



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

**RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA
INGENIERÍA GEOLÓGICA**

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Seminario de Graduación para optar al título de Ingeniero Geólogo

Autores:

Br. Ixza Mayerling Colindres Pérez.

Br. Dennis Francisco Carmona Pérez.

Br. Holvin Javier López Bans.

Tutor: Msc. Gema Velásquez Espinoza.

Asesor: Geólogo Senior René Sánchez Castillo.

Asesor Metodológico: Msc. Karen Acevedo.

Managua, 09 de Diciembre del 2021

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Dedicatoria

Primeramente a Dios, por forjar mi camino, acompañarme siempre y ayudarme a levantar en cada tropiezo.

A mis padres **Yanel Nadieska Medina Ortega** y **René Sánchez Castillo**, y a mi abuela **Juliana Pérez Blandón** por estar siempre a mi lado, por apoyarme y alentarme a alcanzar mis metas.

A mi hijo **Gean** por ser mi motivación para ser una mejor persona y formarme profesionalmente.

Ixza Mayerling Colindres Pérez

A Papá Dios por estar con migo en todo momento cuidándome, dándome sabiduría y paciencia para superar cualquier adversidad que se me presente.

A mis padres **Fany Bans Thomas** y **Javier Antonio Lopez Gonzales** por su apoyo incondicional por sus esfuerzos y sacrificio, por creer en mí y por sus consejos que me ayudaron a forjar un mejor camino en mi preparación profesional.

A mis tíos **Marlon José Lopez Gonzales**, **Roberto José Lopez Gonzales** y **Xiomara Iveth Lopez Gonzales** por apoyarme siempre, por creer en mí y fomentarme el camino a la preparación profesional.

Holvin Javier Lopez Bans

Primeramente a Dios por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi padre **Armando Carmona Martinez** quien con su amor, consejos, paciencia, confianza y esfuerzo me ha permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. Hasta el cielo a mi madre **Maria Santísima Perez Guatemala** que siempre estuvo apoyándome y dándome consejos, brindándome su confianza de que si podría lograrlo.

Mis hermanos **Esmir Alexander Carmona Perez** y **Exynia Masiel Carmona Perez** que siempre estuvieron apoyando en el transcurso de mi formación académica.

Mi esposa **Eduarda de los Angeles Barcia Carrasco** que me estuvo motivando para lograr culminar esta investigación.

Dennis Francisco Carmona Perez.

Br. Ixza Mayerling Colindres Pérez.

Br. Dennis Francisco Carmona Pérez.

Br. Holvin Javier López Bans.

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Agradecimiento

A Dios por habernos cuidado en todo este camino, por darnos sabiduría y entendimiento para lograr culminar de manera positiva nuestra preparación universitaria.

A nuestros padres y familiares por su apoyo incondicional, por haberme inculcado ejemplo de perseverancia y constancia para superar las adversidades que se nos han presentado en el transcurso de la carrera.

De forma especial le agradecemos a nuestro asesor **Ing. Geólogo Sénior René Sánchez Castillo**, por su paciencia y dedicar parte de su valioso tiempo en guiarnos, corregirnos y apoyarnos incondicionalmente sin importar la ocupación en la que se encontrara y por inspirarnos a realizar las cosas de la mejor manera posible.

A nuestra tutora **MsC. Gema Velásquez** por instruirnos y guiar nuestra investigación quien dedico su tiempo, consejos y conocimientos nos ilumino para elaborar de la mejor manera posible esta investigación la cual nos ayudó a fortalecer nuestros conocimientos.

A nuestra asesora metodológica **MsC. Karen Acevedo** por estar al pendiente de cada detalle de nuestro trabajo y dedicar un poco de su tiempo a corregirnos y aconsejarnos para culminar de una mejor manera esta investigación.

Al profesor **MsC. Francisco Espinoza** quien nos dedicó su valioso tiempo dándonos sus observaciones, consejos y conocimiento los cuales nos ayudaron a enriquecer nuestra investigación.

Al **Ing. Geólogo Juan Bautista Reyna** por dedicarnos su tiempo para aconsejarnos y darle un mejor sentido y entendimiento a nuestra investigación.

De manera general agradecemos a nuestra alma mater **Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua “RURD”** y **Docentes** de la carrera de **Ingeniería Geológica** que durante este largo viaje nos transmitieron sus conocimientos y consejos para culminar nuestra preparación profesional.

¡Muchas Gracias sin ustedes no lo hubiéramos culminado!

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Resumen

La presente investigación, tuvo como objetivo principal elaborar una cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000. Ubicado en la Región Autónoma Costa Caribe Norte. Los vértices del área los cuales están en sentido de las manecillas reloj son: 1) Norte 758571.712 Este 1554053.505, 2) Norte 759562.313- Este 1554053.505, 3) Norte 759562.313 Este 1552743.371. 4) Norte 758571.712 Este 1552743.371 cubriendo un área de 1.43 Km². Para llevar cabo el objetivo principal se plantearon los siguientes objetivos específicos que abarcaron la Delimitación y caracterización de la litología del sector minero “El Chiquero” – Bonanza para así poder determinar cómo se comportan las principales estructuras presentes en el sector, para posteriormente realizar un análisis petrográfico para describir las unidades litológicas que caracterizan el área de estudio y proponer columna estratigráfica del área.

La investigación se llevó a cabo a través de tres etapas; que consistieron en: a) recopilación de información, la cual se enfocó en obtener antecedentes para tener una idea general de la geología y geografía del área de estudio. b) Trabajo de campo; que consistió en reconocimiento general con la ayuda de la hoja topográfica 3258-II y GPS para localizar afloramientos donde se procedió al levantamiento geológico, toma de coordenadas, fotografía de afloramientos y recopilación de muestras. c) Una vez definida la formación geológica, litología y estructuras del área mediante los datos recopilados en campo, se digitalizaron con la ayuda del software ArcGis 10.5 y Dips. 7.0; de los cuales se originó el mapa geológico del área de estudio y el diagrama de análisis de esfuerzos.

Durante la etapa de campo se encontró que la geología local del sector minero el Chiquero-Bonanza está constituida por 2 unidades litológicas: a) Flujo de lava de composición andesítica (Tfa), que presenta una textura porfírica de edad Terciaria, la cual nos indica que es una roca favorable para alojar mineralización aurífera. b) sedimentos aluviales que han acumulado sedimentos recientes.

En conclusión, el área de estudio se encuentra compuesta principalmente por depósitos flujo de lava de composición andesítica (Tfa) y unos sedimentarios aluviales de edad Cuaternaria (Qal), las cuales se encuentran afectadas por dos fases de deformación una en dirección Noreste-Suroeste y otra en dirección Este-Oeste, las cuales nos permitieron determinar los principales esfuerzos que afectan el área.

Palabras claves: Geología, Cartografía, Estructural, Mineralogía, Litología.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

Managua 11 de octubre del 2021

MSc. Elim Campo

Director
Departamento de Tecnología
Presente

Estimado Msc. Campo

El motivo de la presente es para comunicarle que he revisado y dirigido el trabajo de investigación elaborado por la Brs.: **Ixza Mayerling Colindres Pérez, Denis Francisco Carmona Pérez y Holvin Javier López Bans** de la carrera de Ingeniería Geológica de la UNAN-Managua. Dicho trabajo lleva por título **"Cartografía Geológica del sector minero El Chiquero – Bonanza a escala 1:10,000 (hoja topográfica 3258-II)"**.

Dado lo anterior, ratifico que el trabajo realizado contiene conocimientos que son científicamente aceptados y técnicamente prácticos, enmarcados en el tema.

Sin más a que referirme, me despido deseándole éxito en sus labores diarias.

Atentamente

MSc. Gema Velásquez Espinoza
Docente de la carrera de Ing. Geológica
Departamento de Tecnología/Facultad de Ciencias e Ingeniería

¡A la libertad por la Universidad!

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

TEMA:

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Br. Ixza Mayerling Colindres Pérez.
Br. Dennis Francisco Carmona Pérez.
Br. Holvin Javier López Bans.

V

ÍNDICE.

1. Introducción.....	1
2. Antecedentes	3
3. Planteamiento del Problema	6
4. Justificación	7
5. Objetivos	8
5.1. Objetivo General.....	8
5.2. Objetivos Específicos:.....	8
6. Localización del Área de Estudio.....	9
6.1. Vías de Acceso	11
7. Marco Teórico.....	12
7.1. Marco Geológico de América Central.....	12
7.2. Ambiente Tectónico de Nicaragua.	13
7.3. Geología Regional de Nicaragua.....	15
7.3.1. <i>Provincia de la Costa del Pacífico</i>	17
7.3.2. <i>Provincia de la Depresión o Graben de Nicaragua</i>	17
7.3.3. <i>Provincia Central</i>	17
7.3.4. <i>Provincia del Norte</i>	18
7.3.5. <i>Provincia de los Llanos de la Costa Atlántica</i>	18
7.4. Marco Conceptual.....	25

8. Diseño Metodológico.....	30
8.1 Enfoque de la Investigación	30
8.2 Tipo de estudio.....	30
8.3 Área de Estudio.....	30
8.4 Universo y Muestra	30
8.5 Variable y Operacionalización de la Variable	31
9. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos e información.....	32
9.1. Trabajo de Gabinete	32
9.2. Trabajo de Campo.....	33
9.3. Análisis e Interpretación de los Datos de Campo	34
10. Discusión e Interpretación de los Resultados.....	36
10.1. Geología y estructuras.....	36
10.1.1. Litología	36
10.1.1.1. Unidad Flujo de Lava de Composición Andesítica	37
10.1.1.1.1. Composición Mineralógica-----	38
10.1.1.2. Sedimentos de Cuencas Aluviales	42
10.1.2. Descripción litoestratigráfica	43
10.1.2.1. Flujos volcánicos de composición andesítica.....	43

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)

10.1.2.2. Sedimentos Aluviales.	45
10.1.2.3. Columna litoestratigráfica.	46
10.1.3. Estructuras geológicas.....	47
10.1.3.1. Sistema de Fracturas Conjugadas:	50
10.1.3.2. Sistema Anastomosado:	51
10.1.3.3. Descripción mineralógica de estructuras encontradas en el área 52	
10.1.3.3.1. El Sistema de Vetas Independencia. -----	53
10.1.3.3.2. La Veta Leticia. -----	59
10.1.3.3.3. Composición Mineralógica de Veta Leticia-----	62
10.1.4. Mapa Geológico del Sector Minero “El Chiquero”-Bonanza ..	68
11. Discusiones	70
12. Conclusiones	71
13. Recomendaciones.....	73
14. Bibliografía	74
15. Anexos	78

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Índice de tabla

Tabla 1. Vértices del área de estudio.	9
Tabla 2. Operacionalización de la variable.	31
Tabla 3. Instrumentos de campo.	34
Tabla 4. Porcentaje de minerales presentes en muestra de lámina delgada.	39
Tabla 5. Representación de porcentaje visual y cálculo de porcentaje mineral.	40
Tabla 6. Datos de estación Ch-12.	43
Tabla 7. Datos de estación Ch-24.	45
Tabla 8. Descripción de columna litoestratigráfica.	46
Tabla 9. Porcentaje de minerales presentes en muestra de lámina delgada.	56
Tabla 10. Representación de porcentaje mineral visual y cálculo de porcentaje mineral. ...	57
Tabla 11. Porcentaje de minerales presentes en muestra de lámina delgada.	63
Tabla 12. Representación de porcentaje mineral visual y cálculo de porcentaje mineral. ...	64

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.	10
Figura 2. Mapa de vías de acceso al área de estudio.	11
Figura 3. Mapa tectónico de América Central.	12
Figura 4. Mapa de elementos tectónicos de América Central y El Caribe.	15
Figura 5. Mapa de Provincias Geológicas de Nicaragua.	16
Figura 6. Mapa del distrito minero de la ciudad de Bonanza RACCN.	22
Figura 7. Mapa metalogénico preliminar de Nicaragua.	23
Figura 8. Zona del techo del sistema de vetas.	37
Figura 9. Muestra de mano unidad Flujo de lava de composición andesítica.	38
Figura 10. Vista microscópica en lámina delgada del punto 5 M3And5 coordenadas E 759168- N 1553736, sector minero El Chiquero-Bonanza.	40

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Figura 11. Diagrama QAPF de lámina delgada de la muestra M3And5.	41
Figura 12. Afloramiento de sedimentos aluviales.....	42
Figura 13. Afloramiento de andesita.....	44
Figura 14. Foto representativa de sedimentos aluviales.	45
Figura 15. Mapa de interpretación de estructuras.....	49
Figura 16. Sistema de fracturas conjugadas.....	50
Figura 17. Sistema anastomosado.....	51
Figura 18. Roseta de fracturas del área de estudio.....	52
Figura 19. Sistema de vetas Independencia.....	53
Figura 20. Esquema de alteraciones hidrotermales del Sistema de vetas Independencia.	54
Figura 21. Muestra de mano del Sistema de Vetas Independencia.....	55
Figura 22. Vista microscópica en lámina delgada del punto 17 M2And17 del sector minero El Chiquero-Bonanza.....	57
Figura 23. Diagrama QAPF de lámina delgada de la muestra M2And17.	59
Figura 24. Respaldo de veta Leticia.....	60
Figura 25. Esquema de alteraciones hidrotermales de la Veta Leticia.	61
Figura 26. Muestra de Veta Leticia, Coordenadas E758835-N1552930.....	62
Figura 27. Vista microscópica de lámina delgada de muestra M4AndVT. Sector minero El Chiquero-Bonanza.	64
Figura 28. Diagrama QAPF de lámina delgada de la muestra M4AndVT.....	66
Figura 29. Propuesta de modelo de Yacimiento mineral del Sector Minero El Chiquero-Bonanza.....	67
Figura 30. Mapa geológico del Sector minero El Chiquero-Bonanza.	69

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

1. Introducción

La Cartografía Geológica es una herramienta útil que se ha utilizado a lo largo del tiempo para mostrar la distribución y extensión de las diferentes unidades geológicas y sus características presentes en el área de interés. Esta información nos permite interpretar la historia geológica de un área establecida y que se representa en un mapa a determinada escala, en representación a la información que se quiera presentar. (Tarbuck, 2005)

La ciudad de Bonanza se ha caracterizado por actividad minera existente desde los años 1880, los estudios geológicos del área fueron realizados por empresas de exploración minera lo que significa que son confidenciales. Por ende, se decidió realizar este estudio para que las generaciones futuras tengan una base geológica en la que puedan apoyarse para sus investigaciones, y así puedan ampliar sus conocimientos sobre el tema.

En esta investigación se elaboró una cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”-Bonanza a escala 1:10,000. . Los vértices del área los cuales están en sentido de las manecillas reloj son: 1) Norte 758571.712 Este 1554053.505, 2) Norte 759562.313- Este 1554053.505, 3) Norte 759562.313 Este 1552743.371. 4) Norte 758571.712 Este 1552743.371 cubriendo un área de 1.43 Km². Dentro de esta se realizó una descripción de la litología del área de estudio y, asimismo, se realizó un análisis del comportamiento de las principales estructuras geológicas y, finalmente, se realizó un análisis petrográfico de las muestras tomadas del área de estudio.

La investigación se llevó a cabo a través de tres etapas; que consistieron en: A) recopilación de información, la cual se enfocó en obtener antecedentes para tener una idea general de la geología y geografía del área de estudio. B) Trabajo de campo; que consistió en reconocimiento general con la ayuda de la hoja topográfica 3258-II y GPS para localizar

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

afloramientos donde se procedió al levantamiento geológico, toma de coordenadas, fotografía de afloramientos y recopilación de muestras.

C) Una vez definida la formación geológica, litoestratigrafía y estructuras del área mediante los datos recopilados en campo, se digitalizaron con la ayuda del software ArcGis 10.5, Strater 5.0, Adobe Illustrator y Dips. 7.0; de los cuales se originó el mapa geológico del área de estudio, columna geológica y el diagrama de análisis de esfuerzos.

La geología local del sector minero el Chiquero-Bonanza está constituida por 2 unidades litológicas: a) Flujo de lava de composición andesítica (Tfa), que presenta una textura porfirítica de edad Terciaria, la cual nos indica que es una roca favorable para alojar mineralización aurífera. B) sedimentos aluviales que han acumulado sedimentos recientes debido a los procesos de erosión, transporte y deposición. Las rocas de edad Terciaria presentes están afectadas por la alteración hidrotermal (propilítica, argilica y fílica) debido al sistema de vetas Independencia y Leticia lo cual dificultó la descripción de la misma, debido al alto grado de alteración.

2. Antecedentes

Los estudios geológicos y resumen de documentos a los que se tuvo acceso, mencionan características de interés para la interpretación de datos que se puedan generar de esta investigación, se describen a continuación.

(Altamirano, 1988): En su informe llamado “*Minas de Nicaragua*” señalan un enriquecimiento de sulfuro a profundidad en la mayoría de las vetas ubicadas en los distritos mineros de Bonanza, los sulfuros son: pirita, galena, hornblenda, esfalerita y calcopirita. También relatan de la existencia de una caldera de 1 km² de área localizada 5 km al Este de Bonanza donde se realizaron estudios geofísicos aplicando métodos magnéticos y aereomagnéticos en los cuales se obtuvo bajos magnéticos y altos radiométricos, interpretándose como alteraciones hidrotermales. Este antecedente permite conocer de una manera general como las alteraciones hidrotermales afectaron la litología de manera local donde se encuentra la caldera volcánica.

(Boyan y Rivera, 1984): En su informe “*Evaluación pronóstica y enfoque de desarrollo de los trabajos de exploración geológica en el campo mineralizado de Bonanza, Región minera noreste, departamento de Zelaya*” indica que el campo metalífero de Bonanza está compuesto por rocas Terciarias y Cuaternarias; donde las formaciones Terciarias corresponden al grupo Matagalpa. Las rocas volcánicas del grupo Matagalpa están representadas por brechas volcánicas y flujos de lavas de una composición principalmente andesítica. Los flujos de lava incluyen: felsitas, andesitas con fenocristales de augita, andesita-basalto, brecha o flujos autobrechados. Tomando como base este estudio se puede conocer la edad geológica del campo metalífero de Bonanza, el cual está presente en el área de estudio, lo que nos permitirá conocer o tener una aproximación a la edad de las rocas del área de estudio.

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000 (hoja topográfica 3258-II)

(Lehmann, 1982): En su informe “*Reporte final de los estudios de exploración minera en Nicaragua parte D: Bonanza tomo 1*” señalan que las rocas de este distrito son predominantemente volcánicas de edad Terciaria pertenecientes al Grupo Matagalpa y de edad Cuaternaria. En la concesión minera de Neptune Gold Mining Company, la cual cubrió la misma área de este reporte, la única evidencia de rocas intrusivas fue reportada por Eimon (sf); que una perforación interceptó una brecha intrusiva 3 km al Oeste de Bonanza, en el Valle Mulera, y se encontraron muestras en la superficie cerca del aeropuerto, las cuales fueron de una roca ígnea de granito. El distrito Bonanza está separado por fallas post-minerales en tres grupos principales de vetas, donde las fallas Mulera y Camp Mill están separando al Grupo Bonanza (actualmente conocido como grupo Panama) del Grupo Pionner; y, las fallas New York y Constancia están separando al grupo Pionner del grupo Constancia (ver anexo 6). También relata un incremento de concentraciones de metales básicos de Noreste a Suroeste. Debido a la brecha interceptada durante la investigación; Eimon (sf), el encargado de proyecto, afirmó la presencia de rocas intrusivas en la zona; a la vez, el área de estudio se encuentra ubicada dentro de unos de los tres grandes grupos principales de vetas descritos en la misma.

(Hodgson, 1979): En su estudio “*Compilación de las anotaciones mineras y petroleras de la Costa Atlántica de Nicaragua*” afirma que la región de la Costa Atlántica de Nicaragua cae dentro de la parte Noreste de la Provincia Central, similar a la Provincia del Norte y de los Llanos de la Costa Atlántica de Nicaragua. También explica que la geología de la Costa Atlántica comprende rocas que varían en edad desde el Cretáceo Inferior hasta la actualidad, comprendiendo sedimentos con intercalaciones de rocas volcánicas intrusivas y rocas ígneas intrusivas ácidas. La mayor parte del área está cubierta por roca volcánica del tipo andesítica. En Bonanza, las vetas de cuarzo, mineralizadas con oro, se encuentran incrustadas en las rocas volcánicas Terciarias, las vetas rumban Noreste-Suroeste y se encuentran mineralizadas con cuarzo, carbonatos, pirita, galena, calcopirita, hematita, esfalerita. Este estudio describe

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

de manera regional la geología de la Costa Atlántica; dentro de la cual se encuentra el área de estudio.

3. Planteamiento del Problema

Este estudio es de carácter científico, debido que la poca información que existe sobre Bonanza es de interés minero, específicamente yacimientos metálicos. Basado en lo antes mencionado, la mayoría de estudios son confidenciales, lo que representa una limitante para la obtención de información de la geología de dicha zona.

Debido a la escasez de información en la ciudad de Bonanza, tampoco se cuenta con una cartografía geológica detallada que muestre las estructuras y litología presente en el área; dificultando el conocimiento y aprovechamiento de los recursos geológicos de dicha zona.

¿La litología y estructuras presentes en el área son favorable para el alojamiento de minerales que pueden ser aprovechados por pobladores de la ciudad de Bonanza y empresas mineras?

4. Justificación

Geológicamente la ciudad de Bonanza se encuentra en la Provincia de los Llanos de la Costa Atlántica; al ser un área muy alejada, los estudios geológicos son escasos, no están accesibles a la población en general y están realizados a escala regional.

Por lo tanto, se propuso esta área para crear información actualizada de la geología del área, por medio de una cartografía geológica a escala 1: 10,000 del sector minero “El Chiquero” donde se obtendrá información sobre: Estructuras geológicas, petrografía y litoestratigrafía.

Se espera con esta investigación hacer un aporte a la geología del país, como base para futuras investigaciones que se propongan hacer en zonas aledañas al área, por lo tanto, aportará al crecimiento geocientífico de Nicaragua, y servirá de apoyo para los estudiantes de la carrera de geología y la población en general.

5. Objetivos

5.1. Objetivo General:

- ❖ Elaborar una cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000.

5.2. Objetivos Específicos:

- ❖ Delimitar y caracterizar la litología del sector minero “El Chiquero” - Bonanza.
- ❖ Determinar cómo se comportan las principales estructuras presentes en el sector minero “El Chiquero” – Bonanza.
- ❖ Realizar un análisis petrográfico para describir las unidades litológicas que caracterizan el área de estudio.
- ❖ Proponer columna estratigráfica del área de estudio.

6. Localización del Área de Estudio

Bonanza es una ciudad de la Región Autónoma Costa Caribe Norte en la República de Nicaragua, limita al Norte con el municipio de Waspán, al Sur con el municipio de Siuna, al Este con el municipio de Rosita y al Oeste con el municipio de San José de Bocay. Se ubica en las coordenadas UTM 760204 Este y 1552217 Norte, tiene una extensión territorial de 2,039 Km². La cabecera municipal está ubicada a 410 kilómetros de la capital de Managua, y a 170 kilómetros de la ciudad de Puerto Cabezas. En integración con los municipios de Rosita y Siuna conforman lo que en la actualidad se conoce como el Triángulo Minero de la RACCN. (Observatorio URACCAN, 2016)

El área de estudio “El Chiquero” se encuentra en el sector Sureste de Bonanza (*figura 1*) cubre un área de 1.43 km², pertenece a la hoja topográfica Bonanza 3258-II escala 1: 50,000 en el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM zona 16N. (*tabla 1*).

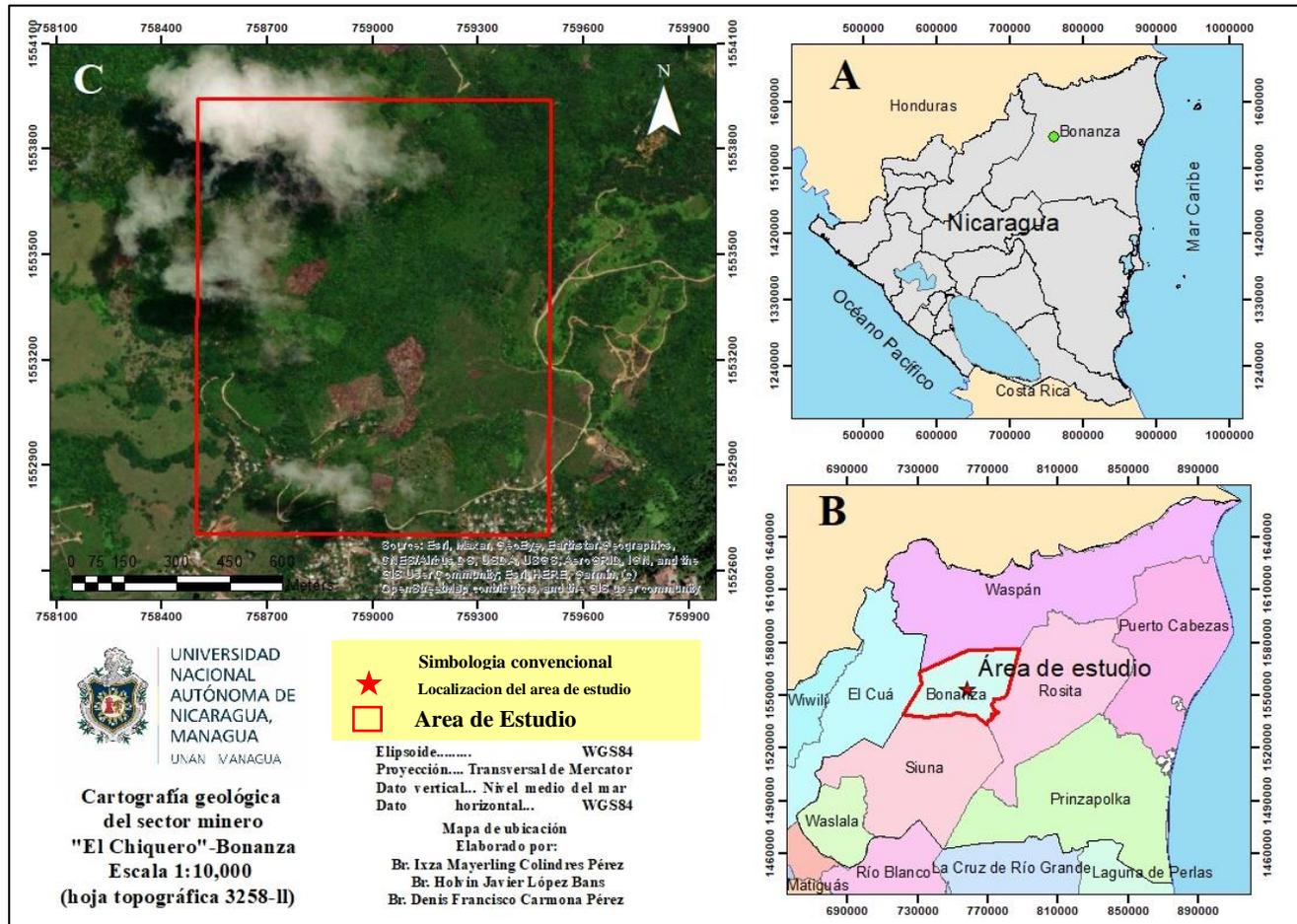
Tabla 1. Vértices del área de estudio.

Vértices del área de estudio.	N° vértices	Este	Norte
	1	758571.712	1554053.505
	2	759562.313	1554053.505
	3	759562.313	1552743.371
	4	758571.712	1552743.371

Fuente: Elaboración propia.

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000 (hoja topográfica 3258-II)

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.



A) Mapa de Nicaragua y sus departamentos. B) Mapa de la Región Autónoma Costa Caribe Norte. C) Mapa del área de estudio.

Br. Ixza Mayerling Colindres Pérez.
 Br. Dennis Francisco Carmona Pérez.
 Br. Holvin Javier López Bans.

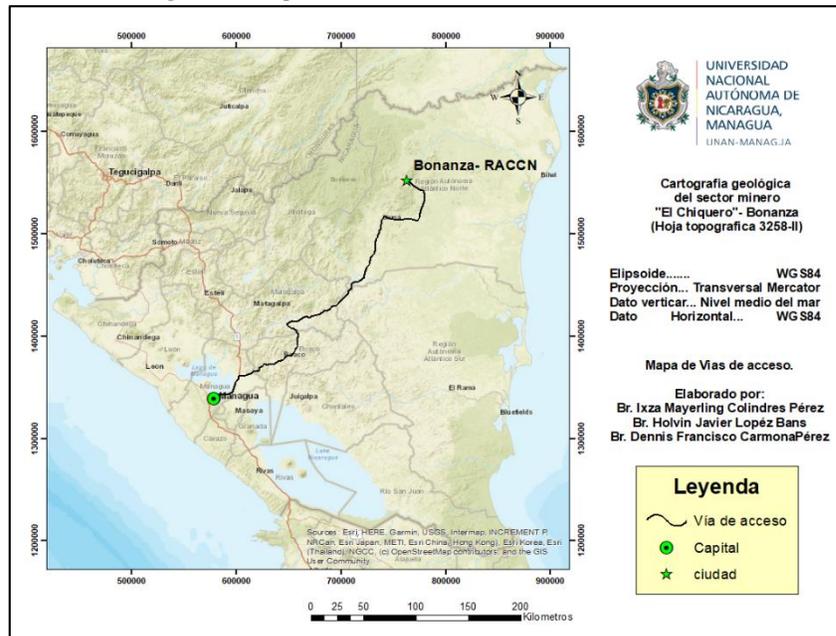
Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000 (hoja topográfica 3258-II)

6.1. Vías de Acceso

La ciudad de Bonanza se encuentra a 410 km de la capital Managua (*figura 2*) y se puede llegar por vía aérea mediante la aerolínea La Costeña o vía terrestre a través de la carretera Panamericana NIC-1 hasta San Benito, luego tomamos la carretera NIC-7 hasta el empalme de Boaco, procediendo a la carretera NIC-9 hasta la ciudad MUY MUY, ahí se toma la carretera NIC-21 hasta Rio Blanco, donde se procede a tomar la carretera NIC-21B hasta la ciudad de Rosita, donde se procede a tomar la carretera NIC-30 para llegar a la Ciudad Bonanza.

De la Ciudad salen además carreteras secundarias de todo tiempo, balastre, hacia las comunidades de Vesubio (19 Km), Sakalwas (10 Km) y Panamá (12 Km) y una trocha de 2 Km que llega al Barrio Concha Urrutia, para vehículos livianos. (Observatorio URACCAN, 2016).

Figura 2. Mapa de vías de acceso al área de estudio.



Acceso a la ciudad de Bonanza, donde se encuentra ubicado el Sector Minero El Chiquero, desde la ciudad de Managua. Fuente: Elaboración propia.

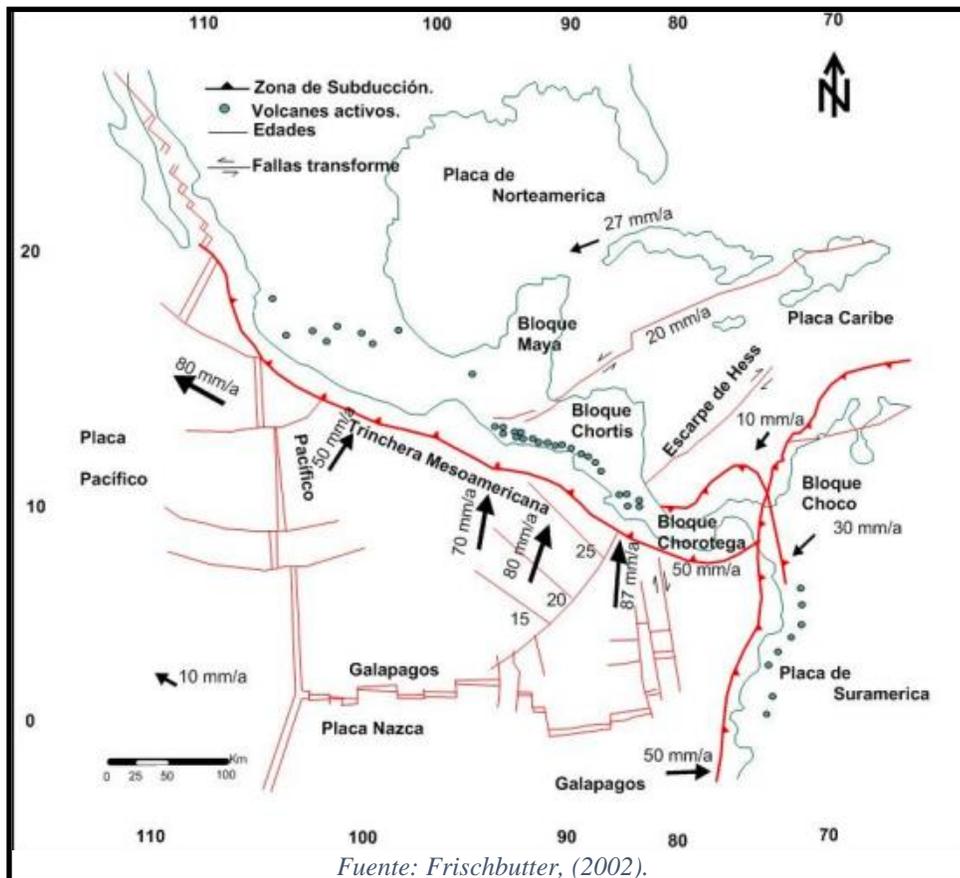
Br. Ixza Mayerling Colindres Pérez.
Br. Dennis Francisco Carmona Pérez.
Br. Holvin Javier López Bans.

7. Marco Teórico

7.1. Marco Geológico de América Central

América Central cubre un área de 500 000 km², se localiza como una delgada franja de territorio que separa el Océano Pacífico del Mar Caribe y que une los grandes terrenos continentales de América del Sur y América del Norte (figura 3). A pesar de su escaso territorio, corresponde con una de las áreas del planeta más activas relacionadas a condiciones geológicas como los terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones y deslizamientos. (Frischbutter, 2002).

Figura 3. Mapa tectónico de América Central



Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000 (hoja topográfica 3258-II)

Esto debido a que es una región tectónicamente compleja debido a que se encuentra en una zona de convergencia de las placas, donde la placa Cocos subduce bajo la placa Caribe a una velocidad promedio de 8 cm/año y con un ángulo aproximado de 80°, esto según (Astrand, 1984).

Desde un punto de vista geológico, América Central presenta una gran geo diversidad, que está controlada por su posición geotectónica. Se encuentra localizada en el frente de un borde convergente destructivo, formado por la subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe. En su extremo Norte se ubica también la placa de Norte América, separada de la placa Caribe por el sistema de fallamiento transcurrente sinistral denominado Polochic Motagua. Además, la presencia de la placa Nazca en el Sur, que está separada de la Caribe por la Zona de Fractura de Panamá (falla transcurrente dextral). (Dengo, 1985).

Dentro de los rasgos geotectónicos más característicos de la región está la faja volcánica del Cuaternario, con 1,100 km de longitud, que se extiende desde la frontera México-Guatemala hasta la parte central de Costa Rica, está constituida por 40 volcanes mayores lo que representa una gran densidad de volcanes por unidad de distancia, con un “gap” de 175 km entre el volcán Turrialba en Costa Rica, hasta el volcán Barú en Panamá (Bundschuh, 2007), lo cual es una consecuencia de la subducción del levantamiento de Coco. La cual se desplaza hacia la fosa Mesoamericana a una velocidad de 6,5 cm por año. Esta placa forma dos importantes levantamientos o cordilleras oceánicas que son el levantamiento de Tehuantepec delante de México y el del Coco. El Levantamiento del Coco representa una morfología submarina positiva de 2 km de altura, que se ha levantado del fondo marino presumiblemente por acción del punto caliente de Galápagos (Kussmaul, 2012).

7.2. Ambiente Tectónico de Nicaragua.

La estructura cortical de Nicaragua está caracterizada por dos bloques tectónicos alóctonos (Case, 1984), denominados: bloque Chortis y bloque Chorotega. El bloque Chortis

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

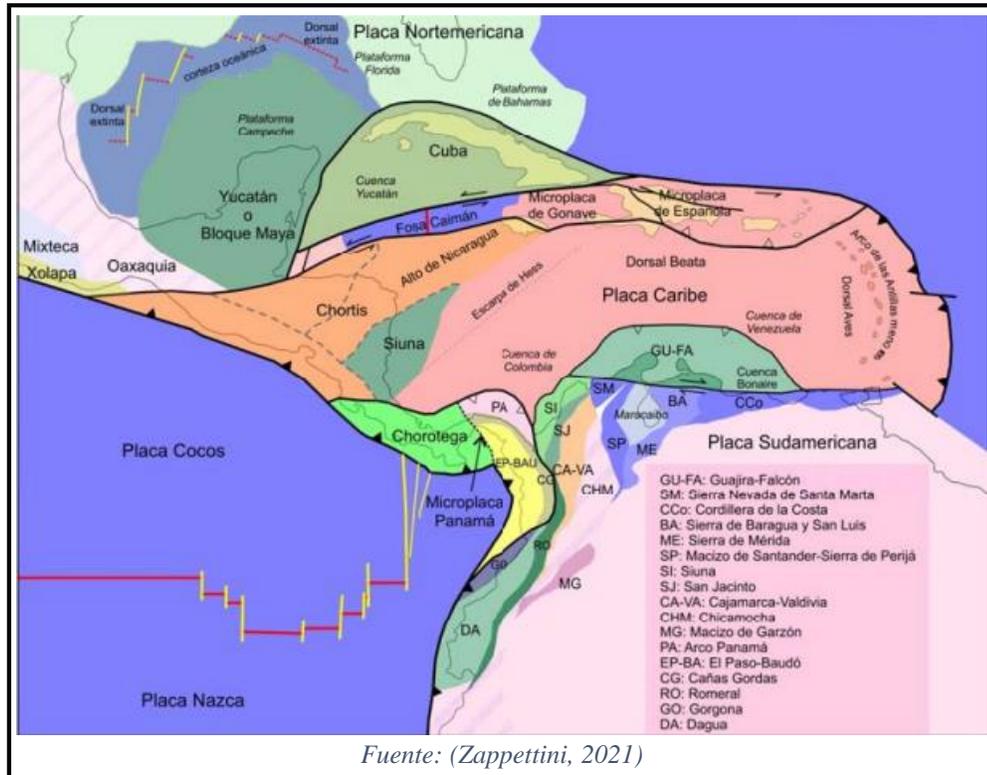
es limitado al Norte por la zona de falla sinistral Motagua Polochic, comprende el Sur de Guatemala, Honduras y el Norte de Nicaragua. Este bloque posee corteza continental Pre-Mesozoica y en la región del norte de Nicaragua, está formado por un basamento Paleozoico de rocas metamórficas cristalinas de bajo grado (Weinberg, 1990).

El bloque Chorotega, está constituido por un basamento oceánico del Cretácico, con espesores de sedimentos marinos y volcánicos depositados durante el Terciario; se extiende desde el sur de Nicaragua hasta el norte de Panamá (Associates, 1998). Se ha postulado que la Falla Hess de movimiento lateral derecho, marca el límite entre los bloques Chortis y Chorotega dentro del mar Caribe (Dengo, 1985). Actualmente existe la teoría propuesta por (Venable, 1994) sobre la existencia de un microbloque compuesto por basamento oceánico denominado “Microbloque Siuna”; compuesto por limo-estratos sedimentarios, roca volcánica intermedia, serpentinita y acumulaciones ultramáficas originadas en el Cretáceo Superior-inferior; el terreno está invadido por diques intermedios y plutones datados de 75 a 60 millones de años, y está cortado por fallas de deslizamiento. Los estratos volcánicos y sedimentarios del microbloque Siuna probablemente se formaron en un ambiente volcánico del Cretácico Inferior; albergando ocurrencia de sulfuros masivos volcanogénicos de Zn-Cu-Au y un skarn de Au-Cu (Mina Siuna), así como varios prospectos de Au. Los cuerpos de serpentinita albergan cromita podiforme y ocurrencias de Au diseminadas. (Venable, 1994).

El microbloque Siuna es diferente del Bloque Chortis y se pudo haber formado lejos de él. La evidencia hasta la fecha indica metamorfismo de bajo grado. El basamento continental del bloque Chortis no se extiende por debajo del área de Siuna. Evidencia isotópica, así como presencia de fragmentos de corteza oceánica (serpentinita y acumulaciones ultramáficas), indican que el microbloque Siuna representa un fragmento subyacente por corteza oceánica, acumulada al bloque Chortis en el Cretácico Superior; puede que originalmente haya sido parte del Arco de las Antillas Mayores (Venable, 1994) (*figura 4*).

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000 (hoja topográfica 3258-II)

Figura 4. Mapa de elementos tectónicos de América Central y El Caribe.



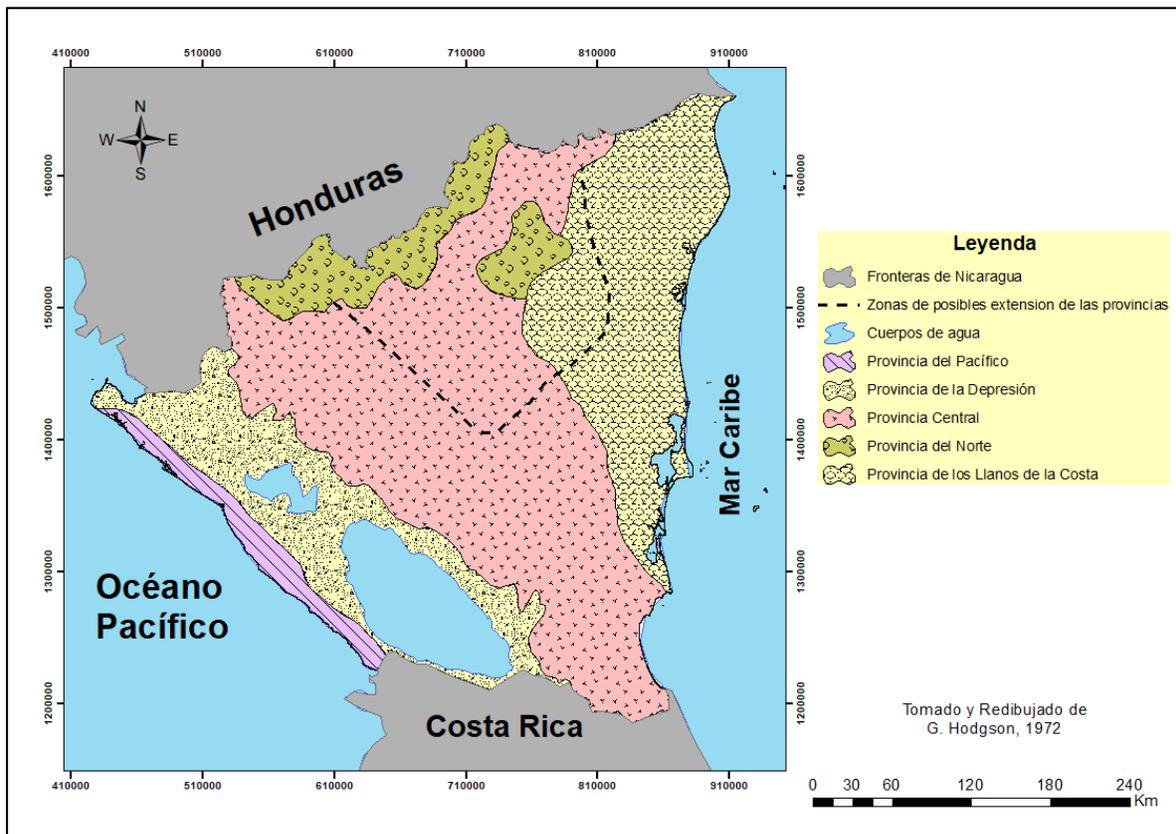
7.3. Geología Regional de Nicaragua

La geología de Nicaragua está segmentada por provincias geológicas partiendo de sus atributos tanto morfológicos como estructurales, así como de su diferente composición litológica. Un estudio realizado por (McBirney, 1965) dividen a Nicaragua en cuatro Provincias Geológicas; posteriormente (Hodgson G. , 1976) agrega una provincia, quedando dividido el territorio nicaragüense oficialmente en cinco Provincias Geológicas (figura 5):

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

- ❖ Provincia de la Costa de Pacífico.
- ❖ Provincia de la Depresión de Nicaragua o Graben de Nicaragua.
- ❖ Provincia Central.
- ❖ Provincia del Norte.
- ❖ Provincia de los Llanos de la Costa Atlántica.

Figura 5. Mapa de Provincias Geológicas de Nicaragua.



Tomado y Redibujado de (Hodgson G. , 1977).

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Estas provincias se describen brevemente a continuación:

7.3.1. Provincia de la Costa del Pacífico

Esta se caracteriza en gran parte por poseer una cuenca de sedimentación llamada Cuenca Sandino ubicada en el antearco del Pacífico, entre el Arco Volcánico activo y la Fosa Mesoamericana; litológicamente se caracteriza por sedimentos de edad Cretácico con aporte de material volcánico, las rocas predominantes de esta provincia son las calizas, areniscas, lutitas y limolitas (Hodgson G. , 2000).

7.3.2. Provincia de la Depresión o Graben de Nicaragua

Ésta provincia abarca todos los materiales y sucesiones de rocas que se encuentran en el graben de Nicaragua. Está compuesta por rocas volcánicas y sedimentos de edad Cuaternaria a reciente, se trata de una estructura regional que se encuentra paralela a la zona de subducción, dentro de esta provincia se encuentran la Cadena Volcánica Cuaternaria, los lagos Cocibolca y Xolotlán, así como el Graben nicaragüense (Hodgson G. , 2000).

El origen de esta depresión se atribuye a esfuerzos tensionales ocasionados por la subducción de la placa Coco sobre la placa del Caribe, originando la formación de la Cadena Volcánica activa del Cuaternario (Hodgson G. , 2000).

7.3.3. Provincia Central

Esta provincia está constituida principalmente por rocas volcánicas Terciarias, incluyendo una serie de unidades sedimentarias epiclásticas y piroclásticas. Las rocas volcánicas Terciarias de esta provincia han sido divididas en dos grupos: Grupo Coyol, formado por extensos depósitos de lavas e ignimbritas; y, grupo Matagalpa, de composición andesítica y dacíticas. Geomorfológicamente esta provincia presenta un relieve fuertemente

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

accidentado resultado de un sistema de fracturas denso y complejo. Las formas de relieves predominantes son altiplanicies, mesas, cuestras, cordilleras, serranías, colinas aisladas, terrenos montañosos quebrados moderadamente hasta muy escapados. (Hodgson G. , 2000).

7.3.4. *Provincia del Norte*

Se caracteriza por poseer las rocas más antiguas de Nicaragua, está definida por la abundancia de rocas metamórficas segadas por intrusivos de composición básica a ácidas. Tiene unidades del Paleozoico y Mesozoico, siendo estas de origen metamórfico conocidas con el nombre de esquistos de Nueva Segovia. La geomorfología de ésta provincia está representada por relieve montañoso de mayor elevación en Nicaragua conocido como Cordillera de Dipilto, cerros en conos y domos que son característicos de rocas metamórficas e intrusivas. (Hodgson G. , 2000).

7.3.5. *Provincia de los Llanos de la Costa Atlántica*

Ésta engloba la Cuenca Mosquitia, los Llanos de la Costa Caribe y la Cuenca Atlántica Costera; está compuesta por rocas sedimentarias, rocas volcánicas del terciario y sedimentos aluviales. La geomorfología de esta provincia se caracteriza por una zona relativamente baja, parcialmente ondulada y cubierta por depósitos aluvionales recientes, presenta una serie de 13 barreras costeras en forma de depósitos de dunas bien calibradas, formando lagunas y pantanos. (Hodgson G. , 2000).

El área de estudio se encuentra ubicada en la Ciudad de Bonanza, una de las tres ciudades del Triángulo Minero; que, a su vez, se encuentra dentro de la Provincia Geológica de los Llanos de la Costa Atlántica.

Con la información existente, se ha establecido que la región está gobernada por dos grandes estructuras: a) la parte Este de la plataforma Mesozoica y, b) la Cuenca de la

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Mosquitia. La plataforma Mesozoica cubre la región de las minas, llegando hasta el Oeste de Puerto Cabezas; comprende las rocas sedimentarias del Cretácico que han sido plegadas y falladas, cortadas por rocas intrusivas y Larámicas superpuestas por rocas volcánicas del Terciario; y en el Este está cubierta por rocas sedimentarias recientes.

La cuenca de la Mosquitia, fue formada por la deposición de sedimentos Terciarios provenientes de la erosión de la plataforma Mesozoica y de las montañas de la Provincia Central. La cuenca está superpuesta a la plataforma Mesozoica en el Oeste, en el Sur está en contacto con otra supuesta cuenca compuesta por sedimentos del Terciario y están representadas por: arenisca, lutita y caliza. Estas dos estructuras principales de la Costa Atlántica de Nicaragua son las responsables, por lo menos en la zona Norte de la gran riqueza del subsuelo. (Hodgson, 1979).

Los plegamientos de las rocas son amplios, en el Este rumban Noroeste y Este-Oeste; en el Oeste rumban Noreste y Suroeste. La prolongación Este del eje de cambio de rumbo de la estructura (de Noroeste a Noreste); parece que fue por el control de la distribución de las intrusivas plutónicas de la región, aunque el alineamiento y orientación de las mismas es también paralela a la dirección Noreste-Suroeste de la falla Isabelia. Las vetas mineralizadas de la ciudad de Bonanza están claramente relacionadas con la orientación Noreste-Suroeste de la falla Isabelia. (Boyan y Rivera, 1984).

La región minera Noreste de Nicaragua es parte de una unidad metalogénica relacionada con la distribución del volcanismo Terciario. Teniendo por fondo una elevación, en el centro de la cual está situado un masivo intrusivo granitoide, están emplazados el campo aurífero- polimetálico de la ciudad de Bonanza, el campo aurífero de Siuna y el campo aurífero-polimetálico-ferroso de Rosita. (Boyan y Rivera, 1984).

Las rocas del distrito son predominantemente volcánicas y se piensa sean de edad Terciaria (grupo Matagalpa) y Cuaternaria (Burn, 1969). Se encuentran sedimentos

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Cuaternarios en el litoral costero y al Norte y Sur de Bonanza. En la concesión minera de Neptune Gold Mining Company, la única evidencia de roca intrusiva fue reportada por Eimon que una perforación interceptó una brecha intrusiva 3 km al Oeste de Bonanza en el Valle Mulera y se encontraron muestras cerca de la superficie del aeropuerto las cuales fueron de una roca ígnea de granito. (Lehmann, 1982).

Las brechas volcánicas y rocas volcánicas de flujos son de composición predominantemente andesítica. La correlación estratigráfica en las andesitas del distrito no ha tenido éxito debido a la intensa erosión y falta de afloramiento. Según (Burn, 1969), las rocas de flujo incluyen felsita, andesitas con fenocristales de augita, andesitas basálticas-holocristalina y brechas fluidales o flujos autobrechados, estos últimos ocurriendo extensivamente en el área Culebra ubicada al Noreste del grupo Panamá. La alteración propilítica de las rocas encajonantes ha resultado en la formación de epidota y calcita; también son comunes la piritización y las vetillas de cuarzo. La alteración es más intensa en las rocas volcánicas en contactos con los cuerpos minerales. Rocas dioríticas están reportadas en el registro de perforaciones de Neptune en la mina Foundling del grupo Bonanza, y se cree que están genéticamente relacionadas a las volcánicas (Lehmann, 1982).

El distrito Bonanza está separado por fallas post-minerales en tres grupos principales de vetas en las cuales hay un incremento de concentraciones de metales básicos de Noreste a Suroeste. El grupo Bonanza (*figura 5*) está separado del grupo Pioneer al Suroeste por el complejo de fallas Camp Mill y la falla Mulera. Burn (1969) ha calculado que la componente de deslizamiento por la falla Camp Mill, que pasa entre el bloque levantado donde está localizada la veta Bonanza y el bloque de la veta Neptune (creyéndose ser de la misma estructura) está aproximadamente 200 pies. (Lehmann, 1982).

La mineralización en el área consiste en vetas de cuarzo rellenas de fisuras. Burn (1969) afirma que las fisuras mineralizadas tienen movimiento de pre-mineralización a post-

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

mineralización y estos movimientos son predominantemente horizontales y muestran un desplazamiento de leve a moderado (Lehmann, 1982).

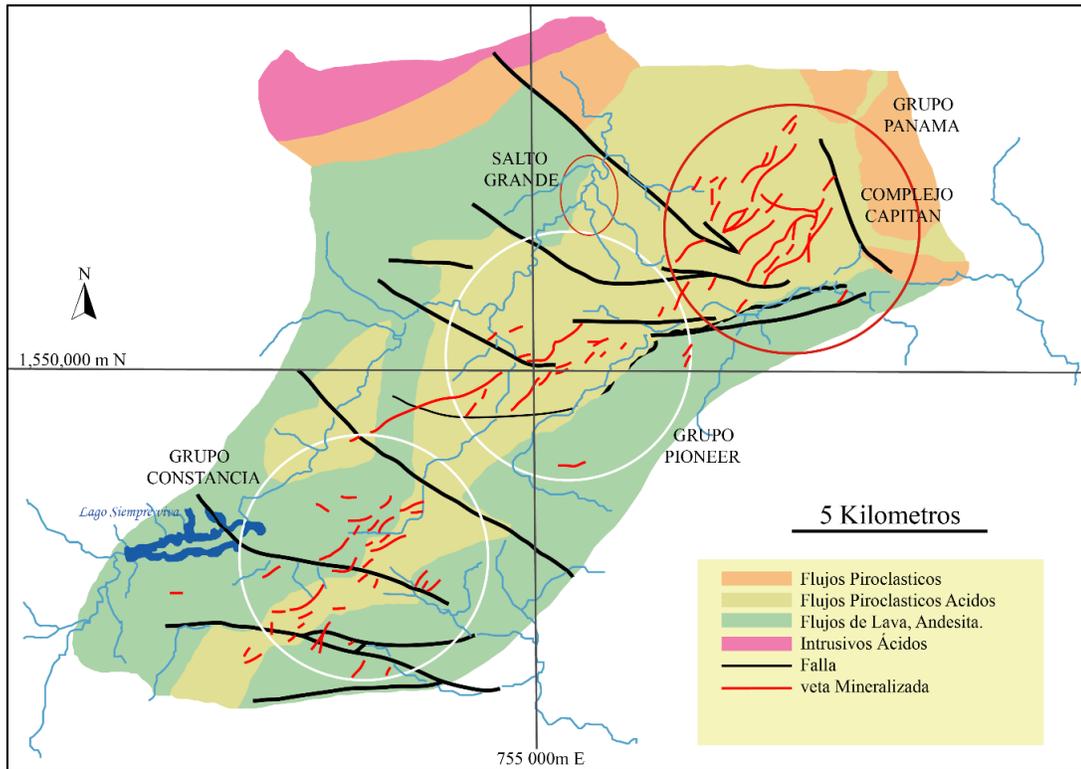
Las vetas pueden ser divididas en dos tipos basándose en la estructura. Las más comunes, las que son las más largas y usualmente más anchas, son las vetas con rumbo Noreste y usualmente buzcan al Noroeste de 55° a 80° . El segundo tipo consiste en brechas más estrechas y menos comunes cuyo rumbo es Noroeste con buzamiento variable usualmente mayores de 65° . La mayoría de estas vetas están en el grupo Bonanza. (Lehmann, 1982).

El distrito minero Bonanza está dividido en tres grupos (*figura 6*), los cuales son:

- ❖ Grupo Bonanza (Actualmente Grupo Panama)
- ❖ Grupo Pioneer
- ❖ Grupo Constancia

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Figura 6. Mapa del distrito minero de la ciudad de Bonanza RACCN.

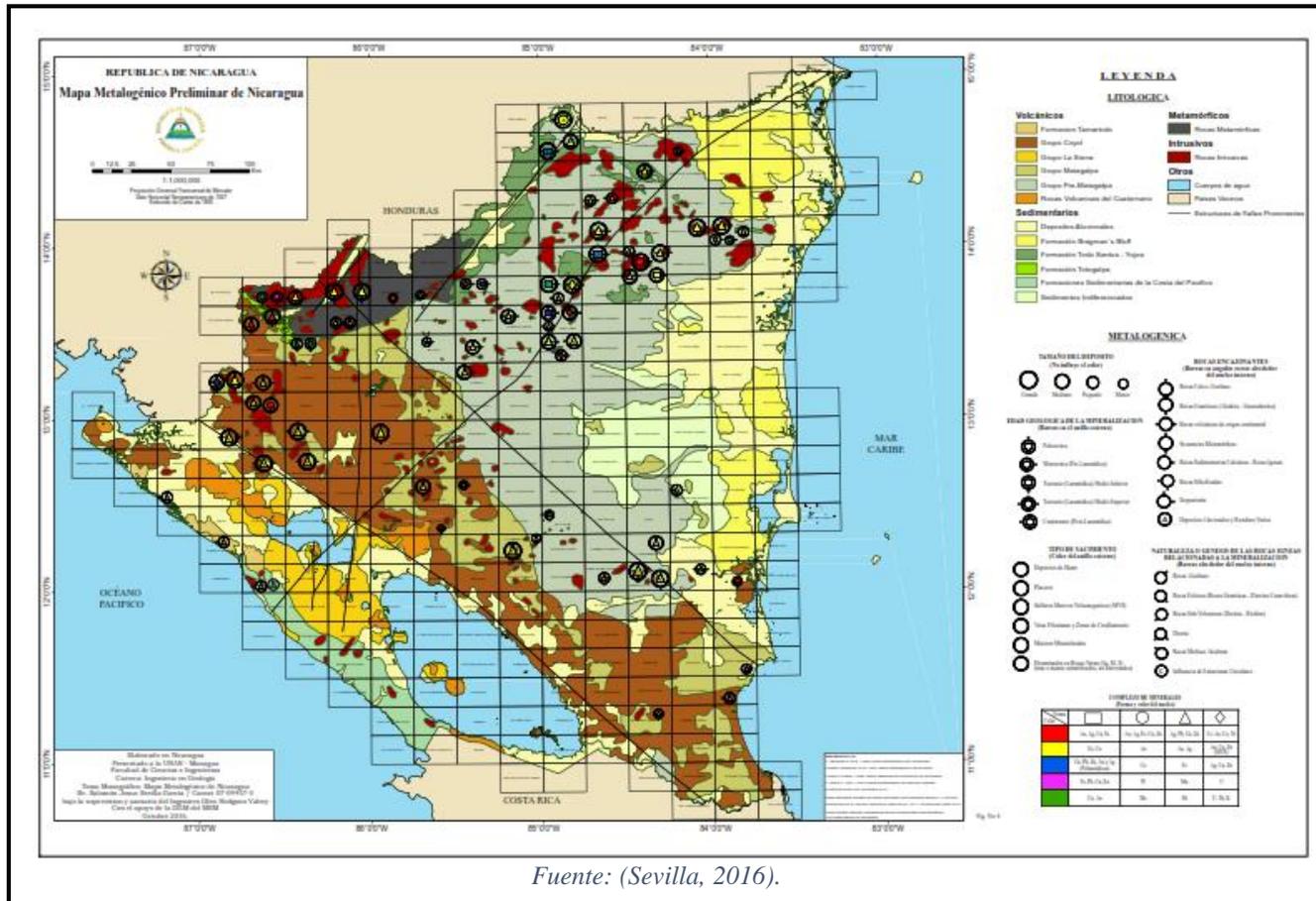


Fuente: (Arengi-M., 2003).

El área de estudio se encuentra dentro del grupo Bonanza, donde las vetas son brechas con relleno de cuarzo; conteniendo fragmentos, de previos rellenos de cuarzo de la veta y de andesita alterada. El cuarzo es predominantemente blanco a gris con menos cantidad de cuarzo clorítico de color verde pálido; la pirita se encuentra en cantidades inferiores al 2%, excepto por abajo del nivel 800 donde el contenido total de sulfuro incrementa e incluye esfalerita, galena y calcopirita. Una secuencia paragenética propuesta por Burn (1969), afirma que el cuarzo de blanco a gris con menores cantidades de clorita y pirita fue la fase principal de la mineralización de oro. La deposición de sulfuro fue seguida por movimiento, brecheo y un flujo de cuarzo blanco masivo. Los últimos componentes son amatista, calcita y rodocrosita penicontemporanea las cuales ocasionalmente llenan cavidades. (Lehmann, 1982)

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000 (hoja topográfica 3258-II)

Figura 7. Mapa metalogénico preliminar de Nicaragua.



Fuente: (Sevilla, 2016).

Br. Ixza Mayerling Colindres Pérez.
Br. Dennis Francisco Carmona Pérez.
Br. Holvin Javier López Bans.

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Durante la elaboración del Mapa Metalogénico de Nicaragua (*figura 7*), se usó como mapa base geológico, el Mapa Geológico de Nicaragua, escala 1:1.000.000, preparado por el Servicio Geológico Nacional en 1971, con ciertas modificaciones en algunas áreas de acuerdo a la cartografía geológica semidetallada del país que ha sido llevada a cabo por la DGM del MEM (Sevilla, 2016).

El mapa presenta la geología regional de Nicaragua, esto incluye los grupos, formaciones geológicas y las estructuras de fallas más prominentes del país, así como también la división en cuadrángulos de los mapas topográficos a escala 1:50.000, con sus respectivos nombres, a fin de representar una mejor idea sobre la localización de cada depósito metálico hasta ahora identificado (Sevilla, 2016).

7.4. Marco Conceptual

En este acápite se presentan algunos conceptos que están relacionados y/o aportan al tema de investigación, los cuales son los siguientes:

La **geología** es la ciencia que se encarga de comprender la tierra a través del estudio de la geología física y la geología histórica, que estudian los materiales que componen la tierra y la histórica y se enfoca en el origen y la evolución que pasa la tierra a lo largo de los años. (Tarbuck, 2005).

De acuerdo a los objetivos planteados, se toma en cuenta también la **geología estructural**, la cual “es una rama de la geología que estudia las particularidades de las estructuras de la corteza terrestre relacionadas con los procesos mecánicos internos, movimientos y deformaciones que en ella tiene lugar”. (Belousov, 1979).

Por medio de la **cartografía geológica**, como una herramienta utilizada a lo largo de los años en investigación y exploración geológica se espera entender la relación de espacio-tiempo de las estructuras y cuerpos rocosos existentes en el área de estudio (Silva Romo, 2016). En el área también se estudian los minerales. Iriondo (2016), menciona que se denomina **mineral** a toda sustancia inorgánica originada por procesos naturales de la corteza terrestre, con propiedades físicas constantes y composición química definida.

Como base importante en la investigación se toma en cuenta la petrología y petrografía del área, donde Best (2003); describe **petrología** como subdisciplina de la geología, la petrología es una ciencia que busca comprender la naturaleza de las rocas y su origen. Basándose en los procesos de formación de rocas en sistemas geológicos dinámicos, son registrados en el producto de roca observable: sus relaciones de campo, tejido y composición. Los petrólogos abordan la correspondencia de causa-efecto, proceso-producto de la manera opuesta, creando

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000 (hoja topográfica 3258-II)

modelos o haciendo experimentos que simulan formación de rocas, o petrológicos, sistemas y luego hacer comparaciones con propiedades de rocas reales. Best, (2003).

Así mismo la **petrografía** se define como la ciencia de describir y clasificar rocas. Se basa en gran medida en las observaciones realizadas con el microscopio petrográfico, pero las observaciones en el afloramiento y con la lupa también son importantes. Best, (2003)

Una **descripción petrográfica** de una roca implica primero la identificación del mineral y, cuando sea posible, la determinación de sus composiciones. Se notan las relaciones de textura entre los granos, ya que estos no solo ayudan en la roca. Luego, la roca se clasifica sobre la base de los porcentajes de volumen de los diversos minerales formadores de rocas. (Philpotts, 1989).

Para realizar una mejor descripción de las **secciones delgadas**, se debe de realizar una descripción macroscópica para asignar un nombre de campo a la roca, posteriormente se procede a realizar la descripción microscópica de la sección delgada. (Harold, 2011)

Otro parámetro importante en la que se enfocará la investigación es en la **deformación**, la cual (Tarbuck, 2005); refieren como un término general que se refiere a todos los cambios que sufre la corteza terrestre tales como cambio de tamaño, forma, orientación o posición de una masa rocosa.

Para lograr identificar las deformaciones en una masa rocosa se auxilia de los esfuerzos que es la cantidad de fuerza aplicada sobre un área determinada. La magnitud del esfuerzo no es simplemente una función de la cantidad de fuerza aplicada, sino que también está relacionada con el área sobre la que la fuerza actúa (Tarbuck, 2005).

Es importante también reconocer los **tipos de esfuerzos** en nuestra área lo cual se describe que toda deformación de un cuerpo sólido implica cambios de forma o de volumen; en. Este sentido se puede considerar. Cinco tipos fundamentales de deformación: expansión consiste cuando se generan esfuerzos de extensión sobre la corteza terrestre, compresión: es

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

cuando se comprime un cuerpo rocoso por fuerzas dirigidas unas contra otras, tensión: fuerzas que actúan a lo largo del mismo perfil pero en dirección opuesta, flexión: cuando debido a los esfuerzos se pliegan las capas del suelo, cizalla: es en el cual actúan las fuerzas de manera paralela pero en direcciones opuestas generándose un desplazamiento a lo largos de los planos (García, 1985).

Flujo de lava de composición andesítica: Presentan coloración que varía de gris claro a gris oscuro con textura porfirítica a afanítica con algunos fenocristales de plagioclasas, también suelen presentar escasos fenocristales de cuarzo incluidos en una matriz microlítica o vítrea. (García, 2011).

Andesita: La andesita es una roca de origen volcánico de color gris claro de grano fino. La andesita muestra frecuentemente una textura porfídica, cuando éste es el caso, los fenocristales suelen ser cristales claros y rectangulares de plagioclasa, también presentan cantidades pequeñas de cuarzo. (Tarbuck, 2005).

Alteración hidrotermal: es la transformación de facies minerales, crecimiento de nuevos minerales, disolución de minerales y / o precipitación, y reacciones de intercambio iónico entre los minerales constituyentes de una roca y el fluido caliente (agua, vapor o gas) que circula por la misma; donde la composición litológica tiene influencia en la mineralogía secundaria. (Castro, 2012).

Alteración propilítica: es un término que se emplea para describir las rocas volcánicas alteradas, esta alteración se caracteriza por la adición de H₂O y CO₂, y localmente Azufre (S), los minerales típicos son epidota, clorita, carbonatos, albita, feldespato potásico y pirita. La alteración propilítica tiende a ser más profunda o penetrante hacia las zonas internas de un depósito. (Montoya, 2016).

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Alteración fílica (sericita): se tipifica por la asociación cuarzo-sericita-pirita (CSP); es uno de los tipos más comunes y está presente en casi todos los depósitos hidrotermales, desde los sulfuros masivos volcanogénicos hasta vetas de cuarzo auríferas. (Montoya, 2016).

Alteración argílica: se caracteriza por la formación de minerales arcilloso debido al intenso metasomatismo (lixiviación acida) a temperaturas entre 100° C y 300° C. esta alteración graduada internamente dentro de zonas fílicas, mientras que al exterior se pierde dentro del terreno propilítica. Los minerales arcillosos reemplazan principalmente a las plagioclasas y los silicatos máficos (Hornblenda, biotita). (Montoya, 2016).

Textura de los cuarzos (*anexo I*):

Textura crustiforme: crustificación bandeada, las bandas se suelen desarrollar simétricamente a partir de los hastiales la textura crustiforme puede ser transicional por el aumento de la cristalinidad. (Demostier. A).

Textura escarapela: también denominada cockade es unas de las más típicas texturas de relleno hidrotermal y suelen estar asociadas a brechas. Estas presentan varias bandas concéntricas de cuarzo cristalino de diferente textura. (Demostier. A).

Textura sacaroide: se reconoce por su aspecto homogéneo, de grano muy fino, con aspecto y hialino grisáceo o lechoso que das a la muestra una apariencia de azúcar. (Demostier. A).

Estructuras mineralizadas: se forman a partir de la circulación de fluidos alojados en rocas volcánicas o volcano-sediementarios, donde estas se mueven a través de rocas porosas y permeables, también por fracturas o fallas, donde estas funcionan como vías o zonas de tránsito para los fluidos mineralizantes, creando así depósitos de menas o vetas por falla. (Macharé, 2016).

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Fórmula para cálculo de porcentaje mineral en lámina delgada (BioloGeo, 2018)

$$\%calulado = \frac{estimacion\ visual * 100\%mineral}{total\ \% \ visual}$$

$$\%Qtz = \frac{Qz\ estimacion\ visual * 100\%mineral}{total\ \% \ visual}$$

8. Diseño Metodológico.

8.1 Enfoque de la Investigación

El enfoque de la presente investigación es mixto. Debido a que se emplearán métodos cualitativos y cuantitativos, cualitativa ya que se describirán las unidades litológicas presentes en el área, y cuantitativa porque se tomarán medidas de estructurales de los afloramientos tales como rumbo y buzamiento; de las cuales se obtendrá la dirección preferencial de fracturas y fallas empleando software para diagrama de roseta (Dips).

8.2 Tipo de estudio

El tipo de estudio empleado es descriptivo, puesto que se realizará una caracterización de los datos obtenidos en campo; se describirán y detallarán los fenómenos y situaciones geológicas presentes en el área de estudio; cómo son y cómo se manifiestan.

8.3 Área de Estudio

La investigación se realizará en el sector minero “El Chiquero”, ciudad de Bonanza, Región Autónoma Costa Caribe Norte, Nicaragua.

8.4 Universo y Muestra

El universo de la presente investigación es la geología del sector minero “El Chiquero”, y la muestra corresponde a las litologías presentes en el área y a los datos estructurales tales como: rumbos, buzamientos, fallas y fracturas.

8.5 Variable y Operacionalización de la Variable

Tabla 2. Operacionalización de la variable.

Objetivo específico	Variable conceptual	Sub variables o dimensiones	Variable operativa o indicador	Técnicas de recolección de información
1. Describir la litología del sector minero “El Chiquero” - Bonanza.	Litología	Tipo de roca Color Textura espesores	Caracterización litológica de los afloramientos.	Libreta de campo
2. Determinar de qué manera se comportan las principales estructuras presentes en el sector minero “El Chiquero”-Bonanza.	Zonas de deformación y estructuras geológicas	Fracturas Fallas Vetas	Análisis estructural	Ficha de campo
3. Realizar un análisis petrográfico de muestras tomadas del área de estudio.	Análisis petrográfico	Tipos de minerales Propiedades de los minerales	Análisis microscópico	Tabla de propiedades de minerales Diagrama de Streckeisen
4. Proponer columna estratigráfica del área de estudio	Columna Estratigráfica	Tipos de rocas	Análisis espacial	Libreta de campo y software strater.

Fuente: Elaboración propia

9. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos e información.

La metodología empleada para la elaboración de este estudio se realizará en tres etapas principales, las cuales se describen a continuación.

9.1. Trabajo de Gabinete

Para obtener un conocimiento general de la geología y geografía, se realizó una descripción, recopilación y análisis de informes técnicos; estudios de las zonas aledañas y boletines geológicos, así como la obtención de material geológico, perfiles o cortes, columnas estratigráficas y análisis petrográficos y químicos, mapas topográficos que se necesitaran para realizar la etapa de campo.

El mapa topográfico de Bonanza a escala 1: 50,000 (hoja topográfica 3258-II) que fue emitido por INETER en el año 1989, se utilizó para saber el comportamiento de las curvas de nivel e identificar el tipo de relieve que tenemos en nuestra área de estudio, de igual manera se generaron las curvas de nivel, que se encuentran dentro del área, cada 2 metros facilitadas por el Ingeniero Geólogo José Blandón; para realizar un modelo digital del terreno (DEM), el cual nos ayudará a cuantificar las características de la superficie del suelo, por medio del programa ArcGIS 10.5, Dips 7.0, Strater 5.0 y Adobe Illustrator; el que posteriormente servirá de base para el mapa geológico que se espera obtener una vez finalizada la investigación.

Ésta etapa consistió en la recopilación de las diferentes fuentes de información del área, tales como la información general de la topografía y localización geográfica de las observaciones que se realizaron en el campo para correlación de algunas estructuras que posteriormente se plasmaron en el mapa topográfico a escala 1: 10,000.

9.2. Trabajo de Campo

En esta etapa, se realizó un reconocimiento general con la ayuda de la hoja topográfica 3258-II y GPS para localización de afloramientos (*anexo 2*), donde se procedió al levantamiento geológico, toma de coordenadas, rumbos con ayuda de la brújula, dibujar esquemas, descripción geológica y fotografías del afloramiento. Se recolectaron muestras de las rocas aflorantes con ayuda de la piqueta, mazos y barras artesanales, en donde se procedió a la descripción de cada muestra de mano obtenida en campo y finalmente la elaboración de una base de datos donde se resume la información levantada. (*anexo 3*). Posteriormente se realizó un mapa con los puntos de control levantados en esta etapa (*anexo 4*).

Así mismo, se analizó cada una de las muestras obtenidas macroscópicamente para conocer los minerales que la componen, tamaño de clastos, grado de alteración y fracturamiento, para posteriormente definir las unidades litológicas, seleccionando las muestras más representativas de los afloramientos que se enviaron a laboratorio, para realizar secciones delgadas en el laboratorio del IGG-CIGEO, y posteriormente, realizar un análisis petrográfico y cuantificar el porcentaje de minerales primarios y secundarios presentes en las muestras mediante las cartas de estimación visual de minerales (*anexo 5*).

En el ámbito estructural, se plasmaron las mediciones de las características de las rocas, como: rumbo, buzamiento y desplazamientos en las estructuras geológicas, como: fallas, fracturas y lineamientos; para identificar los principales esfuerzos de deformación. Estos datos fueron de utilidad para realizar un análisis de dirección de esfuerzos por medio de rosetas utilizando el software Dips 7.0.

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000 (hoja topográfica 3258-II)

9.2.1. Materiales que se Utilizaron en Campo:

Los instrumentos que se utilizaron para el trabajo de campo son (tabla 3):

Tabla 3. Instrumentos de campo.

Instrumento		
Piqueta	Lápices	Ácido clorhídrico (10 %)
Maso de 10 lb	Libreta de campo	Cinta métrica
Barra	Ficha para muestra	Lápices de colores
Machete	Brújula	Mapa topográfico a Esc. 1: 50,000
Lupa	GPS	

Fuente: Elaboración propia.

9.3. Análisis e Interpretación de los Datos de Campo

Los datos obtenidos en campo permitieron analizar e interpretar la información de los diferentes tipos de formaciones geológicas existentes, al igual que sus parámetros estructurales para así describir las estructuras y delimitar contactos geológicos.

Los datos obtenidos del campo ya definidos tales como estructuras y litologías se digitalizaron con la ayuda del software ArcGIS 10.5, para la elaboración del mapa geológico a escala 1: 10,000 y finalmente con toda la información procesada y analizada se procedió a realizar la digitalización en el software, Dips 7.0, Adobe Illustrator y Strater 5.0.

Las muestras obtenidas en campo fueron analizadas a través de secciones delgadas en un microscopio petrográfico donde las clasificamos según su textura, matriz y composición mineralógica, ayudándonos a determinar la composición de la roca concentrándonos principalmente en la naturaleza y origen.

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Las tres láminas delgadas que se describieron fueron distribuidas, en el siguiente acápite, en dependencia de su contenido, es decir; se utilizó para reforzar la existencia de una unidad litológica y además reforzar el contenido mineralógico de los cuerpos mineralizados encontrados en el área de estudio. Éstas dos últimas no se utilizaron para descripción litológica debido a que fueron tomadas de los márgenes de vetas, pero si facilita la comprensión del tipo de alteración existente en el área.

10. Discusión e Interpretación de los Resultados.

En este acápite se abordan los resultados de la investigación de campo una vez que ya se han procesado los resultados, haciendo su debida interpretación. Éste se divide en tres sub-acápites que abordan la litoestratigrafía y la geología estructural del área de estudio; de igual manera, tanto la litología como las estructuras mineralizadas presentes en el área están reforzadas por el análisis de láminas delgadas.

10.1. Geología y estructuras

El área de estudio se encuentra dentro de la Provincia de los Llanos de la Costa Atlántica y se caracteriza por ser un ambiente alterado hidrotermalmente, correspondiente a rocas volcánicas de edad Terciaria, donde se definen dos unidades litoestratigráficas característica del área.

10.1.1. Litología

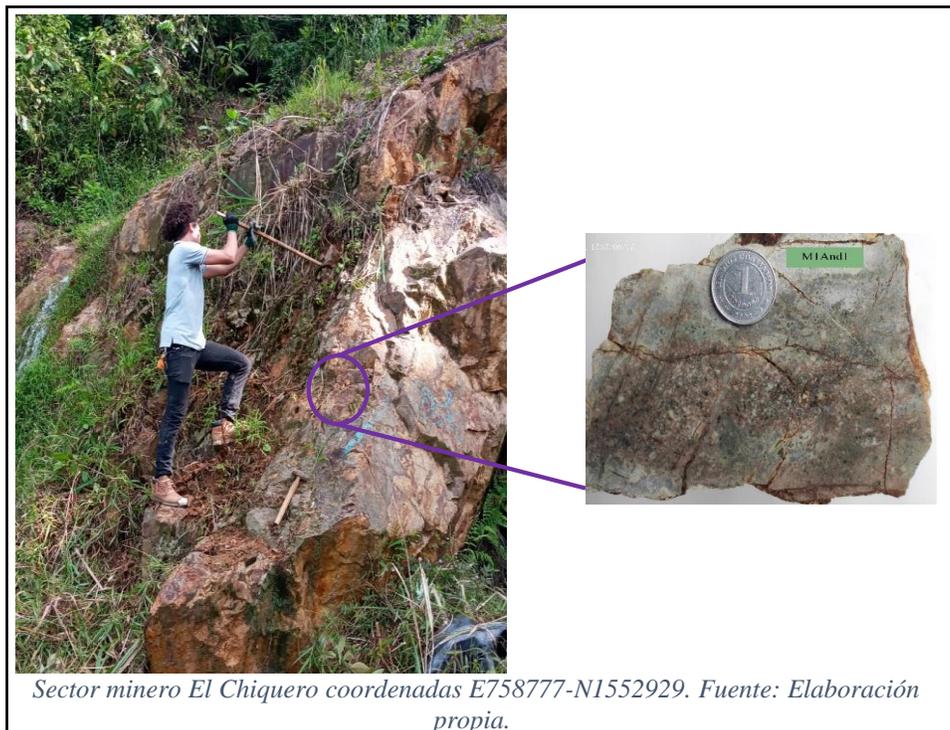
Corresponde a rocas Terciarias de composición andesítica en especial flujos, del Grupo Matagalpa, son rocas huésped de mineralización, especialmente oro (Au) y plata (Ag), análogas de diferentes depósitos minerales en Nicaragua.

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

10.1.1.1. Unidad Flujo de Lava de Composición Andesítica

Esta unidad es un rasgo distintivo del área de estudio, se presenta generalmente en forma de un flujo de composición andesítica de color gris claro a marrón debido a la alteración supérgena de la roca; de textura porfirítica con vetillas de sulfuros oxidados (pirita). Dentro del área podemos encontrar sistemas de vetas emplazándose dentro de la unidad litológica las cuales fueron originadas por fluidos hidrotermales. Las alteraciones predominantes en esta unidad son propilítica, fílica y argílica en diferentes grados de intensidad. (figura 8)

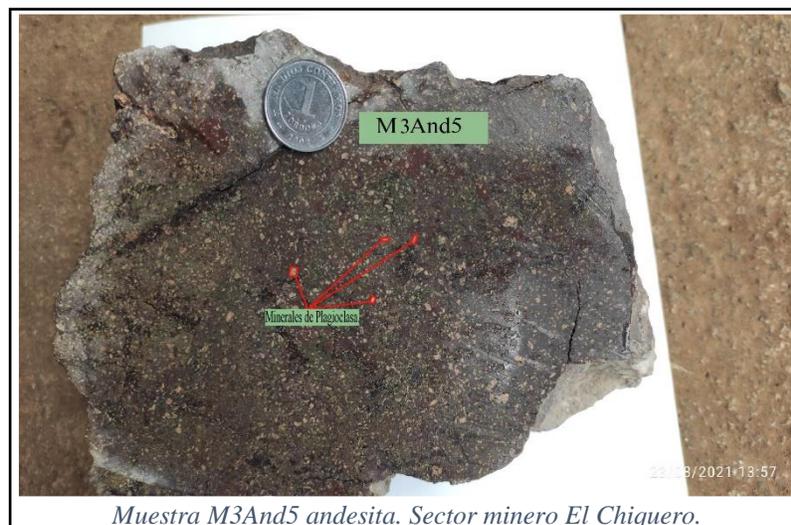
Figura 8. Zona del techo del sistema de vetas.



**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

10.1.1.1.1. Composición Mineralógica: En muestras de mano se observa una roca volcánica de color gris oscuro en muestra fresca, de textura porfirítica, constituida por fenocristales de plagioclasa, cuarzo de forma tabular de tamaño aproximado a 1 mm el cual fue producto de la formación del depósito mineral y alteración de sericita; hialocristalina, de textura micro porfirítica con matriz microlítica fluidal y estructura masiva (figura 9).

Figura 9. Muestra de mano unidad Flujo de lava de composición andesítica.



En sección delgada (figura 10) se observa una matriz microlítica compuesta por cristales de tamaño mayor a 0,1 mm de plagioclasa tabular, hornblendas hipidiomórficas mostrando dirección de flujo y algunos nidos de clorita, sericita y cuarzo (producto del proceso hidrotermal).

La hornblenda se presenta en cristales hipidiomorfos de tamaño mayor a 1 mm en la matriz y de 0,3-1 mm como fenocristales, fuertemente coloreados pleocróicos según x= pardo amarillento y= rojo, relieve moderado. El cuarzo se observa como cristales y agregados muy finos de tamaño aproximado a 0,2 mm en la matriz debido a la alteración hidrotermal.

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

La plagioclasa se presenta como microcristales restringidos a la matriz, subidiomórficos de tamaño mayor o igual a 0,1 mm, se presenta incoloros, presenta relieve mayor. Los minerales opacos se observan como cristales xenomórficos muy finos mostrando segregación por alteración hidrotermal y la sericita como agregados de micas muy finas, incolora, el relieve cambia mediante se gira la platina. Mineral principal de alteración según *tabla 4*.

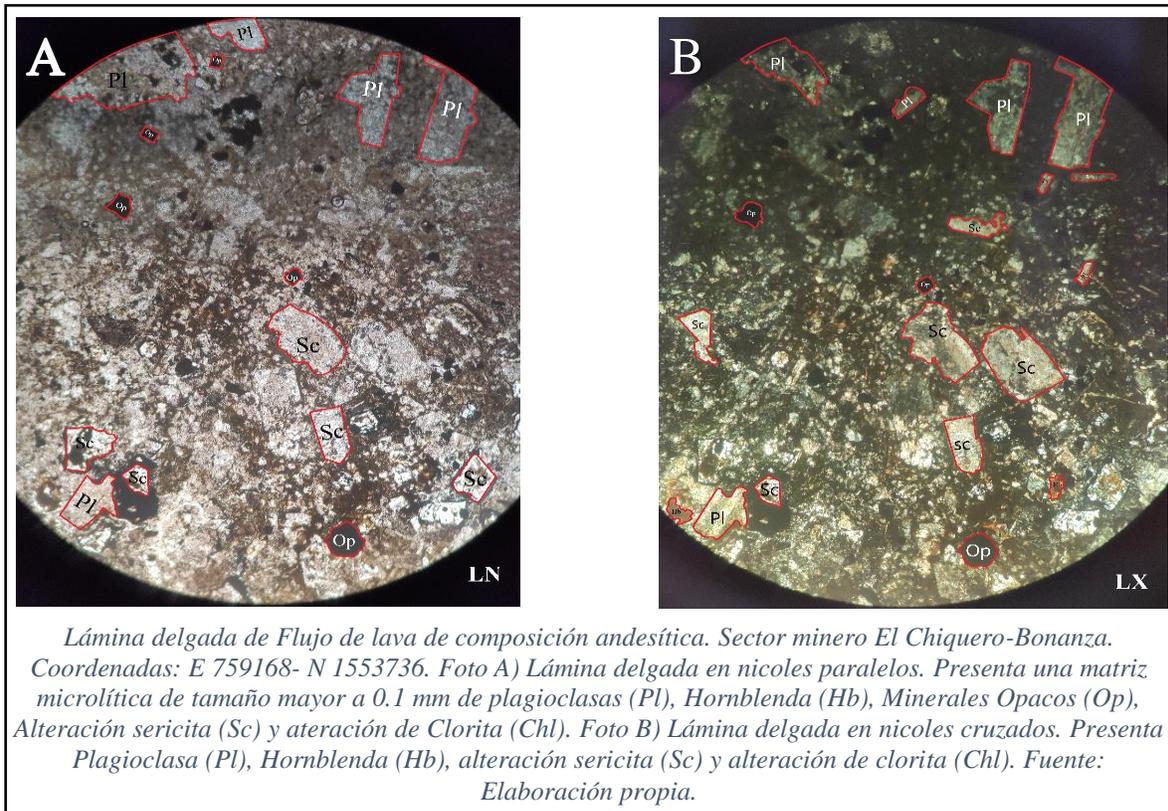
Tabla 4. Porcentaje de minerales presentes en muestra de lámina delgada.

Minerales Principales	%	Minerales Alteración	%
Plagioclasas	25	Sericita	30
Matriz	30	Cuarzo	2.5
Hornblendas	5		
Minerales Secundarios	%		
Opacos	7.5		
Total		100%	

*Muestra M3And5. Sector minero El Chiquero-Bonanza. Coordenadas E 759168- N 1553736. Fuente:
Elaboración propia.*

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Figura 10. Vista microscópica en lámina delgada del punto 5 M3And5 coordenadas E 759168- N 1553736, sector minero El Chiquero-Bonanza.



Análisis mineralógico para estimación de tipo de roca según diagrama de Streckeisen de muestra M3And5.

Tabla 5. Representación de porcentaje visual y cálculo de porcentaje mineral.

Porcentaje de mineral según estimación visual.		Cálculo de porcentaje mineral	
Cuarzo	2.5%	Cuarzo	9.09%
Plagioclasa	25%	Plagioclasa	90.90
Total	27.5%	Total	100%

Muestra M3And5. Sector minero El Chiquero-Bonanza. Coordenadas E 759168- N 1553736. Fuente: Elaboración propia.

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

$$\%Qtz = \frac{Qtz \text{ estimacion visual} * 100\% \text{ mineral}}{\text{total } \% \text{ visual}}$$

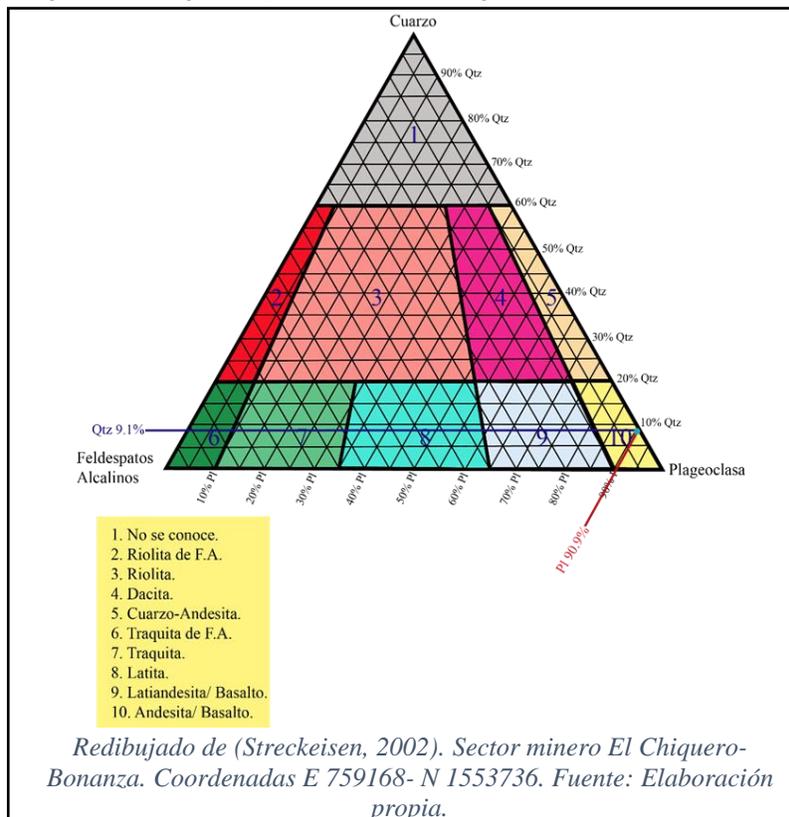
$$\%Qtz = \frac{9.09 * 100\%}{27.5\%} = 9.09\% Qtz$$

$$\%Pl = \frac{Pl \text{ estimacion visual} * 100\% \text{ mineral}}{\text{total } \% \text{ visual}}$$

$$\%Pl = \frac{25 * 100\% \text{ mineral}}{27.5} = 90.90\% Pl$$

En esta muestra se obtuvo un porcentaje estimado de cuarzo de 9.09 y un porcentaje estimado de Plagioclasa de 90.90 el cual al ubicarlo en el Diagrama de Streckeisen nos resulta una roca Andesita (*figura 11*).

Figura 11. Diagrama QAPF de lámina delgada de la muestra M3And5.



**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

10.1.1.2. Sedimentos de Cuencas Aluviales

Esta unidad es originada por la meteorización y transporte de las partes altas del área de estudio, es parte del río que recorre la parte Noroeste del área de composición mineral mayormente cuarzo con agregados líticos de diferentes tamaños y formas, que varían entre 3 a 6 cm, al igual se encontró sedimentos de arena, limo y arcilla en la parte más baja de la cuenca sedimentaria (*figura 12*).

Figura 12. Afloramiento de sedimentos aluviales.



*Sector minero El Chiquero-Bonanza (E758784-N1553876).
Fuente: Elaboración propia.*

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

10.1.2. Descripción litoestratigráfica

De acuerdo a la litología que se encontró en el área de estudio y los datos recolectados se generó una columna litoestratigráfica para el sector minero “El Chiquero”-Bonanza, donde se encuentra aflorando un flujo volcánico (*tabla 6, figura 13*) de composición andesítica de edad Terciaria (Tfa) perteneciente a rocas del grupo Matagalpa Superior;

superpuesto a estas rocas se encuentran unos sedimentos aluvial (*tabla 7, figura 14*) de edad cuaternaria (Qal).

10.1.2.1. Flujos volcánicos de composición andesítica.

Tabla 6. Datos de estación Ch-12.

Estación	Coordenadas UTM WGS84		Descripción
Ch-17	Este	758762	Afloramiento de andesita con alteración propilítica intermedia.
	Norte	1552941	
	Elev	261 m.s.n.m.	

Fuente: Elaboración propia.

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Figura 13. Afloramiento de andesita.



Afloramiento de flujo andesítico de coloración gris-marrón, de textura porfirítica. Este afloramiento contiene minerales de hematita; se observó alteración argílica intermedia y propilítica con oxidación por hematita supérgena y limonita.

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

10.1.2.2. Sedimentos Aluviales.

Tabla 7. Datos de estación Ch-24.

Estación	Coordenadas UTM WGS84		Descripción
Ch-24	Este	758784	Sedimentos aluviales de diferente granulometría.
	Norte	1553876	
	Elev.	210 m.s.n.m.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Foto representativa de sedimentos aluviales.



Foto representativa de sedimentos Aluviales de composición mineral mayormente cuarzo con agregados líticos de diferentes tamaños y formas, que varían entre 3 a 6 cm, al igual se encontró sedimentos de arena, limo y arcilla en la parte más baja de la cuenca sedimentaria.

10.1.2.3. Columna litoestratigráfica.

Tabla 8. Descripción de columna litoestratigráfica.

Eón	Era	Periodo	Época	Formación Unidad	Litología	Espesor (m)	Descripción
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Cuencas aluviales		2.7 m	Qal: Cuaternario sedimentos aluviales con agregados líticos de diferente tamaño y forma al igual se encuentran sedimentos de arena, limo y una fina capa de arcilla en la parte más baja de la cuenca sedimentaria.
		Terciario	Mioceno	Flujo de lava de composición andesita		98 m±	Tfa: flujo andesítico de color gris a marrón, de textura porfírica (Proph), con presencia de vetillas de cuarzo y sulfuros oxidados (pirita). Esta unidad se encuentra con alteraciones propilitica (Prop), filica (Phy) y argílica (Arg) en diferentes grados de intensidad.
Oligoceno							

Fuente: Elaboración propia.

10.1.3. Estructuras geológicas

La estructura de un yacimiento es el resultado final de un conjunto de eventos sucesivos, correlacionables entre ellos, como son las zonas de debilidad estructural desarrolladas a lo largo de un área dada; las más importantes son las intersecciones de sistemas de fallas regionales, cambios de rumbo y buzamiento de estructuras. (Jacay, 1999).

Previo a la etapa de campo se interpretaron lineamientos a partir de un modelo de elevación del terreno (DEM) tomando en cuenta la información recopilada. Las estructuras mineralizadas del área de estudio muestran un lineamiento preferencial Noreste-Suroeste (*figura 15*) debido al sistema de fallamiento regional propio del municipio de Bonanza, que se dice está relacionado con la orientación de la falla Isabelia según (Boyan y Rivera, 1984). Con una franja de mineralización Aurífera de 12 Km, por 3 Km de ancho que incluyen los sectores mineros del Grupo Panamá, Grupo Pioneer, Grupo Vesubio y La Colonia; localizándose en área de estudio en la Estructuras vetiformes de Leticia, Independencia 1 y 2. (*Anexo 6*).

Mediante la dirección del lineamiento característico del área de estudio se puede interpretar la formación de bloques de deformación en sentido antihorario o en contra de las manecillas del reloj; que, a su vez, se debe a una zona regional de deformación fragmentada. De ahí la explicación de la variación en la dirección de los lineamientos del área de estudio (Noreste-Suroeste) con respecto a la dirección característica del centro de la ciudad de Bonanza (Este-Oeste); concluyendo que el patrón estructural más antiguo es el que se encuentra en el centro de la ciudad, y el posterior es el del sector minero El Chiquero. F. Espinoza (comunicación personal 27 de septiembre de 2021).

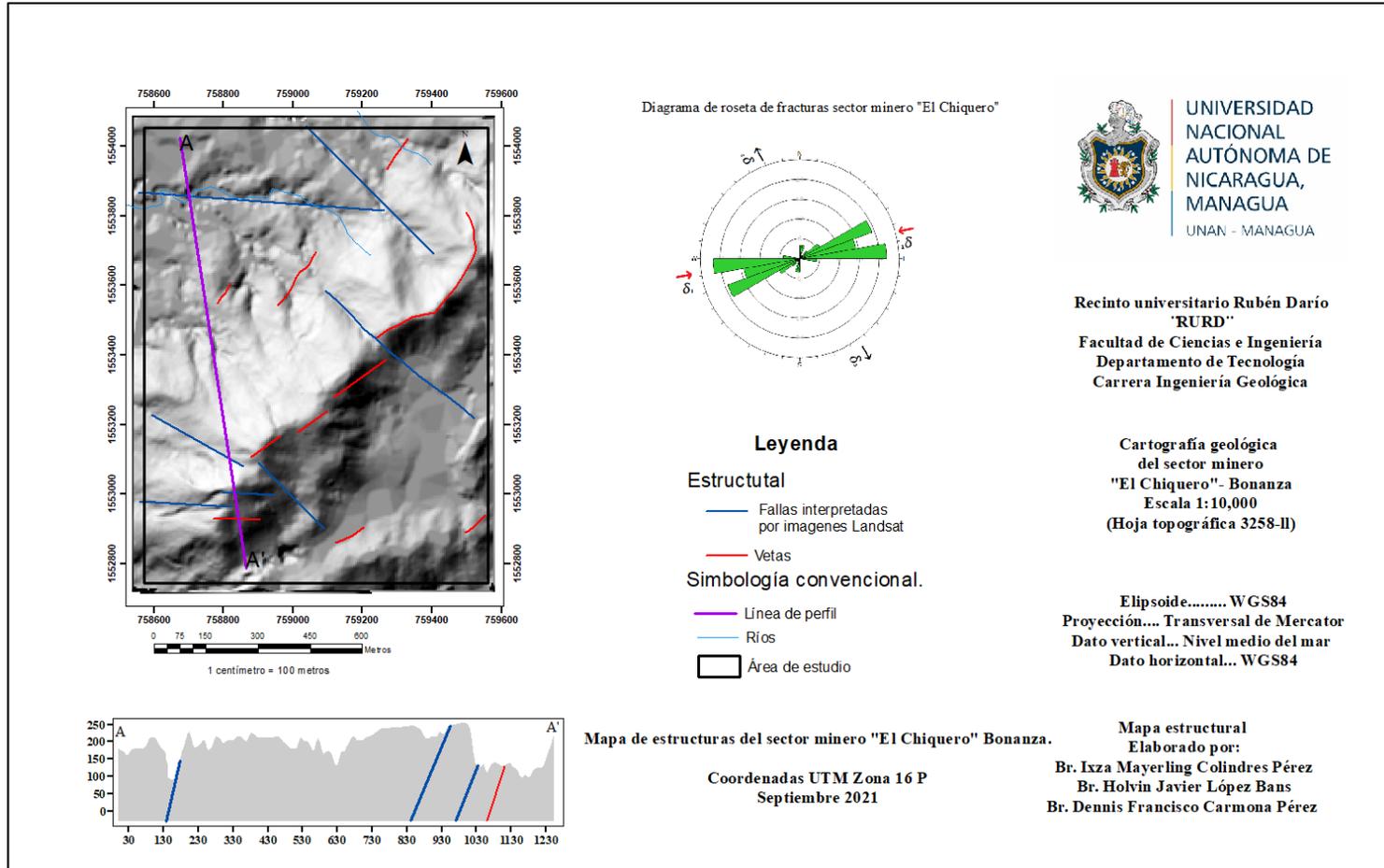
**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Según (Gómez, 2020) las estructuras regionales predominantes son de rumbo Noreste–Suroeste, en donde se han emplazado las principales estructuras mineralizadas de concesión Bonanza, siendo éstas las extensiones Suroeste del sistema vetiformes del distrito minero de Bonanza, fallas con dirección Este-Oeste desplazan las vetas en dirección sinistral, como el caso de La Colonia donde las vetas se ven desplazadas al Este por la falla de Bambana.

Esto nos indica que tanto el sistema de vetas de La Colonia como el del área de estudio corresponden al mismo corredor de mineralización originado a partir del sistema de fallamiento regional.

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000 (hoja topográfica 3258-II)

Figura 15. Mapa de interpretación de estructuras.



Fuente: Elaboración propia.

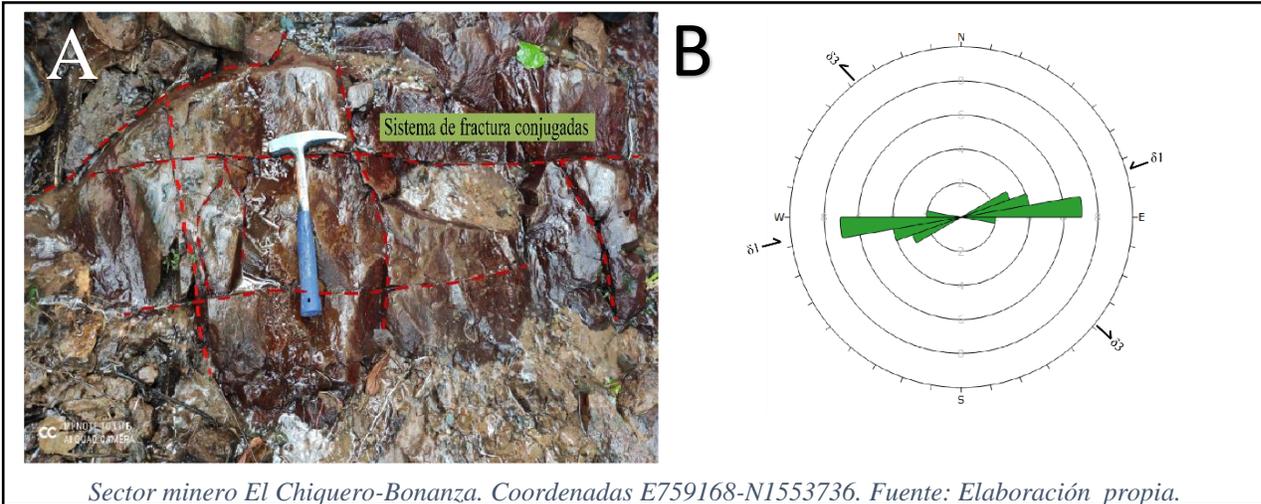
Br. Ixza Mayerling Colindres Pérez.
Br. Dennis Francisco Carmona Pérez.
Br. Holvin Javier López Bans.

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Durante la etapa de campo se identificaron dos sistemas de fracturas originados por esfuerzos de compresión y extensión a los que fue sometida la roca a lo largo de los años.

10.1.3.1. Sistema de Fracturas Conjugadas:

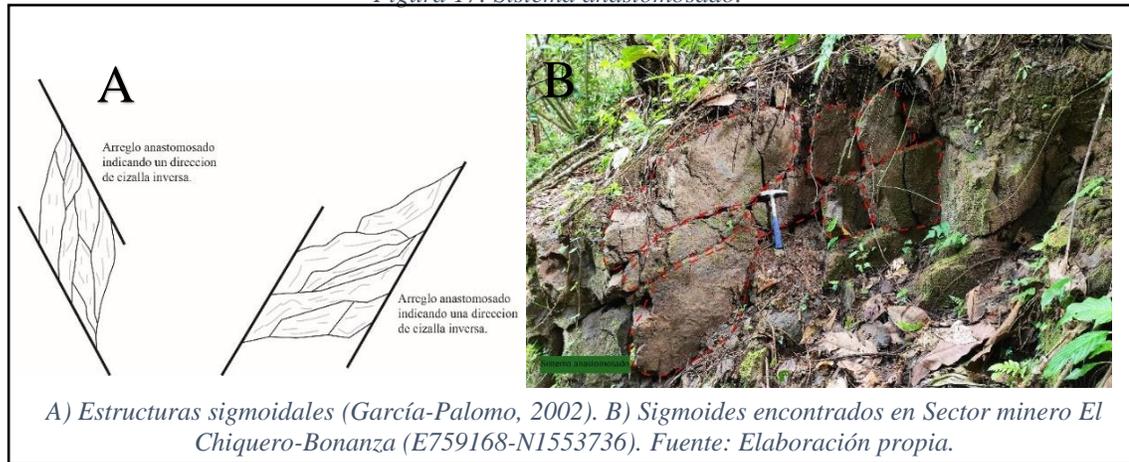
Figura 16. Sistema de fracturas conjugadas.



Este sistema (*figura 16*) se caracteriza por pequeños desplazamientos paralelos a su superficie y no contiene cemento cristalino, es generado principalmente por esfuerzos de tensión y cizalla en repuesta a movimientos mayores de la corteza terrestre. A) Fotografía tomada en el área de estudio donde se representa el sistema de fracturas conjugadas. B) Representación gráfica de los esfuerzos de extensión y compresión de los cuales se originó el sistema de fracturas conjugadas; en el diagrama se observa que δ_1 comprime en dirección Noreste-Suroeste, mientras que δ_3 se extiende en dirección Noroeste-Sureste.

10.1.3.2. **Sistema Anastomosado:**

Figura 17. Sistema anastomosado.

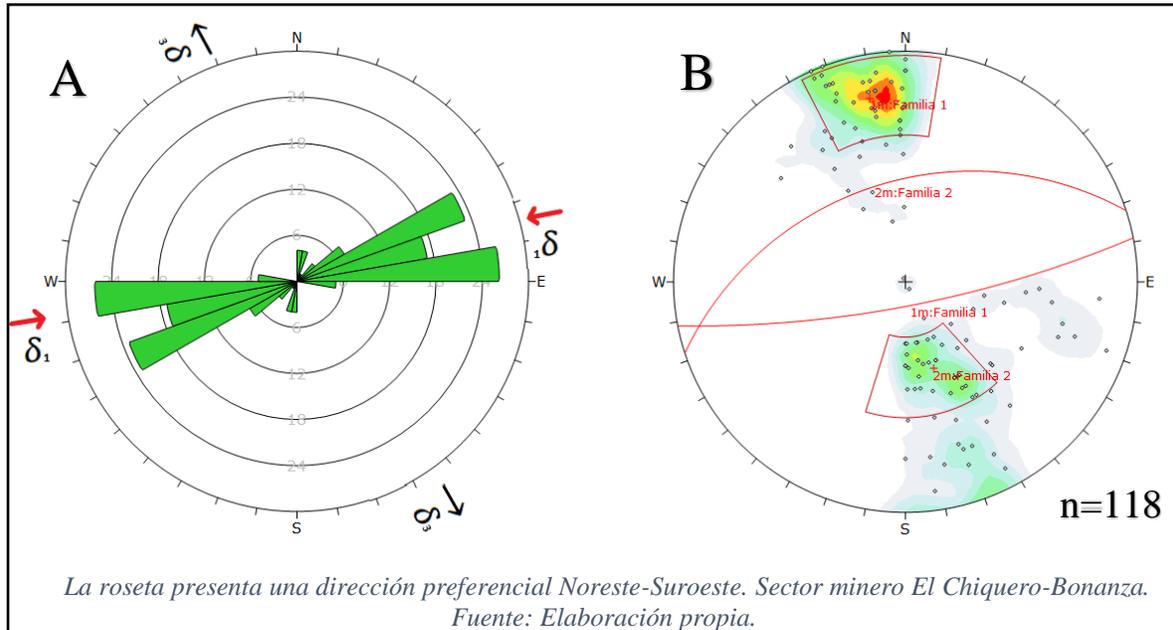


Los sigmoides (*figura 17*) son lentes de cizallamiento formados por la intersección entre fracturas R y P en echelón, originadas durante las fases iniciales de movimiento sobre una zona de fallas de deformación frágil. A través de estos lentes de cizallamiento se determina el sentido de movimiento, ya que los extremos apuntan en la dirección de cizallamiento muchas ocasiones la zona de cizalla es acompañada por un arreglo anastomosado de estructuras sigmoidales. (García-Palomo, 2002).

Se encontraron estructuras sigmoidales y arreglos anastomosados en quebradas ubicadas en el área de estudio, afectando a la unidad de flujo de lava de composición andesítica.

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)

Figura 18. Roseta de fracturas del área de estudio.



Roseta de fracturas (figura 18), elaborado de acuerdo a los datos obtenidos en campo (anexo 7), con dirección preferencial Noreste-Suroeste determinado mediante mediciones de fracturas en campo. A) Indica la dirección predominante de las estructuras que a la vez fueron formadas por esfuerzos de compresión (δ_1) y de extensión (δ_3). B) Diagrama de polos que representa la mayor concentración de familias de fracturas medidas en campo.

10.1.3.3. Descripción mineralógica de estructuras encontradas en el área

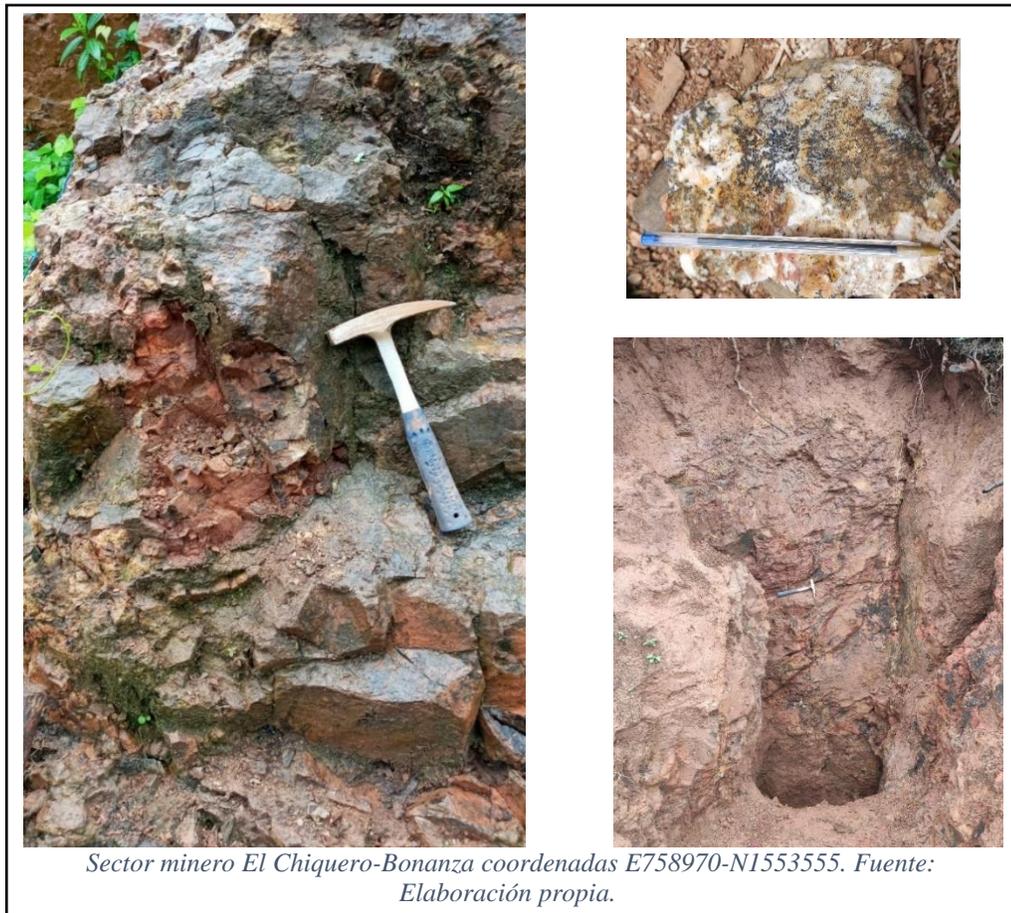
En el área de estudio las vetas de cuarzo, mineralizadas con oro, se encuentran incrustadas en las rocas volcánicas Terciarias, las vetas rumban Noreste-Suroeste y se encuentran mineralizadas con cuarzo, carbonatos, pirita, galena, calcopirita, hematita y clorita.

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Se encontraron dos principales estructuras mineralizadas dentro del área (*figuras 17 y 21*), de origen hidrotermal; con predominancia de alteración propilítica, argílica y fílica (cuarzo-sericita-pirita) en algunos puntos específicos (*figuras 19 y 21*).

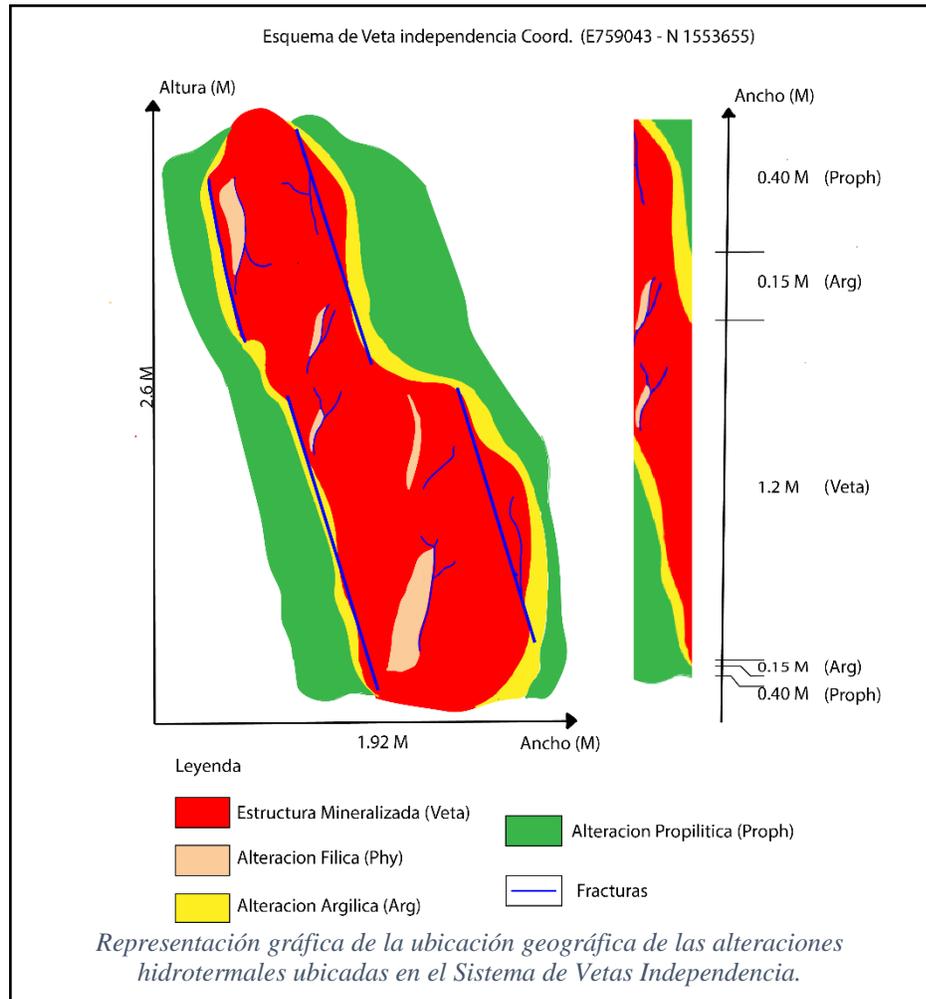
10.1.3.3.1. El Sistema de Vetas Independencia. Pertenece a una estructura con aproximadamente 20 metros de longitud de textura porfirítica, se observa leve alteración supérgena de la roca, con venillas de sulfuros oxidados, y acompañados por vetillas de cuarzo de textura crustiforme; en muestra de mano se puede observar presencia de óxido de manganeso (pirolusita) (*figura 19*).

Figura 19. Sistema de vetas Independencia.



Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)

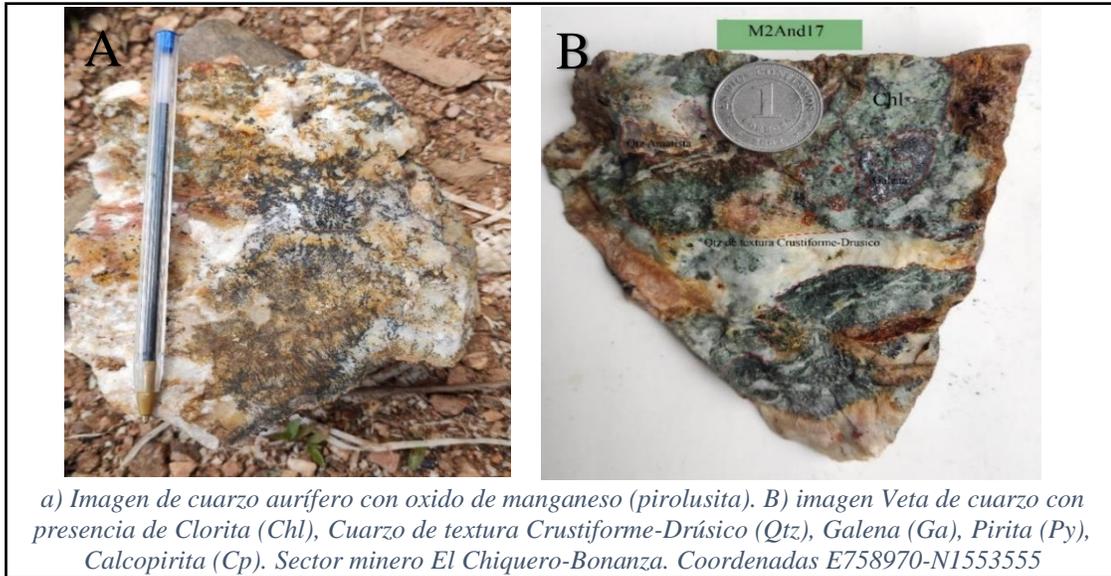
Figura 20. Esquema de alteraciones hidrotermales del Sistema de vetas Independencia.



Esquema de estructura mineralizada de la veta Independencia 1, se muestran los principales halos de alteración hidrotermales descritas en la misma (Argílica, fílica y Propilítica) las cuales se han generado en las partes laterales de la veta, variando en ancho e intensidad (figura 20).

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Figura 21. Muestra de mano del Sistema de Vetas Independencia.



Composición Mineralógica de Sistema de Vetas Independencia: Roca de color gris claro en muestra fresca, de textura porfírica, con presencia de minerales de cuarzo de textura escarapela, pirita, calcopirita y presencia de alteración propilítica y fílica. Holocristalina de textura granoblástica. En sección delgada se observa una matriz microlítica compuesta por cristales de tamaño mayor a 0,1 mm de plagioclasa tabular, hornblendas hipidiomórficas mostrando dirección de flujo y algunos nidos de clorita, sericita y cuarzo (*figura 21*).

La Hornblenda se presenta como cristales hipidiomorfos de tamaño mayor a 1 mm en la matriz y de 0,3-1 mm como fenocristales, fuertemente coloreados pleocróicos según x= pardo amarillento y= rojo, relieve moderado. El cuarzo se encuentra en cristales y agregados muy finos de tamaño mayor a 0,2 mm en la matriz. Debido a la alteración hidrotermal. La plagioclasa como microcristales restringidos a la matriz, subidiomórficos de tamaño mayor o igual a 0,1 mm, se presenta incoloros, presenta relieve mayor.

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Minerales opacos se observan como cristales xenomórficos muy finos mostrando segregación por alteración hidrotermal. La sericita en agregados de micas muy finas, incolora, el relieve cambia mediante se gira la platina. Mineral principal de alteración. La clorita en agregados de micas muy finas con tamaño mayor a 0.1 mm, color verde con relieve bajo y no presenta ángulo de extinción. Mineral principal de alteración según (tabla 9, figura 22).

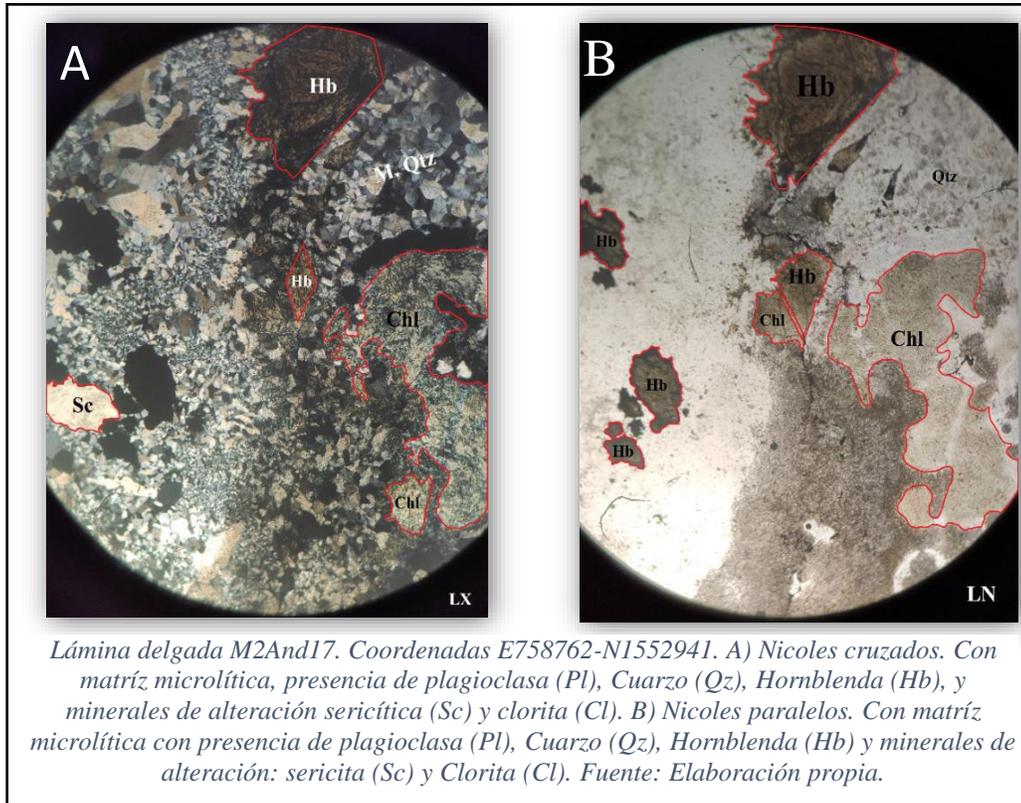
Tabla 9. Porcentaje de minerales presentes en muestra de lámina delgada.

Minerales Principales	%	Minerales Alteración	%
Horblenda	25	Sericita	10
Plagioclasa	15	Clorita	40
		Cuarzo	7.5
Minerales Secundarios	%		
Opacos	5		
Total		100%	

*Muestra M2And17. Sector minero El Chiquero-Bonanza. Coordenadas E758762-N1552941. Fuente:
Elaboración propia.*

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Figura 22. Vista microscópica en lámina delgada del punto 17 M2And17 del sector minero El Chiquero-Bonanza.



Análisis mineralógico para estimación de tipo de roca según diagrama de Streckeisen de muestra M2And17.

Tabla 10. Representación de porcentaje mineral visual y cálculo de porcentaje mineral.

Porcentaje de mineral según estimación visual.		Cálculo de porcentaje mineral	
Cuarzo	7.5%	Cuarzo	33.3%
Plagioclasa	15%	Plagioclasa	66.6%
Total	22.5%	Total	100%

Muestra M2And17. Sector minero El Chiquero-Bonanza. Coordenadas E758762-N1552941. Fuente: Elaboración propia.

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)

$$\%Qtz = \frac{Qz \text{ estimacion visual} * 100\% \text{ mineral}}{\text{total } \% \text{ visual}}$$

$$\%Qtz = \frac{7.5 * 100\% \text{ mineral}}{22.5} = 33.3\% Qtz$$

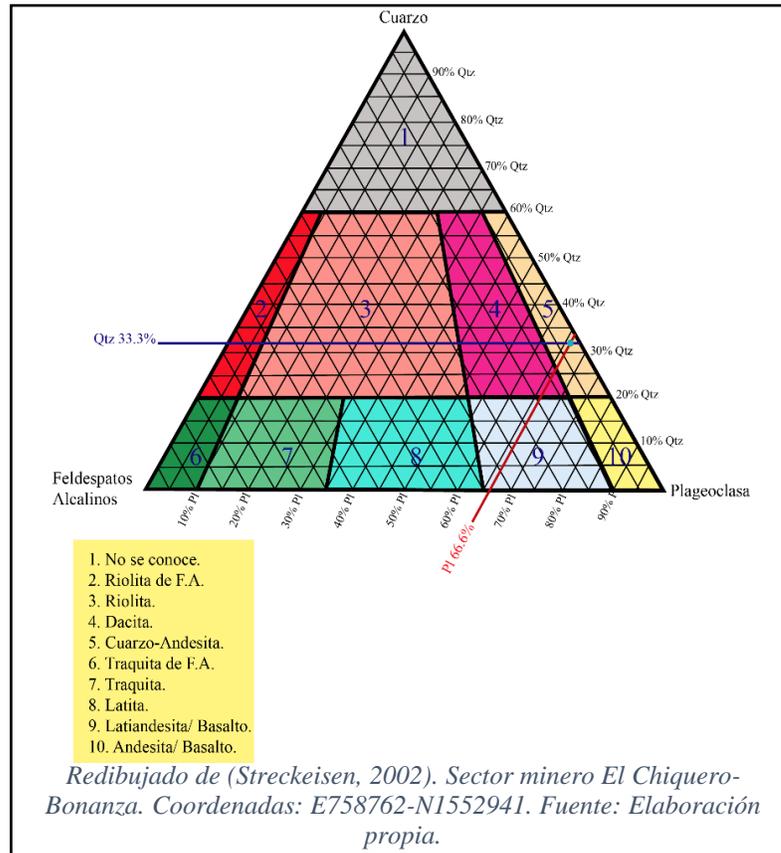
$$\%Pl = \frac{Pl \text{ estimacion visual} * 100\% \text{ mineral}}{\text{total } \% \text{ visual}}$$

$$\%Pl = \frac{15 * 100\% \text{ mineral}}{22.5} = 66.6\% Pl$$

En esta muestra se obtiene un porcentaje estimado de cuarzo de 33.3 y un porcentaje estimado de Plagioclasa de 66.6 el cual al ubicarlo en el Diagrama de Streckeisen nos resulta una roca Cuarzo-Andesita. (figura 23).

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)

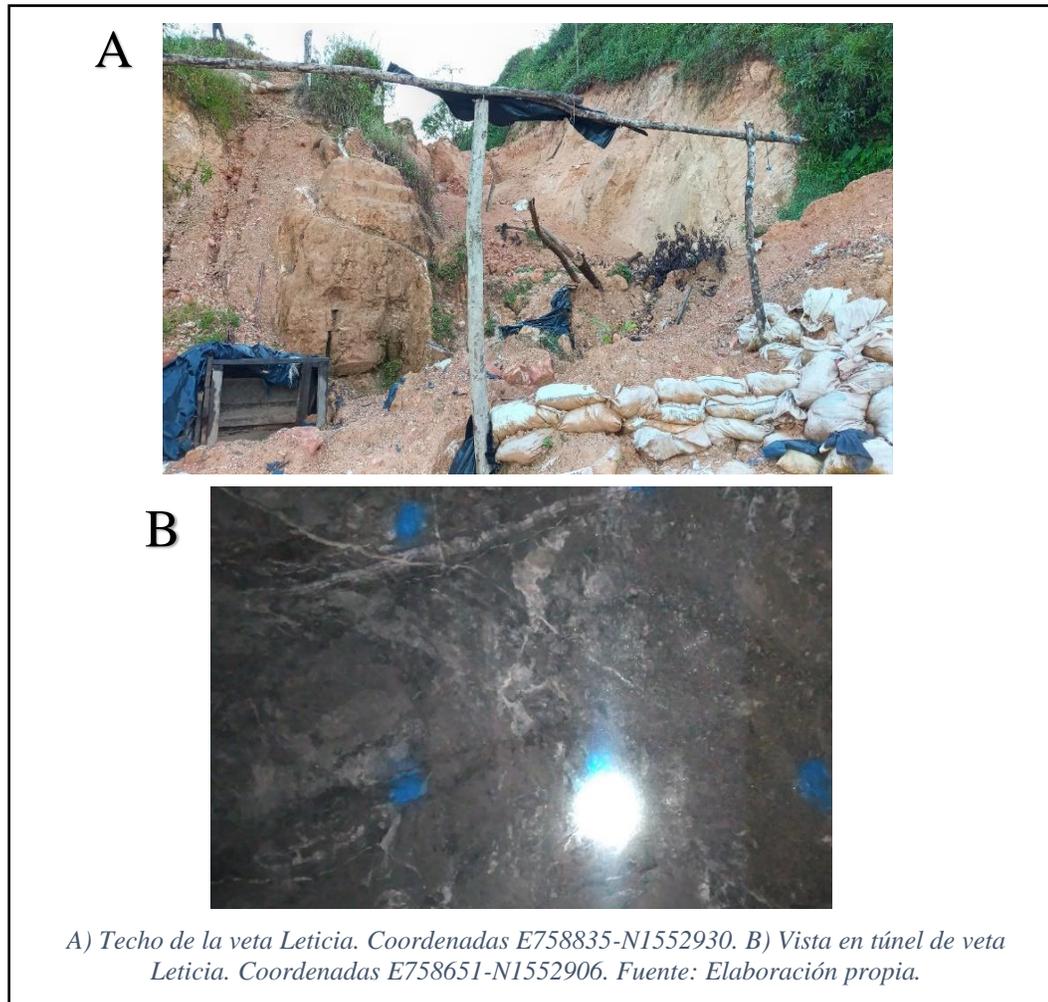
Figura 23. Diagrama QAPF de lámina delgada de la muestra M2And17.



10.1.3.3.2. La Veta Leticia. Corresponde a una estructura de aproximadamente 3.5 metros de espesor (figura 24) de textura fanerítica, contiene minerales de hematita y goethita; se observó predominancia de alteración fílica (figura 23) lo cual indica que los feldespatos han sido transformados a sericita y cuarzo; también alteración argílica intermedia con oxidación por hematita supérgena y limonita.

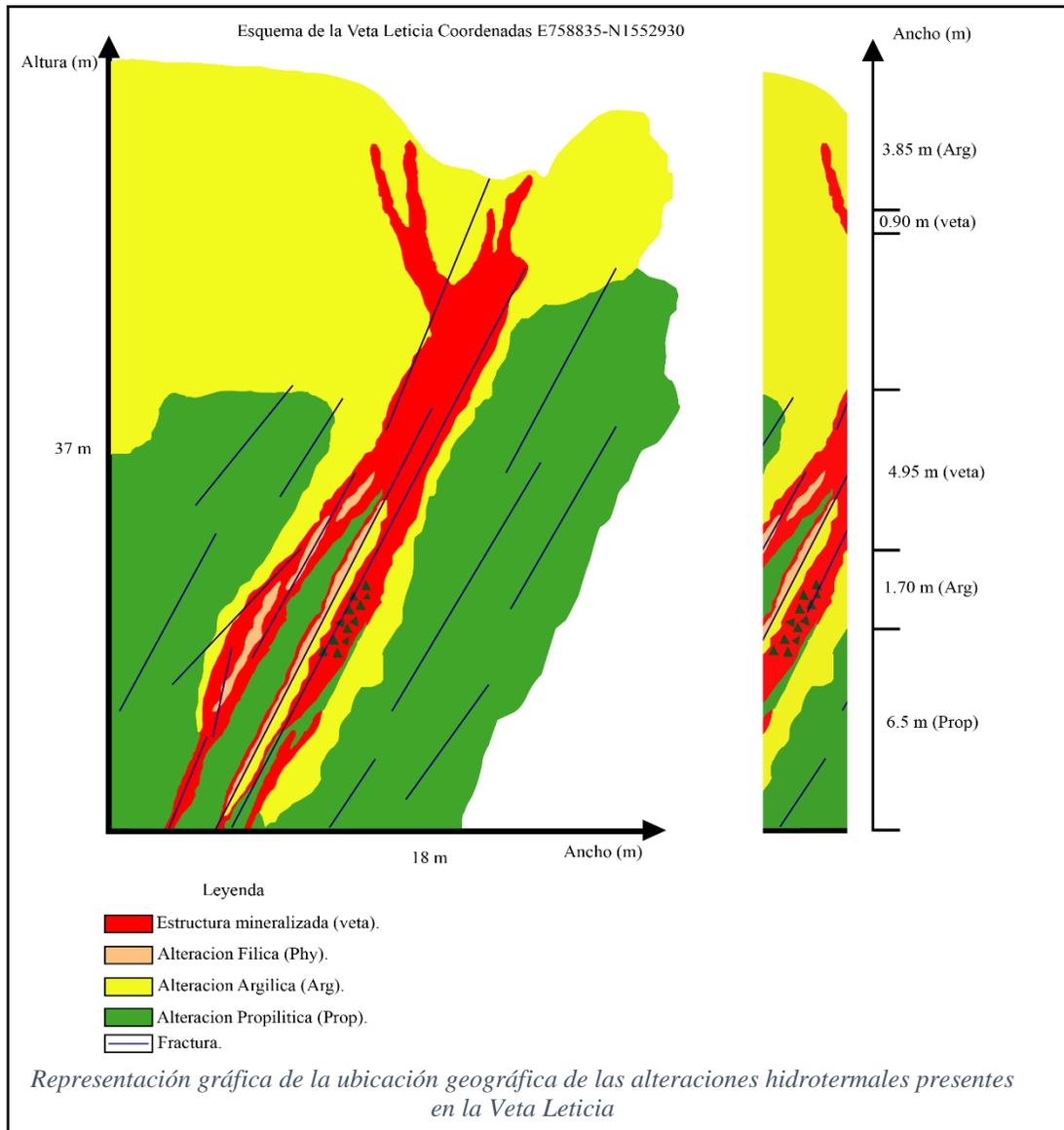
**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Figura 24. Respaldo de veta Leticia.



Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)

Figura 25. Esquema de alteraciones hidrotermales de la Veta Leticia.



Esquema de estructura mineralizada de la veta Independencia 1, se muestran los principales halos de alteración hidrotermales descritas en la misma (Argílica, fílica y Propilítica) las cuales se han generado en las partes laterales de la veta, variando en ancho e intensidad (figura 25).

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)

10.1.3.3.3. *Composición Mineralógica de Veta Leticia:*

La muestra de mano se aprecia una roca de coloración gris clara y coloración marrón debido a la alteración de hematita en muestra fresca de textura porfirítica, constituida por vetillas de cuarzo de textura crustiforme-drúsico de tamaño aproximado de 1 mm, también presenta alteración de clorita en las plagioclasas. Hialocristalina, de textura porfídica con matriz microlítica. (figura 26)

Figura 26. Muestra de Veta Leticia, Coordenadas E758835-N1552930



La lamina delgada (figura 27) nos muestra una matriz microlítica compuesta por cristales de tamaño mayor a 0,1 mm de plagioclasa tabular que nos muestra la dirección de flujo y algunos nidos de clorita, y vetillas de cuarzo de tamaño aproximado a 1 mm. El cuarzo se presenta en micro vetillas con cristales y agregados muy finos de tamaño aproximado a 1 mm en la matriz. Debido a la alteración hidrotermal. La plagioclasa como microcristales hipidiomorfos inequigranular, subidiomórficos de tamaño mayor o igual a 0,1 mm, se presenta incoloros, en su mayoría alterados a clorita presenta poco relieve.

Minerales opacos se observan como cristales xenomórficos muy finos mostrando segregación por alteración hidrotermal. Minerales de clorita se presentan como agregados de

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

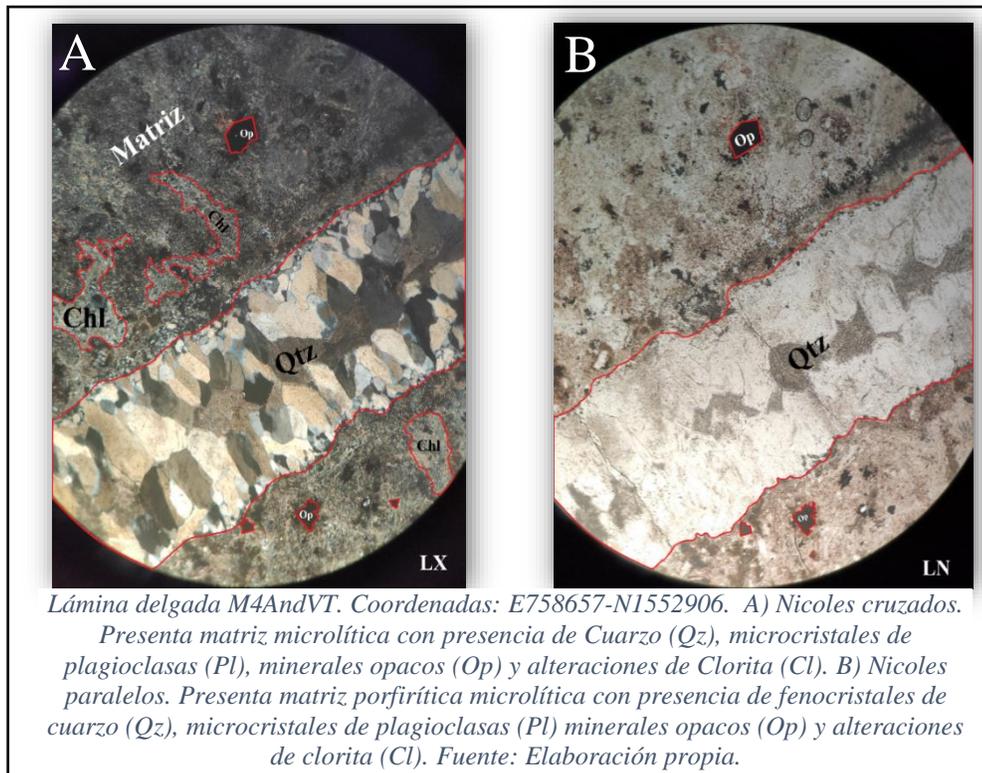
micas muy finas con tamaño mayor a 0.1 mm, color verde con relieve bajo y no presenta ángulo de extinción, mineral principal de alteración según *tabla 11*.

Tabla 11. Porcentaje de minerales presentes en muestra de lámina delgada.

Minerales Principales	%	Minerales Alteración	%
Plagioclasas	25	Clorita	30
		Cuarzo	10
Matriz	20		
Minerales Secundarios	%		%
Opacos	15		
Total		100%	

Muestra M4AndVT. Sector minero El Chiquero-Bonanza. Coordenadas E758357-N1552906.

Figura 27. Vista microscópica de lámina delgada de muestra M4AndVT. Sector minero El Chiquero-Bonanza.



**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Análisis mineralógico para estimación de tipo de roca según diagrama de Strekeisen de muestra M4AndVT

Tabla 12. Representación de porcentaje mineral visual y cálculo de porcentaje mineral.

Porcentaje de mineral según estimación visual.		Cálculo de porcentaje mineral	
Cuarzo	10%	Cuarzo	28.5%
Plagioclasa	25%	Plagioclasa	71.4%
Total	35%	Total	100%

Muestra M4AndVT. Sector minero El Chiquero-Bonanza. Coordenadas E758657-N1552906. Fuente: Elaboración propia.

$$\%Qtz = \frac{Qz \text{ estimacion visual} * 100\% \text{ mineral}}{\text{total } \% \text{ visual}}$$

$$\%Qtz = \frac{10 * 100\% \text{ mineral}}{35} = 28.5\% \text{ Qtz}$$

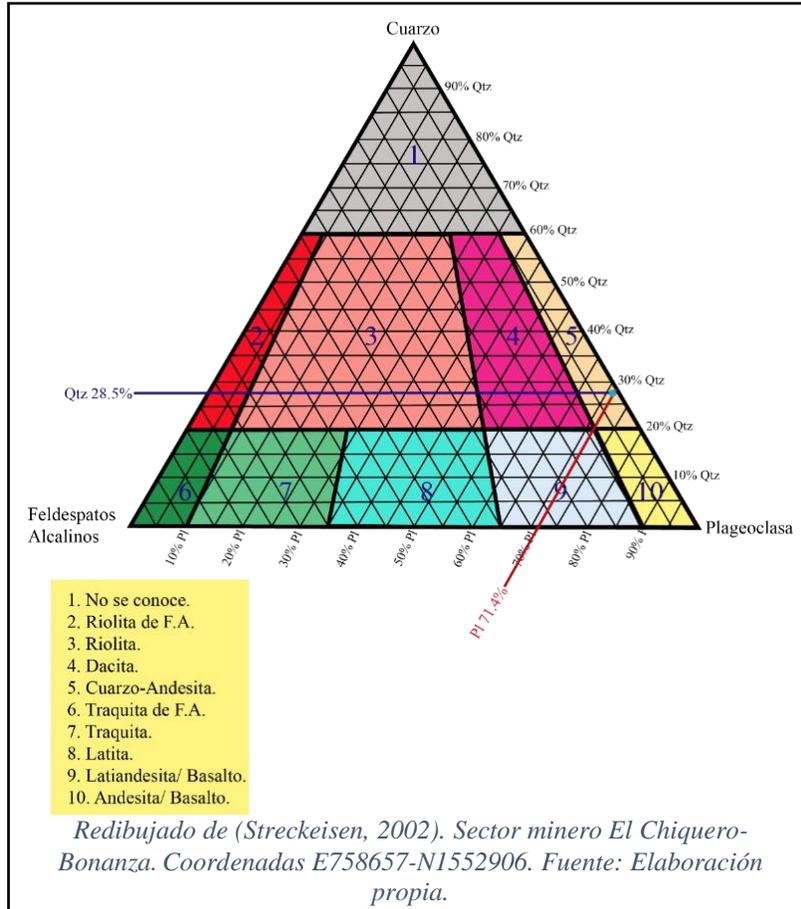
$$\%Pl = \frac{Pl \text{ estimacion visual} * 100\% \text{ mineral}}{\text{total } \% \text{ visual}}$$

$$\%Pl = \frac{25 * 100\% \text{ mineral}}{35} = 71.4\% \text{ Pl}$$

En esta muestra se obtiene un porcentaje estimado de cuarzo de 28.5 y un porcentaje estimado de Plagioclasa de 71.4 el cual al ubicarlo en el Diagrama de Streckeisen nos resulta una roca cuarzo-andesita (figura 28).

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)

Figura 28. Diagrama QAPF de lámina delgada de la muestra M4AndVT

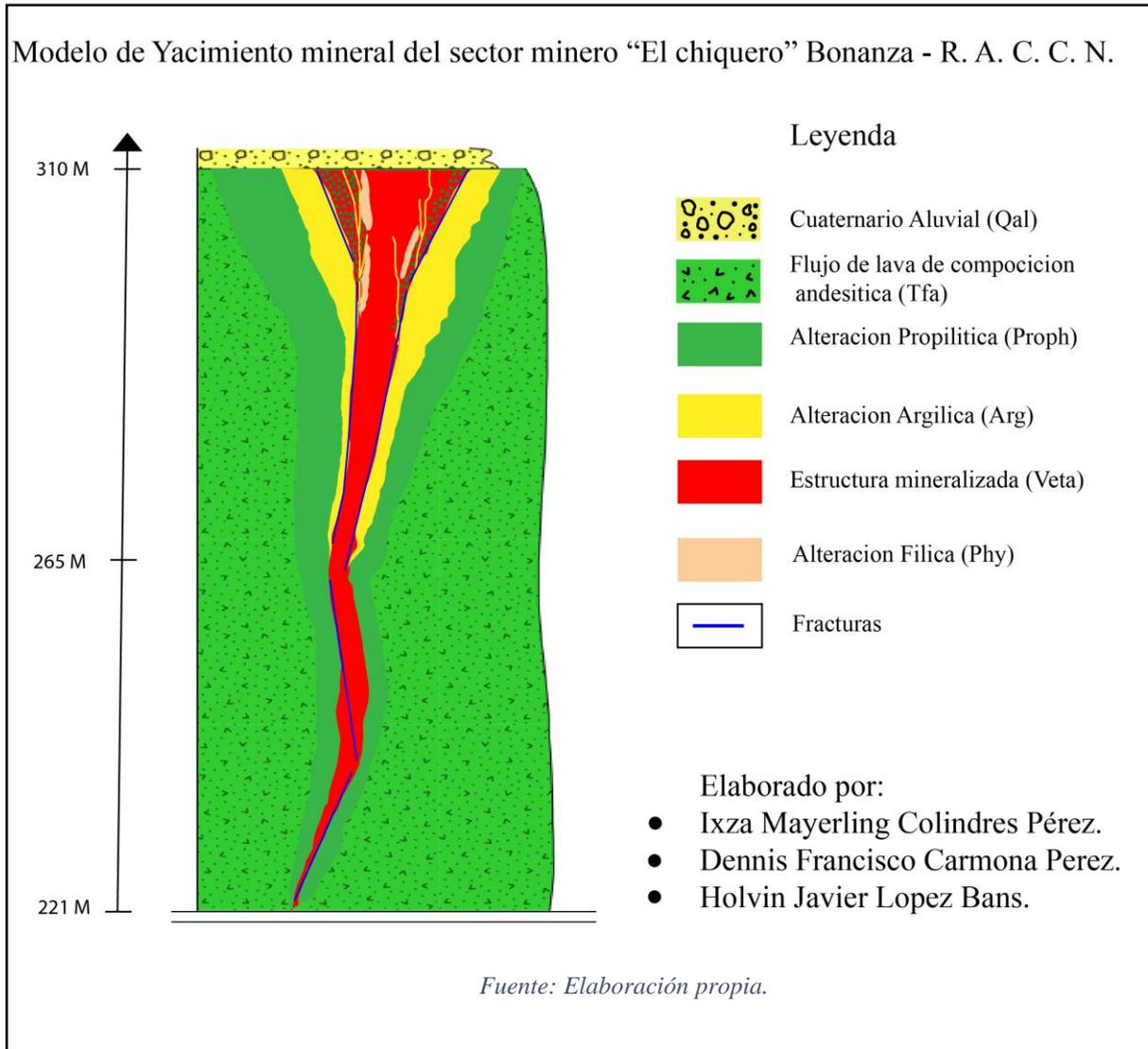


Redibujado de (Streckeisen, 2002). Sector minero El Chiquero-Bonanza. Coordenadas E758657-N1552906. Fuente: Elaboración propia.

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)

10.1.3.3.4. Propuesta de modelo de Yacimiento mineral del Sector
Minero El Chiquero-Bonanza

Figura 29. Propuesta de modelo de Yacimiento mineral del Sector Minero El Chiquero-Bonanza



La propuesta del modelo de mineralización del sector minero el chiquero bonanza-RACCN se infiere que es de origen epitermal (*ver anexo 8*), se realizó en base a los datos que se

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000 (hoja topográfica 3258-II)

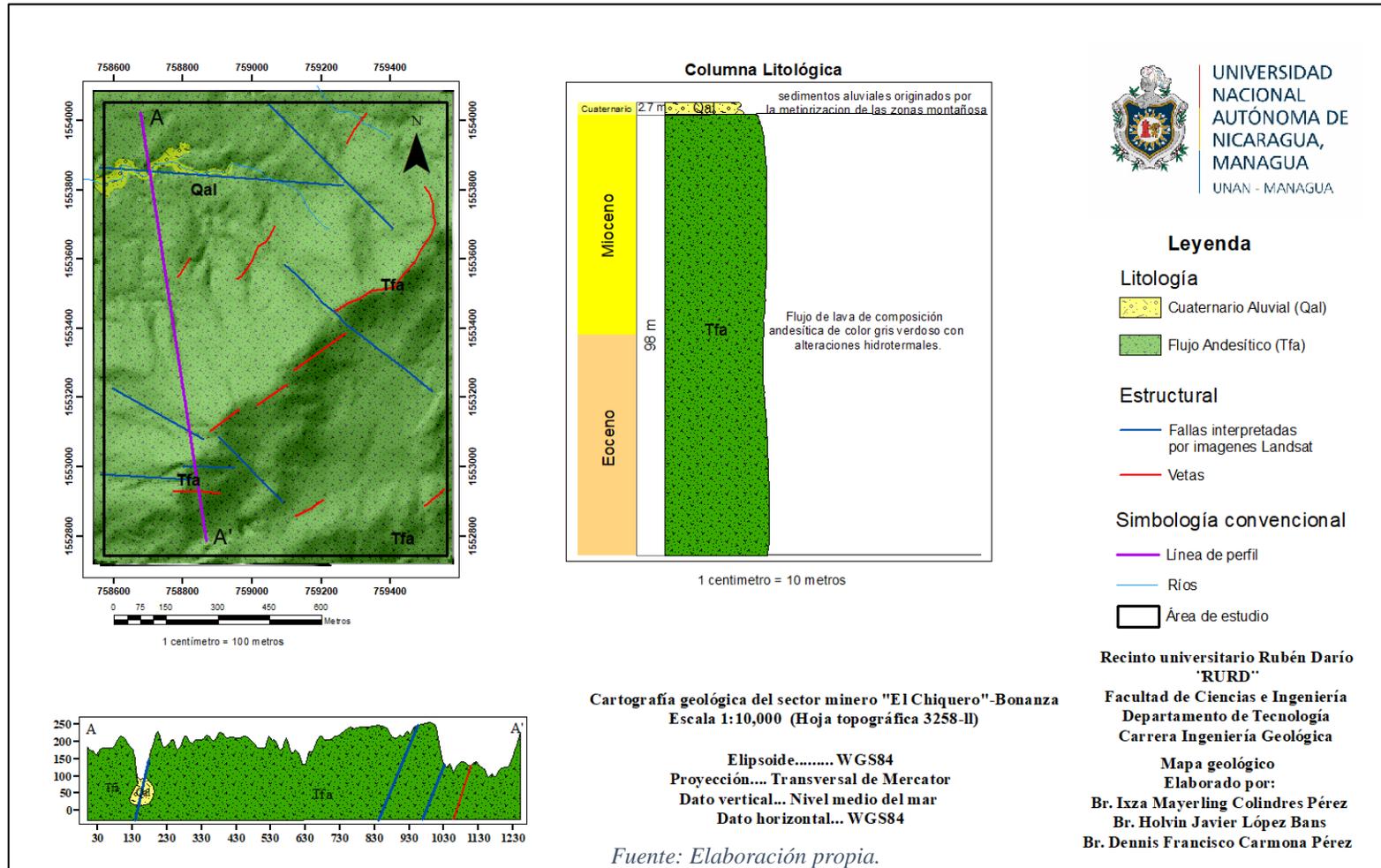
recolectaron en campo donde se logró identificar que las alteraciones generadas por los fluidos hidrotermales (Propilítica, Argílica y Fílica) se encuentran en las partes laterales en las estructuras mineralizadas (vetas) que se encuentran en la unidad Flujo de lava de composición andesítica (Tfa) (*figura 29*),

10.1.4. Mapa Geológico del Sector Minero “El Chiquero”-Bonanza

El mapa (*figura 30*) representa las dos unidades litológicas encontradas en el área de estudio, las cuales, según (Hodgson, 2000) pertenecen al grupo Matagalpa Superior (Tomms) y son descritas gráficamente mediante la columna litológica. Las estructuras tanto vetas como fallas fueron foto interpretadas por medio de imágenes landsat obtenidas anteriormente durante la etapa de recopilación de información y fueron confirmadas en la etapa de campo la existencia de dos sistemas de vetas como son Independencia y Leticia. De igual manera, a como lo propusimos en el objetivo general; el mapa fue elaborado a escala 1: 10,000.

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000 (hoja topográfica 3258-II)

Figura 30. Mapa geológico del Sector minero El Chiquero-Bonanza.



Br. Ixza Mayerling Colindres Pérez.
Br. Dennis Francisco Carmona Pérez.
Br. Holvin Javier López Bans.

11. Discusiones

1. Observación a figura 5 “*Mapa del distrito minero de la ciudad de Bonanza RACCN*” por (Arengi-M., 2003): Según los colores en la leyenda del mapa, la mineralización del grupo Panamá se presenta en un flujo piroclástico. El área de estudio **Sector Minero El Chiquero-Bonanza** se encuentra dentro del grupo Panamá, pero, la litología descrita es respaldada por análisis petrográfico de lámina delgada, y, nos indica que la mineralización se presenta en un flujo de lava de composición andesítica.
2. Los lineamientos fueron foto-interpretados con ayuda de la morfología del área de estudio, lo que significa que no fueron comprobados en campo, por ende, no presentan datos estructurales reales, esto debido a la meteorización, vegetación e inaccesibilidad en el área de estudio.
3. Las muestras tomadas del área de estudio están casi completamente alteradas, de ahí la ausencia de minerales idiomórficos; porque los minerales observados y analizados en las láminas delgadas son minerales secundarios producto de las mismas alteraciones hidrotermales.
4. La variación en el contenido de cuarzo de la muestra M3And5 con respecto a las muestras M2And17 y M4AndVT es debido a la ubicación geográfica de donde fueron tomadas en campo.
5. El término de **fallas post-minerales** se refiere a las fallas que no contienen mineralización y que están desplazando nuestras estructuras mineralizadas (Vetas) (Lehmann, 1982).
6. Las estructuras mineralizadas (vetas), son de origen hidrotermal y epigenético donde nos indica que el depósito se formó después de la roca caja (Flujo de lava de composición andesita).

12. Conclusiones

Tomando en cuenta los objetivos planteados y con los resultados obtenidos en campo se concluye:

La geología local del sector minero el Chiquero-Bonanza está constituida por 2 unidades litológicas: A) Flujo de lava de composición andesítica (Tfa), que presenta una textura porfirítica de edad Terciaria donde está siendo afectada por alteraciones hidrotermales (propilítica, argílica y fílica) debido al sistema de vetas Independencia y Leticia, lo cual indica que es una roca favorable para alojar mineralización aurífera. B) sedimentos de Cuencas Aluviales de edad Cuaternaria que se han acumulado debido a los procesos de erosión, transporte y deposición de sedimentos recientes.

El área del sector minero el Chiquero-Bonanza se identificaron 2 sistema de deformación Principales, los primeros se orientan en dirección Noreste-Suroeste; este primer sistema es el que afecta regionalmente al municipio de Bonanza-RACCN, dando como resultado el primer corredor de mineralización. El segundo sistema se orienta en dirección Este-Oeste. Este segundo sistema es el que se encargó de desplazar el primer sistema de mineralización.

Dentro de la mineralización del área del sector minero el Chiquero-Bonanza encontramos que dentro de los Flujos de Lava de composición Andesítica, aloja en ellas mineralización epitermal aurífera acompañada de mineralización polimetálica, presentando en ambas minerales metálicos de: oro nativo, plata, galena, esfalerita, pirita, calcopirita; gangas de diferentes tipos de cuarzo, zonas de mineralización envueltas en halos de alteraciones hidrotermales (alteraciones: Propilítica, Argílica y Fílica).

Hay diferentes criterios geológicos que nos muestran un ambiente geológico favorable para la mineralización aurífera en el Sector:

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

1. Criterio Litológico: Rocas Terciarias de composición andesítica en especial flujos, del Grupo Matagalpa, rocas huésped de mineralización Au-Ag, análogas de diferentes depósitos minerales en Nicaragua, Mina Pavón, Ricos de Oro, La Libertad.
2. Criterio Estructural: Sistema regional Noreste – Suroeste, en una franja de mineralización Aurífera de 12 Km, por 3 Km de ancho que incluyen Los Sectores del Grupo Panamá, Grupo Pioneer, Grupo Vesubio y La Colonia; localizándose en área de estudio en la Estructuras vetiformes de Leticia, Independencia 1 y 2.
3. Criterio de Mineralización espacial: En la región concentración de depósitos auríferos epitermal a nivel Distrital; Sector perteneciente al Sector Oeste del Grupo Panamá. Presencia de actividad de minería artesanal (Guirisería) en el Sector con valores > 5 g/t Au.
4. Criterio de alteraciones hidrotermales: Estrechamente relacionadas a la mineralización Au, de tipo: Halos de alteración fílicos (Qz-Ser-Py), próximo a los cuerpos mineralizados, alteración argílica en zonas tectonizadas y zonas mineralizadas; alteración propilítica en halos periferales.
5. Criterio de Mineralización: Mineralización epitermal Au- Ag, acompañada de mineralización polimetálica (Cu, Pb, Zn). Múltiples eventos de mineralización aurífera y polimetálica, con diferentes tipos de pulsos de cuarzo y texturas (sacaroidal, crustiforme, bandeado, escarpela (cockade)).

Dado a estos criterios geológicos, favorables nos indica que estas vetas son de gran interés económico para la comunidad.

13. Recomendaciones

Para el fortalecimiento de la geología de Bonanza-RACCN se hacen las siguientes recomendaciones a las futuras generaciones de investigadores:

- Realizar más estudios de mapeo geológico en el área de Bonanza-RACCN. Esto debido a que no se dispone de estudios geológicos de la ciudad que estén al alcance de la comunidad científica.
- Elaborar estudios morfoestructurales en el área de Bonanza-RACCN para asociar la geología estructural del área con la geología regional predominante.
- Efectuar estudios geoquímicos para identificar zonas anómalas y para identificar y cuantificar minerales existentes en la zona.
- Concientizar a la población propietaria de zonas mineras para poder tener acceso a su área sin restricción y así realizar un mapeo más a detalle.
- Realizar estudios de riesgos geológicos (zonas de deslizamiento de ladera, inundaciones); en el área para identificar las zonas peligrosas para la población.

14. Bibliografía

- A-Harold, G. Rodríguez Gabriel, G-Alvaro, O.-Janeth, V.- Juan Felipe, G.-Gilberto, S.- Gabriel. (2011). *Memoria Explicita del Mapa Geologico de la Plancha 131 Santa Rosa de Osos Escala 1:100,000*. Medellin: Instituto colombiano.
- Altamirano, G. H. (1988). *Minas de Nicaragua, Exploración. INMINE*.
- Arengi-M. (2003). *Mapeo Geológico, Concesion H1. Informe final. Bonanza RACCN. Bonanza*.
- Associates, H. L. (1998). *Estudio de impacto ambiental para la perforación exploratoria de los recursos geotérmicos de la concesión El Ñajo-Santa Isabel, municipio de Telica, Departamento de León, República de Nicaragua*.
- Astrand. (1984). *Structural Interpretation off LandSat Images over Tertiary Volcanics in Nicaragua, Cental American, SGAB report to SAREC/INMINE and FIR*.
- Best Myron, G. (2003). *Igneous and metamorphic petrology* . Blackwell Publishing.
- BiolGeo. (20 de Enero de 2018). *YouTube*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=AvKFoxhFhUE>
- Boyan-Boyanov y Rivera-Darce, M. (1984). *Evaluación pronóstica y enfoques de desarrollo de los trabajos de exploración geológica en el campo mineralizado de Bonanza, Región minera NORESTE, Departamento de Zelaya. INMINE*.
- Buchanan, L. (1981). *Depósitos de metales preciosos asociados con ambientes volcánicos en el suroeste, en Dickinson, WR y Payne, WD, eds., Relations of Tectonics to Ore Deposits in the Southern Cordillera: Arizona Compendio de la Sociedad Geológica. Arizona*.
- Bundschuh, J. y. (2007). *Centro América: Geología, recursos y peligros*. Londres.

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

- Burn, L. (1969). *Reporte Bonanza*. Servicio Geológico Nacional, Bonanza.
- Case, J. H. (1984). *Map of geological provinces in the Caribbean region, in the Caribbean-South American Plate Boundary and Regional Tectonics*.
- Castro-Medrano. (2012). *El pórfido de Cu-Mo Sayta y su mineralización en cuarcita*. Lima, Perú.
- Demostier. A, C.-V. R. (s.f.). *Clasificación textural del cuarzo epitermal (Au-Ag) de relleno filoniano del área volcánica de Cabo de Gata, Almería*. Almería.
- Dengo, G. (1985). *Desarrollo geológico y tectónico del límite de la placa Caribe en el norte de Centro América*. Colorado, Estados Unidos.
- Frischbutter. (2002). *Estructura del Graben de Managua, Nicaragua*. Managua.
- García, P. (2002). *Vulcanismo y geología estructural de la región de Apán, Estados de Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Mexico* .
- García-Cardoso, G. (1985). *Geología Estructural*. Obtenido de <http://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/3253>
- García-Palomo. (2002). *Vulcanismo y Geología Estructural de la Región de Apán Estados de Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y Mexico* . Mexico .
- García-Tovar. Gloria, M.-S. R. (2011). *Geología y geoquímica de las lavas pleistocénicas del estrato volcán Telapón, Sierra Nevada, México*. Sierra Nevada.
- Gómez, D. y. (2020). *Cartografía geológica del área La Colombia a escala 1:10,000 concesión Bonanza H-1 RACCN-Nicaragua. (Seminario de graduación para optar a título de Ingeniero Geólogo)*. UNAN-Managua., Managua.
- Hodgson, G. (1976). *Reporte geológico de la Cuenca del Río Bocay. Caliza-Bocay*. . Managua, Nicaragua.

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

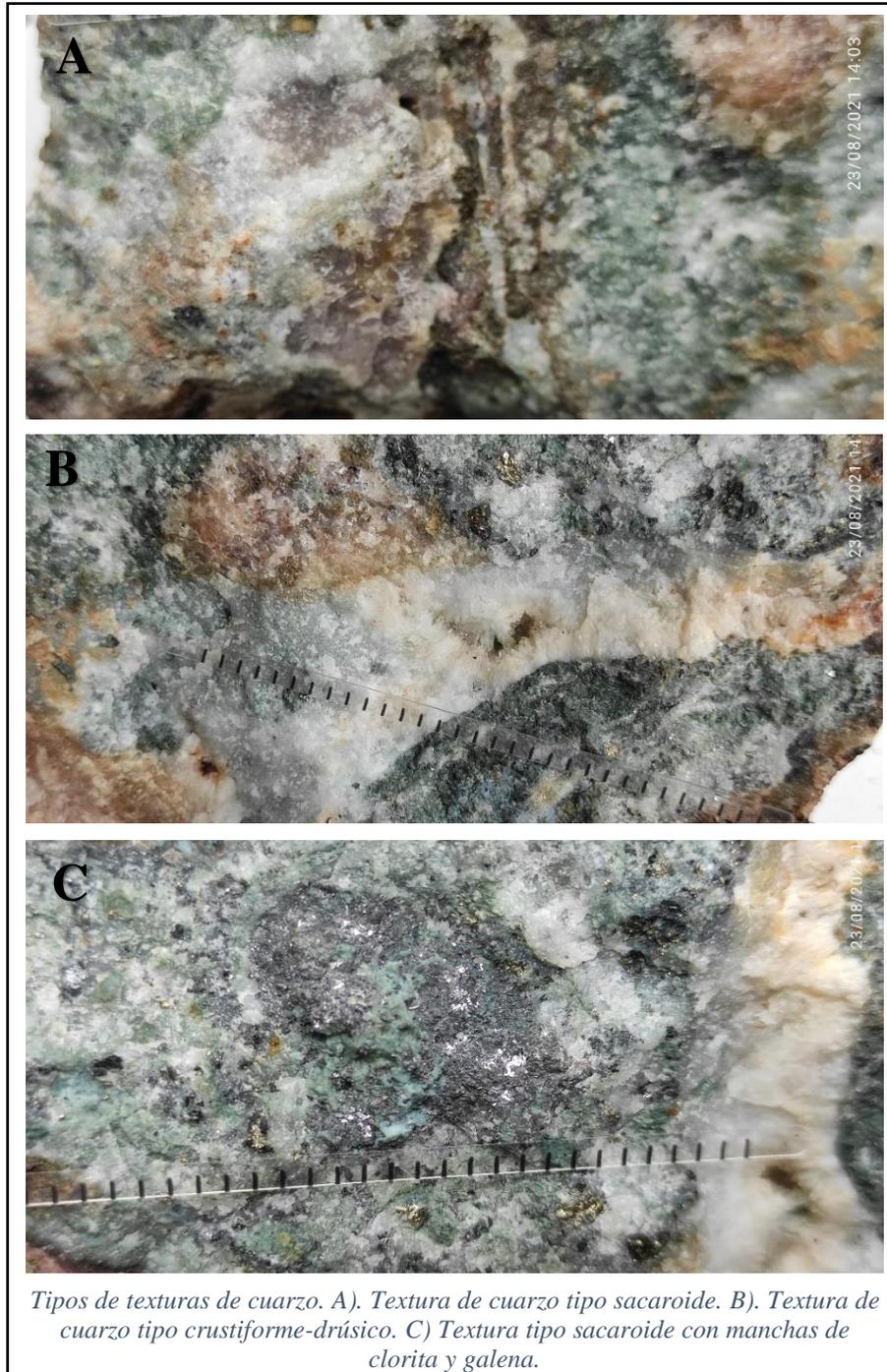
- Hodgson, G. (1977). *Geología y anotaciones mineras del área de Jalapa*. Managua, Nicaragua.
- Hodgson, G. (2000). *Geología Regional De Nicaragua, Introducción al léxico estratigráfico de Nicaragua*. Managua, Nicaragua.
- Hodgson-Valrey, G. (1979). *Compilación de las anotaciones mineras y petroleras de la Costa Atlántica de Nicaragua*. Servicio Geológico Nacional.
- Iriondo, M. (2016). *Introducción a la geología*. . Brujas, Córdoba.
- Jacay, J. G. (1999). *Estilo estructural de los yacimientos minerales en la franja Huamachuco-Cajabamba: Andes Norperuanos*. . Lima, Perú.
- Kussmaul, P.-D. y. (2012). *Geología de Costa Rica*. Costa Rica: EUNED.
- Lehmann, E. K. (1982). *Reporte final de los estudios de exploración minera en Nicaragua parte D: Bonanza tomo 1*. Minneapolis, Minnesota USA.
- Macharé-Ordoñez, J. (2016). *Aspectos claves de la geología estructural para las exploraciones*. . Perú.
- McBirney, A. y. (1965). *Historia volcánica de Nicaragua* . California.
- Montoya-Vargas, A. (2016). *Descripción de las alteraciones hidrotermales*. México.
- Observatorio URACCAN. (2016). *Ficha Municipal Bonanza*. Obtenido de <https://observatorio.uraccan.edu.ni/sites/default/files/documentos/Ficha%20Municipal%20Bonanza.pdf>
- Philpotts R, A. (1989). *Petrografía de rocas ígneas y rocas metamórficas*. Waveland press, INC.
- Sevilla, S. (2016). *Monografía para optar a título de Ingeniero Geólogo "Mapa Metalogénico de Nicaragua"*. Managua.

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

- Silva Romo-Gilberto, M. R.-C.-E. (2016). *Elementos de Cartografía Geológica*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Streckeisen, A. (2002). *Igneous Rocks: A classification and Glossary of Terms*. Tasmania. Obtenido de <https://web.ua.es/es/e-pesedua/introduccion/tecnicas-de-estudio.html>
- Tarbut, E. y. (2005). *Ciencias de la Tierra, introducción a la geología general*. Pearson Educación.
- V-Belousov. (1979). *Geología Estructural*. Moscú: MIR.
- Venable, M. (1994). *A geologic, tectonic and metallogenic evaluation of the Siuna terrane*. Arizona, EE.UU.
- Weinberg, R. (1990). *The Neogene structural development of Western Nicaragua*.
- Zappettini-Eduardo., P.-G. M.-S.-N.-D.-X.-L.-C.-N.-C. (2021). *Mapa Metalogénico de América Central y El Caribe*.

15. Anexos

Anexo 1. Tipos de texturas de cuarzos.



**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

Anexo 2. Descripción de puntos de control más relevantes.

E-Ch-01

Estación	Coordenadas UTM WGS84		Descripción
	Este	Norte	
Ch-01	Este	758777	Zona del techo del sistema de vetas compuesta por flujos andesíticos.
	Norte	1552929	
	Elev.	267 m.s.n.m.	



Afloramiento, zona del techo del sistema de vetas El Chiquero con dirección azimuth de 232° y un Bz 52° NW compuesta por flujos andesíticos con una longitud de 18 m y una altura de 8 m, de textura porfirítica. Este afloramiento se encuentra con alteración propilítica, contiene silicificación y alteración argílica en zonas de fallas, presentando oxidación supérgena (goethita) controlada por fracturas y halos.

Br. Ixza Mayerling Colindres Pérez.
Br. Dennis Francisco Carmona Pérez.
Br. Holvin Javier López Bans.

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)

E-Ch-05.

Estación	Coordenadas UTM WGS84		Descripción
Ch-05	Este	759168	Afloramiento de andesita porfirítica
	Norte	1553736	
	Elev.	277 m.s.n.m.	



Afloramiento de andesita porfirítica con fracturamiento preferencial Este-Oeste| con una dirección azimutal de 140°; se logró identificar con la lupa presencia de sulfuro presencia errática (que no es uniforme; diseminada en este caso es pirita alteración propilitica) de pirita diseminada, también presenta alteración argílica leve; en los alrededores se observa cubierta de coluvios con espesores de hasta 1 m de diámetro de la misma composición.

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)

E-Ch-06.

Estación	Coordenadas UTM WGS84		Descripción
Ch-06	Este	759012	Suelo laterítico-Saprolítico.
	Norte	1553627	
	Elev	296 m.s.n.m.	



Suelo arcilloso de coloración roja Sector El chiquero (E 759012-N 1553627).

Suelo laterítico-saprolítico en zona de fuerte alteración argilica con hematita (producto de la fuerte alteración de la andesita). Corte expuesto en dirección Az 343° subparalelo a la zona de vetilla del sistema estructural Independencia. Se observan fragmentos de beta de cuarzo sacaroidal.

**Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)**

E-Ch-18.

Estación	Coordenadas UTM WGS84		Descripción
Ch-18	Este	759043	Trinchera artesanal.
	Norte	1553655	
	Elev	293 m.s.n.m.	



Trinchera artesanal de 21 metros de largo y 4 metros de ancho donde se expone una beta de cuarzo sacaroidal a crustiforme, con una dirección azimutal de 254° y un buzamiento de 72° NW en andesita porfírica con leve alteración sericita-pirita. En los extremos se presenta la alteración propilítica.

Br. Ixza Mayerling Colindres Pérez.
Br. Dennis Francisco Carmona Pérez.
Br. Holvin Javier López Bans.

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)

E-Ch-23

Estación	Coordenadas UTM WGS84		Descripción
Ch-23	Este	758657	Andesita porfirítica.
	Norte	1552906	
	Elev	221	



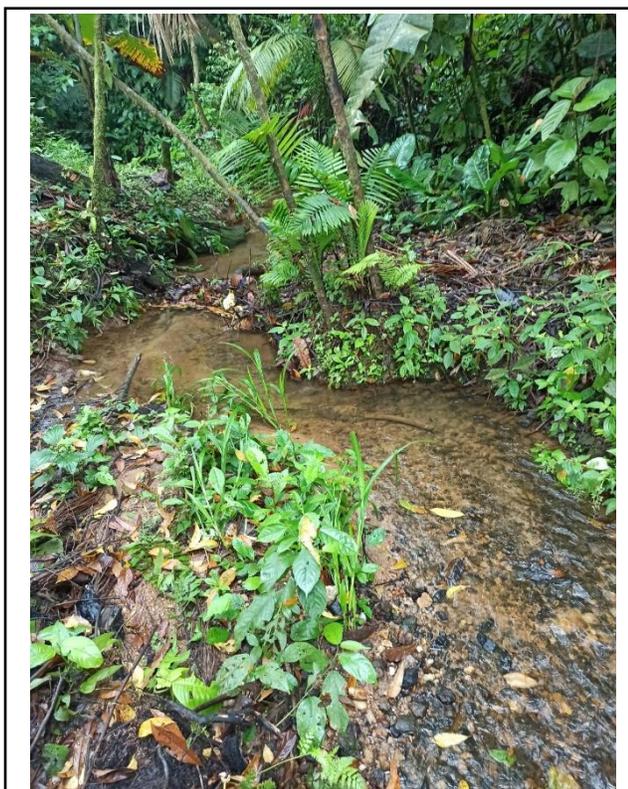
Roca de coloración gris clara y coloración marrón debido a la alteración de hematita en muestra fresca de textura porfirítica, constituida por vetillas de cuarzo (stockwork), de textura crustiforme-drúsico de tamaño Mayor o igual a 1 Cm, también presenta alteración de clorita en las plagioclasas.

Br. Ixza Mayerling Colindres Pérez.
Br. Dennis Francisco Carmona Pérez.
Br. Holvin Javier López Bans.

Cartografía geológica del sector minero “El Chiquero”- Bonanza a escala 1:10,000
(hoja topográfica 3258-II)

E-Ch-24

Estación	Coordenadas UTM WGS84		Descripción
Ch-24	Este	758784	Sedimentos aluviales de diferente granulometría.
	Norte	1553876	
	Elev.	210 m.s.n.m.	



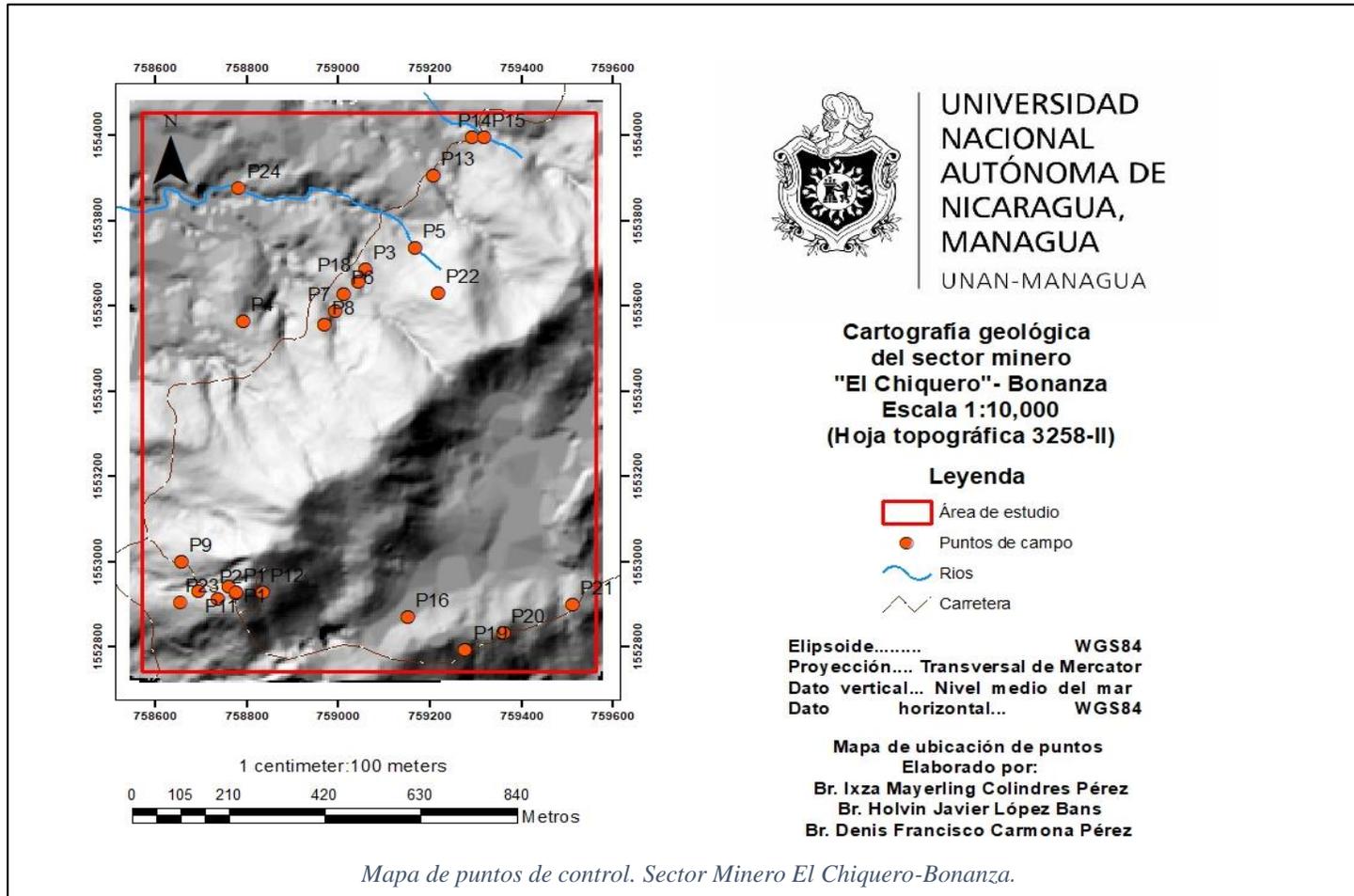
Afloramiento de sedimentos aluviales. Sector minero el Chiquero- Bonanza (E 758784- N 1553876).

Foto representativa de sedimentos Aluviales de composición mineral mayormente cuarzo con agregados líticos de diferentes tamaños y formas, que varían entre 3 a 6 cm, al igual se encontró sedimentos de arena, limo y arcilla en la parte más baja de la cuenca sedimentaria.

Anexo 3. Base de datos de puntos levantados en campo.

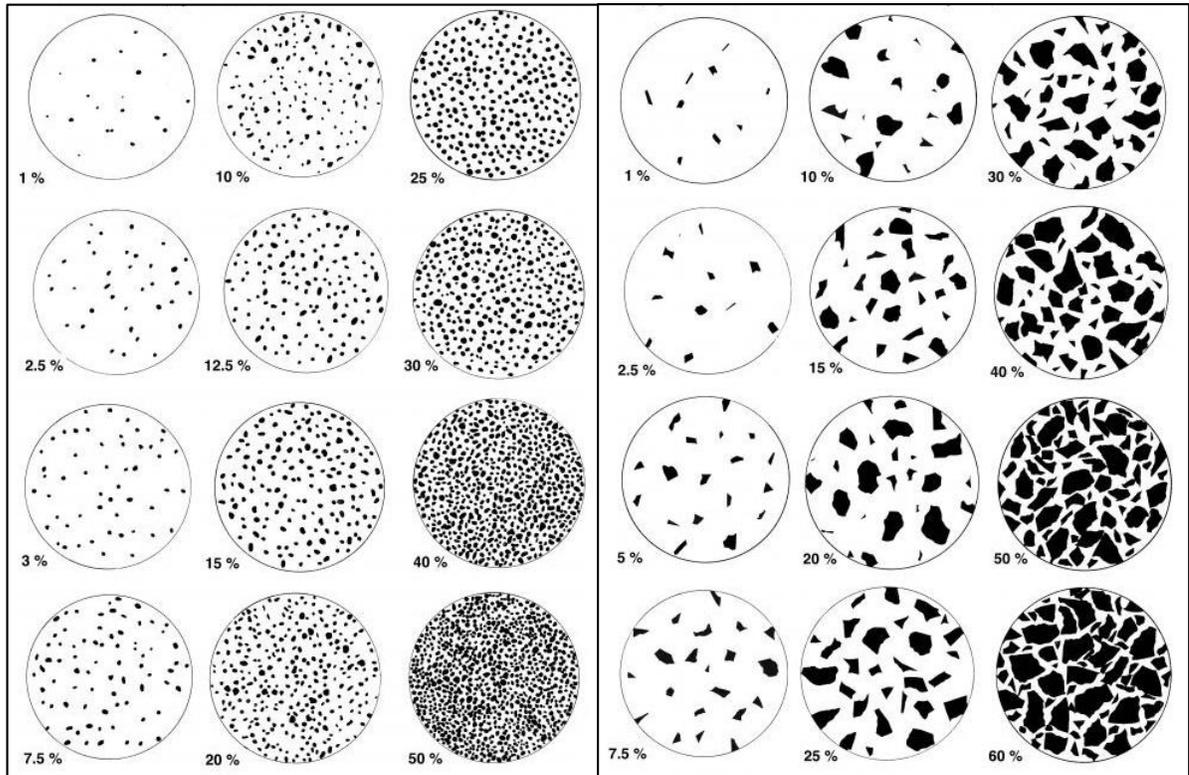
Muestra	Este	Norte	Elevacion	Fuente	Datum	Hoja Topografica	Concecion	Zona	Estructura	Fuente	tipo de muestra	Ancho (M)	Descripcion	Litologia	Codigo litologia	Textura	codigo de textura	Tipo de Alteracion	Codigo de Alteracion	Intensidad de alteracion	Minerales	Codigo de Mineral	Laboratorio	Fecha	Azimut	Dips
E-Ch-01	758777	1552929	267	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Veta	Afloramiento	Muestreo al Azar	1.8	Zona del techo del sistema de betas compuesta por flujos Andesítico.	Flujos andesítico	Tfa	Porfirítica	Proph	Propilitica 1.5m, Argilica 2.5m.	Proph+Arg	Leve	Pirita, Calcopirita, Cuarzo, Plageoclasa	PY+CP+QZ+PG	Lab UNAN 1305-LAB CIGEO	5/1/2021	232°	52°NW
E-Ch-02	758776	1552926	267	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Falla	Afloramiento	Muestreo al Azar	1.5	Zona de falla en roca andesítica	Flujos andesítico	Tfa	Porfirítica	Proph	Argilica 2.3m	Arg	Intermedia	Hematita	HM		5/1/2021	232°	60°NW
E-Ch-03	759061	1553686	270	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Veta	Afloramiento	Muestreo al Azar	20	Afloramiento fuertemente fracturado, de roca andesítica (flujo).	Flujos andesítico	Tfa	Porfirítica	Proph	Propilitica 1.6m	Proph	Leve	Pirita, cuarzo, pirolucita	PY+QZ+PRL		5/1/2021	185°	-
E-Ch-04	758794	1553563	120	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Veta	Afloramiento	Muestreo al Azar	0.4	Vetilla de cuarzo de textura sacaroidal.	Flujos andesítico	Tfa	Porfirítica	Proph	Argilica 2.7m	Arg	Leve	Cuarzo	QZ		5/1/2021	240°	80°NW
E-Ch-05	759168	1553736	277	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Falla	Afloramiento	Muestreo al Azar	0.8	Andesita Porfídica meteorizada	Andesita	Tfa	Porfirítica	Proph	Propilitica 1.3m, Filica	Proh+Phy	Leve	Cuarzo, Pirita, Plageoclasa	QZ+PY+PG	Lab UNAN 1305-LAB CIGEO	5/1/2021	140°	-
E-Ch-06	759012	1553627	296	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	-	Afloramiento	Muestreo al Azar	1.5	Suelo arcilloso Hematítico	Andesita	Tfa	Porfirítica	Proph	Argilica 1.2m	Arg	Intermedia	-	-		6/1/2021	343°	-
E-Ch-07	758994	1553587	310	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Veta Falla	Afloramiento	Muestreo al Azar	1.3	Afloramiento de andesita con oxidación supérgena.	Andesita	Tfa	Porfirítica	Proph	Argilica 2.8m	Arg	Leve	Cuarzo, Pirita, Plageoclasa	QZ+PY+PG		6/1/2021	193°	-
E-Ch-08	758970	1553555	308	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Veta	Afloramiento	Muestreo al Azar	0.3	Flujo andesítico con pequeñas vetillas de cuarzo.	Andesita	Tfa	Porfirítica	Proph	Argilica 3m	Arg	Leve	Cuarzo, hematita	Qz+HM		6/1/2021	209°	-
E-Ch-09	758658	1553001	259	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	-	Afloramiento	Muestreo al Azar	-	Afloramiento de roca meteorizada.	Saprolito	Arc	Arcilla	Arc	Argilica 2.9m	Arg	Avanzada	Hematita	HM		6/1/2021	87°	-
E-Ch-10	758738	1552913	251	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	-	Afloramiento	Muestreo al Azar	-	Bloques de andesita redepositado.	Andesita	Tfa	Porfirítica	Proph	Propilitica 1.1m	Proph	Leve	Cuarzo, Pirita, Plageoclasa	QZ+PY+PG		7/1/2021	51°	-
E-Ch-11	758694	1552931	249	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Deslizamiento	Afloramiento	Muestreo al Azar	-	Zona de Deslizamiento de Ladera	Saprolito	Arc	Arcilla	Arc	Argilica 2.7m	Arg	Avanzada	-	-		7/1/2021	320°	-
E-Ch-12	758835	1552930	304	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Veta	Afloramiento	Muestreo al Azar	3.5	Andesita Respaldo de veta	Andesita	Tfa	Porfirítica	Proph	Argilica 2.8m, Filica	Arg+Phy	Intermedia	Cuarzo sericita, pirita	QtzSer+PY		7/1/2021	74°	-
E-Ch-13	759208	1553906	255	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Veta	Afloramiento	Muestreo al Azar	0.7	Afloramiento de Flujo Andesítico.	Andesita	Tfa	Porfirítica	Proph	Propilitica 1.2m, Argilica 2.9m	Proph+Arg	Leve	Cuarzo, Pirolucita	Qtz+PRL		7/1/2021	120°	68°SW
E-Ch-14	759293	1553994	254	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Veta Falla	Pozo	Muestreo al Azar	2.5	Afloramiento de flujo Andesítico.	Veta de Cuarzo	VQz	Porfirítica	Proph	Propilitica 1.5m, Argilica 2.9m	Proph+Arg	Leve	Cuarzo, Pirita, Plageoclasa	QZ+PY+PG		7/1/2021	150°	85°SW
E-Ch-15	759319	1553994	262	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Vetillas	Afloramiento	Muestreo al Azar	-	Flujo andesítico con leve alteracion propilica.	Flujos andesítico	Tfa	Porfirítica	Proph	Propilitica 1.15m	Proph	Leve	Cuarzo, Pirita, Plageoclasa	QZ+PY+PG		1/2/2021	213°	-
E-Ch-16	759152	1552870	300	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Vetillas	Afloramiento	Muestreo al Azar	1.5	Veta de cuarzo brecha.	Veta de Cuarzo	VQz	Porfirítica	Proph	Argilica 2.55m	Arg	Leve	Cuarzo	QZ		1/2/2021	50°	-
E-Ch-17	758762	1552941	261	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Veta	Afloramiento	Muestreo al Azar	1.7	Afloramiento de Andesita con alteración propilitica intermedia.	Andesita	Tfa	Porfirítica	Proph	Propilitica 1.6m	Proph	Leve	Pirita, Calcopirita, Cuarzo, Plageoclasa	PY+CP+QZ+PG	Lab UNAN 1305-LAB CIGEO	1/2/2021	195°	75°NW
E-Ch-18	759043	1553655	293	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Veta	Trinchera artesanal	Muestreo al Azar	4	Veta de cuarzo con textura crustiforme y presencia de pirolusita (Mn4+O2)	Veta de Cuarzo	VQz	Porfirítica	Proph	Propilitica 1.3m, Filica	Proh+Phy	Leve	Cuarzo sericita, pirita	QtzSer+PY		1/2/2021	254°	72°NW
E-Ch-19	759278	1552795	270	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	-	Afloramiento	Muestreo al Azar	-	Bloques de andesita alteradas	Andesita	Tfa	Porfirítica	Proph	Argilica 2.4m	Arg	Leve	Cuarzo, plageoclasa	QZ+PG		1/2/2021	-	-
E-Ch-20	759361	1552833	280	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	-	Afloramiento	Muestreo al Azar	1.6	Andesitas gris verdosas	Andesita	Tfa	Porfirítica	Proph	Propilitica 1.1m, Argilica 2.85m	Proph+Arg	Leve	Cuarzo, Pirita, Plageoclasa	QZ+PY+PG		1/2/2021	-	-
E-Ch-21	759511	1552899	282	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Vetillas	Afloramiento	Muestreo al Azar	-	Flujo de Andesita con vetilla de cuarzo	Flujos andesítico	Tfa	Porfirítica	Proph	Filica	Phy	Leve	Cuarzo	QZ		15/2/2021	44°	-
E-Ch-22	759219	1553630	325	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	-	Afloramiento	Muestreo al Azar	-	andesita porfirica con presencia erratica de sulfuro.	Andesita	Tfa	Porfirítica	Proph	Propilitica 1.33m	Proph	Leve	Cuarzo, Pirita, Plageoclasa	QZ+PY+PG		1/2/2021	135°	-
E-Ch-23	758657	1552906	221	GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Veta	Pozo	Muestreo al Azar	3	Veta andesítica con vetillas de cuarzo	Andesita	Tfa	Porfirítica	Proph	Propilitica 1.1m, Filica	Proh+Phy	Leve	Cuarzo, Pirita, Galena	QZ+PY+GA	Lab UNAN 1305-LAB CIGEO	1/2/2021	55°	75°NW
E-Ch-24	758784	1553876		GPS	WGS 84, 16 ZONE	3258 II	Bonanza	El Chiquero	Cuenca aLuvial	Rio	Muestreo al Azar	-	sedimentos aluviales de diferente granulometria.	sedimentos aluviales	Qal	-	-	-	-	-	Cuarzo	QZ		1/2/2021	-	-

Anexo 4. Mapa de puntos de control.



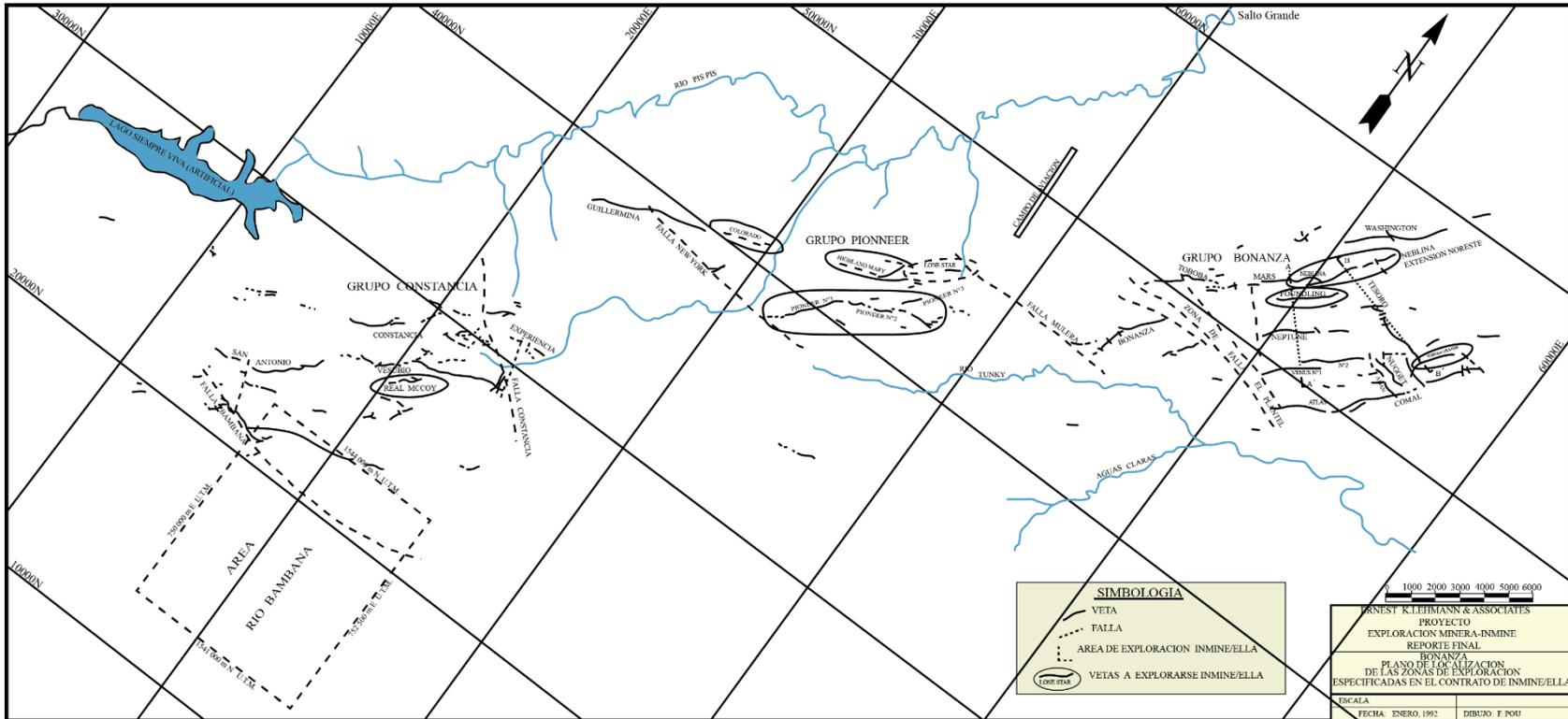
Br. Ixza Mayerling Colindres Pérez.
Br. Dennis Francisco Carmona Pérez.
Br. Holvín Javier López Bans.

Anexo 5. Cartas de cuantificación visual de conjunto mineral en lámina delgada.



A) Gráfico para estimar el porcentaje de poloides, intraclastos de micrita pequeña. B) Gráfico para estimar el porcentaje de granos angulares pequeños y grandes.

Anexo 6. Mapa de distritos minero de Bonanza.



Mapa de distritos mineros de Bonanza, redibujado de (Arengi-M., 2003).

Br. Ixza Mayerling Colindres Pérez.
 Br. Dennis Francisco Carmona Pérez.
 Br. Holvin Javier López Bans.

Anexo 7. Datos de fracturas encontradas en el área de estudio.

Fracturas del punto costado derecho 1'			
N°fractura	Az	Buzamiento	Direccion
1	210	78	NW
2	252	80	NW
3	225	70	NW
4	216	89	NW
5	247	88	NW
6	260	69	NW
7	263	80	NW
8	220	60	NW
9	263	78	NW
10	260	79	NW
11	265	90	NW
12	262	86	NW
13	255	50	NW
14	258	74	NW
15	250	88	NW
16	265	82	NW
17	270	86	NW
18	255	80	NW

Fracturas del punto 1			
N°fracturas	Az	Buzamiento	Direccion
1	290	60	NW
2	295	70	NW
3	305	44	NW
4	305	62	NW
5	135	82	NW
6	285	68	NW
7	308	76	NW
8	262	70	NW
9	250	40	NW
10	265	69	NW
11	265	70	NW
12	290	50	NW
13	287	72	NW
14	275	82	NW
15	282	78	NW
16	310	70	NW

Fracturas del punto 5			
N°fractura	Az	Buzamiento	Direccion
1	280	71	NE
2	270	80	NE
3	250	88	NE
4	260	89	NE
5	245	73	NE
6	285	71	NW
7	260	81	NE
8	268	90	NE
9	289	89	NW
10	253	69	NE
11	330	79	NW
12	322	81	NE
13	320	69	NE
14	310	63	NE
15	310	82	NE
16	325	89	NE
17	330	90	NW
18	250	63	NE
19	330	89	NE
20	70	72	SE
21	75	90	SE
22	62	82	SE

Fracturas del punto 8			
N°fractura	Az	Buzamiento	Direccion
1	300	3	NW
2	322	10	NW
3	133	12	SW
4	285	18	NW
5	290	15	NW
6	290	20	NW
7	275	19	NW
8	280	5	NW

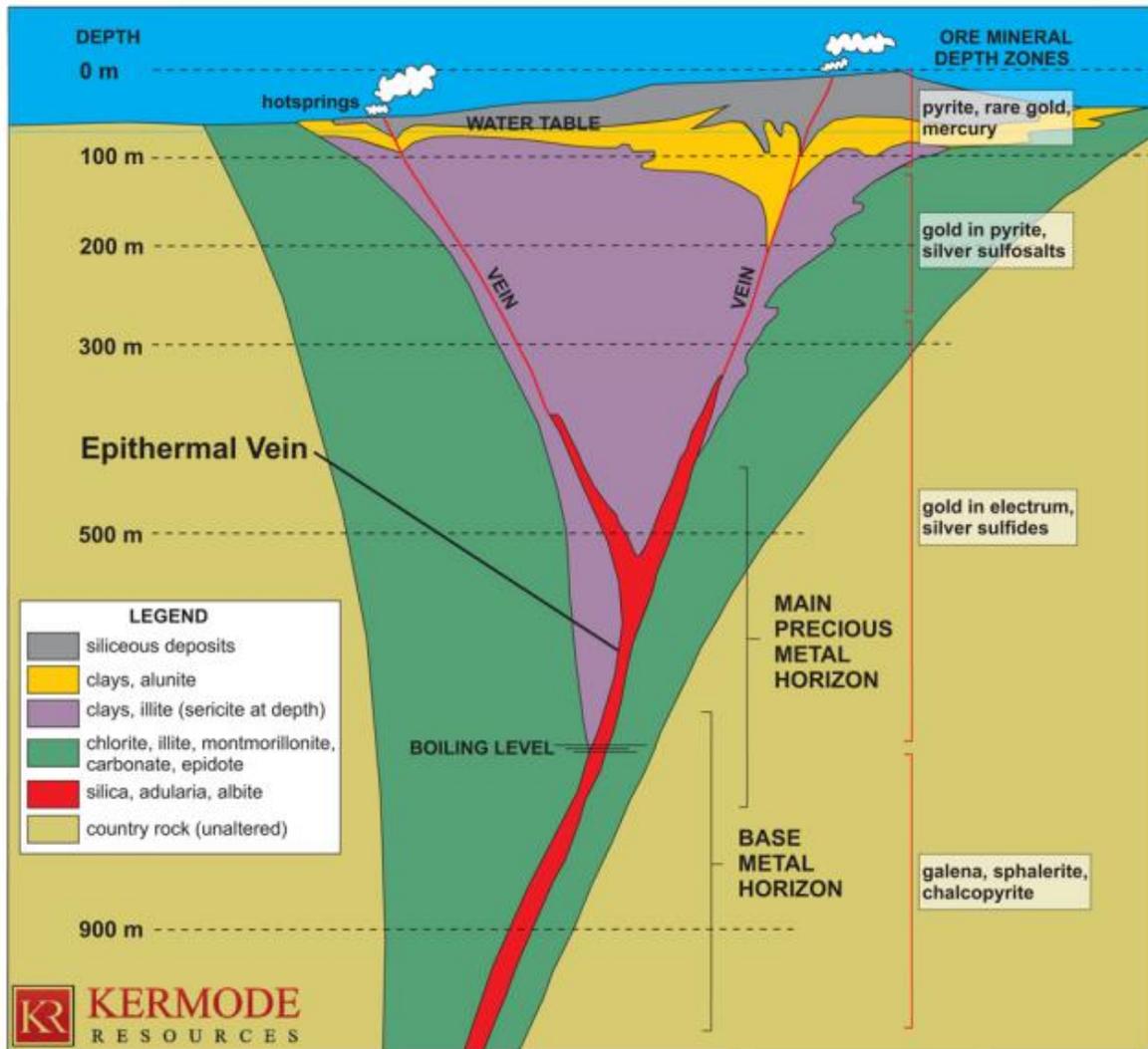
Fractura del punto 13			
Nºfractura	Az	Buzamiento	Direccion
1	140	78	SW
2	120	60	SW
3	118	78	SW
4	80	81	SW

Fracturas punto 14			
Nºfractura	Az	Buzamiento	Direccion
1	310	63	NW
2	140	69	SW
3	145	60	SW
4	130	89	SW
5	160	63	SW

Fracturas del punto 15			
Nºfracturas	Az	Buzamiento	Direccion
1	210	25	NW
2	240	24	NW
3	320	44	NW
4	320	90	NW
5	310	63	NW
6	330	63	NW
7	88	66	SE
8	90	66	SE
9	60	70	SE
10	85	68	SE
11	75	79	SE
12	76	87	SE

Fracturas del punto 17			
Nºfractura	Az	Buzamiento	Direccion
1	330	69	NE
2	305	60	NE
3	280	63	NE
4	268	68	NE
5	270	69	NE
6	310	61	NE
7	320	52	NE
8	300	30	NE
9	300	58	NE
10	275	62	NE
11	298	52	NE
12	306	44	NE
13	240	58	NE
14	248	58	NE
15	253	62	NE

Anexo 8. Esquema generalizado de los sistemas de vetas epitermales



(Buchanan, 1981)