

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



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS  
AFLORAMIENTOS ROCOSOS, CON FINES ORNAMENTALES,  
UBICADOS EN EL HATO EL NOVILLO, MUNICIPIO  
ANGOSTURA, ESTADO BOLÍVAR.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO  
POR LOS BACHILLERES JOSE GREGORIO  
RUIZ ORTEGA Y STHEFANY DE LA CARIDAD  
URBANEJA MADARNÁS PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE GEÓLOGO E INGENIERO  
GEÓLOGO RESPECTIVAMENTE.**

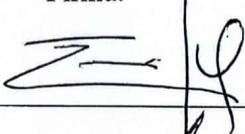
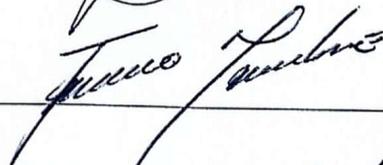
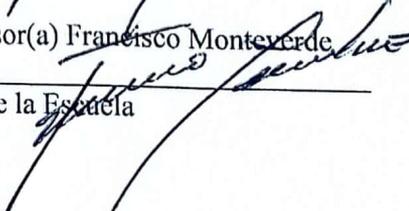
**CIUDAD BOLÍVAR, JUNIO DE 2024**



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

**ACTA DE APROBACIÓN**

Este trabajo de grado, titulado "CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS AFLORAMIENTOS ROCOSOS, CON FINES ORNAMENTALES, UBICADOS EN EL HATO EL NOVILLO, MUNICIPIO ANGOSTURA, ESTADO BOLÍVAR," presentado por los bachilleres **JOSE GREGORIO RUIZ ORTEGA**, portador de la cedula V-25.036.735 y **STHEFANY DE LA CARIDAD URBANEJA MADARNÁS**, cedula V-26.360.527 como requisito parcial para optar al título de Geólogo e Ingeniero Geólogo respectivamente, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:	Firma:
Profesor Enrique Acosta _____ (Asesor)	 _____
Profesor(a) <i>Rosario Rivadulla</i> _____ (Jurado)	 _____
Profesor(a) <i>Francisco Monteverde</i> _____ (Jurado)	 _____
Profesora Berenice Sandoval _____ Jefe del Departamento de Ing. geológica	Profesor(a) Francisco Monteverde  _____ Director de la Escuela
Ciudad Bolívar _____ de _____	2024

## DEDICATORIA

Quiero dedicar mi tesis con todo mi amor y cariño a las siguientes personas y entidades:

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y por darme la salud necesaria para lograr mis objetivos. Su infinita bondad y amor han sido fundamentales en este camino.

A mi amada crazy family, quienes han sacrificado tanto y han demostrado un gran esfuerzo, fe y confianza en mí. Han apoyado mi carrera y han creído en mi capacidad, a pesar de los momentos difíciles que hemos atravesado. Siempre me han brindado su comprensión, cariño y amor. A mi pequeña enana, Juliana Isabel Urbaneja Madarnás, quien ha sido mi ancla y fuente de motivación e inspiración, además de mi mayor ayudante en toda mi vida, gracias por ser mi hermanita, y darme la oportunidad de superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mi Abuelo, Benito Madarnás Martínez, a quién no le hacían falta decir muchas palabras para ayudar siempre que se era necesario, “esfuérzate y siempre sé perseverante, las cosas buenas no se ganan fácilmente”.

A mis compañeros y amigos, tanto presentes como pasados, quienes han compartido su conocimiento sin esperar nada a cambio. Su apoyo ha sido invaluable.

A la Universidad de Oriente (Núcleo de Bolívar), por brindarme la oportunidad de dar un paso más hacia el éxito. Agradezco profundamente la formación profesional de calidad que he recibido de mis maestros docentes.

¡Gracias a todos!

*Sthefany de la Caridad Urbaneja Madarnás*

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas:

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme guiado y darme la fortaleza necesaria para seguir adelante en este camino.

A mi familia, quiero agradecerles por su comprensión y constante estímulo. Han sido un apoyo incondicional a lo largo de mis estudios y de mi vida en general.

También quiero agradecer a todas las personas que, de una u otra forma, me han apoyado en la realización de este trabajo. Su contribución ha sido invaluable.

¡Muchas gracias a todos!

*Sthefany de la Caridad Urbaneja Madarnás*

## DEDICATORIA

A Dios, Mi amado Padre celestial, por darme: Salud, sabiduría, entendimiento, conocimiento, fortaleza y por llenar mi vida de oportunidades cada día, por su Amor tan grande, por haberme permitido lograr todos mis objetivos durante este trayecto.

A mis queridos padres, Yasoni Coromoto Ortega y José Gregorio Ruiz Muñoz por apoyarme siempre en mi vida en alcanzar todas mis metas y querer ambos lo mejor para mí, los amo con todo mi corazón.

A mis hermanos, Alexander Ortega y Yassier Ruiz por estar siempre apoyándome en todo momento. A mi tía y prima, Yadira Ortega y Karelys Blanco. También a Sebastián y Joskarlys por apoyarme siempre en mis estudios y metas.

A todos los profesores de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, que nos ayudaron a formarnos profesionalmente.

*José Gregorio Ruiz Ortega*

## AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso, Padre, Hijo y Espíritu Santo por su guía y amor incondicional en todo momento, gracias Padre por ti estamos logrando esta primera meta.

A mi madre, Padre y hermanos por su ayuda y apoyo incondicional en todo momento.

Al profesor Enrique Acosta, por apoyarnos como tutor de nuestra tesis y brindarnos las herramientas para la realización de este trabajo de investigación.

A la Universidad de Oriente, por brindarnos la oportunidad de pertenecer a la casa más alta de Oriente.

A todos mil gracias, Dios los bendiga grandemente.

*José Gregorio Ruiz Ortega*

## RESUMEN

En este trabajo titulado “Caracterización geológica de los afloramientos rocosos con Fines Ornamentales, ubicadas en el Hato El Novillo, Municipio Angostura, Estado Bolívar. La metodología empleada fue de tipo descriptiva y de campo y se realizó en cuatro (4) etapas. La primera fue la etapa de recopilación de información, la cual consistió en la compilación de información cartográfica y bibliográfica del área de estudio. La segunda etapa fue el trabajo de campo en el cual se delimitaron los afloramientos, se realizó el levantamiento geológico respectivo midiendo y anotando las estructuras presentes en el afloramiento tales como dirección, forma, estructuras geológicas, suelo, geomorfología y vegetación, la recolección de muestras frescas previendo que éstas no estuviesen fracturadas ni meteorizadas y marcando su ubicación con G.P.S. En total se tomaron 8 muestras de roca fresca sobre los afloramientos, las cuales, previamente habían sido arrancadas con el método tradicional de percusión usando una piqueta de geólogo. Estas muestras fueron cartografiadas y etiquetadas para su identificación y posteriores análisis. La tercera etapa fue de oficina, y consistió en realizar una revisión visual con lupa de 10X a las muestras de rocas. De las 8 muestras se seleccionaron tres (3) para la descripción macroscópica y determinación cualitativa del contenido mineralógico. La cuarta etapa consistió en integrar toda la información de campo y de laboratorio y plasmarlo en un corte geológico y el mapa geológico de superficie. Desde el punto de vista litológico, el área está conformada por tres litologías bien definidas. La base está formada por un Gneiss de composición granítica de color grisáceo, con tonos gris oscuro a negro, homogénea, masiva. Discordante se depositó las arenas de color rojo, mal cementadas de la Formación Mesa y finalmente se depositan los aluviones mediante el transporte de materiales a través de los drenajes. Se calculó los recursos totales de las 2 masas graníticas, las cuales son 4365,36 m<sup>3</sup>. Para el procesamiento de la información se consideraron técnicas como el método de explotación por bancos. De acuerdo a la revisión visual, y las bibliografías consultadas, se concluye que el las masas rocosas ubicadas en el Hato pertenece a la Provincia Geológica de Imataca, y a la faja granítica de Laja Negra. El nombre comercial del afloramiento es Gris Leona. El cálculo de recursos de las masas graníticas es de 4365,36 m<sup>3</sup>. La belleza natural y estructuras presentes, la facilidad de acceso, además de una localización favorable lo hacen atractivo para la realización de una cantera a cielo abierto con fines comerciales. Se propone que el fin comercial de los afloramientos sea como lajas decorativas o piedra picada.

## CONTENIDO

<b>HOJA DE APROBACIÓN.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>v</b>
<b>CONTENIDO.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>01</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>04</b>
<b>SITUACIÓN A INVESTIGAR.....</b>	<b>04</b>
1.1 SITUACIÓN OBJETO DE ESTUDIO .....	04
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	05
1.2.1 Objetivo general.....	05
1.2.2 Objetivos específicos .....	05
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	06
1.4 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	07
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>08</b>
<b>GENERALIDADES.....</b>	<b>08</b>
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	08
2.2 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO .....	09
2.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y NATURALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	09
2.3.1 Clima.....	09
2.3.1.1 Características del clima tropical húmedo a seco.....	10
2.3.2 Suelos.....	10
2.3.3 Vegetación.....	10
2.3.4 Drenajes .....	13
2.3.5 Geomorfología .....	13
2.4 GEOLOGÍA REGIONAL.....	14
2.4.1 Complejo de imataca.....	16
2.4.2 La migmatita de la ceiba .....	17
2.4.3 Intrusivos jóvenes .....	17
2.4.4 Antecedentes de la provincia geológica de Imataca.....	19
2.4.5 Estratigrafía .....	23
2.5 GEOLOGÍA LOCAL.....	24
2.5.1 Descripción litológica Cerro Chivato.....	25

2.5.1.1	Unidad de gneises graníticos cuarzo feldespáticos.....	25
2.5.1.2	Unidad de diques de diabasa sin metamorfizar .....	25
2.5.1.3	Formación Mesa .....	26
2.5.1.4	Sedimentos recientes .....	26
<b>CAPÍTULO III .....</b>		<b>27</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>		<b>27</b>
3.1	Rocas ornamentales.....	27
3.2	Clasificación de las rocas ornamentales.....	27
3.3	Tipos de granitos desde el punto de vista ornamental.....	28
3.3.1	Familias de granitos según la disposición de sus cristales.....	29
3.3.1.1	Esquistos cristalinos.....	29
3.3.1.2	Migmatitas .....	30
3.3.1.3	Los gabros.....	30
3.3.1.4	Rocas raras .....	30
3.3.2	Granitos con minerales claros y abundancia de sílice.....	30
3.3.3	Granitos en función de los minerales máficos o félsicos .....	30
3.3.3.1	Granitos claros .....	30
3.3.3.2	Granitos oscuros.....	31
3.4	GRUPOS DE GRANITOS DE USO ORNAMENTAL .....	31
3.4.1	Granitos y granodioritas.....	31
3.4.2	Tonalitas, monzanitas y cuarzodioritas .....	31
3.4.3	Dioritas y gabros .....	32
3.4.4	Otros.....	32
3.5	CARACTERÍSTICAS DEL GRANITO .....	32
3.5.1	Composición .....	32
3.5.2	Color .....	33
3.5.3	Textura .....	33
3.5.4	Homogeneidad .....	34
3.5.5	Granulometría .....	34
3.5.6	Oxidación .....	34
3.6	PARÁMETROS BÁSICOS PARA EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL GRANITO .....	35
3.6.1	Resistencia a la compresión simple .....	35
3.6.2	Abrasión de los ángulos.....	36
3.6.3	Resistencia a flexión .....	36
3.6.4	Resistencia al choque.....	36
3.7	SISTEMA Y TÉCNICAS DE ARRANQUE DE LAS ROCAS ORNAMENTALES .....	37
3.7.1	Perforación de método de cemento expansivo.....	39
3.7.2	Utilización de cuñas manuales e hidráulicas.....	39
3.8	MÉTODO DE EXPLOTACIÓN .....	40

3.9 CÁLCULO DE LAS RESERVAS .....	
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>64</b>
<b>METODOLOGÍA DE TRABAJO .....</b>	<b>64</b>
4.1 Nivel de investigación.....	64
4.2 Diseño de investigación .....	64
4.3 Flujograma .....	65
4.3.1. Revisión bibliográfica.....	66
4.3.2 Cálculo de la reserva del yacimiento .....	66
4.3.3 Diseño de plan de explotación.....	66
4.3.4 Evaluación económica.....	67
4.3.5 Evaluación ambiental.....	67
4.3.6 Conclusiones y recomendaciones .....	68
4.3.7Informe final .....	68
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>69</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>69</b>
5.1 Cálculo de reservas .....	69
5.2 Diseñar un plan de explotación.....	71
5.2.1 Geometría del diseño .....	71
5.2.1.1 Altura de banco.....	72
5.2.1.2 Dimensiones de las rampas.....	73
5.2.1.3 Lapso para la obtención de los bloques .....	74
5.2.2 Método de explotación .....	74
5.2.3 Inventario de los principales equipos y maquinarias requeridos .....	75
5.3 Etapas del proceso de extracción de los bloques comerciales .....	77
6.4 ESTIMACIÓN DE LOS EGRESOS .....	94
6.4.1 Costos de financiamiento y amortización del capital .....	94
6.4.2 Impuestos de explotación, guías de circulación para mineral y otros Casos.....	93
6.4.3 Fondo de prevención ambiental.....	93
6.5 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO .....	94
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>104</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>107</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	08
2.2 Vegetación de Sabana. (Gonzales D. y Hernández M. 2007).....	11
2.3 Vegetación Densa en el Afloramiento. (Gonzales D.y Hernández M. 2007)...	12
2.4 Desintegración granular. (Gonzales D.y Hernández M. 2007).....	14
2.5 Mapa de las Provincias Geológicas del Estado Bolívar. (Mendoza, V. 2003)..	15
2.6 Edades Sm/Nd del protolito Complejo de Imataca. (Mendoza, V. 2003).....	18
5.1 Inventario de equipos.....	69

## LISTA DE TABLAS

	Página
2.1 Límites geográficos del área.....	09
2.2 Especies de bosques de galería. (C.V.G Tecmin,1991).....	12
2.3 Vegetación Densa en el Afloramiento. (Gonzales D.y Hernández M. 2007)....	12
2.4 Desintegración granular. (Gonzales D.y Hernández M. 2007).....	14
2.5 Mapa de las Provincias Geológicas del Estado Bolívar. (Mendoza, V. 2003)..	15
2.6 Edades Sm/Nd del protolito Complejo de Imataca. (Mendoza, V. 2003).....	18
5.1 Inventario de equipos.....	70

## **LISTA DE ANEXOS**

1. MAPA TOPOGRÁFICO DEL HATO EL NOVILLO, CARRETERA CIUDAD BOLÍVAR-CIUDAD PIAR. MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ESTADO BOLÍVAR

2. MAPA GEOLÓGICO DEL HATO EL NOVILLO Y ZONAS ALEDAÑAS

## INTRODUCCIÓN

En Venezuela, el granito forma parte de su riqueza geológica. Al sur del país, específicamente en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar existen millones de metros cúbicos de reservas de rocas de granito, apropiadas para la fabricación de láminas con fines ornamentales usadas mayormente para piezas de decoración, monumentos, fabricación de mesas, asientos, revestimiento de pisos y paredes.

Estudios realizados en las masas rocosas, ubicadas en la parte norte del Estado Bolívar, a cuarenta (40 Km) de la carretera Ciudad Bolívar-Ciudad Piar, vía El Saldo en el Municipio Autónomo Angostura, específicamente en el Hato El Novillo, el cuál abarca un área de dos mil quinientos cincuenta y nueve hectáreas (2559 ha) muestran sedimentos de la Formación Mesa y domos de granitos de potencial valor comercial.

Estos afloramientos tienen una excelente ubicación geográfica, ya que se encuentra cerca de la carretera con destino a Ciudad Bolívar y destinos nacionales. Por lo tanto la importancia del presente estudio subyace en la puesta en marcha de la operación minera en el Hato El Novillo, la cual permitiría crear una nueva fuente de trabajo, y en consecuencia se crearían empleos directos e indirectos. Asimismo, dará lugar a un estímulo para otras actividades comerciales y de servicios para atender requerimientos operativos.

El objetivo general que consiste en evaluar desde el punto de vista geológico las masas rocosas ubicadas en el Hato el Novillo, Municipio Angostura, Estado Bolívar. Todo esto mediante el desarrollo de los objetivos específicos, tales como: Calcular los recursos graníticos.

Es importante destacar que la viabilidad de la investigación no presenta inconvenientes, ya que, las posibilidades de conseguir datos para el desarrollo del estudio son amplias, el espacio y tiempo para llevar a cabo la investigación es acorde.

El alcance del presente trabajo permitirá establecer la información técnica económica, para explotar el afloramiento granítico ubicado en el Hato el Novillo, situado en el Municipio Angostura, Estado Bolívar, detallando información sobre planes de avances, Logrando evidenciar si es factible la puesta en marcha del proyecto, llegando a ser utilizado como fase de inicio en la ejecución de esta cantera. De esta manera, la presente investigación se encuentra estructurada de la siguiente forma:

Capítulo I. Situación a investigar, se presenta la situación objeto de estudio, los objetivos de la investigación: general y específicos, justificación y alcance del estudio. Capítulo II. Generalidades, en el cual se presenta ubicación geográfica del área, acceso, características físicos-naturales, geología regional y/o local. Capítulo III. Marco teórico, que contiene los antecedentes, fundamentos teóricos y definición de términos básicos. Capítulo IV. Metodología del trabajo, que trata sobre el tipo y diseño de investigación, flujograma, población, muestra y técnica e instrumento de recolección de datos. Capítulo V. Análisis e interpretación de los datos, contiene la información encontrada durante el proceso de la investigación. Esta información fue analizada de manera tal que guiaran hacia la consecución de los objetivos específicos planteados. De igual manera, se presentan las conclusiones y recomendaciones, referencias y anexos.

# **CAPÍTULO I**

## **SITUACIÓN A INVESTIGAR**

### 3.1 Planteamiento del problema

Las rocas que constituyen al Escudo de Guayana integran una de las formaciones geológicas más antiguas del mundo. La composición original del macizo, está representada en lo fundamental por rocas ígneas producidas por la solidificación magmática en los fondos de los mares primitivos, que posteriormente emergieron como grandes bloques continentales; luego el metamorfismo influyó en la transformación de partes de estas rocas, así como de otras formaciones que fueron apareciendo (González de Juana y otros, 1980).

El área de estudio pertenece a la Provincia Geológica de Imataca, la cual contiene un recurso económico que constituye un potencial dentro de los yacimientos no metálicos como el granito. Para seleccionar un afloramiento que pueda generar un interés comercial, es necesario que contenga una serie de aspectos geológicos relevantes para realizar una evaluación.

La realidad económica a nivel mundial de hoy en día demanda el desarrollo de altos niveles de competitividad, calidad y eficiencia y para ello requiere el diseño y desarrollo de indicadores de gestión que estén dirigidos al mejoramiento de las operaciones de trabajo y propicien una productividad laboral eficiente a los efectos de que respondan en forma eficiente a las exigencias de su entorno y a los cambios tecnológicos y organizativos que en la actualidad se producen.

En este orden de ideas, el mercado de la piedra natural está directamente ligado al sector de la construcción, tanto residencial, institucional, comercial, para ser herramienta propicia en innovaciones en la construcción y a la arquitectura. En el caso específico del granito, su utilización ha aumentado considerablemente, todo como resultado del crecimiento en los últimos años del sector constructor y trabajos ligados a la arquitectura, por lo que se hace necesario evaluar la puesta en marcha de nuevos proyectos para cubrir la demanda tanto nacional como internacional. Dicho crecimiento genera como consecuencias aumento de la competencia interna y externa, mayores exigencias de calidad, así como la búsqueda de mano de obra calificada.

Por lo tanto, cada día más se requiere evaluar mejores formas de explotación, que permitan un desarrollo de la mano de obra, dando así lugar a una minería sustentable que cumpla con los requerimientos de calidad y exigencias de un mercado, el cual crece paulatinamente.

Debido a estas circunstancias se requiere realizar la caracterización de la masa rocosa para su explotación, con fines ornamentales, determinando la uniformidad del afloramiento en toda su extensión.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Caracterizar geológicamente los afloramientos rocosos, con fines ornamentales, ubicado en el Hato El Novillo, Municipio Angostura, estado Bolívar.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Identificar las unidades litológicas y geomorfológicas presentes en el afloramiento, mediante observaciones de campo.
2. Determinar la mineralogía y estructuras de las Rocas.
3. Representar la cartografía geológica del área mediante la elaboración de los mapas topográfico y geológico.
4. Calcular el recurso rocoso, mediante el método computarizado de las secciones transversales.

### **1.3 Justificación de la investigación**

La elaboración de la presente investigación se justifica, porque permitirá obtener una serie de datos que van a ser utilizados para determinar si los afloramientos rocosos, ubicado en el Hato El Novillo, es apto para ser aprovechado con fines ornamentales. De esta manera se aportará a la empresa interesada de la información requerida para llevar cabo las labores de explotación a cielo abierto.

La materia prima requerida para esta planta, serán bloques de granito, los cuales tendrán un impacto de venta mayor al tener bajos costos de transporte. Todo esto con un fin único; abaratar los costos de ventas finales, incentivando la demanda del granito en sus presentaciones más nobles como lo son las de topes entre otros. El Estado Bolívar cuenta con una diversidad y colores de roca graníticas, lo cual la hace de un muy importante atractivo para mercados a nivel mundial, de aquí la

importancia de incentivar y crear una minería con visión de futuro de la mano con el ambiente.

Adicionalmente, el presente estudio permite aportar una serie de directrices de carácter metodológico que podrán servir como elemento guía para otras investigaciones, relacionados con los objetivos en estudio. Por lo tanto, es importante acotar que en la práctica es de gran relevancia, ya que el investigador aplicará sus conocimientos teóricos y prácticos y contribuirá con la optimización de la gestión técnica y económica de la explotación del granito para fines ornamentales.

#### **1.4 Alcance de la investigación**

Este tema está motivado a proporcionar información referida a una evaluación tanto geológica como económica de un afloramiento rocoso, ubicado en el Hato El Novillo, situada en el Municipio Angostura, para determinar la calidad de la roca y su posterior uso con fines ornamentales.

#### **1.5 Limitaciones de la investigación**

- a) La poca disponibilidad de información cartográfica actualizada.
- b) El difícil acceso para llegar al Hato, dado que la carretera no está en buenas condiciones.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

La zona de estudio está ubicada en la parte norte del Estado Bolívar, a 40 Km de la carretera Ciudad Bolívar-Ciudad Piar, vía El Saldo en el Municipio Autónomo Angostura, específicamente en el Hato El Novillo, el cuál abarca un área de 2559 hectáreas. (Figura 2.1).

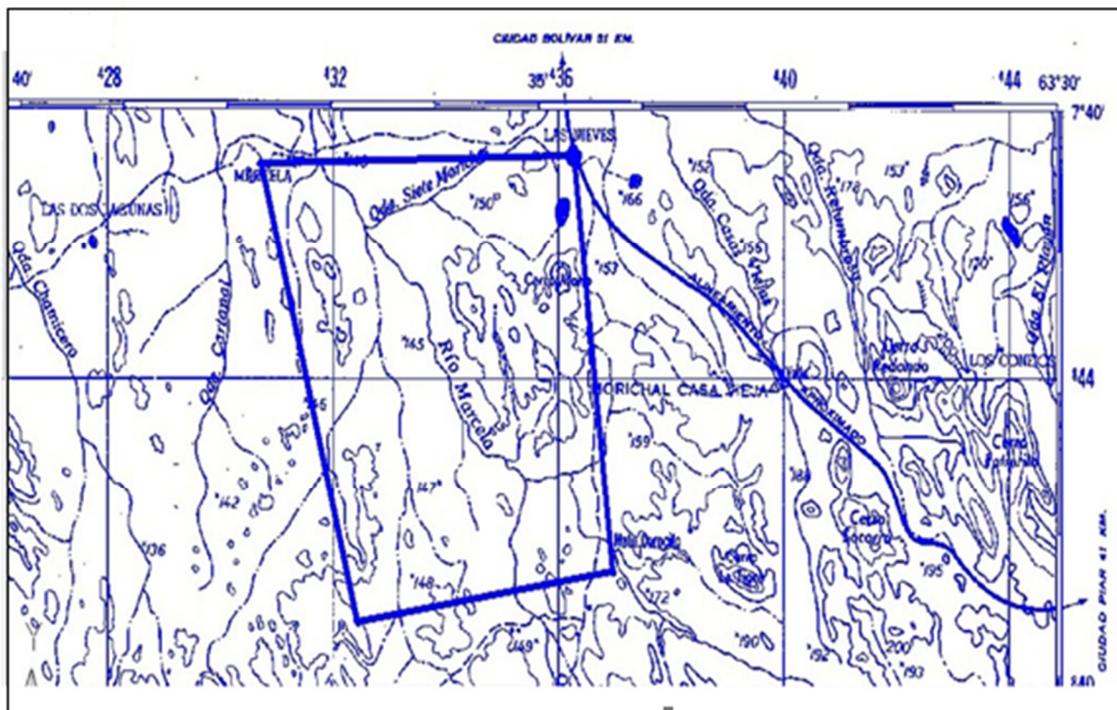


Figura 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio, enmarcada en la hoja N°7438 la Flor, a escala 1:100.000.

Astronómicamente el área de estudio se encuentra enmarcada entre las siguientes coordenadas U.T.M (Tabla 2.1).

Tabla 2.1 Coordenadas UTM de la zona, según sistema de proyección UTM. Datum horizontal, red geocéntrica de Venezuela (Regven-elipsoide WGS84) Huso 20.

<b>BOTALON</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>	
	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
A	846.915	430.574
B	847.009	436.195
C	841.548	436.861
D	840.895	432.319
	ÁREA:	2962.2 hectáreas.

## 2.2 Acceso al área de estudio

El acceso al área se realizó por vía terrestre, a través de la carretera nacional Ciudad Bolívar-Ciudad Piar, hasta alcanzar aproximadamente 40 Km, donde se toma al oeste una carretera engrazonada a lo largo de 2 Km aproximadamente hasta encontrar el portón de acceso a los afloramientos, donde continua la carretera de tierra y granzón que lleva a los diferentes afloramientos.

## 2.3 Características físicas y naturales del área de estudio

Las consideraciones climatológicas se hacen en base a los datos obtenidos en la Estación Meteorológica Ciudad Bolívar, perteneciente a La Fuerza Aérea Venezolana (FAV), durante el periodo 1997 a 2006 y por la Empresa METAR, en el periodo 2022 a 2023.

### 2.3.1 Características Climatológicas

El Clima de las zonas de estudios es del tipo tropical húmedo de sabana, con dos períodos: uno lluvioso que dura de mayo a octubre llamado invierno y otro seco que dura desde diciembre a abril denominado verano.

#### 2.3.1.1 Radiación solar

Los valores mínimos se reflejan en los meses enero, febrero y diciembre entre 11,94 Jm<sup>2</sup>, 15,16 Jm<sup>2</sup>, los valores máximos se encuentren en los meses marzo abril y mayo 17, 66 Jm<sup>2</sup>, 22,78 Jm<sup>2</sup>. El promedio medio anual para los años 1997-2006 es de 16,59 Jm<sup>2</sup>(Estación F.A.V, periodo 1997-2006) (Tabla 2.2)

Tabla 2.2 Valores de radiación solar (Estación F.A.V, periodo 1997-2006).

Estadístico	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
Media	17,33	18,01	15,79	15,35	13,39	12,88	16,61	19,12	19,02	18,49
Valor Máx	21,00	20,71	17,66	17,71	15,16	14,18	21,72	21,71	22,78	20,84
Valor Min	15,20	15,38	14,65	11,45	10,76	11,21	12,04	16,19	16,17	15,16

### 2.3.1.2 Precipitaciones

La precipitación se caracteriza por dos períodos estacionales propios del área que son: una estación lluviosa cuyo período de lluvia inicia en el mes de mayo y termina en el mes de noviembre, en donde los meses de mayor precipitación se encuentran junio con 165 mm, julio con un máximo de 180 mm y agosto con 160 mm y una estación de sequía con una precipitación mínima de 12 mm para el mes de marzo y una máxima de 31,62 mm para el mes de abril (METAR, 2023) (Figura 2.3).

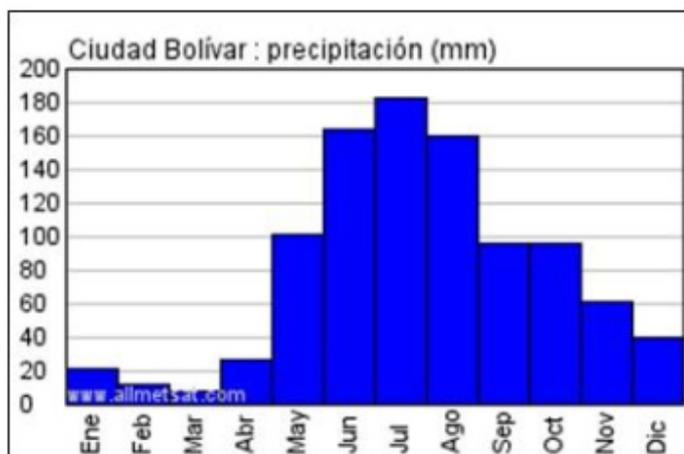


Figura 2.3 Gráfico de precipitación anual en Ciudad Bolívar (Fuente: METAR).

### 2.3.1.3 Evaporación

La evaporación promedio media anual es de 103,72 mm. Los meses de mayor evaporación van desde enero hasta abril con máximos durante febrero (141,59 mm) y marzo (147,52 mm) y su valor más bajo se registra durante los meses que van desde junio hasta noviembre, con mínimos en julio (72,80 mm) y junio (73,64 mm), esto es debido a las altas temperaturas, la mayor cantidad de horas de brillo solar, la baja

humedad relativa, así como también al sensible aumento de la velocidad del viento (C.V.G – TECMIN 1991).

### 2.3.1.4 Temperatura

La temperatura media anual es de aproximadamente 27,72° C y para el período de 2022, las máximas temperaturas se presentaron en el mes de abril con 28,98° C, y las mínimas en el mes de enero con 26,53° C. (METAR, 2023) (Figura 2.4).

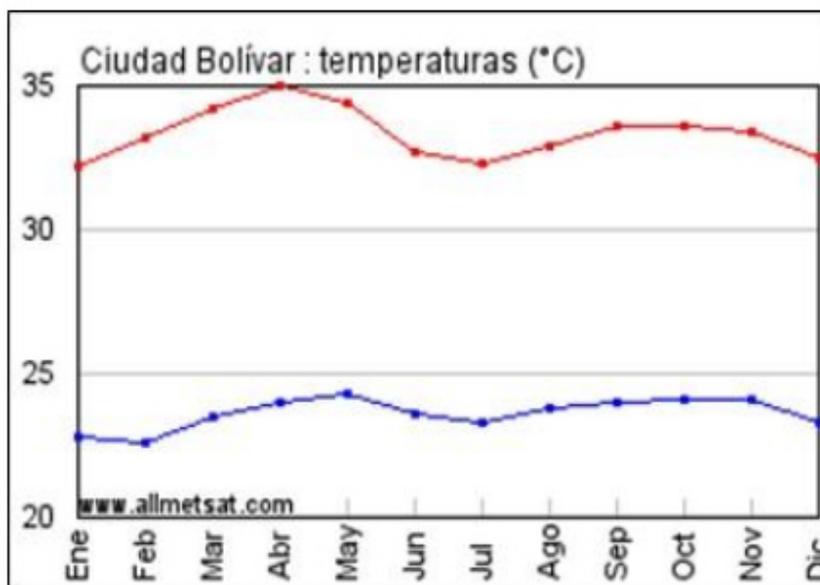


Figura 2.4 Gráfica media mensual de las temperaturas máximas y mínimas diarias en Ciudad Bolívar (METAR, 2023).

### 2.3.1.5 Humedad relativa

La humedad relativa media anual para el período 1994-2007 se registró en 70,85 %, siendo la máxima humedad de 84,71 % para el mes de julio y la mínima en el mes de febrero con 69,64% (C.V.G – TECMIN 1991).

### 2.3.1.6 Insolación

Los valores de insolación media para el año 2022 fueron de 7,89 horas. Los máximos valores se presentan en el mes de marzo con 8,3 horas y la mínima de 7 horas para el mes de junio (METAR, 2023) (Figura 2.5)



Figura 2.5 Gráfica de insolación anual en Ciudad Bolívar (METAR, 2023).

### 2.3.1.7 Viento

Los vientos se mantienen variante en los meses del año, donde hay un incremento es en los meses de enero, febrero y marzo. El promedio medio anual de 1997 al 2006 es de 11,68 m/seg (Tabla 2.9) (Estación F.A.V, periodo 1997-2006).

Tabla 2.3 Valores de viento. Estación (Estación F.A.V, periodo 1997-2006).

Estadístico	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
Media	12,8	11,4	10,5	11,9	12,3	13,3	12,0	11,3	10,8	10,5
Valor Máx	16,6	17,6	15,9	15,5	17,0	16,9	17,3	16,2	16,2	15,1
Valor Min	9,6	6,5	6,9	7,4	7,2	9,7	6,5	7,6	7,6	3

## 2.4 Suelos

En la zona de estudio la cobertura del suelo es mayormente arenoso en superficie y arcilloso en profundidad, observándose generalmente entre lomas que conforman el paisaje de peniplanicies. Los suelos que se han desarrollado en esta zona, son el producto de la desintegración, meteorización y erosión de la diabasa y rocas graníticas que constituyen el basamento ígneo metamórfico predominante en el área de estudio, originando un suelo de color rojizo). Los suelos son ácidos con bajo contenido de materia orgánica. La capacidad de retención de humedad es muy baja en los primeros estratos del suelo y moderada en profundidad, permeabilidad muy rápida a moderada y drenaje bueno. (C.V.G Tecmin, 1991).

## 2.5 Vegetación

En la zona se desarrollan varios tipos de vegetación, la cual varía en cada uno de los afloramientos existentes; como son la vegetación de sabana, bosques de galería y sabana arbolada (C.V.G Tecmin, 1991).

. La vegetación de sabana se presenta en los valles y algunas colinas bajas; caracterizada por gramíneas, chaparros y algunos arbustos (Figura 2.6).



Figura 2.6 Vegetación típica de Sabana. Nótese la separación entre cada árbol.

En la zona donde se encuentra ubicado el afloramiento, la vegetación está caracterizada por ser una vegetación arbustiva, de mediana a alta; donde es evidente la meteorización de la roca (Figura 2.7).

El bosque de galería se encuentra formando una asociación edáfica, siempre verde, creciendo a orillas del curso de agua (márgenes y áreas de influencia freática), con sus raíces en la zona de saturación de humedad o cerca de ella. Estructuralmente se caracteriza por ser de baja a mediana altura y mediana a densa cobertura, se observan morichales. (C.V.G Tecmin, 1991).



Figura 2.7 Vegetación Arbustiva en el Afloramiento.

## 2.6 Drenajes

El río principal de la zona es el Marcela, el cual drena de forma intermitente, de rumbo Noroeste-Sureste; el cual se alimenta regionalmente de las quebradas Siete Moriches con rumbo Noroeste y la Tigra con rumbo Sureste (C.V.G Tecmin, 1991).

En la zona de estudio se pudo observar un control estructural de carácter subparalelo del drenaje existente, siendo este un drenaje dendrítico que fluye hacia el sureste. Está constituido por pequeños cursos de agua de regímenes de carácter intermitente, también existen lagunas y morichales en el área (C.V.G Tecmin., 1991).

## 2.7 Geomorfología

En el área de estudio se puede visualizar que la geomorfología predominante es de planicies representadas en su mayoría por la Peniplanicies, con presencia de lomeríos, de las rocas graníticas del Complejo de Imataca, y en menos proporciones sabanas de la Formación Mesa, 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. 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. La evolución de los paisajes, montañas, lomeríos y sabanas, responden a movimientos orogénicos ocurridos en el precámbrico. Durante el Mesozoico, se produjeron largos periodos de profundas erosiones, 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.

## 2.8 Geología regional

El Escudo de Guayana se extiende al Sur del río Orinoco y ocupa algo más del 50% de la superficie de Venezuela. Está litológicamente formado por rocas Precámbricas, es decir, antes de la Era Paleozoica o Primaria. Estas rocas constituyen unas de las formaciones geológicas más antiguas del mundo. La composición del macizo está representada fundamentalmente por rocas ígneas producidas por la solidificación magmática en el fondo de los mares primitivos, que posteriormente emergieron como grandes bloques continentales; luego el metamorfismo influyó en la transformación de parte de estas rocas y de otras más jóvenes que fueron apareciendo (González de Juana y otros, 1980).

Basándose en características petrológicas y tectónicas, el Escudo de Guayana ha sido dividido en cuatro (04) provincias geológicas (Menéndez, 1968), que en orden de edad de más antigua a más joven son Imataca-Pastora-Cuchivero-Roraima.

Los afloramientos que se encuentran en la zona de estudio pertenecen a la provincia geológica de Imataca, la cual se extiende en dirección Suroeste-Noreste desde las proximidades del río Caura hasta el delta del Orinoco y en dirección Noroeste- Sureste aflora desde el curso del río Orinoco hasta la falla de Guri, de unos quinientos cincuenta kilómetros (550 Km) de largo y ochenta kilómetros (80 Km) de ancho, respectivamente (Mendoza, V. 2003) (Figura 2.8).

Litológicamente la provincia geológica de Imataca está formada por gneises graníticos y granulitas félsicas (60%-75%), anfibolitas y granulitas máficas, y hasta ultramáficas (15%-20%) y cantidades menores complementarias de formaciones bandeadas de hierro, dolomitas, charnockitas, anortositas, y granitos intrusivos, más

jóvenes y remanentes erosionales, menos metamorfizados, y más jóvenes cinturones de rocas verdes (Mendoza, V. 2003).

El metamorfismo registrado en estas rocas decrece desde la Mina de Hierro El Pao, con granulitas de dos piroxenos en charnockitas, anortositas, y granulitas máficas, y hasta ultramáficas (que sugieren temperaturas de hasta 750-850 °C y moderadas a elevadas presiones de 8 a 8,5 Kbs, equivalentes a menos de 30 Km de presión de rocas), hacia la zona de Guri, con anfibolitas y migmatitas, rocas graníticas, con granate-cordierita sillimanita (que implica temperaturas de 650-700 °C y presiones de 4 a 7 Kbs). Estas rocas de alto grado metamórfico se interpretan como evolucionados primitivos cinturones de rocas verdes y complejos graníticos potásicos y sódicos, varias veces tectonizados y metamorfizados hasta alcanzar la facies de la anfibolita y granulita (Mendoza, V. 2003).

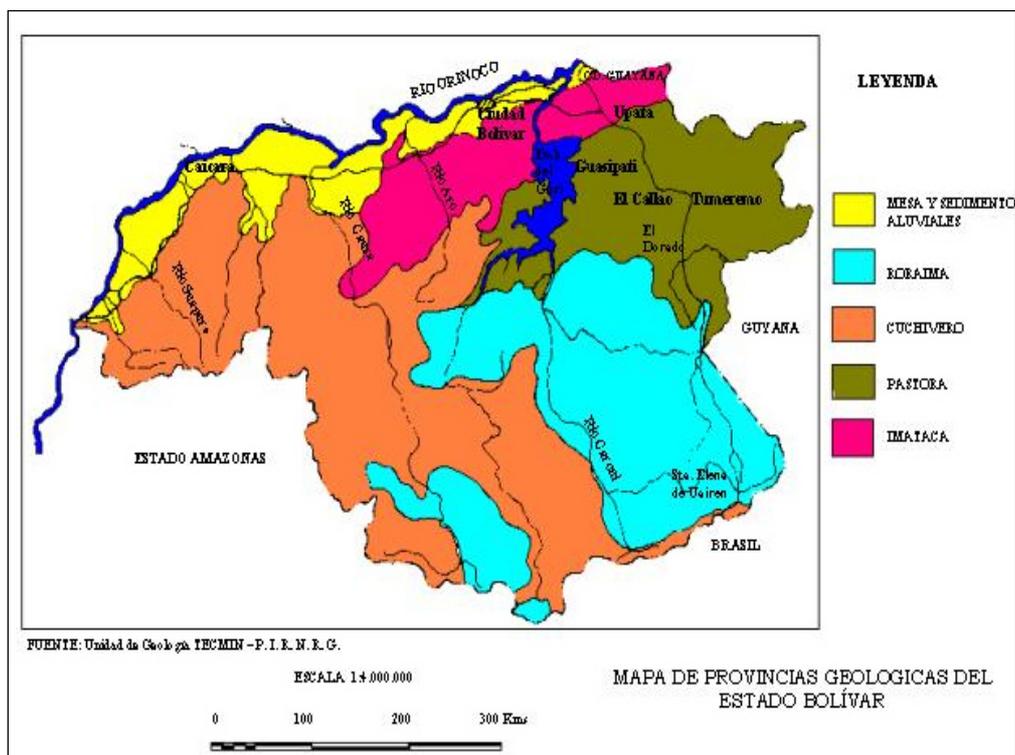


Figura 2.8 Mapa de las Provincias Geológicas del Estado Bolívar (Mendoza, V. 2003)

## 2.8.1 Fajas de Ascanio

En la zona comprendida entre el río Aro y el río Caroní, Ascanio, G. (1975) definió un conjunto de siete fajas de rocas, separadas por corrimientos en ángulos bajos. Estas son: Faja de la Encrucijada, Faja de Laja Negra, Faja de Santa Rosa, Faja de Ciudad Bolívar, Faja de La Naranjita, Faja La Ceiba (Figura 2.9).

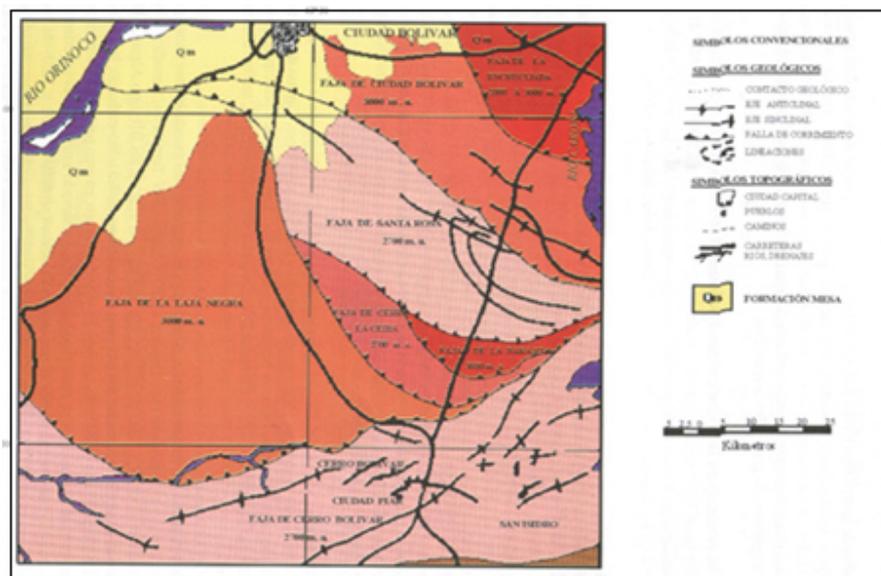


Figura 2.9 Complejo de Imataca al sur del río Orinoco en la zona comprendida entre el río Aro y Caroní, el cual fue definido por un conjunto de rocas en siete fajas separadas por corrimientos de ángulos bajo (Ascanio, G. 1975).

### 2.8.1.1 Faja de Laja Negra

Esta Faja se presenta cruzada por la carretera Ciudad Piar – Ciudad Bolívar, desde el puente sobre el río Yauno hasta el puente sobre el río Orocopiche.

Litológicamente está constituida básicamente por gneises cuarzo-feldespático-biotítico, contorsionados, de grano grueso, con vetas delgadas de pegmatitas que en ocasiones cortan la foliación; sin embargo, en la mayoría de los cuales es paralela a ésta (Ascanio, G. 1975).

### **2.8.2 Formación Mesa**

La Formación Mesa es la unidad estratigráfica más joven de la Cuenca Oriental de Venezuela, su nombre se deriva de las extensas mesas que se forman en las regiones donde aflora. Según varios autores la edad de esta formación es Plio-Pleistoceno, el espesor de la unidad es variable, disminuye de Norte a Sur y aumenta de este a Oeste, está constituida por capas arenosas poco consolidadas ínter estratificadas con arcillas limo-arenosas abigarradas y moteadas, que a veces contienen arenisca ferruginosa. Kalliokoski (1965) en González de Juana (1980) y otros señalan que la Formación Mesa parece depositada sobre una superficie irregular de roca precámbrica en el Escudo de Guayana, debido a los afloramientos irregulares de cuarcita parcialmente ferruginosa, los cuales se elevan por encima de la formación en el área de Ciudad Bolívar (González de Juana y otros., 1946).

González de Juana y otros (1980), indican que la Formación Mesa es producto de una sedimentación fluvio- deltaica y paludal, lo cual dio como resultado un extenso delta que avanzo hacia el Este de la forma que hoy avanza en el Delta de río Orinoco.

La parte superior de la formación está formada por capas de arena franco-arenosa muy porosa, estratificada con arcillas limo-arenosas abigarradas que a veces contienen areniscas ferruginosas. La costra de las mesas o cubiertas pétreas en la superficie de la misma, consiste en un casquete de gravas ferruginosas endurecidas, con un aspecto masivo, lo cual es en gran parte de origen residual y solidificado por

cimentación como consecuencia de la evaporación de aguas subterráneas (González de Juana y otros. 1980).

### **2.8.2.1 Localidad tipo de la Formación Mesa**

No se ha designado una sección tipo, debido a que la formación aflora en casi todas las mesas con secciones representativas. En particular, se han mencionado las mesas de Guanipa (Anzoátegui), Sonoro y Santa Bárbara (Monagas) y los escarpados de Santa Rosa (Anzoátegui).

### **2.8.2.2 Descripción litológica de la Formación Mesa**

En los límites Norte y Sur de la Mesa de Guanipa (González de Juana, 1946), la Formación Mesa consiste de arena de grano grueso a grava, con cemento ferruginoso cementada y muy dura; conglomerado rojo a casi negro, arena blanco-amarillenta, rojo y púrpura, con estratificación cruzada; además contiene lentes discontinuos de arcilla fina de conglomerado, arena, y algunas arcillas moteadas. Al noroeste de Santa Rosa existe una capa lenticular de conglomerado, de más de 25 m de espesor, con delgadas intercalaciones de arena (González de Juana y otros. 1980).

En Santa Bárbara de Maturín, la parte superior (76 m) consiste en gravas con intercalaciones de arena y arcilla roja y amarillo intenso: la parte inferior (60 m) formada por clásticos finos (arena gris y blanco, intercaladas con arena arcillosas y arcillas grises abigarradas). Al suroeste de Maturín, la Formación Mesa está compuesta por arcillas moteadas y abigarradas con nódulos sin arena. En los llanos centro-orientales, la formación está constituida por arena no compactada. Los

sedimentos de la Formación Mesa, gradan de Norte a Sur, de más grueso a más fino al alejarse de las cadenas montañosas del Norte; desde la parte central de Monagas al macizo de Guyana, gradan de más finos a más grueso (González de Juana y otros, 1980).

El paleoambiente de la Formación Mesa es producto de una sedimentación fluvio-deltáica y paludal, resultado de un extenso delta que avanzaba hacia el Este en la misma forma que avanza hoy el delta del Río Orinoco. El mayor relieve de las cordilleras septentrionales desarrolló abanicos aluviales que aportaban a la sedimentación clásticos de grano más grueso, mientras que desde el Sur el aporte principal era de arenas. En la zona central, postuló la existencia de ciénagas (González de Juana y otros, 1980).

## **2.9 Geología local**

El área de estudio, geológicamente está localizada entre la faja Laja Negra (Ascanio 1975). Ocupando un área aproximada de dos mil quinientas cincuenta y nueve hectáreas (2559 ha).

### **2.9.1 Complejo de Imataca**

Las unidades geológicas existentes, pertenecen a la provincia Geológica de Imataca del Precámbrico, de edad Arqueozoica y Proterozoico, constituidas principalmente por una (01) unidad litológica, representadas por la unidad de gneises

graníticos cuarzo feldespático, la Formación Mesa y los sedimentos recientes de naturaleza areno-arcillosa.

Los afloramientos están constituidos por Gneis Migmatítico con bandeamiento alternado de color rosado a gris claro de grano grueso, el cual ha sido intrusionado por un dique y vetas de cuarzo, de color blanquecino, de grano fino con dirección N 30°-40° W, en la parte norte la vegetación es muy espesa con árboles de ocho (08) a diez metros (8-10 m) de altitud, y en la parte sur se encuentra más despejada con árboles de 2-3 m de altitud.

La meteorización presente es intensa dado a la gran cantidad de bloques sueltos y saprolita en los flancos del afloramiento. Estas litologías fueron caracterizadas en trabajos de campo realizados en la zona de estudio.

### **2.9.2 Formación Mesa**

Ocupa aproximadamente un 50% del área de estudio, la cual se depositó de manera discordante sobre una superficie irregular de rocas Precámbricas, Lléxico Estratigráfico de Venezuela (1997).

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

A continuación, se reseñan los estudios geológicos regionales o de reconocimiento. Se destaca la geología del Complejo de Imataca de edad Arqueozoica que se denominó inicialmente “Serie Imataca”.

#### **3.1 Antecedentes**

El nombre de Serie de Imataca fue introducido por primera vez en la literatura geológica por Newhouse y Zuloaga (1929). Zuloaga y Tello (1939) describen la asociación Real Corona – El Torno hacia el lado norte del complejo de Imataca. Bellizzia y Martín Bellizzia (1956), redefinieron la serie de Imataca para abarcar e incluir en ella toda la secuencia de rocas metamórficas de alto grado. Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera. C.A (C.V.G. Técmin. 1991).

Más tarde Short y Steenken (1962) denominaron Grupo Imataca, y Chase (1965) introduce el término Complejo de Imataca, por considerar "que la complejidad de la estructura, hace improbable que se logre la determinación de una sucesión inequívoca de formaciones dentro del conjunto", y lo describe, en el cuadrilátero Adjuntas - Panamo, como una secuencia estratigráfica de gneises intensamente metamorfizadas, con intercalaciones de granito (Mendoza, V. 2005).

Ascanio, G. (1975) Considera que el complejo consta de siete bloques de rocas, cada uno con expresión fisiográfica propia, determinada por la composición fisiográfica y la estructura. Los contratos entre los bloques están definidos por líneas

que siguen al pie de las faldas de las montañas, o el curso de algunos ríos y riachuelos. Al colocar en el mapa las edades determinadas por Hurley y otros, (1977) en Ascanio (1975), se observa que cuatro bloques de 3000 m.a., son adyacentes o están intercalados con los otros tres bloques de 2700 m.a.

## **3.2 Fundamentos teóricos**

### **3.2.1 Propiedades específicas que condicionan la calidad de los afloramientos de granitos**

#### **3.2.1.1 Morfología**

Con el estudio de la morfología del afloramiento y su entorno se pretende conocer las características geométricas del macizo (límites superficiales, potencia, zonaciones litológicas, etc.), lo que resulta imprescindible para ser una primera valoración del potencial del macizo (LOEMCO, 1995).

#### **3.2.1.2 Fracturación**

Se estudia atendiendo principalmente al número de familia de diaclasas y a los espaciados entre ellas, es decir, a la densidad del diaclasado, ya que es éste el principal parámetro que condiciona el tamaño de bloque a extraer. Una red de diaclasas poco espaciada invalida el uso de la roca con fines ornamentales, un diaclasado medio permite la extracción de bloques comerciales solo en ciertos sectores y un diaclasado escaso o muy espaciado favorece la extracción de un gran número de bloques y, por tanto un aprovechamiento alto o muy alto del yacimiento (LOEMCO, 1995).

## **3.2.2 Características de la roca**

### **3.2.2.1 Composición**

El conocimiento de la composición mineralogía de la roca es de gran interés, ya que es una propiedad que condiciona decisivamente su carácter ornamente ornamental. Para determinar esta propiedad es necesario efectuar una serie de análisis petrográficos (LOEMCO, 1995).

### **3.2.2.2 Color**

El color cambia y se pone oscuro hacia los gabros con la disminución de la cantidad de cuarzo. La presencia de biotita negra da un color de gris a negro. Los colores vivos, vienen del feldespato con diferentes tintes, rojos o rosado con pigmentos de hematita (óxido de hierro), verde con lentejuelas de clorita en vía de alteración. Azul, por la presencia de (óxido de cobre). El color más frecuente, es el gris a gris azulado claro o fuerte según los matices de los constituyentes (LOEMCO, 1995).

### **3.2.2.3 Granulometría**

El grano depende de la velocidad del enfriamiento, mientras más rápido sea, el grano será más fino e inversamente, determinando de esta forma el perfil ornamental de la roca (LOEMCO, 1995).

#### **3.2.2.4 Textura**

Es un factor importante, la cual toma en cuenta la disposición de los minerales. A nivel del yacimiento, la textura homogénea, con o sin orientación privilegiada de algunos minerales, permite seleccionar zonas de interés para la explotación (LOEMCO, 1995).

#### **3.2.2.5 La homogeneidad**

Se define a partir de los cambios de facies, variaciones de color y discontinuidades, siendo necesario conocer cada una de ellos ya que tienen una importancia directa en la canterabilidad de la roca (Montes, E., 2004).

#### **3.2.2.6 La oxidación**

Es un factor decisivo en el aprovechamiento del yacimiento ya que su presencia y distribución. Por sí misma, pueden obligar al abandono de todo o una parte del mismo con independencia del resto de los criterios, incluso aunque estos sean muy positivos para la explotación (LOEMCO, 1995).

#### **3.2.2.7 Efecto de la meteorización de la roca**

Tal como puede observarse en el campo. Una meteorización es baja cuando la costra alterada es menor o igual a 2 cm., media si la costra tiene entre 2 y 20 cm., y alta si es mayor de 20 cm (LOEMCO, 1995).

### **3.3 Definición de términos básicos**

#### **3.3.1 Geología**

Rama de las ciencias naturales que estudia la historia, la estructura y los procesos de la tierra. De esta manera la geología se encarga del estudio de las materias que forman el globo y de su mecanismo de formación. También se centra en las alteraciones que estas materias han experimentado desde su origen y en el actual estado de su colocación (Iriondo, M. 2007).

#### **3.3.2 Geomorfología**

Es la ciencia que estudia las formas terrestres. Descripción e interpretación de las características del relieve terrestre. Por su campo de estudio, la geomorfología tiene vinculaciones con otras ciencias. Uno de los modelos geomorfológicos más popularizados explica que las formas de la superficie terrestre es el resultado de un balance dinámico que evoluciona en el tiempo entre procesos constructivos y destructivos, dinámica que se conoce de manera genérica como ciclo geográfico (Thombury, W. 1960).

#### **3.3.3 Topografía**

La topografía es una disciplina o técnica que se encarga de describir de una forma muy detallada la superficie de un terreno, pero no solo se limita a realizar la elevación de campos en los terrenos sino que posee componentes edición y redacción cartográfica, que se encarga de estudiar las elaboraciones de los mapas geográficos (García, Y. 2014).

### **3.3.4 Tectónica**

Es la parte de la geología que estudia la estructura de la corteza terrestre, la disposición de los materiales que la constituye y las causas que han provocado su disposición peculiar (Velázquez, V.2012).

### **3.3.5 Tectonismo**

Es el conjunto de movimientos de gran magnitud que afectan la corteza terrestre y provocan que las capas rocosas se deformen, rompan y reacomoden. Los movimientos tectónicos pueden ser orogénicos y epirogénicos (Velázquez, V. 2012).

### **3.3.6 Relieve**

Configuraciones de la superficie de la tierra que toman diferentes formas y están producidos por procesos naturales, es fundamental en los estudios del clima y en la distribución de la floresta. Estos accidentes geográficos se clasifican según su tipología como formaciones montañosas, llanuras y depresiones, y su dibujo responde a la acción del clima y los elementos; a procesos internos de la Tierra, como el movimiento de placas tectónicas; (Strahler, A. 1989).

### **3.3.7 Buzamiento**

Es el sentido u orientación de la inclinación de los estratos en un relieve de plegamiento formado en rocas sedimentarias, que son las que se disponen en forma de capas o estratos (Iriondo, M. 2007).

### **3.3.8 Rumbo**

Se puede definir como línea que resulta por la intersección del plano geológico por un plano horizontal (Iriando, M. 2007).

### **3.3.9 Azimut**

Es el ángulo de una dirección contado en el sentido de las agujas del reloj a partir del norte geográfico. El azimut de un punto hacia al este es de  $90^\circ$  y hacia el oeste de  $270^\circ$  sexagesimales. El término azimut solo se usa cuando se trata del norte geográfico. Cuando se empieza a contar a partir del norte magnético, se suele denominar rumbo o azimut magnético. En la geodesia o la topografía geodésica, el azimut sirve para determinar la orientación de un sistema de triangulación (Iriando, M. 2007).

### **3.3.10 Estructuras Geológicas**

Es un factor dominante de control de las formas del relieve y se reflejan en ellas, 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. El estudio de las disposiciones y el significado de las mismas dentro de la geología, se estudian en la geología estructural (Thombury, W. 1960).

### **3.3.11 Fallas**

Son estructuras en la corteza a lo largo de las cuales ha tenido lugar un desplazamiento apreciable. Las fallas se forman por esfuerzo tectónico o gravitatorios actuantes en la corteza. La zona de ruptura tiene una superficie ampliamente bien definida denominada plano de falla (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).

### **3.3.12 Partes de una falla**

En el plano morfológico, las fallas pueden tener un protagonismo bien visible en el terreno.

Se llama plano de falla a la superficie de ruptura por el que se desplazan los estratos. Si el plano de falla está pulido y estriado decimos que es un espejo de falla. En este caso se pueden dar fenómenos de metamorfismo dinámico (Iriondo, M. 2007).

Se llama labio de falla, o bloque, a los fragmentos separados por el plano de falla. Distinguimos entre bloque elevado, el que asciende, y bloque hundido, el que descende. Se llama línea de falla a la línea de contacto entre el labio inferior y el plano de falla (Iriondo, M. 2007).

Se llama salto de falla, o escarpe, a la altura total del desplazamiento medido de manera vertical. Si el desgarró se produce de manera horizontal, en el mismo plano (sin salto de falla) decimos que se trata de un desgarró (Iriondo, M. 2007).

### **3.3.13 Tipos de fallas**

#### **3.3.13.1 Fallas con desplazamiento vertical**

Fallas con desplazamiento vertical: se denominan fallas con desplazamiento vertical en las que el movimiento es fundamentalmente paralelo al buzamiento de la superficie de falla. Los dos tipos principales de fallas con desplazamiento vertical se denominan fallas normales y fallas inversas (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).

- ✓ *Fallas normales*: las fallas con desplazamiento vertical se clasifican como fallas normales cuando el bloque de techo se desplaza hacia abajo en relación con el bloque de muro (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).
  
- ✓ *Fallas inversas*: las fallas inversas y los cabalgamientos son fallas con desplazamiento vertical en las cuales el bloque de techo se mueve hacia arriba con respecto al bloque de muro (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).

#### **3.3.13.2 Fallas de desplazamiento horizontal**

Las fallas en las que el desplazamiento dominante es horizontal y paralelo a la dirección de la superficie de la falla, se denominan fallas de desplazamiento horizontal (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005)

### **3.3.14 Pliegues**

Durante la formación de las montañas, las rocas sedimentarias y volcánicas suelen doblarse en una serie de ondulaciones semejantes a ondas denominadas pliegues. Los tipos de pliegues más comunes se denominan anticlinales y sinclinales (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).

#### **3.3.14.1 Anticlinales:**

Un anticlinal se forma casi siempre por plegamiento convexo, o arqueamiento de las capas de roca, en la cual los estratos más antiguos se encuentran en el centro. Esto se produce generalmente cuando los estratos se pliegan hacia arriba (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).

#### **3.3.14.2 Sinclinales:**

Asociados a menudo con los anticlinales, se encuentran los pliegues cóncavos, o surcos, denominados sinclinales. Una estructura en la cual los estratos más jóvenes se encuentran en el centro. Esto ocurre casi siempre cuando los estratos se pliegan hacia abajo. (Tarbuck, E y Lutgens, F. 2005).

### **3.3.15 Diaclasa**

Fractura o fisura en una masa rocosa en la que no se observa un movimiento relativo de sus lados. En general, las diaclasas interceptan superficies primarias, tales como estratificación, exfoliación, esquistosidad, etc. Se desarrollan preferentemente en los miembros competentes de una serie, más que en incompetentes. Un conjunto de diaclasas paralelas se denomina un «sistema de diaclasas»; dos o más conjuntos que se cortan, producen un «sistema de diaclasas»; dos disposiciones de diaclasas

muy juntas en ángulo recto con una tercera, producidas por el mismo sistema de tensiones, se dice que son conjugadas. Una diaclasa principal (término de hombre de cantera) es una diaclasa persistente o sistema que puede ser horizontal o vertical.

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1 Tipo de investigación**

Este proyecto de investigación está enmarcado en una investigación del tipo descriptiva y exploratoria.

##### **4.1.1 Tipo de investigación descriptiva**

Según 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”.

Este proyecto de investigación es descriptivo, porque consiste en la descripción de la geología local, composición mineralógica mediante la representación de sus unidades litológicas y ensayos petrográficos.

##### **4.1.2 Tipo de investigación exploratoria**

Según Arias, F. 2006, la investigación exploratoria “se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos”

El presente trabajo de investigación aplica una investigación exploratoria, ya que el afloramiento rocoso es un área poco explorada a nivel local; por lo que este

proyecto consiste en la exploración a detalle, para la determinación de sus características geológicas.

## **4.2 Diseño de la investigación**

De acuerdo a lo citado por Arias, F. (2006), este proyecto de investigación corresponde a una investigación documental y de campo.

### **4.2.1 Diseño de la investigación documental**

Según Arias, F. (2006), 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”.

La investigación es documental, ya que se basó en una revisión de bibliográfica y cartográfica de la zona de estudio, para la recopilación de información sobre la geología regional, como base para establecer la geología local.

### **4.2.2 Diseño de la investigación de campo**

“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, sin manipular o controlar variables alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes (Arias, F. 2006).

Esta investigación corresponde a una investigación de campo, debido a que se lleva a cabo una recolección de muestras de rocas, las cuales se tomaron mediante las

visitas y el trabajo de campo; es decir, directamente sobre el afloramiento y los alrededores del área en estudio.

#### **4.4 Población de la investigación**

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

En el caso de esta investigación la población, está referida a todo el afloramiento rocoso ubicado en el Hato El Novillo.

#### **4.5 Muestras de la investigación**

Según Arias, F. (2006), “una muestra, en un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población”.

En este caso particular, el muestreo de rocas se realizó en forma aleatoria, detallando donde el afloramiento presente cambios texturales o de coloración. Se recolectaron en total ocho (8) muestras de mano, para que el muestreo sea representativo. Las muestras recolectadas se describieron macroscópicamente y luego, se seleccionaron las muestras más representativas del afloramiento para la aplicación de las descripciones mineralógicas. Estas muestras se tomaron de la forma tradicional, o sea a percusión, usando una mandarina de 5 kilos.

#### 4.6 Técnicas de recolección de datos

Arias, F. (2006), define la técnica como “Un instrumento de recolección de datos de cualquier recurso, dispositivo o formato, que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”.

##### 4.6.1 Instrumentos de recolección de datos

Dentro de los instrumentos que se emplearon están: lápiz, libreta de campo, mapas, cámara fotográfica de alta resolución, GPS Garmin 60 Csx, lupa de geólogo e imágenes satelitales Asterdem. Los mapas se elaboraron cartografiando los puntos GPS, sobre dicha imagen (Figura 4.1)



Figura 4.1 Parte del equipo de campo usado para recolectar información geológica en los afloramientos.

## **4.6 Etapas de la investigación**

A fin de realizar la investigación con mayor eficiencia y cumplir con los objetivos propuestos para la elaboración del estudio geológico, se dividió el trabajo en cinco (5) fases o etapas, tanto teóricas como prácticas, que, con la supervisión del tutor académico, se clasificó de manera sistemática de la siguiente manera (Figura 4.2)

### **4.6.1 Etapa I Recopilación de la información**

Esta etapa comprende la recopilación y consulta de toda la información tanto bibliográfica como cartográfica existente del área de estudio, que sirve de base en la elaboración del proyecto.

#### **4.6.1.1 Recopilación bibliográfica**

En la parte bibliográfica fueron revisados y analizados informes de avance técnicos de CVG TECMIN, C.A., textos académicos y trabajos de investigación recopilados en la Biblioteca de la Universidad de Oriente, ubicada en el decanato, Núcleo Bolívar.

#### **4.6.1.2 Recopilación cartográfica**

En cuanto a la información cartografía se utilizaron las hojas cartográficas NB-20-2, mapa de geología regional perteneciente al Proyecto inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana, C.V.G Técnica Minera C.A del año 1991; a escala

1:250.000 del año 1991, la hoja 7538 Marhuanta de Dirección de Cartografía Nacional a escala 1:100.000 del año 1970.

También se utilizó la ortoimagen de radar 7538-II, perteneciente al proyecto Cartosur II a escala 1:50000 año 2005, resolución a color y la imagen del software Google Earth 2016.

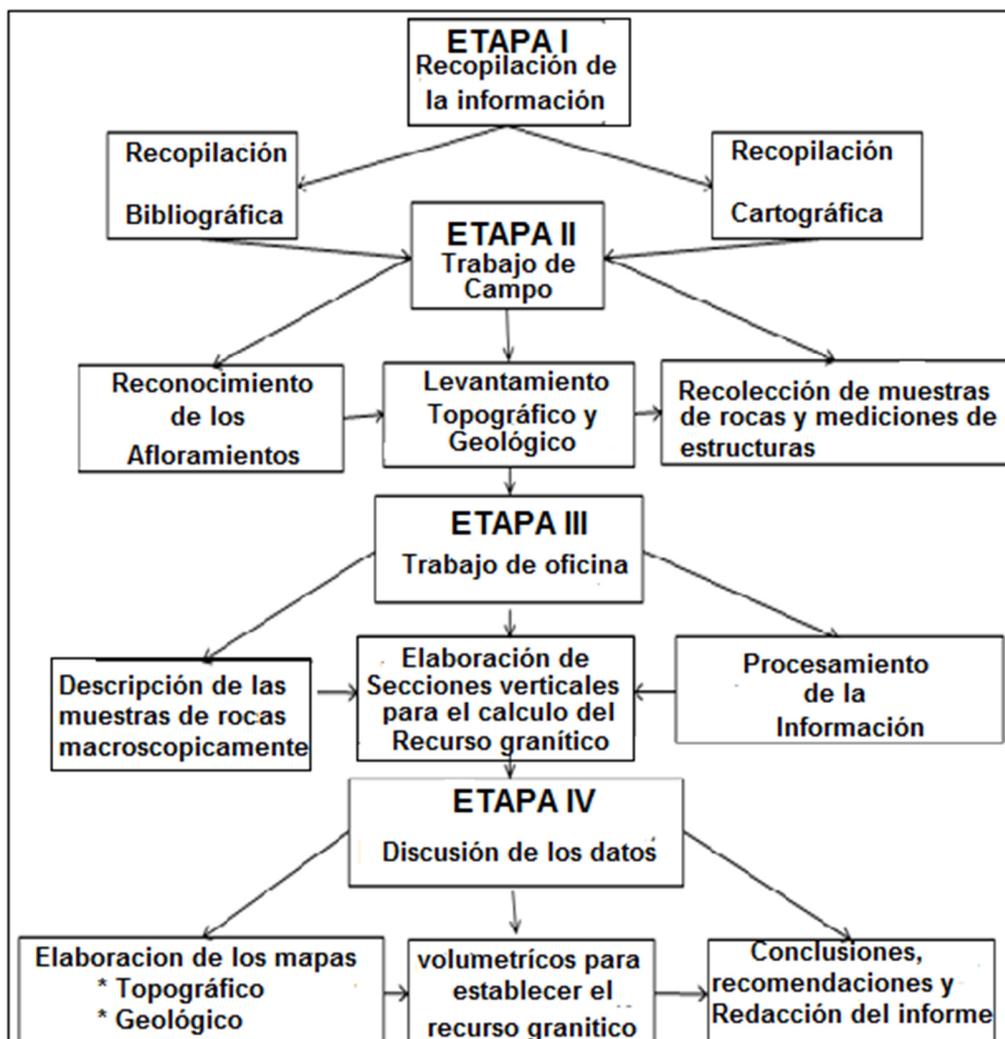


Figura 4.2 Etapas de la metodología del trabajo.

## **4.6.2 Etapa II Trabajo de campo**

Son las actividades desarrolladas sobre los afloramientos y puntos cercanos. Esta actividad se realizó en 2 entradas a campo que tuvieron una duración de 7 horas cada una. En esta fase también se describieron las características físico-naturales del área.

### **4.6.2.1 Ubicación y reconocimiento del afloramiento**

La exploración se realizó primeramente con un reconocimiento geológico de la zona con la finalidad de determinar las unidades geológicas y las estructuras presentes en el área, ubicación geográfica del afloramiento, además de tomar fotografías.

Para poder acceder a la zona de estudio se contó con el apoyo de un geólogo, y el transporte hasta el campamento base. El recorrido hasta el afloramiento, se hizo a campo travieso (Figura 4.3).



Figura 4.3 Reconocimiento del área del Hato El Novillo.

#### 4.6.2.2 Levantamiento topográfico

Durante esta etapa, se realizó un levantamiento topográfico utilizando un Geoposicionador Satelital (GPS), de última generación, con el cual se geoposicionaron nueve (9) puntos de estaciones geológicas y ocho (8) puntos de muestreo, con coordenadas y sus respectivas elevaciones (Figura 4.4).



Figura 4.4 Levantamiento y anotaciones de puntos de referencias para el plano topográfico.

#### 4.6.2.3 Levantamiento geológico

Durante los recorridos del afloramiento y zonas aledañas se observaron planos de diaclasas, fallas y foliación gnéssica, a quienes se les midió rumbo y buzamiento y posteriormente se cartografiaron para luego ser representados en el mapa geológico.

Para esta actividad fue utilizada una brújula profesional marca Bruntón (Figura 4.5).



Figura 4.5 Medición de dos familias de diaclasas, en la ladera del Cerro El Novillo.

#### **4.6.2.4 Recolección de muestras de rocas**

La recolección de muestras se hizo por el usando método de percusión, con una mandarría de 5 Kg. Se colectaron ocho (8) muestras de rocas. Las muestras extraídas fueron superficiales. Las muestras fueron descritas macroscópicamente en campo.

De igual forma, durante los recorridos de campo, se pudieron reconocer y diferenciar los dos (2) diferentes tipos de litologías presentes en el área (Figura 4.6).



Figura 4.6 Rotulado de las muestras de rocas recolectadas.

Seguidamente fueron rotuladas y etiquetadas con un numero; además, los puntos de muestreo fueron posicionados mediante un geoposicionador satelital (GPS) (Tabla 4.1 y Figura 4.7).

<b>MUESTRAS</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
M-1	431.931	844.846
M-2	431.874	843.879
M-3	433.231	844.196
M-4	433.899	845.040
M-5	434.341	843.789
M-6	434.765	843.529
M-7	435.023	844.240
M-8	435.955	844.713

Tabla 4.1 Ubicación de las muestras de rocas del Cerro El Novillo y sus alrededores.



Figura 4.7 Descripción macroscópica de las muestras de rocas.

### **4.6.3 Etapa III Trabajo de oficina**

Una vez recolectada la información de campo, se procedió en la comodidad de la oficina a la descripción macroscópica, la elaboración del mapa geológico-estructural de la mina y la indagación del potencial minero de la misma.

#### **4.6.3.1 Descripción macroscópica**

En la zona se recolectaron y agruparon 8 muestras de rocas, las cuales se describen de manera macroscópica y se les asignó un nombre de campo, el cual está sujeto a los análisis petrográficos. A continuación, se describen en forma general y sin ninguna posición estratigráfica (Figura 4.8)



Figura 4.8 Descripción macroscópica a lupa 10X de las muestras de rocas para agruparlas.

#### 4.6.3.2 Elaboración del mapa geológico

Para elaborar el mapa geológico-estructural se tomó como base la hoja cartográfica NB-20-2 a escala 1:250.000, la hoja 7538 a escala 1:100000. También se utilizó la ortoimagen de radar 7538-II a escala 1:50000 año 2005, para la digitalización del mapa geológico-estructural se utilizaron las herramientas tecnológicas; Global Mapper 17.0 y AUTOCAD 2008.

A través del programa Global Mapper 17.0 se abrió la imagen 7538-II, donde se puede observar el relieve la textura, el color, la escala y sus respectivas coordenadas, luego se representó los puntos de la poligonal cerrada A, B, C y D, luego con el formato de Global Mapper se seleccionó el área estudiada y se exportó a Surfer en formato grip con la finalidad de suavizar las curvas de nivel generadas por dicho programa, después son exportadas a formato dxf con el cual trabaja AUTOCAD, seguidamente se abre el programa mencionado anteriormente y se

dibuja la información obtenida de la interpretación geológica y los datos recolectados en campo.

#### **4.6.3.3 Cálculo de los recursos estimados en el afloramiento**

El cálculo de volumen se realizó usando el método de las isoclinas, para ello se usó la hoja cartográfica 7538-IV-SO, a escala 1:25.000 (modificada); luego con la ayuda del software AUTOCAD V. 2008, se calculó el área del afloramiento por bloques y con su respectivo espesor se fueron determinando varios volúmenes cuya suma sería el volumen total del afloramiento rocoso. Es importante resaltar que el cálculo del volumen se realizó sólo tomando en cuenta la parte aflorante sin incluir la parte que se encuentra bajo la superficie.

#### **4.6.4 Etapa IV. Discusión de los resultados**

Esta etapa permitió corroborar la existencia real de los datos colectados durante la etapa de recopilación bibliográfica y cartográfica, puesto que se mide cualitativamente y cuantitativamente los elementos analizados. Se recopiló valiosa información, la cual se utilizó para la corrección y elaboración del mapa topográfico definitivo.

##### **4.6.4.1 Interpretación de los datos**

Subsiguientemente, en esta fase se integró toda la información recopilada y generada en todas las etapas anteriores, del Cerro El Novillo, llevando a cabo la evaluación del recurso granítico, así como también, las conclusiones, recomendaciones.

#### **4.6.4.2 Conclusiones y recomendaciones**

Una vez procesada, recopilada y analizada la información generada en base a los objetivos propuestos, se procedió a determinar todos los elementos característicos; documentales, de campo e interpretación de los resultados, se presentan las conclusiones y recomendaciones: conclusiones respectivas que se ha encontrado en la investigación, así como las recomendaciones a considerar a la hora de realizar trabajos similares.

#### **4.6.4.3 Redacción del informe final**

Una vez culminadas todas las etapas que conforman la metodología de trabajo, y luego de examinar los análisis de los resultados, cumpliendo con los objetivos establecidos, se llevó a cabo la organización del informe final, cumpliendo con las normas establecidas en el manual para la elaboración de trabajos de grado de la Universidad de Oriente.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

#### 5.1 Identificación de las unidades litológicas y geomorfológicas, mediante observaciones de campo

Para realizar el levantamiento geológico de superficie del área, se hicieron nueve (9) estaciones geológicas durante la visita a campo donde se recolectó información (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Estaciones geológicas marcadas en el Cerro La Ramonera y puntos cercanos.

PUNTO	ESTE	NORTE	DESCRIPCIÓN
1	431.931	844.846	Se observa afloramiento con bloques ubicados en el pie de cerro. Se tomó la muestra M-1
2	435185	855308	Se observó Pegmatita de rumbo N8°E, emplazado en una zona de fractura de rumbo N80°E. Se tomó la Muestra M-2
3	433.231	844.196	Se observaron fracturas de rumbo N80°E y buzamiento 12°SW. Se tomó la muestra M-3
4	435000	855944	Se los gneises del Complejo de Imataca y las areniscas arcillosas, color rojas de la Formación Mesa, a una cota de 155 msnm
5	433.899	845.040	Bandeamientos de flujo de Rumbo S65°E y emplazamiento de veta de cuarzo en plano de fractura. Se tomó la Muestra M-4
6	434.341	843.789	En afloramiento de gneiss se observó meteorización esferoidal. Se tomó la muestra M-5

7	434.765	843.529	En afloramiento se observó diaclasa de rumbo N45°W; también se observó bandeamiento de flujo. Se tomó la muestra M-6
8	435.023	844.240	En afloramiento se tomó la muestra M-7
9	435.955	844.713	En el tope de afloramiento se tomó la muestra M-8

### 5.1.1 Unidades litológicas

Partiendo de la información geológica recolectada en campo, la cual condiciona la evolución de la topografía, se puede destacar la marcada diferencia de elevaciones entre las litologías que conforman la zona. Se pudieron diferenciar tres (3) litologías características las cuales se encuentran ordenadas crono-estratigráficamente: Unidad de Gneises graníticos, la unidad sedimentos mal cementadas de la Formación Mesa y los sedimentos aluvionales del reciente. (Figura 5.1).

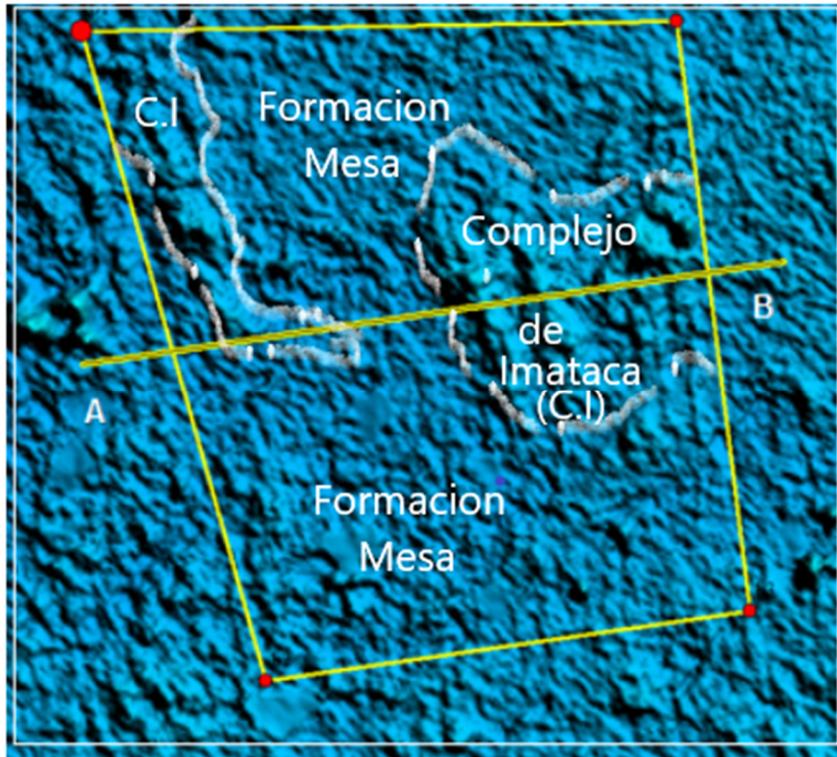


Figura 5.1 Interpretación de la imagen de radar, mostrando las áreas de cada unidad litológica.

### 5.1.1.1 Unidad de Gneises graníticos

Ocupan el 30 % del área, se ubican al este y oeste del territorio conformando las cotas más elevadas. Existen 2 afloramientos. El primero de forma irregular, ubicado al este, donde el afloramiento Cerro Mono es el más alto y el segundo ubicado al oeste, de forma alargada.

### 5.1.1.2 Formación Mesa

Se ubican topográficamente en la parte más baja de la zona, hacia el centro, Norte y Sur. Están representados por una serie de sedimentos, siendo estos de carácter areno-arcillosos, costras ferruginosas y peñones con espesores variables cuyo máximo es de 2 metros.

Las arenas sueltas cubren áreas muy grandes, color rojizo, se presentan además guijarros ferruginosos y de cuarzo en las depresiones y cauces fluviales intermitentes, factibles de ser utilizados en la construcción de caminos.

El contacto entre la Formación Mesa y el Complejo ígneo-metamórfico de Imataca se estableció en la cota 120 msnm. Este contacto fue establecido por GPS (Figura 5.2).

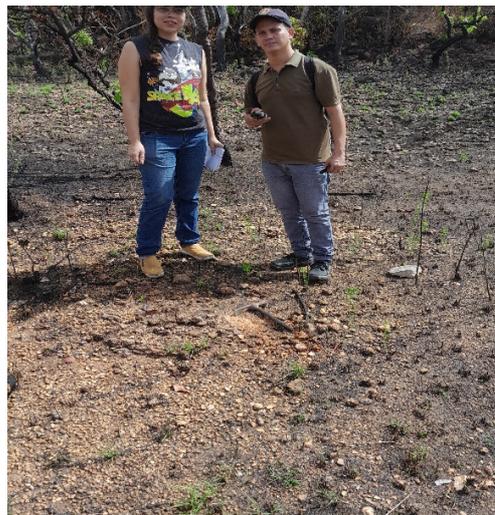


Figura 5.2 Contacto geológico observado cerca de la falda del cerro el Novillo parte oeste de uno de los afloramientos.

### 5.1.1.3 Unidad de aluviones

Sedimentos transportados, producto de la erosión de las litologías, las cuales, se están depositando actualmente, tales como cantos, peñones, gravas, arenas, limos y arcillas.

### 5.1.2 Unidades geomorfológicas

La zona de estudio se encuentra dentro de la provincia geológica de Imataca y desde el punto de vista fisiográfico, los terrenos donde se ubican las masas graníticas, se caracterizan por presentar una topografía ondulada con pendientes, donde los lomeríos se destacan por su altura y topografía muy quebrada y vertientes escarpadas. (Figura 2.3)

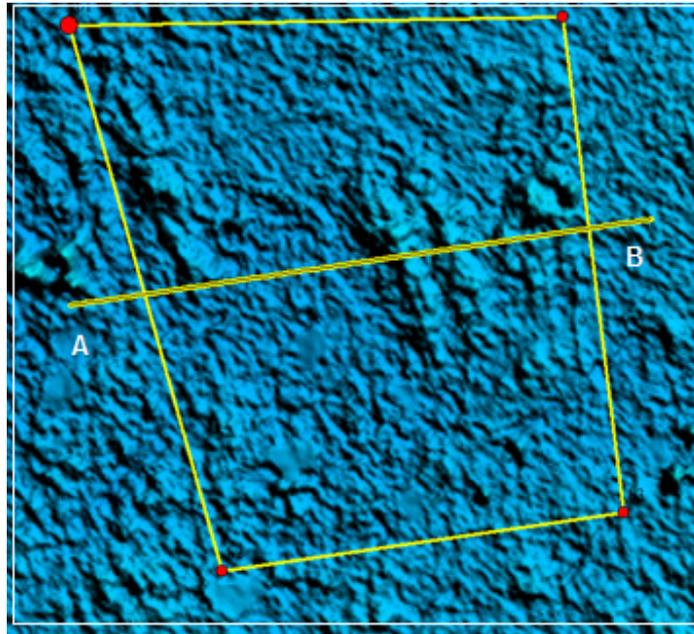


Figura 2.3 Topofomas identificadas de tipo alargadas en el área de estudio.

La presencia de estos lomerios, sobre el paisaje ondulado (peniplanicie) es indicio de la erosión diferencial que ha ocurrido en la región y procesos de peneplanación, que combinan acciones mecánicas y químicas, generando predominantemente relieves rebajados donde se alternan colinas altas y planicies.

En algunos afloramientos se pudo observar que han sido afectados fuertemente por la meteorización produciendo en ellos un desmenuzamiento, algunas veces en forma de bloques, producto de las numerosas diaclasas presentes en los afloramientos y otras en forma de lajas (Figura 2.4).



Figura 2.4 Desintegración en forma de lajas y en forma de bloques, donde se observa la destrucción y posterior transporte de rocas por efecto del intemperismo y las lluvias.

Desde el punto de vista de las topofomas, el área de estudio presenta 2 relieves característicos: el relieve de Lomeríos y el relieve de planicies.

#### **5.1.2.1 Relieves de Lomeríos**

Son llanuras onduladas suaves con colinas aisladas de roca dura. Representan el 30 % del área. Las pendientes están entre el 12 % y el 15 %. Este tipo de llanura se forma en áreas donde ocurren rocas macizas plutónicas en forma de Lomas, que son formas con patrones de diaclasamiento dominante curvo; con fracturamiento solo en los bordes del afloramiento. Presentan cotas topográficas entre 200 msnm y 121 msnm, de forma suavemente ondulada, perfil convexo, patrón de drenaje dendrítico poco denso, profundidad de disección media, suelo residual y en partes afloramientos, la dinámica erosional es en forma de surcos.

#### **5.1.2.1 Relieves de Planicie**

En el área de estudio este relieve representa el 70%. Se caracteriza por la presencia de planicies y peniplanicies bajas, suavemente onduladas hacia el norte y hacia el sur por un paisaje de lomeríos. Las planicies son los paisajes de mayor uniformidad, presentan pendientes entre 3 % a 7% y cotas inferiores a 120 msnm. Pueden ser de origen deposicional, residual y combinando ambos factores, los más predominantes son los de tipo deposicional correspondientes a la Formación Mesa.

#### **5.1.2.3 Perfil topográfico**

Para la comprobación de la geomorfológica, del área se hizo un (1) perfil transversal, de dirección NE-SW (Figura 5.5).

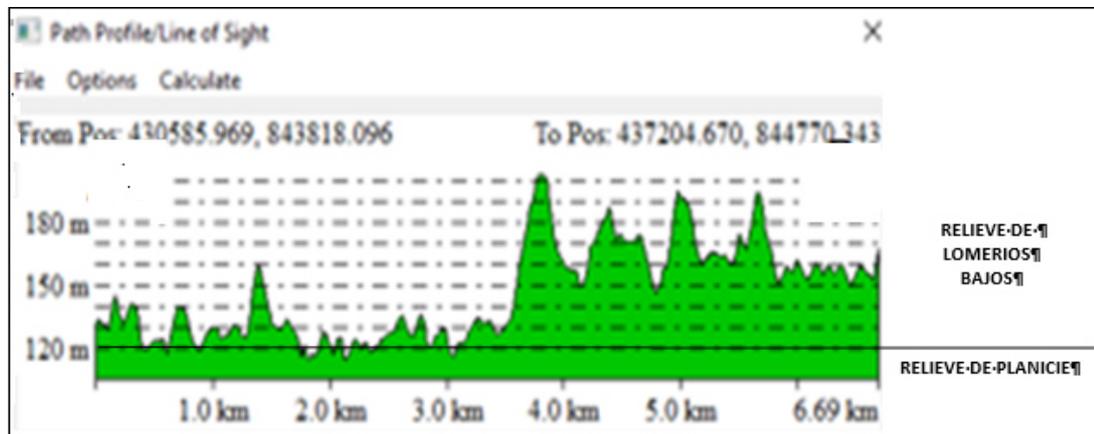


Figura 5.5 Diferentes tipos de relieves presente en el área. Nótese el relieve irregular de la Formación Mesa, contrastando con e relieve de lomeríos.

## 5.2 Efectuar el muestreo de rocas para la determinación de la mineralogía y estructuras.

Durante las actividades de campo se recolectaron 8 muestras, las cuales se describen a continuación:

### Descripción macroscópica de las muestras

Con la ayuda de una lupa de geólogo y el asesor académico, se procedió a realizar la descripción macroscópica, donde se resultó la identificación mineralógica y sus porcentajes (Figura 5.6)



Figura 5.6 Descripción macroscópica de una de las muestras seleccionadas.

➤ **Descripción de las Muestras M-1, M-2 y M-3**

Estas 3 muestras son similares en textura y coloración, y lo que cambia son los porcentajes mineralógicos.

Macroscópicamente son rocas homogéneas, duras, de grano fino a medio y de color gris, textura foliada, con orientación de los minerales máficos.

En la Tabla 5.2 se observan los rangos estimados y en orden decreciente de los minerales observados en las muestras

Tabla 5.2 Porcentajes mineralógicos observados en orden decreciente en las muestras

<b>MINERALES</b>	<b>PORCENTAJES</b>
Feldespato	Entre 45 % a 50 %
Cuarzo	Entre 20 % a 25 %
Plagioclasa	Entre 10 % y 15 %
Biotita	Entre 1 % y 5 %

### **5.3 La cartografía geológica del área mediante la elaboración de los mapas topográfico y geológico**

En resumen, podemos decir que el área que abarca el presente estudio, contempla las litologías correspondientes a la Provincia Geológica de Imataca, específicamente a la Faja litotectónica de Laja Negra (Ascanio, 1976); La Formación Mesa, además del material aluvial reciente, las cuales se describen a continuación (Figura 5.7).

#### **5.3.1 Gneises graníticos de la Provincia Geológica de Imataca**

Están representados por 2 afloramientos principalmente. Se ubican en los flancos Este y Oeste, representan el 25 % del área. Generalmente forma filas alargadas y delgadas, de dirección N 20°-30°W, producto del tectonismo.

#### **5.3.2 Formación Mesa**

Representa el 50 % de la zona, se ubica en la parte central. La Formación Mesa de edad Pleistoceno de origen transicional, está compuesta principalmente por partículas tamaño arena de grano medio a fino con cantidades menores de grava de cuarzo, fragmentos oxidados de moco de hierro y de arcilla, con una granulometría decreciente de base a tope de color rojizo a amarillo, poco consolidada.

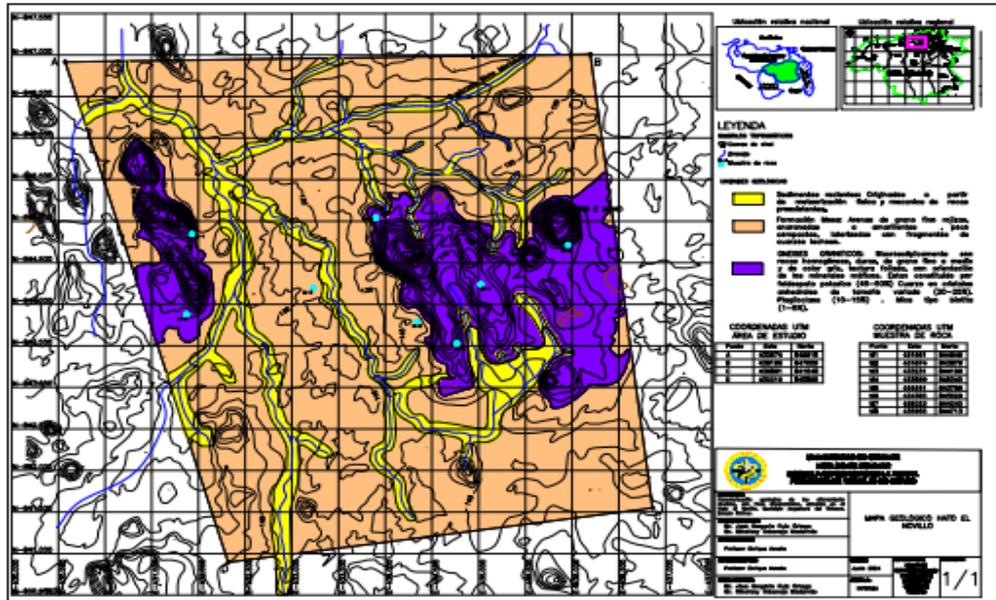


Figura 5.7 Mapa geológico generalizado del Hato El Novillo y zonas aledañas.

### 5.3.3 Unidad de sedimentos recientes

Representa un 25 % del área de estudio. Están constituidos por los sedimentos arrastrados por corrientes de agua y los descompuestos in situ, producto del intemperismo físico y mecánico de las rocas. Están formados por fragmentos de cuarzo recristalizados, arenas, arcillas y fragmentos de rocas.

### 5.4 Cálculo del recurso rocoso, mediante el método computarizado

Para el cálculo del volumen de las masas rocosas presente en el Hato El Novillo, se consideraron los 2 afloramientos ubicados al Oeste y al Este, con sus áreas en km<sup>2</sup> y sus elevaciones máximas en msnm (Figura 5.8).

El plano topográfico de la zona, fue transformado al programa de AUTOCAD V-2004, y además toda la información geológica recolectada en campo se descargó en el mismo. La información referente a elevaciones y profundidades se procesó con el programa GLOBAL MAPPER, el cual proyectó el valor del volumen en metros cúbicos.



Figura 5.8 Representación esquemática de los 2 afloramientos más importantes del Hato El Novillo para el cálculo del volumen granítico.

#### 5.4.1 Cálculo el recurso rocoso del afloramiento 1

Para el cálculo areal y volumétrico del afloramiento 1, se determinó una altura topográfica máxima de 220 msnm (Figura 5.9).

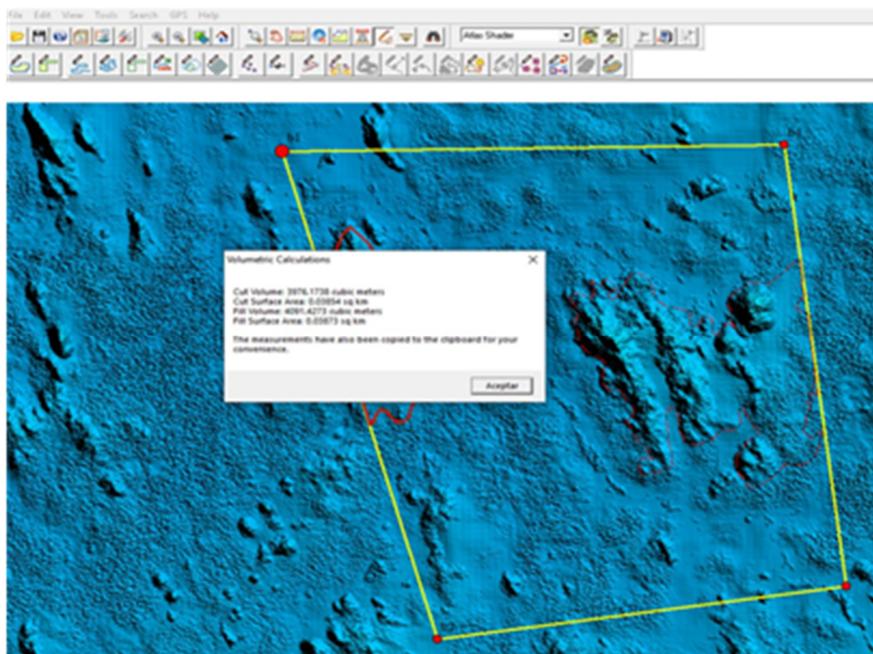


Figura 5.9 Cálculo del área y el Volumen del afloramiento 1.

Al introducir los datos de áreas y alturas máximas y mínimas, el programa GLOBAL MAPPER arrojó los siguientes datos (Tabla 5.3).

Tabla 5.3 Cálculos de áreas y volúmenes del afloramiento 1, del Hato El Novillo.

PARAMETRO	UNIDADES
Superficie total del área superficial	0.038 Km <sup>2</sup>
Volumen Total	<b>4091.42 m<sup>3</sup></b>

#### 5.4.2 Calculo el recurso rocoso del afloramiento 2

Con la altura topográfica máxima de 190 msnm se introdujeron estos datos en el programa GLOBAL MAPPER y arrojó los siguientes datos un espesor de 70 m de la masa granítica. (Figura 5.10 y Tabla 5.4).

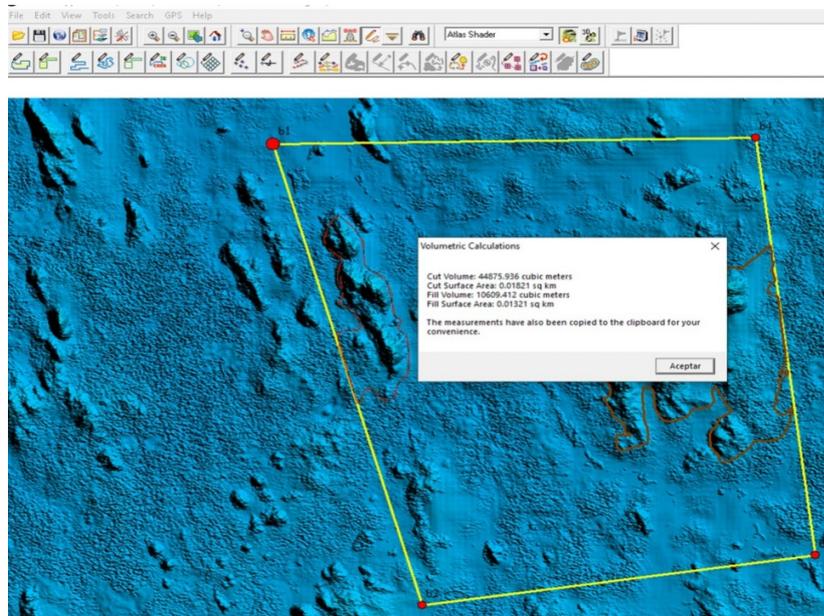


Figura 5.10 Cálculo del área y el Volumen del afloramiento 2.

Tabla 5.4 Cálculos de áreas y volúmenes del afloramiento 1, del Hato El Novillo.

PARAMETRO	UNIDADES
Superficie total del área superficial	0.04Km <sup>2</sup>
Volumen Total	<b>273.94 m<sup>3</sup></b>

**Entonces el volumen total de las masas rocosas es 4.365.36m<sup>3</sup>**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Los afloramientos rocosos del Hato El Novillo se incluye dentro del contexto geológico de las rocas pertenecientes a la Provincia Geológica de Imatáca, y de la Faja de Laja Negra. Discordante sobre estos se depositaron los sedimentos de la Formación Mesa y en el tope de la secuencia se encuentran los aluviones, producto de la meteorización física y química de las rocas subyacentes.
2. En la zona de estudio se diferenciaron dos (2) unidades geológicas, las cuales son: La unidad de Gneis granítico; de la provincia Geológica de Imataca y la unidad de sedimentos de la Formación Mesa. El contacto geológico se ubicó a una cota de 120 msnm.
3. Las masas rocosas estudiadas mineralógicamente se compone de 45% a 50 % de Feldespato, 10 % a 15 % de plagioclasas, 20 % a 25 % de cuarzo y 1 % a de 5 % mica Biotita.
4. Desde el punto de vista de las topoformas se determinaron 2 tipos. El primero y más ampliamente extendido es el relieve de planicie, el cual se caracteriza por la presencia de sabanas y peniplanicies bajas, suavemente onduladas hacia el norte y hacia el sur, presentan pendientes entre 3 % a 7% y cotas inferiores a 120 msnm, con predominio de los de tipo deposicional correspondientes a la Formación Mesa. La segunda topoforma corresponde

a llanuras onduladas suaves con colinas aisladas de roca dura. Las pendientes están entre el 12 % y el 15 %.

5. Los recursos mineros de los 2 lomas graníticos presentes en el Hato El Novillo, ubicado en el Municipio Angostura, Estado Bolívar, poseen características, como poca presencia de eventos geológicos que alteren su continuidad. El valor calculado a través de métodos computarizado indican 4365.36 m<sup>3</sup>.

### **Recomendaciones**

1. De acuerdo con el presente estudio, ambos lomas se encuentra por encima de la topografía local, por lo cual se recomienda la extracción de los bloques primarios por el método de minería a cielo abierto, en la modalidad de bancos por bloques múltiples.
2. Se recomienda la comercialización de las lajas y otros subproductos derivados de los bloques directamente al público, ya que al estar situada la planta procesadora de bloques de granito a pocos kilómetros de Ciudad Bolívar, tendrá un impacto de venta mayor al poseer bajos costos de transporte.
3. La empresa deberá contar con un vivero, el cual mantendrá de una forma armónica el desarrollo de las labores de la mano con el ambiente, permitiendo una rápida recuperación de las zonas afectadas por la cantera, minimizando los posibles impactos ambientales que pudieran provocarse.

4. Realizar un estudio del material estéril proveniente de los frentes de extracción, para a futuro, optar a desarrollar un proyecto adicional.

## REFERENCIAS

Arias, F. (2006) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. (3ra ed.). Caracas: Editorial Episteme. ORAL EDICIONES. P.p 3-89.

Ascanio T. G. (1975) **EL COMPLEJO DE IMATACA EN LOS ALREDEDORES DE CERRO BOLÍVAR**. Venezuela. Conferencia Geológica Inter-Guayanas X, Belem-Pará, Brasil, Noviembre, 1975, Memoria: pp 181 – 179.

C.V.G TECMIN C.A. (1991b) **INFORME DE AVANCE DE LA HOJA DE RADAR NC-20-14, TOMO II: CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS Y VEGETACIÓN**. Ciudad Bolívar.

González, C., Iturralde J. y Picard X., Cadillat X. (1980). **GEOLOGIA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLIFERAS**. Caracas, Ediciones Foninves, Tomo I. Caracas.-Venezuela. P.p 98-115

García, Y. (2014) **CONCEPTO DEFINICIÓN**. [<http://conceptodefinicion.de/topografia>]. 04 de agosto de 2015, 2:45 P.m.

González de Juana, Clemente y otros (1980) **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y SUS CUENCAS PETROLÍFERAS**, tomo I y II, Edición facsimilar 1993, Caracas.

Iriondo, M. (2007) **INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA**. Brujas. 3era. Edición. Pp 9.

LOEMCO, (1995) Laboratorio Oficial para el Ensayo de Materiales de Construcción **MANUAL DE ROCAS ORNAMENTALES**. Madrid, España, pp. 26-30, 40-46, 68-71, 121-125, 177-189.

Mendoza, Vicente (2005) **EVALUACIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA**. Universidad de Oriente (UDO). Ciudad Bolívar - Venezuela.

Montes, Elizabeth (2004) **COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DE ALGUNAS ROCAS ORNAMENTALES DE VENEZUELA CON LAS DE OTROS PAISES**. Ciudad Bolívar - Venezuela. pp. 8, 34, 38 – 40, 53, 72 – 79, 81.

Strahler, A.N., Y Strahler A.H. (1989) **GEOGRAFÍA FÍSICA**. Ediciones Omega S.A. 3ra Edición. Pp-621.

Tarback, E. y Lutgens, F. (2005) **CIENCIAS DE LA TIERRA**. Pearson Educación, S.A. 8va Edición. Pp 291-299.

Thombury, W (1960) **PRINCIPIOS DE LA GEOMORFOLOGÍA**. Capelusz. 4ta Edición. Pp 1.

Velázquez, V. (2012) **GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE.**, [geogafiaymedioambiente.blogspot.com]. 04 de agosto del 2015, 5:26 Pm.

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**NUCLEO DE BOLÍVAR**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADO**



**CARTA DE CONFORMIDAD**

Yo, profesor **ENRIQUE ACOSTA** actuando en calidad de asesor de los bachilleres **José Gregorio Ruiz Ortega** y **Sthefany de la Caridad Urbaneja Madarnás**, portadores de la cédula de identidad V-25.036.735 y V-26.360.527 respectivamente, autores del trabajo de grado titulado **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS AFLORAMIENTOS ROCOSOS, CON FINES ORNAMENTALES, UBICADOS EN EL HATO EL NOVILLO, MUNICIPIO ANGOSTURA, ESTADO BOLÍVAR”**, mediante el presente oficio certifico mi conformidad y estar de acuerdo para la presentación y defensa del trabajo antes mencionado.

---

Profesor Enrique Acosta

Ciudad Bolívar, Junio de 2024

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO-1/6:**

<b>TÍTULO</b>	Caracterización geológica de los afloramientos rocosos, con fines ornamentales, ubicados en el Hato el Novillo, municipio Angostura, estado Bolívar.
---------------	--

**AUTOR (ES):**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>CÓDIGO ORCID / E MAIL</b>
Ruiz Ortega José Gregorio	<b>ORCID:</b> <b>E MAIL: josegr2gorio2000@gmail.com</b>
Urbaneja Madarnás Sthefany de la Caridad	<b>ORCID:</b> <b>E MAIL: sthefanyurbaneja@gmail.com</b>

**Palabras o frases claves:**

<b>rocas ornamentales</b>
<b>mapa geológico-estructural</b>
<b>textura</b>
<b>afloramientos rocosos</b>
<b>cálculos volumétricos</b>

## METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO-2/6

Área	Subárea
Departamento de Geología	Geología
Departamento de Ingeniería Geológica	Ingeniería Geológica

### RESUMEN (ABSTRACT):

En este trabajo titulado “Caracterización geológica de los afloramientos rocosos con Fines Ornamentales, ubicadas en el Hato El Novillo, Municipio Angostura, Estado Bolívar.. La metodología empleada fue de tipo descriptiva y de campo y se realizó en cuatro (4) etapas. La primera fue la etapa de recopilación de información, la cual consistió en la compilación de información cartográfica y bibliográfica del área de estudio. La segunda etapa fue el trabajo de campo en el cual se delimitaron los afloramientos, se realizó el levantamiento geológico respectivo midiendo y anotando las estructuras presentes en el afloramiento tales como dirección, forma, estructuras geológicas, suelo, geomorfología y vegetación, la recolección de muestras frescas previendo que éstas no estuviesen fracturadas ni meteorizadas y marcando su ubicación con G.P.S. En total se tomaron 8 muestras de roca fresca sobre los afloramientos, las cuales, previamente habían sido arrancadas con el método tradicional de percusión usando una piqueta de geólogo. Estas muestras fueron cartografiadas y etiquetadas para su identificación y posteriores análisis. La tercera etapa fue de oficina, y consistió en realizar una revisión visual con lupa de 10X a las muestras de rocas. De las 8 muestras se seleccionaron tres (3) para la descripción macroscópica y determinación cualitativa del contenido mineralógico. La cuarta etapa consistió en integrar toda la información de campo y de laboratorio y plasmarlo en un corte geológico y el mapa geológico de superficie. Desde el punto de vista litológico, el área está conformada de tres litologías bien definidas. La base está formada por un Gneiss de composición granítica de color grisáceo, con tonos gris oscuro a negro, homogénea, masiva. Discordante se depositó las arenas de color rojo, mal cementadas de la Formación Mesa y finalmente se depositan los aluviones mediante el transporte de materiales a través de los drenajes. Se calculó los recursos totales de las 2 masas graníticas, las cuales son 4365,36 m<sup>3</sup>. Para el procesamiento de la información se consideraron técnicas como el método de explotación por bancos. De acuerdo a la revisión visual, y las bibliografías consultadas, se concluye que el las masas rocosas ubicadas en el Hato pertenece a la Provincia Geológica de Imataca, y a la faja granítica de Laja Negra. El nombre comercial del afloramiento es Gris Leona. El cálculo de recursos de las masas graníticas es de 4365,36 m<sup>3</sup>.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO-3/6**

**CONTRIBUIDORES:**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>ROL / CÓDIGO ORCID / E_MAIL</b>				
	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU<sub>x</sub></b>	<b>JU</b>
Enrique Luis Acosta	<b>ORCID:</b>				
	<b>E_MAIL</b>	Acosta.enrique176@gmail.com			
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU<sub>x</sub></b>
Francisco Monteverde	<b>ORCID:</b>				
	<b>E_MAIL</b>	monteverdefr@gmail.com			
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU<sub>x</sub></b>
Rosario Rivadulla	<b>ORCID:</b>				
	<b>E_MAIL</b>	udorivadulla@gmail.com			
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU<sub>x</sub></b>

**FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:**

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>DÍA</b>
<b>2024</b>	<b>11</b>	<b>05</b>

**LENGUAJE. SPA**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO-4/6****ARCHIVO (S):**

<b>NOMBRE DE ARCHIVO</b>	<b>TIPO MIME</b>
<b>NBOTTG_FCKY2024</b>	<b>. MS. Word</b>

**ALCANCE**

**ESPACIAL:** Hato El Novillo, Ciudad Bolívar. Estado Bolívar, Venezuela

**TEMPORAL:** un (1) año.

**TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Geólogo e Ingeniero Geólogo

**NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Pregrado

**ÁREA DE ESTUDIO:**

Departamento de Geología  
Departamento de Ingeniería Geológica

**INSTITUCIÓN:**

Universidad de Oriente

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y 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 *Martínez*  
FECHA 05/08/09 HORA 5:20

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUMBELE  
Secretario



C.C: Rectora, Vicerectora 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/manuja

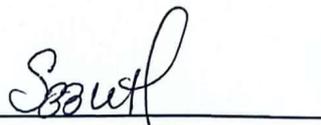
**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO-6/6**

**DERECHOS**

**De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado (Vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009)  
“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participara al Consejo Universitario para su autorización “**



**Br. José Gregorio Ruiz Ortega  
AUTOR**



**Br. Sthefany de la Caridad Urbanja Madarnas  
AUTORA**



**Enrique Luis Acosta  
TUTOR**