

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL AFLORAMIENTO
ROCO SO UBICADO EN LA ADYACENCIA DEL KILOMETRO
58 EN EL MARGEN IZQUIERDO DE LA CARRETERA VIEJA
CIUDAD BOLÍVAR-PUERTO ORDAZ**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LA
BACHILLER LEOXYBETH
LARES G. PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO
GEOLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, FEBRERO DEL 2018



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado, titulado: **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL AFLORAMIENTO ROCOSO UBICADO EN LA ADYACENCIA DEL KILOMETRO 58 EN EL MARGEN IZQUIERDO DE LA CARRETERA VIEJA CIUDAD BOLÍVAR-PUERTO ORDAZ**, presentado por la bachiller, **LEOXYBETH LARES**, cédula de identidad N° **19.730.116**, como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO GEÓLOGO** ha sido **APROBADO** por el jurado integrado por los profesores de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente.

Nombre y Apellido	Firma
<u>Prof. Henry Ramírez</u> (Asesor)	_____
<u>Prof. Jacques Edlibi</u> (Jurado)	_____
<u>Prof. Enrique Acosta</u> (Jurado)	_____
_____ Prof. Javier Ramos Jefe del Departamento de Ingeniería Geológica	_____ Prof. Francisco Monteverde Director de la Escuela de Ciencias de la Tierra

En Ciudad Bolívar, a los 09 días del mes de Abril del 2018

DEDICATORIA

“A lo largo de nuestras vidas alcanzamos muchos momentos, en esta ocasión celebro uno de esos momentos”.

A Dios todo poderoso por darme la vida, la luz y el valor para salir adelante y luchar en todos las adversidades que se presentaron a lo largo del camino para culminar esta meta de mi vida.

A mi abuela Amapola Carrasco y mi madre Betsy García, por ser mis pilares; quienes, con su ejemplo de lucha y dedicación, su apoyo, inmenso amor, cariño, comprensión y profunda fe; motivaron a seguir adelante y culminar esta meta.

A mi hermana Leidimar Rodríguez por su apoyo, amor y compañía en los momentos de lucha.

Y por último a una profesora que estuvo siempre allí apoyándome, motivándome a seguir en momentos que sentía que no podía; siempre me alentó, me levantó, fue y es mi apoyo. Gracias a eso e culminado esta meta.

Leoxybeth Lares.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi fiel y estar siempre a mi lado.

A la Universidad de Oriente, la casa más alta; su personal, profesores y compañeros, ya que fueron la base fundamental en la culminación de este trabajo.

A mi familia por ser el cimiento principal en la culminación de esta meta ya que siempre estuvieron a mi lado apoyando y brindando una mano amiga.

A los que me apoyaron en todas las formas, que estuvieron allí siempre, ellos sabes quienes son.

A Diana Castro por ayudarme y apoyarme en esta meta.

Al profesor Henry Ramírez por sus valiosas asesorías y colaboración.

Leoxybeth Lares.

RESUMEN

Este trabajo de grado tiene como objetivo principal caracterizar geológicamente el afloramiento rocoso ubicado en el km 58 de la carretera vieja Ciudad Bolívar-Puerto Ordaz, para llevar a cabo este estudio se obtuvo información de trabajos cercanos a la zona ,posteriormente se realizó la salida a campo donde se hizo el reconocimiento geológico de las unidades presentes y se tomaron siete (7) muestras de rocas para su análisis químico y su descripción e identificación macroscópica ,se tomaron coordenadas y estructura de la zona para la realización de los mapas para así poder explicar su geología y geomorfología. Basándose en la descripción macroscópica se puede resumir que la mayoría de las muestras contienen hematita y goethita, con porcentajes de cuarzo altos y comparándola con los resultados de los análisis químicos se concluye que los altos porcentajes de sílice corresponden a una mineralogía que se expresa en cuarzo y los porcentajes de óxidos corresponden a la hematita goethita y limonita presentes en la roca. Se evidencia que el afloramiento está compuesto por cuarcitas ferruginosas pertenecientes al Complejo de Imataca. El relieve se constituye de sierras formadas por cuarcitas ferruginosas resistentes a la meteorización física y química a diferencia de los gneises que están en las cercanías del afloramiento rocoso que constituyen peniplanicies. En el área de estudio se identificaron tres (3) tipos de estructuras entre las cuales se encuentran foliaciones con rumbo N50°E y un buzamiento 50°NW y N10°E y buzamiento 24°SE, dos familias de diaclasas, de rumbo N55°E y buzamiento 70°SW, y otra con rumbo S70°W.

CONTENIDO

	Página
ACTA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE APÉNDICES	xiii
LISTA DE ANEXOS	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
SITUACIÓN A INVESTIGAR	2
1.1 Situación objeto de estudio	2
1.2 Objetivos de la investigación	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
1.3 Justificación de la investigación.....	3
1.4 Alcance de la investigación.....	4
1.5 Limitaciones	4

CAPÍTULO II	5
GENERALIDADES	5
2.1 Ubicación Geográfica del área de estudio.....	5
2.2 Acceso	6
2.3 Características físico-naturales.....	7
2.3.1 Temperatura	7
2.3.2 Vegetación.....	7
2.3.3 Geomorfología	9
2.3.4 Suelos	10
2.3.5 Hidrografía	11
2.4 Geología regional	12
2.5 Geología local	15
2.5.1 Provincia de Imataca.....	15
2.5.2 Formación Mesa.....	17
CAPÍTULO III.....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
3.1 Antecedentes o estudios previos	18
3.2 Definición de términos básicos	19
3.2.1 Afloramientos rocosos	19
3.2.2 Estructuras geológicas.....	19
3.2.3 Unidades litoestratigráficas	20
3.2.4 Análisis geoquímico.....	20
3.2.5 Mapa geológico.....	21

CAPÍTULO IV	22
METODOLOGÍA DEL TRABAJO	22
4.1 Tipo de investigación	22
4.1.1 Investigación Descriptiva.....	22
4.2 Diseño de la investigación	23
4.2.1 Investigación documental.....	23
4.2.2 Investigación de campo.....	23
4.3 Población de la investigación.....	24
4.4 Muestra de la investigación.....	24
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
4.5.1 Técnicas de recolección de datos	25
4.5.2 Instrumentos de recolección de datos	26
4.6 Etapas de la investigación	26
4.6.1 Etapa I Recopilación bibliográfica.....	28
4.6.2 Etapa II Trabajo de Campo	28
4.6.3 Etapa III Procesamiento de la información	31
4.6.4 Etapa IV Interpretación de los análisis y resultados	33
4.6 .5 Etapa V Redacción del Informa final.....	33
CAPÍTULO V	34
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	34
5.1 Análisis de las unidades litológicas.....	34
5.1.1 Muestra M-2 C2 coordenadas 497717 E - 903.275 N; 178 M.....	34
5.1.2 Muestra M-3 C2 N; coordenadas 498015 E - 903282 229 M.....	35

5.1.3 Muestra M-4 C2 coordenadas 497314 E - 903495 N; 174 M.....	35
5.2 Identificación las unidades estratigráficas	37
5.3 Análisis geoquímico de las muestras	37
5.4 Descripción del mapa topográfico y modelado del área de estudio.....	38
5.5 Identificación las estructuras geológicas.....	39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS.....	44
APÉNDICES.....	47
ANEXOS	50

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Imagen satelital el área de estudio (Google Earth, 2013).	5
2.2 Acceso al área de Estudio.	6
2.3 Vegetación del área de estudio.	8
2.4 Regolitos, suelos arcillosos y arenosos.	11
2.5 vegas presentes en el área.	12
2.6 Provincias Litotectónicas del Escudo de Guayana (Mendoza, V. 2012).	14
2.7 Complejo de Imataca en los alrededores del Cerro Bolívar (tomado de Ascanio, 1975).	16
4.1 Flujograma de actividades.	27
4.2 Reconocimiento del área de estudio.	29
4.3 Toma de muestra en el área de estudio.	30
4.4 Capture de pantalla, elaboración de mapa mediante AutoCAD 2013.	31
5.1 Muestra M-2 C2.	34
5.2 Muestra M.3 C2.	35
5.3 Muestra M-4 C2.	36
5.4 Mapa Geológico.	36
5.5 Mapa topográfico.	38
5.6 Modelado del área del estudio.	38
5.7 Foliación con Rumbo N50°E y Buzamiento 50°NW.	39
5.8 Foliación de cuarcita rumbo N10°E Y Buzamiento 24°SE.	40
5.9 Diaclasa Rumbo N55°E y un buzamiento de 70°SE.	41

S70°W.....; **5.10 Diaclasa con Rumbo**
Error! Marcador no
definido.

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 4.1 Coordenadas de las muestras recolectadas	30
Tabla 5.1 Resultados de los análisis químicos de las muestras.	37

LISTA DE APÉNDICES

	Página
APÉNDICE A.....	48
ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS MUESTRAS.....	48
A.1 Resultado del análisis químico de las muestras.	49

LISTA DE ANEXOS

1. MAPA GEOLÓGICO
2. MAPA TOPOGRÁFICO

INTRODUCCIÓN

En Venezuela las mineralizaciones de hierro de significación económica se encuentran ubicadas en la provincia Geológica de Imataca, siendo ésta la más antigua del Escudo Guayanés. El conocimiento geológico del afloramiento objeto de estudio tiene su importancia no solo en la determinación de su proceso de formación, sino también en sus aspectos composicionales con fines económicos, evaluando la posibilidad de ser utilizado en un futuro como posible yacimiento ferríferos. El área de estudio se encuentra ubicada en la carretera vieja Ciudad Bolívar-Puerto Ordaz kilómetro 58, los objetivos del presente trabajo de investigación se enfocan en determinar las litologías, estructuras y conocer su geomorfología.

El trabajo de investigación cuenta con cinco (5) capítulos estructurados de la siguiente manera, capítulo I se explica la situación objeto de estudio, así como también los objetivos generales y específicos, además de la justificación y limitaciones presentes en el trabajo de investigación, el capítulo II muestra las generalidades del área de estudio, es decir ubicación geográfica, características físico naturales, geología regional y local, el capítulo III se explican las bases teóricas relacionadas con la investigación, el capítulo IV muestra lo relacionado con la metodología de la investigación, el nivel de diseño de la misma y etapas, capítulo V tenemos el análisis e interpretación de los resultados y finalmente las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

Para estructurar el trabajo se siguieron los lineamientos del manual de trabajo de grado de la Escuela de Ciencias de la Tierra, Núcleo Bolívar.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

La gran demanda de minerales en el estado Bolívar, así como el desarrollo del sector construcción, con lleva a realizar estudios de minerales en áreas que puedan ser explotados.

El siguiente trabajo tiene como objetivo obtener información geológica de las rocas presentes en la zona de estudio, destacándolos tipos litológicos y estructuras del afloramientos rocoso ubicado en el km 58 de la carretera vieja Ciudad Bolívar- Puerto Ordaz, la mayor parte de este territorio está cubierto de vegetación y que tiene mucha dificultad de acceso ya que está compuesto por zonas montañosas.

Debido a estas condiciones antes mencionadas, no contar con cartas topográficas, y además de no existir estudios previos geológicos y geoquímicos, nace la necesidad de realizar este estudio generando las siguientes incógnitas: ¿Cómo es la geología en la zona? ¿Qué tipo de minerales y estructuras están presentes?

La respuesta a estas preguntas va otorgar información geológica que permitirá determinar cuáles son los prospectos con mayor probabilidad de ser encontrado y en que sitio puede ser localizado; por lo tanto, este trabajo de investigación servirá para encaminar las primeras tareas de exploración.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Caracterizar geológicamente el afloramiento rocoso ubicado en el km 58, de la carretera vieja Ciudad Bolívar-Puerto Ordaz, municipio Caroní, estado Bolívar, delimitado por las coordenadas: A (E497.120, N902.583), B (E498.820, N902.583), C (E497.120, N904.320), D (E498.820, N904.320).

1.2.2 Objetivos específicos

1. Analizar las unidades litológicas que conforman el afloramiento rocoso.
2. Identificar la unidad geológica presentes en el afloramiento rocoso.
3. Examinar la composición geoquímica de las rocas del afloramiento rocoso.
4. Describir las unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio.
5. Identificar las estructuras geológicas que se encuentran en el afloramiento rocoso.

1.3 Justificación de la investigación

El estudio que se somete a consideración constituye un valioso aporte teórico referencial en función a esta investigación, como verificar información existente y proporcionar nueva información geológica del afloramiento rocoso, localizado específicamente en el km 58 de la carretera vieja Ciudad Bolívar - Puerto Ordaz, del municipio Caroní , estado Bolívar en las coordenadas: A (E497.120, N902.583), B (E498.820, N902.583), C (E497.120, N904.320), D (E498.820, N904.320), con el fin de obtener conocimiento del potencial existente, en cuanto a los minerales evidentes

en la zona; para establecer parámetros, que permitan determinar, el origen y las características físicas, químicas, mineralógicas, petrológicas, de las diferentes unidades litológicas que afloran en la zona de estudio, pertenecientes a la Provincia Geológica de Imataca, con el propósito de enriquecer cualquier estudio previo, efectuado en el área de interés con fines científicos, geológicos y económicos.

1.4 Alcance de la investigación

Se tiene como fundamento primordial, determinar las características petrológicas, geoestructurales, geomorfológicas de las unidades litológicas del Complejo de Imataca, en las áreas de estudio; para detallar la potencialidad y calidad de los minerales existentes, presentes en la zona, con fines científicos, geológicos, de explotación y potencial uso comercial y económico.

El estudio de las rocas se hizo a un nivel macroscópico con la ayuda de una lupa de aumento de hasta 20X, y el estudio geoquímico de las muestras de rocas se realizará por absorción atómica. Otro aspecto analizado en este trabajo será el geoquímico, en cuanto a los porcentajes de óxidos mayoritarios y trazas de elementos metálicos contenidos en las rocas estudiadas.

1.5 Limitaciones

En el área de estudio hay terrenos privados, cerrados que limitan el acceso a una porción de la zona de estudio.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación Geográfica del área de estudio

El área de estudio se localiza al Noreste de Ciudad Bolívar, en el municipio Heres del Estado Bolívar, aproximadamente en el Kilómetro 58 de la carretera Ciudad Bolívar - Puerto Ordaz. De acuerdo a las coordenadas de referencias se ubica en la Hoja NC 2014 Y hoja catastro 7540 Marhuanta a Escala 1:100.000. El área abarca una extensión aproximada de 5000 ha, la cual está delimitada por un plano horizontal y de forma rectangular, los vértices de este plano se encuentran enmarcados por cuatro puntos de referencias, cuyas coordenadas Universal Transversal Mercator (U.T.M.) Datum La Canoa (Figura 2.1).

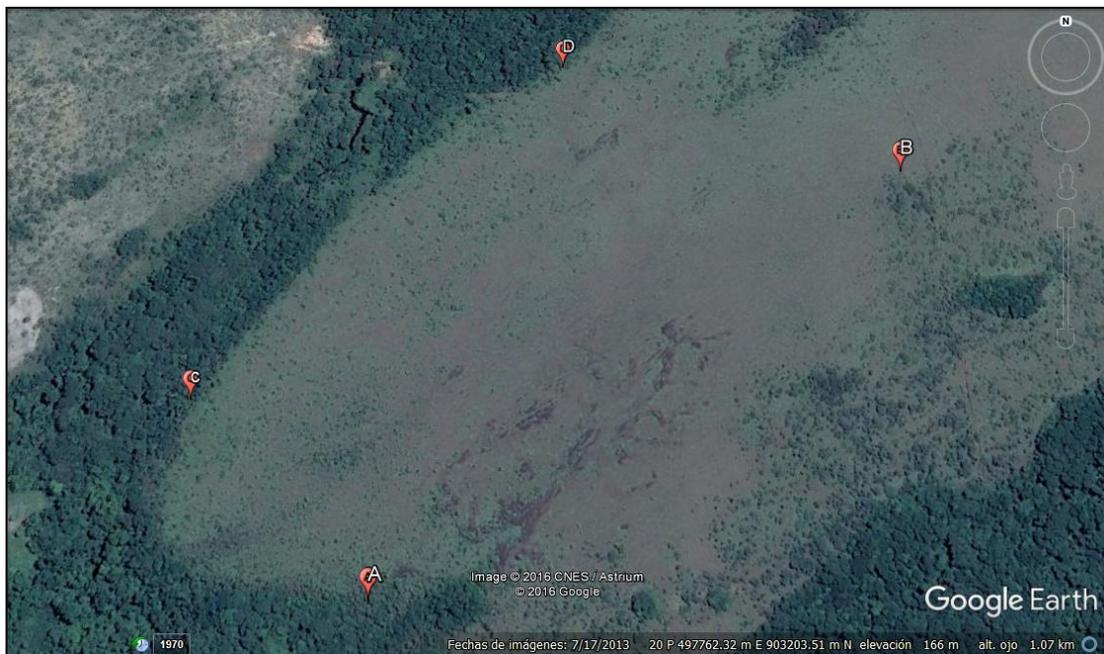


Figura 2.1 Imagen satelital el área de estudio (Google Earth, 2013).

2.2 Acceso

El acceso al área de estudio se realizó por vía terrestre, a través de la carretera vieja Ciudad Bolívar - Puerto Ordaz, por donde se recorren unos 58 km aproximadamente, se toma un desvío hacia el margen izquierdo de la carretera, donde siguiendo una vía de tierra y se recorre unos 2 km se logra llegar a la zona de estudio, donde posteriormente se encontraban varios caminos de tierras para movilizarnos dentro del perímetro de estudio, en muchos casos, el acceso a algunas zonas era muy difícil lo que impedía la entrada de vehículos. Parte del recorrido y acceso se realizó a campo travieso a través de picas hechas en la vegetación (Figura 2.2).



Figura 2.2 Acceso al área de Estudio.

2.3 Características físico-naturales

En relación a las características físicas - naturales del área, se describen las siguientes variables climatológicas que fueron registradas en el año 2005, y que se evaluaron a través de la estación meteorológica de Ciudad Bolívar, por ser la más cercana al área de estudio (CVG-TECMIN C.A. 1991).

2.3.1 Temperatura

En la caracterización de esta variable, se obtuvo que la temperatura total media de la zona fue de 29,5 °C aproximadamente, con una aplicación térmica anual alrededor de 1,8 °C. Asimismo los periodos de máxima temperatura se ubicaron en los meses de marzo, abril y mayo con 35,30 °C y el menor en el mes de Julio con 24,10 °C. Los valores máximos, medios y mínimos de la temperatura en la estación Ciudad Bolívar (CVG-TECMIN C.A. 1991).

2.3.2 Vegetación

La vegetación existente en esta unidad suele ser un tanto heterogénea, donde se asientan bosques medios o bajos en altura y medios o ralos en densidad de cobertura, además de haber arbustales y herbazales (CVG-TECMIN C.A. 1991).



Figura 2. 3 Vegetación del área de estudio.

En el área de la hoja NC-20-14, están representadas dos zonas bioclimáticas, estas son: la Zona Tropófila Macrotérmica y la Zona Ombrófila Macrotérmica. La formación dominante en la zona, de Bioclima Tropófila Macrotérmica, es la sabana gramínea arbustiva; la matriz del componente herbáceo lo constituye la especie *Trachypogon* (Chaparro), *Roupala Complicata*, peniplanicies y lomeríos (CVG-TECMIN.C. A 1991).

En la zona Bioclimática Ombrófila Macrotérmica, la formación dominante está constituida por bosques de media-baja y cobertura variable. Estas formaciones presentan un carácter siempre verde, producto de la distribución regular de las lluvias, presentan una compleja composición florística, debido a su compleja dinámica, y ocupan paisajes de plateaux y lomeríos (CVG-TECMIN.C. A 1991) (figura 2.3).

2.3.3 Geomorfología

En el área de estudio se puede visualizar que la geomorfología predominante es las planicies representada en su mayoría por la formación Mesa, y en menos proporciones peniplanicies, con presencia de lomeríos, la cual coincide con la información suministradas por CVG-TECMIN C.A. (1991), donde se caracteriza por la presencia de planicies y peniplanicies bajas, suavemente onduladas hacia el norte y hacia el sur por un paisaje de lomeríos de alturas y pendientes variables. Las planicies son los paisajes de mayor uniformidad; y las hay de origen deposicional, residual y combinando ambos factores, los más predominantes son los de tipo deposicional correspondientes a la Formación Mesa.

El modelo de estos paisajes, tiene como punto de partida los procesos endógenos y exógenos ocurridos sobre las rocas pertenecientes a la provincia geológica de Imataca, Pastora, y Cuchivero. La evolución de los paisajes elevados, plateaux, montañas y lomeríos, responden a movimientos orogénicos ocurridos en el precámbrico. Durante el Mesozoico, se produjeron largos periodos de profunda erosión, exhumando el proceso de tectonismo, mientras que el Cenozoico se caracterizó por levantamientos que resultaron en diferencias altimétricas en el escudo, dando lugar, a varias superficies de planación.

La crisis climática del pleistoceno conformo la topografía actual, de manera que las planicies deben su modelo a esta época, mediante una intensa coluviacion de dirección sur-norte, sepultando el basamento meteorizado de las rocas cristalinas.

2.3.4 Suelos

Los órdenes de suelos más frecuentes, en el área, son los Ultisoles, Entisoles e Inceptisoles, es ese orden de importancia (CVG-TECMIN C.A 1991).

Los Ultisoles, son los más frecuentes, se localizan en diversos tipos de paisajes y se han formado a partir de rocas pertenecientes a la provincia geológica de Imataca, Cuchivero y Formación Mesa, así como de sedimentos de origen coluvión-aluvial. En general se caracterizan por ser muy evolucionados de moderadamente profundos a muy profundos y eventualmente superficiales a muy superficiales. Las texturas varían de livianas a pesadas; con estructuras blocosa subangular, con muy débil a muy débil desarrollo pedogénético, en superficie, la cual se torna débil a moderada, en profundidad. Químicamente, muestran una baja a muy baja fertilidad natural. Son suelos bien drenados (CVG-TECMIN C.A 1991).

El orden de los Entisoles representa el segundo grupo de suelos más común, en el área de estudio. Poseen muy débil a ningún desarrollo evolutivo. Ocurren en paisajes de plateau, montañas, lomeríos y planicies. Se han originado a partir de rocas pertenecientes de la provincia geológica de Imataca, Cuchivero y Formación Mesa; así como, sedimentos recientes. Por lo general, muestran texturas livianas; en ocasiones de medianas a pesadas; comúnmente no hay desarrollo de estructuración pedogénética (grano simple). Tiene muy baja fertilidad natural. El drenaje es algo excesivo a excesivo, tornándose pobremente drenado hacia las áreas depresionales (CVG-TECMIN C.A. 1991).

En el área de estudio se observan regolitos, suelos arcilloso y arenoso del orden de los Ultisoles (figura 2.4).



Figura 2.4 Regolitos, suelos arcillosos y arenosos.

2.3.5 Hidrografía

En área de estudio se encuentra pequeños surcos intermitentes de agua que discurren la penillanura del cerro con poca pendiente parcialmente cubierta por vegetación en varios tramos llamados vegas (figura 2.5).



Figura 2.5 vegas presentes en el área.

2.4 Geología regional

El área de estudio se encuentra enmarcada en el Escudo de Guayana, el cual se extiende al Sur del Rio Orinoco y limita al Oeste con Colombia por los Ríos Orinoco, Atabapo, y Guainía - Negro; al sur con Brasil en Cocuy, Neblina, que son las cabeceras de los Ríos Orinoco, Ventuari y la Gran Sabana con la Sierra Pacaraima, y al este con la zona en Reclamación con los Ríos Venamo y Cuyuní, cubriendo casi el 50 % de la superficie de Venezuela (Mendoza, V. 2012).

Fisiográficamente en el Escudo de Guayana se diferencia varias provincias:

a. La provincia norte con la cobertura Cuaternaria de la Formación Mesa que bordea todo el curso norte del Rio Orinoco hasta la zona Deltaica, con altura por debajo de los 150 M.S.N.M (Mendoza, V. 2012).

b. La provincia Geológica de Imataca, caracterizada por filas alargadas de Cuarzitas Ferruginosas, tipo Cerro Bolívar y Gneises Cuarzo - Feldespático, Anfibolítico y Granulítico, Migmatitas, Charnockitas, y algunos Mármoles Dolomíticos del Complejo de Imataca, que ocupa zona montañosa con alturas superiores a los 400 M.S.N.M (Mendoza, V. 2012).

c. Luego se encuentra la Provincia Geológica de Pastora, con sabanas largas ocupadas por Granitos del Complejo de Supamo, y filas largas y estrechas con altura por debajo de los 500 m.s.n.m. , tipo cinturones verdes del Súper Grupo Pastora, y de filas más anchas y más bajas de cinturones verdes, más jóvenes del Grupo Botanamo, las mayores alturas se localiza en pequeños plateaux de diabasas, con núcleos de rocas graníticas como en el dique Anular de Nuría, con alturas superiores a los 500 m.s.n.m (Mendoza, V. 2012).

d. La provincia Geológica de Roraima, al sur de la cabecera del Rio Cuyuní, alcanza grandes áreas planas altas; la cual se denomina Gran Sabana, formada por arenisca feldespática del Mesoproterozoico con alturas de 1500 a 950 m.s.n.m., desde Luedpa hasta Santa Elena del Uairén, culminado por tepuys o mesa altas ortocuarzitas sedimentarias del Grupo Roraima, con innumerables y bellos tepuys como el Roraima, Auyantepuy, Chimantá, y hacia Amazonas los tepuys de El Pañuelo, Cuaao, Autana, Parú, Duida y Marahuaca entre otros, con alturas que van en Roraima por el orden de hasta 2000 m.s.n.m., y en la Marahuaca hasta los 3400 m.s.n.m (Mendoza, V. 2012).

e. En la parte oeste del Estado Bolívar y Amazonas, predominan las rocas riolíticas y granitos que forman filas alargadas como la de Caicara - Santa Inés y grandes batolitos como la de Santa Rosalía, el Parguaza, Parú, etc. Particular fisiografía muestra la Provincia del Casiquiare, en Amazonas, casi planas con alturas

por debajo de los 200 m.s.n.m., constituidas por rocas graníticas similares a las del Complejo del Supamo de la parte Oriental del Escudo, excepto por algunos granitos intrusivos como de Solano, San Carlos y Cocuy, tipo granitos Rapakivi o anarogénicos y rocas gabroides tectonizadas (Mendoza, V. 2012) (figura 2.6).

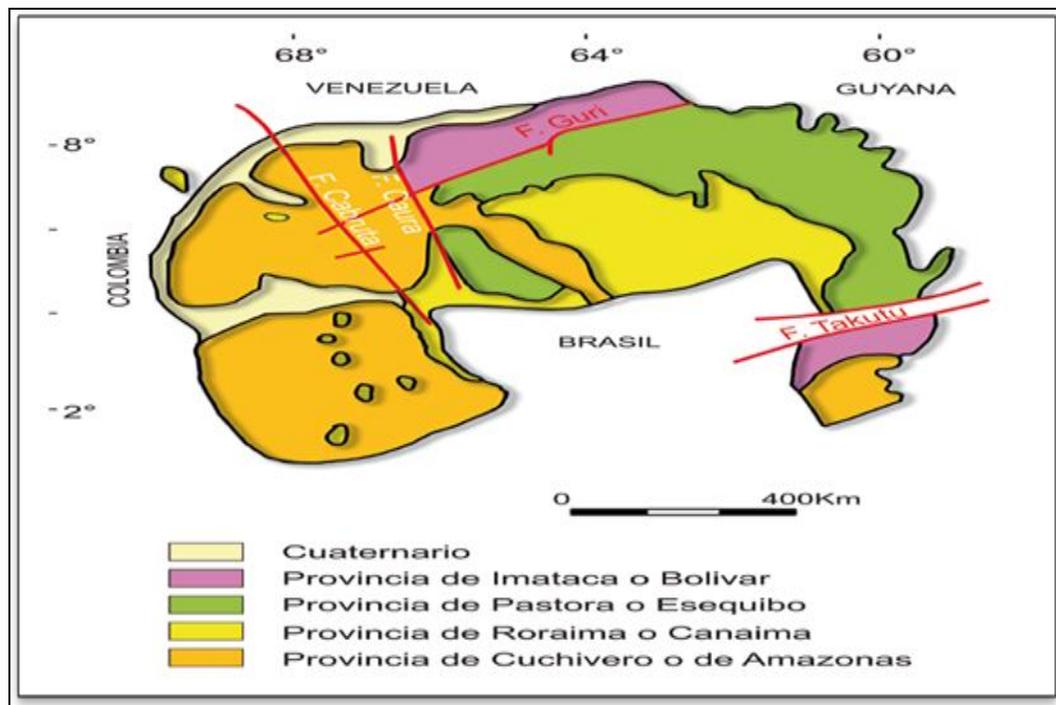


Figura 2.6 Provincias Litotectónicas del Escudo de Guayana (Mendoza, V. 2012).

2.5 Geología local

2.5.1 Provincia de Imataca

El Complejo Geológico de Imataca se extiende en dirección SW-NE, desde las proximidades del Rio Caura hasta el Delta del Orinoco y en dirección NW-SE, aflora desde el curso del rio Orinoco hasta la falla de Gurí por unos 550 km a 80 km respectivamente (Mendoza, V. 2012).

Litológicamente la provincia de Imataca está formada por gneis graníticos y granulitas félsicas (60%-75%), anfibolitas y granulitas máficas y hasta ultramáficas (15% a 20%) y cantidades menores y complementarias de Formaciones Bandeadas de Hierro (BIF), dolomitas, charnoskitas, anortositas y granitos intrusivos más jóvenes y remanentes erosionales de menor grado metamórfico y más jóvenes CRV – TTG gnéisicos (El Torno – Real Corona). El metamorfismo registrado en estas rocas decrece desde la Mina de hierro de El Pao, con granulitas de dos piroxenos en charnockitas, anortositas y granulitas máficas y hasta ultramáficas (que sugieren temperaturas de 750°C - 850°C y moderadas a elevadas presiones de 8 a 8.5 Kbs, equivalentemente a menos de 30 Kilómetros de presión de roca), hacia la zona de Gurí, con anfibolitas, granulitas y migmatitas, rocas graníticas con granate-cordierita-sillimanita (que implican temperaturas de 650°C - 700°C y presiones de 4 a 7 Kbs, o sea menores de 20 Kilómetros de espesor de rocas) (Mendoza, V. 2012).

Estas rocas de alto grado metamórfico se interpretan (Mendoza, V. 1.975) como evolucionadas primitivos CRV y complejos graníticos, potásicos y sódicos, varias veces tectonizados y metamórfizados hasta alcanzar las facies anfibolitas y granulitas en la colisión de microcontinentes y sufrir luego parcialmente metamorfismo retrógrado, registrando toda la historia evolutiva del escudo.

La provincia de Imataca registra seis o más dominios tectónicos, separados entre sí por grandes fallas tipo corrimientos. Internamente el plegamiento es Isoclinal con repliegamiento más abierto. En la parte Norte, los pliegues tienen rumbos NW mientras que en la parte sur la tendencia dominante de los pliegues es N60-70E que es la que predomina regionalmente, es decir aproximadamente paralelas a la Falla de Gurí.

Ascanio, G. (1975) postulo que parte, al menos, del Complejo de Imataca está formado por varias fajas tectónicas que representan micro continentes que por deriva chocaron unos con otros con obducción, quedando separados entre sí por grandes corrimientos. Ascanio denominó a estas fajas como la de La Encrucijada, Ciudad Bolívar, Santa Rosa, La Naranjita, La Ceiba, Laja Negra y Cerro Bolívar (figura 2.7).

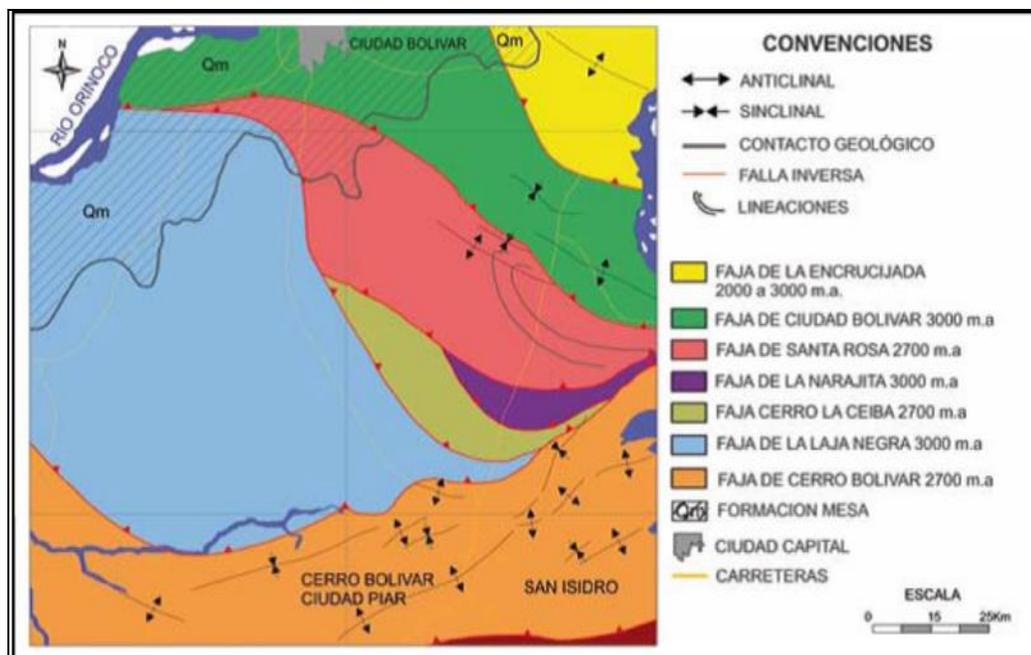


Figura 2.7 Complejo de Imataca en los alrededores del Cerro Bolívar (Ascanio, 1975).

2.5.2 Formación Mesa

Hacia la parte Norte de la zona de estudio se observaron los sedimentos recientes del período Cuaternario, pertenecientes a la Formación Mesa, estos sedimentos recientes ocupan el 40% de la superficie de la zona estudiada y se extienden por los llanos centros – orientales (estado Guárico, Anzoátegui, Monagas); sin embargo se encuentran algunos afloramientos recientes en el estado Sucre y constituye una faja al Norte del estado Bolívar, paralelo al río Orinoco.

En el estado Bolívar la Formación Mesa suprayace, en posición discordante y sobre una superficie irregular, a las rocas del Complejo geológico de Imataca. Según (C.V.G. TECMIN, 1991), es posible que el río Orinoco fluyera sobre el nivel elevado de las planicies (Formación Mesa) para la época del máximo relleno, pero luego al cambiar los factores que causaron la colmatación, se produjo una incisión hasta volver a discurrir por el sustrato geológico cristalino (Complejo de Imataca). Antes del terciario, probablemente el río Orinoco no surcaba el espacio en referencia, pues se supone que desemboca en el mar Caribe, el levantamiento de los sistemas andinos y costeros influyeron para que deriva hacia el noreste del país.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes o estudios previos

No existen antecedentes previos de esta zona de estudio, que estén publicados actualmente, razón por la cual esta investigación puede considerarse como datos previos en el área. A continuación se citan los siguientes estudios, que han desarrollado una metodología similar a la que se empleó en este trabajo de grado:

Forero, A. y Ruiz, J. (2015) desarrollaron un trabajo de grado titulado: **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CACHIPO, SECTOR BONGO, VÍA AUTOPISTA CIUDAD BOLÍVAR-PUERTO ORDAZ, ESTADO BOLÍVAR”**, los cuales tuvieron como uno de sus objetivos específicos caracterizar petrológicamente los afloramientos de rocas presentes para determinar su litología, realizaron análisis en laboratorios y caracterización de los sedimentos de la cuenca del río Cachipo, así como también cartografiar las unidades geológicas y estructuras geológicas de los afloramientos rocosos en la cuenca de río Cachipo, todo esto con el fin de tener información geológica de tipo estructural, petrológica, y sedimentológica del área de estudio, teniendo como conclusiones que en el área de estudio se encuentran presentes tres unidades geológicas: Formación Mesa, Complejo de Imataca y aluviones recientes. La Formación Mesa es la unidad con mayor extensión en el área de estudio y su litología está representada, en la zona de estudio, por arenas conglomeráticas, arenas medias y gruesas ferruginosas, arenas arcósicas, o cualquier combinación entre ellas; el afloramiento correspondiente al Complejo de Imataca, se determinaron rocas del tipo gneises con mayor cantidad de feldespatos potásicos y cuarzo, con un cierto grado de meteorización y charnoskita con mayor cantidad de plagioclasas y minerales

ferromagnesianos. Este trabajo de grado tiene en común con el actual la metodología para la caracterización de los afloramientos rocosos, las zonas de estudios corresponden al municipio Heres, las salidas de campo para las tomas de muestras y observación directa en la zona de estudio, así como también, la caracterización petrológica de las rocas mediante análisis macroscópico para determinar su litología.

3.2 Definición de términos básicos

3.2.1 Afloramientos rocosos

Para Dávila, J. (2011) son todo tipo de roca, mineral (filones, vetas), agua, etc. que se observa en la superficie terrestre. Generalmente las rocas se hallan cubiertas por los materiales descompuestos y el trabajo de campo por la búsqueda de los afloramientos constituye una de las principales tareas de los geólogos.

Tarback, E. y Lutgens, F., (2005) expresan que cuando una masa de roca de la corteza está expuesta, es decir, no cubierta por un suelo, se denomina afloramiento.

3.2.2 Estructuras geológicas

Las estructuras geológicas determinan el desarrollo del relieve terrestre, ejemplo de ello se aprecia en las formas topográficas, las cuales se presentan como manifestaciones directas de las mismas en un área determinada, donde las masas de roca poseen algunas características o aspectos que constituyen una estructura (Geología de Venezuela, 2011).

3.2.3 Unidades litoestratigráficas

Una unidad litoestratigráfica son cuerpos constituidos por rocas sedimentarias, ígneas extrusivas, metasedimentaria o metavolcanicas, el cual es distinguido y delimitado con base en las características litológicas y posición estratigráficas (Gonzales, D. y Hernández, C. 2003).

3.2.4 Análisis geoquímico

Es importante señalar que, el análisis de rocas y minerales podría aparecer como una simple aplicación de análisis inorgánico. Sin embargo, el desarrollo de metodologías analíticas en este campo implica un conocimiento muy completo sobre las propiedades fisicoquímicas y geoquímicas del elemento a analizar y la naturaleza de la matriz, la cual en la mayoría de los casos es bastante compleja, El análisis químico de rocas puede dividirse en tres grandes secciones (Velasco, F. 1996).

Análisis de elementos mayores (Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K y P), cuya composición se expresa como un porcentaje en peso de su óxido más común. En ocasiones, se reportan datos de Fe total y Fe+2 por separado. Adicionalmente, junto a estos elementos se reportan H₂O +, H₂O~, CO₂, o pérdida por ignición (loss on ignition, LOI) (Velasco, F. 1996).

Análisis de elementos traza, constituyentes que presentan una concentración que se expresa en ppm (partes por millón) o ppb (partes por billón). Entre los más frecuentemente analizados se encuentran Rb, Sr, Ba, Y, Zr, Nb, Ga, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, lantánidos (La-Lu), Cs, Be, Th, U, Ag, B, Sn, Pb, As, Sb, Se, Te, Hg, Mo y Bi; con un menor frecuencia son determinados elementos del grupo del Pt y Au (Velasco, F. 1996).

Análisis isotópico, encaminado a establecer las relaciones de abundancia de núclidos importantes existentes en la roca. Estas relaciones tienen aplicación en (a) geocronología, como la relación $40\text{K}/40\text{Ar}$ (Geyh y Schleicher, 1990), ó (b) petrología, como la relación $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ (Velasco, F. 1996).

3.2.5 Mapa geológico

En un mapa geológico se representan las características geológicas de una región o área (una parte de la superficie terrestre) a una determinada escala, utilizando una proyección establecida y una superficie de referencias que generalmente es un plano. El levantamiento comprende todas las operaciones que se realizan, aplicando métodos y técnicas para efectuar mediciones que permitan definir las posiciones de puntos característicos del terreno para representarlos en un mapa (Pettijohn, 1976).

3.2.6 Rocas Metamórficas

Se originan de las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas ya existentes, sobre las cuales el aumento de la temperatura y la presión crea condiciones de metamorfismo. Se clasifican dependiendo del tipo e intensidad del metamorfismo, así como de la textura de las rocas. De esta forma tenemos filitas, pizarras, esquistos, gneises, metaconglomerados, mármoles, entre otras (Méndez, J. 2006).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DEL TRABAJO

4.1 Tipo de investigación

Son dos los factores que influyen en que una investigación se inicie como exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa: el estado del conocimiento en el tema de investigación que nos revele la revisión de la literatura y el enfoque que el investigador pretenda dar a su estudio (Hernández y otros, 1991).

4.1.1 Investigación Descriptiva

Para Arias, F. (2006) “la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en el nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”.

El proyecto se basará en una investigación del tipo descriptivo, ya que guarda relación con el objetivo general ya plantado, que consistirá en caracterizar desde el punto de vista geológico, las rocas de la Provincia Geológica de Imataca, tal cuál y como se encuentran en su ambiente natural, existentes en el afloramiento rocoso en un área localizada, de la carretera vieja Ciudad Bolívar-Puerto Ordaz, específicamente en el km 58, del municipio autónomo Caroní, Ciudad Bolívar, estado Bolívar, delimitado por las coordenadas: A (E 497.120 – N 902.583), B (E 498.820 – N 902.583), C (E 497.120 – N 904.320), D (E 498.820 – N 904.320), con fines científicos y geológicos para el estudio de los minerales no metálicos que se encuentran en las zonas de interés .

4.2 Diseño de la investigación

Así mismo Arias, F. (2006) “señala que el diseño de la investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental”.

4.2.1 Investigación documental

“La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos” (Arias, F. 2006).

4.2.2 Investigación de campo

Arias, F. (2006) “expresa que la investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental”.

El proyecto se basará en conocer las características geológicas del sitio, toma de muestra de rocas en su ambiente natural perteneciente al Complejo Geológico de Imataca, para su posterior estudio y análisis, también se buscará información referente al tema de estudio, en diferentes fuentes tales como: libros, trabajo de grado, publicaciones en internet, etc. Por tanto, el diseño de investigación es documental y de campo.

4.3 Población de la investigación

Según Arias, F. (2006), “La población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”.

Para el estudio de este trabajo, la población o universo, estarán representados por los distintos afloramientos o unidades litológicas que conforman el complejo geológico de Imataca en un área localizada, Carretera vieja Ciudad Bolívar-Puerto Ordaz, específicamente en el km 58, del municipio autónomo Caroní, Ciudad Bolívar, estado Bolívar, delimitado por las coordenadas: A (E 497.120 – N 902.583), B (E 498.820-N 902.583), C (E 497.120 - N 904.320), D (E 498.820 - N 904.320).

4.4 Muestra de la investigación

Arias, F. (2006), expresa que “la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”.

En este estudio se estima que la muestra estará representada por siete (7) fragmentos de rocas extraídos de las unidades litológicas que afloran en el área de estudio, de los cuales se escogieron para analizar cuatro (4), y determinar su composición geoquímica.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.5.1 Técnicas de recolección de datos

“La aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser guardada en un medio material de manera que los datos puedan ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente. A dicho soporte se le denomina instrumento” (Arias, F. 2006).

Las técnicas de recolección de datos se realizarán mediante:

- a) las revisiones bibliográficas con el fin de recopilar información referente al tema o estudios con metodologías similares.
- b) la observación directa en el sitio de estudio.
- c) la asesoría académica brindada por nuestro tutor académico.

4.5.1.1 Análisis documental o revisión bibliográfica

En la revisión bibliográfica se buscará obtener información relacionada al tema o técnicas de desarrollo similares, para esto, se utilizan distintas fuentes de información, entre ellas: textos, fichas, revistas científicas, publicaciones en internet, tesis de grado, etc.

4.5.1.2 Observación directa

Para la observación directa en la zona de estudio se emplean instrumentos tales como: diario de campo, lápiz, grabadoras y cámaras fotográficas.

4.5.2 Instrumentos de recolección de datos

A continuación, se muestran los siguientes:

1. Vehículos.
2. Bolsas para muestras.
3. GPS (Sistema de Posicionamiento Global).
4. Brújulas.
5. Cámara fotográfica.
6. Tirro.
7. Marcador permanente.
8. Espátula.
9. Pala.
10. Pico.
11. Mandarria.
12. Machete.
13. Libretas de campo.

4.6 Etapas de la investigación

El desarrollo de la investigación involucró diferentes etapas las cuales son mostradas a continuación mediante un flujograma de actividades (Figura 4.1), posteriormente descritas.

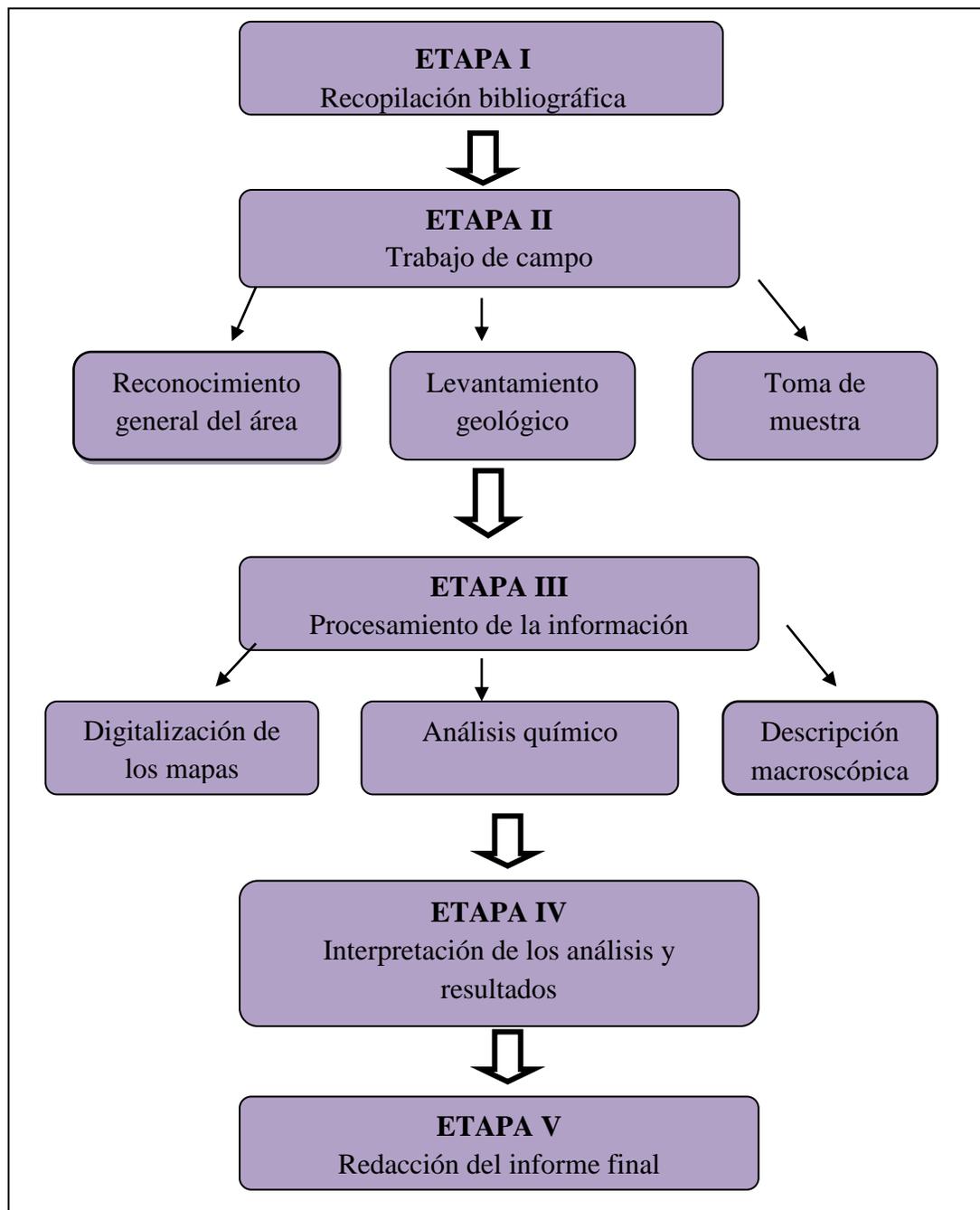


Figura 4.1 Flujo de actividades.

4.6.1 Etapa I Recopilación bibliográfica

Esta primera etapa se dividió en dos (2) fases: selección del área de estudio y recopilación e interpretación de la información bibliográfica.

4.6.1.1 Selección del área de estudio

Para determinar el área de estudio se tomaron en cuenta las características geológicas; estas presentan afloramientos rocosos que motivaron a su reconocimiento en el área comprendida en el Km 58 de la carretera Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz.

4.6.1.2 Recopilación e interpretación de la información bibliográfica

Esta etapa de la investigación consistió en recopilar, toda la información documental o bibliográfica sobre el área de estudio y sus alrededores; tomando en cuentas libros, tesis entre otros.

4.6.2 Etapa II Trabajo de Campo

Posterior a la recolección bibliográfica, se procedió a la visita de campo donde se realizó un reconocimiento del área de estudio, para ubicar y reconocer las litologías de zonas. Esto lo dividimos en tres (3) fases: reconocimiento general del área, levantamiento geológico y toma de muestra.

4.6.2.1 Reconocimiento general del área

Esta primera fase del trabajo de campo se fundamentó en reconocer y confirmar la información recolectada de los trabajos previos realizados en zonas cercanas al área de estudio, con el fin de poder describir el origen geológico de cada una de las

unidades litológicas del complejo geológico de Imataca en el área de estudio. Este reconocimiento se pudo llevar a cabo a través de caminos de tierra su vez subiendo el cerro donde afloran las unidades litológicas de la zona de estudio (Figura 4.2).



Figura 4.2 Reconocimiento del área de estudio.

4.6.2.2 Levantamiento geológico

En esta segunda fase se logró describir las unidades litológicas y las estructuras encontradas de la zona estudiada, con el fin de poder representar en un mapa geológico cada una de las unidades litológicas estudiadas de la zona de interés.

4.6.2.3 Toma de muestra

Durante el reconocimiento y descripción de las unidades litológicas, se realizó un muestreo para el posterior estudio químico (Tabla 4.1 y Figura 4.3), y toma de coordenadas UTM en varios puntos del afloramiento, a fin de representar las unidades litológicas en el mapa geológico; también se tomaron medidas de rumbo y buzamiento de filaciones y diaclasas en dichos afloramientos.

Tabla 4.1 Coordenadas de las muestras recolectadas

MUESTRA	COORDENADAS		ALTURA (M)
	E	N	
M-1 C2	498.101	903.353	235
M-2 C2	497.717	903.275	178
M-3 C2	498.015	903.282	229
M-4 C2	497.836	903.249	206
M-5 C2	497.314	903.495	174
M-6 C2	497.717	903.275	178
M-7 C2	497.554	903.376	121



Figura 4.3 Toma de muestra en el área de estudio.

4.6.3 Etapa III Procesamiento de la información

Esta etapa está comprendida por la elaboración del mapa geológico y análisis químicos de las muestras recolectadas.

4.6.3.1 Mapa Geológico

En esta etapa luego de tener todas las coordenadas con la ayuda del GPS terreno tanto del área como de las muestras recolectadas se procedió a la realización del mapa geológico con la ayuda del programa AutoCAD 2013 a escala 1:2500 (figura 4.4).

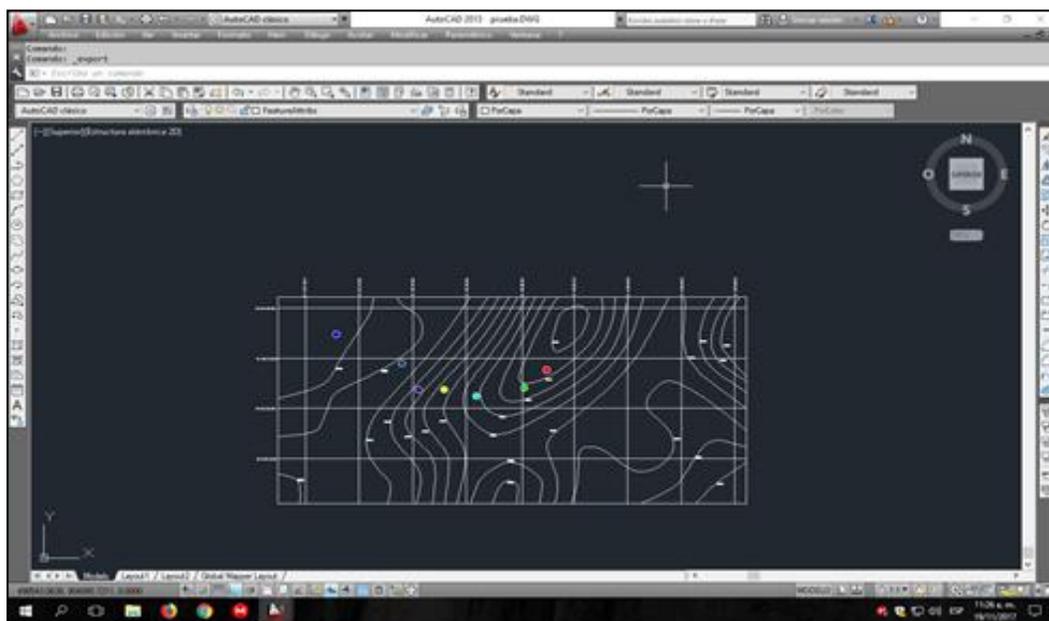


Figura 4.4 Capture de pantalla, elaboración de mapa mediante AutoCAD 2013.

4.6.3.2 Análisis químico

Los análisis químicos fueron realizados para las muestras M-1 C2, M-4 C2, M-7 C2, y obtener porcentaje de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , MnO_2 , P_2O_5 . Estos análisis fueron realizados en el centro de Geociencias en la Escuela de ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.

Para llevar a cabo los análisis, geoquímicos de las muestras recolectadas, se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica. En la espectrometría de absorción se pudo comparar la intensidad de la luz antes y después de una interacción de cada una de las muestras.

Las palabras transmisión y remisión se refiere a la dirección de viaje de los haces de luz medidas antes y después de la absorción.

Las descripciones experimentales por lo general asumen que hay una única dirección de incidencia de la luz sobre la muestra, y que un plano perpendicular a esta dirección pasa por la muestra. En la transmisión, la luz es dispersada desde la muestra hacia un detector en el lado opuesto de la muestra. En la remisión, la luz es dispersada desde la muestra hacia un detector en el mismo lado de la muestra.

4.6.3.3 Descripción macroscópica

La descripción macroscópica fue realizada para las muestras M-2 C2, M-3 C2 y M-4. Para dicha descripción las muestras fueron sometidas a una observación directa, con la utilización de una lupa, basándose en la determinación cualitativa y cuantitativa de la composición de dichas muestras, para así poder determinar su posible litología.

4.6.4 Etapa IV Interpretación de los análisis y resultados

Con base la información recolectada en campo, trabajos de grados, informes de investigación, excursiones de campo, etc.

asi como también de los resultados derivados de los análisis geoquímicos y de de su descripción macroscópica se realizó la redacción del trabajo y de su interpretación correspondiente según los objetivos.

4.6 .5 Etapa V Redacción del Informa final

Finalizadas todas las etapas anteriores en la investigación, requeridas para el desarrollo de este trabajo de grado, se procedió a la realización del informe final.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

5.1 Análisis de las unidades litológicas

Se hizo una descripción macroscópica en donde se seleccionaron tres (3) muestras: M-2 C2; M-3 C2 y M-5 C2, con la finalidad de conocer su contenido mineralógico por análisis macroscópico, pudiéndose apreciar lo siguiente:

5.1.1 Muestra M-2 C2 coordenadas 497717 E - 903.275 N; 178 M

En la muestra, se observa una composición de óxido de hierro y cuarzo, de un aspecto bandeado y foliado; definiéndola como una roca metamórfica de alto grado con granos de cuarzo recristalizados, que van de medio a fino. Los óxidos se puede apreciar por la presencia de hematita (como óxido primario) y su alteración a goethita. Posee planos de diaclasas y bandas de cuarzo de aproximadamente 2mm a 4mm de espesor, por lo tanto se estima que contiene un 40% de óxidos y un 60% de cuarzo, identificando ésta como una cuarcita ferruginosa (figura 5.1).



Figura 5.1 Muestra M-2 C2.

5.1.2 Muestra M-3 C2; coordenadas 498015 E – 903282 N 229 M

Es una roca foliada parcialmente meteorizada que posee planos de foliación, presenta hematita y goethita, con bandas de cuarzo de hasta 3mm intercaladas con bandas de óxido de hierro, también contiene planos de diaclasas con un 65% de cuarzo y 25% de óxido de hierro, valores que la acreditan como una cuarcita ferruginosa (figura 5.2).



Figura 5.2 Muestra M.3 C2.

5.1.3 Muestra M-4 C2 coordenadas 497314 E - 903495 N; 174 M

En esta también se aprecia la presencia de hematita pero alterada una parte en goethita y otra en limonita, por efecto de la meteorización a la cual fue expuesta; todas estas abarcando un 35% de su composición. Se visualizan bandas de cuarzo de 1mm a 3mm de espesor formando parte de un 65% del total de la muestra. Definiéndola como cuarcita ferruginosa (figura 5.3).



Figura 5.3 Muestra M-4 C2.

Basándonos en la descripción macroscópica conjunto a los análisis químicos realizados en las muestras recolectadas, al comparar ambos resultados se puede decir que los altos porcentajes de sílice corresponden a la mineralogía expresada como cuarzo y los porcentajes de óxidos corresponden a la mineralogía de la hematitas, goethitas y limonitas presentes en las rocas, lo que indica que el afloramiento está constituido por cuarcita ferruginosa en su totalidad. Figura 5.4, Anexo 1.

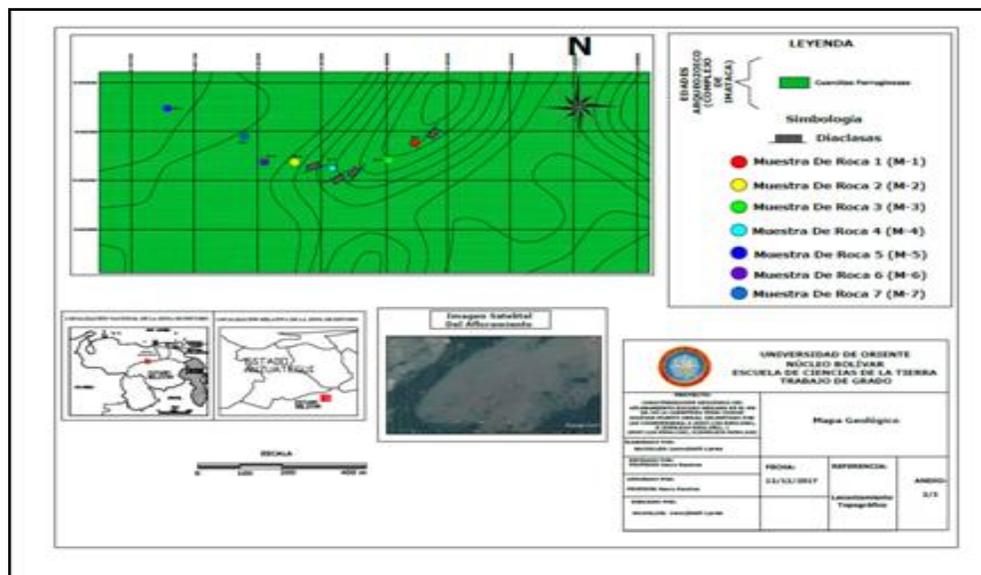


Figura 5.4 Mapa Geológico.

5.2 Identificación las unidad Geológica

Se pudo identificar el Complejo de Imataca como la unidad litodémica presente en el área de estudio, constituida por cuarcita ferruginosa, las cuales se hallan parcialmente meteorizadas y afectadas por varias estructuras; esto debido a que ocupa zonas montañosas y tienen por debajo contactos con gneises graníticos todos pertenecientes a la Provincia Geológica de Imataca.

5.3 Análisis geoquímico de las muestras

En el análisis químico realizado para las muestras M-1, M-4, M-7; se puede apreciar entre los porcentajes de óxido de hierro el valor más alto es de un 33.87% el cual se encuentra en la muestra M-1, mientras que entre los porcentajes de óxido de Sílice es de un 68,17%, el cual fue obtenido en la muestra M-7; esto indica que es una mena de hierro de bajo tenor, debido a que el proceso de enriquecimiento supergénico no actuó de manera efectiva para formar menas de alto tenor. Los valores de cada muestra son reportados en la (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Resultados de los análisis químicos de las muestras.

Muestra	Valores químicos (%)									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO ₂	P ₂ O ₅
M-1	63.15	0.93	33.87	0.09	0.35	0.05	0.09	0.03	0.07	0.09
M-4	67.34	0.62	29.41	0.10	0.23	0.05	0.12	0.05	0.06	0.06
M-7	68.17	1.16	28.18	0.08	0.23	0.05	0.08	0.01	0.05	0.05

5.4 Descripción del mapa topográfico y modelado del área de estudio

Se observa parte del relieve de sierras constituidas por las cuarcitas ferruginosas resistentes a la meteorización física y química, en contraste con los gneis graníticos y granulitas que afloran en las cercanías del área de estudio, que constituyen la llanura de erosión o penillanura circundantes al área de estudio (Figura 5.6 y Anexo 2).

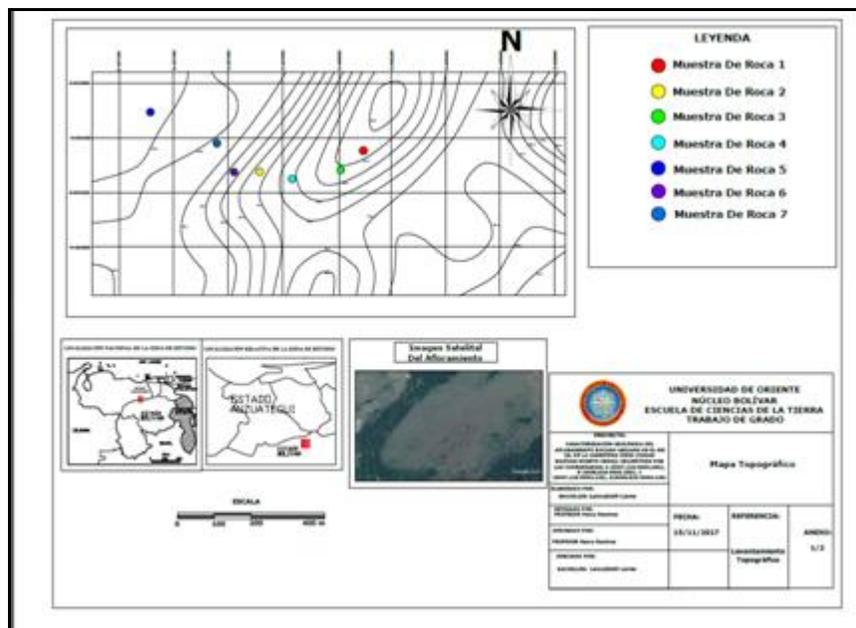


Figura 5.5 Mapa topográfico.

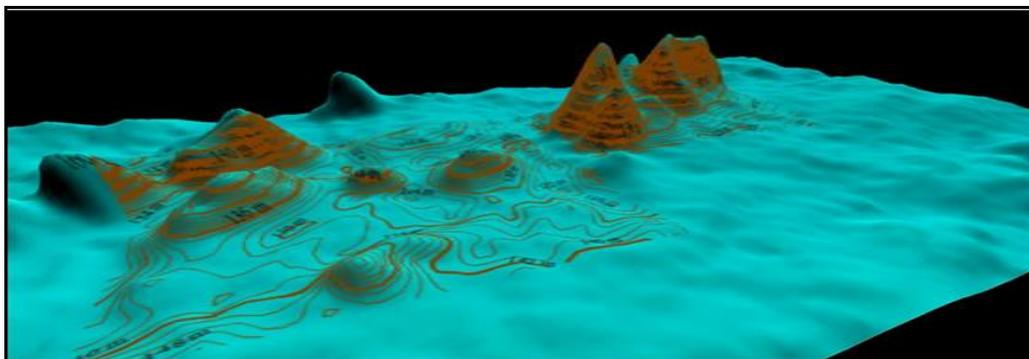


Figura 5.6 Modelado del área del estudio.

5.5 Identificación de las estructuras geológicas

En el afloramiento se identificaron dos tipos de estructuras las cuales son:

Foliaciones, una foliación en la cual se aprecia la disposición en láminas que se forma en la roca debido a las grandes presiones a la cual fue sometida durante el proceso de metamorfismo que sufrió, posee un rumbo N50°E Y un buzamiento 50°NW (Figura 5.7).



Figura 5.7 Foliación con Rumbo N50°E y Buzamiento 50°NW

También se pudo apreciar una foliación de rumbo N10°E y buzamiento 24°SE (Figura 5.8).



Figura 5.8 Foliación de cuarcita rumbo N10°E y buzamiento 24°SE

Se pudieron observar varias diaclasas en el área en las cuales se puede apreciar la fractura de la mismas con rumbo N55°E y buzamiento 70°SE, y otra con rumbo S70°W (Figura 5.9 y 5.10).



Figura 5.9 Diaclasa Rumbo N55°E y un buzamiento de 70°SE.



Figura5.10 Diaclasa con rumbo S70°W.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. En el área de estudio la roca aflorante son Cuarcitas Ferruginosas.
2. La unidad estratigráfica aflorante en el área es el Complejo de Imataca, la Provincia Geológica de Imataca.
3. Las rocas del área muestran un porcentaje de sílice en un rango de 63,15% a 68,17% y óxidos de hierro como el segundo componente más importante en un rango de 28,18% a 33,87%.
4. En cuanto a la mineralogía de las rocas estas presentan alternancias de cuarzo 60% - 65% y óxidos de hierro, hematita y goethita, 25% - 40%, en una textura bandeada.
5. El área exhibe un relieve de sierras, debido a las mayores resistencias a la meteorización de las cuarcitas ferruginosas cuyas cotas oscilan entre 210mts y 120mts, lo cual se aprecia en el mapa topográfico y el modelado 3D del terreno.
6. Las estructuras identificadas en el afloramiento son dos diaclasas con rumbo N55°E y un buzamiento 70°SE la otra con rumbo S70°W, Foliaciones con rumbo N50°E y un buzamiento 50°NW y N10°E y buzamiento 24°SE.

Recomendaciones

1. Hacer un estudio de los afloramientos cercanos al área de estudio para así saber si existen más menas de cuarcita ferruginosa para su posible explotación.
2. Realizar un estudio de las rocas graníticas para su posible uso ornamental y también como piedra picada para la construcción.
3. Elaborar un plan de exploración, explotación y procesamiento con un estudio de factibilidad técnico, económico y ambiental, para determinar la variabilidad

REFERENCIAS

Arias, Fidas G. (2006) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA**. Caracas-Venezuela, Editorial Episteme C.A., 5° Edición, pp 27-83.

Ascanio, G. (1975) **EI COMPLEJO DE IMATACA EN LOS ALREDEDORES DEL CERRO BOLÍVAR, VENEZUELA**. En conf. Geol. Interguiana. 10 Th Belum. Brazil. Mem. pp 181 -197.

Corporación Venezolana de Guayana - Técnica Minera, C. A. (C.V.G. TECMIN C.A.). (1991) **INFORME DE AVANCE NB-20-4. CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS, VEGETACIÓN**. Gerencia de Proyectos Especiales. Proyecto Inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana (P.I.R.N.R.G.), Ciudad Bolívar, Venezuela. Tomo I, p 1-73.

Dávila, J. (2011) **DICCIONARIO GEOLÓGICO**. Ingemmet, Perú. pp 672.

Forero, A. y Ruiz, J. (2015) **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CACHIPO, SECTOR BONGO, VÍA AUTOPISTA CIUDAD BOLÍVAR-PUERTO ORDAZ, ESTADO BOLÍVAR**. Universidad de Oriente, Núcleo de Bolívar, Escuela de Ciencias de la Tierra, Departamento de Geología.

Geología de Venezuela (2011) **ESTRUCTURAS GEOLOGICAS**. 17 de Febrero 2017. [<http://geologiavenezolana.blogspot.com/2011/06/estructuras-geologicas.html>].

Gonzales. D. y Hernández, C. (2003). **ESTRATIGRAFIA**, Madrid, Facultad de Ciencias Geológicas.

Hernández, Roberto., Fernández, Carlos., Baptista, Pilar. (1991) **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**. Naucalpan de Juárez-México, McGraw-Hill Interamericana De México, S.A. de C.V. pp.

Mendoza, V. (2012) **GEOLÓGIA DE VENEZUELA, EVOLUCIÓN GEOLÓGICA, RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA Y REVISIÓN DEL PRECAMBRICO A NIVEL MUNDIAL**, Gran Colombia Gold Corp. Bogotá, Abril 2012.

Méndez, J. (2006). **PETROLOGÍA, AMBIENTES SEDIMENTARIOS PDVSA INTEVEP FACULTAD CIENCIAS U.C.V.** Caracas- Venezuela, 1 era edición.

Pettijhon F., J. (1976) **ROCAS SEDIMENTARIAS**. Edición EUDEBA. Tercera Edición, Buenos Aires Argentina. Pp 250-260.

Silva, Jesús A. (2010) **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION ELEMENTOS BASICOS**. Caracas-Venezuela, Editorial Litho-Tip, C.A, pp 20-21.

Tarback, Edward J., Lutgens, Frederick K. (2005) **CIENCIAS DE LA TIERRA INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA FÍSICA**. Pearson Prentice Hall, Madrid-España, 8°ed, pp108.

Velasco, Fernando (1996) **ASPECTOS BASICOS DE EL ANALISIS DE MATERIALES GEOLOGICOS**. Tesis de grado. Monterrey, N.L. pp 2-3.

APÉNDICES

APÉNDICE A
ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS MUESTRAS

A.1 Resultado del análisis químico de las muestras.

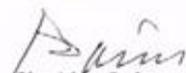


UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NUCLEO DE BOLIVAR – ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA
CENTRO DE GEOCIENCIAS

Solicitante: LEOXYBETH LARES
 Lugar: Km 58 Vía Ciudad Bolívar Pto Ordaz, Carretera Vieja
 Fecha: 21 / Julio/ 2017

ANALISIS QUIMICO DE ROCAS

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO ₂	P ₂ O ₅
M-1 C2	63.15	0.93	33.87	0.09	0.35	0.05	0.09	0.03	0.07	0.09
M-4 C2	67.34	0.62	29.41	0.10	0.28	0.05	0.12	0.05	0.05	0.06
M-7 C2	68.17	1.16	28.18	0.08	0.23	0.05	0.08	0.01	0.05	0.05
Unidades	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%


 Qlm. Isidro Farías

Analista Centro de Geociencias

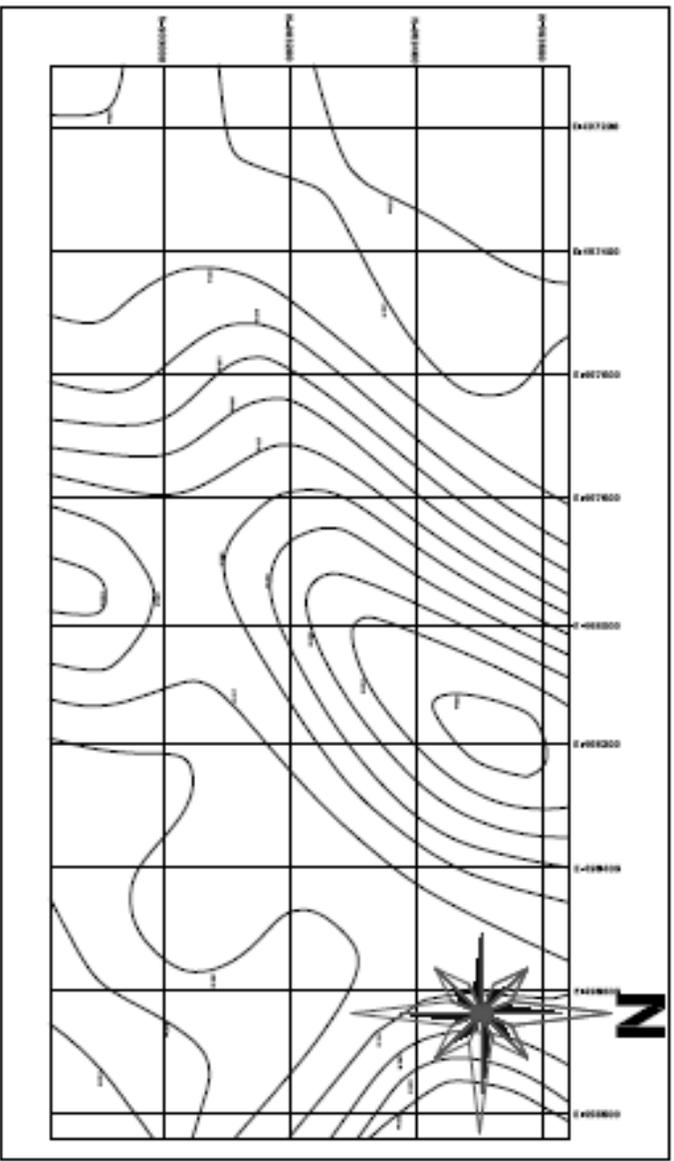

 Prof. Francisco Montenegro

Director de la Escuela Ciencias de la Tierra

DEL PUEBLO VENIMOS / HACIA EL PUEBLO VAMOS

Calle san Simón, Campo Universitario J.N.Perfeti-la sabanita-Ciudad Bolívar

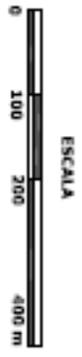
ANEXOS



LEYENDA



Curvas de Nivel



		UNIVERSIDAD DE ORIENTE NÚCLEO BOLÍVAR ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA TRABAJO DE GRADO	
PROYECTO			
CARACTERIZACIÓN geológica del AFRQUESTRUERO SECTOR URBANO EN LA DEPENENCIA DEL KM. 26. 04 E. MANOIRA DEPENDENCIA DE LA CARRETERA VÍA AL CUMANA DEPARTAMENTO GUAYAS			
ELABORADO POR: MACHILLER, Leonardo Lázaro		Mapa Topográfico	
REVISADO POR: PROMOTOR: Henry GARCIA	FECHA: 12/04/2018	REFERENCIA: Levantamiento Topográfico	ANEXO: 1/2
APROBADO POR: PROMOTOR: Henry GARCIA			
OTORGADO POR: MACHILLER, Leonardo Lázaro			

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL AFLORAMIENTO ROCOSO UBICADO EN LA ADYACENCIA DEL KILOMETRO 58 EN EL MARGEN IZQUIERDO DE LA CARRETERA VIEJA CIUDAD BOLÍVAR-PUERTO ORDAZ
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
LARES GARCIA LEOXYBETH DE LOS ANGELES	CVLAC	19.730.116
	e-mail	leoxybetlares@gmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

CARACTERIZACION GEOLOGICA
FOLIACION
DIACLASA
RUMBO
BUZAMIENTO
KILOMETRO 58

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sub-líneas de investigación:

Área	Sub-área
CIENCIAS DE LA TIERRA	INGENIERIA GEOLOGICA

Resumen (abstract):

Este trabajo de grado tiene como objetivo principal caracterizar geológicamente el afloramiento rocoso ubicado en el km 58 de la carretera vieja Ciudad Bolívar-Puerto Ordaz, para llevar a cabo este estudio se obtuvo información de trabajos cercanos a la zona ,posteriormente se realizó la salida a campo donde se hizo el reconocimiento geológico de las unidades presentes y se tomaron siete (7) muestras de rocas para su análisis químico y su descripción e identificación macroscópica ,se tomaron coordenadas y estructura de la zona para la realización de los mapas para así poder explicar su geología y geomorfología. Basándose en la descripción macroscópica se puede resumir que la mayoría de las muestras contienen hematita y goethita, con porcentajes de cuarzo altos y comparándola con los resultados de los análisis químicos se concluye que los altos porcentajes de sílice corresponden a una mineralogía que se expresa en cuarzo y los porcentajes de óxidos corresponden a la hematita goethita y limonita presentes en la roca. Se evidencia que el afloramiento está compuesto por cuarcitas ferruginosas pertenecientes al Complejo de Imataca. El relieve se constituye de sierras formadas por cuarcitas ferruginosas resistentes a la meteorización física y química a diferencia de los gneises que están en las cercanías del afloramiento rocoso que constituyen peniplanicies. En el área de estudio se identificaron tres (3) tipos de estructuras entre las cuales se encuentran foliaciones con rumbo N50°E y un buzamiento 50°NW y N10°E y buzamiento 24°SE, dos familias de diaclasas, de rumbo N55°E y buzamiento 70°SW, y otra con rumbo S70°W.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
HENRY RAMIREZ	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	15.252.557
	e-mail	tesisudohr@gmail.com
	e-mail	
JACQUES EDLIBI	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	12.189.882
	e-mail	jacquesedlibi@hotmail.com
	e-mail	
ENRIQUE ACOSTA	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	5082874
	e-mail	Acosta.enrique176@gmail.com
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2018	04	09
-------------	-----------	-----------

Lenguaje Spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
Tesis-.Doc
CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL AFLORAMIENTO ROCOSO UBICADO EN LA ADYACENCIA DEL KILOMETRO 58 EN EL MARGEN IZQUIERDO DE LA CARRETERA VIEJA CIUDAD BOLÍVAR-PUERTO ORDAZ.doc

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: Investigación Preliminar
(Opcional)

Temporal: (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Geólogo

Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-Grado

Área de Estudio:

Ingeniería Geológica

Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR Mazley
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,


JUAN A. BOLAÑOS CUVELO
Secretario

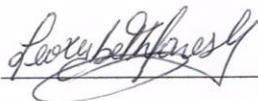


C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."



AUTOR 1



AUTOR 2



TUTOR