



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA  
INGENIERIA GEOLÓGICA

SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
GEÓLOGO.

TEMA:

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL  
MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN.

**Autores:**

Br. Luis David Valle Vallejos

Br. Manuel de Jesús Rugama López.

**Tutor:** MSc. Gema Velásquez Espinoza.

**Asesores:** MSc. Carlos Pullinger.

MSc. Sergio Ramírez Lanzas

Enero 2019

## **DEDICATORIA**

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente nuestro trabajo a **Dios**.

A mis padres, **José Luis Valle** y **María Yolanda Vallejos Zapata**, quienes con tanto amor han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, los cuales me han ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi Tía **Leopoldina Valle** por su inmenso amor, por ser parte de mi maravillosa familia, por sus buenos deseos de motivación para el desarrollo de este logro tan importante para mi vida.

De manera muy especial a mis hermanas **Meyling Yessenia Valle Vallejos** y **Jeymi Lisseth Valle Vallejos** quienes con sus consejos y buenos deseos han contribuido en la finalización de este hermoso trabajo.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

**Br. Luis David Valle Vallejos.**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo al divino creador **Dios**, el que me ha proporcionado las fortalezas para continuar cuando mis fuerzas se desvanecían.

A mis padres: **Manuel de Jesús Rugama Rojas y Martha Lorena López Rugama**, quienes con amor han sabido formarme con excelentes valores, los cuales me han ayudado con sus consejos a salir adelante en momentos difíciles en los cuales me he encontrado.

A mis tíos: **José Valentín Rugama y a José Vicente López Rugama** por sus valiosos consejos que fueron muy esencial en mi formación profesional.

De igual manera a mis hermanos **Rulfo Manuel Rugama López, Juan José Rugama López Y a mi hermanita Jennifer del Carmen Rugama López**, quienes con sus consejos me motivaron para poder culminar mi carrera.

A **Lars Reghim** que a lo largo de mi carrera siempre me inspiró a seguir adelante en mis estudios académicos.

A mis abuelos: **Ernesto Rojas y Ricarda Rugama** por mantenerme presente en sus oraciones elevadas a Dios y por sus gratos consejos, muchas gracias.

**Br. Manuel de Jesús Rugama López**

## **AGRADECIMIENTOS**

A **Dios**, por darme la vida, la salud, la sabiduría y el conocimiento, para poder culminar una de las principales metas en mi vida, como es mi carrera profesional y a mi familia que, con su eterno apoyo me han llenado de sus consejos y sus motivaciones para hacer posible este propósito.

Especialmente a mis mejores amigos **Katherine Gutiérrez, Lidamarys Urrutia, David Salomón Bojorge y Jordy Mendieta** por su valiosa amistad y ayuda incondicional, donde juntos hemos pasado inexplicables experiencias a lo largo de nuestra formación profesional.

Mis agradecimientos a la empresa **CONDOR GOLD**, Mina La India. Gracias al área de Geología por haberme brindado el apoyo para poder desarrollar esta investigación ya que sin ellos no habría podido desarrollar este Seminario de Graduación para poder optar al título como ingeniero geólogo.

Al área de Geología:

**MSc. Carlos Pullinger**, por el asesoramiento brindado y sus valiosas opiniones para la elaboración y revisión de este trabajo.

**MSc. Sergio Ramírez**, por el asesoramiento brindado y el apoyo para poder desarrollar esta investigación

También expreso mi agradecimiento a la **MSc. Gema Velásquez** por dedicar su tiempo, paciencia y brindarme sus valiosas opiniones en la elaboración de esta investigación.

Agradezco de igual manera a todas esas personas que de una u otra manera aportaron para el desarrollo del proyecto, a los maestros quienes brindaron sus conocimientos durante estos 5 años. Espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo.

**Br. Luis David Valle Vallejos.**

## AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos a **Dios** por darme sabiduría y salud para cumplir esta meta.

A la empresa CONDOR GOLD, Mina La India. Gracias al área Social y de Geología por haberme brindado la ayuda para que fuese posible desarrollar esta investigación, sin lo cual no se me hubiese permitido culminar este Seminario de Graduación para poder optar al título como ingeniero geólogo.

A la Ing. Silvia Pérez por el apoyo demostrado al aceptar mi solicitud para la elaboración de esta investigación.

En el área de Geología a los ingenieros:

**MSc. Carlos Pullinger**, por el asesoramiento brindado y sus valiosas recomendaciones para la elaboración y revisión de este trabajo.

**MSc. Armando Tercero**, por brindarme su ayuda en mi trabajo y motivarme a seguir adelante.

**MSc. Sergio Ramírez** por brindar tiempo en el asesoramiento y por sus valiosos aportes para la realización de esta investigación.

Además expreso mi más sinceros agradecimiento a **MSc. Gema Velásquez** por sus esenciales aportes y recomendaciones en esta investigación.

Agradezco al Instituto de Geología y Geofísica (IGG-CIGEO/UNAN-Managua) por ofrecerme su apoyo en la elaboración de las secciones delgadas.

De igual forma agradezco a todos mis maestros que han sido un pilar fundamental en mi formación académica y además a mis amigos por estar conmigo en momentos tristes y alegres, les agradezco de todo corazón.

**Br. Manuel de Jesús Rugama López.**



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

2019: “AÑO DE LA RECONCILIACIÓN”

Managua, 18 de enero del 2019

**MSc. Elim Campos**

Director  
Departamento de Tecnología  
Facultad de Ciencias e Ingeniería  
UNAN-Managua

Estimado MSc. Campos

El motivo de la presente es para comunicarle que he dirigido y revisado el trabajo de Seminario de Graduación elaborado por los Brs.: **Luis David Valle Vallejos** y **Manuel de Jesús Rugama López** de la carrera de Ingeniería Geológica de la UNAN-Managua, titulado "Litoestratigrafía de la Concesión minera La Mojarra en el Municipio de El Jicaral, departamento de León".

Dado lo anterior, ratifico que el trabajo realizado contiene conocimientos que son científicamente aceptados y técnicamente prácticos, enmarcados en el tema. Por lo antes expuesto doy aval para que dichos bachilleres defiendan Seminario de Graduación.

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

Atentamente

---

MSc. Gema Velásquez Espinoza  
Docente  
Departamento de Tecnología  
Facultad de Ciencias e Ingeniería (UNAN-Managua)

*¡A la libertad por la Universidad!*

## **Resumen.**

El área de estudio se ubica en el municipio de El Jicaral, al Norte del pueblo de la Mojarra a 146 km de la capital. Se encuentra en una zona de transición entre el Margen Nororiental de la Depresión Nicaragüense y el Arco Volcánico Terciario, dentro de la Provincia Meridional de América Central.

Litológicamente el área de estudio abarca 12 km<sup>2</sup>, la cual se encuentra conformada por un basamento de coladas de composición basálticas de edad Terciaria, subyacida por flujos de lavas de composición andesíticas, tobas pumíticas, flujos riolíticos y suelos coluviales.

De acuerdo al entorno estructural, La Mojarra se encuentra controlada por la actividad tectónica entre la placa Coco y la placa Caribe, por lo que a su vez su mecanismo de subducción provocó esfuerzos de extensión y compresión, dando origen a bloques fallados con movimientos verticales, horizontales y estructuras volcánicas semicirculares. El análisis e interpretación de los datos estructurales obtenidos en campo permitieron definir la sucesión de eventos tectónicos locales, en lo que se clasificó en dos fases de fallamientos: NE-SW, NW-SE, observando que las estructuras geológicas presentan una rotación en sentido de las manesillas del reloj.

Las rocas se encuentran afectadas por la alteración hidrotermal, en las que se pudieron definir cuatro principales alteraciones: propilitización, solidificación, hematización, cloritización.

## CONTENIDO

### RESUMEN

<b>I.INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema .....	2
1.2 Justificación .....	2
1.3 Objetivos. ....	3
1.3.1 Objetivo general. ....	3
1.3.2 Objetivos específicos. ....	3
1.4 Antecedentes. ....	4
1.5. Ubicación y vías de acceso. ....	6
1.6. Vías de acceso. ....	8
<b>II.MARCO GEOLÓGICO REGIONAL .....</b>	<b>10</b>
2.1 Tectónica de América Central y Nicaragua.....	10
2.2 Geología Estructural de Nicaragua.....	11
2.3 Geología Regional de Nicaragua.....	12
A. Mesozoico .....	13
a) Cretácico Inferior .....	13
b) Cretácico Superior Al Cenozoico (Paleógeno Eoceno) .....	13
B. Cenozoico .....	14
a) Paleógeno Oligoceno Al Neógeno Plioceno:.....	14
b) Cuaternario .....	15
<b>III.METODOLOGÍA UTILIZADA .....</b>	<b>16</b>
3.1Trabajo de gabinete.....	16
a) Recopilación de la Información: .....	16
b) Alcances de la investigación: .....	16
c) Enfoque .....	16
d) Tipo de estudio .....	17
e) Población y muestra .....	17
3.2 Trabajo de campo.....	17
a) Análisis e Interpretación de los datos de Campo .....	19
b) Análisis Geológicos.....	19
3.3 Procesamientos de datos en software .....	20
3.4 Informe Final .....	22
<b>IV.ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
4.1 Geología Local .....	23
4.1.1 Unidad de Flujos de composición Rioliticos (Tmcir). ....	24

4.1.2 Unidad de Coladas de lavas de composición basálticas (Tpcscb).....	25
4.1.3 Unidad de flujos de lava de composición andesíticas (Tmcila). ....	28
4.1.4 Unidad de Tobas Pumíticas (Tmcitp). ....	32
4.1.5 Unidad de Suelos Coluviales (Qal).....	34
4.2 Geología estructural. ....	35
<b>V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>43</b>
<b>VII ANEXOS.....</b>	<b>45</b>
<b>Anexos A: Análisis petrográfico.....</b>	<b>46</b>
<b>Anexos B: Mediciones de Rosas de Fracturas.....</b>	<b>50</b>
<b>Anexos C: puntos de Gps.....</b>	<b>52</b>
<b>Anexos D: Mapas.....</b>	<b>79</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación de la concesión la Mojarra.....	7
<b>Figura 2.</b> Mapas de las diferentes vías de acceso a la área de estudio concesión La Mojarra.....	9
<b>Figura 3.</b> Mapa Tectónico de América Central y de placas relacionadas. Las.....	11
<b>Figura 4.</b> Mapa de provincias Geológicas de Nicaragua. (Modificado del mapa geológico Preliminar Esc: 1, 000,000, 1973. Tomado de Rodríguez, 1994). ....	12
<b>Figura 5.</b> Herramientas utilizadas en campo. ....	19
<b>Figura 6.</b> Vista del trabajo de mapeo en el programa ArcGIS 10.3.....	20
<b>Figura 7.</b> Realización del perfil geológico con el programa AutoCAD 2016. ....	21
<b>Figura 8.</b> Realización de rosa de fracturas con el programa GeoRose.....	22
<b>Figura 9.</b> Lava masiva en el interior está envuelta por bloques autobrecha La flecha indican la dirección del flujo. Modificado de Huppert et al., (1982) y Macdonald (1972). ....	31
<b>Figura 10.</b> Diagramas de fracturas EM092, con dirección NE-SW.....	38
<b>Figura 11.</b> Diagrama de fracturas EM1089, con dirección NW-SE. ....	39
<b>Figura 12.</b> Esquema de una falla normal.....	39

## INDICE DE FOTOS

<b>Foto 1.</b> A) Roca de composición riolítica muy frágil afectada por la compresión, B) Esferulitas devestricación rellenas de silice con coordenadas (E576899 / N1406039). 24	24
<b>Foto 2.</b> A) Unidad de coladas de composición basálticas producto al diaclasamiento, B) roca bien fracturada, Sitio El Carrizal. Coordenadas (E575734 / N1405266). ....	25
<b>Foto 3.</b> A) Flujo de roca de composición basáltica, B) muestra macroscópica con textura afanítica. Lugar El Cristalito. Coordenadas (E576997 / N1404298).....	26

<b>Foto 4.</b> Basalto vista en microscopio en nicoles cruzado cristales de plagioclasas (Plag), olivino (Ol), clinopiroxenos (Px) y hornblenda (Hbl) en una matriz hipocristalina, aumento 4x.....	27
<b>Foto 5.</b> A) Afloramiento roca de composición basáltica, B) muestra macroscópicamente rellena de sílice con textura afanítica. Lugar El Bordo. Coordenadas (E576867 / N1404339).....	27
<b>Foto 6.</b> Afloramiento de flujo de composición andesítica porfídica con coordenadas (E573243 / N1406821).....	28
<b>Foto 7.</b> A) Afloramiento de composición andesítica porfiritica, B) muestra macroscópica con textura porfiritica con coordenadas UTM (E575865 / N1408174). ....	29
<b>Foto 8.</b> Andesítica con textura porfiritica con coordenadas (E575865 / N1408174). ....	29
<b>Foto 9.</b> Andesita vista en microscopio en nicoles cruzado cristales de plagioclasas (Plag), piroxenos (Px) y hornblenda (Hbl) en una matriz hipocristalina, aumento 4x. ....	30
<b>Foto 10.</b> Autobrechamiento en rocas andesitas con coordenadas (E573830 / N1406942). ....	31
<b>Foto 11.</b> A). Afloramiento de cuarzo calcedónico en la comunidad Las Pilas, B) muestra macroscópicamente con coordenadas (E572803 / N1406230). ....	32
<b>Foto 12.</b> Afloramiento de pómez color blanco en la comunidad Tule Norte y sus alrededores con coordenadas (E572902 / N1406392). ....	33
<b>Foto 13.</b> Muestra de toba pumítica donde se logra observar fragmentos de cuarzo calcedónico (Qzt) con coordenadas (E574365 / N1407919). ....	34
<b>Foto 14.</b> Suelo coluvial color café oscuro arcilloso con rodados de rocas basálticas, con coordenadas UTM (E575037 / N1408460). ....	34
<b>Foto 15.</b> Las líneas de color rojo indican el fractamiento paralelo, quebrada La India con coordenadas (E573419 / N1406390). ....	37
<b>Foto 16.</b> Falla transversal La Carretera con movimiento lateral derecho, con coordenadas (E575217 / N 1408469). ....	38
<b>Foto 17.</b> Falla El Carrizal, se observa el desplazamiento de los bloques, indicando un movimiento lateral izquierdo con coordenadas (E573419 / N1406390). ....	40

## INDICE TABLA

Tabla 1. Coordenadas de la concesión La Mojara .....	6
--	---

## I. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se realizó un estudio geológico, que se ejecutó entre marzo y junio de 2018, con el propósito de realizar un levantamiento geológico a escala detallada 1: 15,000, donde los principales objetivos fueron: localizar, describir y apuntar cada una de las unidades litológicas y estructuras geológicas; definir sus tipos de alteraciones hidrotermales. Esto con la finalidad de suministrar información geológica básica, tomando en cuenta la escasez de información actualizada del área.

El área de trabajo cubre una extensión aproximada de 12 km<sup>2</sup>. Ubicada en la parte central de Nicaragua específicamente en el Departamento de León, encontrándose dentro de la hoja topográfica Santa Rosa del Peñón (2954III). Geológicamente el área de estudio se encuentra compuesta por rocas volcánicas del Terciario, pertenecientes a la provincia central de Nicaragua de las cuales se encuentran compuesta litológicamente por: andesita, dacita, riolita, basalto, lava y aglomerado, tobas y suelos coluviales. Estas están siendo afectadas por diferentes tipos de alteraciones, de los cuales se identificaron: propilitización, silicificación, cloritización, hematización.

Estructuralmente se reconocieron dos fases de fallamiento de carácter regional, las cuales están afectando al macizo rocoso. Estas fases son: fallamiento NE-SW, fallamiento NW-SE.

## 1.1 Planteamiento del problema

La Mojarrá, con una extensión total de  $27 \text{ Km}^2$ , es una de las concesiones mineras dentro del distrito minero de La India. Como parte de los trabajos de exploración de recursos auríferos que realiza la empresa Condor Gold, el cual es necesario actualizar el conocimiento geológico propuesto por (Hodgson G., 2000) Tomando en cuenta lo antes mencionado, se requiere realizar la cartografía geológica a detalle en todo el distrito minero para entender las estructuras y estratigrafía que controlan los recursos minerales. Con la investigación se pretende crear un reconocimiento y definir las unidades litoestratigráficas que se encuentran en el terreno, ya que esta carece de información geológica a escala local.

## 1.2 Justificación

La presente investigación, se realiza dentro del marco del mapeo geológico a detalle que Condor Gold desarrolla en el distrito minero de La India con la finalidad de mejorar el conocimiento geológico de las diferentes estructuras que aporten a la mineralización y a la falta de información litológica del área.

Dicha investigación propone aportar a los estudios de exploración, que permitirá definir la litoestratigrafía, de igual manera se reconocerán los diferentes patrones estructurales geológicos en el área; lo cual contribuirá para la realización de un mapa geológico a detalle (1:15,000) en un área de  $12 \text{ Km}^2$  dentro de la concesión La Mojarrá. Permitiendo un mejor conocimiento geológico para la explotación de yacimientos auríferos presentes en la zona de interés, de igual forma aportarán a la geología de Nicaragua, lo cual servirán como base para futuras investigaciones de estos resultados, darán un gran aporte al área geológica y estructural del sitio estudiado, que posean el mismo interés, ya sea de carácter económico o investigativo.

### **1.3 Objetivos.**

#### 1.3.1 Objetivo general.

- Proponer la litoestratigrafía del área de estudio dentro de la concesión minera la Mojarrá en el municipio de El Jicaral, departamento de León.

#### 1.3.2 Objetivos específicos.

- Realizar la cartografía geológica de la concesión La Mojarrá en el municipio de El Jicaral a escala 1:15,000.
- Describir la litoestratigrafía de la concesión de la Mojarrá.
- Elaborar secciones delgadas de las distintas muestras de rocas para delimitar las unidades litológicas.
- Efectuar análisis petrográfico para delimitar las unidades litológicas.
- Analizar los diferentes patrones estructurales.

#### 1.4 Antecedentes.

Para obtener una visión global de la geología del área de estudio se consultaron investigaciones de geología regional que han contribuido al conocimiento de la estratigrafía y geología de la concesión, aunque varios de estos estudios no estén directamente vinculados al área. Entre los trabajos que se han consultado para comprender estratigrafía de la zona se encuentran los siguientes:

(McBirney, & Williams, 1965) establecieron tres divisiones para los productos volcánicos que se distinguen por presentar diferentes tipos de rocas y por su geomorfología: Proponen una serie inferior, compuesta por sedimentos volcánicos, brechas laháricas, lavas andesíticas y basálticas; una serie de rocas de composición intermedia constituida por lavas andesítica-dacíticas y depósitos piroclásticos perteneciente al Grupo Matagalpa de edad mioceno inferior; y un tercer grupo formado por ignimbritas andesíticas y dacíticas e intercalación de tobas y delgadas capas de lavas basálticas.

Existen documentaciones con referencias al mapeo geológico realizados en la hoja Topográfica Santa Rosa del Peñón. Entre ellas las disponibles son: (Hodgson G., 1971) preparo un documento sobre la geología y anotaciones mineralógicas de la planicie noroeste y de la precordillera occidental, incluyendo las áreas de las hojas Topográficas de Cinco Pinos (2855-IV), San Juan de Limay (2855-I), Somotillo (2855-III), Achuapa (2855-II), Puerto Morazán (2754-I) Villa Nueva (2854-IV) 'El Sauce (2854 1), San Nicolás (2954 IV), Larreynaga (2854 II), **Santa Rosa del Peñón (2954-III) (área de estudio)**, San Francisco del Carnicero (2953-IV), y Momotombito (2953-III).

Además, (Viramonte, J. & Williams, R. L., 1971) revelan que las ignimbritas andesíticas están dentro de la secuencia volcánica Terciaria del Occidente de Nicaragua, en la parte Noroccidental de la Depresión nicaragüense.

(Windenfalk, Elming, Rodríguez, 1981), se basa en una cooperación de investigaciones geocientíficas entre Suecia y Nicaragua durante los periodos 1981-1984 que se enfocan en estudios de un perfil transversal que cruza de la Costa del Pacífico al Atlántico.

Los estudios se hicieron desde escala regional 1:100000, hasta la local 1:10,000; comprendiendo estudios de paleomagnetismo, geología y geofísica regional, geoquímica, isotopos, determinaciones de edad, inclusiones fluidas y métodos geofísicos y geoquímicos para la exploración. También se incluyeron investigaciones de principales distritos mineros del país, específicamente el en distrito minero de mina La India.

Lilljequist y Hodgson, (1983), realizaron un estudio del desplazamiento de las actividades volcánicas durante el Terciario Cretáceo Superior y la relación entre paleo-arco volcánico y depósitos de minerales de Nicaragua donde se refleja la relación entre depósitos minerales y estructuras de paleo-arco en el área de estudio.

(Eduard , Nazariiev, Tercero & Skorodelev., 1990) es una investigación elaborada en el yacimiento aurífero La India realizada por la colaboración entre los gobiernos de Nicaragua y Rusia, la cual tuvo como objetivo evaluar el potencial aurífero de las estructuras principales de cuerpos mineralizados Como son: La India, América, Guapinol, Espinito, Tatiana y Buenos Aires. Los cuales mediante a trabajos de evaluación detallada permitió calcular las reservas de oro del yacimiento.

Asi mismo, (Ehrenborg, 1996) realiza mención que en Nicaragua han ocurrido tres eventos volcánicos importantes durante el Terciario medio. En primer lugar, el Oligoceno estaba dominado por el volcanismo de escudo de riolita, produciendo la ignimbrita de las tierras altas. En segundo lugar, la creación de zonas de fractura dilatacional en el noreste y más tarde en el noroccidente permitió la expansión de magmas de base a andesítica a lo largo de la costa Pacífica, construyendo el Arco Volcánico Coyol orientado hacia el NE. Este arco Mioceno puede seguirse a lo largo de la costa Pacífica del bloque Chortis. En tercer lugar, un desplazamiento del volcanismo de arco hacia el SW del Pleistoceno Plioceno creó el Arco Volcánico Moderno. Esta historia volcánica está respaldada por una nueva estratigrafía basada en centros volcánicos y facies relacionadas.

Finalmente (Hodgson G., 2000) define al tercer grupo de McBirney & Williams 1965; subdividiéndolo en dos subgrupos: Grupo Coyol Superior en donde se pueden encontrar las siguientes litologías: Lava y Aglomerado Superior, Toba e Ignimbrita

riolítica, basalto, andesita y aglomerado; el Grupo Coyal Inferior con una litología constituida por lava andesítica y aglomerado con transición, desde ignimbrita andesíticas a ignimbrita dacítica y brecha-aglomerado con inter estratificaciones de sedimentos lacustres y sedimentos tobáceos.

### 1.5. Ubicación y vías de acceso.

El área de estudio se encuentra dentro del departamento de León específicamente en el municipio de El Jicaral. El polígono pertenece a la porción NE de la hoja topográfica de Santa Rosa del Peñón (2954-III). El área de investigación cubre una extensión aproximadamente de 12  $Km^2$  dentro de la concesión minera de 27  $Km^2$  de extensión (Figura 1.). Esta se encuentra delimitada por las siguientes coordenadas expresadas en UTM: WGS 84, Zona 16 N (Tabla 1.).

vértice	coordenadas del área de la concesión La Mojarrá	
	Este	Norte
1	574002	1408696
2	576988	1408695
3	577001	1404994
4	574002	1404977

**Tabla 1. Coordenadas de la concesión La Mojarrá**

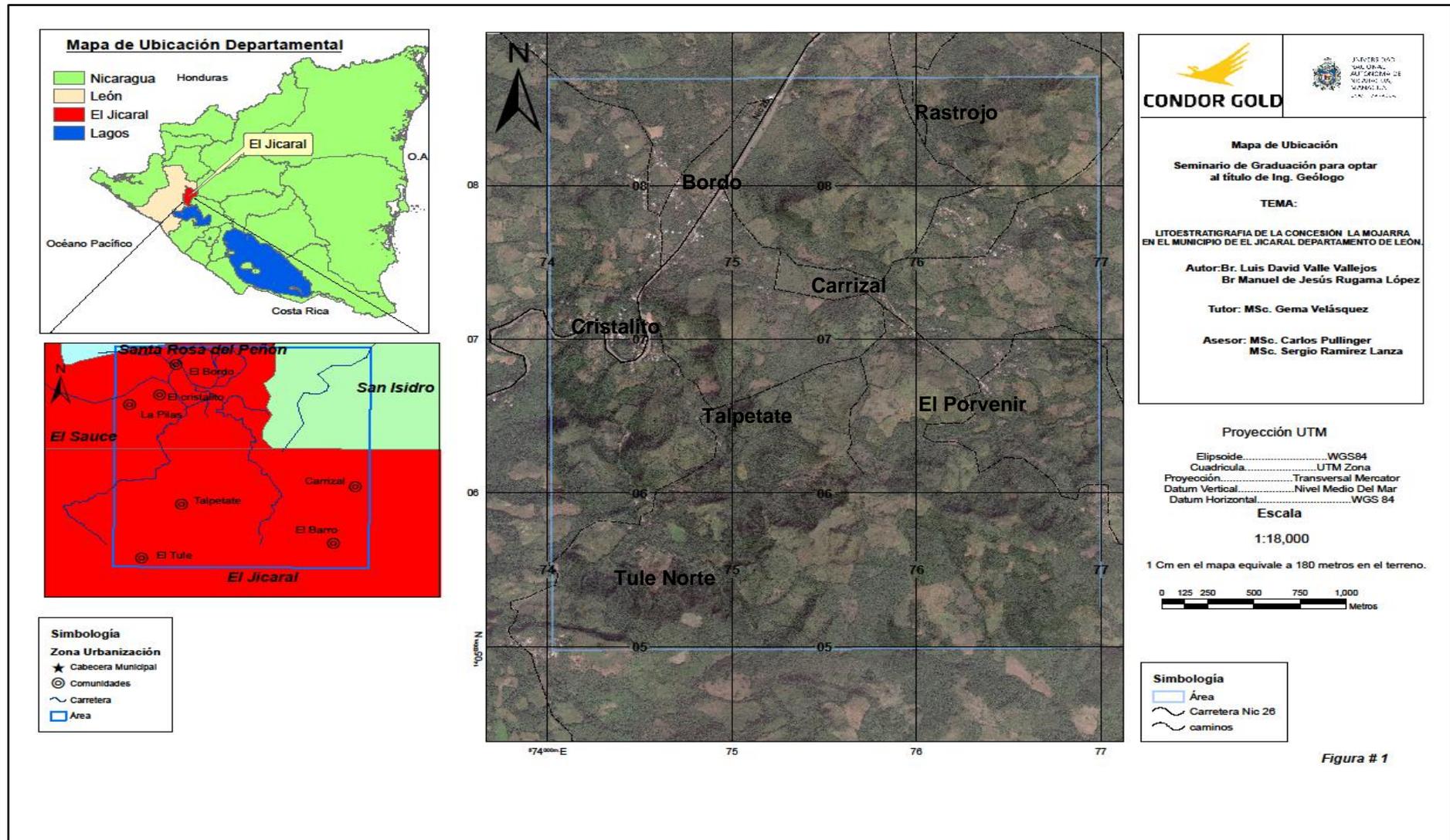


Figura 1. Mapa de ubicación de la concesión la Mojarra.

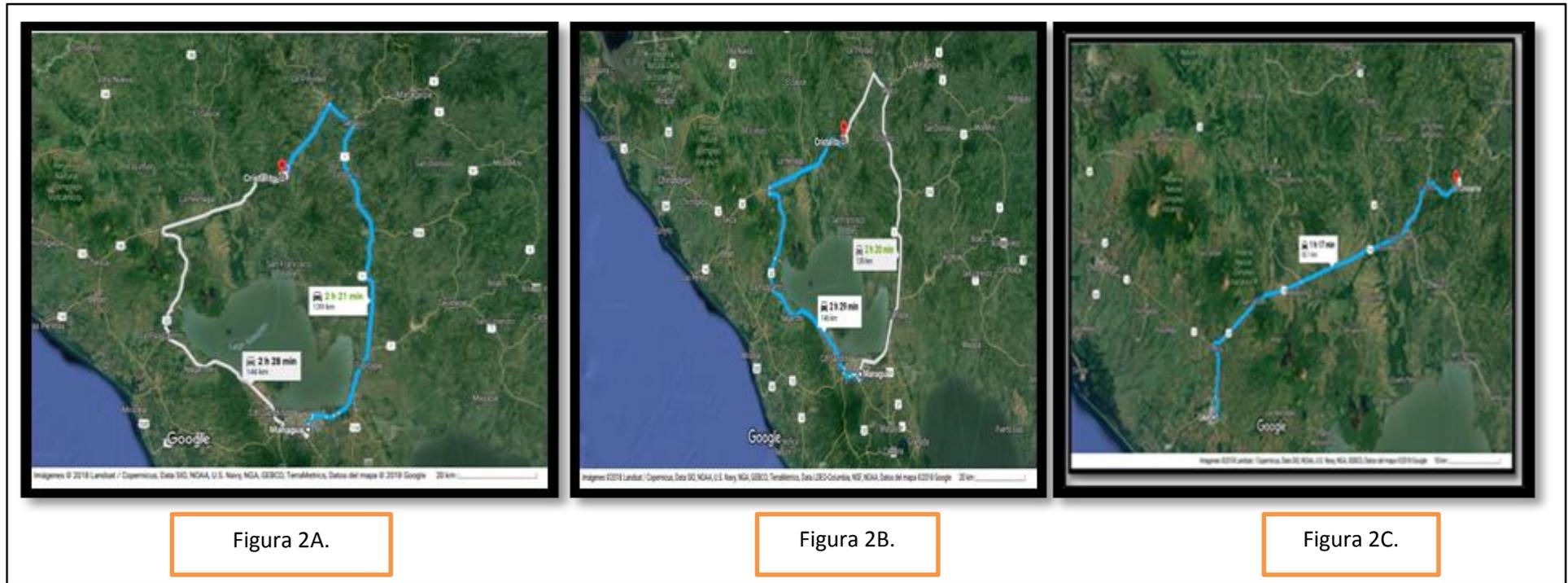
## **1.6. Vías de acceso.**

El municipio de El Jicaral, se localiza al norte del departamento de León, en la región de Occidente del territorio nacional a 146 Km. de la ciudad de Managua, capital de Nicaragua (Figura 2). La concesión de La Mojarrá se encuentra en cercanía a las comunidades: Mina La India, El Bordo, Nance Dulce, Carrizal, Rastrojos, El Cristalito, Talpetate, Tule Norte y Las Pilas. Todas ellas perteneciente al municipio de El Jicaral (Figura 2A).

El acceso al área desde la ciudad Managua se puede realizar por dos rutas: usando la carretera Panamericana norte, o vía la carretera Nueva a León NIC-22. Por la carretera Panamericana se recorre 146 km desde Managua a la concesión; tomando la carretera panamericana norte (CA-1) hasta llegar al empalme de San Isidro, luego se dirige hacia la carretera NIC-26 que va hacia a León hasta llegar a la comunidad El Cristalito de ahí se toma un camino rural que va a dar a la concesión La Mojarrá.

La segunda opción de acceso al área se realiza recorriendo 136 km desde Managua a la concesión; (Figura 2), tomando la carretera Nueva a León NIC-22, siguiendo hasta llegar la NIC-22 hasta la NIC-26 en Malpaisillo, luego gira a NE hacia la carretera NIC-26 hasta llegar a la comunidad El Cristalito de ahí se toma un camino rural que va a dar a la concesión La Mojarrá (Figura 2B).

Una tercera ruta puede ser accediendo al área desde la ciudad de León, (Figura 2), se realiza recorriendo 82.1 km hasta llegar a la concesión; tomando la 5ta calle SE hasta la Nic-12, luego tomar la carretera NIC-26 hasta llegar a la comunidad El Cristalito de ahí se toma un camino rural que va a dar a la concesión La Mojarrá (Figura 2C).



**Figura 2. Mapas de las diferentes vías de acceso a la área de estudio concesión La Mojarrá.**

**Figura 2A. Vía de acceso de Managua a la concesión La Mojarrá por carretera panamericana norte (CA-1).**

**Figura 2B. Vía de acceso de Managua a la concesión La Mojarrá por carretera a León (NI-22).**

**Figura 2C. Vía de acceso desde León hasta la concesión La Mojarrá por la carretera NIC-26.**

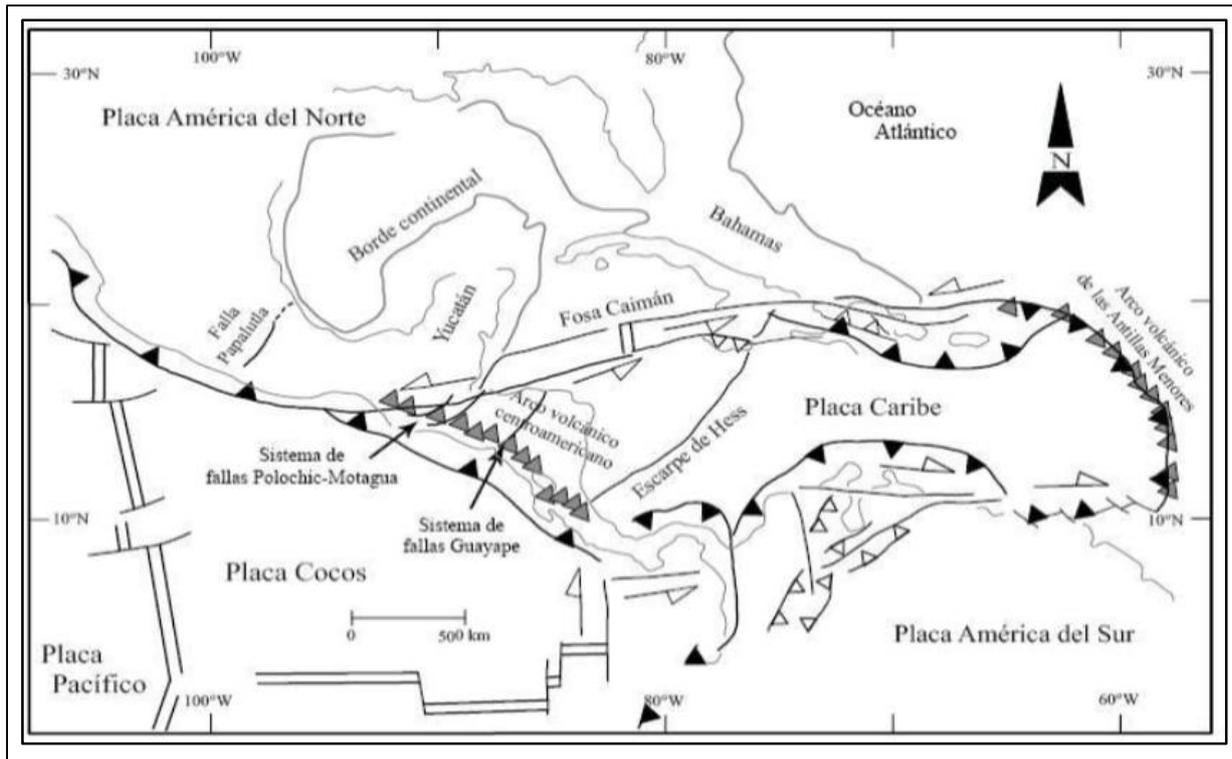
## II.MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

### 2.1 Tectónica de América Central y Nicaragua

Centroamérica está localizada en la zona Oeste de la placa del Caribe e involucrada en los movimientos de las placas de Norteamérica, Suramérica, Placa de Cocos y la Placa de Nazca. Limitada en sus costas por importantes unidades tectónicas, como la Fosa Mesoamericana; la cual se encuentra a 100 Km del continente en el Océano Pacífico. Es paralela a la Depresión Nicaragüense. Tiene una profundidad de 6 Km en su terminal en Guatemala; Atraviesa toda Centroamérica, desapareciendo al Sur del Istmo Centroamericano (Hodgson G., 2002) (Figura.3).

En el Istmo centroamericano la placa del Caribe está dividida en dos elementos estructurales; el Bloque Chortis que conforma América Central del Norte y el Bloque Chorotega de América Central Sur. Nicaragua está limitada en sus costas por importantes unidades tectónicas en el Pacífico por la plataforma continental, la Fosa Mesoamericana, la placa de Coco, y la placa Nazca mientras que la Costa Atlántica está limitada por la Placa del Caribe y el Banco de Nicaragua, (Hodgson G., 2002)

Para una mayor comprensión de la Tectónica de Nicaragua, nos podemos basar en el trabajo de (Venable, 1994) que señala un tercer fragmento descrito con el nombre de Terreno Siuna, localizado entre el Bloque Chortis y Chorotega, que posiblemente representa el Arco de Las Antillas Mayores, incrustando al margen Sur del bloque Chortis durante el enfriamiento del Cretáceo Superior.



**Figura 3. Mapa Tectónico de América Central y de placas relacionadas. Las flechas indican la dirección de la subducción de la placa Cocos bajo la placa Caribe. (Frischbutter, 2002).**

## 2.2 Geología Estructural de Nicaragua

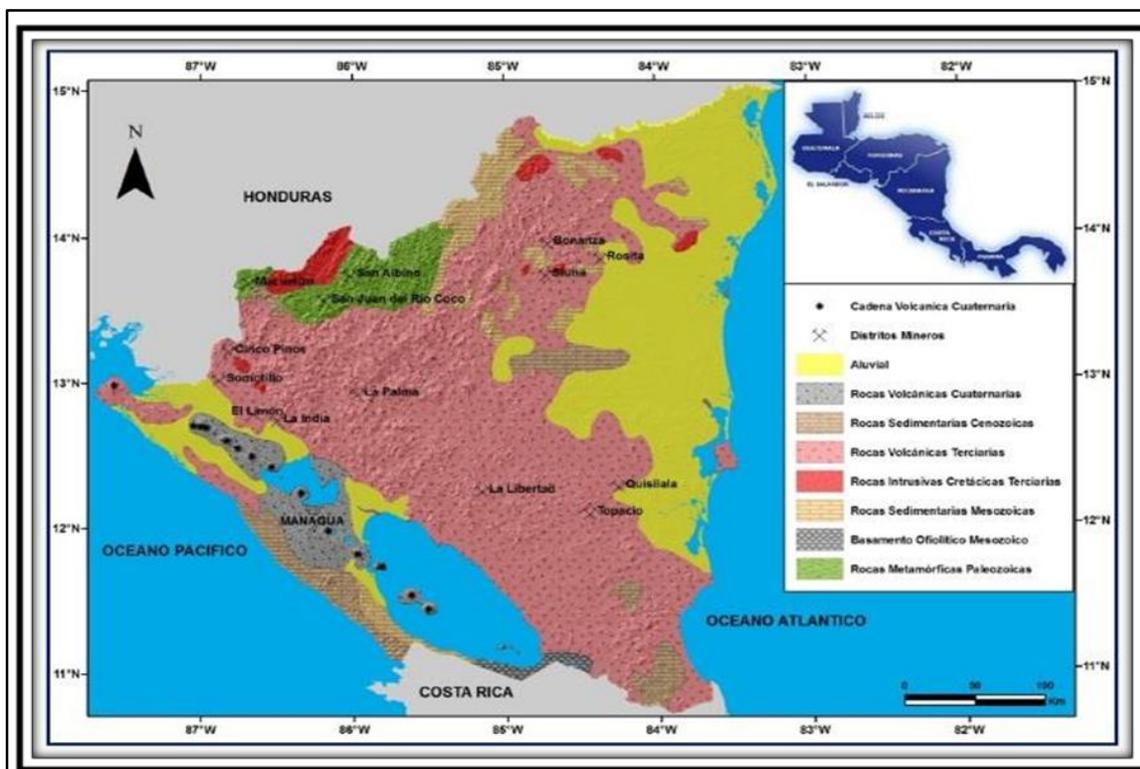
El territorio nicaragüense, en su totalidad se encuentra altamente fallado, fracturado o plegado, de acuerdo con investigaciones realizadas, asignándoles edades del Terciario-Cuaternario. Existen sistemas de fallas principales y secundarias, cubriendo principalmente las provincias del Norte y Central (Lilljequist 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.

Estructuras de sistemas de fallas menores con rumbos diferentes (NNW, SSE y E-W) señalan la presencia de estructuras lineales en el N del país y E del lago de Managua, con rumbo diferente a los tres sistemas principales ya mencionados. Cabe mencionar que fallas NW-SE coinciden con el rumbo de la cordillera Amerrisque (Hunting, 1971).

Tomando en cuenta lo antes mencionado las fallas son prominentemente normales o de gravedad. Estas fallas son consideradas de haberse formado como resultado de regímenes tensionales durante el pleistoceno. Las estructuras circulares (cráteres y calderas) están distribuidas en toda el área de Nicaragua con una tendencia de agruparse a lo largo de los arcos volcánicos dirigidos hacia el Oeste (Lilljequist y Hodgson, 1983).

### 2.3 Geología Regional de Nicaragua

La distribución de la geología de Nicaragua inició en la Era Paleozoica, en conjunto con dicho repartimiento se dió el proceso evolutivo de nuestro territorio; dando origen a diferentes edades del Mesozoico Inferior al Cenozoico. Afectado por eventos muy característico como: erupciones volcánicas, formaciones de fallas, actividad sísmica, entre otros, no siendo igual en toda la zona del país. Dichos eventos marcaron la formación de potentes capas de rocas volcánicas, metamórficas y sedimentarias con secuencias estratigráficas de diferentes épocas y edades. A continuación se describirán de una manera generalizada cada uno de estos depósitos tomando en cuenta su edad, de la más antigua a la más joven. (Figura 4.).



**Figura 4. Mapa de provincias Geológicas de Nicaragua. (Modificado del mapa geológico Preliminar Esc: 1, 000,000, 1973. Tomado de Rodríguez, 1994).**

## A. Mesozoico

### a) Cretácico Inferior

En el Cretácico Inferior se distinguen depósitos metamórficos, conocidos como Esquistos Verdes con diferentes grados de metamorfismo. Entre estas rocas tenemos filitas, esquistos sericíticos y micacitas filíticas (Del Guidice, 1960). En la región de Siuna, se encuentran rocas sedimentarias de este período como: arenisca, lutita y caliza (Mills, R.A. & Hugh, K.E., 1974).

Estos depósitos de rocas afloran en el norte del país en la región del departamento de Nueva Segovia, parte del departamento de Jinotega y la frontera con Honduras, también, en la región de Siuna, (RAAS, Atlántico Sur).

Los depósitos metamórficos presentan una edad del Cenozoico, en su Período Cretácico Inferior de  $\pm 125$  Ma (Del Guidice, 1960; Dengo, 1983 y Garayar, 1971).

### b) Cretácico Superior Al Cenozoico (Paleógeno Eoceno)

En el período Cretácico Superior al período Paleógeno Eoceno se depositaron grandes espesores de rocas sedimentarias de origen pelágico y turbidíticos. La secuencia estratigráfica fue interrumpida varias veces con la deposición de materiales volcánicos e intrusiones ígneas. Así mismo, hubo levantamiento, hundimiento, invasión y retirada del mar. (Zoppis Bracci, L & Del Giudice, D., 1958).

Estos depósitos se encuentran en la franja costera del Pacífico, desde Corinto hasta la frontera Sur con Costa Rica, al Oeste desde la Plataforma Continental del Pacífico, al Este hasta la Cordillera de Mateare (Zoppis Bracci, L & Del Giudice, D., 1958).

En estos depósitos, se han identificado 5 formaciones y 1 grupo: Formación Rivas, Formación Brito, Formación Masachapa, Formación El Fraile,

Formación El Salto y Grupo Tamarindo, cuyas edades varían de  $\pm 72.1$  a  $\pm 26$  Ma, (Zoppis Bracci, L & Del Giudice, D., 1958; Paz Rivera, 1964).

## B. Cenozoico

### a) Paleógeno Oligoceno Al Neógeno Plioceno:

Los depósitos de rocas del Cenozoico se formaron producto de intensas actividades volcánicas, dejando gran volumen y predominio de rocas volcánicas. Estos depósitos afloran al Oeste con la Depresión Nicaragüense, al Sur con el río Indio y al Este, con las áreas bajas de la Costa Atlántica. *McBirney & Williams (1965)*, clasificaron este depósito en dos grandes grupos: Grupo Matagalpa y Grupo Coyol.

**Grupo Matagalpa:** formado en la parte basal por sedimentos volcánicos, brechas laháricas, lavas basálticas y en menor cantidad, rocas andesíticas; la parte media está constituida por tobas e ignimbritas riolíticas, y la parte superior por lavas intermedias andesíticas a lavas félsicas, dacíticas y rocas piroclásticas. Se ha calculado que los depósitos rocosos de este grupo tienen una edad comprendida entre Oligoceno-Mioceno ( $\pm 23.03$  a  $7.25$  Ma).

**Grupo Coyol,** formado por pequeñas capas de lavas máficas e ignimbritas andesíticas a dacíticas. La edad de este grupo se ha estimado entre Mioceno-Plioceno ( $\pm 7.25$  a  $2.6$  Ma).

*Ehrenborg (1996)*, propone una nueva estratigrafía para el Grupo Coyol y Matagalpa, en base a las facies distales de la fuente de emisión volcánica. Bajo este criterio los depósitos del Grupo Coyol se clasificaron de la siguiente manera: Domo Riolítico, Escudo Estratiforme, Unidad Volcánica de Escudo- Estratiforme y Escudo Ignimbrítico.

Así mismo, *Ehrenborg (1996)*, también describe una litología heterogénea de basaltos a basaltos andesíticos. Las rocas más comunes presentes en este

grupo son: basalto, andesita, dacita, toba, ignimbrita, flujos piroclásticos dacíticos a riolíticos, brechas y aglomerados. A su vez, estos materiales son intruidos por domos riolíticos.

El área de estudio se encuentra dentro de los depósitos del Grupo Coyol, con una clasificación de facie distal correspondiente a Unidad Volcánica de Escudo Estratiforme.

#### b) Cuaternario

Los depósitos de rocas Cuaternarias se encuentran paralelas a la faja costera del Pacífico de Nicaragua. Están contenidos principalmente dentro de la Depresión Nicaragüense, la que a la vez contiene la Cadena Volcánica Cuaternaria Nicaragüense y los lagos de Nicaragua (Paz Rivera, 1964; McBirney, A & Williams, H., 1965).

La litología que caracteriza esta unidad son depósitos aluvionales intercalados con material piroclástico proveniente de la Cadena Volcánica Cuaternaria. Los depósitos piroclásticos se han agrupado en dos grupos: Grupo Las Sierras y Grupo Managua, cada uno con sus subdivisiones (Kuang, 1971).

Dando origen a la Depresión de Nicaragua, la cual está compuesta principalmente por rocas volcánicas de edad cuaternaria. Compreendida dentro de la Fosa Tectónica Nicaragüense, con aproximadamente 70 Km de ancho y 300 Km de longitud, con dirección NW-SE. Atravesando el territorio Nicaragüense en el sector occidental, paralelo a la Costa del Pacífico y a la Fosa Mesoamericana, (Hodgson, 1998).

La formación de la Depresión ocurrió durante el Pleistoceno (Weyl, 1980), sin embargo otros autores como (McBirney, & Williams, 1965) comenzó a hundirse durante el Mioceno Tardío.

### III.METODOLOGÍA UTILIZADA

La metodología para llevar a cabo esta investigación consistió en 4 etapas principales que se describen a continuación:

- Trabajo de gabinete.
- Trabajo de campo.
- Procesamiento de datos en software.
- Informe final

#### 3.1 Trabajo de gabinete

En esta etapa se recopiló y analizó toda la información posible del área y se prepararon las condiciones para proceder a la etapa de campo, siendo las siguientes:

##### a) Recopilación de la Información:

En esta etapa se consultaron: tesis, informes, libros, mapa topográfico, imágenes satelitales de tipo ASTER-DEM, con el propósito de localizar estructuras geológicas en el sitio y mapa geológico del área de Santa Rosa del Peñón. También se usó el modelo de elevación digital ASTER-GDEM (ASTER “Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer” y GDEM “Global Digital Elevation Model”) correspondiente al área de estudio. Las curvas de nivel para poder obtener una escala 1:18000 fueron facilitadas por la empresa Condor Gold, el cual utiliza un software llamado MapInfo profesional versión 8.5.

##### b) Alcances de la investigación:

- ✓ Dar una delimitación de la litoestratigrafía del área.
- ✓ Identificar los patrones geológicos estructurales los cuales afectan la zona de estudio.
- ✓ Elaborar un mapeo geológico a escala 1:15,000.

##### c) Enfoque

La geología es una ciencia muy amplia en la que se engloban diferentes disciplinas dentro de ellas mismas tales como: geología estructural, sedimentología, vulcanología entre otras, estas, juntas son capaces de resolver y dar soluciones a los diferentes problemas que se presentan. Nuestro estudio lleva como finalidad realizar un reconocimiento y descripción de las diferentes unidades litoestratigráficas.

La investigación es de dos tipos: enfoque cuantitativo y cualitativo.

Enfoque cuantitativo, se aplicó a las mediciones de espesores de estratigrafía en las estructuras geológicas (diaclasas, fracturas, fallas), datos adquiridos de rumbo y buzamientos mediante la brújula y puntos de GPS.

En el enfoque cualitativo, se describió las unidades estratigráficas observadas notando los tipos de rocas y su textura, lo cual se logró con la exploración de campo y análisis de las secciones delgadas.

#### d) Tipo de estudio

El presente trabajo se basa en dos tipos de estudios principales, exploratorio y descriptivo.

Estudio exploratorio: Nos permite aproximarnos a un tema poco estudiado con el fin de aumentar el grado de información posible para poder llevar a cabo una investigación más completa, en este caso el área de estudio perteneciente a la hoja topográfica 2954-III Santa Rosa del Peñón.

Estudio descriptivo: Describe situaciones y eventos es decir como es y se manifiesta determinado fenómeno. El propósito es especificar, evaluar, analizar y medir diversos aspectos, en nuestra área de estudios estos son los aspectos más relevantes que tratar puesto que se describen cada una de las unidades litológica e identificar las estructuras geológicas que se observan en la zona.

#### e) Población y muestra

Población: pertenece a la hoja topográfica de Santa Rosa del Peñón, abarcando la parte NE- SE del área de estudio La Mojarrá.

Muestra: Son todas las rocas extraídas de la exploración de campo. Las cuales se clasificaron macroscópicamente y posteriormente descritas microscópicamente.

### 3.2 Trabajo de campo

La primera fase de campo se desarrolló el levantamiento geológico entre los meses de marzo a abril de 2018, donde se obtuvo información del área de la concesión, recorriendo caminos, senderos, quebradas y filos de cerros del sitio de estudio; obteniendo datos geológicos mediante puntos geológicos obtenidos mediante el GPS.(Anexos C, Puntos de GPS).

A la vez se efectuó reconocimiento de contactos litológicos, por medio de lo cual se caracterizaron las rocas existentes en la zona, haciendo una descripción generalizada a nivel macroscópico, definiendo su textura, dureza, color, tamaño de granos y minerales esenciales, se tomaron datos de rumbo y buzamiento. Se realizó tomas de muestras de afloramientos y fotografías de cortes expuestos. Igualmente se midieron datos estructurales de fallas y fracturas encontradas durante la exploración.

Una segunda etapa que surge entre el mes de abril a junio con el fin de expandir el área y aumentar los contactos litológicos y estructuras que aportaran a la investigación (Figura 5).

Los materiales utilizados para el levamiento de campo fueron:

- ✓ Hoja topográfica
- ✓ Imágenes satelitales
- ✓ Lupa 10X
- ✓ G.P.S.
- ✓ Brújula
- ✓ Piqueta de geólogo
- ✓ Lápiz, libreta de campo,
- ✓ marcadores, cinta adhesiva.
- ✓ Escalímetro.
- ✓ Ácido clorhídrico.



**Figura 5. Herramientas utilizadas en campo.**

a) Análisis e Interpretación de los datos de Campo

Una vez recolectados los datos de la exploración de campo, se realizó el procesamiento de estos, para su análisis y elaboración del informe final. La fase de análisis e interpretación se dividió en las siguientes etapas:

b) Análisis Geológicos

- Descripción macroscópica de las tomas de muestras.

Se realizó un análisis visual o macroscópico de las muestras obtenidas en campo, para así determinar sus características más representativas como son: textura, algunos minerales representativos, color, tipo de alteración y oxidación.

- Elaboración de Secciones Delgadas.

Posteriormente se enviaron al laboratorio, donde se elaboraron tres secciones delgadas, de las muestras recolectadas para su análisis petrográfico, y así poder obtener una mejor clasificación de las rocas descritas en campo, con el fin de determinar el tipo de roca que caracteriza la zona y aportar información para la realización del mapa geológico del área de estudio y de esta manera realizar una columna litoestratigráfica de zona investigada (Anexos A. Análisis Petrográficos).

### 3.3 Procesamientos de datos en software

En esta tercera etapa se trabajó con los resultados obtenidos que posteriormente fueron modelados con ayuda de software computacionales (ArcGIS 10.3, AutoCAD 2017, GeoRose 0.5.1), para la elaboración de mapas, columnas estratigráficas y rosas de fracturas.

#### ArcGIS 10.3

Es un sistema de información geográfica GIS. Un GIS es la combinación de planos vectoriales como AutoCAD y tablas de Excel, el programa de GIS viene preparado para esta combinación la que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica, de acuerdo a lo anterior fue de gran apoyo en la realización del mapa geológico, (Figura 6).

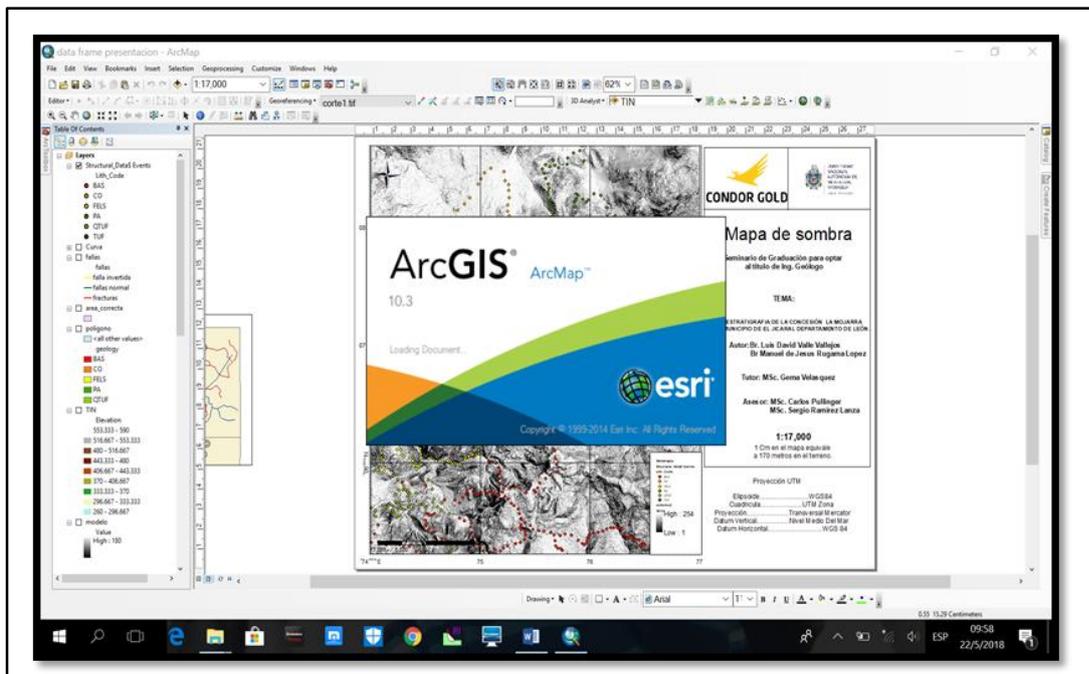


Figura 6. Vista del trabajo de mapeo en el programa ArcGIS 10.3.

Usando el ASTER-GDEM se realizó la elaboración del mapa topográfico, mapa de elevación, mapa de relieve de sombras, mapa estructural y mapa geológico; los cuales se elaboraron con el software ArcGIS.

**Mapa Geológico**, este mapa se desarrolló a una escala 1: 15,000 donde se utilizaron curvas de nivel de cada 10 metros y transformándola a una imagen Raster. Este mapa se forma a partir de todos los análisis y resultados recopilados

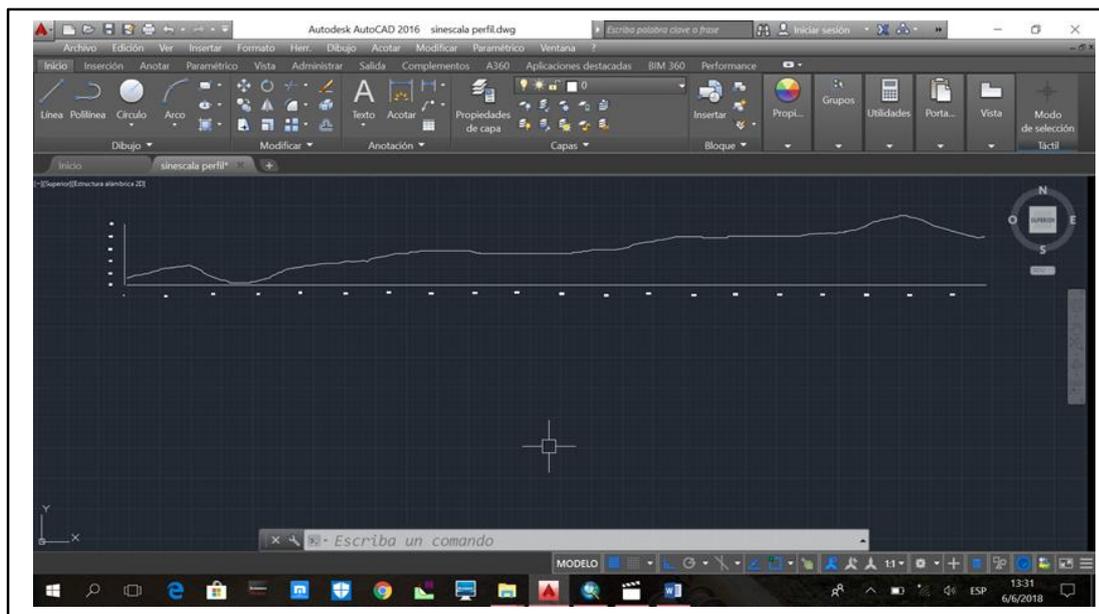
que se mencionó en la etapa de gabinete y campo, la escala del mapa Geológico 1:15,000. (Anexo D, Figura 1.).

**Mapa de puntos**, este mapa se desarrolló a una escala 1: 14,000, en el cual se plasmaron los puntos de mapeo geológico en campo, permitiendo una mejor organización en las rutas que se trazaron en el área planteada en el trabajo de investigación. (Anexo D, Figura 2.).

**Mapa Topográfico**, se realizó con el fin de reconocer el área, el cual brinda una visión de la zona estudiada, la cual muestra de forma más detallada las características topográficas del terreno, la escala del mapa topográfico 1:15,000. (Anexo D, Figura 3.).

**Mapa de relieve de Sombras**, en él se observaron las formas de relieve y se delimitaron formas características de fallas y otras estructuras, la escala del mapa Sombras 1:15,000. (Anexo D, Figura 4.).

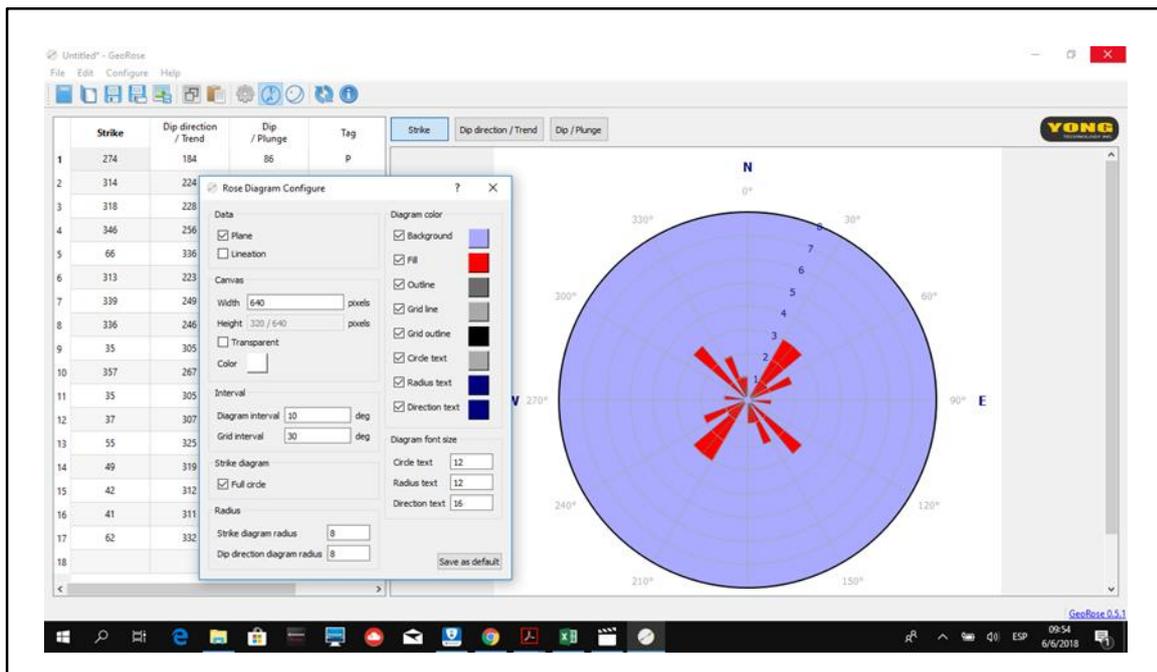
**AutoCAD 2016**, es un programa de dibujo técnico desarrollado por Autodesk para el uso de ingenieros, técnicos y otros profesionales de carreras de diseño. Se puede realizar todo tipo de diseños técnicos, muy útil para ingenieros, arquitectos, etc., pudiendo crear diseños de todo tipo en 2d y 3d, planos, objetos, cortes de objetos, etc. Este programa se utilizó para el diseño del perfil geológico y columnas estratigráficas, (Figura 7).



**Figura 7. Realización del perfil geológico con el programa AutoCAD 2016.**

### GeoRose 0.5.1.

GeoRose es un diagrama de rosas y un programa de trazado de stereonet, que puede trazar el diagrama de geología estructural, el diagrama de roseta, el área igual y el diagrama estereotipado de ángulos iguales. En el que se plasmaron todos los datos estructurales obtenidos en la etapa de campo con el fin de tener los diagramas de fracturas y dar interpretaciones de los esfuerzos que predominan en el área investigada, (Figura 8).



**Figura 8. Realización de rosa de fracturas con el programa GeoRose.**

### 3.4 Informe Final

Finalmente, los datos obtenidos fueron debidamente modelados con ayuda de programas Computacionales (GeoRose, MapSource, ArcGIS 10.2, AutoCAD 2017). Para elaborar el mapa geológico del área a escala 1:15,000, la empresa Condor Gold facilitó las curvas de nivel para poder realizar dicho modelo haciendo uso de un software llamado MapInfo profesional versión 8.5, de igual manera en el documento se presenta un perfil, y una columna estratigráfica, a partir de la información analizada y procesada, se redactó el informe final, lo cual contribuirá a la geología de Nicaragua.

## IV. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### 4.1 Geología Local

En este capítulo se presentan los datos adquiridos de la exploración geológica que se realizó en el área de La Mojarrá, donde se muestran resultados de los levantamientos litológicos y de las estructuras geológicas que se encontraron en el campo. Con datos de la descripción litológica y de los diferentes rasgos litológicos obtenidos en el terreno, fue posible definir la litoestratigrafía de la zona y consecutivamente se presenta un mapa geológico a detalle en base a los resultados obtenidos en campo. (Mapa geológico, Anexos D, Figura 1.).

El desarrollo geológico del área de estudio ha sido el resultado del movimiento de las placas tectónicas y de la actividad volcánica, formando o creando estructuras volcánicas durante el Terciario; a través de estas estructuras fue posible la expulsión de material volcánico que ha ido modelando el relieve del sitio, pertenecientes al Grupo Coyol Inferior (Hodgson G., 2002)

De acuerdo con la exploración de campo en el área; la litología presenta una secuencia casi horizontal, que expone una morfología en forma de mesa. En la investigación se encontraron 5 unidades diferentes las que presentan variabilidades texturales y composicionales. Esto es debido a diferentes eventos geológicos que se han depositado en el área. Teniendo presentes eventos volcánicos y sedimentarios.

A continuación, se presentan las unidades litoestratigráficas descritas de la más antigua a la más reciente (Mapa geológico, Anexos D, Figura 1).

4.1.1 Unidad de Flujos Riolíticos (Tmcir).

4.1.2 Unidad de Coladas Basálticas (Tpcscb).

4.1.3 Unidad de Flujos de Lavas Andesíticas (Tmcila).

4.1.4 Unidad de Tobas Pumíticas (Tmcitp).

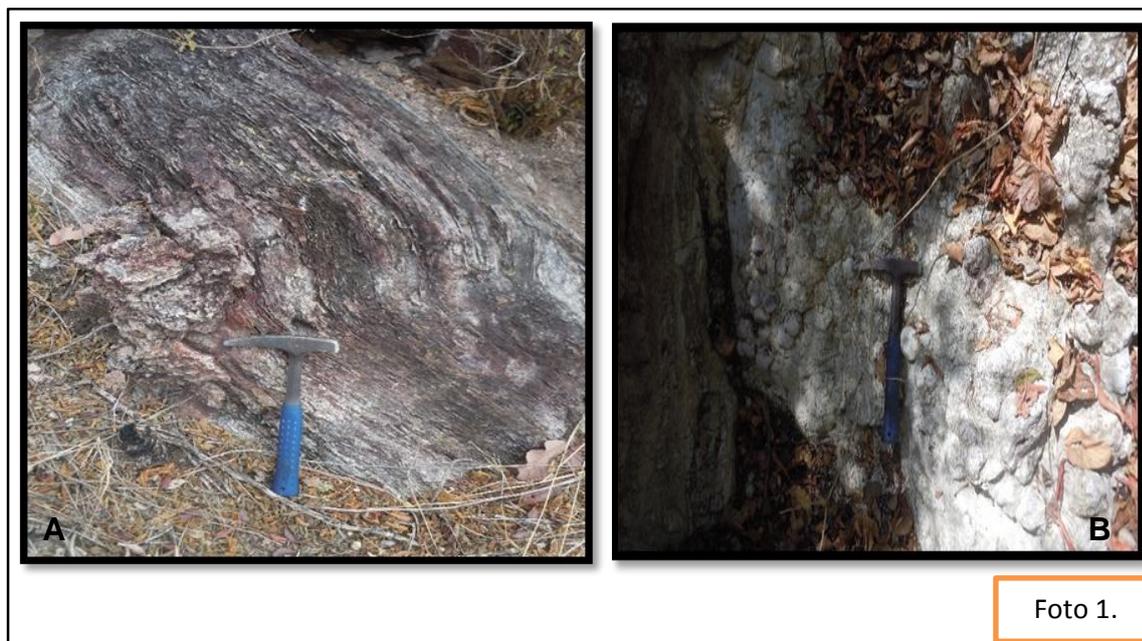
4.1.5 Unidad de Suelos Coluviales (Qal).

#### 4.1.1 Unidad de Flujos de composición Riolíticos (Tmcir).

Esta unidad se encuentra al SW de la comunidad El Talpetate y al NE de la comunidad el Barro en los cerros más bajos de la zona con alturas menores a 100 msnm, sobreyaciendo discordantemente a la roca basáltica inferior, la unidad es de 85 metros de espesor debido a su alta viscosidad, pero de poca extensión de 2 km<sup>2</sup> aproximadamente, presentándose igualmente deformada e indicando el arrastre o desplazamiento líquido de una parte sobre la otra durante su formación, (Foto 1).

Estos fluidos de lava, están principalmente determinados por su viscosidad, conteniendo alto contenido de volátiles tales como es el caso de las rocas riolíticas, por lo cual son altamente viscosas y normalmente se mueven lentamente.

Macroscópicamente es de color marrón, contiene fenocristales de cuarzo, plagioclasas y feldespatos potásico, varía en su textura porfídica a afanítica esta se presenta en forma de flujos debido a su alta viscosidad en ella se logra observar esferulitas de desvitrificación rellenas de sílice en su interior. Se observa en los cerros en forma de cúpulas.



**Foto 1. A) Roca de composición riolítica muy frágil afectada por la compresión, B) Esferulitas desvitrificación rellenas de sílice con coordenadas (E576899 / N1406039).**

#### 4.1.2 Unidad de Coladas de lavas de composición basálticas (Tpcscb).

La unidad de rocas de composición basálticas se observan muy extendida dentro del área de estudio y está concentrada en la parte NE aproximadamente 3.5 km<sup>2</sup> con espesor promedio de 190 M, constituida por flujos lávicos de composición basáltica, El basalto tiene una baja viscosidad y fácilmente puede fluir, la baja viscosidad típicamente permite que los gases volcánicos escapen del líquido sin generar explosiones. Sobreyacida por unidad de andesitas, (Mapa Geológico, Anexo D, Figura 1.).

Morfológicamente está representada por grupos de cerros alargados (380-470 m) que están asociados a una serie de estructuras volcánicas como calderas afectadas por la erosión, formando lomeríos extensos como se observa en las áreas de las comarcas El Bordo, y El Carrizal. Esta unidad aflora en forma de bloques masivos tabulares poco alterados, productos del diaclasamiento por enfriamiento rápido de las coladas basálticas formando lo que se conoce como basaltos columnares, son muy representativos en lugares como Los Limones, El Porvenir, El Cristalito, (Foto 2).



**Foto 2. A) Unidad de coladas de composición basálticas con presencia de diaclasas B) Roca fracturada, Sitio El Carrizal. Coordenadas (E575734 / N1405266).**



**Foto 3. A) Colada de composición basáltica, B) muestra macroscópica con textura afanítica. Lugar El Cristalito. Coordenadas (E576997 / N1404298).**

Macroscópicamente las rocas basálticas tienen textura afanítica en ocasiones porfiritica, con presencia de fenocristales de plagioclasas (Plag), piroxenos (Px), olivino (Ol), y muy ferromagnesiana además presentan tonalidades que varían de gris a rojizo cuando están alterados (Foto N°3 y N°4). Los basaltos antiguos completamente meteorizados dan como producto suelos arcillosos rojizos aparentemente muy oxidados.

La muestra microscópicamente presenta fenocristales de plagioclasas, como mineral mayoritario con un 70%, con una marcada alteración secundaria en muchos de sus cristales. También se observan fenocristales de piroxenos (Px) 15%, el tipo es clinopiroxeno con distintos hábitos así como la presencia de Olivino (Ol) 10% de igual forma inclusiones. Por último los cristales de hornblenda (Hbl) con 5%, se observan muy alterados aunque se distinguen por su relieve, y por sus colores verdosos. La matriz está compuesta por plagioclasa (plag) y clinopiroxeno, con textura vítrea, (Foto 4.).

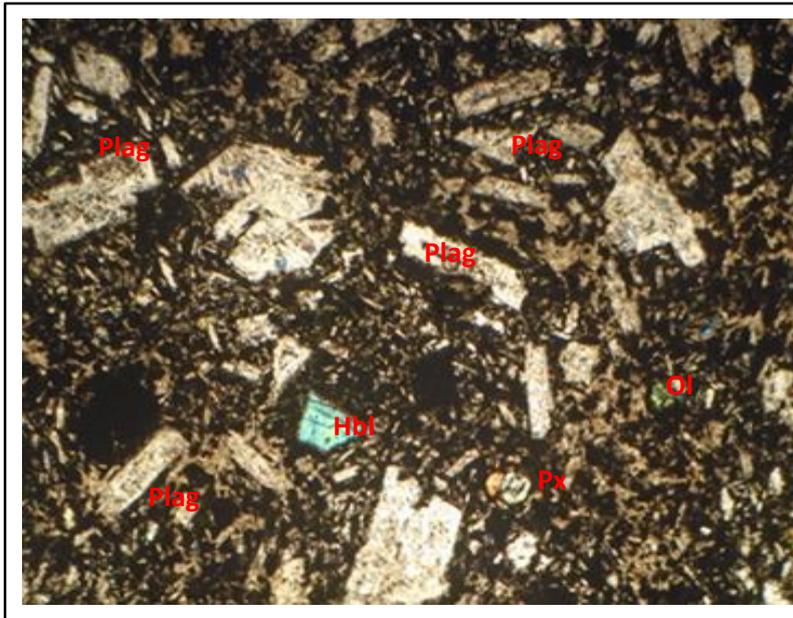


Foto 4. Basalto vista en microscopio en nicoles cruzado cristales de plagioclasas (Plag), olivino (Ol), clinopiroxenos (Px) y hornblenda (Hbl) en una matriz hipocristalina, aumento 4x.

Esta unidad se logra observar en la parte de las comunidades del Bordo, El Carrizal y El Porvenir roca basáltica, la cual se encuentra muy vesicular rellena de sílice, en ocasiones calcita, (Foto 5).



Foto 5. A) Afloramiento de roca de composición basáltica, B) muestra macroscópicamente rellena de sílice con textura afanítica. Lugar El Bordo. Coordenadas (E576867 / N1404339).

#### 4.1.3 Unidad de colada de lava de composición andesíticas (Tmcila)

Estos flujos de lava, están principalmente determinados por su **viscosidad** (es la resistencia a la deformación y es determinada por la composición, la temperatura, el estrés y la presión), el fluido de la lava se puede comportar de bajo a medio.

Una de las mejores exposiciones de las lavas de composición andesíticas se presenta al NW de la comunidad El Cristalito. Esta unidad posee un espesor de 150 metros, la roca posee una textura porfírica, generalmente esta alterada, verdosa, brechada y rojiza. En ciertos lugares la roca se halla con oxidaciones, brechamiento y vesículas rellenas de cuarzo y calcita (Foto No.6).



Foto 6.

**Foto 6. Afloramiento de colada de composición andesítica porfídica con coordenadas (E573243 / N1406821).**

Otra exposición de esta unidad se encuentra al NE de la comunidad Los Rastrojos en las coordenadas (575865 / 1408174), la andesita origina una costra de limonita, muy amarillenta. La brecha es de fragmentación basáltica-andesítica, soldada. Andesita rojiza amarillenta. Las andesitas son basálticas olivinico alteradas. Donde se encuentra el contacto de esta capa con basalto en la parte inferior y en la superior se encuentra la andesita (Foto No.7).



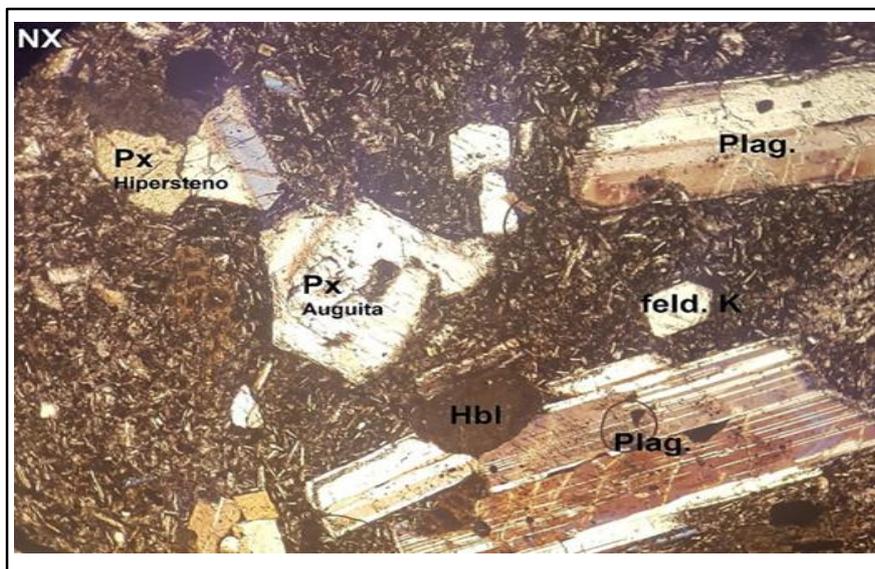
**Foto 7. A) Afloramiento de coladas de lava de composición andesítica porfirítica, B) muestra macroscópica con textura porfirítica con coordenadas UTM (E575865 / N1408174).**

Macroscopicamente las rocas andesíticas tienen textura porfirítica, de grano medio a grueso con presencia de fenocristales de plagioclasas, en ocasiones piroxenos, generalmente esta mineralizada con veta de cuarzo, la cual a su vez contiene otros minerales como: calcita y algo de zeolita, clorita y en ocasiones piritizado (Foto No.8).



**Foto 8. Rocas de composición andesítica con textura porfirítica. Coordenadas (E575865 / N1408174).**

La muestra se encuentra constituida microscópicamente por granos inequigranulares, compuesta por Plagioclasas con sus maclas polisintéticas y presenta zonaciones, esta constituye el 33.6 % de la muestra, también se observan, feldespatos alcalinos con un 10 %, piróxenos (Hipersteno, Auguita) con un porcentaje del 4.4 %, anfíboles comúnmente Hornblenda con un 6 %, y minerales opacos en un 5 %. Todos estos formando una estructura glomeroporfídica con formas anhedrales y euhedrales; en una matriz hipocristalina compuesto de microlitos de plagioclasas, microcristales de piróxenos, minerales máficos y vidrio, ocupando un 40 % de la muestra, ( Foto 9).



**Foto 9. Muestra de roca de composición andesita vista en microscopio en nicoles cruzado cristales de plagioclasas (Plag), piróxenos (Px) y hornblenda (Hbl) en una matriz hipocristalina, aumento 4x.**

Según Huppert et al., (1982) y Macdonald, (1972), la autobrecha se origina por la fragmentación no explosiva de lava que fluye. Partes de flujos de lava más fríos, más viscoso, o sujeto a tasas de deformación localmente más altas que el resto responden al estrés de una manera quebradiza. El proceso comúnmente afecta a las superficies exteriores (parte superior, base, lados) de los flujos de lava y genera una capa de bloques rígidos. Los bloques pueden fusionarse o permanecer sueltos y fácilmente desalojados por el movimiento continuo de la corriente. El resultado final es un flujo de lava que comprende un interior coherente encerrado por un caparazón y piso de autobrecha como se muestra en la (Figura 9 y foto 10).

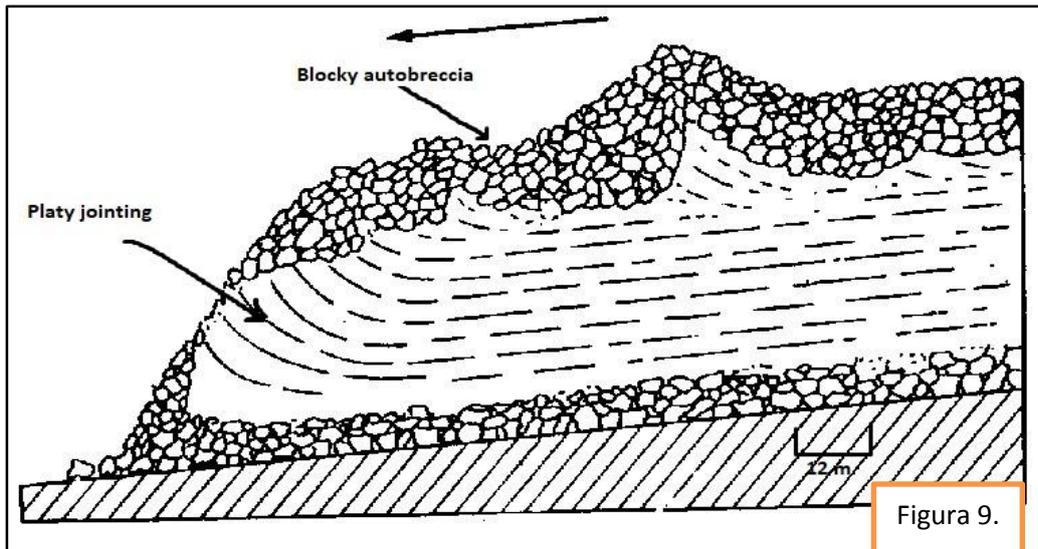


Figura 9.

Figura 9. Lava masiva en el interior está envuelta por bloques autobrecha La flecha indican la dirección del flujo. Modificado de Huppert et al., (1982) y Macdonald (1972).

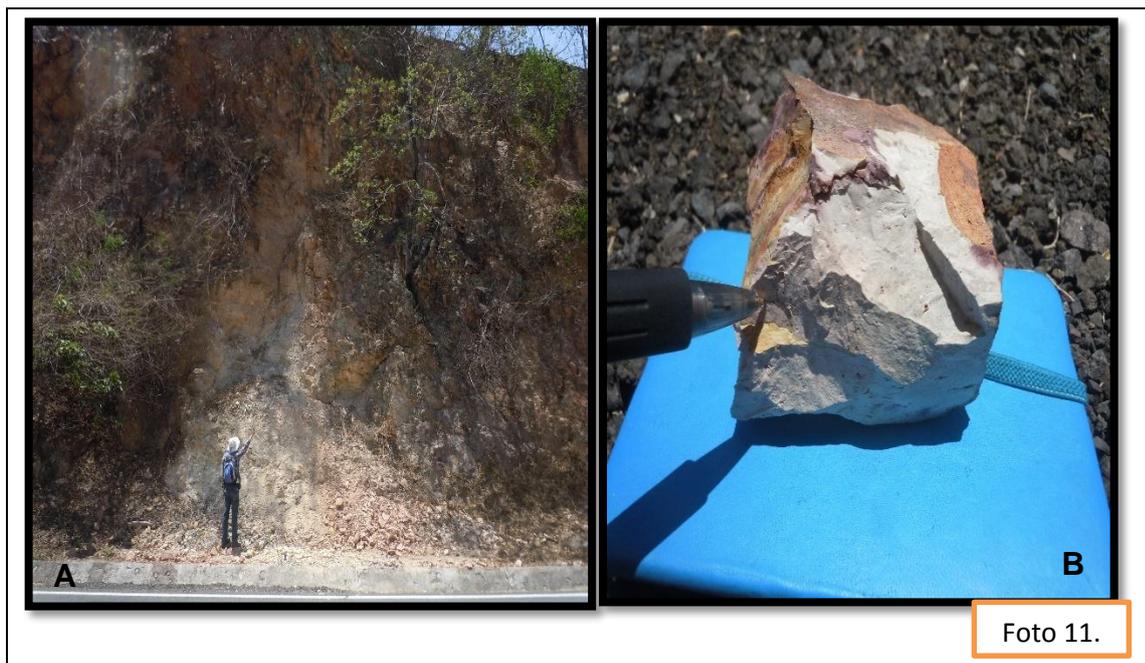


Foto 10.

Foto 10. Autobrechamiento en rocas andesitas. Coordenadas (E573830 / N1406942).

#### 4.1.4 Unidad de Tobas Pumíticas (Tmctip).

Al NW de la comarca el Bordo y sus alrededores se observa afloramiento de cuarzo calcedónico aproximadamente de 85 metros de espesor el cual es compacto y muy fino. Esta pequeña capa se define como toba riolítica o calcedonia (**QTUF**), lo cual es posible por la silificación de la pómez. Cabe mencionar que se encuentra expuesto también al SW de la quebrada de Las Pilas, (Foto 11.).



**Foto 11. A). Afloramiento de cuarzo calcedónico en la comunidad Las Pilas, B) muestra macroscópicamente con coordenadas (E572803 / N1406230).**

Cabe mencionar que al NE de las comunidades Talpetate y Tule Norte se observan dos grandes paquetes de roca pumítica aproximadamente de 50 m cada uno, se puede hacer mención que este tipo de roca es de origen volcánico de depósitos de caídas (piroclastos), en cuya composición intervienen mayoritariamente la sílice, este tipo de roca es de alta porosidad, ligera.

La roca pumítica que se encuentra en el área de estudio es muy porosa, la cual está constituida de vidrio en forma de espuma y se forma durante un enfriamiento muy rápido de un magma ascendiente de alta viscosidad. Esto es muy característico de las vulcanitas, (es un mineral telururo de la clase de los minerales sulfuros), claras y ácidas, como por ejemplo de la riolita, y por ello son de color blanco grisáceo hasta amarillento, raramente de color café o gris, en los alrededores

de estos sectores se pueden apreciar rodados de vidrio volcánico y madera silicificada tamaño de 2 m de espesor, (Foto 12.).



**Foto 12. Afloramiento de pómez color blanco en la comunidad Tule Norte y sus alrededores. Coordenadas (E572902 / N1406392).**

En el contacto se aprecia un ingreso de lava andesítica, la cual produce una intrusión volcánica producto del magmatismo, la pómez por su composición acida se silicifica produciendo así el cuarzo calcedónico de poca profundidad y de baja temperatura (obsérvese la que pueden ser emplazados como intrusiones volcánicas (Mc Phee et al., 1993).

El cuarzo calcedónico es originado producto al hidrotermalismo de baja temperatura aproximadamente ( $120^{\circ}\text{C}$ ) y se forma muy cerca de la superficie, es uno de los minerales más abundantes de la corteza terrestre. Macroscópicamente el cuarzo calcedónico es de color rojizo, textura crustiforme o bandeado, presenta ojitos de cuarzo, esto debido a que la pómez se transforma productos a los fluidos ácidos y se silicifica originando dicho mineral (Foto 13.).



Foto 13.

**Foto 13. Muestra de toba pumítica donde se logra observar fragmentos de cuarzo calcedónico (Qzt) con coordenadas (E574365 / N1407919).**

#### **4.1.5 Unidad de Suelos Coluviales (Qal).**

Esta es la unidad más reciente del área de investigación lo cual se forma a partir de fragmentos de rocas angulosas, sub angulosas, y sub redondeadas. El tamaño de estos varía desde 20-40 centímetros en los riscos hasta puede alcanzar varios metros en las laderas y valles; los que se pueden clasificar en suelo orgánico color gris oscuro, gravas hasta bloques. Los fragmentos de estos depósitos son una agrupación de todos los materiales que son removidos por la acción de los procesos exógenos de meteorización, erosión y transporte, (Foto 14.).



14

**Foto 14. Suelo coluvial color café oscuro arcilloso con rodados de rocas de composición basáltica. Coordenadas UTM (E575037 / N1408460).**

## 4.2 Geología estructural.

El ambiente estructural actual de la concesión La Mojarras es a través de la interacción de las placas tectónicas, las cuales han provocado esfuerzos de compresión y extensión que sobrepasan la resistencia mecánica de las rocas, produciendo una deformación permanente y dando como resultado estructuras geológicas regionales y locales que se muestran en el área (Mapa Geológico, Anexo D, Figura 1.).

La subducción de la placa Cocos por debajo de la placa Caribe, provoca movimiento sísmico y actividad volcánica de Nicaragua y de la consecuente formación de las estructuras circulares y semicirculares (Lilljequist y Hodgson, 1983). Cabe mencionar que una caldera volcánica se origina a un profundo hundimiento de la superficie terrestre originado por diversos factores geográficos vinculados a las erupciones de los volcanes. Posee una estructura más o menos circular, con un fondo relativamente extenso y paredes verticales muy parecidas a los cráteres, pero de grandes dimensiones, (Petit, 1987).

El reconocimiento de las fallas normales en la Depresión de Nicaragua y el emplazamiento de las vetas de cuarzo está claramente ejemplificado en la región de Mina La India. Las vetas de cuarzo auríferas en este distrito minero están ubicadas a 22-30 Km al este del límite oriental de la Depresión de Nicaragua y a 70 Km al este de la ciudad de León en el noroeste de Nicaragua. Las vetas generalmente son paralelas a la fosa oceánica con dirección noroeste-sureste (Windenfalk, Elming, Rodríguez, 1981).

El tipo de deformación en que se encuentra el área de la concesión La Mojarras se, pudo determinar que es muy frágil, esto se debe al fracturamiento que presenta la roca, se logró observar en las visitas a campo; esto es originado a la gran pérdida de cohesión que es sometido el macizo rocoso, al proporcionarle esfuerzo, por lo cual aumenta la resistencia de la roca, continuamente esta se fractura. Esto dependerá de muchos factores tales como: su composición química, contenido del agua, temperatura, presión confinante de la roca como el tiempo, (Tolson, 1996)

Fracturas Secundarias asociadas a Fallas, se desarrollan una serie de fracturas secundarias cuya orientación y cinemática indican el sentido de desplazamiento de la falla principal. Estas fracturas pueden ser de cizalla R y P o extensionales T, en donde R apunta hacia el bloque que baja y la fractura P hacia el bloque que sube, (Tolson, 1996)

Las estructuras geológicas en el área se han definido a través del criterio de cizallamiento, indicadores cinemáticos y rosetas de fracturas. Estas mediciones nos permiten identificar el movimiento de los bloques estructurales en zonas de fallas; que fueron previamente visualizadas en un mapa de relieve de sombra y luego confirmada con la exploración geológica de campo encontrándose nuevas estructuras. (Anexos A, Mediciones de Fracturas.).

A partir de mediciones de fracturas que se tomaron en diferentes sitios del área corresponde la mayoría de esfuerzos en dirección NE-SW las que indican que poseen esfuerzos compresionales, estas estructuras paralelas a la dirección del arco volcánico y de la Depresión nicaragüense (Figura 10.) y un segundo esfuerzo dirigidos en dirección NW -SE que puede ser explicado como una rotación estructural en sentido a las manecillas del reloj, lo cual indican esfuerzos extensionales por flexión y aislamiento isostático de las rocas originado por la primera fase (Figura 11).

### **Indicadores Cinemáticos:**

Los Criterios fundamentales más utilizado para definir el sentido de los movimientos de los bloques que se desplazan en una zona de cizalla es la observación y determinación de la separación de marcadores estratigráficos lo que nos dan una idea de cómo se dio este movimiento, pero algunas rocas carecen de este criterio principalmente las rocas ígneas, es por ello que se debe acudir a las estructuras secundarias ocurridas durante el fallamiento conocidos como Indicadores Cinemáticos Las cuales están formados por:

- La presencia y geometría de juntas pre-existentes.
- Propiedades físicas de la roca como: porosidad, composición y propiedades mecánicas.
- Condiciones de esfuerzo y deformación (cantidad de deslizamiento, porcentaje de deformación).

Para establecer la cinemática que actúa en el área de la Concesión La Mojarra se establecieron los siguientes indicadores cinemáticos

### **Fracturamiento Paralelo**

El fracturamiento paralelo es un sistema de fracturas que rumban en la misma dirección y delimitan zonas específicas de cizallamiento (foto 15). Los sistemas paralelos se muestran en los diferentes patrones de fallamiento del área de estudio y se observan en ríos y quebradas afectando los diferentes tipos de unidades de roca del área de estudio, (Petit, 1987).



**Foto 15. Las líneas de color rojo indican el fracturamiento paralelo, quebrada La India con coordenadas (E573419 / N1406390).**

### Sistema de falla NE – SW

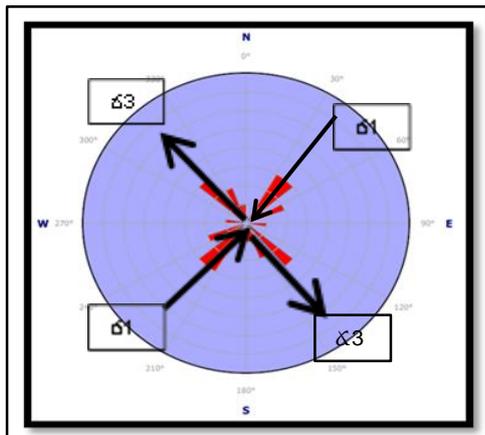


Figura 10. Diagramas de fracturas EM092, con dirección NE-SW.

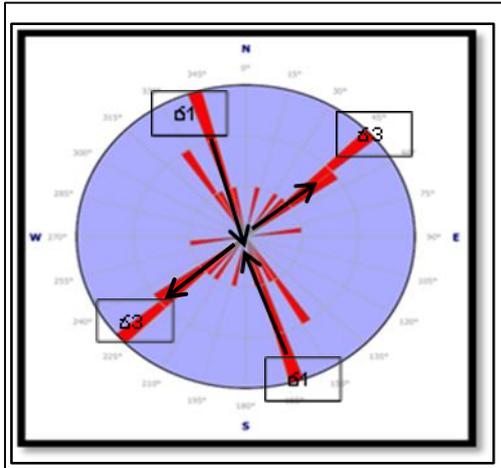
En esta primera fase de deformación que afecta al área de estudio. En esta etapa solo se pudo comprobar una falla en la etapa de campo, y las demás fallas son inferidas por la visualización e interpretación del Mapa de Relieve de sombras (Anexos D, figura 4.).

Esta falla se localiza al SW-NE de la carretera panamericana dentro de la concesión en las coordenadas UTM 575217 y N 1408469, en la cual se observa un movimiento transversal de la estructura posee un rumbo de S89W con movimiento lateral derecho, afectando el macizo rocoso (Foto 16).



Foto 16. Falla transversal La Carretera con movimiento lateral derecho, con coordenadas (E575217 / N 1408469).

### Sistema de falla NW-SE.

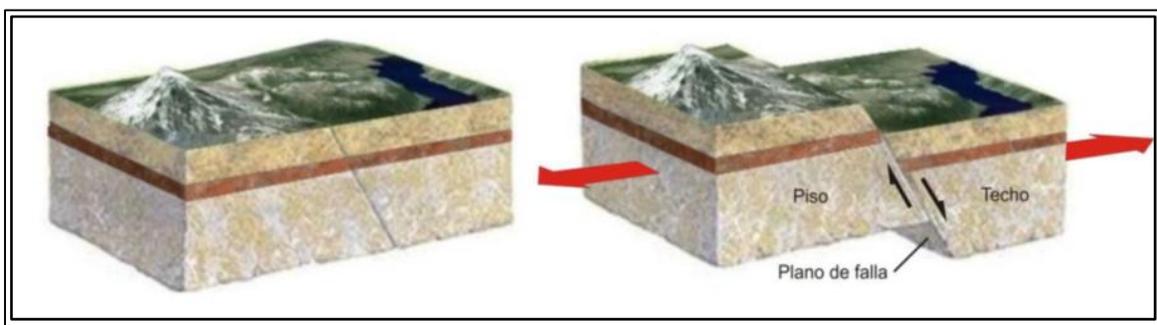


**Figura 11. Diagrama de fracturas EM1089, con dirección NW-SE.**

Esta es la segunda fase de fallamiento que se realizó en el área de estudio, se encuentran paralelas a la fosa Mesoamericana y a la Depresión de Nicaragua donde se comprobó 1 falla local con la exploración de campo y observaciones del Mapa de relieve de sombras se tomaron y visualizaron más estructuras con dicha orientación. (Anexos D, figura 4.).

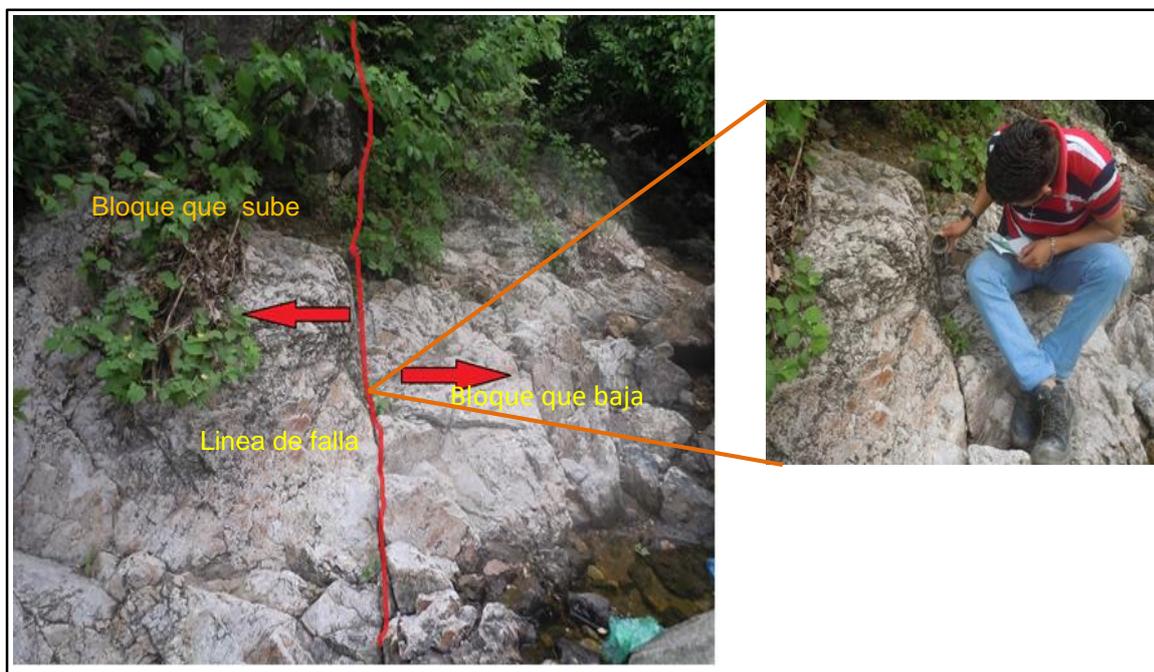
### Falla El Carrizal

Este tipo de falla se generó por tensión horizontal. Las fuerzas inducidas en la roca son perpendiculares al azimut de la falla (línea de ruptura superficial), y el movimiento es predominantemente vertical respecto al plano de falla, el cual típicamente tiene un ángulo de 60 grados respecto a la horizontal. El bloque que se encuentra por encima del plano de la falla se denomina techo, y se desliza hacia abajo; mientras que el bloque que se encuentra por debajo del plano de la falla se denomina piso, y asciende (Figura 12.).



**Figura 12. Esquema de una falla normal.**

La existencia de fracturas paralelas, espejos de falla, estructuras secundarias señalan que la falla El Carrizal es transtensional, lo que se entiende como falla normal con componente lateral izquierdo (Foto 17).



**Foto 17.** Falla El Carrizal, se observa el desplazamiento de los bloques, indicando un movimiento lateral izquierdo con coordenadas (E573419 / N1406390).

## V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados en nuestro trabajo de la investigación litoestratigráfica de la concesión La Mojarras la información obtenida a través de la etapa de campo, el análisis petrográfico y la interpretación geo-estructura se establece lo siguiente:

Se logró efectuar la cartografía geológica de la concesión La Mojarras en el municipio de El Jicaral a escala 1:15,000.

Se reconocieron cinco unidades litoestratigráficas correspondientes a la secuencia producida por eventos volcánicos determinando en base a lo que se encontró en campo. Posteriormente el análisis petrográfico realizado en las muestras recolectadas de campo, confirmando de esta manera las cinco unidades litológicas: las cuales son: unidad de riolita correspondiente a la parte basal, luego tenemos la unidad de basalto, la unidad de andesita, la unidad de pomez, y la unidad Suelos coluviales.

El entorno estructural en la que se encuentra el área está definido por dos sistemas de fallamientos.

El primero sistema de fallamiento es en dirección **NE-SW** esto puede ser explicado como esfuerzos extensión por flexión y aislamiento isostático de las rocas originado por la segunda fase. En el cual se logró comprobar una falla ubicada en cercanía El Bordo con desplazamiento transversal y por estructuras medidas con el diagrama de diaclasas donde se obtuvieron datos con dicha dirección estructural.

El segundo y principal sistema de fallamiento son las que se encuentran en dirección **NW-SE**; Este patrón estructural corresponde a la dirección del arco volcánico y de la Depresión Nicaragüense.

## RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar un estudio geo-estructural a detalle, que contenga todos los elementos principales para efectuar un modelo estructural completo.
- ❖ Hacer un estudio petrológico, para determinar el ambiente de formación.
- ❖ Efectuar dataciones radiométricas a rocas representativas de cada formación y así ubicar las formaciones en edades absolutas y no relativas.
- ❖ Ejecutar la búsqueda de sitios de mineralización con estudios de análisis geoquímicos.
- ❖ Se recomienda realizar pozos para tener control de la estratigrafía y poder realizar correlaciones que aporten a la investigación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ✓ Edud , Nazariiev, Tercero & Skorodelev. (1990). Informe sobre los resultados de los trabajos de prospección evaluativa en el yacimiento aurífero de la India.
- ✓ Ehrenborg, J. (1996). Nueva estratigrafía de las rocas volcánicas terciarias en la región central de Nicaragua.
- ✓ Hodgson, G. (1971). Definición del Grupo Matagalpa y Coyol.
- ✓ Hodgson, G. (2000). Definición del grupo Matagalpa y Coyol. Managua, Nicaragua.
- ✓ Hodgson, G. (2002). Geología histórica e geología estructural tectónica simplificada de Nicaragua y América Central.
- ✓ McBirney, & Williams. (1965). Volcanic History of Nicaragua.
- ✓ Tolson, G. (1996). Catálogo de indicadores cinemáticos en rocas.
- ✓ Viramonte, J. & Williams, R. L. (1971). Estudio preliminar sobre las ignimbritas andesíticas de Nicaragua.
- ✓ Windenfalk, Elming; Rodríguez;. (1981). Investigación Geocientífica en Nicaragua. Suecia.
  
- ✓ Branney, & Kokelaar. (2002). Pyroclastic density currents and the sedimentation of ignimbrites.
- ✓ Burbach, G., Frohlich, C., Pennington, W., & Matumoto, T. (1984). Seismicity and tectonics of the subducted Cocos plate, J. Geophys. Res.,
- ✓ Dengo & Case. (1990). The Geology of North America Vol H, The Caribbean Region. The Geology of North America. Geological Society of America, p. 405-432.

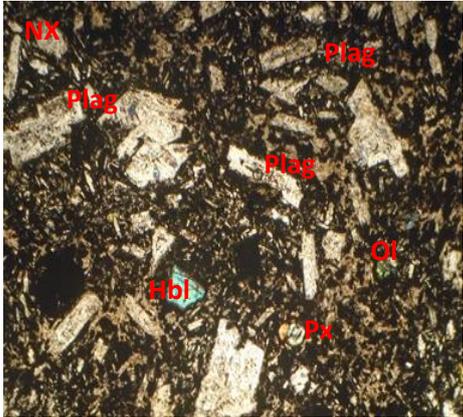
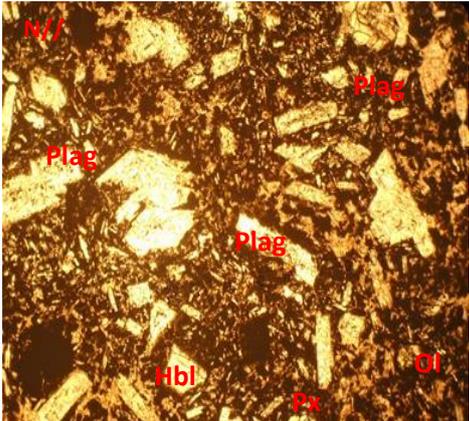
- ✓ Dengo, G. (1985). Mid-America: Tectonic setting for the pacific margin from México to north western Colombia in the ocean basins and margins, Vol. 7A: The Pacific Ocean.
  
- ✓ Elming, Windenfalk, & Rodriguez. (1981-1991). Investigaciones geocientifica en nicaragua. Suecia.
  
- ✓ Frischbutter, A. (2002). Structure of Managua Graben, Nicaragua From Remote Sensing Image, Geofisica Internacional V.4 N° 002 p. 87-102 . .
  
- ✓ Mc Phee, Doyle, & Allen. (1993). Volcanic Texture: A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks.
  
- ✓ Parsons Corporation. (1972). The Geology of Western Nicaragua.
- ✓ Sibson. (1996). Faulting and fluid flow. In Nesbitt, B,E,. ed Shot Course on fluids in tectonically active regimes of the continental crust,Mineralogical Association of canada p.93-132. canada. .

# ANEXOS

## Anexos A: Análisis petrográfico

Nomenclatura:

Hbl: Hornblenda. OI : Olivino Rx: Roca Plag.: Plagioclasas. Px: Piróxenos. Zeol: zeolita Fels.A: Feldespato alca

Lugar geográfico	Comunidad El Carrizal		Muestra # 1
	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	Vista con Nícoles cruzados
<b>Coordenadas</b>	1405058	575860	
<b>Texturas</b>	Afanítica, vitrea		
<b>Matriz de los principales minerales ígneos%</b>	50		
Matriz de los principales minerales ígneos	<b>Minerales</b>	<b>%</b>	
	plagioclasas	70	
	vidrio	30	
<b>Fenocristales principales minerales ígneos%</b>	50		
Fenocristales ígneos principales minerales	<b>Minerales</b>	<b>%</b>	
	plagioclasas	70	
	Olivino	10	
	piroxenos	15	
	Hornblenda	5	
<b>Minerales ígneos accesorios</b>	<b>Minerales</b>	<b>%</b>	
<b>Minerales secundarios</b>	<b>Minerales</b>	<b>%</b>	
<b>Tipo de roca</b>	Basalto		
			Vista con Nícoles paralelos

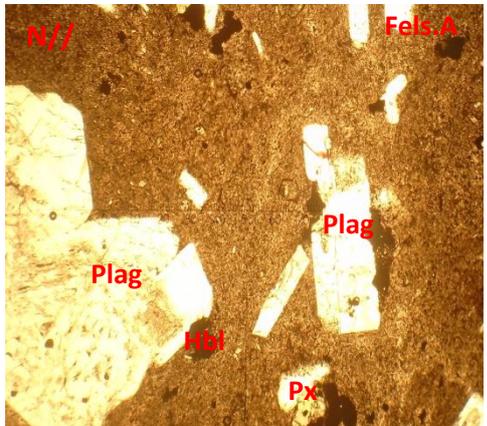
Vista en microscopio de la muestra con nicoles paralelo (N//) se observan fenocristales formando una textura afanítica en una matriz hipocristalina, aumento 4x. En nicoles cruzados (NX) se observan cristales de plagioclasas, piróxenos y hornblenda, en una matriz hipocristalina, aumento 4x.

### Descripción

En base a la descripción microscópica y de muestra de mano se comprobó que corresponde a una roca volcánica extrusiva tipo intermedio (Basalto).

La muestra microscópicamente se presenta fenocristales de plagioclasas, como mineral mayoritario con una marcada alteración secundaria en muchos de sus

crisales. También se observan fenocristales de clinopiroxeno con distintos hábitos así como la presencia de olivino. Por último los cristales de Hbl, se observan muy alterados aunque se distinguen por su relieve, y por sus colores verdosos. La matriz está compuesta por plagioclasas y clinopiroxeno, con texturas afanítica y vítrea.

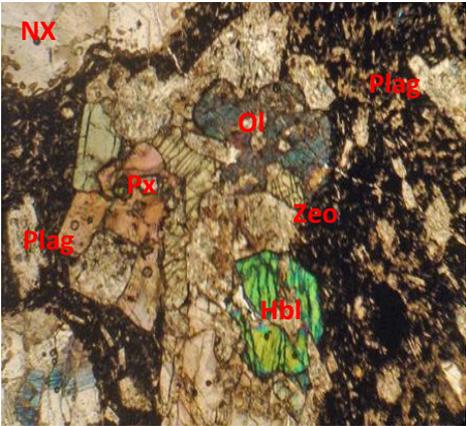
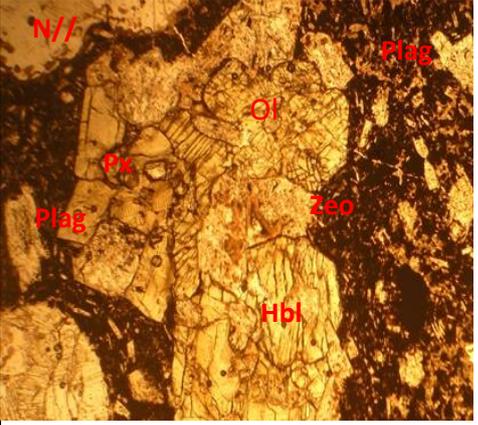
<b>Lugar geográfico</b>	Comunidad, El Cristalito		<b>Muestra # 2</b> Vista con Nícoles cruzados   
	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	
<b>Coordenadas</b>	1406983	573252	
<b>Texturas</b>	Porfídica, fluidal		
<b>Matriz de los principales minerales ígneos%</b>	50		
Matriz de los principales minerales ígneos	<b>Minerales</b>	<b>%</b>	
	plagioclasas	70	
	vidrio	30	
<b>Fenocristales principales minerales ígneos%</b>	50		
Fenocristales ígneos principales minerales	<b>Minerales</b>	<b>%</b>	
	plagioclasas	60	
	Feldespato alc	18	
	Hornblenda	12	
	piroxenos	10	
Minerales ígneos accesorios	<b>Minerales</b>	<b>%</b>	
Minerales secundarios	<b>Minerales</b>	<b>%</b>	
<b>Tipo de roca</b>	Andesita		

Vista en microscopio de la muestra con nicoles paralelo (N//) se observan fenocristales formando una textura glomero porfírica en una matriz hipocristalina, aumento 4x. En nicoles cruzados (NX) se observan cristales de plagioclasas, piróxenos y hornblenda en una matriz hipocristalina, aumento 4x.

### Descripción

De acuerdo a la descripción microscópica y de muestra de mano se comprobó que corresponde a una roca volcánica extrusiva tipo intermedio (Andesita).

La muestra se encuentra constituida por granos inequigranulares, compuesta por Plagioclasas con sus maclas polisintéticas y se observan zonaciones en algunas de estas, también posee piróxenos (Hipersteno, Auguita), anfíboles (Hornblenda), Feldespatos alcalinos y minerales opacos (magnetita, minerales metálicos); todo estos formando una estructura glomeroporfídica con formas anhedrales y euhedrales. La matriz que contiene la muestra es hipocristalina compuesto de microlitos de plagioclasas, microcristales de piróxenos, minerales metálicos y vidrio.

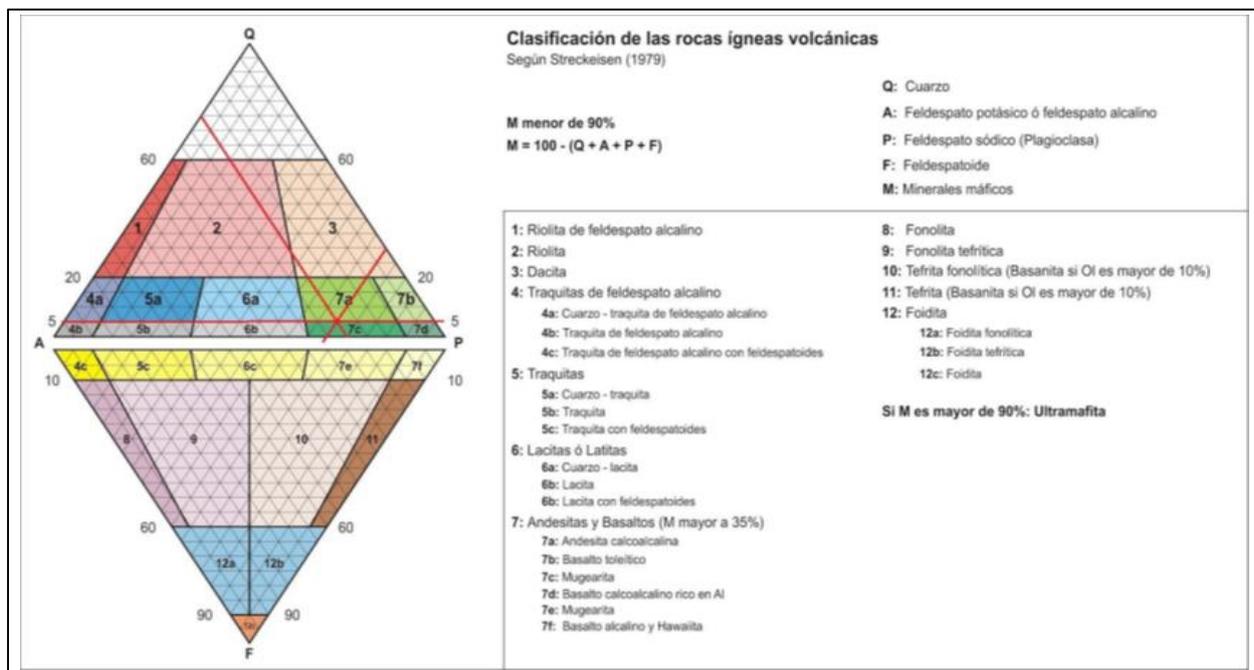
<b>Lugar geográfico</b>	Cerro El Bordo		<b>Muestra # 3</b> Vista con Nicoles cruzados
<b>Coordenadas</b>	<b>Norte</b> 1407844	<b>Este</b> 575260	
<b>Texturas</b>	Vesicular		
<b>Matriz de los principales minerales ígneos%</b>	50		
Matriz de los principales minerales ígneos	<b>Minerales</b>	%	
	plagioclasas	65	
vidrio	35		
<b>Fenocristales principales minerales ígneos%</b>	50		
Fenocristales ígneos principales minerales	<b>Minerales</b>	%	
	plagioclasas	40	
	zeolitas	30	
	piróxenos	13	
	olivino	12	
Minerales ígneos accesorios	Hornblenda	5	
	<b>Minerales</b>	%	
Minerales secundarios	<b>Minerales</b>	%	Vista con Nicoles paralelos
<b>Tipo de roca</b>	Basalto vesicular		

Vista en microscopio de la muestra con nicoles paralelo (N//) se observan fenocristales formando una textura vesicular vidriosa en una matriz hipocristalina, aumento 4x. En nicoles cruzado (NX) se observan cristales de plagioclasas, piróxenos y hornblenda, zeolitas, olivinos en una matriz hipocristalina, aumento 4x.

## Descripción

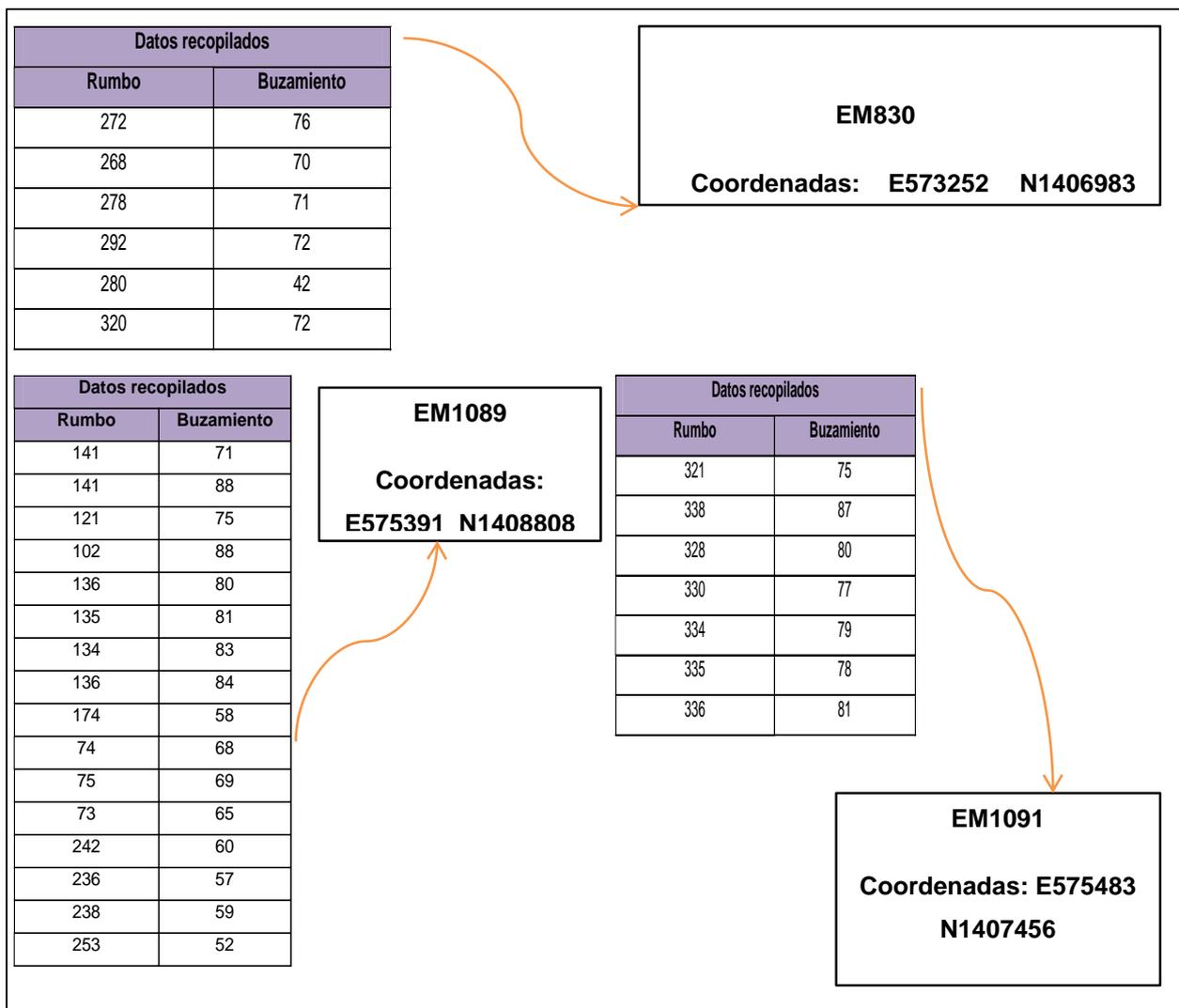
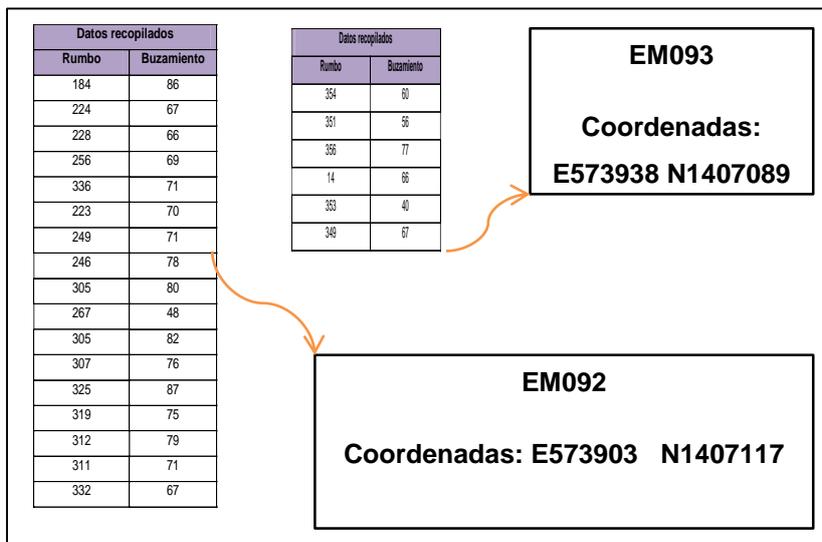
De acuerdo a la descripción microscópica y de muestra de mano se confirmó que corresponde a una roca volcánica extrusiva tipo intermedio (Basalto Vesicular).

La muestra microscópicamente se presenta fenocristales de plagioclasas, como mineral mayoritario con una marcada alteración secundaria en muchos de sus cristales. También se observan fenocristales de zeolitas, olivino, clinopiroxeno con distintos hábitos así como la presencia de cuarzo de igual forma inclusiones. Por último los cristales de Hbl, se observan muy alterados aunque se distinguen por su relieve, y por sus colores verdosos. La matriz está compuesta por plagioclasas y clinopiroxeno, con texturas vesicular.

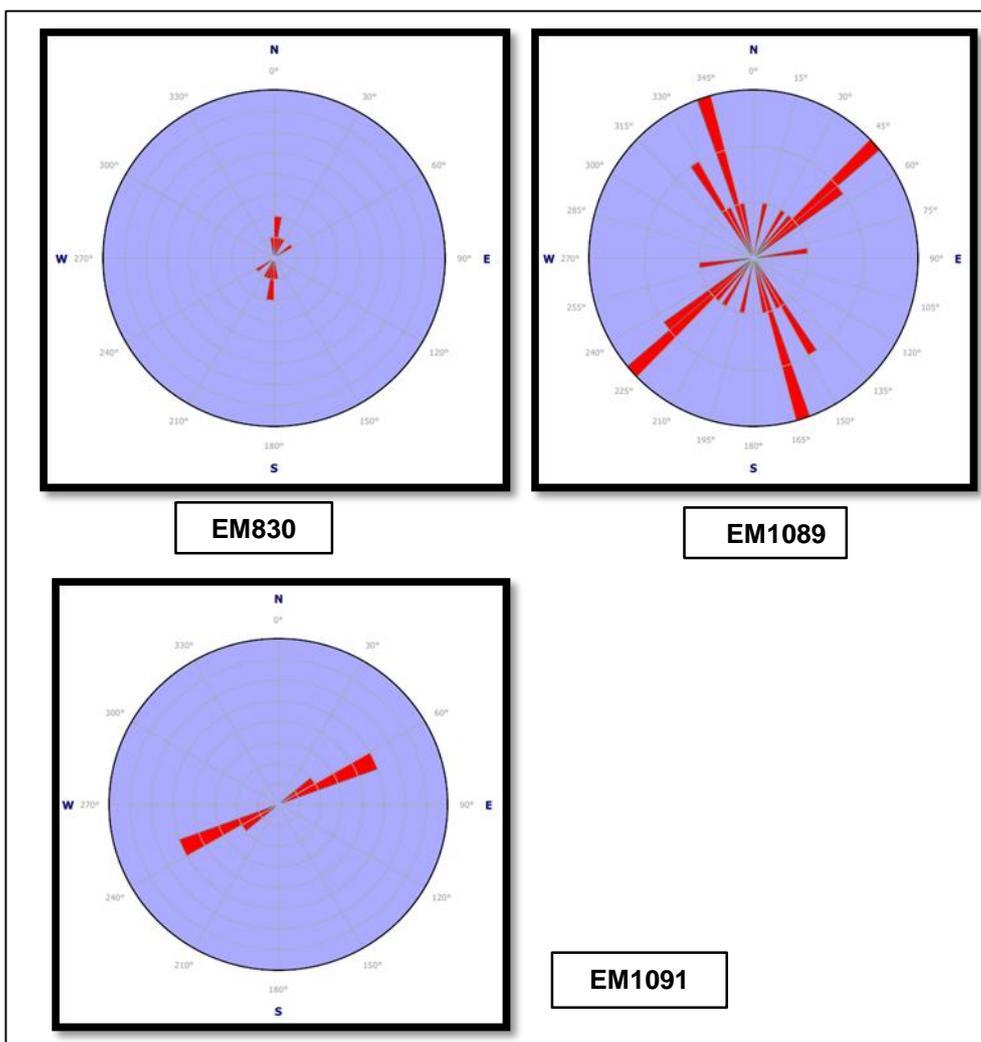
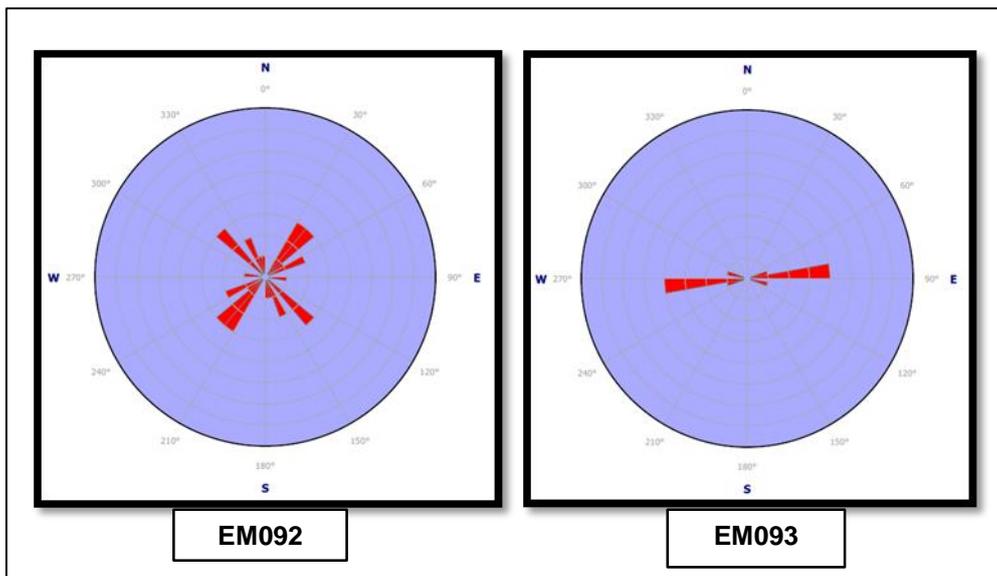


**Uso del diagrama de clasificación de las rocas volcánicas y plutónicas de Streckeisen.**

## Anexos B: Mediciones de Rosas de Fracturas



DIAGRAMAS DE ROSAS DE FRACTURAS



## Anexos C: puntos de Gps

Códigos litológicos:

**BAS:** Basalto

**QTUF:** Toba riolitica, calcedonia. **TUF:** Toba fina. **CO:** Coluvio

**VN:** Vetas

**PA:** Andesita Porfírica.

**FELS:** Lava félsica, autobrecha

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
1	575890	1407156	431				BAS
2	575993	1407010	427	100	19	Fractura	FELS
3	576352	1406719	409				FELS
4	576353	1406718	406				FELS
5	576354	1406716	406				FELS
6	576899	1406039	390				FELS
7	574637	1407477	425	235	81	Fractura	QTUF
8	574558	1407152	398				QTUF
9	574786	1406716	390				QTUF
10	574952	1406266	384				QTUF
11	574954	1406274	387	357	76	Fractura	QTUF
12	574522	1405851	324				QTUF
13	573789	1405083	515				QTUF
14	573305	1406497	232	300	69	Fractura	TUF
15	573303	1406486	233				TUF
16	573305	1406446	231				TUF
17	573348	1406416	237	25	40	Fractura	QTUF
18	573326	1406392	241	30	64	Fractura	QTUF
19	573326	1406393	236				QTUF
20	573314	1406377	234				TUF
21	573320	1406378	236				QTUF
22	573359	1406376	223				FELS
23	573384	1406372	221				FELS
24	573347	1406392	227				FELS
25	573368	1406410	240				FELS
26	573374	1406422	250				FELS
27	573399	1406433	250				FELS
28	573424	1406440	254				FELS
29	573434	1406443	260				FELS
30	573444	1406447	267	135	83	Fractura	FELS
31	573458	1406434	270				FELS
32	573489	1406435	270				FELS
33	573483	1406425	257				FELS
34	573521	1406447	254				FELS
35	573541	1406458	256				FELS
36	573586	1406475	257				FELS

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
37	573619	1406463	253				FELS
38	573641	1406491	253				FELS
39	573661	1406450	251				FELS
40	573695	1406423	243				FELS
41	573691	1406412	245				PA
42	573746	1406421	247				PA
43	573784	1406448	247				PA
44	573845	1406459	247				PA
45	573983	1406500	256				PA
46	573984	1406503	256				PA
47	573983	1406531	263				PA
48	573975	1406546	273				QTUF
49	574014	1406525	260				QTUF
50	574038	1406573	255				QTUF
51	574070	1406612	260				FELS
52	574063	1406619	261				FELS
53	574121	1406579	265				FELS
54	574204	1406514	266				FELS
55	574206	1406516	268				FELS
56	574253	1406500	286				FELS
57	574302	1406537	286				FELS
58	574308	1406551	286				FELS
59	574334	1406598	296				FELS
60	574353	1406632	306	95	55	Fractura	BAS
61	574371	1406724	329				BAS
62	574371	1406727	332				BAS
63	574406	1406771	349				BAS
64	574457	1406808	349				BAS
65	574390	1406880	371				QTUF
66	574379	1406880	370				QTUF
67	574371	1406889	371				QTUF
68	574364	1406896	371				QTUF
69	574353	1406904	368				QTUF
70	574347	1406914	366				QTUF
71	574336	1406926	367				QTUF
72	574330	1406937	366				QTUF
73	574323	1406955	363				QTUF
74	574322	1406969	364				QTUF
75	574324	1406990	360				QTUF
76	574324	1407044	360				QTUF
77	574324	1407068	361				PA
78	574317	1407096	357				PA

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
79	574321	1407097	360				PA
80	574156	1407070	341				PA
81	574110	1407018	329				PA
82	574095	1407015	331				PA
83	574082	1407013	330				PA
84	574071	1407012	331				PA
85	574048	1407024	334				PA
86	574029	1407046	332				PA
87	574021	1407074	330				PA
88	574022	1407126	326				PA
89	574005	1407146	325				PA
90	573988	1407171	324				PA
91	573928	1407165	314				PA
92	573903	1407117	311	305	82	Fractura	PA
93	573938	1407089	309	351	56	Fractura	PA
94	573989	1407134	313				PA
95	573873	1407152	316				PA
96	573856	1407167	319				PA
97	573838	1407144	317				PA
98	573827	1407103	311				PA
99	573791	1407069	307				PA
100	573761	1407061	302				PA
101	573726	1407048	302				PA
102	573710	1407016	300				PA
103	573707	1406974	294				PA
104	573772	1406939	284				FELS
105	573810	1406934	282				FELS
106	573893	1406878	276				FELS
107	573898	1406782	270	42	22	Fractura	TUF
108	573886	1406749	271	51	81	Fractura	TUF
109	573773	1406681	261	97	22	Fractura	TUF
110	573636	1406588	243				TUF
111	573600	1406578	237	46	22	Fractura	TUF
112	573558	1406566	228				TUF
113	573446	1406536	224				FELS
114	573385	1406518	216				TUF
115	573330	1406520	219				TUF
116	573419	1406390	247	18	82	Fractura	FELS
117	573435	1406394	248	341	75	Fractura	FELS
118	573485	1406404	254				FELS
119	573513	1406418	269				FELS
120	573567	1406436	273				TUF

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
121	573607	1406429	274				FELS
122	573632	1406456	262				FELS
123	573678	1406438	260				FELS
124	573768	1406443	248				FELS
125	573765	1406449	262				FELS
126	573874	1406461	255				FELS
127	573971	1406497	257				FELS
128	574063	1406620	257				BAS
129	574004	1406652	248				BAS
130	573982	1406653	254				BAS
131	573961	1406672	265				BAS
132	573951	1406671	273				BAS
133	573934	1406658	274				BAS
134	573912	1406648	277				BAS
135	573892	1406665	302				BAS
136	573903	1406699	294				BAS
137	573922	1406796	269				BAS
138	575098	1408501	423				CO
139	575037	1408460	423				CO
140	575005	1408410	405				CO
141	574983	1408365	417				CO
142	574902	1408249	405				CO
143	574854	1408195	391				CO
144	574794	1408145	375				CO
145	574725	1408056	372				CO
146	574659	1407968	398				CO
147	574611	1407950	410				CO
148	574572	1407957	423				CO
149	574517	1407994	426				CO
150	574480	1408022	430				CO
151	574412	1408057	427				CO
152	574391	1408031	429				CO
153	574418	1407994	441				CO
154	574417	1407967	450				QTUF
155	574416	1407946	454				QTUF
156	574399	1407940	466				QTUF
157	574386	1407938	477				QTUF
158	574365	1407919	487				QTUF
159	574372	1407883	494				QTUF
160	574342	1407873	488				QTUF
161	574321	1407887	480				QTUF

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
162	574290	1407882	482				QTUF
163	574279	1407860	489				QTUF
164	574267	1407842	498				QTUF
165	574263	1407815	495				QTUF
166	574251	1407803	496				QTUF
167	574263	1407779	491				QTUF
168	574275	1407757	479				QTUF
169	574246	1407731	476				QTUF
170	574251	1407708	465				QTUF
171	574270	1407674	461				QTUF
172	574269	1407622	443				QTUF
173	574284	1407597	437				QTUF
174	574287	1407579	431				BAS
175	574329	1407538	423				BAS
176	574309	1407527	426				PA
177	574287	1407493	423				PA
178	574269	1407469	415				PA
179	574291	1407463	401				PA
180	574318	1407460	396				PA
181	574322	1407427	391				PA
182	574328	1407406	385				PA
183	574328	1407366	378				PA
184	574273	1407347	352				PA
185	574228	1407349	353				PA
186	574222	1407326	357				PA
187	574218	1407305	360				PA
188	574222	1407281	372				PA
189	574251	1407234	370				PA
190	574242	1407204	372				PA
191	574215	1407148	364				PA
192	574154	1407110	356				PA
193	574122	1407071	356				PA
194	574965	1407983	423				CO
195	574998	1407876	413				CO
196	575033	1407803	406				CO
197	575056	1407745	392				CO
198	575128	1407639	397				CO
199	575195	1407581	401				CO
200	575262	1407527	407				CO
201	575248	1407421	423				CO
202	575246	1407314	418				CO
203	575228	1407188	440				BAS

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
204	575197	1407098	442				CO
205	575191	1407060	442				CO
206	575177	1406983	447				CO
207	575153	1406913	453				CO
208	575202	1406905	439				CO
209	575223	1406840	432				CO
210	575240	1406776	432				CO
211	575225	1406705	436				BAS
212	575268	1406692	434				CO
213	575251	1406621	436				BAS
214	575232	1406554	441	260	87	Fractura	BAS
215	575233	1406529	439				BAS
216	575205	1406469	432				BAS
217	575174	1406416	423				BAS
218	575069	1406276	397				BAS
219	575014	1406222	391				BAS
220	574989	1406198	391	331	51	Fractura	BAS
221	574978	1406197	386				QTUF
222	574972	1406160	381				QTUF
223	574969	1406123	367				QTUF
224	574986	1406106	357				QTUF
225	574992	1406074	344				QTUF
226	574957	1406065	343				QTUF
227	574960	1406063	345				QTUF
228	574933	1406064	359				FELS
229	574893	1406049	353				FELS
230	574863	1406043	348				FELS
231	574860	1406025	348				FELS
232	574813	1405989	345				FELS
233	574767	1405991	334				FELS
234	574745	1405990	324				FELS
235	574713	1406002	320				FELS
236	574701	1406012	313				FELS
237	574656	1406001	312				FELS
238	574598	1406009	317				FELS
239	574529	1406033	305				FELS
240	574468	1406019	294				FELS
241	574456	1406069	286				FELS
242	574454	1406117	286	309	27	Flujo bandeado	FELS
243	574420	1406147	292				FELS
244	574391	1406189	284				FELS

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
245	574393	1406263	282				FELS
246	574417	1406318	281				FELS
247	574443	1406360	281				FELS
248	574451	1406417	277				FELS
249	574449	1406454	297				FELS
250	574462	1406488	307				FELS
251	574480	1406527	309				FELS
252	574495	1406573	312				FELS
253	574523	1406613	307				FELS
254	574534	1406671	310				FELS
255	574555	1406730	320				FELS
256	574504	1406793	326				BAS
257	574480	1406804	346				BAS
258	574468	1406807	353				BAS
259	575141	1407512	417				BAS
260	575154	1407462	426				CO
261	575110	1407395	430				CO
262	575148	1407362	431				CO
263	575094	1407356	430				CO
264	575072	1407316	441				CO
265	575020	1407319	436				CO
266	574957	1407310	443				BAS
267	574928	1407270	447				BAS
268	574923	1407232	457				BAS
269	574923	1407201	470				BAS
270	574934	1407173	491				BAS
271	574932	1407143	515				BAS
272	574957	1407122	525				BAS
273	574944	1407081	520				BAS
274	574952	1407029	508				BAS
275	574995	1407004	487				BAS
276	575015	1406993	478				BAS
277	575003	1406964	471				BAS
278	574987	1406939	471				BAS
279	574979	1406899	461				BAS
280	574977	1406869	454				BAS
281	574959	1406824	447				BAS
282	574950	1406762	446				BAS
283	574967	1406736	443				BAS
284	574991	1406738	432				BAS
285	575029	1406696	427				BAS
286	575003	1406652	420				BAS

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
287	575001	1406621	411				BAS
288	574976	1406580	409				BAS
289	574946	1406565	411				BAS
290	574927	1406558	407				BAS
291	574898	1406495	404	181	72	Fractura	BAS
292	574892	1406428	388				BAS
293	574925	1406384	375				BAS
294	574882	1406378	400				BAS
295	574855	1406374	409				FELS
296	574812	1406363	415				FELS
297	574780	1406349	409				FELS
298	574749	1406364	411				FELS
299	574727	1406350	409				FELS
300	574759	1406393	415				FELS
301	574818	1406407	412				FELS
302	574805	1406425	415				FELS
303	574801	1406445	412				FELS
304	574780	1406461	410				FELS
305	574773	1406480	412				FELS
306	574745	1406501	406				FELS
307	574713	1406489	402				FELS
308	574684	1406481	401				FELS
309	574664	1406463	394				FELS
310	574627	1406401	380				FELS
311	574606	1406352	372				FELS
312	574554	1406320	357				FELS
313	574511	1406307	349				FELS
314	574474	1406287	344				FELS
315	574434	1406270	339				FELS
316	574434	1406236	333				FELS
317	574407	1406213	322				FELS
318	574395	1406228	315				FELS
319	575217	1408469	415				CO
320	575224	1408394	417				CO
321	575258	1408360	414				CO
322	575261	1408312	412				CO
323	575265	1408250	424				CO
324	575251	1408185	423				CO
325	575252	1408133	421				CO
326	575266	1408094	428				CO
327	575285	1408050	434				CO
328	575312	1408026	437				CO

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
329	575288	1407973	452				BAS
330	575271	1407950	463				BAS
331	575267	1407895	475				BAS
332	575260	1407844	481				BAS
333	575288	1407821	493				BAS
334	575283	1407810	488				BAS
335	575302	1407792	479				BAS
336	575340	1407757	474				BAS
337	575370	1407735	471				BAS
338	575397	1407717	459				BAS
339	575384	1407663	455				BAS
340	575405	1407609	444				BAS
341	575449	1407569	438				CO
342	575427	1407519	428				CO
343	575395	1407504	427				CO
344	575464	1407446	428				CO
345	575466	1407391	432				CO
346	575465	1407330	433				CO
347	575457	1407193	434				CO
348	575498	1407151	443				CO
349	575502	1407104	458				CO
350	575512	1407104	456				CO
351	575529	1407043	449				CO
352	575588	1406954	450				CO
353	575587	1406887	449				CO
354	575637	1406859	449				CO
355	575678	1406879	444				CO
356	575721	1406871	449				CO
357	575720	1406809	453				CO
358	575726	1406727	456				CO
359	575752	1406659	462				BAS
360	575721	1406594	465				BAS
361	575687	1406532	474				BAS
362	575668	1406467	481				BAS
363	575666	1406379	485				BAS
364	575646	1406294	484				BAS
365	575561	1406244	502				BAS
366	575659	1406220	494				BAS
367	575741	1406254	471				BAS
368	575722	1406217	481				BAS
369	575657	1406157	496				BAS
370	575665	1406112	495				BAS

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
371	575677	1406098	506				BAS
372	575690	1406030	515				BAS
373	575697	1405983	533				BAS
374	575701	1405918	526				BAS
375	575644	1405899	515				BAS
376	575597	1405862	510				BAS
377	575542	1405823	506				BAS
378	575523	1405780	499				BAS
379	575507	1405746	498				BAS
380	575489	1405764	503				BAS
381	575418	1405745	502				BAS
382	575365	1405778	483				BAS
383	575319	1405788	465				BAS
384	575269	1405780	457				BAS
385	575212	1405779	454				BAS
386	575186	1405819	441				BAS
387	575176	1405861	439				BAS
388	575176	1405900	423				BAS
389	575181	1405924	395				BAS
390	575167	1405953	386				BAS
391	575146	1405992	376				BAS
392	575109	1406004	365				BAS
393	575078	1406014	339				BAS
394	574937	1406048	335				BAS
395	574736	1406064	319				BAS
396	574815	1406144	333				BAS
397	574907	1406203	348				BAS
398	574826	1406562	401				BAS
399	574755	1406764	383				BAS
400	574713	1406813	374				BAS
401	574656	1406900	381				BAS
402	576192	1407929	511				BAS
403	576193	1407928	511				BAS
404	576130	1407874	513				BAS
405	576086	1407814	510				BAS
406	576083	1407733	525				BAS
407	576074	1407682	513				BAS
408	576027	1407600	507				BAS
409	575990	1407567	501				BAS
410	575941	1407509	489				BAS
411	575914	1407496	482				BAS
412	575850	1407448	474				BAS

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
413	575835	1407423	468				BAS
414	575773	1407388	458				BAS
415	575806	1407316	456				BAS
416	575838	1407256	438				BAS
417	575959	1407079	416				BAS
418	576079	1406954	407				BAS
419	576180	1406847	421				BAS
420	576300	1406744	396				BAS
421	576320	1406656	392				BAS
422	576278	1406589	387				BAS
423	576318	1406496	379				BAS
424	576245	1406458	382				BAS
425	576080	1406416	391				BAS
426	576073	1406327	398				BAS
427	576236	1406300	379				BAS
428	576313	1406252	380				BAS
429	576324	1406186	388				BAS
430	576419	1406173	385				BAS
431	576486	1406231	387				BAS
432	576585	1406213	387				BAS
433	576657	1406156	391				BAS
434	576728	1406094	395				BAS
435	576732	1406090	394				BAS
436	576825	1405943	389				BAS
437	576987	1406057	390				BAS
438	577052	1406010	392				BAS
439	576454	1406795	387				FELS
440	576449	1406858	373				FELS
441	576488	1406871	371				FELS
442	576561	1406961	346				PA
443	576579	1407019	352				PA
444	576610	1407042	348				PA
445	576706	1407051	333				PA
446	576765	1407061	342				PA
447	576936	1407051	364				PA
448	577058	1407042	360				PA
449	577046	1407096	364				PA
450	577026	1407169	392				PA
451	576993	1407238	405				PA
452	576911	1407324	399				PA
453	576862	1407465	390				PA
454	576814	1407592	392				PA

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
455	576708	1407702	397				PA
456	576595	1407710	383				PA
457	576499	1407765	430				PA
458	576472	1407853	450				PA
459	576421	1407890	457				PA
460	576365	1407919	467				PA
461	576335	1407966	483				PA
462	576305	1408044	490				PA
463	576232	1408096	473				PA
464	576160	1408165	443				PA
465	576103	1408267	417				PA
466	575948	1408563	387				PA
467	575884	1408764	398				PA
468	574411	1406382	294				FELS
469	574355	1406363	308				FELS
470	574284	1406383	330				FELS
471	574241	1406390	336				FELS
472	574196	1406383	343				FELS
473	574160	1406359	346				FELS
474	574111	1406333	348				FELS
475	574046	1406276	345				FELS
476	574014	1406212	342				FELS
477	574036	1406185	340				FELS
478	574067	1406173	354				FELS
479	574106	1406140	371				FELS
480	574098	1406078	361				FELS
481	574095	1406039	354				QTUF
482	574118	1406021	357				FELS
483	574146	1405954	365				FELS
484	574119	1405925	366				FELS
485	574087	1405954	364				FELS
486	574063	1405934	356				FELS
487	574026	1405924	354				QTUF
488	573966	1405905	350				QTUF
489	573927	1405904	336				QTUF
490	573929	1405930	334				QTUF
491	573875	1405916	340				QTUF
492	573835	1405921	340				QTUF
493	573806	1405924	337				QTUF
494	573770	1405950	344				QTUF
495	573735	1405959	334				QTUF
496	573689	1405941	343				QTUF

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
497	573648	1405910	352				QTUF
498	573738	1405875	347				QTUF
499	573782	1405859	350				QTUF
500	573850	1405816	359				QTUF
501	573851	1405789	367				QTUF
502	573845	1405752	368				QTUF
503	573849	1405720	376				QTUF
504	573853	1405687	376				QTUF
505	573856	1405649	375				QTUF
506	573891	1405636	376				QTUF
507	573957	1405632	385				QTUF
508	574004	1405614	371				QTUF
509	574044	1405589	376				QTUF
510	574045	1405540	394				QTUF
511	574066	1405471	414				BAS
512	574033	1405392	436				BAS
513	573967	1405360	446				BAS
514	573869	1405308	459				BAS
515	573823	1405288	465				BAS
516	573829	1405231	472				BAS
517	573886	1405203	492				QTUF
518	573937	1405180	493				QTUF
519	573971	1405161	497				QTUF
520	574025	1405169	504				QTUF
521	574071	1405169	500				QTUF
522	574125	1405147	498				QTUF
523	574177	1405156	504				QTUF
524	574217	1405166	503				QTUF
525	574268	1405119	497				QTUF
526	574354	1405091	517				QTUF
527	574393	1405085	519				QTUF
528	574425	1405086	519				QTUF
529	574481	1405032	509				QTUF
530	574514	1405001	503				QTUF
531	574516	1404961	498				QTUF
532	574545	1404961	492				QTUF
533	574579	1404967	483				QTUF
534	574602	1404967	482				QTUF
535	574627	1404965	483				QTUF
536	574639	1404981	479				QTUF
537	574677	1405009	477				QTUF
538	574713	1405053	474				QTUF

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
539	574744	1405110	480				QTUF
540	574718	1405154	485				QTUF
541	574732	1405200	477				QTUF
542	574739	1405247	475				QTUF
543	574737	1405278	465				QTUF
544	574727	1405303	454				QTUF
545	574692	1405339	448				BAS
546	574649	1405348	442				BAS
547	574585	1405413	425				BAS
548	574564	1405406	421				BAS
549	574535	1405435	410				BAS
550	574499	1405459	403				BAS
551	574507	1405477	399				BAS
552	574500	1405508	391				BAS
553	574507	1405567	370				BAS
554	574533	1405554	353				BAS
555	574558	1405550	354				BAS
556	574582	1405567	350				BAS
557	574641	1405597	336				QTUF
558	574609	1405623	336				QTUF
559	574565	1405659	336				QTUF
560	574577	1405691	337				QTUF
561	574563	1405770	325				QTUF
562	574649	1405656	313				QTUF
563	574718	1405561	325				QTUF
564	574812	1405528	334				BAS
565	574855	1405501	331				BAS
566	574919	1405485	336				BAS
567	574907	1405451	337				BAS
568	574922	1405405	328				BAS
569	574940	1405374	330				BAS
570	574971	1405305	335				BAS
571	574996	1405292	348				BAS
572	575031	1405249	366				BAS
573	575051	1405206	372				BAS
574	575073	1405154	373				BAS
575	575117	1405177	381				BAS
576	575129	1405224	387				BAS
577	575132	1405262	388				BAS
578	575184	1405250	399				BAS
579	575210	1405270	400				BAS
580	575250	1405290	404				BAS

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
581	575320	1405308	419				BAS
582	575368	1405319	421				BAS
583	575405	1405343	431				BAS
584	575416	1405383	441				BAS
585	575410	1405413	444				BAS
586	575374	1405429	444				BAS
587	575364	1405451	446				BAS
588	575371	1405471	452				BAS
589	575369	1405520	455				BAS
590	575355	1405566	469				BAS
591	575344	1405603	469				BAS
592	575310	1405632	464				BAS
593	575286	1405651	465				BAS
594	575253	1405688	465				BAS
595	575228	1405710	464				BAS
596	575201	1405749	464				BAS
597	575173	1405722	462				BAS
598	575154	1405726	458				BAS
599	575132	1405736	460				BAS
600	575108	1405743	454				BAS
601	575073	1405742	443				BAS
602	575045	1405747	437				BAS
603	575008	1405741	424				BAS
604	574982	1405734	415				BAS
605	574962	1405736	407				BAS
606	574941	1405739	385				BAS
607	574903	1405776	379				BAS
608	574880	1405755	371				BAS
609	574865	1405731	362				BAS
610	574839	1405698	352				BAS
611	574814	1405657	347				BAS
612	574769	1405680	339				BAS
613	574672	1405681	321				BAS
614	574499	1405805	315				BAS
615	574377	1405812	343				BAS
616	574286	1405832	352				BAS
617	574247	1405858	352				QTUF
618	574208	1405888	339				QTUF
619	574304	1405799	358				QTUF
620	574317	1405771	359				QTUF
621	574336	1405753	358				QTUF
622	574353	1405737	354				QTUF

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
623	574413	1405738	332				QTUF
624	574505	1405612	336				QTUF
625	574476	1405641	340				QTUF
626	574445	1405648	339				QTUF
627	574387	1405633	334				QTUF
628	574351	1405622	328				QTUF
629	574352	1405672	340				QTUF
630	574338	1405715	349				QTUF
631	574294	1405768	356				QTUF
632	574259	1405760	359				QTUF
633	574227	1405728	355				QTUF
634	574224	1405668	351				QTUF
635	574241	1405645	349				QTUF
636	574256	1405617	345				QTUF
637	574274	1405610	342				QTUF
638	574296	1405601	339				QTUF
639	574269	1405548	341				QTUF
640	574239	1405531	341				QTUF
641	574217	1405565	367				QTUF
642	574202	1405584	375				QTUF
643	574195	1405597	379				QTUF
644	574163	1405634	381				QTUF
645	574134	1405624	372				QTUF
646	574105	1405631	359				QTUF
647	574417	1405946	344				FELS
648	574440	1405966	316				FELS
649	574423	1405971	319				FELS
650	574414	1405991	327				FELS
651	574384	1406012	338				FELS
652	574353	1406042	344				FELS
653	574304	1406049	355				FELS
654	574285	1406061	364				FELS
655	574273	1406104	375				FELS
656	574242	1406111	376				FELS
657	574213	1406164	387				FELS
658	574222	1406200	389				FELS
659	574243	1406234	382				FELS
660	574228	1406300	373				FELS
661	574227	1406329	368				FELS
662	574197	1406339	359				FELS
663	574225	1406350	356				FELS
664	574236	1406364	350				FELS

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
665	577102	1406005	398				FELS
666	577131	1405991	402	326	79	Veta	FELS
667	577165	1405981	408				FELS
668	577163	1405951	403				FELS
669	577150	1405929	388				FELS
670	577135	1405933	380				FELS
671	577162	1405899	380				FELS
672	577039	1405939	394				FELS
673	577039	1405878	393				BAS
674	577032	1405890	391				BAS
675	577014	1405901	399				BAS
676	576997	1405909	405				BAS
677	576979	1405926	411				BAS
678	576957	1405897	412				BAS
679	576960	1405859	407				BAS
680	576947	1405818	404				BAS
681	576935	1405800	405				BAS
682	576921	1405803	405				QTUF
683	576920	1405808	406				QTUF
684	576918	1405813	405				QTUF
685	576932	1405818	404				QTUF
686	576940	1405778	410				BAS
687	576938	1405743	420				BAS
688	576940	1405699	424				BAS
689	576933	1405663	427				BAS
690	576948	1405634	435				BAS
691	576965	1405624	433				BAS
692	576968	1405599	433				BAS
693	576975	1405576	430				BAS
694	576968	1405558	435				BAS
695	576963	1405527	441				BAS
696	576969	1405496	444				BAS
697	576976	1405461	453				BAS
698	576973	1405432	466				BAS
699	576950	1405425	474				BAS
700	576930	1405410	487				BAS
701	576901	1405359	479				BAS
702	576887	1405345	473				BAS
703	576867	1405331	466				BAS
704	576840	1405302	458				BAS
705	576844	1405279	455				BAS
706	576821	1405267	448				BAS

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
707	576774	1405215	448				BAS
708	576774	1405204	446				BAS
709	576776	1405190	445				BAS
710	576769	1405170	439				BAS
711	576736	1405166	435				BAS
712	576709	1405149	429				BAS
713	576688	1405147	426				BAS
714	576639	1405176	420				BAS
715	576630	1405208	424				BAS
716	576626	1405237	430				BAS
717	576629	1405265	428				BAS
718	576612	1405289	425				BAS
719	576590	1405302	424				BAS
720	576557	1405297	423				BAS
721	576508	1405301	410				BAS
722	576486	1405316	406				BAS
723	576479	1405284	394				BAS
724	576466	1405279	394				BAS
725	576465	1405302	399				BAS
726	576453	1405341	414				BAS
727	576430	1405342	422				BAS
728	576399	1405346	415				BAS
729	576386	1405365	408				BAS
730	576359	1405365	403				BAS
731	576342	1405364	393				BAS
732	576319	1405397	393				BAS
733	576294	1405436	395				BAS
734	576270	1405443	398				BAS
735	576249	1405447	390				BAS
736	576217	1405446	383				BAS
737	576191	1405445	387				BAS
738	576154	1405435	396				BAS
739	576119	1405418	411				BAS
740	576077	1405407	422				BAS
741	576036	1405396	440				BAS
742	575995	1405387	458				BAS
743	575981	1405364	469				BAS
744	575975	1405345	474				BAS
745	575974	1405318	482				BAS
746	575954	1405302	482				BAS
747	575932	1405309	480				BAS
748	575893	1405338	484				BAS

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
749	575831	1405380	479				BAS
750	575775	1405393	476				BAS
751	575731	1405378	475				BAS
752	575675	1405380	476				BAS
753	575646	1405406	477				BAS
754	575584	1405416	477				BAS
755	575532	1405423	477				BAS
756	575479	1405432	472				BAS
757	575456	1405464	474				BAS
758	575407	1405488	467				BAS
759	575382	1405510	461				BAS
760	574961	1406210	388				BAS
761	574933	1406202	383				BAS
762	574969	1406241	381				BAS
763	577390	1404640	271				BAS
764	577310	1404563	266				BAS
765	577275	1404460	272	163	71	Fractura	BAS
766	577266	1404318	263				BAS
767	577229	1404212	267				BAS
768	577238	1404148	255				BAS
769	577203	1404109	255				BAS
770	577158	1404153	253				BAS
771	577110	1404194	260				BAS
772	577062	1404219	256				BAS
773	576997	1404298	271				BAS
774	576946	1404295	272				BAS
775	576899	1404322	270				BAS
776	576867	1404339	265				BAS
777	576809	1404378	264				BAS
778	576776	1404395	269				BAS
779	576756	1404446	274				BAS
780	576729	1404469	294				BAS
781	576713	1404486	292				BAS
782	576690	1404486	301				BAS
783	576728	1404512	294				BAS
784	576739	1404539	292				BAS
785	576747	1404567	285				BAS
786	576762	1404580	281				BAS
787	576755	1404620	276				BAS
788	576711	1404660	288				BAS
789	576647	1404704	292				BAS
790	576604	1404736	300				BAS

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
791	576542	1404798	316				BAS
792	576497	1404809	312				BAS
793	576439	1404829	310				BAS
794	576391	1404858	313				BAS
795	576342	1404913	331				BAS
796	576329	1404940	337				BAS
797	576256	1404944	337				BAS
798	576219	1404950	343				BAS
799	576161	1404947	345				BAS
800	576108	1404930	346				BAS
801	576065	1404949	352				BAS
802	576034	1404963	356				BAS
803	576001	1404976	358				BAS
804	575966	1404982	361				BAS
805	575935	1404993	368				BAS
806	575911	1405002	375				BAS
807	575882	1405035	386				BAS
808	575860	1405058	397				BAS
809	575843	1405096	403				BAS
810	575841	1405131	413				BAS
811	575843	1405155	418				BAS
812	575820	1405185	426				BAS
813	575797	1405216	445				BAS
814	575750	1405253	460				BAS
815	575734	1405266	464				BAS
816	575709	1405274	465				BAS
817	575686	1405289	468				BAS
818	575681	1405334	469				BAS
819	575482	1405432	478				BAS
820	573337	1406539	234				TUF
821	573303	1406614	242				TUF
822	573289	1406683	251				TUF
823	573277	1406734	256				TUF
824	573247	1406769	253				PA
825	573219	1406758	231				PA
826	573228	1406778	237				PA
827	573243	1406821	237				PA
828	573289	1406870	244				PA
829	573290	1406944	260	155	70	Fractura	PA
830	573252	1406983	252	272	76	Fractura	PA
831	573215	1407013	256				PA
832	573184	1407067	271	342	61	Fractura	PA

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
833	573179	1407103	296				PA
834	573183	1407122	304				PA
835	573214	1407155	324				PA
836	573256	1407184	335				PA
837	573281	1407203	349				PA
838	573319	1407225	365				PA
839	573371	1407260	385				PA
840	573429	1407276	385				PA
841	573513	1407238	384				PA
842	573572	1407258	393				PA
843	573625	1407280	408				PA
844	573628	1407354	426				PA
845	573661	1407357	419				PA
846	573689	1407384	397				PA
847	573701	1407415	393				PA
848	573727	1407435	392				PA
849	573774	1407419	396				PA
850	573824	1407425	409				PA
851	573856	1407443	422				PA
852	573904	1407451	417				PA
853	573940	1407454	411				PA
854	573973	1407425	410				PA
855	574035	1407432	404				PA
856	574055	1407448	405				PA
857	574089	1407446	398				PA
858	574111	1407454	390				PA
859	574138	1407443	377				PA
860	574156	1407446	371				PA
861	574179	1407436	375				PA
862	574185	1407405	364				PA
863	574166	1407364	346				PA
864	574149	1407358	339				PA
865	574133	1407338	333				PA
866	574140	1407303	332				PA
867	574159	1407303	338				PA
868	574168	1407314	345				PA
869	576040	1408283	434				PA
870	575986	1408230	439	103	48	Veta	PA
871	575966	1408211	448				PA
872	575937	1408233	452				PA
873	575897	1408270	457				PA
874	575875	1408281	457				PA

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
875	575876	1408239	466				PA
876	575872	1408228	477				PA
877	575859	1408209	492				PA
878	575865	1408174	524				PA
879	575869	1408123	518				PA
880	575882	1408075	516				PA
881	575903	1408047	509				PA
882	575908	1408014	529				PA
883	575914	1408001	529				PA
884	575913	1407966	531				PA
885	575917	1407931	523				PA
886	575885	1407894	518				PA
887	575789	1407867	523				PA
888	575772	1407852	523				PA
889	575779	1407820	528				PA
890	575775	1407791	543				PA
891	575774	1407763	537				PA
892	575767	1407733	529				PA
893	575748	1407692	521				PA
894	575719	1407715	510				PA
895	575698	1407712	505				PA
896	575661	1407719	487				PA
897	575632	1407746	474				PA
898	575614	1407742	465				PA
899	575582	1407727	456				PA
900	575554	1407689	454				PA
901	575504	1407650	451				PA
902	575467	1407633	450				PA
903	575429	1407627	447				PA
904	574057	1406987	339				PA
905	574029	1406951	328				PA
906	574053	1406947	325				PA
907	574054	1406922	315				PA
908	574022	1406893	295				PA
909	573976	1406872	290				PA
910	573961	1406826	284				PA
911	573966	1406752	273				PA
912	573934	1406839	280				PA
913	573830	1406942	291				PA
914	573857	1406994	298				PA
915	574035	1407195	323				PA
916	574052	1407153	340				PA

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
917	574060	1407105	341				PA
918	574095	1407049	345				PA
919	574349	1407084	361				PA
920	574699	1405196	464				BAS
921	574664	1405196	460				BAS
922	574631	1405198	458				BAS
923	574599	1405177	465				BAS
924	574561	1405154	465				BAS
925	574529	1405149	466				BAS
926	574448	1405213	450				BAS
927	574414	1405244	443				BAS
928	574349	1405284	439				BAS
929	574298	1405279	446				BAS
930	574264	1405300	452				BAS
931	574141	1405302	446				BAS
932	574071	1405323	440				BAS
933	574006	1405321	445				BAS
934	573933	1405321	447				BAS
935	573820	1405145	478				BAS
936	573885	1404989	510				QTUF
937	573939	1404940	506				QTUF
938	573943	1404882	499				QTUF
939	573957	1404788	499				QTUF
940	573979	1404721	497				QTUF
941	574017	1404616	495				QTUF
942	574024	1404552	497				QTUF
943	573760	1405297	463				BAS
944	573723	1405309	460				BAS
945	573665	1405304	453				BAS
946	573655	1405348	443				BAS
947	573635	1405453	421				BAS
948	573600	1405529	415				BAS
949	573556	1405627	384				QTUF
950	573531	1405718	374				QTUF
951	573498	1405810	370				QTUF
952	573501	1405863	372				QTUF
953	573461	1405955	352				QTUF
954	573448	1405988	347				QTUF
955	573357	1406053	328				QTUF
956	573257	1406090	312				QTUF
957	573172	1406129	291				QTUF
958	573128	1406102	273				QTUF

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
959	573079	1406133	259				QTUF
960	572998	1406128	232				QTUF
961	572906	1406164	227				QTUF
962	572803	1406230	216				QTUF
963	572700	1406187	220				QTUF
964	572846	1406268	218				QTUF
965	572902	1406392	215				QTUF
966	572990	1406528	215				QTUF
967	573091	1406517	217				QTUF
968	573228	1406484	225				TUF
969	574841	1407840	411				CO
970	574765	1407862	411				CO
971	574668	1407894	415				CO
972	574612	1407857	416				CO
973	574610	1407736	423				CO
974	574612	1407619	419				CO
975	574591	1407507	408				QTUF
976	574545	1407471	407				QTUF
977	574479	1407442	403				QTUF
978	574492	1407401	392				QTUF
979	574540	1407385	400				QTUF
980	574458	1407387	386				PA
981	574431	1407399	384				PA
982	574388	1407423	398				PA
983	574351	1407405	389				PA
984	574330	1407374	373				PA
985	574349	1407329	350				PA
986	574355	1407288	355				PA
987	574396	1407272	362				PA
988	574397	1407219	370				PA
989	574368	1407174	362				PA
990	574321	1407140	357	348	71	Veta	PA
991	574312	1407180	357				PA
992	574337	1407192	378				PA
993	574349	1407211	390				PA
994	574310	1407233	384				PA
995	574268	1407240	374				PA
996	574382	1407044	354				QTUF
997	574399	1407050	352				QTUF
998	574419	1407033	352				QTUF
999	574399	1407001	356				QTUF
1000	574377	1407002	359				QTUF

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
1001	574374	1406980	363				QTUF
1002	574399	1406890	369				QTUF
1003	574303	1406922	343				QTUF
1004	574289	1406880	344				QTUF
1005	574263	1406839	336				QTUF
1006	574240	1406799	328				BAS
1007	574252	1406762	319				BAS
1008	574301	1406781	321				BAS
1009	574322	1406848	336				BAS
1010	575911	1408648	401				PA
1011	575853	1408628	406				PA
1012	575798	1408585	402				PA
1013	575794	1408534	405				PA
1014	575718	1408505	424				FELS
1015	575681	1408522	416				FELS
1016	575662	1408566	415				FELS
1017	575636	1408513	428				FELS
1018	575598	1408526	446				FELS
1019	575569	1408493	450	328	82	Fractura	FELS
1020	575580	1408455	434				FELS
1021	575595	1408412	439	268	71	Veta	FELS
1022	575619	1408367	445				FELS
1023	575629	1408332	448				FELS
1024	575621	1408301	458	330	78	Veta	FELS
1025	575621	1408280	460				FELS
1026	575647	1408225	479				FELS
1027	575637	1408202	473				PA
1028	575642	1408179	466				PA
1029	575632	1408150	460				PA
1030	575649	1408084	459				PA
1031	575629	1408075	464				PA
1032	575614	1408061	469				PA
1033	575580	1408005	491				PA
1034	575554	1407951	495				PA
1035	575538	1407918	498				PA
1036	575483	1407915	495				PA
1037	575439	1407906	496				PA
1038	575404	1407878	503				PA
1039	575368	1407897	511				PA
1040	575307	1407857	514				PA
1041	575350	1407822	514				BAS
1042	575398	1407794	500				BAS

LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

GPS_Waypoint	Coordenadas		Elevación	Rumbo	Buzamiento	Tipo de estructura	Litología
	Este	Norte					
1043	575428	1407755	493				BAS
1044	575429	1407696	476				BAS
1045	575417	1407693	469				BAS
1046	575357	1407656	461				BAS
1047	575302	1407639	439				CO
1048	575285	1407612	442				CO
1049	574897	1408486	426				CO
1050	574838	1408464	409				CO
1051	574768	1408440	408				CO
1052	574673	1408409	396				CO
1053	574609	1408399	399				CO
1054	574560	1408294	409				CO
1055	574568	1408187	410				CO
1056	574559	1408127	411				CO
1057	574550	1408054	413				CO
1058	574320	1408071	444				QTUF
1059	574223	1408076	450				QTUF
1060	574139	1408040	458				QTUF
1061	574113	1408010	464				QTUF
1062	574108	1407965	485				QTUF
1063	574101	1407911	496				QTUF
1064	574087	1407837	503				QTUF
1065	574094	1407779	491				QTUF
1066	574098	1407735	483				QTUF
1067	574105	1407710	478				QTUF
1068	574038	1407715	476				QTUF
1069	573957	1407682	474				QTUF
1070	573981	1407715	472				QTUF
1071	574002	1407765	479				QTUF
1072	573987	1407818	492				QTUF
1073	573989	1407849	498				QTUF
1074	573954	1407939	492				QTUF
1075	573888	1407983	496				PA
1076	573822	1408014	493				PA
1077	573840	1408060	502				PA
1078	573890	1408077	509				PA
1079	573905	1408113	518				PA
1080	573880	1408162	511				PA
1081	573956	1408170	490				PA
1082	574015	1408165	480				PA
1083	574044	1408185	476				PA
1084	574088	1408175	466				PA

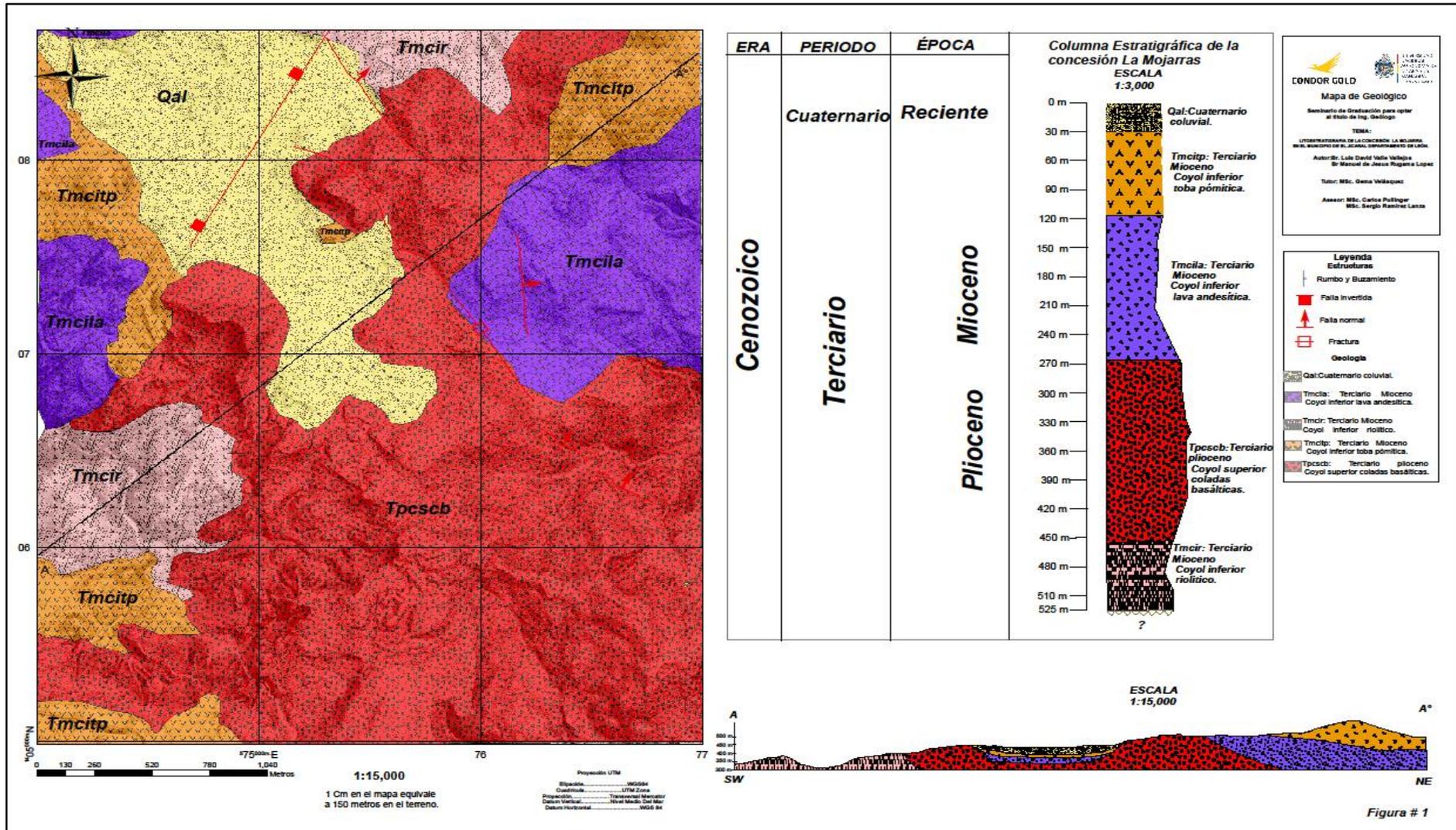
LITOESTRATIGRAFÍA DE LA CONCESIÓN MINERA LA MOJARRA EN EL MUNICIPIO DE EL JICARAL, DEPARTAMENTO DE LEÓN I SEMESTRE DE 2018.

---

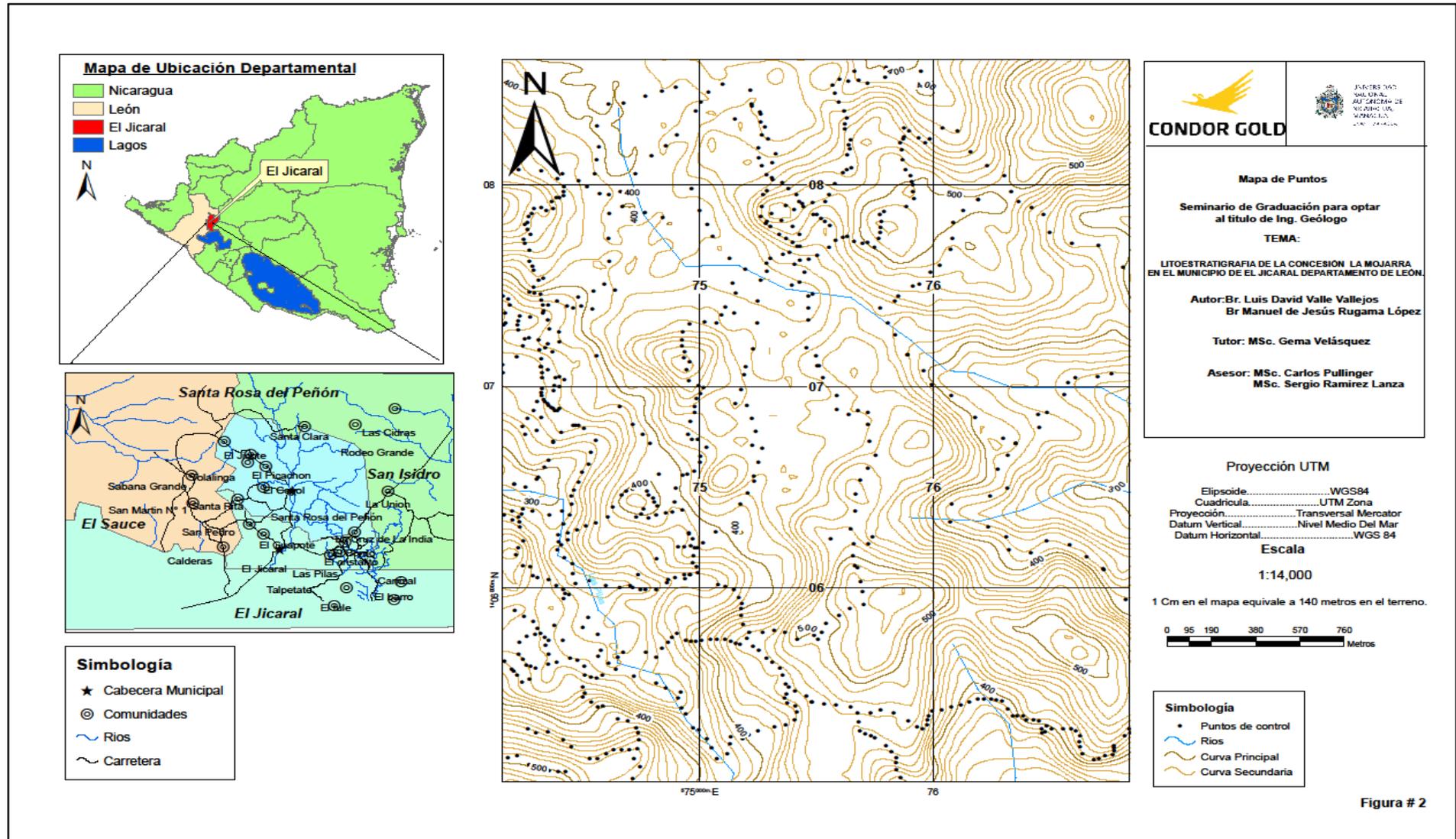
1085	574054	1408101	466				PA
1086	574105	1408083	466				PA
1087	574137	1408055	461				PA

## **Anexos D: Mapas**

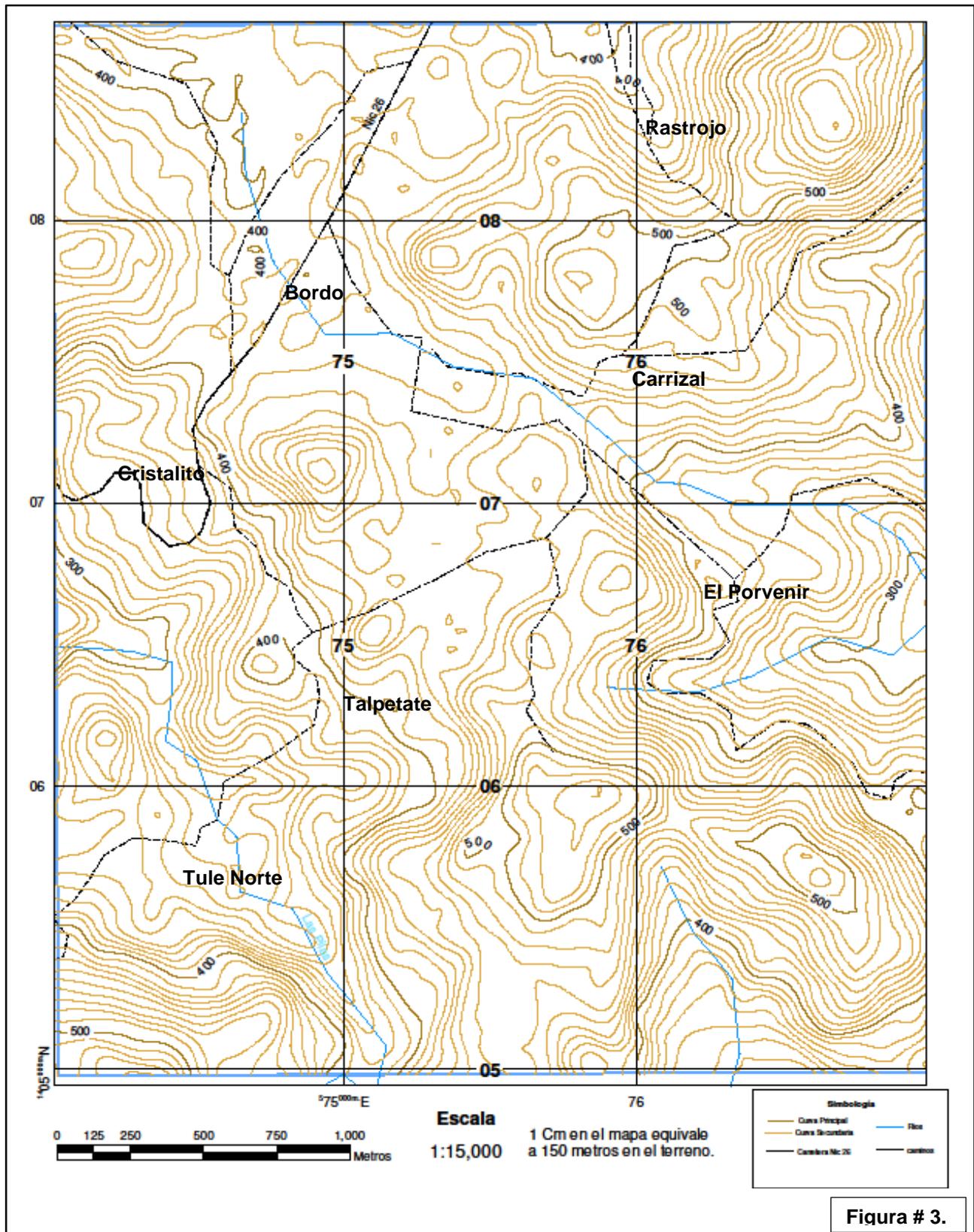
## MAPA GEOLÓGICO DE LA CONCESIÓN LA MOJARRA



## MAPA DE PUNTOS DE CONTROL DE LA CONCESIÓN LA MOJARRA



## MAPA TOPOGRÁFICO DE LA CONCESIÓN LA MOJARRA



### MAPA DE RELIEVE DE SOMBRAS DE LA CONCESIÓN LA MOJARRA

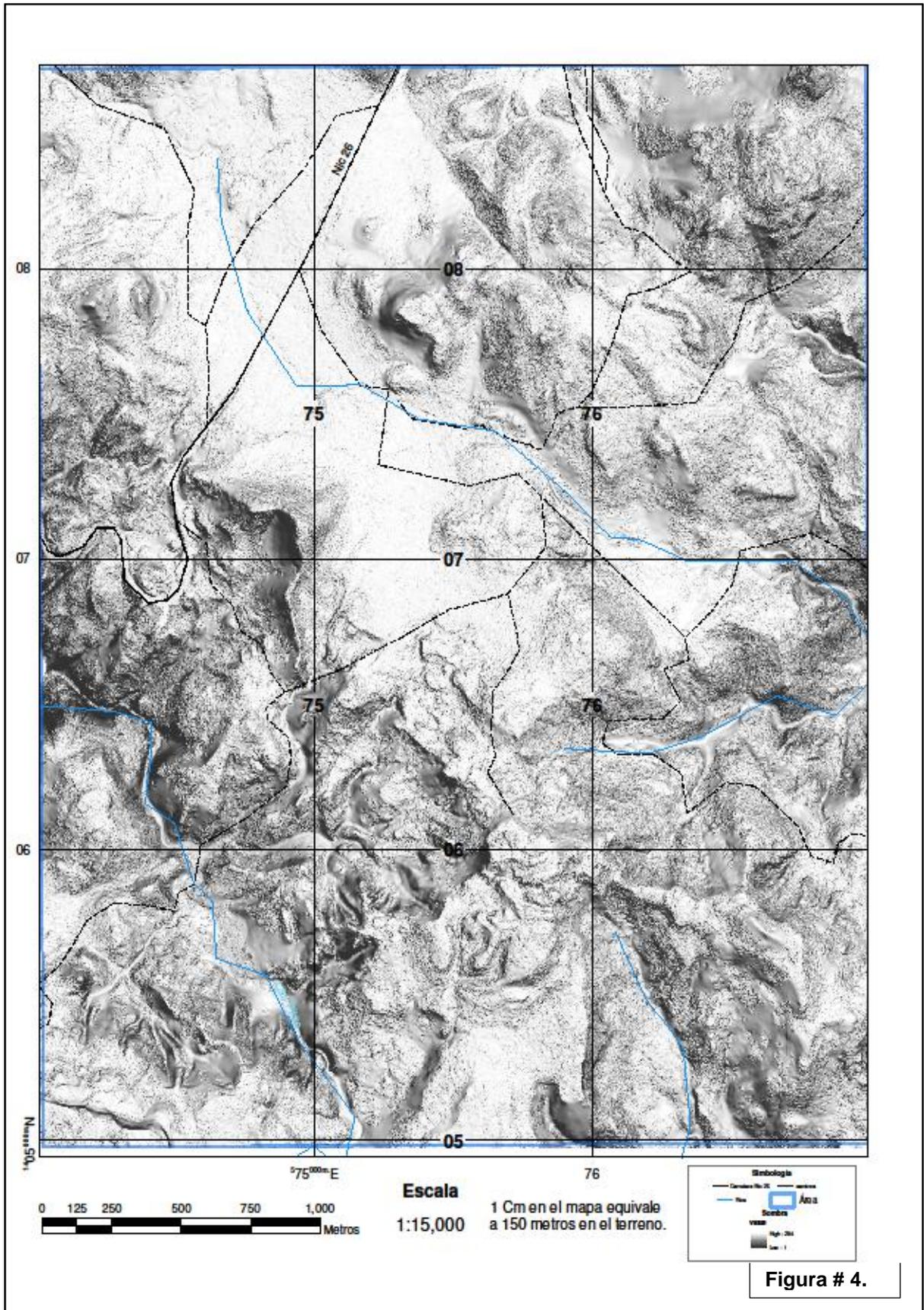


Figura # 4.