *Revista Médica Sanitas* (21), 92-5.
- Rodríguez I. & Huanacuni, D. (1995) *Síntesis geoeconómica de la región Piura*. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
- Skinner, B.J. (ed.). (1999). *Geology and mineral deposits of the Central Andes. Orogenic evolution of the Peruvian Andes: The Andean cycle*. Society of Economic Geologists, Special Publication 7, Colorado USA.: Sheridan Books, Inc.
- Sardiñas, V., León, O., Legra, L., & Arístides, A. (2003). *Procedimiento para la determinación de las redes racionales de exploración de los yacimientos lateríticos de níquel y cobalto en la región de Moa*. (Sesión de Conferencia). Taller Internacional de la Geología y Minería del Níquel cubano. Cuba.
- Trigueros, L. C., (2018) *Apuntes de geología estructural con ejercicios* (tesis de titulación, Universidad Nacional Autónoma de México). Repositorio institucional UNAM.
- Vargas, Z. (2009) La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencias científicas. *EDUCACION Revista de la Universidad de Costa Rica*, 33 (1), 155-165.
- Wilson J. (1963). Cretaceous Stratigraphy of Central Andes of Peru. *En American Association of Petroleum and Geology Bulletin* 47 (1), 1-34.
- Wilson J. J & Reyes, L. (1964, setiembre) *Geología del cuadrángulo de Pataz*, (Boletín No. 9). Comisión Carta Geológica Nacional. Dirección de Minería, Ministerio de Fomento y o. p. Perú.

ANEXOS



Anexo N° 01: Psilomelana de alta ley (Mn = 43.25%)



Anexo N° 02: Toma de rumbo y buzamiento con la ayuda de la brújula.



Anexo N° 03: Cancha de mineral de Manganeso.



Anexo N° 04: Fractura con Manganeso en Areniscas cuarzosas.



Anexo N° 05: Roca fragmentada, ligera mineralización en brechas.



Anexo N° 06: Muestras de mano de Manganeso (Mn=41.20%)



Anexo N° 07: Extracción de mineral de Manganeso.



**SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS
QUÍMICOS S.A.C. SLAB**

**INFORME DE ENSAYO
IE-270121-03**

1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : KAROL ALICIA SÁNCHEZ SPELUCIN
1.2 RUC/ DNI : 78461761

2. FECHAS

- 2.1 Inicio : 27 de Enero de 2021
2.2 Fin : 29 de Enero de 2021
2.3 Emisión de informe : 20 de Febrero de 2021

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

- 3.1 Temperatura : 20.2 °C
3.2 Humedad Relativa : 62.4 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

- 4.1 Ensayo solicitado : Determinación de Manganeso
4.2 Método utilizado : Absorción atómica

5. DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

Tabla N°1: Datos de las muestras analizadas

Código Interno de Muestra	Descripción
S-0892	Muestra de Color PLOMO (METAL)
S-0893	Muestra de Color AZUL (METAL)
S-0894	Muestra de Color AZUL (METAL)
S-0895	Muestra de Color PLOMO (METAL)
S-0896	Muestra de Color AZUL (METAL)
S-0897	Muestra de Color PLOMO (METAL)
S-0898	Muestra de Color AZUL (METAL)
S-0899	Muestra de Color PLOMO (METAL)
S-0900	Muestra de Color AZUL (METAL)
S-0901	Muestra de Color PLOMO (METAL)

6. RESULTADOS

6.1. Resultados Obtenidos

Tabla N°2: Resultados Obtenidos

Parámetro	Metodología Analítica	S-0892	S-0893	S-0894	S-0895	S-0896	S-0897	S-0898	S-0899	S-0900	S-0901
Manganeso, Mn (%)	Absorción atómica	25.732	28.510	29.532	10.55	6.80	29.754	39.4	38.43	14.50	22.782

- 7 Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
7 Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANALISIS QUÍMICOS SAC.


DIEGO BONANO VERGARAY D'ARRISO
QUÍMICO
CQP. 1337

Página 1 de 2

Calle 22 Urb. VIPOL NARANJAL Mz E Lt 07, SAN MARTÍN DE PORRES LIMA. - Teléfono (51-1) 721 6212 -
www.slabperu.com

Anexo N° 08: Informe de ensayo de laboratorio por absorción atómica.



**SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS
QUÍMICOS S.A.C. SLAB**

**ANEXO N°1
ALGUNAS IMÁGENES ASOCIADAS AL ANÁLISIS**



Imagen N°1: Balanza utilizada



Imagen N°2: Digestión de muestras



Imagen N°3: Equipo de Análisis

"FIN DEL DOCUMENTO"


DIEGO ROMÁN VERGARAY D'ARRIAGA
QUÍMICO
CQP. 1937

Slab SISTEMA DE SERVICIOS Y ANALISIS QUIMICOS S.A.C
SLAB
RECEPCION DE MUESTRAS

Codigo: SLAB-02-2020
Version: 02

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social/nombre : Karel Alvaro Sanchez Spelucín RUC/DNI : 79061781
 Contacto : Karel Alvaro Sanchez Spelucín Teléfono : 969 220383
 Cotización Aprobada : CIT-037740-522182 Fecha : 27/01/21

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción de la Muestra (Para Informe) : 10 Muestras Metales
 Cantidad de Muestra recepcionada : 20 gramos por muestra

Tipo de Ensayo Solicitado : Físicoquímico Mecánico Físico Microbiológico
 Procedencia de Muestra : Muestreado por Slab Muestreado por el cliente

MUESTRAS				PARAMETROS O ANALISIS REQUERIDO					
ITEM	ID DEL CLIENTE	PRODUCTO	ID DEL LABORATORIO						
1	Plomo	Metal	892	✓					
2	Azul	Metal	893	✓					
3	Azul	Metal	894	✓					
4	Plomo	Metal	895	✓					
5	Azul	Metal	896	✓					
6	Plomo	Metal	897	✓					
7	Azul	Metal	898	✓					
8	Plomo	Metal	899	✓					
9	Azul	Metal	900	✓					
10	plomo	Metal	901	✓					

OBSERVACIONES / COMENTARIOS DEL CLIENTE

VERIFICACION DE CONDICIONES DE MUESTRA

Condición de Recepción de Muestra	ITEM DE MUESTRA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cantidad suficiente de Analisis	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Envases de buen estado	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Muestras etiquetadas correctamente	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

OBSERVACIONES / COMENTARIOS DEL CLIENTE

ENTREGADO POR:
NOMBRE Y FIRMA DE CLIENTE
Fecha

Dennis Torres Estela
NOMBRE DEL ENCARGADO DE
REGISTRAR LA MUESTRA
Fecha 29/01/21
Dennis Torres Estela
SISTEMA DE SERVICIOS Y ANALISIS
QUIMICOS S.A.C.
RUC: 20610031829

TEL: (51-1) 721 6212 - www.slabsperu.com
Página 1 de 1

Anexo N° 12: Cadena de custodia de las muestras por SLab.

Characterization of CRM/RM by Two or More Methods

Certified Value, $X_{\text{CRM/RM}}$, where two or more methods of characterization are used is the weighted mean of the results:

$$X_{\text{CRM/RM}} = \sum (w_i) (X_i)$$

X_i = mean of Assay Method i with standard uncertainty $u_{\text{char } i}$

w_i = the weighing factors for each method calculated using the inverse square of the variance:

$$w_i = (1/u_{\text{char } i}^2) / (\sum (1/u_{\text{char } i}^2))$$

$$\text{CRM/RM Expanded Uncertainty (E)} = U_{\text{CRM/RM}} = k (u_{\text{char}}^2 + u_{\text{bb}}^2 + u_{\text{ls}}^2 + u_{\text{ts}}^2)^{1/2}$$

k = coverage factor = 2

$u_{\text{char}} = (\sum (w_i^2 u_{\text{char } i}^2))^{1/2}$ where $u_{\text{char } i}$ are the errors from each characterization method

u_{bb} = bottle to bottle homogeneity standard uncertainty

u_{ls} = long term stability standard uncertainty (storage)

u_{ts} = transport stability standard uncertainty

Characterization of CRM/RM by One Method

Certified Value, $X_{\text{CRM/RM}}$, where one method of characterization is used is the mean of individual results:

$$X_{\text{CRM/RM}} = (X_a) / (u_{\text{char } a})$$

X_a = mean of Assay Method A with

$u_{\text{char } a}$ = the standard uncertainty of characterization Method A

$$\text{CRM/RM Expanded Uncertainty (E)} = U_{\text{CRM/RM}} = k (u_{\text{char } a}^2 + u_{\text{bb}}^2 + u_{\text{ls}}^2 + u_{\text{ts}}^2)^{1/2}$$

k = coverage factor = 2

$u_{\text{char } a}$ = the errors from characterization

u_{bb} = bottle to bottle homogeneity standard uncertainty

u_{ls} = long term stability standard uncertainty (storage)

u_{ts} = transport stability standard uncertainty

4.0 TRACEABILITY TO NIST

- This product is traceable to NIST via an unbroken chain of comparisons. The uncertainties for each certified value are reported, taking into account the SRM/RM uncertainty error and the measurement, weighing and volume dilution errors. In rare cases where no NIST SRM/RM are available, the term 'in-house std.' is specified.

4.1 Thermometer Calibration

- All thermometers are NIST traceable through thermometers that are calibrated by an accredited calibration laboratory.

4.2 Balance Calibration

- All analytical balances are calibrated by an accredited calibration laboratory and procedure. The weights used for testing are annually compared to master weights and are traceable to NIST.

4.3 Glassware Calibration

- An in-house procedure is used to calibrate all Class A glassware used in the manufacturing and quality control of CRM/RMs.

5.0 TRACE METALLIC IMPURITIES (TMI) DETERMINED BY ICP-MS AND ICP-OES (µg/mL)

N/A

6.0 INTENDED USE

- For the calibration of analytical instruments and validation of analytical methods as appropriate.

Anexo N° 12: Calibración de los equipos utilizados en el ensayo de laboratorio.