

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



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y EVALUACIÓN DE
PARÁMETROS DE FLEXIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS
ROCOSOS UBICADOS EN LA CANTERA LA LEONA,
MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, CIUDAD BOLÍVAR.
ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LOS
BACHILLERES NELENYS
DEL VALLE FERNÁNDEZ
MARIN Y JOSÉ EDUARDO
LEÓN PÉREZ PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERO
GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, MAYO DE 2022



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

ACTA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado titulado “**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE FLEXIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS ROCOSOS UBICADOS EN LA CANTERA LA LEONA, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, CIUDAD BOLÍVAR. ESTADO BOLÍVAR**”, presentado por los bachilleres **NELENYS DEL VALLE FERNANDEZ MARIN Y JOSÉ EDUARDO LEÓN PÉREZ** cédula de identidad N.º 27.596.827 y 26.513.067 respectivamente, como requisito parcial para optar al título: Ingeniero Geólogo ha sido aprobado, por el jurado integrado por los profesores de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente.

Nombre:	Firma:
Profesor Enrique Acosta	
_____ (Asesor)	_____
Profesor(a) Francisco Monteverde	
_____ (Jurado)	_____
Profesor(a) José González	
_____ (Jurado)	_____
Profesor(a)	Profesor(a) Francisco Monteverde
_____ Jefe del Departamento de Ing. Geológica	_____ Director de la Escuela

Ciudad Bolívar ____ de _____ 2022

DEDICATORIA

Este trabajo de grado quiero dedicarlo a Dios y la virgen Del Valle por siempre iluminar mi camino, y permitirme cumplir todas las metas hasta hoy en día alcanzadas.

A mis padres por siempre darme el apoyo, el cariño y las herramientas para poder culminar mi carrera Universitaria, a mis hermanos Nelson y en especial a Nelie por llegar a nuestras vidas y llenarla de alegría, de compromiso y de la responsabilidad de ser la hermana mayor y dar un buen ejemplo. También a todos mis familiares cercanos, tíos y primos que siempre han estado al pendiente de mí y me han brindado todo su apoyo y cariño.

A mi querido abuelo a quien extraño y sé que desde el cielo está orgullosa de mí.

NELENYS FERNÁNDEZ

Quiero dedicar este trabajo de grado primeramente a Dios, a mi madre Josefina Pérez, a mi padre Ángel León, a mis hermanos José Ángel y José David.

También quiero dedicarlo a todos mis compañeros que se han sido parte de mi formación académico en la Universidad de Oriente, y quienes se han vuelto una familia y que considero mis hermanos.

A la Sra. Sol Bissoondai y sus familiares, por todo su apoyo y los momentos compartidos en el desarrollo de mi carrera universitaria.

JOSÉ LEÓN

AGRADECIMIENTOS

Primeramente gracias a Dios, a mis padres, hermanos, tíos, primos y todos los partícipes del apoyo incondicional que he tenido para lograr cada una de mis metas.

A mi compañero de tesis José Eduardo León, con quien he compartido la mitad de mi carrera universitaria y quien me ha tenido mucha paciencia, me ha apoyado y ayudado en todo lo posible.

A los Ing. Gian Carlos, Ing. Carlos Machado y la Lcda. Mareinys Torrealba por permitirnos y apoyarnos a realizar este trabajo de grado en la cantera La Leona. Al profesor Enrique Acosta, por su tiempo y apoyo en el desarrollo de este proyecto.

NELENYS FERNÁNDEZ

Antes de todo doy gracias a Dios por permitirme realizar este trabajo de grado, el cual es una meta más alcanzada para mí.

A mis padres y hermanos por brindarme todo su apoyo y su comprensión en el desarrollo de mi formación como profesional universitario.

A mi compañera Nelenys Fernández por siempre estar a mi lado y ser un gran apoyo para mí. Al profesor Enrique Acosta y todo el personal de la Cantera La Leona, por permitirnos desarrollar nuestro trabajo de grado. Y a todos los profesores y personal de la Universidad de Oriente que se encargaron de nuestra formación académica.

JOSÉ LEÓN

RESUMEN

Se realizó una evaluación del parámetro geomecánico de flexión por tracción y de la geología de superficie, a unos afloramientos rocosos de 379.74 hectáreas, ubicados en la Cantera La Leona, sector La Encrucijada, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar, con el fin de determinar su potencial como rocas ornamentales. La metodología utilizada en la elaboración de este estudio consta de 4 etapas: La primera fase es la de oficina, donde se recolectó la información cartográfica y bibliográfica de la zona, se planificó el trabajo de campo y realizó el mapa base topográfico con la ayuda de la imagen satelital Google Earth 2021. La segunda fase fue el trabajo de campo, la cual se inició con el reconocimiento. Posteriormente se realizaron los levantamientos topográficos y geológicos en los diferentes frentes de explotación y afloramientos. También en esta etapa se recolectaron (8) muestras de rocas. En la tercera fase o fase de laboratorio se describieron macroscópicamente las ocho (8) muestras recolectadas, resaltando los porcentajes mineralógicos y estructuras presentes. De igual forma se revisaron y reciclaron 4 ensayos previos de flexión y un análisis petrográfico a esta investigación, suministrados por la gerencia de la cantera. Según esta información, los ensayos de flexión fueron realizados por la empresa FUNDAGEOMINAS, en el año 2015, bajo el proyecto denominado “Técnica Marmolera Venezolana C.A; y el análisis petrográfico en los laboratorios del Instituto de Geología y Minas (INGEOMIN). En la cuarta fase se discutieron los resultados. Desde el punto de vista geológico, basado en la descripción macroscópica, la masa rocosa presenta porcentajes de Anfíbol, entre 60 %-55 %, los porcentajes de Plagioclasas oscilan entre 25 %-20 %, los de Cuarzo, 10 %-15 %, y los del Piroxeno se encuentran entre 2 %-5 %. El nombre comercial de la masa rocosa es gris leona. Los ensayos de flexión por tracción de las 4 muestras indicaron que la resistencia a la flexión (según Deere y Miller, 1966) en la parte baja (Muestras M-1 y M-2) la resistencia es baja; mientras que hacia la parte más alta (M-3 y M-4) aumenta a resistencia media.

CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	v
CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE APÉNDICES	xiii
LISTA DE ANEXOS	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
SITUACIÓN A INVESTIGAR	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos de la investigación	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivo específicos.....	5
1.3 Justificación de la investigación.....	5
1.4 Alcance de la investigación.....	6
1.5 Limitaciones de la investigación.....	6
CAPÍTULO II	7
GENERALIDADES	7
2.2 Accesibilidad.....	9
2.3 Características físicas y naturales.....	10
2.3.1 Precipitación.....	11
2.3.1.2 Humedad del aire	12

2.3.1.3 Vientos	12
2.3.1.4 Evaporación.....	12
2.3.2 Vegetación.....	13
2.3.3 Drenaje	13
2.3.4 Geomorfología	14
2.3.5 Suelo.....	15
2.4 Geología regional	15
2.4.1 Faja de La Encrucijada.....	17
CAPÍTULO III	18
MARCO TEÓRICO.....	18
3.1 Antecedentes	18
3.2 Bases teóricas	19
3.2.1 Petrografía.....	20
3.2.2 Estudios petrográficos.....	21
3.2.3 Mapa Base.....	21
3.2.4 Mapa Geológico.....	22
3.2.5 Características físicas-naturales de los granitos en función de los minerales presentes.....	23
3.2.5.1 Granulometría	23
3.2.5.2 Color.....	24
3.2.5.3 Textura	¡Error! Marcador no definido.
3.2.5.4 Aspectos generales de los granitos.....	25
3.2.5.5 Los granitos como rocas ornamentales	26
3.2.5.6 Clasificaciones geomecánicas	26
.....	28
3.2.6 Canteras.....	28
CAPÍTULO IV	32
MARCO METODOLÓGICO.....	32
4.1 Tipo de Investigación.....	32
4.1.1 Investigación exploratoria.....	32
4.1.2 Investigación descriptiva.....	33
4.2. Diseño de investigación	33

4.2.1	Diseño de investigación documental.....	33
4.2.2	Diseño de investigación de campo.....	34
4.3	Población de la investigación.....	35
4.4	Muestra de la investigación.....	35
4.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
4.5.1	Técnicas de recolección de datos	36
4.5.2	Observación directa.....	36
4.5.3	Instrumentos de recolección de datos	37
4.6	Descripción de la metodología.....	37
4.6.1	Fase I Recopilación de información bibliográfica y cartográfica	39
4.6.2	Fase II Trabajo de campo.....	40
4.6.2.1	Reconocimiento de los afloramientos y frentes de explotación.....	40
4.6.2.3	Muestreo y fotografías de los afloramientos y frentes	43
4.6.3	Fase III Trabajos de laboratorio	43
4.6.3.1	Descripción macroscópica de las muestras de roca	44
4.6.3.2	Ensayos geomecánicos.....	45
4.6.4	Fase IV Procesamiento de la información	45
CAPÍTULO V		46
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS		46
5.1	Identificación de las unidades litológicas, presentes en el área de estudio, a través de observaciones directas en campo	46
5.2	Determinación de la mineralogía de los frentes de explotación mediante descripción macroscópica	48
5.3	Establecimiento de las características de resistencia a la flexión del afloramiento, a través de ensayos geomecánicos de tracción.....	50
5.4	Determinación de la calidad geomecánica de flexión de los afloramientos, basado en la comparación de los valores obtenidos, con las normas de Deer y Millar (1963)	51
5.5	Generación del el mapa geológico del área de estudio a escala 1:25.000, mediante la aplicación de software AutoCad 8.0	52
5.5.1	Complejo de Imataca	53
5.5.2	Formación Mesa.....	56

Figura 5.9 Sedimentos rojos de la Formación Mesa, cartografiados en la zona de estudio.	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
Conclusiones	58
Recomendaciones.....	59
REFERENCIAS	60
APÉNDICES.....	63

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación relativa del área correspondiente a la Cantera La Leona (Google earth, 2022)	7
2.2 Vista parcial de la Cantera La Leona, con algunos sitios de acumulación de bloques y maquinarias.....	8
2.3 Entrada a la Mina La Leona a través de una pica o trocha de tierra.....	9
2.4 Vegetación en el área de estudio. Dominada por arbustos y vegetación gramínea.....	12
2.5 Afloramientos en forma de lomeríos y Plateaux, actualmente en explotación.....	14
2.6 Composición grafica que representa la ubicación geológica de la provincia Geológica de Imataca (Mendoza, V; 2005, modificado en el presente trabajo)	16
3.1 Pasos a seguir para determinar la flexión por tracción en muestras de rocas.	28
4.1 Flujograma de la metodología.....	38
4.2 Ubicación de la zona de estudio en la imagen satelital Google earth del año 2022.....	39
4.3 Descripción y ubicación de estructuras en los frentes de la Cantera.....	41
4.4 Visita a un frente de explotación. Nótese los cortes con hilo adiamantado...	41
4.5 Equipo portátil de campo usado para los levantamientos geológicos.....	42
4.6 Muestras recolectadas en la zona y un fragmento de lámina pulida.....	43
4.7 Descripción macroscópica de las muestras usando lupa de geólogo.....	45
5.1 Recorrido por un frente de explotación. Nótese la diferencia de colores.....	48
5.2 Roca fresca (lado izquierdo) y la foto de la derecha es la pátina de meteorización de la misma roca.....	48
5.3 Descripción macroscópica de cada muestra de roca, para compararla con la lámina pulida.....	50
5.4 Mapa geológico de la Cantera La Leona.....	53
5.5 Frentes de explotación cortado con hilo adiamantado.....	54
5.6 Pátina color naranja, producto de la descomposición de los minerales.....	55
5.7 Veta emplazada en una fractura, la cual le quita valor comercial al bloque...	56
5.8 Lamina pulida de los frentes de explotación de la Mina La Leona.....	56
5.9 Sedimentos rojos de la Formación Mesa, cartografiados en la zona de estudio.....	57

LISTA DE TABLAS

	Página
2.1 Coordenadas U.T.M correspondientes a la zona de estudio.....	8
3.1 Clasificación de las rocas de acuerdo a su resistencia a la flexión (Deere y Miller, 1966) (I.A.M.O.T. 2002).....	27
4.1 Ubicación de las muestras de rocas.....	42
4.2 Coordenadas de ubicación de las muestras sometidas a flexión	45
5.1 Valores obtenidos del ensayo de tracción de las muestras de la cantera La Leona (Fundageominas, 2015).....	51
5.1 Comparación de los parámetros geomecánicos de flexión de las muestras de la Cantera La Leona y los determinados por Deere y Miller 1966).....	52

LISTA DE APÉNDICES

	Página
Apéndice A: Análisis de flexión de 3 muestras de rocas.....	64
Apéndice B: Análisis de flexión de 1 muestras de roca.	66
Apéndice C: Descripción mineralógica de una muestra de roca.	68

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Mapa geológico de la Cantera La Leona

INTRODUCCIÓN

El Escudo de Guayana aporta el 75% de las rocas de uso ornamental. Actualmente, ese porcentaje, es extraído de las Provincias geológicas de Cuchivero e Imataca, las cuales están conformadas litológicamente por granitos, charnockitas y migmatitas, de edades superiores a los 2.800 millones de años.

Con la exposición de motivos antes indicado, es lógico que se necesite inventariar y medir los afloramientos conocidos y explorar otros ubicados en sitios accesibles. Es por este motivo que se escogieron los afloramientos rocosos del sector La Leona, ubicados a 2 Km, al Oeste del sector La Encrucijada- Km 70.

Este estudio investiga la mineralogía y las propiedades geomecánicas para determinar la calidad del macizo rocoso en la Cantera La Leona, sector La Encrucijada, cuyos resultados permiten obtener una visión realista del estado actual del macizo rocoso. El trabajo consiste en emplear una metodología de investigación que consta de trabajos analíticos y experimentales. Para su elaboración se realizaron investigaciones de campo, ensayos de laboratorio, procesamiento y análisis de los parámetros geomecánicos. Basados en el estudio de los sistemas de clasificación geomecánica de Deere y Miller (1966) se determinó la calidad del macizo rocoso. La calidad del macizo rocoso está controlada por variables litológicas, esfuerzos *in situ*, meteorización, las múltiples familias de discontinuidades.

Este trabajo está estructurado en cinco capítulos. El Capítulo I se refiere a la situación a investigar donde se estará hablando del planteamiento del problema, el objetivo general y los específicos, alcance, justificación, limitaciones.

El Capítulo II trata sobre las generalidades donde se incluye ubicación geográfica del afloramiento, las vías de acceso, el clima, geomorfología, vegetación y la geología regional.

El Capítulo III contiene el marco teórico, en éste se especifican los antecedentes del problema, sus fundamentos teóricos, las clases de muestras, los métodos para la selección de las muestras, los aspectos generales y la clasificación de Deere y Miller.

El Capítulo IV se refiere a la metodología del trabajo, el cual contiene el nivel, el tipo y el diseño de la investigación, la recopilación de todo tipo de información, la etapa de campo donde se tomaron las muestras, y los instrumentos con que se tomaron dichas muestras, la etapa experimental y de laboratorio donde se tomaron muestras de mano y se realizó una descripción macroscópica de rocas y figuras geométricas para el ensayo geomecánico de flexión.

El Capítulo V, análisis e interpretación de los datos, contiene la descripción mineralógica macroscópica, resultados geomecánicos y su comparación con las normas internacionales.

El trabajo de investigación está dirigido a proporcionar información sobre las características geológicas y geomecánicas del afloramiento rocoso de la Cantera La Leona.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

Venezuela es un país que presenta una geología muy variable, y el estado Bolívar, es uno de los estados más rico en cuanto a estructuras, litología y minerales presentes, lo cual lo convierte en una gran fuente de recursos para impulsar la economía del país.

En la actualidad la industria de las rocas ornamentales ha alcanzado una gran importancia por su dinámico comportamiento y por el desarrollo potencial que ofrece tanto nacional como internacional, algunos países han adquirido ayuda reactivando sus economías gracias a sus recursos geológicos. En Venezuela la mayor concentración de rocas ornamentales se encuentra en el estado Bolívar, las cuales cuentan con gran diversidad que por sus texturas y colores son materiales novedosos en los mercados y no existentes en Europa, ventaja que debe ser aprovechada para la colocación de los productos venezolanos en el exterior para competir con los mercados internacionales generando divisas a nuestro país. El área de estudio pertenece a la Provincia Geológica de Imataca, la cual contiene un recurso económico que constituye un potencial dentro los yacimientos no metálicos como lo es el granito.

La denominada minería no metálica constituye uno de los principales elementos dinamizadores de las regiones con unas perspectivas de crecimiento importante, en la que la producción de minerales no metálicos con fines industriales y de construcción han adquirido una relevancia significativa contribuyendo a generar empleos directos e indirectos, mejorar los servicios públicos en el entorno inmediato al área de explotación, fomentar ingresos públicos por concepto de pago de impuestos

municipales, estatales y nacionales, incrementar el Producto Interno Bruto (P.I.B.), entre otros.

Las canteras son la fuente principal de materiales pétreos los cuales se constituyen en uno de los insumos fundamentales en el sector de la construcción de obras civiles, estructuras, vías, presas y embalses, entre otros. Por ser materia prima en la ejecución de estas obras, su valor económico representa un factor significativo en el costo total de cualquier proyecto (Paulo, A. 2000).

Este trabajo de investigación se realizará en un área de 379,74 hectáreas en el estado Bolívar, municipio Angostura del Orinoco con el fin de generar una data que nos permitan obtener el máximo aprovechamiento de estos recursos.

De acuerdo a la problemática planteada surgen las siguientes interrogantes:

¿Cuáles serán los minerales que le dan belleza estética a las rocas de la Cantera La Leona? ¿Qué valores de Flexión le permiten clasificarse como rocas aptas para decoraciones tanto interiores como exteriores? y que puedan ser explotadas económicamente en el área donde desarrolla la extracción de los bloques.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Caracterizar geológicamente y evaluar la resistencia a la flexión de los afloramientos rocosos ubicados en la Cantera La Leona, municipio Angostura del Orinoco, Ciudad Bolívar, estado Bolívar.

1.2.2 Objetivo específicos

1. Identificar las unidades litológicas, presentes en el área de estudio, a través de observaciones directas en campo.
2. Determinar la mineralogía de los frentes de explotación mediante descripción macroscópica de las muestras.
3. Establecer las características de resistencia a la flexión del afloramiento, a través de ensayos geomecánicos de tracción.
4. Determinar la calidad geomecánica de flexión de los afloramientos, basado en la comparación de los valores obtenidos, con las normas de Deere y Miller (1966).
5. Generar el mapa geológico del área de estudio a escala 1:25.000, mediante la aplicación de software AutoCAD 8.0.

1.3 Justificación de la investigación

Debido a la continua explotación del macizo rocoso de la cantera La Leona, es necesario corroborar que este no ha variado su composición mineralógica con el consumo de sus frentes de explotación. Tomando en cuenta que esta cantera ha sido explotada por más de treinta años y que esta ha cambiado de propietarios en el

transcurrir de dichos años, es evidente la actualización de datos de materia geológica para registro de la empresa.

1.4 Alcance de la investigación

Este trabajo de investigación se elaborará con el propósito de realizar una caracterización geológica y la evaluación de los parámetros de tracción mecánica de los afloramientos de la Cantera La Leona, la cual se dedica a la extracción de bloques de granitos brutos, los cuales son posteriormente cortados en telares para la elaboración de láminas pulidas.

Asimismo, a través del análisis Petrográfico determinar las propiedades y características de las rocas obtenida en el afloramiento y del análisis de tracción, establecer las características del afloramiento, obteniendo así un conjunto de información, con el fin de generar las características estéticas y de resistencia de las lajas extraídas.

1.5 Limitaciones de la investigación

Los factores que pudieran limitar el desarrollo de esta investigación son:

1. Las zonas a estudiar se encuentran distante de Ciudad Bolívar
2. Dificultad para acceder a algunas zonas del área a estudiar.

CAPÍTULO II GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

La Cantera La Leona se encuentra ubicada en el Fundo La Leona. Geográficamente se ubica a 2 km del Distribuidor La Encrucijada, sector Km 70, en la vía hacia Puerto Ordaz (Figura 2.1).



Figura 2.1 Ubicación relativa del área correspondiente a la Cantera La Leona (Google earth, 2022).

El territorio ocupado por la cantera está limitado por una poligonal cerrada de 6 puntos, El área total de la cantera es de 397.74 hectáreas, enmarcada dentro de las coordenadas UTM (Tabla 2.1).

Tabla 2.1 Coordenadas UTM correspondiente a la zona de estudio.

PUNTO	ESTE	NORTE
P-1	898541,760	504721,230
P-2	896209,970	506616,060
P-3	897029,460	507746,910
P-4	898900,690	505230,480
P-5	900106,340	504950,820
P-6	899669,650	504353,350

La cantera La Leona actualmente se encuentra en proceso de explotación, con varios frentes, donde se extraen bloques, los cuales son cortados con hilo adiamantado o fragmentación por cemento expansivo (Figura 2.2).



Figura 2.2 Vista parcial de la Cantera La Leona, con algunos sitios de acumulación de bloques y maquinarias.

2.2 Accesibilidad

Para acesar a la cantera La Leona se debe tomar en Ciudad Bolívar la carretera vieja Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz hasta llegar a la Encrucijada del sector kilómetro 70, luego se realiza un desvío hacia la vía Ciudad Piar, se recorren aproximadamente dos (2) kilómetros de carretera de asfalto, finalmente se entra a una carretera de arena acondicionada para el paso de vehículos de carga y maquinarias de aproximadamente tres (3) kilómetros de longitud que llega al campamento y termina en el domo granítico en el cual se realizan las operaciones de explotación del granito Gris Leona (Figura 2.3).



Figura 2.3 Entrada a la Mina La Leona a través de una pica o trocha de tierra.

2.3 Características físicas y naturales

La información recopilada de las características físicas naturales del área antes mencionado y las poblaciones que se encuentran alrededor fue tomado de los reportes de avance realizado por C.V.G TECMIN (1.990) con hoja de radar NC-20-14 donde se habla de las condiciones climáticas, vegetación, fauna, flora, suelo y geomorfología que predomina en la zona donde se lleva acabo dicho trabajo con las visitas planificadas al campo se complementaron los datos de este capítulo.

2.3.1 Precipitación

En el área de estudio la precipitación promedio anual, se registró en 1.362,10 mm, mientras que el valor máximo de precipitación se obtuvo en el mes de agosto con una pluviosidad de 453,60 mm y el valor en el mes de marzo con una pluviosidad de 0,8 mm. El clima predominante corresponde a tropical de sabana, las máximas temperaturas se presentan inmediatamente antes de la estación lluviosa

2.3.1.1 Temperaturas media

Varía entre los 26 y los 30°C, esta variedad climática es representadas por las temperaturas de lluvia y sequía, presentando en altas y variadas formas, como la gran cantidad de lluvias por las altas temperaturas que causan una fuerte evaporación, arribando unos 1136 mm anuales, estas altas cantidades, favorecen las presencias de ríos de grandes volúmenes como el Orinoco e intermitentes o menores. Las temperaturas que se registran en todo el sector son debido a la saturación en plena zona intertropical y por la poca altitud. La temperatura promedio anual es de 26 °C con las mayores temperaturas para los meses de marzo, octubre y noviembre y las menores temperaturas en los meses de Julio y agosto.

2.3.1.2 Humedad del aire

Los valores de la humedad tenemos las máximas medias ocurridas en los meses de junio, julio y agosto, y las humedades mínimas medias se presentan en los meses de febrero, marzo y abril.

2.3.1.3 Vientos

La dirección predominante de los vientos durante el año es Este – Sureste, con velocidad promedio de 107 Km/h, representando las velocidades máximas en el periodo febrero – Marzo y las velocidades mínimas en el periodo Septiembre – Octubre.

2.3.1.4 Evaporación

La evaporación media anual se ha estimado en 1136 mm, en el cual el periodo de mayor evaporación está comprendido entre los meses de enero a mayo, con valores medios mensuales entre 119 y 199 mm, ocurriendo en el mes de marzo la máxima evaporación.

2.3.2 Vegetación

La vegetación predominante en el área de estudio es de sabanas con presencia de lomas y relieves suaves, la flora que se desarrolla vida vegetal en la zona en su totalidad es arboles de alcornoque, árboles frutales como es el caso de Mango, Guayaba, Níspero, Moriche entre otras (Figura 2.4).



Figura 2.4 Vegetación en el área de estudio, dominada por arbustos y vegetación gramínea.

2.3.3 Drenaje

En la zona de estudio y sus alrededores no existen flujos importantes de agua y todos los drenajes drenan hacia el lago de Guri.

2.3.4 Geomorfología

El relieve de la zona es suave, con formas que no presentan grandes elevaciones y está controlado por el sistema de rocas existentes en la región. En general el relieve es plano con pendientes que alcanzan 4%. Se distinguen en el área tres tipos de posiciones geomórfica: Penillanura de erosión y alteración, glaciais y coluvial (Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G TECMIN, 1990).

La evolución de los paisajes elevados, plateaux, montañas y lomeríos, responden a movimientos orogénicos ocurridos en el Pre-Cámbrico. Durante el Mesozoico, se produjeron largos períodos de profunda erosión, exhumando el producto del tectonismo, mientras que el Cenozoico se caracterizó por levantamientos que resultaron en diferencias altimétricas en el escudo, dando lugar, a varias superficies de plantación (Mendoza, V. 2005) (Figura 2.5).



Figura 2.5 Afloramientos en forma de lomeríos y Plateaux, actualmente en explotación.

2.3.5 Suelo

El suelo se presenta el área de estudio está constituido por diferentes capas de los cuales en un segundo lugar está el orden de los Inceltisoles reportándose en ámbitos bioclimáticos particularmente en paisajes de lomeríos, pleniplanicie. Dichos suelos se han desarrollado en rocas de la Provincia de Imataca y sedimentos Aluvio – Coluviales muy lixiviados provenientes de la alteración de dichas rocas.

2.4 Geología regional

En particular, el Escudo de Guayana, que se compone en las provincias geológicas de Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima, forma parte del Cratón Amazónico del Precámbrico de Sur América, que se extiende por el Norte de Brasil, las Guayanas, remanentes precámbricos de Colombia y de Bolivia y estaba unido a África Occidental hasta la ruptura de la Pangea, hacen unos 200 Ma.

El Complejo de Imataca es una Unidad de rocas cristalinas originalmente sedimentarias y en la actualidad, intensamente metamorfizada y estructuralmente compleja, perteneciente al Precámbrico y representada principalmente por un rumbo general N 70° E, con un buzamiento regional hacia el Sur; está ubicado al Norte de Guayana expandiéndose a la margen Sur del río Orinoco, ocupando una anchura que va de 6 a 130 Km, con una longitud aproximadamente, de 510 Km. (Léxico Estratigráfico de Venezuela, 1969).

2.4.1 Faja de La Encrucijada

Está constituida principalmente por gneises piroxénicos y monzogranitos; de colores verdes, grises y rosados; con textura de grano medio a grueso; los cuales se presentan bandeados, a veces granulares y en ocasiones porfídicos; dentro de los cuales se han emplazado sienitas cuarcíferas y los granitos de la Encrucijada (Ascanio, G. 1975).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

Según Fedupel. (2011) Los antecedentes de la investigación “Se refieren a la revisión de trabajos previos sobre el tema en estudio, realizados por instituciones de educación superior. Los antecedentes pueden ser: trabajos de grado, postgrado, trabajos de ascenso, resultados de investigaciones institucionales, ponencias, conferencias, congresos, revistas especializadas”.

La investigación cuenta con algunos estudios que tienen relación con el tema investigado entre los que se mencionan a continuación:

Rivas, G. (2003) realizó el trabajo de grado titulado “Estudio Geominero – Ambiental de las Rocas Graníticas del Fundo el Barco, Municipio Raúl Leoni, estado Bolívar”; y en el mismo se llegó a las siguientes conclusiones: la estratégica localización del yacimiento, sus condiciones ambientales sin mayores restricciones y alternativas de su extracción y transporte, son ventajas para emprender con éxito este proyecto.

Gómez, M. (2010) estudio las rocas graníticas de la parte norte y oeste del Escudo de Guayana, en sus diferentes formas de presentación (gneises, migmatitas, charnockitas, granitos, etc.), las cuales han venido siendo objeto de evaluación y explotación para su comercialización como material de construcción y uso con fines ornamentales, tanto en Venezuela como en otros países, tales como España, Italia, Brasil, etc.

También afirma que El Escudo de Guayana en Venezuela está constituido geológicamente por cuatro provincias geológicas (todas de edad precámbrica) de las cuales tres de ellas están principalmente conformadas por rocas de composición granítica, intermedias, y gabroides, las cuales han sido metamorfizadas a las facies anfibolita, esquistos verdes y granulita.

Ascanio, G. (1975) En la zona comprendida entre el Río Aro y el Río Caroní, 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.

La zona de estudio se encuentra referida a la Faja de la Encrucijada, la cual está conformada principalmente por gneises y monzogranitos de colores grises y rosados, con textura de grano medio a grueso, se presentan bandeados, a veces granulares y en ocasiones porfídicos y, dentro de los cuales se han emplazado sienitas cuarcíferas y los Granitos de La Encrucijada (Ascanio, G.1975).

3.2 Bases teóricas

Son conceptos y definiciones que facilitan la comprensión del tema tratado.

3.2.1 Petrografía

Rama de la geología que se ocupa del estudio e investigación de las rocas, en especial en cuanto respecta a su aspecto descriptivo, su composición mineralógica y su estructura. Se complementa así con la petrología, disciplina que se centra principalmente en la naturaleza y origen de las rocas (EcuRed, 2010).

Esta ciencia trabaja con los distintos minerales que forman las rocas. De acuerdo a las condiciones y al estado de los minerales que tiene, las rocas puedan clasificarse como metamórficas (se originan en el interior del planeta, siendo modificadas por la temperatura y la presión), sedimentarias (se crean a partir del acopio de diferentes minerales) o ígneas (creadas a partir de erupciones y de procesos vinculados al magma) (EcuRed, 2010).

Cabe destacar que el concepto de petrografía está formado por dos términos griegos: *petra* (que puede traducirse como piedra o roca) y *graphos* (referente a la descripción). Ya desde la denominación de esta especialidad, queda claro que la finalidad de la petrografía es estudiar a las rocas para poder desarrollar una descripción exhaustiva en base a criterios científicos (EcuRed, 2010).

3.2.2 Estudios petrográficos

Los estudios abordan la descripción física en términos visuales de las rocas, mediante la microscopía de luz polarizada (esencialmente con luz transmitida, aunque también reflejada, y en algunos casos microscopía electrónica) (EcuRed, 2010).

Estos estudios ofrecen una valiosa información relativa a la naturaleza de sus componentes (esencialmente minerales), sus abundancias, formas, tamaños y relaciones espaciales, lo cual permite clasificar la roca y establecer ciertas condiciones cualitativas o semicuantitativas de formación, así como posibles procesos evolutivos (EcuRed, 2010).

3.2.3 Mapa Base

Los mapas base recopilan los datos clave para ofrecer una base reutilizable para diversos mapas. Los mapas base proporcionan una base o un lienzo para su trabajo. Pueden ser de finalidad general, (como los mapas base topográficos, de imágenes o callejeros), o bien centrarse en un tema en concreto, (como los mapas base hidrológicos o geológicos). Es posible dibujar cualquier dato sobre un mapa base. El mapa base proporciona un contexto geográfico y detalles de referencia (Esri, 2010).

3.2.4 Mapa Geológico

Representación de los accidentes geológicos de la tierra en un plano. Los mapas son una herramienta de uso extendido en la investigación, ubicación y en el estudio porque nos ofrecen una representación geográfica del planeta tierra proyectada en una superficie plana. En tanto, el concepto de geológico refiere a todo aquello vinculado o propio a la geología. La geología es la ciencia por excelencia que se ocupa del estudio de la tierra, su origen su constitución y los materiales que la componen por dentro y por fuera (Definición ABC, 2007).

Y los mapas geológicos, entonces, nos acercan una representación pormenorizada de todos los accidentes geológicos presentes en la superficie terrestre, tal es el caso de los tipos de rocas presentes, las formaciones geológicas, las deformaciones de las estructuras geológicas como ser: foliaciones, fallas y pliegues, entre otros (Definición ABC, 2007).

Asimismo, como sucede con otro tipo de mapas, son los símbolos y los colores, la utilización de diferentes tipos cromáticos los que permiten singularizar cada accidente en particular. Luego, en las referencias se identificará qué representa cada color empleado (Definición ABC, 2007).

3.2.5 Características físicas-naturales de los granitos en función de los minerales presentes

El granito contiene abundante cuarzo de 20% a 40%; feldespatos, en especial los alcalinos o plagioclasa sódica. Normalmente los granitos de alto grado silíceo, aplitas, pegmatitas y en aquellos granitos alterados por la acción de sustancias volátiles, están presentes los siguientes minerales: las micas de litio, las micas moscovitas, hornblenda verde y la plagioclasa (Tarbuck, E. y Lutgens, F. (2005).

En los granitos alcalinos, los minerales típicos van a ser la anortoclasa, anfíboles sádicos piroxenos (egirina-augita y acmita). En algunos granitos y pegmatitas puede haber un poco de olivino rico en hierro. En granitos potásicos los minerales característicos son la hiperstena y la enstantita (Tarbuck, E. y Lutgens, F. (2005).

Se han registrado en los granitos innumerables minerales secundarios accesorios, entre ellos se tienen el circón, esfena, apatito, turmalina, magnetita, epidota, zoisita, clinozoisita, granate, almandino y granate espesartita (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.2.5.1 Granulometría

El grano depende de la velocidad de enfriamiento, mientras más rápido sea, el grano será muy fino e inversamente. En las rocas ígneas el tamaño de los cristales

varía desde dimensiones submicroscópicas hasta los cristales gigantes, que pueden medirse en metros (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

Como los de cuarzo y feldespatos en algunas pegmatitas, pueden ser conocidos con una lente (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.2.5.2 Color

El color cambia, se pone oscuro hacia los gabros con la disminución de la cantidad de cuarzo. La presencia de biotita da un color de gris a negro. Los colores vivos, vienen de los feldespatos con diferentes tintes, rojos o rosados con pigmentos de hematina (óxidos e hidróxidos de hierro), verdes con lentejuelas de clorita en vías de alteración (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

La coloración azul se debe a la presencia de óxido de cobre, azul tornasolado por la reflexión de la luz sobre los planos de los cristales de la labradorita. El color más frecuente en los granitos, es el color gris azulado claro o fuerte según los matices de los constituyentes (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.2.5.3 Textura

La 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. La mayoría de las rocas ígneas entre ellas los granitos son de textura hipidiomorfica o antimórfica granular, algunos granitos poseen textura porfídica con grandes fenocristales que en ocasiones se encuentran representados por feldespatos alcalino (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

En los granitos y granos finos, la textura característica es un incremento uniforme que bien podría ser de cuarzo, feldespatos alcalinos, microclina perthita, microclina y ortoclasa. Sin embargo, otros granitos optan por inclinarse hacia la textura orbicular, y mientras que en algunos fenocristales de feldespato alcalino están envueltos por capas de plagioclasa sódica para producir una textura rapakivi (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.2.5.4 Aspectos generales de los granitos

Las rocas graníticas ocupan extensiones en el precámbrico (50% o más) en la mayoría de los casos, los granitos son intrusivos en rocas supracorticales y por lo tanto no hay evidencias definitivas de campo que soporten la idea de una corteza primitiva granítica. Entre las variedades de rocas graníticas precámbricas deben destacarse las siguientes: Charnockitas, Granitos potásicos, Granitos sódicos o Trondjemitas (revista Geominas, 2000).

3.2.5.5 Los granitos como rocas ornamentales

El granito es una roca dura, no calcárea de aspecto cristalino y fácil pulimento, se compone de minerales cristalizados formados en las profundidades de la corteza terrestre, la disposición de estos cristales será la característica que señale las diversas familias (Revista Geominas, 2000).

Las rocas ornamentales son aquellas cuya función primordial se basa en su valor estético, la vistosidad del color, los contrastes cromáticos, sin olvidar sus características mecánicas. Las rocas que frecuentan como piedra comercial figuran: el granito, rocas ígneas afines (riolitas, aplitas, sienitas monzonitas, traquitas, etc.). Además, la caliza, la pizarra, el mármol y otras (Revista Geominas, 2000).

La clase de granito tiene para constructores particular importancia, dada la gran extensión de sus yacimientos y el gran uso que se hace de sus piedras naturales. Sus características son el bello aspecto, por sus colores vivaces que van desde rojo vivo al verde oscuro, la alta resistencia al aplastamiento, la baja porosidad y la resistencia que ofrecen a los agentes atmosféricos. Son empleados como piedras ornamentales, ya sean como piedras ornamentales, o como piedras de pavimentación (Revista Geominas, 2000).

3.2.5.6 Clasificaciones geomecánicas

Las clasificaciones geomecánicas tienen por objeto caracterizar un determinado macizo rocoso en función de una serie de parámetros a los que se les asigna un cierto

valor. Por medio de la clasificación se llega a calcular un índice característico de la roca, que permite describir numéricamente la calidad de la misma (Revista Geominas, 2000).

Existen muchos métodos útiles para poder clasificar un macizo rocoso, entre ellos se puede escoger algunos métodos elaborados por autores conocidos mundialmente en el campo de la mecánica de rocas que realiza análisis específicos para la caracterización geomecánicas de rocas entre estos podemos mencionar la clasificación de rocas para construcción de y Deere Miller y las normas UNE y ASTM (Revista Geominas, 2000).

Para la determinación del uso de las rocas de un afloramiento, es necesaria la realización de ensayos, siguiendo las normas UNE, destinados a determinar la calidad física y estética de la roca; para el caso de rocas ornamentales tales ensayos geomecánicos son: Compresión y Flexión; Abrasión de Los Ángeles, Absorción de Agua y Peso Específico (Revista Geominas, 2000) (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Clasificación de las rocas de acuerdo a su resistencia a la flexión (Deere y Miller, 1966) (I.A.M.O.T. 2002).

CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS DE ACUERDO A SU PORCENTAJE DE FLEXIÓN (DEERE Y MILLER)	
CLASIFICACIÓN	Kg/cm²
Muy alta*	>600
Alta*	400-600
Media	250-400
Baja	140-250
Muy baja	30-140

En la Figura 3.1 se resume la metodología para la realización de ensayos de flexión.

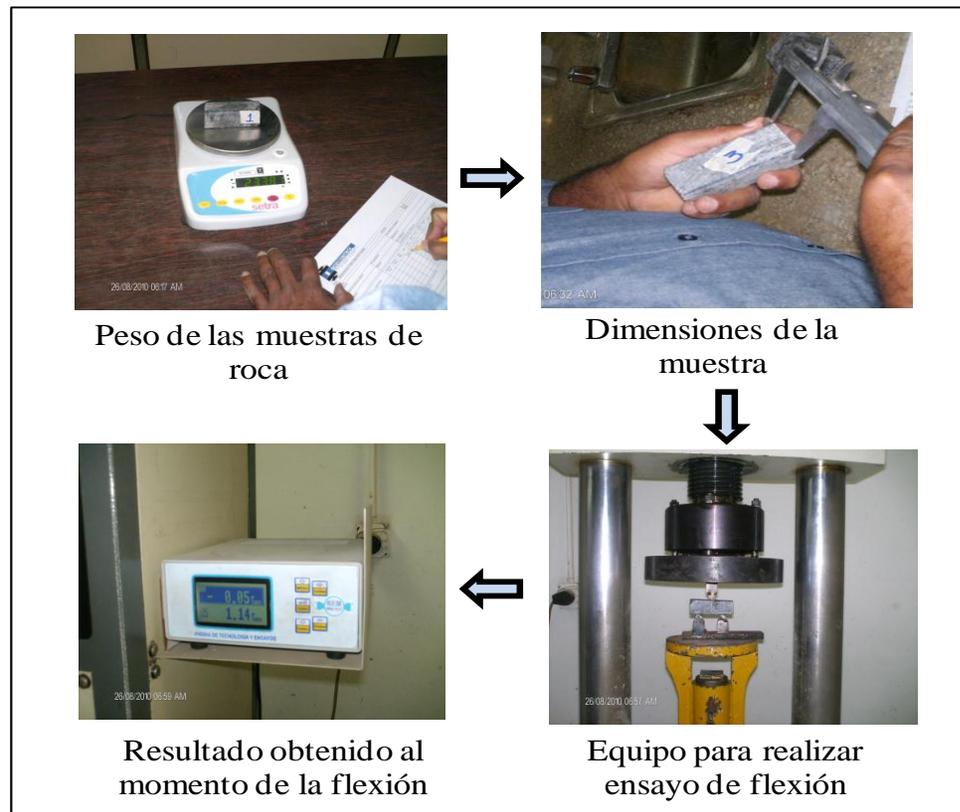


Figura 3.1 Pasos a seguir para determinar la flexión por tracción en muestras de rocas.

3.2.6 Canteras

El término cantera se refiere a aquellos materiales beneficiosos que se extraen de un macizo rocoso generalmente competente, con fines industriales y generalmente por método de cielo abierto en excavaciones tridimensionales con uno o varios niveles (banqueo) según la disposición estructural del yacimiento y la topografía del lugar (Paulo, Á, 2000).

Se clasifican por el método de aprovechamiento diferenciándose las canteras en terrenos horizontales, de aquellas mucho más numerosas practicadas en ladera, siendo su destino la obtención de áridos de machaqueo, como sustitutivos de los naturales, o cuando estos no cumplen determinados requisitos específicos (balastos que requieren un ángulo de rozamiento muy elevado), recurriéndose a cualquier tipo de roca que cumpla unas condiciones mínimas en función de sus usos y normativa específica de los mismos (ensayo de Los Ángeles, contenido en materia orgánica etc.); además de una planta de clasificación granulométrica, que generalmente también requieren los áridos naturales, precisan el arranque mediante voladuras y planta de machaqueo anexas (Paulo, Á, 2000).

Sin embargo, a continuación, se presentan diversas concepciones del término cantera:

a) Término genérico que se utiliza para referirse a las explotaciones de rocas industriales y ornamentales.

b) Explotación superficial a cielo abierto de una roca muy bien clasificada y cuantificada, a excepción de las calizas, carbón y metales, donde se refiere a la actividad minera que produce áridos: rajón, gravas, gravillas, arenas, etc., que abastecen las necesidades de la construcción; además donde se aplica la más variada tecnología que va desde el pico y la pala hasta la pólvora y maquinaria de diferente orden.

c) Término que se utiliza para referirse a las explotaciones a cielo abierto de materiales de construcción entre los cuales se incluyen las rocas industriales y ornamentales, gravas, gravillas, arenas y arcillas.

d) Lugar donde se extraen materiales de construcción, sea directamente o después de transformación, áridos para vías, o materiales para otras necesidades

ingenieriles tales como enrocados, terraplenes y obras de contención. Excluyendo de esta clasificación la extracción de minerales propiamente dichos.

e) Sitio de préstamo; es decir, es un sitio de explotación de materiales para algún fin u objetivo.

f) Sitio de explotación de agregados que usualmente es a cielo abierto.

g) Explotación de materiales de construcción que por lo general se realiza a cielo abierto.

Según esta recopilación de definiciones respecto a qué es una cantera, se pueden observar dos tendencias diferentes, la que la define como el lugar de explotación y la que la toma como el sistema de extracción (Paulo, Á, 2000).

Si se mira el concepto más generalizado en el ámbito ingenieril, tenemos que la primera definición presenta mayor aceptación o es comúnmente más utilizada al referirse a este tipo de actividades mineras; además se ve que la segunda propone a una cantera como el sistema de explotación a cielo abierto, excluyendo otros tipos de extracción de materiales de construcción los cuales pueden eventualmente presentarse subterráneamente (Paulo, Á, 2000).

Si fuese un sistema como tal, sería la cantera un proceso de explotación el cual dejaría de lado el mismo hecho de su ubicación espacial y su relación con el entorno físico, para remitirlo únicamente a un conjunto de actividades características de la forma como se extraen los materiales (Paulo, Á, 2000).

Es importante observar que la mayoría de las definiciones abarcan en su significado, no solo, la explotación a cielo abierto, sino también, la explotación de canteras en forma subterránea (Paulo, Á, 2000).

En general, la cantera puede definirse como el lugar geográfico de donde se extraen o explotan agregados pétreos para la industria de la construcción o para toda obra civil, utilizando diferentes procesos de extracción dependiendo del tipo y origen de los materiales, donde se puede presentar desde extracción con dragas en lechos de ríos hasta utilizar explosivos en laderas de montañas y cámaras de explotación. Además, hay que tener en cuenta que en una cantera se está desarrollando un proceso temporal de remodelación del terreno, donde finalmente se prestará un servicio diferente al del aporte de materiales (Paulo, Á, 2000).

La gran mayoría de canteras se localizan a pie de monte de zonas serranas con campos visuales mucho más amplios, los desgraciadamente frecuentes y habituales "mordiscos" en terminología popular, por lo que su incidencia paisajística es mucho mayor. Por contra, las graveras suelen asentarse en terrenos o enclaves que pueden poseer una alta calidad agrícola y, en ocasiones, una gran belleza natural y diversidad de hábitats de fauna y flora; además por su proximidad a núcleos urbanos son propicias al vertido incontrolado de todo tipo de productos, desechos y escombros que aprovechan el hueco provocado, circunstancia que puede agravarse en el caso de embalsamientos de agua (lagunas artificiales) por salinización y eutrofización de las mismas (Paulo, Á, 2000).

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de Investigación

En función de sus objetivos, este proyecto de investigación está enmarcado en una investigación del tipo exploratoria y descriptiva.

4.1.1 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”.

Este trabajo de investigación aplica una investigación exploratoria, ya que está basado en reconocer la composición mineralógica y las cualidades de tracción de los bloques rocosos extraídos de la cantera.

4.1.2 Investigación descriptiva

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

Interpretando lo que quiere decir el autor, esta investigación será descriptiva, ya que comprende desarrollar este proyecto, enmarcado en la revisión de los bloques rocosos ubicados en la cantera La Leona, Municipio Angostura del Orinoco, Ciudad Bolívar, estado Bolívar, mediante su composición mineralógica y su resistencia a la tracción.

4.2. Diseño de investigación

El diseño de esta investigación será de tipo documental y de campo.

4.2.1 Diseño de investigación documental

La investigación documental “es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir de los

obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas” Arias, F. (2006).

Este estudio presenta un diseño documental en el que se efectuó, en primer lugar, una recopilación e interpretación de información bibliográfica basadas en las corrientes teóricas. En segundo lugar, la recopilación e interpretación de la información cartográfica es proporcionada por los mapas topográficos y geológicos existentes, la cual es necesaria para tener una visión espacial del área.

4.2.2 Diseño de 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 algunas, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes (Arias, F. 2006).

Esta investigación es de campo ya que para conseguir los objetivos trazados es necesario trasladarse al sitio a recolectar muestras de rocas; y de esta manera reconocer la mineralogía y las estructuras presentes que puedan resaltar la belleza de las láminas.

4.3 Población de la investigación

Arias, F. (2006), expresa que “la población, o en términos más precisos población objetivo, es un 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 este caso en específico, la población de la investigación está representada por las muestras de rocas, asociados a los cuerpos rocosos presentes en la Cantera la Leona.

4.4 Muestra de la investigación

Sabino, C. (1992) “una muestra, en un sentido amplio, no es más que eso, una parte del todo que llamamos universo y que sirve para representarlo. Una muestra es un conjunto de unidades, una porción del total, que representa la conducta del universo en su conjunto”.

En el área de estudio, se tomaron 8 muestras frescas representativas, de 3 kg en los cortes o frentes de explotación.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Son los métodos y herramientas electrónicas usadas por el investigador para conservar y respaldar la información recolectada.

4.5.1 Técnicas de recolección de datos

Esta etapa comprende la recopilación, consulta de toda la información tanto bibliográfica como cartográfica existente del área de estudio y digitalización en ambiente AutoCAD 8.0 del mapa base para la elaboración del proyecto.

En la parte bibliográfica se revisarán los textos académicos, publicaciones especiales y trabajo de grado. En cuanto a la cartografía, se contará con el Mapa Topográfico del área en estudio suministrado por la empresa.

4.5.2 Observación directa

Visualizar, reconocer y examinar. La aplicación de esta técnica permite conocer la secuencia e interacción detallada de las actividades desarrolladas en campo con el fin de garantizar la eficiencia y confiabilidad del producto final.

4.5.3 Instrumentos de recolección de datos

Entre estos tenemos:

1. 1 GPS marca GARMIN.
2. 1 brújula.
3. 1 lupa de geólogo de 10X.
4. 1 cinta métrica de 50 m.
5. 1 cámara fotográfica digital.
6. Bolsas plásticas para recolectar muestras.
7. Libreta de campo.
8. Lápices; de colores y de grafito.
9. Piqueta.
10. 1 mandarina de 5 Kg.
11. Computadora
12. Antecedentes Bibliográficos y Cartográficos del Área en estudio.
13. Mapa de la zona en estudio.

4.6 Descripción de la metodología

La metodología simboliza la organización de todas las fases de investigación en un proyecto, el cual genera una serie de resultados y posibles soluciones, a diversos problemas que se manifiesten. En el presente estudio se elaboró un Flujograma sistematizado en cuatro (4) fases en atención a las actividades y problemática planteada (Figura 4.1).

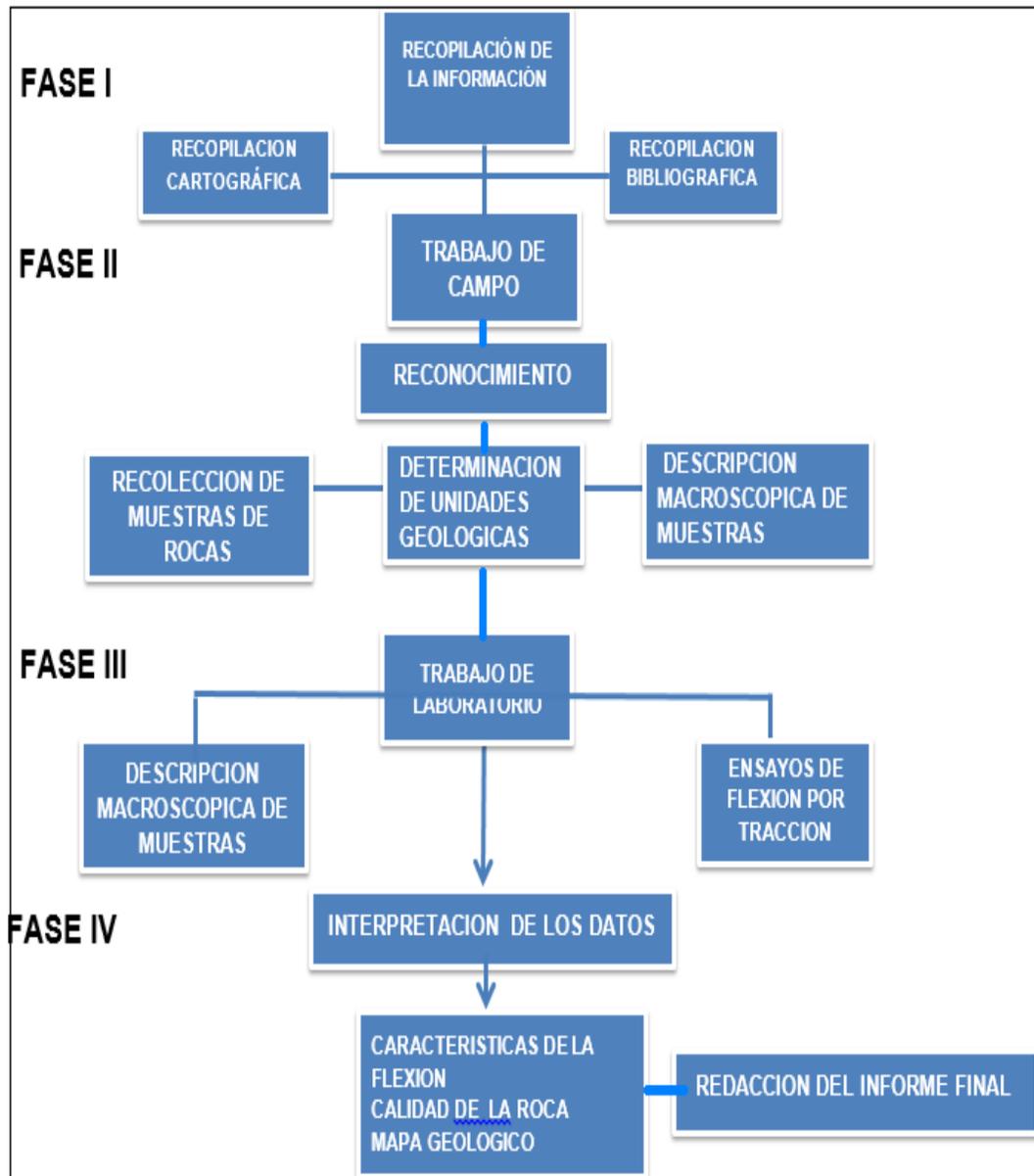


Figura 4.1 Flujograma de la metodología.

4.6.1 Fase I Recopilación de información bibliográfica y cartográfica

Se realizó una búsqueda de información previa de la zona de estudio, tanto Bibliográfica como cartográfica. La documentación fue consultada en la biblioteca del Instituto Autónomo de Minas Bolívar (IAMIB), en la WEB de C.V.G. Técnica Minera (TECMIN) y la imagen satelital Google earth del año 2022 (Figura 4.2).



Figura 4.2 Ubicación de la zona de estudio en la imagen satelital Google earth del año 2022.

4.6.2 Fase 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 Reconocimiento de los afloramientos y frentes de explotación

Las labores de exploración consistieron en realizar un reconocimiento geológico general del área de estudio, además de observar e identificar las estructuras presentes, ubicación geográfica de los afloramientos, selección del lugar por donde se inició el levantamiento geológico y, por otro lado, verificar áreas de fácil acceso y estado de las vías (Figura 4.3).



Figura 4.3 Descripción y ubicación de estructuras en los frentes de la Cantera.

Adicionalmente, la empresa asignó a un guía o “Baquiano” para la visita a los diferentes frentes de trabajo (Figuras 4.4).



Figura 4.4 Visita a un frente de explotación. Nótese los cortes con hilo adiamantado.

Para el levantamiento topográfico se utilizó un Geoposicionador Satelital (GPS), de última generación, con un error aproximado de 5 m y una brújula marca Brunton (Figura 4.5 y Tabla 4.1).



Figura 4.5 Equipo portátil de campo usado para los levantamientos geológico.

Tabla 4.1 Ubicación de las muestras de rocas.

MUESTRA	ESTE	NORTE	COTA
M1	506562.10	896559.66	124.99
M2	507208.71	897248.78	134.81
M3	505463.58	897368.10	134.96
M4	505846.94	898044.20	123.16
M5	507263.46	896871.76	125.05
M6	506715.14	897145.24	136.37
M7	505769.16	897817.12	130.58
M8	505053.93	899396.38	118.68

4.6.2.2 Muestreo y fotografías de los afloramientos y frentes

Se recolectaron 8 muestras de rocas, en los frentes de explotación y afloramientos usando el método tradicional de percusión, con una mandarina de 5 Kg, donde previamente se habían hecho voladuras y cortes con hilo adiamantado.

Finalmente, se hizo un registro fotográfico de las estructuras, relieve y vegetación (Figura 4.6).



Figura 4.6 Muestras recolectadas en la zona y un fragmento de lámina pulida.

4.6.3 Fase III Trabajos de laboratorio

La gerencia de la Empresa Cantera La Leona suministró 2 tipos de ensayos: ensayos de tracción y descripción macroscópica de minerales.

Los valores de los ensayos de flexión fueron suministrados por la gerencia de la Cantera La Leona. En total suministraron los resultados de 4 ensayos de flexión y un (1) descripción mineralógica. Los ensayos de flexión fueron realizados por la empresa FUNDAGEOMINAS, en el año 2015, bajo el proyecto denominado “Técnica Marmolera Venezolana C.A (ANEXO A).

4.6.3.1 Descripción macroscópica de las muestras de roca

Una vez recolectadas y agrupadas las muestras, se seleccionaron 8 para la descripción macroscópica. Estas fueron descritas usando una lupa de geólogo y determinado un nombre empírico de acuerdo características mineralógicas (Figura 4.7).



Figura 4.7 Descripción macroscópica de las muestras usando lupa de geólogo.

4.6.3.2 Ensayos geomecánicos

Se desarrollaron cumpliendo con los respectivos procedimientos propios de la empresa FUNDAGEOMINAS, bajo el proyecto denominado “Técnica Marmolera Venezolana C.A. En la Tabla 4.2 se muestra la ubicación de las muestras seleccionadas para el ensayo de flexión.

Tabla 4.2 Coordenadas de ubicación de las muestras sometidas a flexión.

MUESTRA	ESTE	NORTE
M1	506562.10	896559.66
M2	507208.71	897248.78
M3	505463.58	897368.10
M4	505846.94	898044.20

4.6.4 Fase IV Procesamiento de la información

Este aspecto de la fase IV, se fundamenta en demostrar los valores derivados, del análisis efectuado a las muestras de afloramiento y frentes de explotación, los cuales indican, el mejor uso para este yacimiento.

Subsiguientemente, en esta fase se integró toda la información recopilada y generada en todas las etapas anteriores de la Cantera La Leona, así como también, las conclusiones, recomendaciones.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se comprueban los objetivos planteados en la investigación por medio de técnicas y herramientas de recolección de datos aplicadas en campo; comprobados con los análisis macroscópicos y de flexión por tracción de las muestras de rocas y el mapa geológico.

5.1 Identificación de las unidades litológicas, presentes en el área de estudio, a través de observaciones directas en campo

La cantera La Leona se caracteriza, geológicamente por presentar rocas graníticas pertenecientes a la Provincia Geológica de Imataca. En el contexto de las fajas de Ascanio, se ubican en la faja de La Encrucijada. También se cartografió una porción de la Formación Mesa hacia la parte más baja del terreno.

Durante el reconocimiento y las actividades de campo, se identificó en los frentes de explotación y los afloramientos una sola litología homogénea (Figura 5.1).



Figura 5.1 Recorrido por un frente de explotación. Nótese la diferencia de colores.

A simple vista parecen 2 litologías, una color rosada y la otra negro grisáceo; pero en realidad es una sola litología y la coloración rosada corresponde a una pátina de alteración mineral de la roca negro grisáceo subyacente (Figura 5.2).



Figura 5.2 Roca fresca (lado izquierdo) y la foto de la derecha es la pátina de meteorización de la misma roca.

5.2 Determinación de la mineralogía de los frentes de explotación mediante descripción macroscópica

La gerencia de la empresa suministró la siguiente descripción del macizo rocoso.

“Roca dura, fresca, homogénea, de grano medio a grueso, de color gris claro rosáceo, la textura es hipidiomorfa inequigranular, formada por cristales que van desde anhedrales a subanhedrales de tamaño variable, con predominio de cuarzo (35%), Plagioclasa (30%), feldespato (20%), y maficos (Biotita/Hornblenda (12%)), resultando ser un tipo de roca: Granito (Monzogranito), de origen ígneo plutónico.”

En contraposición con la descripción suministrada, los suscritos describieron macroscópicamente 8 muestras muy similares y la compararon con un fragmento de lámina pulida.

En muestra de mano se observa una roca de color gris oscuro verdoso brillante, de tamaño de grano medio, homogénea, masiva, textura no foliada, de alto peso específico (Figura 5.3).



Figura 5.3 Descripción macroscópica de cada muestra de roca, para compararla con la lámina pulida.

También en la revisión se obtuvieron los siguientes promedios en orden de abundancia decreciente: El más predominante es el Anfíbol, cuyos porcentajes fueron visualizados entre 60-55 %, los porcentajes de Plagioclasa oscilan entre 25-20 %, los de Cuarzo, 10-15 %, y los del entre Piroxeno 2-5 %.

La roca fue clasificada como una Granulita máfica, de origen metamórfico.

5.3 Establecimiento de las características de resistencia a la flexión del afloramiento, a través de ensayos geomecánicos de tracción

Se sometieron al ensayo de tracción por flexión a un total de 4 muestras a fin de determinar la calidad mecánica de la misma. Los resultados se muestran en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Valores obtenidos del ensayo de tracción de las muestras de la Cantera La Leona (Fundageominas, 2015).

Muestra	La Leona	La Leona I	La Leona II	La Leona III
Carga (kg)	343,33	350	360	320
Luz (cm)	3	3	3	3
Ancho (cm)	5,9	5,9	4,1	4
Largo (cm)	12,2	12,2	12	12
Altura (cm)	2,6	2,6	2,5	2,4
Flexión (kg/cm²)	157,53	160,59	252,88	250,00
Conversión de Kg/cm² a M.p.a. (0,1N/m.m²)	15,75	16,06	25,29	25,00

El ensayo revela que las muestras M-1 y M-2, poseen una resistencia a la tracción variable desde 157.53 kg/cm² a 160.59 kg/cm²; mientras que las muestras M-3 y M-4 presentaron resistencia a la tracción de 252,88 Kg/cm² y 250,00 Kg/cm² respectivamente.

Al revisar las diferencias de los 4 valores de flexión y considerar las ubicaciones de las muestras en la masa rocosa, vemos que las muestras M-1 y M-2

corresponden a fases de borde; mientras que las muestras M-3 y M-4 corresponden a fases centrales dentro de la masa rocosa y por lo tanto su cristalización es más lenta y presenta mayor resistencia a la flexión.

5.4 Determinación de la calidad geomecánica de flexión de los afloramientos, basado en la comparación de los valores obtenidos, con las normas de Deere y Miller (1966)

Una vez determinados los valores de flexión, el siguiente paso es comparar su calidad geomecánica usando las normas para la flexión de Deere y Miller (1966).

De la Tabla 5.2 se observa que las muestras de borde M-1 y M-2 se clasifican como resistencia baja a la flexión por tracción.

De igual forma, las muestras M-3 y M-4 de fases centro, los valores de resistencia a la flexión por tracción medidos las clasifican como resistencia media (Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Comparación de los parámetros geomecánicos de flexión de las muestras de la Cantera La Leona y los determinados por Deere y Miller 1966.

Parámetro geomecánico de flexión por tracción	flexión por tracción	Rango según Deere y Miller (Kg/cm²)	Características Geomecánicas de la Cantera La Leona (Según Deere y Miller)
Valor determinado en las muestras M-1 y M-2(fase de borde)	M-1:157.53 M-2:160.59	(140-250)	Resistencia baja
Valor determinado en la muestra M-3 y M-4 (Fase de centro)	M-3:252.88 M-4:250.00	(250-400)	Resistencia media

A pesar de que estas rocas son usadas en la construcción por lo que a la resistencia a la tracción se refiere, esta característica es importante conocerla para determinar el empleo, ya que influye en la determinación del espesor de la placa y/o el espaciamiento de los apoyos según sea el caso. Es importante destacar que las rocas de origen granítico con granulometría mayor, tienden a resistir menos flexión o esfuerzo de pandeo horizontal, así mismo la cantidad de biotita en las rocas, representan planos de debilidad, cuando son sometidas a un esfuerzo.

5.5 Generación del mapa geológico del área de estudio a escala 1:25.000, mediante la aplicación de software AutoCAD 8.0

Mediante los trabajos de campo se diferenciaron dos (2) unidades geológicas, que de base a tope se describen de la siguiente forma: (Figura 5.4 y ANEXO 1).

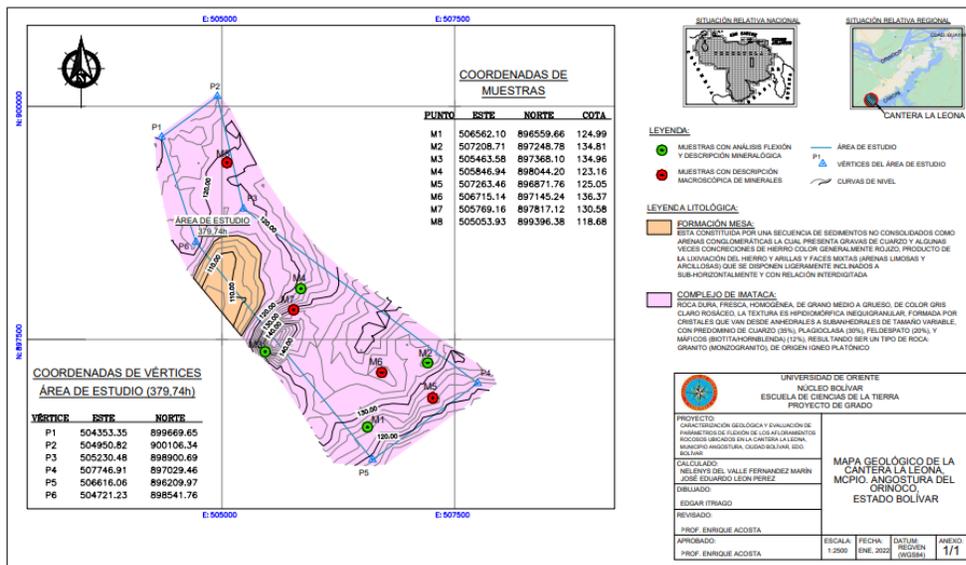


Figura 5.4 Mapa geológico de la Cantera La Leona.

5.5.1 Complejo de Imataca

Representa el 90 % del área de estudio, se ubica en la parte central, Noroeste y sureste. Topográficamente ocupa las zonas más elevadas, con cotas superiores 115 msnm (metros sobre el nivel del mar) (Figura 5.5).



Figura 5.5 Frentes de explotación cortado con hilo adiamantado.

Durante la limpieza de afloramientos se comprobó que la roca descompuesta alcanza 50 cm de profundidad. La pátina es de color naranja (Figura 5.6).



Figura 5.6 Pátina color naranja, producto de la descomposición de los minerales.

De igual manera, durante las labores de campo no se observaron muchas discontinuidades (fallas, diaclasas), lo que indica que la masa rocosa es homogénea.

A la altura de la cota 132 msnm, se observó una veta emplazada en una fractura, de 5 cm de espesor, de color naranja. Este bloque no es de interés comercial porque el bloque se fractura por esa zona de debilidad (Figura 5.7).



Figura 5.7 Veta emplazada en una fractura, la cual le quita valor comercial al bloque.

Finalmente, en la Figura 5.8 se muestra una porción de lámina pulida de un frente de explotación. El nombre comercial es Gris Leona.



Figura 5.8 Lamina pulida de los frentes de explotación de la Mina La Leona.

5.5.2 Formación Mesa

Se encuentra ubicada hacia el suroeste. Cubre el 10 % del área. Constituye la parte topográfica más baja, con cotas inferiores a 115 msnm, con relieves planos (Figura 5.9).

En la zona la Formación Mesa está constituida por capas arenosas poco consolidadas ínter estratificadas con arcillas limo-arenosas abigarradas y moteadas, que a veces contienen arenisca ferruginosa. La utilidad de estos sedimentos en la cantera es que sirve como relleno de vías y colchón para el volcado de los bloques.



Figura 5.9 Sedimentos rojos de la Formación Mesa, cartografiados en la zona de estudio.

El contacto geológico entre la Formación Mesa y el Complejo de Imataca se estableció en la cota 115, la cual fue determinada con un GPS de precisión.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Durante las actividades de campo se reconocieron 2 unidades geológicas bien diferenciadas. La primera y más antigua está representada por el Complejo Ígneo metamórfico de Imataca y los sedimentos Cuaternarios de la Formación Mesa.
2. La descripción macroscópica de ocho (8) muestras de rocas recolectadas en los frentes de explotación y de la masa rocosa indicaron porcentajes mineralógicos de Anfíbol entre 60-55 %, las Plagioclasas oscilan entre 25-20 %, los de Cuarzo, 10-15 %, y los del entre Piroxeno 2-5 %.
3. Mediante la revisión de los 4 ensayos de flexión por tracción se reveló que las muestras M-1 y M-2 presentaron valores de 157.53 kg/cm^2 a 160.59 kg/cm^2 respectivamente; mientras que las muestras M-3 y M-4 indicaron valores de 250 kg/cm^2 y 252 kg/cm^2 .
4. La ubicación de las muestras con valores de flexión en la Cantera La Leona indican que la masa rocosa presenta 2 fases de enfriamiento: una fase de borde con valores promedio de resistencia de 158 Kg/cm^2 y una fase de centro, con un valor promedio de resistencia a la flexión de 251 Kg/cm^2 .
5. Al establecer las características de resistencia a la flexión del afloramiento, y compararlos con las normas internacionales de Deere y Miller (1966), observamos que las muestras M-1 y M-2 presentaron

resistencia a la flexión baja; mientras que las muestras M-3 y M-4 presentaron resistencia a la flexión por tracción de media.

6. El estudio estuvo centrado en establecer las características mineralógica-geomecánica de flexión de la masa rocosa actualmente en explotación en la Cantera La Leona, La cual abarca territorialmente el 90 %. La otra unidad cartografiada es la Formación Mesa, la cual representa el 10 %. El nombre comercial de las lajas extraídas del afloramiento es Gris Leona.

Recomendaciones

1. Completar los estudios geomecánicos mediante ensayos porosidad abierta, resistencia al desgaste por rozamiento, compresión, heladas, cristalización de sales, al choque peso específico, y absorción de agua para averiguar otras aplicaciones de las lajas Gris Leona.
2. Tomando muestras para estudios petrográficos a hacer geología a detalle para buscar discontinuidades que pudieran desmejorar la calidad de las láminas y complementar información mineralógica.
3. Realizar análisis químicos para determinar las concentraciones de minerales ferromagnesianos que pueden oxidarse y desmejorar las condiciones comerciales de las lajas.

REFERENCIAS

Arias, F. (2006). **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Editorial Epísteme, Caracas, pp. 68.

Ascanio, T. (1975) **EL COMPLEJO DE IMATACA EN LOS ALREDEDORES DEL COMPLEJO CERRO BOLIVAR**. Venezuela.

Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G) **TECMIN (1990). INFORME DE AVANCE NC-20-14 NB-20-2, GEOLOGIA, VEGETACION, CARTOGRAFIA**. PP. 20-35.

Definición ABC (2007). **DEFINICIÓN MAPA GEOLÓGICO**. Fecha de consulta: 10 de julio de 2016 [<http://www.definicionabc.com/geografia/mapa-geologico.php>].

Deere, D.U. y Miller R.P. (1966) **ENGINEERING CLASSIFICATION AND INDEX PROERTIES OF INTACT ROCK, AIR FORCE LABORATORY TECHNICAL REPORT No. AFNL-TR-65-116**, Albuquerque, NM, 1966.

Esri, 2010. **MAPA BASE**. Fecha de consulta: 10 de julio de 2016 [<http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000017000000.htm#GUID-523DAA48-0AF0-4C84-92C0-1C0B601D026C>].

E.T.S.I. (1995). **MANUAL DE ROCAS ORNAMENTALES**. Madrid, España. pp 26 - 30, 40 - 46, 68 - 71, 121 - 125, 177 - 189.

Fedupel ((2011). **MANUAL DE TRABAJO DE GRADO DE ESPECIALIZACIÓN, MAESTRIA Y TESIS DOCTORALES**. 4ta Edición, Caracas. PP. 12-97

Geominas (1999). **ENSAYOS RECOMENDADOS A LOS GRANITOS PARA SER USADOS COMO ROCAS ORNAMENTALES**: Boletín, N° 27. Escuela Ciencias de la Tierra. UDO. Venezuela. pp 27 – 29.

Geominas (2000). **PRODUCCION E INDUSTRIALIZACION DE LAS ROCAS ORNAMENTALES DEL ESTADO Bolívar**: Boletín, N° 28. Escuela Ciencias de la Tierra. UDO. Venezuela. pp 4, 5.

Gómez, M. (2010) **ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMECÁNICO, DEL CERRO “LA CASTAÑA UBICADO EN LA CANTERA PALMA SOLA (KM. 34, CARRETERA VIEJA CIUDAD BOLÍVAR – PUERTO ORDAZ) MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR**.

Guilloux, Louis y Herrero, N., José (2000). **PROYECCIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN DE LAS ROCAS ORNAMENTALS DEL ESTADO BOLÍVAR**. FUNDAGEOMINAS–UDO, Ciudad Bolívar.

Herrero, N., José y Guilloux, Louis (1999). **“PROYECTO DE LABORATORIO DE GEOTÉCNIA (ENSAYOS DE ROCAS ORNAMENTALES)”**. FUNDAGEOMINAS–UDO / IAMOT, Ciudad Bolívar.

IAMOT (Instituto Autónomo de Minería y Ordenación Territorial, (2002). **INVENTARIO DE LOS MINERALES NO METALICOS DEL ESTADO BOLÍVAR**. Material Interno. P 44.

Mendoza, V. (2005) **TOMO I: ESCUDO DE GUAYANA ANDES VENEZOLANOS Y SISTEMA MONTAÑOSO DEL CARIBE**. Ciudad Bolívar, estado Bolívar, Venezuela, pp 49-223.

Paulo, Ángel. (2000) **ESTUDIO SOBRE LA FACTIBILIDAD DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE GRANITOS ORNAMENTALES EN EL ESTADO BOLÍVAR Y SU PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO GLOBAL**. Ciudad Bolívar - Venezuela. Trabajo de Ascenso. pp. 18-30.

Rivas, G. (2003) **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.

Sabino, C. (1992). **EL PROCESO DE INVESTIGACION**. Edición, Publicación Especial No. 12 Tomo I y II

Tarbuck, E. y Lutgens, F. (2005) **CIENCIAS DE LA TIERRA**. Editorial Pearson Educación S.A. Madrid, España. 8va Edición. pp 237-241.

APÉNDICES

APÉNDICE A

Análisis de Flexión 1

49811
549811

Ensayo de Flexión

Proyecto: **TECNICA MARMOLERA VENEZOLANA, C.A. RIF J-00036091-0**

Loc. del proy.: **Ciudad Bolívar**

Ensayo N°:

Desc. De la muestra: **Requetas de Granitos**

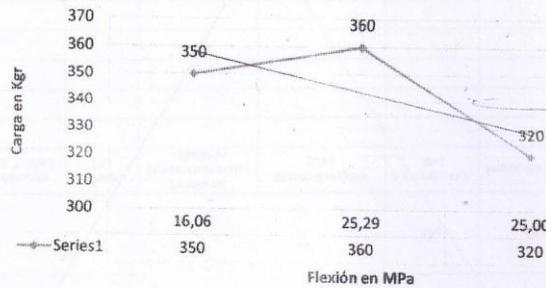
N° de la muestra: **03**

Real por: **Carlos Boscarello y José Herrero Noguero**

Fecha: **14-04-15**

Muestra N°	La Leona I	La Leona II	La Leona III			
Carga (kg)	350	360	320			
Luz (Cm)	3	3	3			
Ancho (cm)	5,9	4,1	4			
Largo (cm)	12,2	12	12			
Altura (cm)	2,6	2,5	2,4			
Flexión (Kg/cm ²)	160,59	252,88	260,00			
Conversión de Kg/cm ² a M.p.a (0,1 N/m.m.2)	16,06	25,29	25,00			

Ensayo de Flexión



Clasificación de la Roca de acuerdo a la resistencia a la Flexión de Deere y Miller

Resistencia a la Flexión	Kgr/cm ²	M.P.a	Resistencia a la Flexión	M.P.a
Resistencia muy alta	> 600	> 60	La Leona I	Resist. Baja
Resistencia alta	400 - 600	40 - 60	La Leona II	Resist. Media
Resistencia media	250 - 400	25 - 40	La Leona III	Resist. Media
Resistencia baja	140 - 250	14 - 25		
Resistencia muy baja	30 - 140	3 - 14		



APÉNDICE B

Análisis de Flexión 2

Ensayo de Flexión

Proyecto: **TECNICA MARMOLERA VENEZOLANA, C.A. RIF J-00036091-0**

Loc. del proy.: **Ciudad Bolívar**

Ensayo N°:

Desc. de la muestra: **Regletas de Granitos**

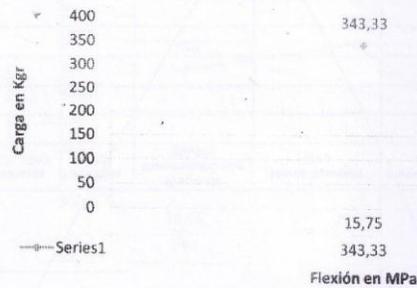
N° de la muestra: **03**

Real. por: **Carlos Boscarello y José Herrero Noguero**

Fecha: **14-04-15**

Muestra N°	La Leona				
Carga (kg)	343,33				
Luz (Cm)	3				
Ancho (cm)	5,9				
Largo (cm)	12,2				
Altura (cm)	2,6				
Flexión (Kg/cm ²)	157,53				
Conversión de Kg/cm ² a M.p.a (0,1 N/m.m.2)	15,75				

Ensayo de Flexión



Clasificación de la Roca de acuerdo a la resistencia a la Flexión de Deere y Miller

Resistencia a la Flexión	Kgr/cm ²	M.P.a	Resistencia a la Flexión	M.P.a
Resistencia muy alta	> 600	> 60	La Leona	Resist. Baja
Resistencia alta	400 - 600	40 - 60		
Resistencia media	250 - 400	25 - 40		
Resistencia baja	140 - 250	14 - 25		
Resistencia muy baja	30 - 140	3 - 14		



APÉNDICE C

Descripción mineralógica

CANTERA	LA LEONA
DENSIDAD (kg/cm ³)	2,741
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)	205,25
COLOR: <u>GRIS LEONA</u>	

PROPIEDAD DE LA EMPRESA TECVEMAR, C.A.

DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA

Roca dura, fresca, homogénea, de grano medio a grueso, de color gris claro rosáceo, la textura es hipidiomofica inequigranular, formada por cristales que van desde anhedrales a subhedrales, de tamaño variable, con predominio de cuarzo (35 %), plagioclasas (30%), feldespatos (20%) y Maficos (biotita/anfibol) (12%). Resultando ser un tipo de roca: Granito (Monzogranito), de origen Ígneo - plutónico.

Dirección Técnica: Avenida Upata c/e Columbo Silva, Edif. Centro Empresarial Santiago, piso 1, local 16 y 17. Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. Venezuela. Tele-fax: 0285-6324048

ANEXOS