



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Recinto Universitario Rubén Darío
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Departamento de Tecnología
Ingeniería Geológica

Caracterización geológica en prospectos auríferos de la pequeña minería, en el triángulo minero de Nicaragua, Siuna, Rosita Y Bonanza.

Seminario de graduación para optar por el grado de ingeniero geólogo.

Elaborado por:

Br: Eliezer Ariel Quiroz Sequeira.

Tutor:

MSc. Gema Velásquez Espinoza.

Asesor Metodológico:

MSc. Karen Mena.

Managua, Diciembre del 2021.

Dedicatoria.

A Dios.

Al único creador de los cielos y la tierra, Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto, dándome salud y por haberme guiado llevándome por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no flaquear en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia.

A mi madre Vilma María Quiroz Sequeira Por haberme apoyado en todo momento, porque me ha dado todo lo que ha podido y a ella le debo todo lo que soy: mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia y mi coraje para conseguir mis objetivos, por sus consejos, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi hermana Cintia Quiroz que más que mi hermana, es mi verdadera amiga, mi confidente, agradezco su confianza y sus valiosas palabras de aliento que marcaron mi vida.

Y por último pero no menos importante a mi segunda imagen materna, mi tía Matilde del Socorro Quiroz quien nos ha apoyado con un techo donde vivir para que podamos cumplir nuestros objetivos y a mis primas con el apoyo y confianza que me han brindado principalmente a Yahoska Sandoval Quiroz mi ejemplo a seguir y a mi tío la mejor figura paterna que tengo Natividad Sandoval quien siempre apoyo en poner un plato de comida en nuestra mesa.

Agradecimiento.

De igual manera le doy muchísimas gracias a mi padre celestial porque gracias a él éste trabajo se pudo realizar, no tengo palabras como agradecerle, pero de corazón te digo GRACIAS MI DIOS por darme la oportunidad de haber cumplido esta meta y a ti principalmente te dedico éste trabajo.

Así como a mi madre Vilma Quiroz, a mi hermana Cintia Quiroz, a mi tía Matilde Quiroz a mis primas y mi tío Natividad Sandoval; a ellos por ser esas personas que Dios permitió que estuviesen a mi lado, les doy las gracias por apoyarme en el transcurso de la carrera.

Agradezco a Centro Humboldt que me dieron la oportunidad y confianza de realizar mis pasantías he hicieron posible mis viajes de campo.

A mi tutor Msc. Gema Velásquez Espinoza por haberme guiado en todo el transcurso, sus orientaciones, su manera de trabajar, gracias por su apoyo y que Dios le bendiga.

A todos mis docentes que nos brindaron parte de su conocimiento con esfuerzo y dedicación, que siempre nos apoyaron como pudieron. De igual manera le agradezco a nuestra alma mater, UNAN-Managua por haber hecho posible mi educación formándome con disciplina, lealtad, solidaridad y honestidad.

A mi prometida Raquel Cantarero por brindarme su apoyo incondicional, su confianza y su amor, por creer en mí estando en las buenas y malas.

Son muchas personas que han formado parte de mi vida, a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, ánimo y apoyo en los momentos difíciles de mi vida, sin importar en donde estén quiero dar las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y todas sus bendiciones.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

Managua 04 de noviembre 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 seminario de graduación elaborado por el Br.: **Eliezer Ariel Quiroz Sequeira** de la carrera de Ingeniería Geológica de la UNAN-Managua. Dicho trabajo lleva por título **"Caracterización Geológica en prospectos auríferos de la pequeña minería, en el triángulo minero de Nicaragua, Siuna, Rosita y Bonanza"**.

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!

Resumen.

Este estudio tiene como propósito la realización de una caracterización geológica regional, basado en revisión bibliográfica y visita de diferentes sectores minero, el cual consistió en tres municipios, Siuna, Rosita y Bonanza de la Región Autónoma del Atlántico Norte.

Esta caracterización se basó en la realización de un mapa geológico a escala 1:120.000 de las hojas topográficas; Siuna 3257-III, y Coperna 3257 IV, En Rosita 3357-IV, Cerro Liwatakan 3257 II y Kukalaya, En Bonanza 3258-II y Cerro Saslaycito 3257 I, en el área se observó que afloran siete unidades litológicas, correspondientes a rocas del Grupo Matagalpa y Pre – Matagalpa, representadas por rocas de origen volcánico y depósitos recientes, de edad del Cuaternarios subdivididos en aluvial y residual.

Asimismo, la mineralización en Bonanza se encuentra controlado por la falla punta Huete la cual rige el sistema de fallas NE-SW y NW-SE, en Rosita se representa más por depósitos de tipo skarn con cobre y oro, formado en una zona de contacto entre sulfuros, sedimentos y andesita también se presenta como lentes, bolsones e hilos de sulfuros masivos.

En Siuna la mineralización se asocia a un ambiente de arco de isla, que se caracteriza por el tipo de deformación estructural frágil y por ser una zona donde actuó una actividad hidrotermal que dio paso al desarrolló de formación dúctil, asociadas a zonas de cizalla en condiciones dúctil-frágil, donde se generan un mayor número de estructuras para albergar la mineralización

Geomorfológicamente, el relieve del triángulo minero está definido por dos cadenas de colinas de edad del terciario con alturas de 200-820 msnm, una en dirección NE-SW y la otra en dirección NW-SE, separadas por planicies aluviales cuaternarias.

Tabla de contenido

1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	2
2.1 Nacionales.....	2
2.2 Internacional.....	3
3. Planteamiento del problema.....	4
4. Justificación.....	5
5. Objetivos.....	6
5.1 General:.....	6
5.2 Específicos:.....	6
6. Localización del área de estudio.....	7
7. Marco Teórico.....	10
7.1 Geología, Tectónica de Centroamérica y Nicaragua.....	10
7.1.1 Geología Regional de Nicaragua.....	13
7.1.2 Geología estructural de Nicaragua.....	18
7.1.3 Guía mineralógica de Nicaragua.....	19
7.1.4 Mineralización Regional.....	20
8 Hipótesis de investigación.....	21
9 Diseño metodológico.....	22
9.1 Tipo de estudio.....	22
9.2 Área de estudio.....	22
9.3 Universo y Muestra de Estudio.....	22
9.4 Matriz operacionalización de variables.....	23
9.5 Método, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
9.5.1 Instrumentos.....	24
9.6 Procedimiento para la recolección de datos.....	25
9.7 Plan de análisis y procesamiento de datos.....	26
➤ Análisis Estructural.....	26
➤ Unidades Geológicas.....	26
➤ Unidades Geomorfológicas.....	26
➤ Informe final.....	26
10 Análisis y discusión de resultados.....	27

10.1	Geología.....	27
10.1.1	Geología Local, Siuna.....	27
10.1.2	Geología Local, Rosita.....	35
10.1.3	Geología Local Bonanza.....	43
10.2	Geología Estructural.....	55
10.2.1	Siuna.....	56
10.2.2	Rosita.....	59
10.2.3	Bonanza.....	62
10.3	Unidades Geomorfológicas.....	70
10.3.1	Unidad de Laderas Inferiores de Montañas.....	70
10.3.2	Unidad de peniplanicies.....	71
10.3.3	Unidad de laderas de denudación de pendiente baja.....	72
10.3.4	Unidad de Laderas de denudación de pendiente fuerte.....	72
10.3.5	Unidad de Cerros y Colinas.....	73
10.3.6	Unidad de llanuras aluviales.....	74
11	Conclusiones.....	76
12	Recomendaciones.....	78
13	Bibliografía.....	79
14	Anexo.....	83

1. Introducción.

La elaboración del presente trabajo, se realiza con el objetivo de obtener el grado de Ingeniero Geólogo en la Facultad de Ciencias e Ingenierías de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), con el apoyo del Centro Humboldt, dentro del proyecto: Minería Artesanal en Nicaragua.

Por lo que este informe viene a ser un soporte para la información existente y ampliar el conocimiento sobre las áreas, a fin de ser un instrumento necesario para el entendimiento, comprensión de la génesis de los depósitos minerales por la cantidad de desinformación que existe en esta zona.

Las concesiones mineras del Atlántico Norte de Nicaragua (Triángulo minero), consiste en tres municipios principales, Siuna con una extensión territorial de 3,421.58 km², Rosita con una extensión territorial de 2,205 km² y Bonanza el último municipio del triángulo minero con una extensión territorial de 1,898 km², de las cuales en los tres se practica la minería artesanal.

Los sectores mineros visitados para esta Caracterización Geológica son las siguientes: Siuna; cerro Aeropuerto y Potosí. En Rosita; La Luna, Santa Fe, Santa Rita, Monte Carmelo, Tercio Pelo, Minesota. En Bonanza la minería se divide en tres grupos; El grupo Bonanza - Neptuno (1979) - Panamá (2009); en el límite NE, con más de 34 vetas. El grupo LoneStar (1979) - Pioneer (2009); en el centro, con más 11 vetas. El grupo Constancia – Bambana; en el SW, con más 31 vetas incluyendo las vetas de alto contenido de Sulfuros. La cual en promedio se visitó tres vetas por grupo, se describirá en el desarrollo del documento.

El estudio monográfico comprende el levantamiento geológico de una cantidad de 25 prospectos de minería artesanal, en el cual se analiza la información geológica existente del lugar, también se incluyen aspectos básicos de un levantamiento geológico, como parámetros geomorfológicos, litológicos, estratigráficos, mineralógicos y estructurales. Contiene un muestreo sistemático de rocas y levantamientos específicos de litología, estructuras y morfología del terreno de estudio.

2. Antecedentes.

2.1 Nacionales.

Existen pocos estudios concernientes al desarrollo y comprensión acerca de la geología de los sectores mineralizados en las zonas, sin embargo, se encontraron los siguientes:

El Ministerio de Ambiente y los Recursos Naturales [MARENA] (2019) realizaron un levantamiento de campo en los municipios de Siuna, Rosita y Bonanza, para detallar la litología de la zona como lo es la formación Matagalpa y Pre-Matagalpa, realizaron dataciones aproximando la edad de las formaciones geológicas al cretácico, con el fin de concluir un mapa de ubicación a escala 1; 700,000 que detalle dichas funciones anteriormente mencionadas, Por lo que me ayuda a corroborar y me brinda una edad de los tipos de suelos encontrados en campo.

Sevilla (2016), realizó un mapa Metalogénico de Nicaragua. Es un estudio de tesis que resalta y enmarca la minería en Nicaragua, basados en levantamientos de campos mediante la subdivisión de todo el país en 6 secciones, llamadas secciones Metalogénicas, de la cual mi zona de estudio pertenece a la sección III correspondiente a la parte Noreste de rocas Terciarias - mesozoicas de Nicaragua, incluyendo parte de los departamentos de la RACCN y Jinotega, representada en la parte Suroeste del distrito de Bonaza Y la sección IV corresponde al micro bloque Siuna localizado al Noreste de Nicaragua, departamento de Zelaya, RACCN; entre el bloque Chortis y el bloque Chorotega, abarcando el distrito de Siuna y Rosita.

Se toma en cuenta los tipos de depósitos metálicos, geología, ambientes de formación, basamentos de los depósitos, edad, dirección de estructuras, entre otros. Dando una reseña geológica de todos los sectores mineros pertenecientes a la nación, cuyo propósito final es enmarcar toda la minería en un mapa (metalogénico), con sus respectivas características de la mineralización, dándome una base de las direcciones de las formaciones estructurales y los tipos de depósitos que se encuentran en ella.

Darce (1993), realizó un estudio de recursos minerales en Nicaragua. Consiste en una breve descripción de los recursos minerales del país, localización geográfica, ubicación geológica, grado de exploración y explotación, conocimiento de su reserva y demás información técnica, me ayudo a darme una idea de cómo realizar la descripción.

Lehmann (1984), realizó un reporte final de los estudios de exploración minera en Nicaragua, parte Este de Siuna, mediante levantamiento de datos como; fallas, fracturas, litología, coordenadas de los afloramientos, entre otros. Para concluir una descripción breve de la ubicación, geológico, geología estructural y reserva mineral de los sectores mineros que componen Siuna, por lo que pude realizar una correlación con mis datos.

Parsons Corporation (1972), en *The Geology Of Western Nicaragua*, publica informaciones geológicas mineras, derivadas a partir de la cartografía en conjunto con el SGN, las cuales son ampliamente consultadas e incorporadas a la compilación investigativa, principalmente capítulos en donde se describen prospectos metálicos, zonas de alteración, origen y descripción de los principales depósitos de iniciación hidrotermal y magmáticos, abarcando metales como Au, Ag, W, Mo, Cu, Cr, Ni, Fe, entre otros, reconocidos en el área de estudio, publicando así mismo la localización en coordenadas, de una considerable cantidad de minas, prospectos e indicios de minerales metálicos resultados de la investigación. Lo cual de igual modo me ayudo a revalidar con mis datos en campo.

2.2 Internacional.

Chinchilla (2017), realizó un estudio que consiste en una caracterización y modelización metalogénico del yacimiento de Pb, Zn, Ag de Patricia, Chile. Para la realización de la investigación se llevaron a cabo visitas de campo, haciendo estudios litológicos y estructurales del área de estudio que permitió la elaboración de un mapa geológico a escala 1:500, además se realizó un muestreo preservativo de los diferentes tipos de mineralización y unidades litológicas presentes en el proyecto.

Gómez (2007), realizó un estudio que consiste en la determinación de la influencia del tamaño de la muestra de selección minera en la exactitud y precisión de la estimación de los recursos del yacimiento en Cuba, se demuestra la influencia de la unidad de selección minera (USM), en la precisión y exactitud de la estimación de recursos, mediante el desarrollo de los sistemas automatizados en este campo, para proponer una metodología que utilizan procedimientos conjuntos de estimación y simulación geoestadístico para proponer posibles valores reales, realizar estimaciones tanto locales como globales.

3. Planteamiento del problema.

El conocimiento geológico de una región es un factor muy importante porque nos permite comprender la dinámica de la tierra, lo que es fundamental para la determinación de los recursos naturales y sus diferentes aplicaciones. En este trabajo se realizó una caracterización geológica en prospectos auríferos de la pequeña minería en el triángulo minero para conocer dichas condiciones geológicas.

No existe suficiente información geológica accesible al público a escala detallada en los sectores de minería artesanal en el triángulo minero, lo que vuelve de mucha importancia realizar más estudios geológicos en estas zonas por la gran afluencia de personas que buscan trabajar en la explotación de recurso mineral como es el oro.

4. Justificación.

El objetivo principal de esta investigación es brindar información geológica de la minería artesanal en el triángulo minero, lo cual sea abierta al público, ya que las empresas mineras se reservan sus investigaciones.

Además, de que los conocimientos sobre las características del terreno, obtenidos a partir de la caracterización geológica es fundamental para un adecuado uso del territorio, con información que puede servir de base para las autoridades correspondientes en la planeación de obras y asentamientos humanos, recorrido de senderos turísticos, así como también para minimizar el peligro, producidos por la actividad de la pequeña minería que representan amenazas para la población que habita en las zonas (INETER, 2001).

Por consecuencia, resulta indispensable realizar estudios de geología en nuestro territorio, que refuerce la poca información que existe, específicamente en triángulo minero de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN).

5. Objetivos.

5.1 General:

- Realizar una caracterización Geológica en prospectos auríferos de la pequeña minería, en el triángulo minero de Nicaragua, Siuna, Rosita, Bonanza.

5.2 Específicos:

- Clasificar las unidades litológicas en base a los puntos visitados y proponer columna litológica general.
- Identificar y caracterizar los patrones estructurales que predominan en las áreas visitadas.
- Describir las unidades geomorfológicas acorde a los puntos que se visitaron y se concentren en cada municipio.

6. Localización del área de estudio.

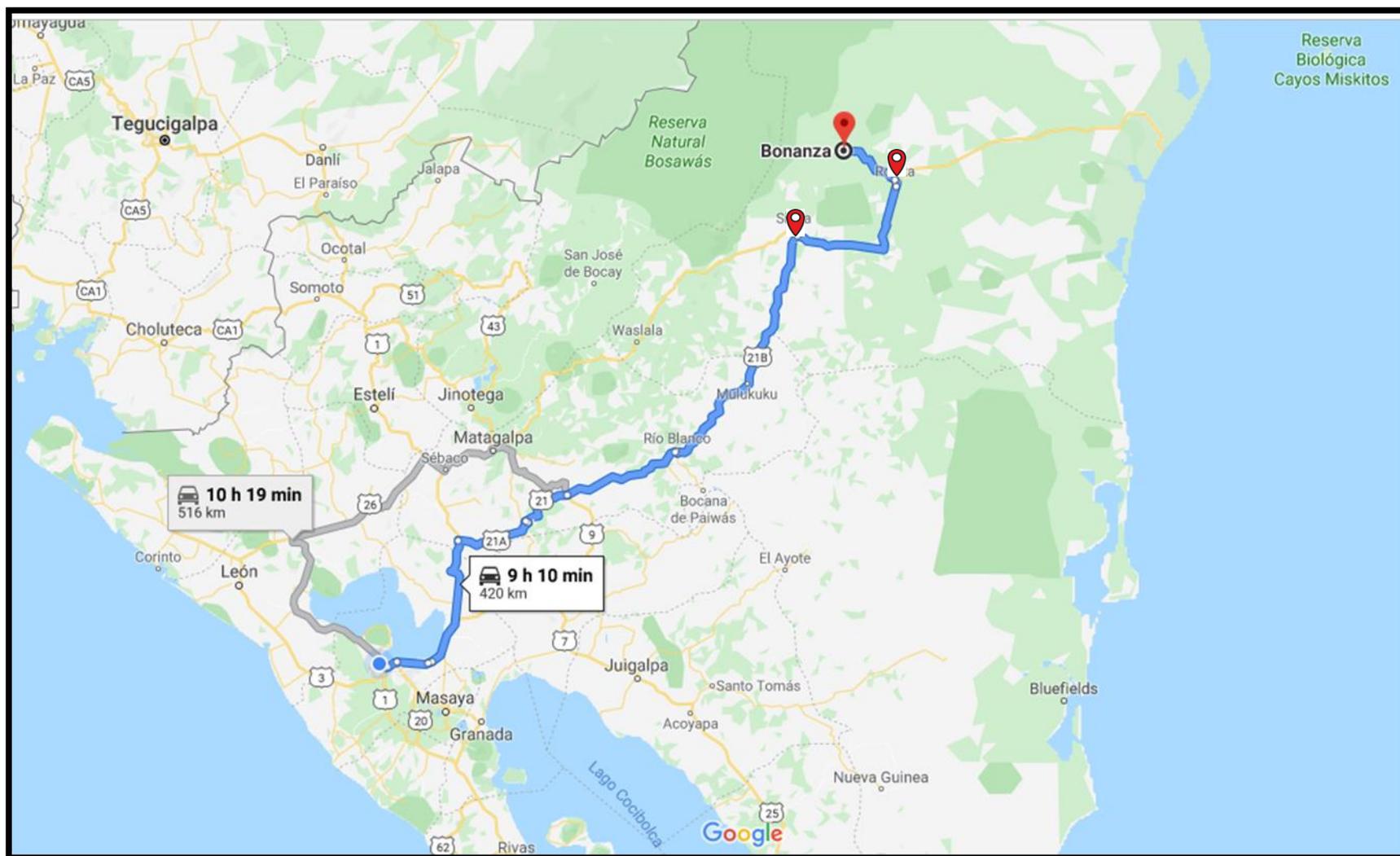
El área de estudio está situada en la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN), los municipios limitan; al Norte con el departamento de Jinotega y el municipio de Waspam, al Sur con la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS) y el departamento de Matagalpa, al Este con los municipios de Puerto Cabezas y Prinzapolka y al Oeste con los municipios de Juigalpa y Matagalpa. (Departamento de Planificación y Desarrollo Turístico, Sistema de Información Geográfico). Ver mapa de ubicación Figura 2.

EL triángulo minero dista a 305 km del primer municipio Siuna, desde Managua, a 72 km de distancia hacia el segundo municipio, Rosita desde Siuna y a 31 km de distancia hacia Bonanza desde Rosita. Ver Figura 1.

La vía de acceso más rápido es seguir la carretera Panamericana norte, hacia NIC-21A, buscando Esquipulas, carretera NIC-21, Camino a Muy Muy, siguiendo sobre la misma hasta Kuikuinita, Luego se continua sobre NIC-21 carretera de tierra hasta Siuna, primer municipio que integra el triángulo minero.

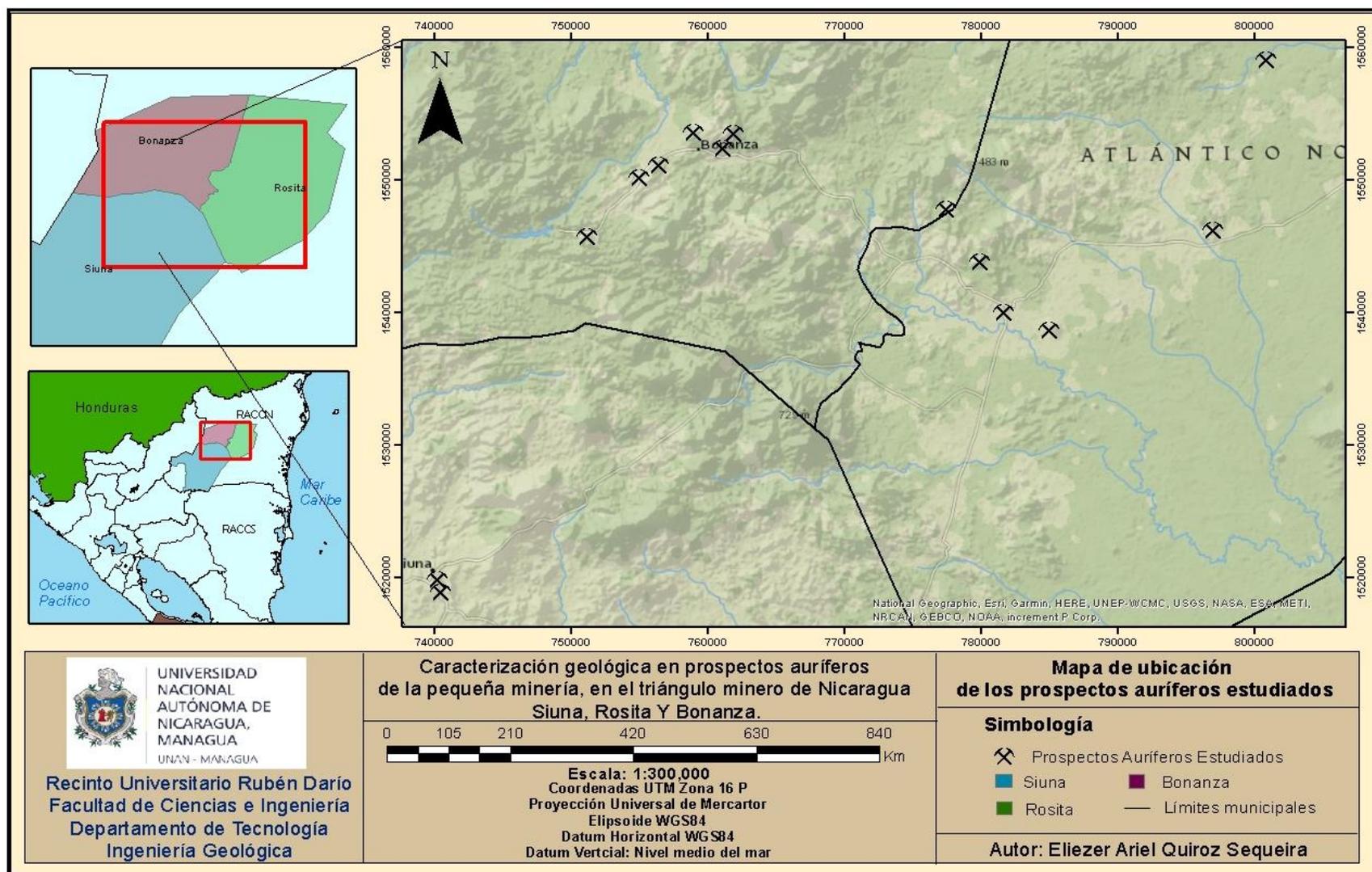
Siguiendo la ruta de la carretera NIC-30 sobre una parte de camino de tierra y otra pavimentada hasta llegar a Rosita, segundo municipio del triángulo minero, continuamos sobre la carretera NIC-21 de tierra, un poco maltratada por los vehículos pesados, hasta llegar a Bonanza último municipio del triángulo minero.

Figura. 1. Rutas alternas hacia el triángulo minero, escala; 1:2500.



. Fuente: (Google maps, 2005).

Figura 2. Mapa de ubicación de los puntos analizados en el triángulo minero.



7. Marco Teórico.

7.1 Geología, Tectónica de Centroamérica y Nicaragua.

Centroamérica en la cual forma parte Nicaragua, se encuentra en el límite Oeste de la Placa Caribe, el cual se desarrolló en el Neógeno debido a la convergencia con la Placa Cocos. La velocidad de convergencia es de aproximadamente 8 cm/año con una dirección oblicua lo que da origen a la faja volcánica del Cuaternario, con 1100 km de longitud, que se extiende desde la frontera México-Guatemala, hasta la parte central de Costa Rica.

Los focos asociados con el mecanismo de subducción definen un buzamiento hacia el Noreste de la Zona de Benioff que se extiende a profundidades mayores de 200 km bajo América Central. Dicho mecanismo de subducción es el que formó la estructura que conocemos como Fosa Mesoamericana estructura más larga que América Central, pues se prolonga al noroeste, frente a México, en total tiene 2700 km de longitud y su mayor profundidad es de 6700 m (Dengo & Case, 1990).

América Central, está dividida por bloques tectónicos de diferentes naturalezas (Dengo, 1968), cuyos márgenes son complejos cinturones tectónicos activos que han evolucionado a lo largo del Cenozoico), estos bloques son:

Bloque Maya: Es de tipo continental, que abarca la Zona de Fractura de Motagua, ubicada al norte de Guatemala, Belice, la Península de Yucatán y el oeste de México hasta el istmo de Tehuantepec (Dengo, 1990).

Bloque Chortis: De tipo continental, compuesto por rocas metamórficas de edades paleozoicas a Pre-Terciario, instruidas por numerosos plutones de diferentes edades (Dengo y Case, 1990), está limitado al N por la Falla Motagua-Polochic y al SW por la Fosa Mesoamericana. En Nicaragua este bloque está representado por el complejo metamórfico Esquistos de Nueva Segovia, constituyendo las rocas más antiguas del país.

Bloque Chorotega: De naturaleza oceánica, compuesto por una secuencia de ofiolitas de edad Cretácica, constituidas por basaltos en almohadillas, gabros, peridotitas y

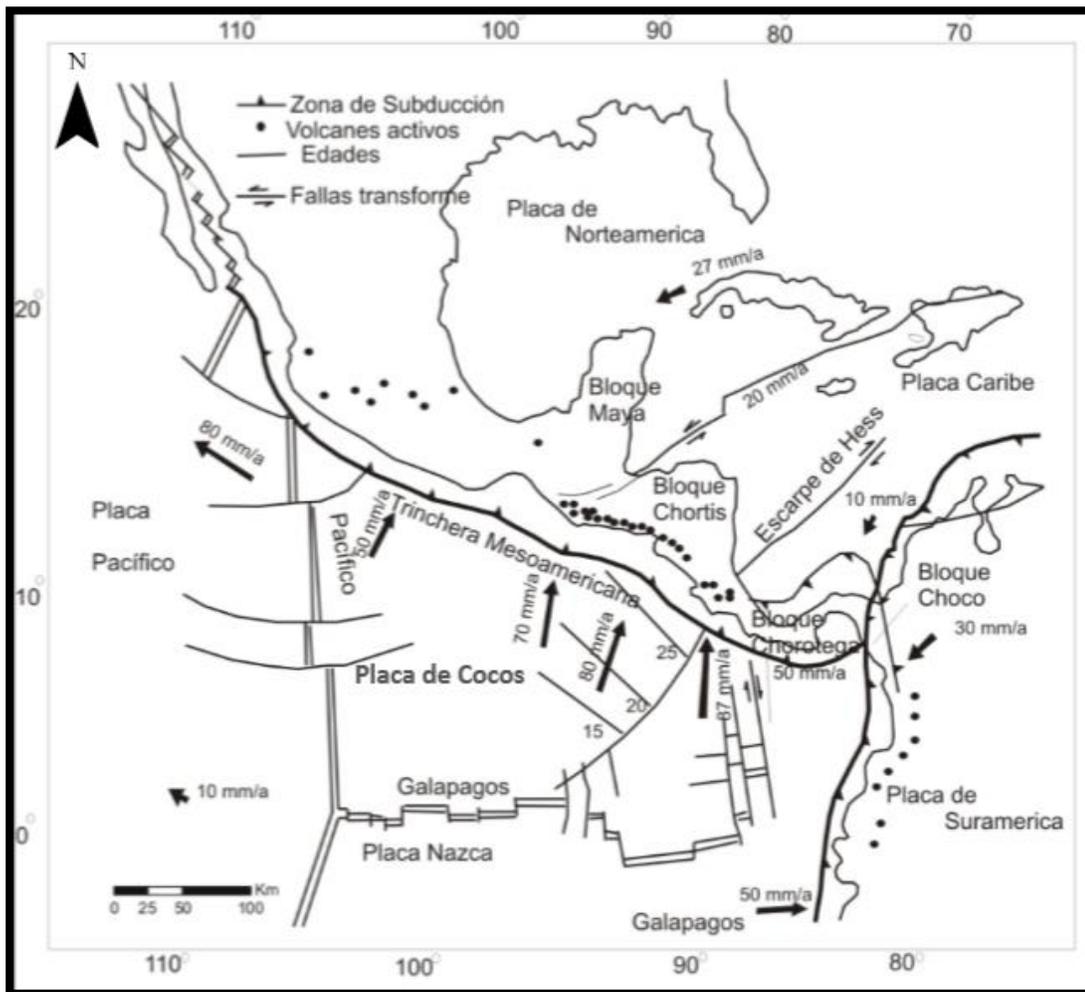
peridotitas serpentizadas, sobre yacidas por sedimentos con abundantes restos de fósiles también llamados radiolaritas (Dengo y Case, 1990).

Venable (1994), propone el micro-bloque Siuna como un área tectónica independiente del bloque Chortis y Chorotega, al que llamó Terreno Siuna. Originalmente esta área era atribuida al Bloque Chortis, sin embargo Venable lo caracterizó un terreno de arco de isla con características y depósitos minerales similares a los de Bloque Chorotega más que al Bloque Chortis, debido a la presencia de unidades de rocas ultramáficas.

En Nicaragua, el bloque Chortis está representado, por el complejo Metamórfico de Nueva Segovia, que a su vez representa a las rocas más antiguas de Nicaragua. Estas rocas fueron agrupadas en la formación Palacagüina y esquistos de Nueva Segovia (Zoppis (1957), y Del Guide (1960). En el Noreste de Nicaragua se han encontrado rocas sedimentarias de edad Mesozoicas que probablemente sobreyacen al basamento metamórfico del bloque Chortis (Venable, 1994).

El basamento oceánico del bloque Chorotega está representado en la parte Norte de Costa Rica, por el complejo ofiolítica de Nicoya y las rocas ultramáficas de Santa Elena.

Figura 3. Marco tectónico de Centroamérica y la dirección de las Placas Tectónicas junto con sus respectivas velocidades.



Fuente: (Frischbutter, 2002).

7.1.1 Geología Regional de Nicaragua.

La configuración geológica de Nicaragua se originó aparentemente en el paleozoico y culminó con la intensa actividad volcánica, del principio del Cuaternario. Durante este periodo la región de Nicaragua fue afectada por una serie de fenómenos muy característicos pero estos acontecimientos no fueron iguales en toda la zona del país. Estos eventos geológicos son las características empleadas de la sub-división de Nicaragua en las diferentes provincias geológicas clasificándolas así; Según (McBirney y William, 1956) dividieron al país en cuatro unidades fisiográficas como las más importantes de Nicaragua.

Así mismo en el año 2002 Hodgson la sub dividió en cinco provincias geológicas estructurales, ver Figura 4, tomando en consideración la fisiografía y característica geológica estructural de lo cual se detallan:

- Provincia de las planicies costeras del Pacífico.

En esta provincia se depositaron grandes espesores de rocas sedimentarias de edad desde el Cretáceo hasta el Terciario superior que fueron discontinuas por deposición de materiales volcánicos e intrusiones ígneas, localiza en el margen Pacífico de Nicaragua, en la parte occidental de la placa Caribe en el área de ante arco del Pacífico y se extiende costa adentro hasta el graben, donde se localiza el arco volcánico activo.

- Provincia de la depresión de Nicaragua.

Está compuesta por rocas volcánicas y sedimentos, de edad Cuaternaria y abarca todos los materiales que fueron depositados en el Graben de Nicaragua, comprende la cadena de volcanes activos, es una depresión tectónica alargada paralela a la costa del Pacífico nicaragüense, ubicada en la placa Caribe (McBirney & Williams, 1965).

- Provincia del Norte.

En el área que comprende la región Noroeste – Noreste de Nicaragua, fue señalada por (Hodgson, 1988) como la provincia geológica del Norte, la cual abarca la plataforma Paleozoica, Mesozoica, cuenca de Rio Bocay y áreas del Norte de los terrenos altos del interior.

La provincia está compuesta por rocas metamórficas, consideradas como las más antiguas del país, comprende rocas de bajo grado de metamorfismo, tales como mármol, cuarcitas, pizarras y otras rocas metasedimentarias (Hodgson, 2000).

(Garayar, 1972) menciona que las rocas metamórficas aflorantes en Nicaragua, son de bajo grado de metamorfismo que comprende: filitas, mica-esquistos, cuarcitas, pizarras, mármoles, esquistos calcáreos – hornbléndicos – anfibolíticos y lo relaciona con el basamento cristalino metamórfico de Guatemala.

Dentro de esta provincia geológica son incluidas las formaciones de origen sedimentario: Formación Totogalpa (Tot), Formación Metapán (Km).

- Provincia de los llanos de la costa atlántica.

Abarca la cuenca de la Mosquitia, la cuenca Costera, Litológicamente esta provincia está constituida por depósitos aluvionales de grande espesores y cubriendo gran parte de la provincia, impidiendo la visibilidad de las rocas sedimentarias que fueron depositadas en las cuencas (Mosquita y Costera).

- Provincia geológica central de Nicaragua.

Provincia Central Esta provincia está comprendida entre el límite Sur de la provincia del Norte, y el límite Oeste con la provincia de la depresión, al Sur limitada por el Río Indio y al Este con los llanos de la Costa Atlántica.

El área de estudio se encuentra localizada en esta provincia geológica y comprende básicamente flujos de lavas, alternados con la actividad volcánica explosiva del Terciario, es una de las provincias más afectada por los movimientos tectónicos con la intrusión de cuerpos plutónicos, favoreciendo así la deposición de minerales de interés económico en la mayor parte de esta provincia.

En la Provincia Central, destacan los grupos Coyol, Matagalpa y Pre-Matagalpa, constituidos por formaciones, unidades y miembros volcánicos y otros de origen sedimentarios. Los cuales se describen a continuación.

- Grupo Coyol.

El nombre de grupo El Coyol fue introducido en 1969, por los geólogos Garayar J, Hodgson G, Ferrey C, Williams, los que dataron una secuencia Mioceno – Plioceno para el grupo de alternancias cíclicas de productos volcánicos básicos, intermedios e ignimbritas ácidas (Hodgson, 2000). Se señala como extensos depósitos horizontales de lavas e ignimbritas que forman amplias mesas y altiplanicies en el margen Oeste de Matagalpa (McBirney, 1965).

El trabajo de (Hunting, 1972) a base de la interpretación de imágenes de radar, subdividió el alineamiento de la serie ignimbrítica en dos secciones, una en el Noroeste y la otra en el Central – Sureste, que representa la zona de transición entre la sección Noroeste y los depósitos volcánicos del Sur, en donde la ignimbrita de esta zona fue depositada en mesas ligeramente inclinadas, creando formas topográficas características de mesas y cuevas escalonadas (Hodgson, 2002).

- Grupo Matagalpa.

Introducido por primera vez por (McBirney & Williams, 1965) como la serie Matagalpa para las rocas volcánicas indiferenciadas y sedimentos subordinados, posteriormente geólogos del SGN en cooperación con la Parson Corp. En 1972 emplearon el nombre de grupo Matagalpa, para un conjunto de rocas volcánicas que aparentaban indiferenciarse pero a medida que avanzaban las investigaciones se pudieron determinar la existencia de cambios litológicos bien marcados (Hodgson, 2000).

(Garayar, 1971), se refiere a la subdivisión del Matagalpa en dos sub-grupos en los cuales señala la diferencia litológica pero no delimitó la separación entre las ignimbritas de los sedimentos; posteriormente (Hodgson, 1983), subdivide al Matagalpa en tres formaciones.

El grupo está constituido por una facie andesíticas (Matagalpa superior), subordinada con sedimentos lacustres, basaltos y tobas; por riolitas y tobas (Matagalpa medio), subordinada con sedimentos tobáceos; por sedimentos tobáceo lacustres y fluvial (Matagalpa Inferior) subordinada por toba, ignimbritas y diques básicos.

Las andesitas y basaltos de este grupo se encuentran altamente meteorizadas, constituyendo un criterio más para poder diferenciarlas del Grupo Coyol, la edad del grupo Matagalpa se extiende desde el Eoceno hasta el Mioceno medio. (Hodgson, 1971), señala que el grupo Matagalpa ha sido cortado o intruido por un cuerpo granodiorítico con inclusiones de andesitas, las cuales dataron 28 M.a correspondiente al Oligoceno superior.

- Grupo Pre – Matagalpa.

Las unidades del grupo Pre-Matagalpa presentan una morfología diferente a la del grupo Coyol y Grupo Matagalpa, generalmente presentan, una morfología apreciable reflejando arrugamientos debidos a los esfuerzos, curvas arqueadas y flexuras (Hodgson, 2000).

En la parte volcánica del Sur de este grupo Pre-Matagalpa, según la interpretación de imágenes de radar por la (Hunting, 1972), se observa al lado Oeste de la desembocadura del Río San Juan, estructuras lineales en crestas de rumbo Noreste y buzamiento al Noroeste de grandes extensiones, correspondientes a la formación Machuca cubierta en parte por depósitos piroclásticos y lavas.

Las rocas volcánicas del área de estudio según Hodgson, comprenden tobas de diferentes facies eruptivas y composición de bajo y alto grado de compactación, alternados con andesitas – basaltos, intercalados con delgados depósitos de tobas. Se diferencian cuatro formaciones y una unidad sedimentaria: Formación Matiguás (Tema), Formación Caracol (Teca), Unidad Río Wilike (Terw), Formación Machuca (Tem), Formación Río Escondido (Tcre).

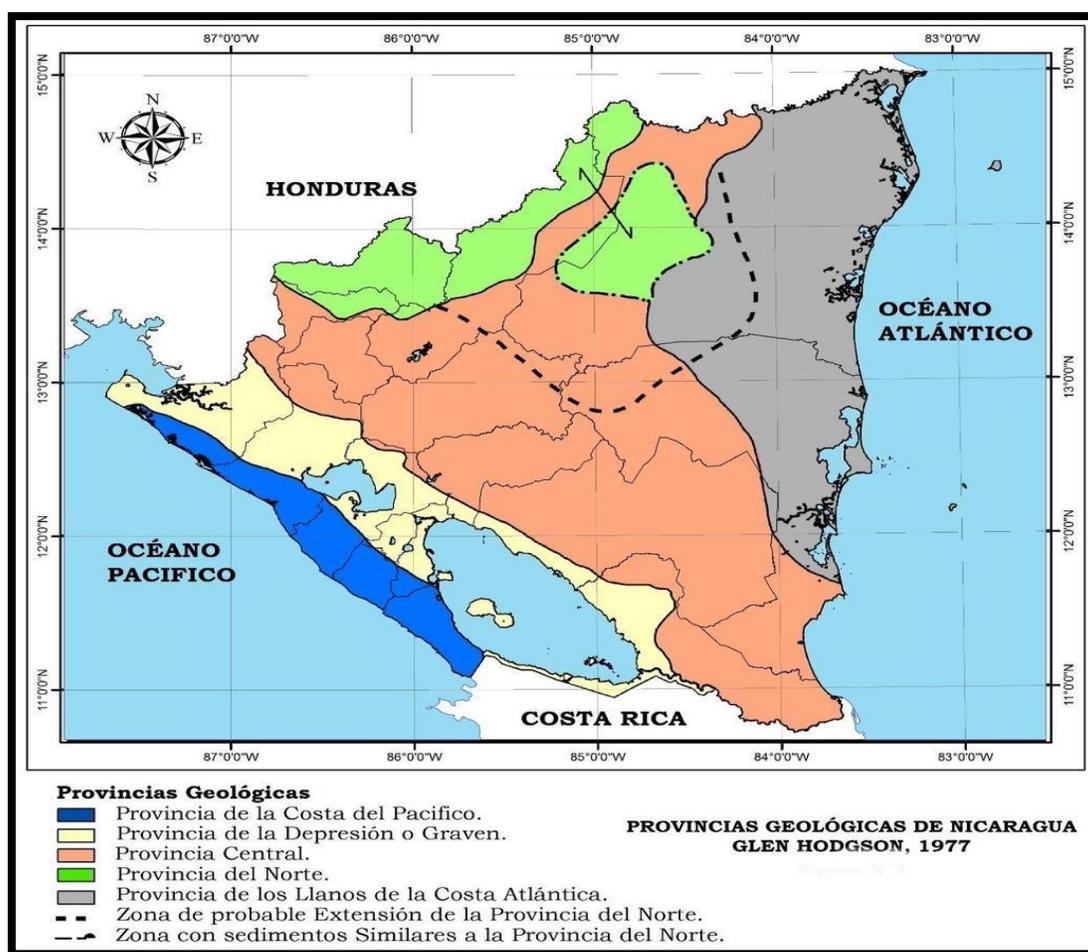
Y en las formaciones volcánicas existentes de este grupo destacan:

Unidad Río Rama (Terr), Formación Río Mico (Terma), Grupo Río Saiz (Krs), Unidad Muelle de los Bueyes (Tpamb), Formación La Batea (Teba). El espesor del grupo Pre-Matagalpa no ha sido definido aún, pero en la porción Sur en donde las rocas han sido menos deformadas se ha estimado un espesor 1700 m.

(Hodgson, 1985) (datación de las rocas) señala una edad de Eoceno para las rocas de la Formación Matiguás, que descansan sobre las rocas volcánicas del Grupo Pre-Matagalpa; Hayes (1899) señala una edad de eoceno-oligoceno para la formación Machuca que descansa sobre rocas volcánicas antiguas del Sur.

Hodgson retoma trabajos de (Rivera, 1962), el cual señala rocas volcánicas ocupando la parte baja de la Cordillera Isabelia y que subyace rocas sedimentarias del Albiano (Rio Bocay); análisis radiométricos de varias rocas del Este, consideradas como Pre-Matagalpa, las cuales dieron edades que varían entre los 27 a 96 millones de años, esto indica que las rocas del Grupo Pre-Matagalpa oscilan entre el Terciario inferior y el Cretáceo superior a medio (Hodgson, 2000).

Figura 4. Mapa de las Provincias Geológicas Estructurales de Nicaragua.



Fuente: (Hodgson G, 1977).

7.1.2 Geología estructural de Nicaragua.

Existen en Nicaragua sistemas de fallas principales y secundarias, cubriendo principalmente las Provincias del Norte y la Central (Lilljequish y Hodgson, 1983). En Nicaragua los sistemas que constituyen los elementos estructurales más prominentes fueron agrupados en tres sistemas principales: NW-SE, NE-SW y NS. El territorio nicaragüense, en su totalidad se encuentra altamente fallado, fracturado o plegado, a las cuales se los han asignado edades del Terciario – Cuaternario.

Fallas NW-SE: se ha señalado que estas fallas coinciden con el rumbo de la cordillera Amerrisque. Las fallas son prominentemente normales o de gravedad. Estas fallas son consideradas de haberse formado como resultado de regímenes tensionales durante el Pleistoceno (Hunting, 1971 citado por Lilljequish y Hodgson, 1983).

Nicaragua se ubica geográficamente en un ambiente tectónico de convergencia entre dos placas, la placa Coco de tipo oceánico se subduce bajo la placa Caribe de tipo continental y se forma una zona de contacto y de fricción entre los dos fragmentos de litosfera (placas) generando la actividad volcánica y sismos, con magnitudes de hasta 8 grados en la escala de Richter (Strauch, 2000 citado por Lilljequish y Hodgson, 1983). Nicaragua forma parte de la placa del Caribe; en la costa del Pacífico, la placa Cocos subduce hasta los ~200 km.

Debido a que los sismos que ocurren en las cercanías de la trinchera y en la placa de subducción tienen mecanismos focales inversos y normales y los que ocurren próximos al eje central de la cadena volcánica son de rumbo, se ha sugerido que el movimiento relativo entre ambas placas es ligeramente oblicuo con una componente horizontal en dirección paralela al arco (Lilljequish y Hodgson, 1983).

La actividad volcánica en las Tierras Altas del Interior de Nicaragua, finalizó con la formación de grandes calderas centrales acompañadas de alteración hidrotermal de domos riolíticos intra-caldera y pocos conos cineríticos de composición basáltico andesítica. (Ríos, 2017 citado por Lilljequish y Hodgson, 1983).

7.1.3 Guía mineralógica de Nicaragua.

Las características geológicas de Nicaragua, coinciden generalmente con un modelo metalogénico de placas tectónicas asociadas con zonas de subducción, sistemas de arcos insulares y estructuras de calderas, con la mineralización asociada al magmatismo y zonas de alteración hidrotermales (Lilljequist and Hodgson, 1983).

Depósitos de vetas de cuarzo-calcita con metales preciosos de Au y Ag encajantes en rocas volcánicas (andesita a riolita del Terciario superior relacionado a la subducción mayormente del Coyol inferior, del Matagalpa y Pre-Matagalpa) del Oeste-central de Nicaragua están localizadas dentro de la zona E de la depresión, donde la placa del Coco esta subduciendo debajo la placa del Caribe. Actividades volcánicas conducen a la formación de un arco volcánico formando un sistema de arco de isla que se extiende en todo Centroamérica. (Sevilla, 2016).

Los depósitos minerales asociados con el terreno Siuna tales como depósitos de sulfuros masivos volcanogénicos, las ocurrencias de skarns y Au epitermal, todas son compatibles con un ambiente de Arco de Isla (Venable, 1995).

Últimamente en la geología de Nicaragua se ha descubierto la existencia de una estrecha relación entre calderas volcánicas (estructuras circulares) y las condiciones principales que deben existir en el orden de crear una estructura de vetas con metales preciosos. Este hecho en el futuro tendrá un impacto en la actividad de las prospecciones mineras de los distritos.

Las condiciones principales que deben existir en orden de crear un depósito de vetas con metales preciosos según los escritos de (Sillitoe, 1977 and Buchanan, 1981);

- 1) Un alto gradiente térmico que implica la presencia de un reservorio magmático profundo.
- 2) Un sistema hidrotermal trabajando como una celda vertical convectiva, removilizando y concentrando cantidades apreciables de elementos trazas de las rocas para formar una concentración significativa y considerable.

- 3) Zonas de fallas y fracturas dentro de las cuales pueda circular el fluido hidrotermal. Estas condiciones se presentan en zonas volcánicas extintas manifestadas en las estructuras circulares de calderas volcánicas.

7.1.4 Mineralización Regional.

Las rocas volcánicas del Este de Siuna (flujos, brechas volcánicas, ignimbritas, dacitas, basaltos, andesitas, entre otros, son las principales que afloran a lo largo de la carretera a Rosita) se presentan altamente alteradas debido a sus grandes extensiones de rocas intrusivas aflorando entre Siuna y Rosita, incluyendo Plutones de granodiorita variando en composición desde ácidos a básicos.

Esto indica que el complejo de rocas volcánicas intruidas y aparentemente alterados por el plutón de 60 Ma, son de edad Cretácica. En el Sur de Siuna, el complejo volcánico del Este, esta sobre-escurrimiento o cabalgamiento sobre sedimento Cretácicos, indicando que las rocas volcánicas son probablemente del Cretácico inferior o más antigua, (Venable 1994).

Mineralización de Cu, Au y Fe en Siuna- Rosita y áreas adyacentes, en zonas de metamorfismo de contacto (encajonadas en skarns) son provenientes de sedimentos calcáreos del Albiano y plegado por la Orogenia Laramídica (Alvares 1988).

Tomando en cuenta la edad señalada por Venable, para las rocas volcánicas del Noreste de Siuna (Cretácico superior o más antigua), y las rocas volcánicas en parte de Bonanza esta subyacente por la zona superior del bloque Chortis (de edad Terciario inferior o Pre-Terciario), extrapolaciones de esta información permite inferir una edad para las rocas volcánicas de Bonanza como pre-laramídica superior.

8 Hipótesis de investigación.

La caracterización geológica en los prospectos auríferos de la pequeña minería, en el triángulo minero de Siuna, Rosita y Bonanza, puede aportar conocimiento sobre los distintos tipos de yacimientos, roca y suelo, parámetros estructurales, así como las unidades geomorfológicas que corresponden a las zonas de los prospectos, generando información que esté disponible al público.

9 Diseño metodológico.

9.1 Tipo de estudio.

El estudio que se llevó a cabo es de tipo mixtos; cualitativo por que la investigación de comienzo se funda en recolección de información basada en observaciones de la Geología en los prospectos auríferos de la pequeña minería del triángulo minero u otras informaciones relacionadas al tema, y es cuantitativo porque en él se presentó funciones numéricas que ayudaron a cuantificar diferentes estructuras geológicas, coordenadas, rumbo y buzamiento. Así mismo el alcance del estudio es descriptivo porque se describió y explico parámetros estructurales, tipos de roca, litología y relieve.

9.2 Área de estudio.

El estudio está distribuido a lo largo del triángulo minero de Nicaragua, Siuna, Rosita, Bonanza, ubicado en la Región del Atlántico Norte (RAAN), correspondiente a las siguientes coordenadas que pertenecen a los puntos de extracción del material donde se encuentra el yacimiento, la cual se basa el estudio (Anexo 2).

9.3 Universo y Muestra de Estudio.

El Universo de la investigación en este estudio es la pequeña minería, analizados a lo largo de los municipios del triángulo minero de Nicaragua. La Muestra por lo tanto corresponde al análisis he interpretación de parámetros estructurales, unidades litológicas, unidades geomorfológicas y descripción de rocas en los prospectos auríferos de la pequeña minería del triángulo minero.

9.4 Matriz operacionalización de variables.

Objetivos Específicos	Variable Conceptual	Subvariables o Dimensiones	Variable Operativa o Indicador	Técnicas de Recolección de Datos e Información
Identificar y caracterizar los patrones estructurales que predominan en las áreas visitadas.	Patrones estructurales.	Fracturas en el terreno.	Medición de dirección e inclinación de las fracturas, identificación si se encuentran rellana de material.	Brújula Fotografías
		Fallas Geológicas.	Identificación del tipo de falla, medición de la dirección e inclinación, verificación si pertenece a un alineamientos geológico.	
		Indicadores Cinemáticos	Identificación en las fallas o fracturas formaciones de estructuraras R y P, zonas de relevo, Cizalla así como sistema anastomasado y fracturas en elechelo, paralela, abanicos, etc.	Observaciones de campo Fotografías
Clasificar las unidades litológicas en base a los puntos visitados y proponer columna litología general.	Unidades litológicas.	Tipo de Roca	Verificación de composición de la roca, color, matriz, etc.	Observación mediante lupa
		Composición Litológica	Determinación de tipo de suelo a los que corresponda la estratigrafía y proponer columna litológica.	Correlación con la geología del triángulo minero (MARENA)
Describir las unidades geomorfológicas en un área que aglomere la mayoría de puntos estudiados en cada municipio.	Unidades geomorfológicas.	Relieve	Realizar análisis de mapas de; sombra, Geológico y altimétrico.	Imágenes DEM y procesarla en el Software ArcGis 10.3
		Calderas		
		Drenaje		

9.5 Método, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La metodología y técnica que se utilizó para realizar la investigación fue la siguiente;

- Observación: Ejecutar un recorrido por algunos sectores donde se desarrolla la minería artesanal, durante el proceso de encuestas realizadas por CAMINIC.
- Localización mediante coordenadas.
- Fotografías.

Figura 5. levantando los datos de una de las vetas, dentro de uno de los túneles.



9.5.1 Instrumentos (Anexo 1):

- Mapa topográfico, escala 1: 50 000.
- GPS.
- Piqueta.
- Lupa 20x – 30x.
- Brújula.
- Cámara fotográfica.
- Software Como; ArcGis 10.3, Google earth, Word, Excel, Power Point, Paint 3D.
- Libreta de campo.
- Bolsas de muestras y amarradores.
- Mochila.
- Marcadores, lápiz, lápices de colores.
- Cinta métrica, regla.

Figura 6. Algunos instrumentos de campo a la vista.



9.6 Procedimiento para la recolección de datos.

Inicialmente se realizó una gira para el reconocimiento general en Chontales, Santo Domingo a finales del mes de Julio, del 2019, para poner en práctica la manera de recolección de datos en campo (prueba piloto), la cual consistió en un recorrido en los prospectos mineros artesanales que se localizan en el centro de la Ciudad.

El proceso de obtención de datos consistió en lo siguiente:

- Identificar, mediante las observaciones de campo, los patrones estructurales expuestos en afloramientos o cortes de carretera.
- Mediciones estructurales en fallas, fracturas, tales como rumbo, buzamiento y desplazamiento.
- Toma de fotografías de los afloramientos y estructuras mejor expuestas.
- Identificar la población asentadas en los puntos levantados y reconocer los peligros a los cuales son expuestos.
- Puntualizar la geomorfología para estudiar posibles riesgos a los cuales están sometidos las personas que realizan esta labor.
- Verificar tipos de yacimientos que son explotados y composición litológica de los puntos visitados.
- Realizar un levantamiento estratigráfico en caso que se encuentre un perfil expuesto tratando de que sea por cada sector visitado.

Así mismo se analizaron cada una de las muestras obtenidas macroscópicamente para conocer su granulometría, la forma de los minerales, tamaño y tipo de clastos, grado de alteración, fracturamiento, para posteriormente tener una mejor idea de las unidades litológicas.

9.7 Plan de análisis y procesamiento de datos.

➤ Análisis Estructural.

Para realizar el análisis se hizo énfasis en campo en recolectar la mayor cantidad de datos, relacionados a fracturas y fallas como lo es rumbo y buzamiento por consiguiente correlacionarlos con la geología estructural de las zonas y de igual manera elaborar diagramas de rosetas para cada municipio determinando sus fuerzas comprensivas y expansivas.

➤ Unidades Geológicas.

En la elaboración de este punto se utilizó como base a los mapas topográficos y Geológicos del triángulo minero, Siuna 3257-III, Rosita 3357-IV y Bonanza 3258-II y con el reconocimiento de campo clasificar y asignar unidades litológicas en base a la correlación de información existente.

➤ Unidades Geomorfológicas.

La clasificación geomorfológica se realizó a partir de su origen geológico y las características morfométricas, integrados con la geología para clasificar las unidades geomorfológicas, creando diferentes mapas de análisis geomorfológicos, abarcando un área que aglomere la mayor cantidad de prospectos auríferos analizados en cada municipio del triángulo minero.

Un elemento importante que ayudo a la realización de este mapa, son los modelos digitales de elevación, con resolución de 12 Mpx (DEM), con el software ArcGis 10.3, que ayudara a definir las diferentes unidades geomorfológicas, mediante el método propuesto por Priego, Bocco, Mendoza y Garrido sobre métodos cartográficos que se definirán las alturas y la división geomorfológica.

➤ Informe final.

Una vez finalizados los análisis, empezó la elaboración y redacción del informe final siendo el último paso después de haber interpretado y analizado todos los datos obtenidos en campo.

10 Análisis y discusión de resultados.

10.1 Geología.

10.1.1 Geología Local, Siuna.

Según el recorrido realizado por el cerro Aeropuerto localizado a un costado de la pista de aterrizaje de aviones con coordenadas N1518937 - E740434 a 198 msnm y el cerro Potosí a un costado del centro de Siuna con coordenadas N519897 - E740234 a 217msnm. Se identificaron tres unidades estratigráficas correspondientes al grupo Matagalpa y pre-Matagalpa.

La Geología comprende una secuencia de rocas sedimentarias de edad Cretácica, están en discordancia con rocas volcánicas y cortadas por rocas intrusivas.

- Sub-unidad Andesítica.

Estos afloramientos se presentan altamente fracturada, con una poco de alteración limonita, de coloración rojiza a amarillento, con un espesor aproximado de 20 m, al Noreste del centro de la ciudad, en el cerro potosí, ver Figura. No 5.

El fracturamiento en la roca andesitica genera inestabilidad en el terreno debido al uso de explosivos o perforadoras de rocas, sometiendo a fuerza y presión el suelo, alterando el mismo fracturamiento original de la roca lo cual aumenta la inestabilidad del terreno.

Figura 7. Búsqueda y extracción de estructuras mineralizadas en cerro Potosí, coordenadas N1519897 - E740234.



En esta zona del cerro Potosí cuando no está oxidada, la andesita es de color gris y tiene una textura porfirítica, los fenocristales son de plagioclasas blanca de forma sudhédritica de 1 a 4 milímetros de tamaño y de horblenda negra circular aproximadamente de 5 milímetros de larga. La pirita de grano fino (menos de 1 milímetro de su diámetro) comprende menos del 15% de la roca, ver figura 8 y 9.

Figura 8. Lava andesítica con impregnaciones de caliza y granos de pirita, calcopirita y Zurita, coordenadas N1519895 - E740236.



Figura 9. Lava andesítica con impregnaciones de caliza y pirita con un tamaño de 2mm, coordenadas N1519897 - E740232.



Unidades de los depósitos Cuaternarios.

- Unidad de sedimentos residuales;

Esta unidad se localiza ampliamente en el cerro Aeropuerto en la parte céntrica de la ciudad, principalmente en las zonas donde el relieve es de terrenos erosionados. Con un espesor relativo de 10 a 20 m.

Los suelos de origen residuales encontrados en esta zona, ver Figura No 10 y 11, son de coloración naranja – rojiza y en ocasiones abigarradas, de texturas limo – arcillosa, arcillosa con pequeños fragmentos de rocas básicas.

La humedad en suelos residuales puede generar movimientos de remoción en masa, por lo que está compuesto de material suelto y poco compactado, todo terreno con un ángulo mayor de 30° y cierto porcentaje de humedad esta propenso a derrumbes.

Figura 10. Suelo residual.



Figura 11. Túneles en suelo residual por la búsqueda de estructuras mineralizada en coordenadas N1518937 – E740434.



Las rocas predominantes en el sector del cerro Aeropuerto es la arcilla que es el material que las plantas procesan (lavan) una manera de procesar las vetillas mineralizadas que encuentran.

Figura 12. Roca de composición andesita alterada hidrotermalmente pervasiva.



Figura 13. Debido al alto nivel de alteración hidrotermal de la andesita y que el oro se encuentra diseminado en ella, la roca se tritura hasta que resulte como la arcillas Coordinadas N1518937 - E740434.



- Depósito aluvial.

Esta unidad se localiza en los pequeños valles lineales que forman las subcuencas principales de la zona, formando terrazas de variables espesor a lo largo de la ribera de los ríos ubicados al Suroeste de Siuna, ver Figura No 14. Conformadas por lo general de rocas basálticas, andesíticas, grava, arena y limo, estos depósitos varían entre 1 – 40 cm del material.

El lugar donde se observó esta unidad no fue visitado con tiempo como el resto, debido a la poca estancia en Siuna, solo fue visualizada durante la transportación de un lugar a otro.

Figura 14. Rio Yaoya. Tomada de una red social “Minion Sandinista-Siuna” con coordenadas N1489302 – E204481.

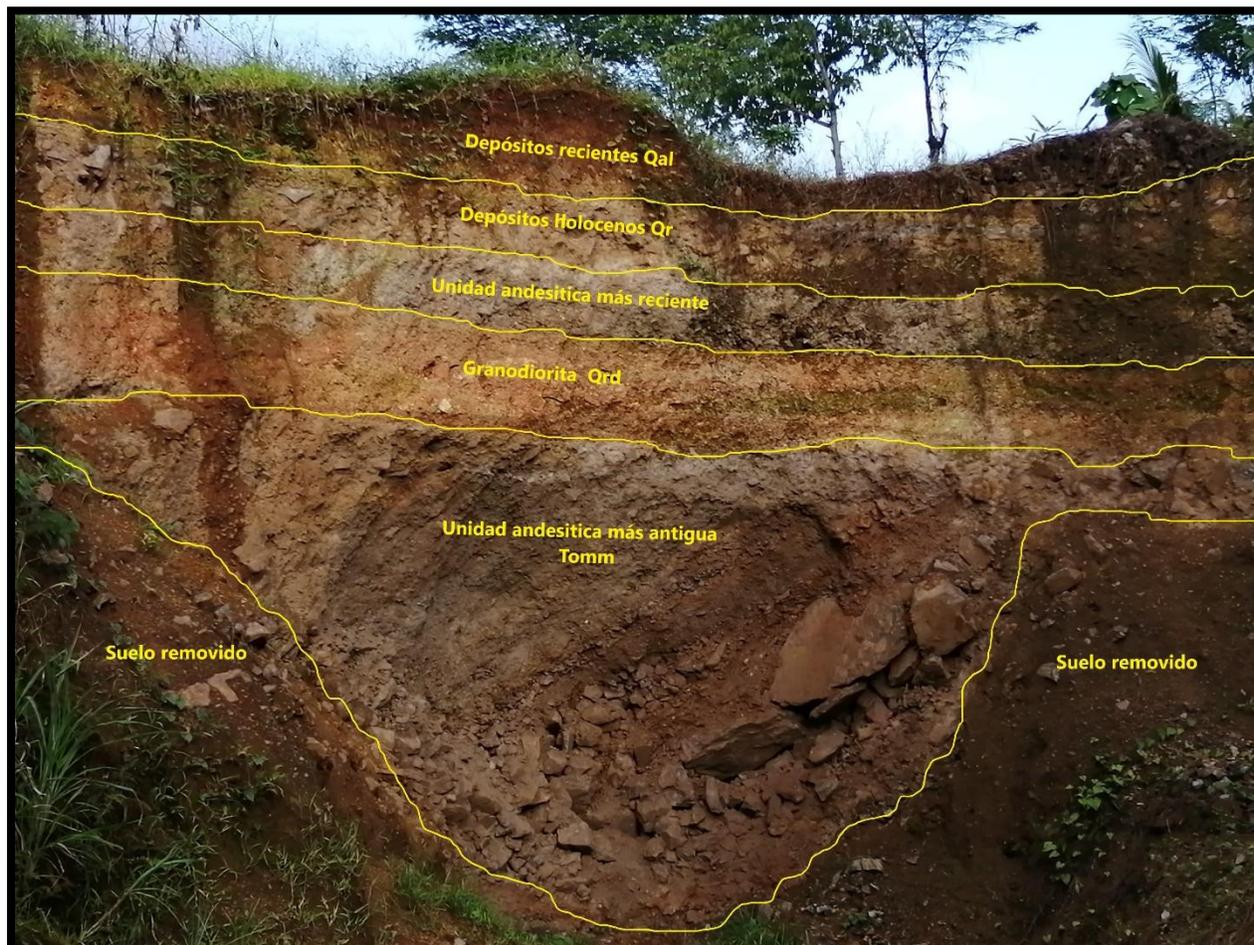


En la última visita de campo observábamos unos puntos de extracción ubicado más hacia el norte del cerro Potosí, con coordenadas N519797 - E740231, la cual se localizó un perfil Geológico expuesto, claramente se pueden observar 5 tipos de litología, ver Figura No 15. Con un total de 2.5 m.

Como en todo perfil geológico siempre existe la capa más reciente compuesto de arena y gravas como la que podemos ver en la figura No 15, con un espesor promedio de 30cm, luego está el depósito Holocénico compuesto de arcillas limosas de color amarillento con espesor de 12cm aproximadamente.

Tenemos el paquete de granodiorita con un color rosa y un espesor aproximado de 35cm, por último esta la unidad andesítica más antigua con una coloración café con un espesor aproximado de 1.2 m compuesto por flujos, intercalados con paquetes de tobas.

Figura 15. Perfil Geológico expuesto in situ, coordenadas N1519797 – E740231.



10.1.1.1 Distrito Minero de Siuna.

Corresponde a la sección Metalogénica IV del mapa Metalogénico de Nicaragua propuesto por Salomón Sevilla 2016. Localizado al NE de Nicaragua, departamento de Zelaya, RACCN; en el cuadrángulo topográfico de Siuna (3257-III), cubriendo una extensión superficial de 200 km², entre el bloque Chortis y el bloque Chorotega. Comprende tres diferentes tipos de mineralización.

- Un mediano depósito de Skarn de Au – Ag, con ligeras concentraciones de Zn y Cu, encajonadas en la zona de metamorfismo y metasomatismo de contacto de rocas sedimentarias calcáreas, causado por la presencia de rocas ígneas intrusivas.

- Asociado con la secuencia sedimento-volcánico se ha reportado la presencia de sulfuros masivos volcanogénicos (documentados por la mina en 1948, en Venable 1994), que está localizado 9 km al Norte de Siuna, constituido por pirita, esfalerita, calcopirita, pirotita y minerales menores de gangas, constituyendo una serie de depósitos estratiforme, localizados dentro rocas volcánicas félsicas a intermedias, y asociados rocas sedimentarias marinas. Estos se forman de fuentes termales relacionadas al volcanismo marino en un asentamiento de arco de isla (estos depósitos son indicativos en un ambiente de arco de isla con extensiones locales) (Venable 1994).
- Depósitos de Cromita podiforme dentro de las Serpentinitas, son depósitos masivos lenticulares, conteniendo cromita y magnetita que se forman en la parte inferior de la litosfera oceánica a lo largo del límite de la placa tectónica en expansión. También se ha localizado diseminación de Au dentro de las serpentinitas por medio de los análisis de las muestras de sedimentos fluviales y sedimentos de suelos en el levantamiento. Época metalogénico, es la orogenia pre-laramídica.

La mineralización de ley económica ocurre en rocas sedimentarias alteradas hidrotermales a skarn con epidota, en algunas zonas se presenta mineralización escasa de calcopirita y pirita. Los minerales formados por la alteración a Skarn en las rocas sedimentarias incluyen granate, piroxeno, anfíbol, epidota, clorita, serpentinita, calcita y hematita (Altamirano, Hodgson y Velazco 1988).

10.1.2 Geología Local, Rosita.

Según el recorrido realizado por el municipio de Rosita en los puntos de minería artesanal las cuales son las siguientes; La sorpresa con coordenadas 800902 Este, 1559096 Norte. Luna costado sur con coordenadas 798783 Este, 1546284 Norte. Santa Fe con coordenadas 798618 Este, 1547627 Norte. Santa Rita con coordenadas 781684 Este, 1540059 Norte. Monte Carmelo con coordenadas N1543877 - E779910. Tercio Pelo con coordenadas 785060 Este, 1538687 Norte. Mine Sota con coordenadas N1547809 - E777448, La cual se logró identificar solo dos unidades litológicas;

- Unidad de sedimentos más antiguos (Tkre) (Pre-Matagalpa):

Está formado por suelos de origen residual, producto del intemperismo, descomposición físico – mecánica y química de las rocas y erosión debido a los agentes exógenos.

Estos suelos de origen residual poseen muchas veces textura limo-arcillosa, arcillosa y nodular, de coloraciones variables entre naranja – rojizo y rojizo y en ocasiones de coloración abigarradas (mezcla de colores), producto de las alteraciones hidrotermales en las rocas que los originaron; en los suelos de textura nodulares se encuentran fragmentos de rocas basálticas, producto de la descomposición física de la roca madre. Los espesores son variables en sectores como la Sorpresa, Luna Costado Sur y Santa Rita, ver figura 16 y 17.

Figura 16. Sector minero la sorpresa, capa gruesa de suelo arcilloso en los túneles de explotación que se inundaron a causa del nivel freático.



Figura 17. Sector minero Luna Costado sur, presencia de suelos arcillosos, alteración tipo filica (Si).



Alteración tipo fílica (Alt. Fi). Este tipo de alteración hidrotermal se presenta en algunas zonas marginales a la silicificación y se caracteriza por la sericitización (diseminación de sericita) con la sílice conocido como alteración cuarzo-sericita, se adiciona también un ligero grado de piritización, la cual se representa como diseminación de pirita cristalizada y cantidades menores de minerales arcillosos, como es el caso de las vetas del sector minero Luna.

Figura 18. En el sector minero la “Luna” según datos recolectados por la empresa Calibre Mining Corp, se trata de una sola veta de cuarzo, con rumbo Noreste con un buzamiento vertical y un espesor aproximado de 2.4 m, se encuentra encajonada en aglomerados basálticos, coordenadas N 1546284 – E 798783.



Figura 19. Pertenece al sector minero Santa Rita, mina industrial inactiva de un posible yacimiento de skarn, coordenadas N1540059 – E781684.



Figura 20. Pertenece al sector minero Santa Rita, extracción de material por mineros artesanales del yacimiento en forma de bolsa que corresponde a un posible skarn, coordenadas N1540013 – E781672.



En el sector minero de Santa Rita existe una mayor frecuencia de malaquita que nos indica oxidación de cobre, la mina industrial que existió en esta parte creo una laguna artificial para lavar el material que explotaban de un yacimiento de tipo skarn y en la actualidad el sector es explotado por mineros artesanales que encuentran material con oro en forma de bolsas por lo que se encuentran huecos por todo el lugar.

Figura 21. Obsérvese la Malaquita, su coloración verdusca indica presencia de cobre, coordenadas N1540059 – E781684.



- Unidad de roca volcánica (dacita-andesita) (Matagalpa medio) (Tommm).

Se trata de tobas ignimbríticas dacíticas, andesíticas. Toba blanquecina rosada con textura fluidal, dispuesto en bloques columnares con estructuras prismáticas, se presentan compactadas y soldadas de granulometría fina, la edad por correlación corresponde al Oligoceno inferior, se pudo identificar esta formación en los sectores mineros de Monte Carmelo, Tercio Pelo, Santa Fe-Cascal y Minesota.

Figura 22. Sector minero Santa Fe, Cascal, roca ignimbrítica con posible presencia de oro según los mineros artesanales, coordenadas N1547627 – E798618.



- Sub Unidad Andesita Hidrotermalmente Alterada

Se caracteriza por la presencia de alteraciones hidrotermales mayoritariamente de silicificación afectando a las rocas andesíticas. Los fluidos hidrotermales dieron como resultado la deposición de vetas emplazadas en zonas de debilidad y con las características estructurales que le brindo su deposición en la roca.

Esta unidad se presenta en la mayoría de los puntos de extracción del material que se visitó en Rosita, pero fue más relevante encontrarla en el Sectores minero Monte Carmelo debido a la manera que deposito el oro los fluidos hidrotermales (diseminado), alterando completamente la andesita.

Figura 23. Andesita alterada Hidrotermalmente, coordenadas N1543877 – E77991.



- Sub-Unidad Andesítica Masivas (Tomm(s)).

En la zona de estudio la unidad pertenece a las rocas compactas masivas que fueron levemente afectadas por las alteraciones hidrotermales, fue originada por coladas de lava de composición intermedia a básica, la cual produjo grandes depósitos de rocas de composición andesítica.

Figura 24. Sector minero terciopelo, extracción del material con sistema de desagüe improvisado, coordenada N1538687 – E785060.



Figura 25. Roca del sector minero Tercio pelo, andesita de textura afanítica, como roca caja de los yacimientos debido a la alteración hidrotermal de Silicificación.



Figura 26. Sector minero Minesota, deposito andesíticos de 3.1 metro con alto grado de fracturamiento al costado oeste, coordenadas N1550785 – E755602.



Figura 27. Minesota, andesítica afanítica de baja sulfuración, (epitermales de temperatura media entre 100°C -150°C).



10.1.2.1 Distrito Minero de Rosita.

Localizado en el cuadrángulo topográfico de Rosita (3257-IV) extendiéndose al Norte dentro del cuadrángulo cerro La Tigra, al Este en la hoja de Cerro Liwatakan, y Kukalaya.

Además de lo señalado arriba sobre las rocas, existe una serie de cuerpo de skarn adyacentes a los intrusivos y localmente forman mineralización de zonas endoskarn (dentro del intrusivo) y exoskarn (en rocas calcáreas) como en el tajo Santa Rita, Minesota y La Florida. Estos skarns son formados por reemplazamientos metasomáticos (metamorfismo de contacto) de rocas sedimentarias calcáreas por fluidos hidrotermal derivados de intrusión magmática (sirviendo este contacto de rocas sedimentarias calcáreas-rocas ígneas, como roca encajonante de la mineralización).

Existen una serie de estructuras circulares y semicirculares en el Noreste del distrito, estas estructuras han sido interpretadas como calderas, estructuras en domo o intrusivos en plugs.

El distrito comprende 4 diferentes tipos de mineralización (Sevilla, 2016).

1-Yacimiento de vetas, epitermales auríferas de baja sulfuración. La mayoría encajonadas en andesitas, las cuales a su vez están instruidas por rocas intrusivas de tipo granodiorita con textura fanerítica.

2-Yacimiento de reemplazamiento en zona de contacto Skarn de Cu y Au porfirítico y skarn de Fe.

3-Diseminación de Au en skarn (sedimento alterado a skarn. Depósito El porvenir, La Primavera, Copper Hill, San Juan, San Francisco y Santa Juana).

4-Aluvionales: Depósitos de Mantos, en aluvionales y en pequeñas estructuras mineras favorables para la explotación por los guiriseros y la pequeña minería que existen en todo el distrito. Dentro de este tipo de mineralización se incluye también los depósitos de escombros, desechos, residuos y colas de las brozas en los alrededores de la explotación minera en Rosita. La Época metalogénica comprende la Orogenia Pre-Laramídica y Laramídica (inferior).

10.1.3 Geología Local Bonanza.

La geología de Bonanza se clasifico en base a 12 sectores mineros artesanales que se visitó, según el mapa geológico facilitado por MARENA y el mapa sedimentológico de Nicaragua así como Hodgson, 1983 proponen que el bloque de panamá la cual fue la primera parte visitada en Bonanza existen márgenes del Batolito de Dipilto, pero según los datos recolectados de la zona no se logró constatar señales de la existencia, en ese sector.

En Bonanza la andesita se presenta como flujo y cristalizada, esta última actúa como roca hipabisal y como roca encajante.

- Unidad de sedimentos más antiguos (Tkre) (Pre-Matagalpa):

Está formado por suelos de origen residual, producto del intemperismo, descomposición físico – mecánica y química de las roca y erosión debido a los agentes exógenos.

Estos suelos de origen residual poseen muchas veces textura limo-arcillosa, arcillosa y nodular, de coloraciones variables entre naranja – rojizo y rojizo y en ocasiones de coloración abigarradas (mezcla de colores), producto de las alteraciones hidrotermales en las rocas que los originaron; en los suelos de textura nodulares se encuentran fragmentos de rocas basálticas, producto de la descomposición física de la roca madre. Los espesores son variables. La unidad se puede identificar en los sectores mineros como; Tigre negro, coordenadas N1553559 - E761912, La Piedrona coordenadas N155246 - E761113, El Cadejo con coordenadas N1553663 - E758995, y El Chiquero, N1552957 - E758857.

Figura 28. Obsérvese un pozo vertical de mineros artesanales, instalado en suelos arcillosos (sedimentos) con diámetro de 2 m aproximadamente, se aprecia la Andesita intercalada con cuarzo y minerales metales que extraen de la veta, en el sector minero Tigre Negro, con coordenadas N1553559 - E761912.





Figura 29. Se puede observar la unidad de sedimentos más antiguos en el pozo, con una profundidad de 8.5 metros en el sector minero La Piedrona, coordenadas N1552468 - E761113.

Figura 30. Obsérvese la unidad de sedimentos, posiblemente la más antiguo, en el sector minero el cadejo con coordenadas N1553663 - E758995, y el Chiquero, N1552957 - E758857. En algunos puntos se buscan estructuras mineralizada y en otros extraen material.



- Unidad de roca volcánica (dacita-andesita) (Matagalpa medio) (Tomm(m)).

Se trata de tobas ignimbríticas de composición dacíticas y andesíticas. Toba blanquecina rosada con textura fluidal, dispuesto en bloques columnares con estructuras prismáticas, se presentan compactadas y soldadas de granulometría fina, la edad por correlación corresponde al Oligoceno inferior.

Esta formación se pudo identificar en los 2 últimos bloques Geológicos que componen Bonanza como es Pionner con los sectores mineros de High land Mery, Palloniel, Los cocos y Pionner 2. El último bloque Vesubio con los sectores mineros de Vesubio y Ventolin medio se terminó de comprobar la formación cuya litología se describe a continuación.

Figura 31. Sector minero High land Mery, Coordenadas N1550786 – E755599. Obsérvese la veta con espesor promedio de 2 metros, con una composición Toba-Ignimbrítica brechoza, con vetillas (Fiames) rellena de Cuarzo y minerales metálicos como Zurita, Calcopirita y oro.



- Sub-Unidad Andesítica (Tomm(s)).

En la zona de estudio la unidad pertenece a las rocas compactas masivas que fueron levemente afectadas por las alteraciones hidrotermales. Esta unidad fue originada por coladas de lava de composición intermedia a básica, la cual produjo depósito de rocas andesítica. A lo largo de su extensión se observan variaciones en su coloración, producto del intemperismo al que está sometida y por alteración hidrotermal, por lo que pasa de una coloración gris oscura a gris clara en muestras.

Los depósitos de rocas se observan de forma masiva aflorando en las laderas de los cerros o constituyendo los cerros completamente, en algunas ocasiones se presenta en forma de bloques y como material coluvial al pie de las montañas a consecuencia del fracturamiento intenso en la roca, la gravedad y la erosión de las paredes verticales de las montañas que constituyen las mayores elevaciones de 700 y 800 msnm.

En ocasiones, las fracturas y diaclasas de las rocas andesitas se encuentran rellenas con vetillas de cuarzo. Su compactidad varía de acuerdo al grado de meteorización y alteración que le han afectado.

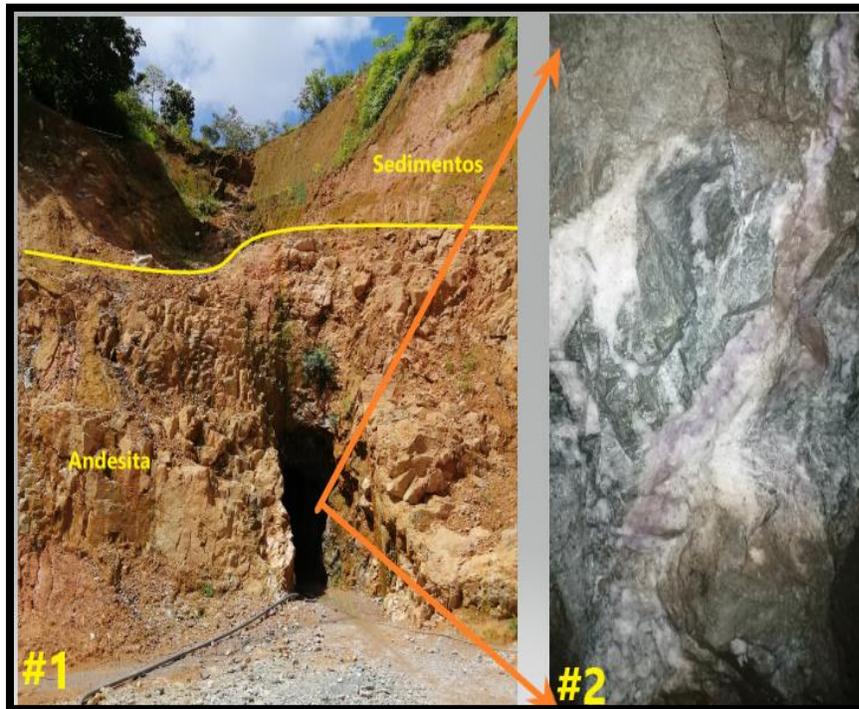


Figura 32. Presencia de sedimentos en la primera capa y roca andesítica oxidada por presencia de minerales metálicos, figura No.1, sector minero Tigre Negro, obsérvese la andesita con presencia de cuarzo, dentro de la mina semi-industrial, figura No.2, coordenadas N1552895 – E761519.

La unidad de andesita es la roca huésped de las estructuras mineralizadas.

Macroscópicamente la roca andesita presenta, textura afanítica, algunas veces la roca tiene un color gris oscuro verduzco a rojizo producto de la alteración por oxidación y presencia de clorita. La roca es dura y masiva algunas veces las rocas presentan una capa delgada de meteorización.

Figura 33. Sector minero Ventolín medio, obsérvese la textura vesicular de la andesita, resultado del paso de gas a través de lava fundida, coordenadas N1545700 – E751333.



Figura 34. Sector minero Pioneer 2 con coordenadas N1550699 – E756213. Se puede apreciar la entrada a unas de las minas, la cual está compuesta por roca de composición andesítica, así como, la veta mineralizada que contiene la andesita con cuarzo lechoso y diferentes minerales metálicos.



En esta zona la andesita se caracteriza por la presencia de alteraciones hidrotermales mayoritariamente de silicificación afectando a las rocas andesíticas.

La alteración se observa dispersa en toda el área de estudio, los fluidos hidrotermales dieron como resultado la deposición de vetas emplazadas en zonas de debilidad y con las características estructurales que le brindo su deposición en la roca. Cuando ocurrió la mineralización e intrusión de fluidos hidrotermales fueron mineralizadas y reemplazadas por sílice totalmente o parcialmente, perdiendo sus estructuras originales.

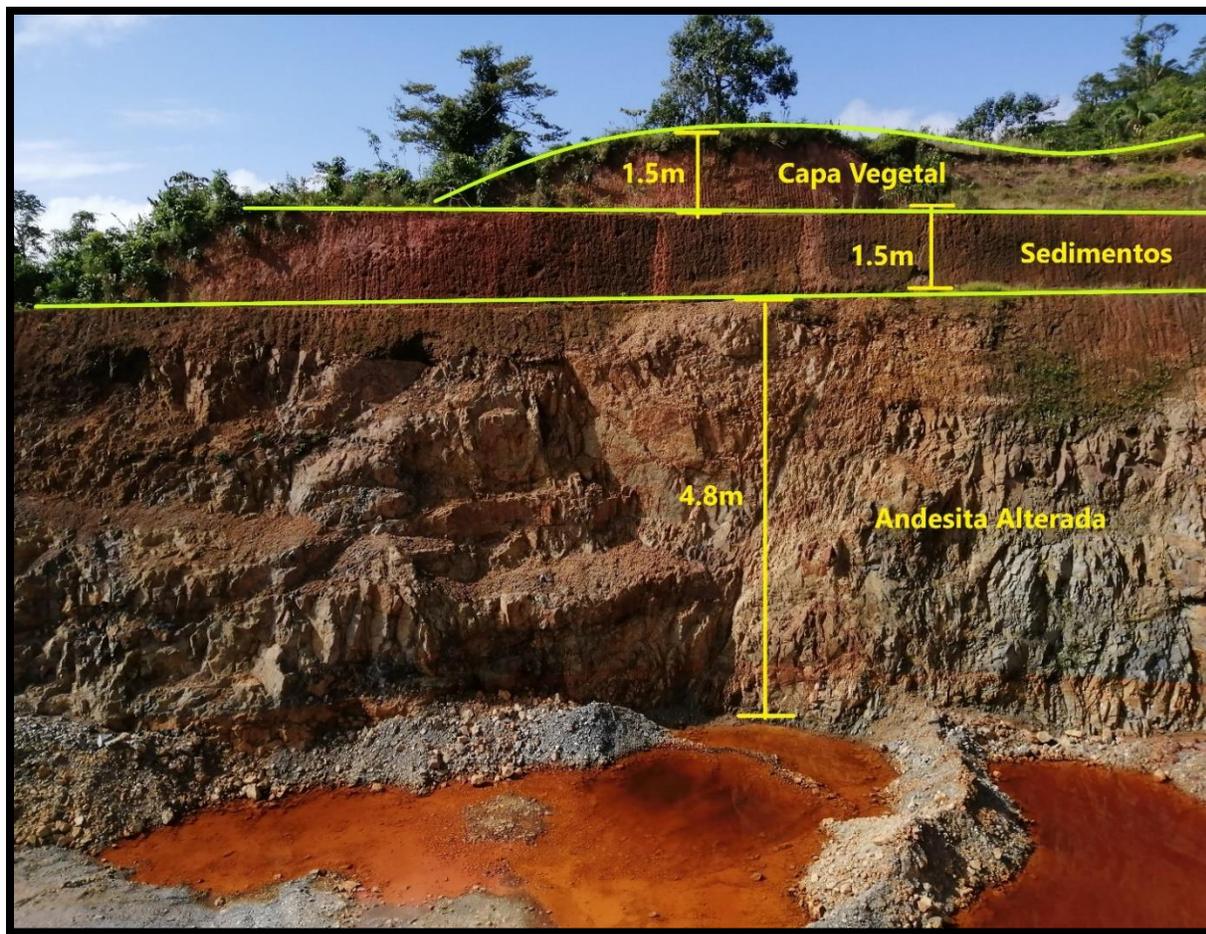
La silicificación se presenta como vetas de cuarzo asociadas con oro, plata y sulfuros como pirita en menores proporciones. El cuarzo en las vetas presenta coloraciones de negro, café, ámbar a blancos.

La alteración por fluidos hidrotermales en la roca de composición andesítica facilitó la formación de suelos arcillosos. Esta alteración hidrotermal dio lugar a la destrucción total de los minerales de plagioclasas en la roca andesita, siendo estos los minerales predominantes en la roca andesita, dando origen a los suelos arcillosos.

Figura 35. Sector minero High land Mery, se puede apreciar le hematita en sus dos tipos existente, Hematita especular; es la que está presente en forma de veta de color gris, brillo metálico, en la roca encajante que también resulta ser una hematita de tipo terrosa, color rojizo, característica por manchar la piel al tocarla.



Figura 36. Sector minero Ventolin, Perfil expuesto de una mina inactiva se puede observar la capa vegetal por consiguiente la capa de sedimentos y por último se observan las andesitas alteradas.



10.1.3.1 Distrito minero de Bonanza.

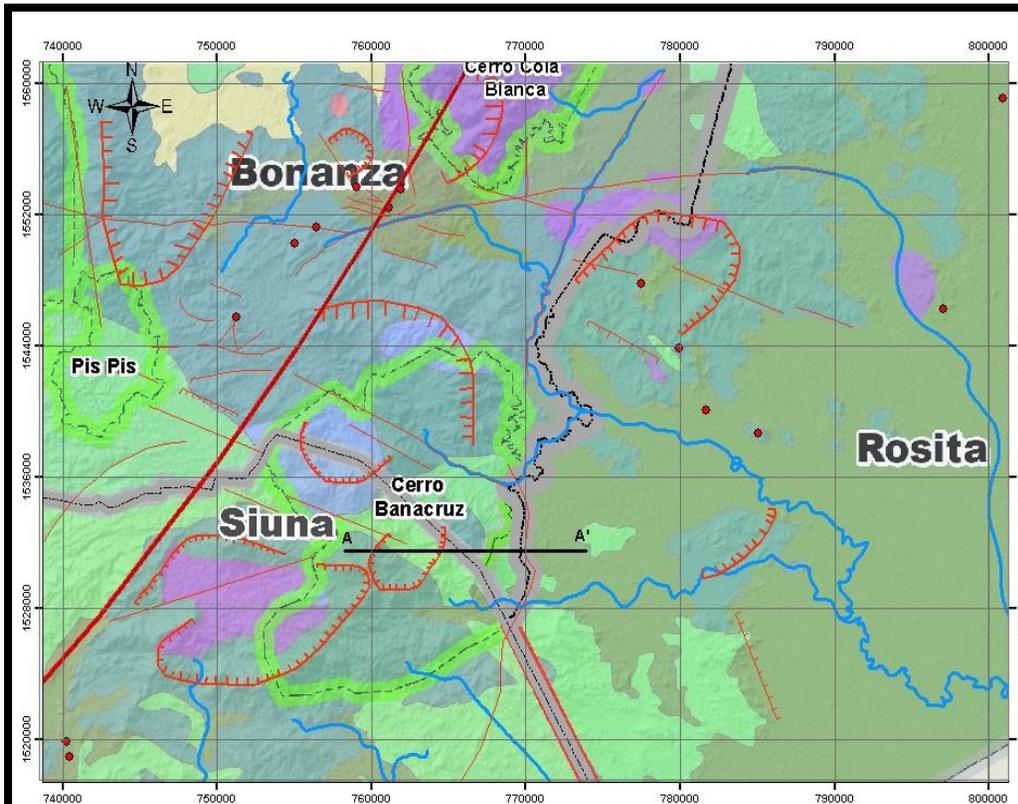
Se encuentra localizado en los cuadrángulos de Bonanza (3258-II), Cerro Saslaycito (3257I), parte del Wasmak, Río Kaska, Cerro La Tigra, Cerro Bolivia y del Río Pispís (año 2000, no actualizado). Cubre una extensión superficial de 1700 km². El Distrito está activo en exploración y explotación, cubierto por empresas mineras privadas (actualmente HEMCO, 2016) y la pequeña minería en menor escala (2014).

Las vetas son masivas y brechadas, de extensas longitudes y profundidades, buenos espesores, de alta potencia, y encajonadas en rocas andesitas, la alteración propilítica es intensa cerca a los depósitos, las vetas rumban Noreste, están genéticamente relacionadas con andesitas cristalinas e intrusivas acidas (Levy E., 1976).

El distrito se divide en tres grandes grupos de vetas de acuerdo a su lito-estructuras geológicas y sus cuerpos mineralizados:

- 1) El grupo Bonanza - Neptuno (1979) - Panamá (2009); en el límite Noreste, con más de 34 vetas.
- 2) El grupo Lone Star (1979) - Pioneer (2009); en el centro, con más 11 vetas.
- 3) El grupo Constancia – Vesubio; en el SW, con más 31 vetas incluyendo las vetas de alto contenido de Sulfuros (Cu-Pb-Zn, Calcopirita, Galena, Blenda, Esfalerita con Au y Ag).

Mapa Geológico.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

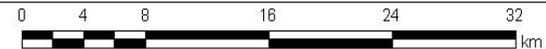
Recinto Universitario Rubén Darío
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Departamento de Tecnología
Ingeniería Geológica

Caracterización geológica en prospectos auríferos de la pequeña minería, en el triángulo minero de Nicaragua, Siuna, Rosita Y Bonanza.

Simbología

- Depósitos aluviales de los principales ríos
- Unidad de sedimentos más antiguos (Tkre)
- Formación Todos los Santos (Jts)
- Margenes del Batolito de Dipilto
- Unidad de rocas volcánicas (Tomm(m))
- Sedimentos recientes (Qal)
- Margenes del Batolito de Dipilto (Rocas plutónicas: granosienitas)
- Límites municipales
- Límite de áreas protegidas
- Puntos visitados
- Estructura circular
- Falla normal o gravedad
- Falla de rumbo (flecha indica dirección de movimiento)
- Falla con buzamiento
- Falla de punta Huete

Mapa geológico del triángulo minero



1:265:000

Coordenadas UTM Zona 16 P

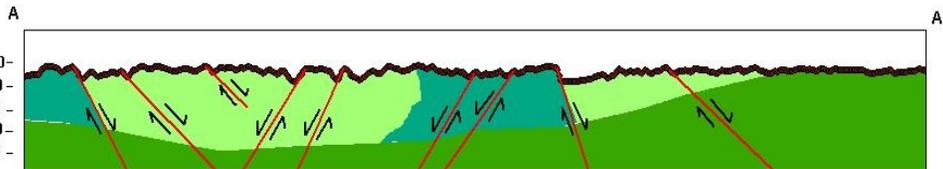
Proyección Universal de Mercator

Elipsoide WGS84

Datum Horizontal WGS84

Datum Vertical: Nivel medio del mar

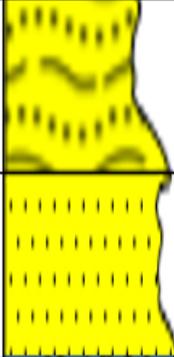
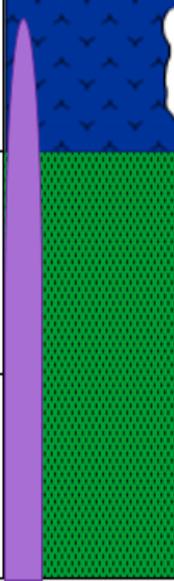
Autor: Eliezer Ariel Quiroz Sequeira



Escala Vertical: 1:1,000

Escala Horizontal: 1:70,000

Columna estratigráfica generalizada.

Era	Periodo	Época	Grupo	Formación	Litología	Espesor (m)	Descripción	
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno- Pleistoceno	Deposito Cuaternario	Deposito reciente Qal		2-3	Gijarros, arenas, grabas y arcillas	
				Deposito Holoceno Qr		3-5	Suelo residual y coluviales de diferente coloración	
	TERCIARIO	PLIOCENO MIOCENO	Matagalpa	Sup.	Tom m(s)		10-20	Brecha, andesita, hipabisal
					Tom m(m)			
		OLIGOCENO		Med.	Tema		15-20	Sedimentos clásticos, Andesita aglomerado,
		EOCENO						
MESOZOICA	SECUNDARIO	CRETACEO	Pre-Matagalpa	Teba				

Realizado por: Eliezer Ariel Quiroz Sequeira

10.2 Geología Estructural.

La deformación es un concepto geométrico, se puede definir como la suma de los cambios o modificaciones a la geometría del cuerpo a partir de una geometría inicial como respuesta a un esfuerzo. Cuando los esfuerzos sobre pasan la resistencia mecánica de las rocas producen deformación a través de las zonas débiles de la roca (Tolson, 1996).

Para lograr entender el significado mecánico de las rocas existen tres conceptos fundamentales relacionados entre sí: falla, zona de falla y zona de cizalla. Una falla es por definición una fractura frágil a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento visible. Por su parte, una zona de falla se encuentra compuesta por innumerables superficies de fallas frágiles, sub-paralelas e interconectadas estrechamente espaciadas conteniendo zonas de brecha. La zona de cizalla corresponde a una ancha zona de deformación generada por condiciones dúctil y dúctil –frágil. (Sibson, 1990).

Las zonas de cizalla pueden mostrar desplazamiento relativo de los bloques. Muchas veces las zonas de cizalla presentan sub zonas de mayor o menor grado de deformación. Existen determinados tipos de fracturas (indicadores cinemáticos) que podemos esperar en una zona de falla y zona de cizalla: Planos de Riedel (R) y los planos P; arreglos en echenlo (escalonadas), sigmoides, brechas de falla y sistemas conjugados.

Las estructuras principales encargadas de la mineralización de la zona norte de la Costa Atlántica, es la cuenca Mosquitia que se encuentra formada por 4,877 metro de sedimentos Terciarios, provenientes de la erosión de la plataforma Mesozoica de las montañas de la provincia central, hacia el Oestes la cuenca se encuentra superpuesta a la plataforma Mesozoica, en el sur está en contacto con otra supuesta cuenca compuesta por sedimentos del Terciario pero intercalados con sedimentos volcánicos y cubierto por sedimentos Cuaternarios.

10.2.1 Siuna.

Los sedimentos de la Serie Metapan en el área Siuna forman una serie de pliegues con rumbo norte sur y buzamientos empinados. Nelson (1948), sugiere que este plegamiento ocurrió durante los movimientos de la corteza en la época Laramídica (Cretácico Tardío). Los cuerpos de mineral de la mina ocurren en el flanco este de un pliegue sinclinal. Se piensa esta andesita actuó como una barrera impermeable a los fluidos mineralizantes y una flexión cóncava en el contacto entre las rocas sedimentarias y la andesita controló la localización de los principales cuerpos de mineral en Siuna.

La geología de Siuna es de origen volcánico con un ambiente de arco de isla, que se caracteriza por el tipo de deformación frágil y por ser una zona donde actuó una actividad hidrotermal dio paso al desarrolló de zonas de deformación dúctil. Por tanto, es un área de deformación dúctil a dúctil- frágil.

Las mineralizaciones se encuentran asociadas a zonas de cizalla en condiciones dúctil-frágil, donde se generan un mayor número de estructuras de apertura para albergar las mineralizaciones.

En el área de Siuna, se logró observar los indicadores cinemáticos a través de las giras de campo, donde se logró visitar afloramientos rocosos, cortes de caminos, carreteras, antiguas extracciones mineras.

A continuación, se presenta el diagrama de rosa hecho con 25 datos recolectados en los sectores mineros de cerro Aeropuerto y Potosí, la cual dio como resultado que el mayor esfuerzo en la zona tiene dirección Noreste-Suroeste y por consecuente los esfuerzo negativos o de extensión presenta dirección Noroeste-Sureste.

Figura 37. Diagrama de roseta de fractura indicando la dirección de máximo esfuerzo δ_1 o esfuerzo compresivo en dirección al Noroeste y un esfuerzo mínimo o extensivo δ_3 hacia el Noreste de la fase Noroeste – Sureste.

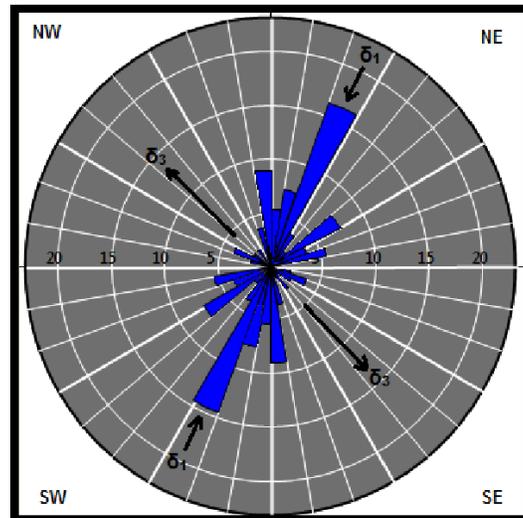


Figura 38. Mallas extensionales son un tipo de sigmoides, lo produce el esfuerzo al que está sometida la roca alterada, está provocando sigmoides verticales y horizontales que indican el movimiento de las fracturas, en el cerro Aeropuerto.

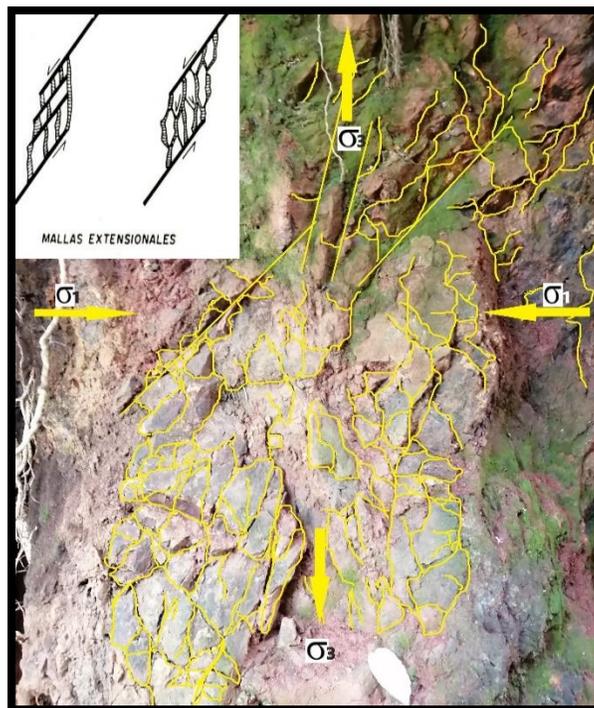


Figura 39. Obsérvese los planos de falla, junto a un sistema de falla escalonado, en el Cerro Potosí, a un costado de la laguna indicando fallamiento normal.



10.2.1.1 Vetas.

- Cerro Aeropuerto: ubicado a un 1.5km al Sureste del área céntrica de Siuna, con coordenadas N15189 - E7404.3, está compuesto por vetillas con rumbos Noreste con un buzamiento de 55°, en promedio, con fracturas y fallamiento con la misma dirección.
- Potosí: Ubicado al Este de Siuna con coordenadas N1519 - E7402, en esta zona los cuerpos mineralizados pequeños ocurren en rocas sedimentarias alteradas a Skarn por lo que tienen un rumbo Noreste y un buzamiento empinado hacia Sureste y con frecuencia está fuertemente plegados, las zonas mineralizadas comúnmente parecen seguir horizontes estratigráficos, concordante con la dirección del flaco este de la serie de pliegues Metapan (sinclinal), donde ocurre toda la mineralización.

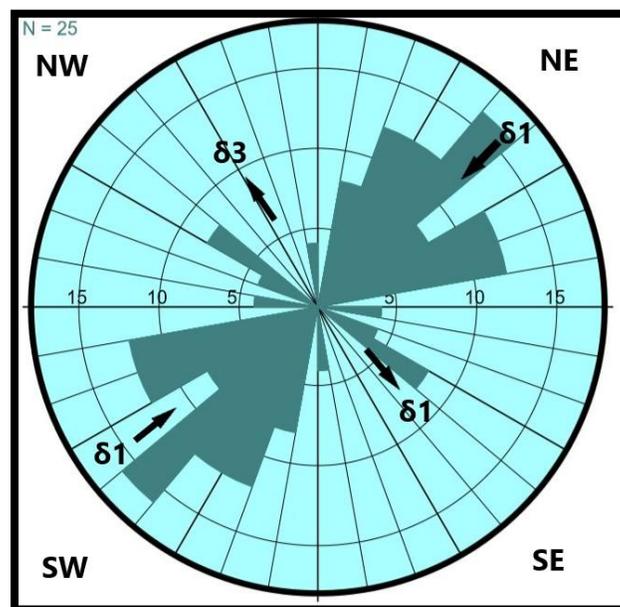
10.2.2 Rosita.

La mineralización económica en Rosita es un Skarn con cobre y oro, formado en una zona de contacto entre sulfuros, sedimentos y andesita también se presenta como lentes, bolsones e hilos de sulfuros masivos (Santa Rita), vetas y brechas de cuarzo bandeado con oro y plata en andesita y oro de placer.

También se localiza un skarn de magnetita con cobre (Monte Carmelo) representa una serie de bolsas con rumbo Noreste y buzamiento hacia el Noreste. Los depósitos se originaron por la intrusión de roca ácida a intermedia en sedimentos Cretácicos calcáreos. La estructura principal es una falla con rumbo Noreste que facilitó las alteraciones hidrotermales.

El análisis del diagrama de rosa con 25 datos levantados en los diferentes prospectos mineros visitados, para esta fase de deformación de actividad tectónica expresa un esfuerzo máximo $\delta 1$ está orientado hacia el Noreste-Suroeste con un mínimo esfuerzo de acortamiento $\delta 3$ dirigido al Noroeste-Sureste, lo que concuerda con la dirección del sistema de fallas Noreste.

Figura 40. Diagrama de rosa para los sectores mineros en Rosita indicando los esfuerzos de compresión y extensión.



En Rosita se pudo identificar los siguientes indicadores cinemáticos conforme a los prospectos visitados;

Figura 41. Sistema conjugado de fractura compresiva y extensiva indicando la dirección de esfuerzo máximo (σ_1) y mínimo esfuerzo (σ_3), como consecuencia se puede observar los sigmoides y estructuras R. sector minero Monte Carmelo, coordenadas N1543877 – E77991.

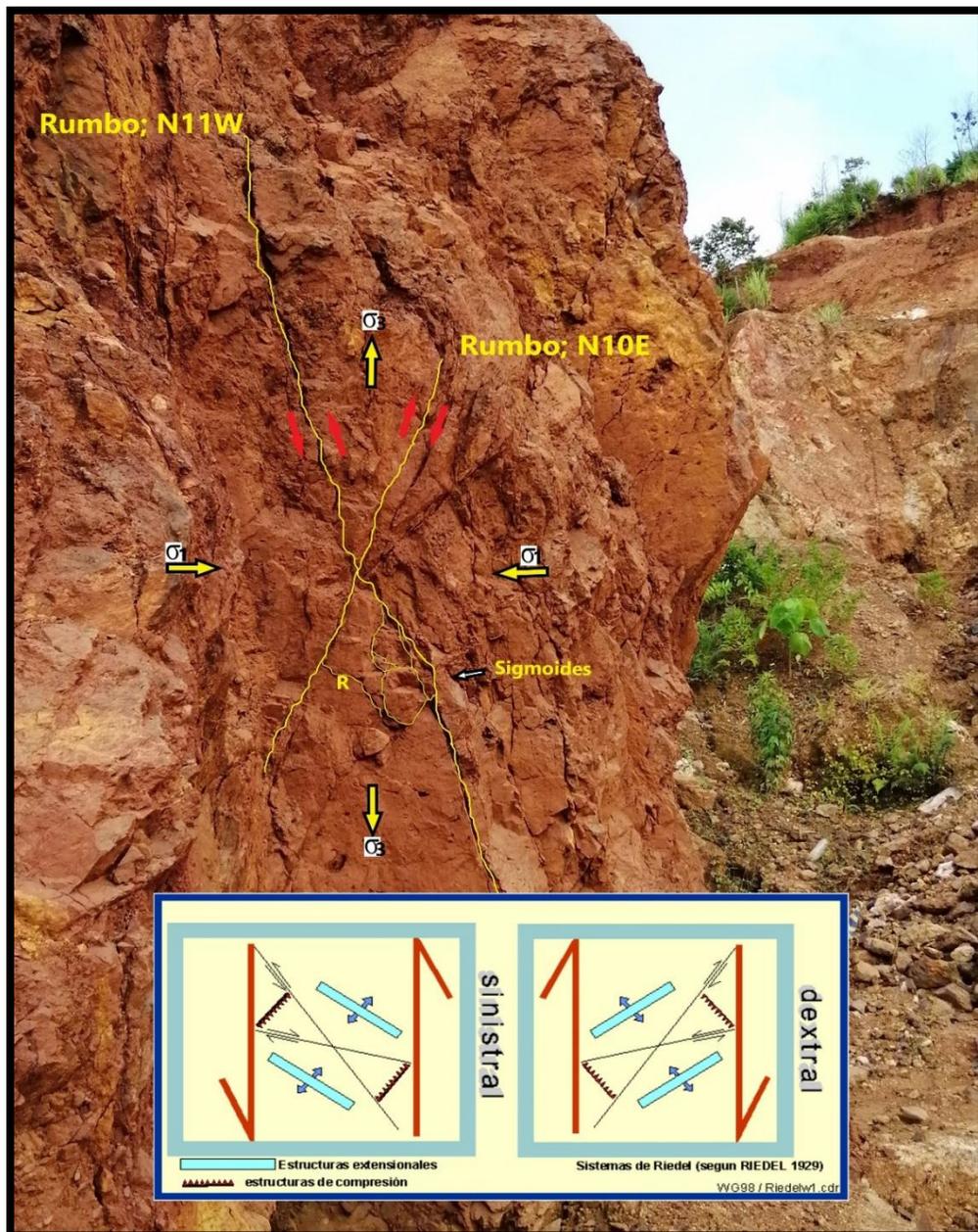
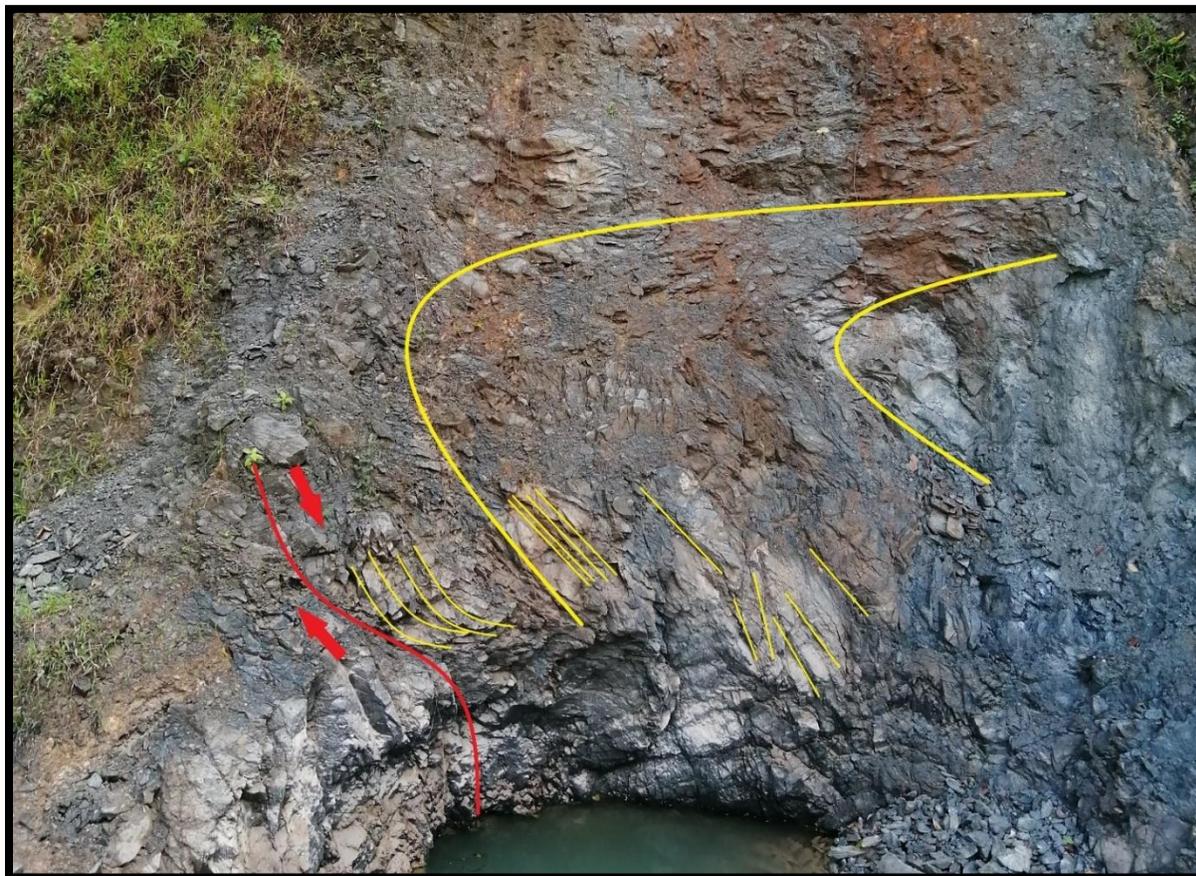


Figura 42. Obsérvese pliegue de tipo en cabalgadura en roca de composición andesítica, con fracturas paralelas entre sí y que se encuentra fallado a un costado, lo que hace cambiar el comportamiento de las fracturas, con direcciones promedio de Norte 35° Oeste he inclinación 45°. Sector; Mine Sota.



10.2.2.1 Vetas.

- Santa Rita: Ubicada al Este de Rosita, coordenadas N1540 – E7816, con un Rumbo Este - Oeste y Buzamiento de 70° Sureste, una longitud de 274m y un espesor de 180m a 240m.
- Bambana: a 2.9 km Oeste de Rosita, con coordenadas N 1540 - E 778.2, roca encajonante Andesita de 1 m a 2 m de espesor, con mayor presencia de Malaquita.
- La luna: Veta de cuarzo localizada a 20km al Noreste con coordenadas N1546- E798.7, roca encajonante aglomerado de composición basáltica con un espesor promedio de 2.4m, mayor presencia de Au y Ag, rumbo Noreste y buzamiento vertical.

- Monte Carmelo: a 2 km hacia el Norte de Rosita con coordenadas N1543 - E779.9, Roca encajonante de composición andesita y oro diseminado con un espesor promedio de 12m a 15m.
- Mine Sota: a 6km Noroeste de Rosita con coordenadas N1547 - E777.4, Roca encajonante de composición andesita, Rumbo Sureste y Buzamiento de 43°.
- Tercio Pelo: a 6km Sureste de Rosita con coordenadas N1538 - E785, Roca encajonante de composición andesita.

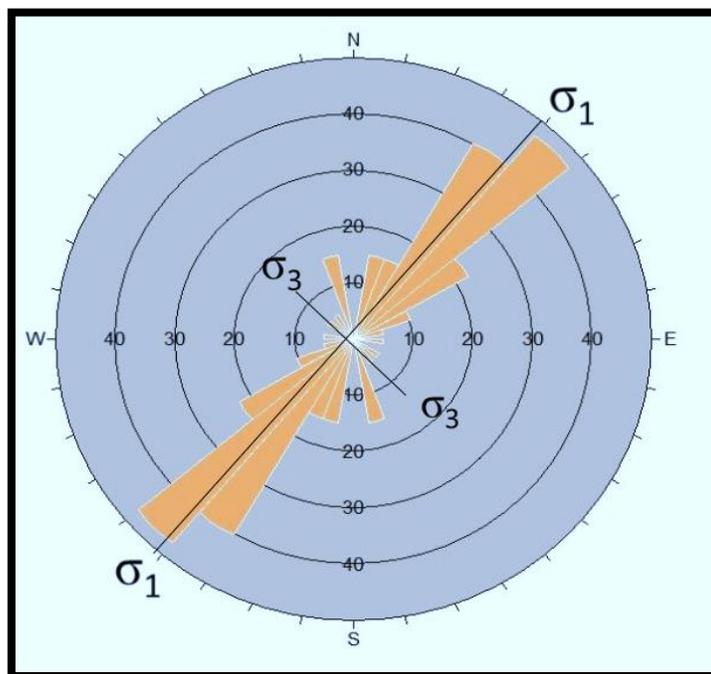
10.2.3 Bonanza.

Interpretaciones estructurales de imágenes de Landsat sobre el área de Bonanza, han alineado la existencia de una caldera volcánica resurgente, en la cual su piso ha sido progresivamente elevado hacia arriba en forma de domo, conformando una forma elíptica, con su eje mayor paralelo al paleo-arco volcánico alineado por Lilljequist & Hodgson en 1983.

La actividad Minera de Bonanza ha sido desarrolla a lo largo del borde Sur de esta estructura circular. El área está atravesada por la orientación de la falla punta Huete y la cual rige el sistema de fallas Noreste-Sureste y Noroeste-Sureste y al Norte, a 5 Km de Bonanza, una estructura de caldera con 1 Km de diámetro, esta genéticamente relacionada con las zonas mineralizadas en los alrededores de la estructura circular, la cual fue investigada en 1976, señalando la presencia de andesita porfirítica, propilitizada, silicificada y argilitizada, con pirita, epidota, vetillas de cuarzo (descritas con 90 cm de espesor, rumbo Norte 40° Este y buzamiento de 36° Noroeste). Se ha señalado también que la mineralización se debe a un plug volcánico intruido en la caldera (Levy E. 1976).

El grupo de vetas de Bonanza, sigue principalmente la dirección de la cercana zona de fractura Punta Huete, pero no necesariamente tienen relación alguna a la zona de fractura. Así mismo estructuras mineralizadas en Kuikuinita y Cerro El Oro, siguen este mismo rumbo y son cercanas a dicho lineamiento. Obsérvese el diagrama de rosa que indica los esfuerzos máximos con dirección Noreste y esfuerzo mínimo con dirección Noroeste, a como indican los rumbo de las vetas y las fracturas mayores en Bonanza.

Figura 43. Diagramas de Roseta de patrones estructurales con dirección Noreste-Suroeste propuesta en base al comportamiento de los indicadores cinemáticos medidos en un promedio de 50 puntos en lo que corresponde a las visitas en Bonanza.



10.2.3.1 Vetas.

La mayoría de las vetas rumban Noreste-Suroeste, algunas desplazadas por fallas Norte Sur, con buzamientos variables entre 55° a 90°. El espesor varía entre 0.3 m a 3 m y su longitud alcanza hasta 2 km, con profundidades mayores de 500 m.

La descripción que se hará a continuación conforme a los bloques que se divide Bonanza y las vetas que se visitaron correspondiente a cada uno, cabe destacar que cada bloque está separado por fracturamiento dirección Noreste, al igual que se describirá los indicadores cinemáticos encontrados en el área respectiva.

- ❖ El grupo Bonanza - Neptuno (1979) - Panamá (2009); en el límite Noreste.
 - Tigre negro: Ubicada hacia el Este a 2.5 km del área céntrica de Bonanza, Coordenadas N1553 - E7619, con una longitud aproximada de 1 km, rumbo Noreste y un buzamiento de 43°.
 - Comal: ubicada a un costado de la veta Tigre negro, coordenadas N1553 - E7618, con una longitud aproximada de 650 m, rumbo N8°E y buzamiento 15°.

- La Piedrona: Ubicada 10° al Sureste del área céntrica de Bonanza a una distancia de 2.2 km, coordenadas N1552 - E7611, con una longitud aproximada de 450 m, rumbo Noreste y buzamiento de 45° .
- El cadejo: ubicada unos 300m al Norte del área céntrica, coordenadas N1553 - E7589, con una longitud aproximada de 300 m, rumbo Noreste y buzamiento de 50° .
- Chiquero: ubicada a unos 200 m hacia el sur del área céntrica, coordenadas N1552 - E7588, con una longitud aproximada de 600 m, rumbo Noreste y buzamiento de 45° .

Figura 44. Se puede apreciar los diferentes indicadores cinemáticos en roca de composición andesítica, ubicada en sector minero la Piedrona, coordenadas N1552468 – E0761113.

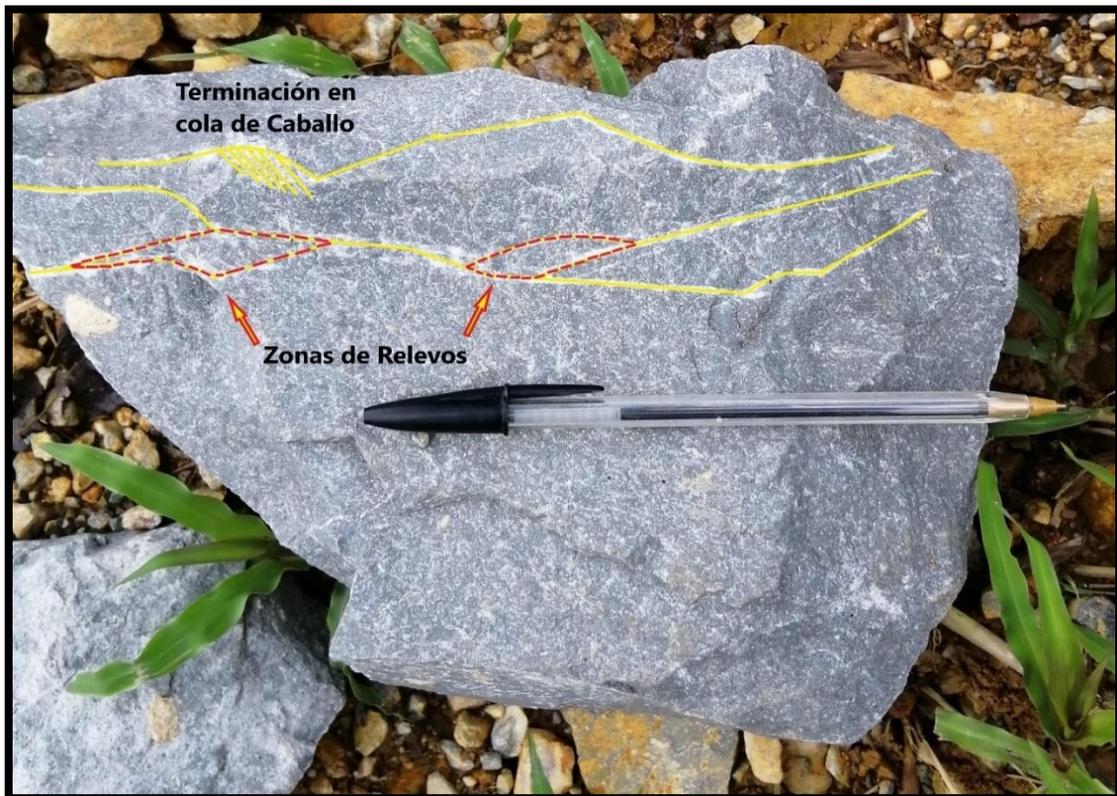
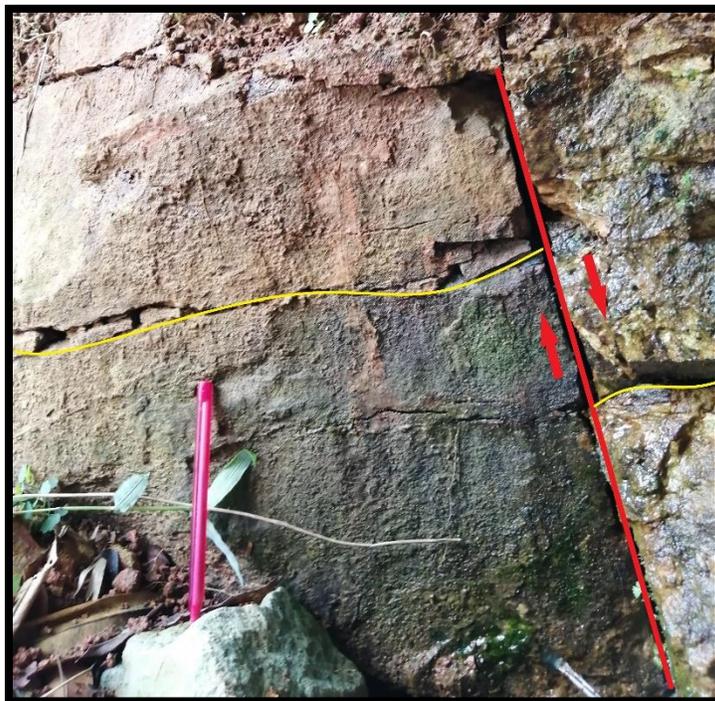


Figura 45. Se puede apreciar un arreglo de falla complejo con rumbo Norte 80° Este y Buzamiento de 60°, en el sector minero Tigre Negro, coordenadas N1553154 – E761706.



- ❖ El grupo Lone Star (1979) - Pioneer (2009); en el centro.
 - High land Mery: ubicado a unos 3.5 km hacia el Suroeste, coordenadas N1550 - E7557, con una longitud aproximada de 1 km, rumbo Noreste y buzamiento de 45°.
 - Palloniel 1: ubicado a 4.5 km hacia el Suroeste del área céntrica de Bonanza, coordenadas N1550 - E7549, con una longitud aproximada de 500 m, rumbo Noreste y buzamiento de 50°.
 - Los cocos: ubicado a 3 km hacia el Suroeste del área céntrica de Bonanza, coordenadas N1551 - E7564, con una longitud aproximada de 300 m, rumbo Noreste y buzamiento de 50°.
 - Pionner 2: ubicada a un costado de la veta High land Mery, coordenadas N1550 - E7562, con una longitud aproximada de 600 m, rumbo Noreste y buzamiento de 45°.

Figura 46. Fracturas que se encuentran en terminación Cola de caballo rellena de materias zeolítico, mismo material que se encuentra esparcido en la parte inferior de la roca. Sector minero Pionner 2, coordenadas N1550699 - E756213.



Figura 47. Se puede observar las estructuras R y R' en las fracturas paralelas entre sí, con Rumbo; Norte 30° Este y buzamiento 40°, ubicado en el fondo de unos de los túneles que explotan la veta High land Mery, coordenadas N1550786 - E755599.



Figura 48. Se puede observar un desplazamiento con estructuras R y P y fracturas paralelas entre sí, con Rumbo en promedio Norte 35° Este y Buzamiento 39°, en el túnel que explota la veta High land Mery.



❖ El grupo Constancia – Vesubio; en el Suroeste.

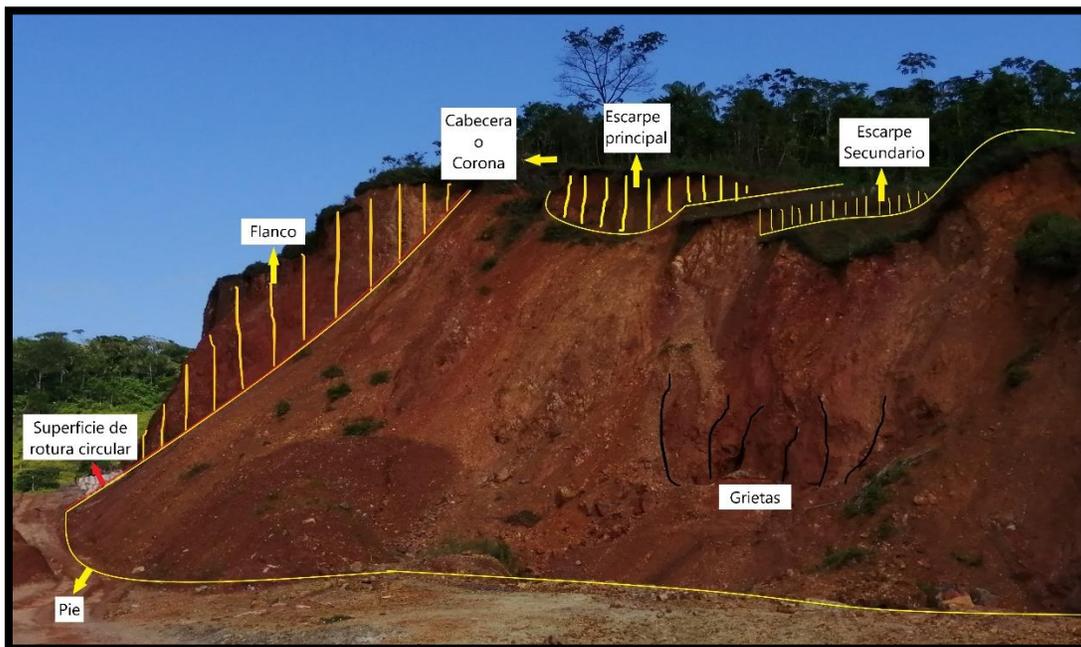
En la visita a este distrito minero solo se logró la observación de 2 sistemas de vetas, la cual se describe a continuación;

- Vesubio: Ubicada a 9.5km hacia el Suroeste del área céntrica, con coordenadas N1545 - E7517, con una longitud aproximada de 350m, rumbo Este-Oeste y buzamiento de 15° Sureste.
- Ventolin medio: ubicado en la parte inferior de la veta Vesubio con coordenadas N1545 - E7513, rumbo Noreste y buzamiento 30°.

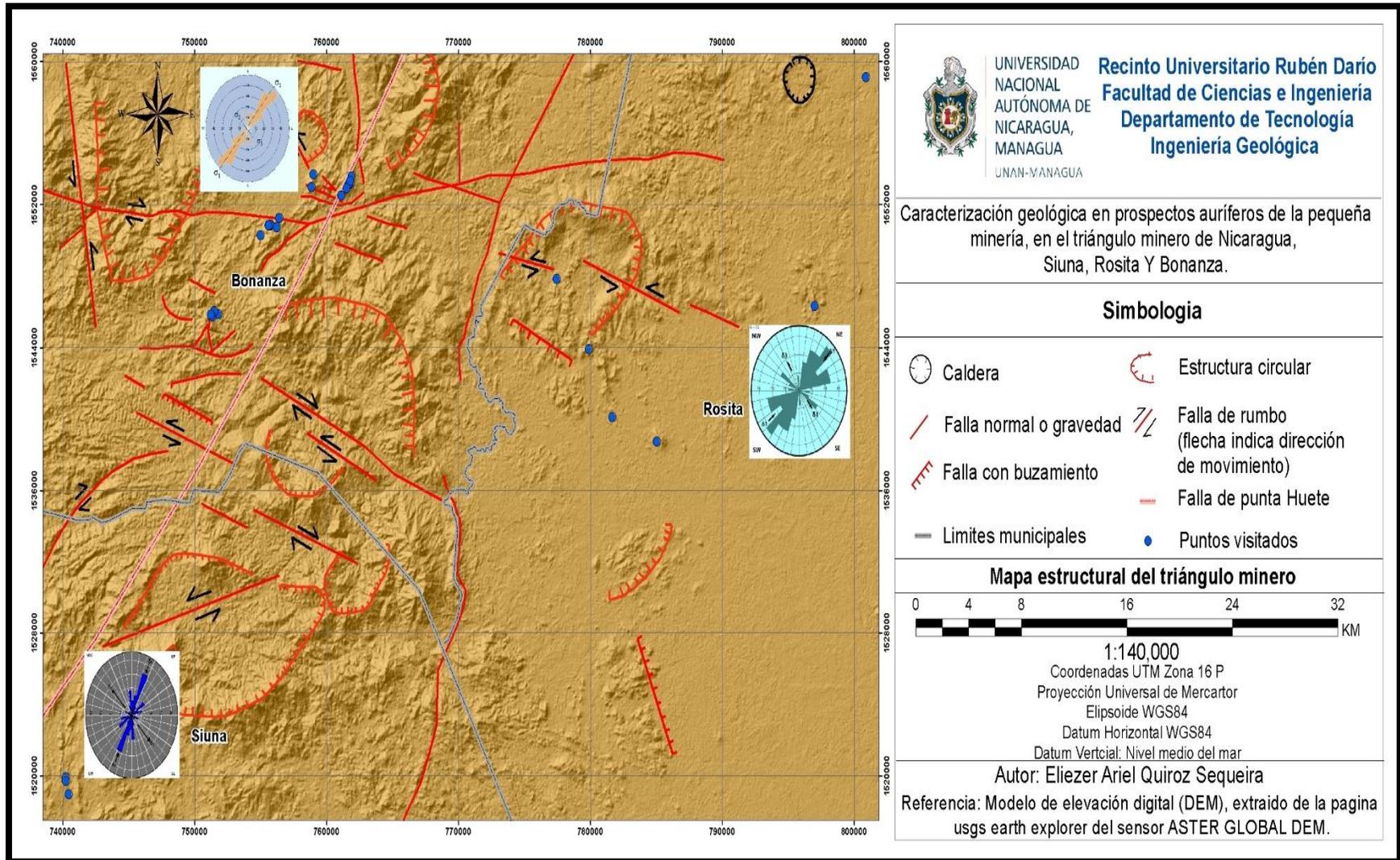
Figura 49. En la siguiente imagen se puede apreciar un pliegue anticlinal que debido al comportamiento frágil de la roca se fractura en dirección a los costados de la estructura principal, sector minero Vensubio, coordenadas N1545786 - E751333.



Figura 50. Movimiento remoción en masa de tipo deslizamiento rotacional, en el sector minero Ventolín medio, coordenadas N1545786 - E751214.



Mapa Estructural.



10.3 Unidades Geomorfológicas.

10.3.1 Unidad de Laderas Inferiores de Montañas.

Esta unidad abarca 117 km² aproximadamente. Son terrenos no tan elevados que por su altura se distingue de la superficie adyacente limitantes, presentan pendientes de 20 a 30 grados mismas que favorecen al alto grado de intemperismo y erosión, en consecuencia, el continuo acarreo de materiales debido a la minería y la formación de barrancos jóvenes.

Se trata de laderas constituidas litológicamente por andesita alterada y suelos arcillosos. En el proceso erosivo fluvial, tanto vertical como lateral, han provocado una acción de modelado formando una serie de barrancos y desgaste en sus elevaciones.

En el área de estudio, esta unidad la podemos encontrar en los tres municipios, la altura varía de 500 a 600 msnm.

Figura 51. Laderas inferiores de montañas en el sector minero Ventolin-Bonanza y obsérvese en el horizonte la unidad de cerros y colinas.



10.3.2 Unidad de peniplanicies.

Esta unidad cubre 990 km² aproximadamente del área y se encuentra distribuida mayoritariamente en la parte Este del área de estudio, se caracteriza por presentar una superficie llana o terrenos peniplanizados, en los que es observable pequeños cerros aislados de crestas elongadas, altamente erosionados, los que son originados por las rocas sedimentarias de la formación Pre-Matagalpa y los depósitos cuaternarios recientes (Qr); las cotas de elevación en esta unidad fluctúan entre los 40 – 100 msnm; el drenaje es tipo dendrítico y paralelo.

Figura 52. Obsérvese la unidad de peniplanicies concentrada en el sector minero la Sorpresa-Rosita.



Figura 53. Se puede apreciar nuevamente la unidad de peniplanicies en el sector minero Santa Fe, Cascal-Rosita.



10.3.3 Unidad de laderas de denudación de pendiente baja.

Corresponden aproximadamente 532 km² del área. Se caracterizan por tener laderas cortas y una topografía con un relieve moderadamente ondulado, donde predominan las colinas de baja altura con planicies de poca extensión, el drenaje es paralelo y su densidad varía de baja a moderada, con altura que va de 100 a 200 msnm.

Figura 54. Se puede apreciar las laderas con ángulo 15° con un relieve ondulado. Bonanza.



10.3.4 Unidad de Laderas de denudación de pendiente fuerte.

Abarcan aproximada mente 720 km² del área. Se caracterizan por sus pendientes mayores a los 30°, laderas cortas, un sistema de drenaje dendrítico bien definido, y una densidad de drenaje que se clasifica principalmente de muy baja a moderada, con una altura que va de 300 a 400 msnm.

En esta unidad podemos encontrar divisorias angostas, lo que se caracteriza principalmente por fuerte pendiente y valles profundos así como divisorias redondeadas, la característica más notable en esta son sus valles en forma de U, que reflejan un relieve maduro. Posee pendientes que varían de 20° a 50° y un drenaje dendrítico, se encuentra mayormente en algunos de los principales caseríos, como Bonanza.

Figura 55. Obsérvese ladera de pendiente fuerte de 40° , con actividad minera artesanal en el Cerro el Comal-Bonanza.



10.3.5 Unidad de Cerros y Colinas.

La unidad tiene un área aproximada de 600 km^2 . Geomorfológicamente comprende cerros y colinas heterogéneas en longitud y geometrías en cortas distancias y pocas elevaciones que van de 600 a 900 msnm.

Los barrancos han originado la erosión de las laderas causada por las aguas pluviales, donde mayoritariamente se concentran una red de drenaje detrítica, esta unidad en Bonanza se centraliza donde se presentan las alteraciones hidrotermales y suelos arcillosos, encontramos pendientes que va de 10° a 20° .

Figura 56. Unidad de cerros y colinas en el sector minero High land Mery-Bonanza.

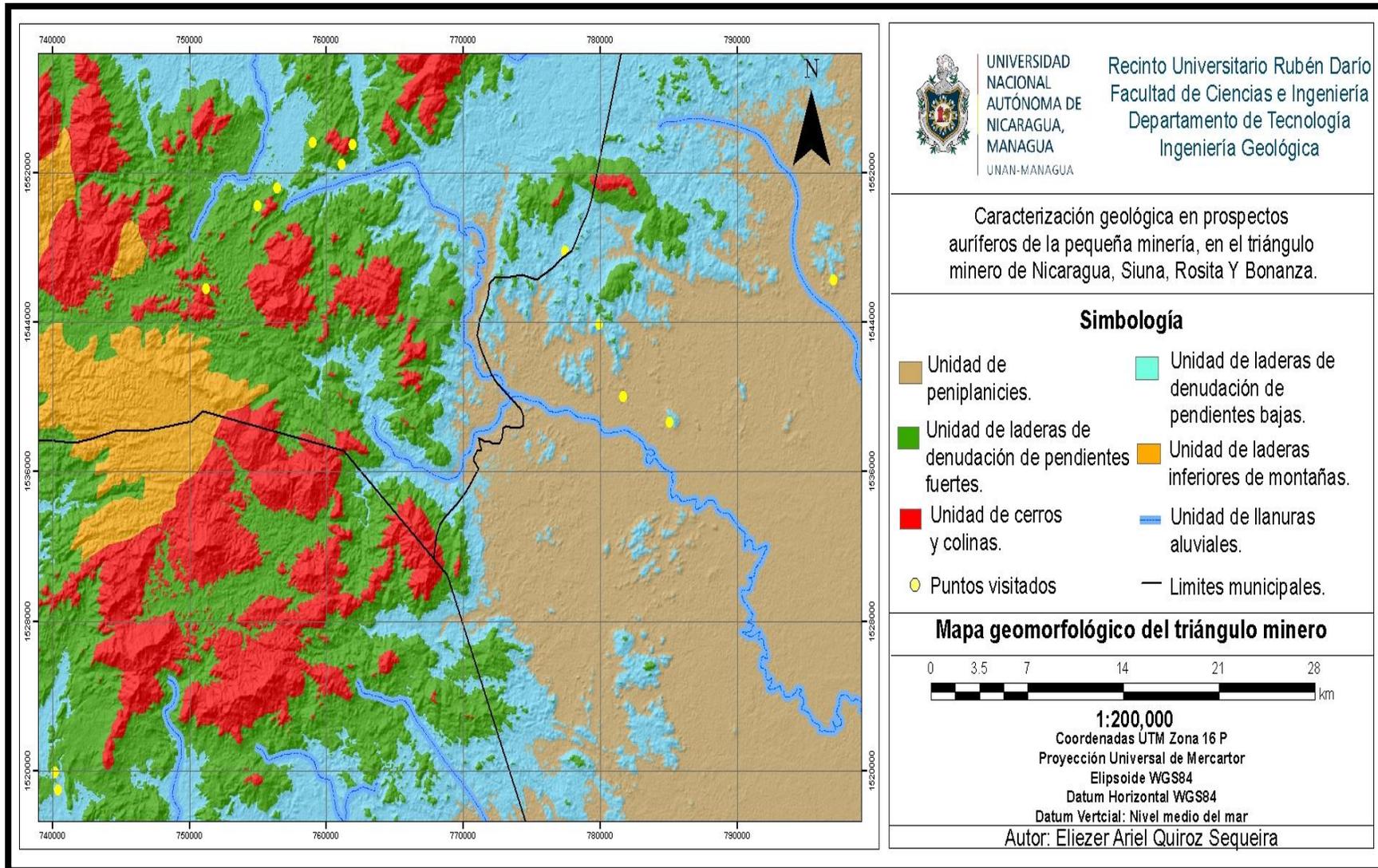


10.3.6 Unidad de llanuras aluviales.

La unidad Planicie Aluvial se encuentra entre las laderas inferiores y litológicamente está compuesta por depósitos volcánicos sedimentarios aportados por las corrientes fluviales que desembocan en la planicie. Su composición granulométrica es variable presenta desde bloques, gravas, limo y arcilla mal clasificados con ausencia de estratificación.

Localizada en la porción Norte y Este del área de estudio, formando una especie de franja o cinturón en los valles en forma de “U”, labrados por el curso de los ríos Bambana, Kukalaya, Pia, Yaoya, Okonwas, y Pispis al Norte de Bonanza; la que se caracteriza como una superficie llana o plana en la que se están depositando sedimentos recientes, producto de los procesos primarios de la sedimentación (erosión, transporte y deposición). Las cotas de elevación varía entre los 80– 200 msnm.

Mapa Geomorfológico.



11 Conclusiones.

Con los objetivos propuestos anteriormente y con los resultados obtenidos del procesamiento de los datos levantados y medidos en campo, a lo que corresponde los prospectos visitados, se logró corroborar en base al mapa geológico de Nicaragua las siguientes unidades y sub-unidades;

- Unidad de sedimentos más antiguos (Tkre); Se caracteriza por suelos de origen residual, producto del intemperismo, descomposición físico – mecánica y química de las roca y erosión debido a los agentes exógenos.
- Unidad de roca volcánica (Dacita, Andesita), (Tomm(m)); Pertenece a la formación Matagalpa que se caracteriza por presentar tobas riolíticas-dacíticas, lavas de composición andesíticas basálticas, he ignimbritas.
 - Sub-unidad andesítica; Generalmente constituida por roca volcánica de composición andesita-basalto y brecha aglomerado (lahar rojizo), con intercalación de sedimentos lacustre, la andesita es de color gris verdoso con facies dacítica.
 - Sub-unidad andesita hidrotermalmente alterada; Se caracteriza por la presencia de alteraciones hidrotermales mayoritariamente de silicificación afectando a las rocas volcánicas de composición andesíticas.
- Depósitos aluviales; se presenta mayoritariamente en los principales ríos de la zona.

En la parte geomorfológica se diferenciaron 6 unidades geomorfológicas en base al método propuesto por Priego, Bocco, Mendoza y Garrido en base a las alturas de las cuales resultaron;

- Unidad de peniplanicies.
- Unidad de laderas de denudación de pendientes bajas.
- Unidad de laderas de denudación de pendientes fuertes.
- Unidad de laderas inferiores de montañas.
- Unidad de cerros y colinas.
- Unidad de llanuras aluviales.

Basado en el análisis e interpretación estructural correspondiente a Bonanza, el área está atravesada por la orientación de la falla Isabelia y la cual rige el sistema de fallas Noreste-Suroeste y Noroeste-Sureste y al Norte, una estructura de caldera de 1 Km de diámetro, los bloques Panamá, Pioneer, Vesubio que componen la mineralización de Bonanza están separados por fracturamiento dirección Noreste.

La mineralización en Rosita se trata de un Skarn con cobre y oro, formado en una zona de contacto entre sulfuros, sedimentos y andesita, también se presenta como lentes, bolsones e hilos de sulfuros masivos con rumbo Noroeste y buzamiento hacia el Noreste, así como vetas y brechas de cuarzo bandeado con oro y plata en andesita y oro de placer.

En cuanto a Siuna la mineralización tiene origen volcánico con un ambiente de arco de isla, también se encuentran asociadas a zonas de cizalla en condiciones dúctil-frágil, donde se generan un mayor número de estructuras de apertura para albergar las mineralizaciones.

12 Recomendaciones.

Para enriquecer el conocimiento científico en el ámbito geotectónico y geo estructural de Nicaragua se recomienda:

- Realizar un levantamiento geológico a detalle, abierto al público que se pueda obtener una mejor sub-división entre las formaciones así como en toda la zona para establecer de manera absoluta los contactos litológicos entre estas formaciones del Grupo Matagalpa, Pre-Matagalpa y los márgenes del batolito de Dipilto.
- Ampliar estudios de geología estructural a detalles en el triángulo minero accesible al público, basados en el análisis e interpretación de esfuerzos y deformaciones tectónicas, dirigidos a elaborar un modelo estructural completo.
- Que las organizaciones geológicas gubernamentales continúen la búsqueda y actualicen los sitios de mineralización en el triángulo minero, Siuna, Rosita y Bonanza.
- Que el Ministerio de Energía y Mina (MEM), cree un convenio para que las empresas mineras pueda facilitar información geológica básica de los diferentes prospectos auríferos que tienen a cargo, existentes en el país.
- Que INETER pueda actualizar las hojas topográficas de estas zonas.
- Que las empresas mineras puedan realizar, adoptar e implementar acciones que minimicen los riesgos que conlleva la actividad de la pequeña minería.

13 Bibliografía.

- Alcaldía Bonanza, (2007). *Estrategia Ambiental Municipal de Bonanza*. RAAN, Nicaragua.
- Alcaldía Bonanza (2004). *Ficha Municipal. Bonanza*. RAAN, Nicaragua.
- Alcaldía Rosita (2004). *Ficha Municipal. Rosita*, RAAN, Nicaragua.
- Alcaldía Siuna (2005). *Caracterización del Municipio de Siuna*. Siuna, RAAN, Nicaragua.
- Alvarado, C. y Vallejos, L. (2017). *Comportamiento de la explotación de materiales metálicos, oro y plata en la economía*. Nicaragüense. Recuperado el 10 de Noviembre del 2019, de <http://repositorio.unan.edu.ni/5161/1/18040.pdf>.
- Aguirre, E. (1990). *Evaluación, diagnóstico y estrategia de desarrollo de la minería artesanal*. Managua. Nicaragua: Corporación Nicaragüense de Minas y Empresa Nicaragüense de Metales Preciosos.
- Acosta, J. (Mayo, 2013) *Depósito tipo Pórfido*. Recuperado el 13 de Octubre del 2019, de file:///C:/Users/eliez_000/Desktop/Monografia/Informe%20para%20protocolo%20de%20minería/DEPOSITOS%20TIPO%20PORFIDO.pdf.
- Centro Humboldt (1997). *Estudio Climatológico Municipio de Bonanza*. Bonanza, RAAN, Nicaragua.
- Darce, M. (1993, 8 de Octubre). Recursos Minerales en Nicaragua. *Revista Geológica de América Central*. Recuperado el 5 de Noviembre del 2019, de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/geologica/article/view/13232/12508>.
- Dengo, G y Case, J., 1990. *The Geology of North America and the Caribbean Region*. Vol H. Colorado
- Dengo, G. (1983). *Mid America: Tectonic Setting for The Pacific Margin From Southern Mexico to Northwestern Colombia*. Guatemala City, Guatemala. Centro de Estudios Geológicos de América Central
- Ernes, K. Lehmann y Associates, I. (1984). *Reporte Final de los Estudios de Exploración Minera en Nicaragua*. Parte A: Tomo 1 de 2. La Libertad, Chontales: CONDEMINA.

Frischbutter, A. (2002, 23 de Julio). Structure of the Managua Graben, Nicaragua, from Remote Sensing Images. *Revista Unam*. Volumen 41, No 2. Recuperado el 20 de Noviembre del 2019, de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/geofisica/article/view/40097>.

FUNICA (2009). *Análisis ambiental de potencialidades y restricciones en la Región Autónoma de Atlántico Norte*. Nicaragua.

Gómez, D. y Hernández, B. (2016). *Actualización de la cartografía geológica y evaluación del efecto de sitio en estación biológica Francisco pasos y sus alrededores*. Juigalpa Chontales- Nicaragua.

García, L. (2017), Actualización de la cartografía geológica del noroeste de Boaco (serie 3053-ii), escala 1:25,000. En: *DocPlayer*. [En línea] Recuperado el 1 de Noviembre del 2019, de <https://docplayer.es/79713812-Actualizacion-de-la-cartografia-geologica-del-noroeste-de-boaco-serie-3053-ii-escala-1-25-000.html>.

Hodgson, G. (2000). *Geología regional de Nicaragua*. Managua, Nicaragua.: No editado.

IMINSA. (1976). *Informe geológico minero 1976: caracterización geológica minera sobre la mina San José*. España.

INIDE (2005). *Informe sobre desarrollo humano 2005-2006: VIII Censo de población y IV de vivienda*. Nicaragua:

INETER, I. N. (1988). Mapa Topográfico Siuna. *Hoja 3257-III*. Managua., Nicaragua.

INETER, I. N. (1988). Mapa Topográfico Coperna. *Hoja 3257-IV*. Managua., Nicaragua.

INETER, I. N. (1988). Mapa Topográfico Rosita. *Hoja 3357-IV*. Managua., Nicaragua.

INETER, I. N. (1988). Mapa Topográfico Cerro Liwatakan. *Hoja 3357-I*. Managua., Nicaragua.

INETER, I. N. (1988). Mapa Topográfico Kukalaya. *Hoja 3358 II*. Managua., Nicaragua.

INETER, I. N. (1988). Mapa Topográfico Cerro Saslaycito. *Hoja 3257-I*. Managua., Nicaragua.

- INETER, I. N. (1988). Mapa Topográfico Bonanza. *Hoja 3258-II*. Managua., Nicaragua.
- Jazmín G. (2016). Gossan-Enriquecimiento secundario. *En SlideShare* [En línea] Recuperado el 22 de Octubre del 2019, de <https://es.slideshare.net/yazminmtz3/gossan-enriquecimiento-secundario>.
- López, P. (2017). Actualización Cartográfica de la parte NE y SE, de la hoja Topográfica Larreynaga a escala 1:50,000. En: *DocPlayer*. [En línea] Recuperado el 1 de Noviembre del 2019, de <https://docplayer.es/76833102-Seminario-de-graduacion-para-optar-al-titulo-de-ingeniero-geologo.html>.
- López, A. y Víctor, M. (1994), *Manual para la Selección de Métodos de Explotación de Minas*. Facultad de Ingeniería, UNAM. México. Recuperado el 28 de Octubre del 2019, de <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/1769>.
- Lilljequist y Hodgson (1983). *Desplazamiento de Actividades Volcánicas Durante El Terciario y la Relación Entre Paleo-Arcos Volcánicos y Depósitos de Minerales en Nicaragua*.
- MARENA. (1998). *Proyecto Prevención de la Contaminación Industrial. Diagnóstico Situacional y Ambiental de la Pequeña Minería en Nicaragua*. Managua.: Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. Programa Ambiental Nicaragua- Finlandia.
- McBirney, A y Williams, H. (1965). *Volcanic History of Nicaragua*. Berkeley and Los Angeles: Unifesty of California Publications in Geological Sciences.Volumen 55.
- Niemeyer, R. (Julio de 1999). Apuntes Geológicos Estructural. Recuperado el 23 de Noviembre del 2019, de https://www.u-cursos.cl/usuario/c19094b1ea89f1f08e243796b671e2e5/mi_blog/r/geologia_estructural_-_hans_niemeyer.pdf.
- Pérez, E. (2015). *Cartografía geológica en el prospecto minero de Santo Domingo*. Chontales- Nicaragua. Recuperado el 5 de Noviembre del 2019, de <http://repositorio.unan.edu.ni/2853/>.

Ruiz, O. (2017, 5 Octubre). *Yacimientos tipo Skarn*. Mensaje dirigido a <http://geologiawed.blogspot.com/2017/05/yacimientos-tipo-skarn.html>.

Sevilla, S. (2016). *Mapa metalogénico de Nicaragua*. Managua-Nicaragua.

Torres, J. (1994). *Estratigrafía, Principios y métodos*. Editorial Rueda. Madrid.

Vassallo, L. (2008). *Yacimientos Minerales Metálicos*. Centro de Geociencias, UNAM. Querétaro, México. [En línea] Recuperado el 16 de Noviembre del 2019, de https://www.academia.edu/5237915/Yacimientos_Minerales_Metalicos.

Venable, M. (1994). *A Geologic, Tectonic and Metallogenic Evaluation Of The Siuna Terrane*. Recuperado el 18 de Octubre del 2019, de file:///C:/Users/eliez_000/Desktop/Monografia/informes/90272.pdf.

14 Anexo.

Anexo 1. Instrumentos de Campo.



Anexo 2. Coordenadas de los prospectos auríferos estudiados en el triángulo minero.

Coordenada Norte	Coordenada Este	Altura (msnm)	Puntos	Departamento
1553132	761806	287	Cerro El Comal	Bonanza
1553559	761912	302	Tigre Negro	Bonanza
1552468	761113	251	La Piedrona	Bonanza
1550786	755743	289	High land Mery	Bonanza
1550842	755743	317	High land Mery	Bonanza
1553154	761706	338	Tigre negro, Nancite	Bonanza
1553280	761783	330	Sector Panama	Bonanza
1552895	761519	319	Tigre Negro	Bonanza
1545856	751766	398	Vesubio	Bonanza
1545982	751476	403	Vesubio	Bonanza
1545700	751333	433	Ventolin Medio	Bonanza
1545786	751214	444	Ventolin Medio	Bonanza
1550261	754992	300	Palloniel 1	Bonanza
1551207	756404	241	Los Cocos	Bonanza
1553663	758995	273	El Cadejo	Bonanza
1552957	758857	296	Chiquero	Bonanza
1550699	756213	286	Pionner 2	Bonanza
1559096	800902	60	La Sorpresa	Rosita
1546284	797032	65	Luna, Costado Sur	Rosita
1546284	797032	52	Santa Fe, Cascal	Rosita
1540059	781684	55	Santa Rita	Rosita
1543877	779912	183	Monte Carmelo	Rosita
1538687	785060	68	Terciopelo	Rosita
1547809	777448	163	Minesota	Rosita
1550785	755602	300	Minesota	Rosita
1518937	740434	198	Cerro Aeropuerto	Siuna
1519897	740234	217	Potosí	Siuna
1519700	740234	210	Potosí	Siuna