

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



**ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL PARA LA UBICACIÓN DE  
UNA CANTERA EN EL KM 35 AUTOPISTA CIUDAD BOLÍVAR-PUERTO  
ORDAZ PARA LA EXTRACCIÓN DE ARENA LAVADA Y ARENA DE  
MINA. MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE GRADO  
PRESENTADO POR LAS  
BACHILLERES ODREMAN JOSELIN  
Y CONTRERAS NIURKA PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
GEÓLOGO**

**CIUDAD BOLÍVAR, MARZO DE 2019**

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



**ACTA DE APROBACIÓN**

Este Trabajo de Grado, titulado **“ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL PARA LA UBICACIÓN DE UNA CANTERA EN EL KM 35 AUTOPISTA CIUDAD BOLÍVAR-PUERTO ORDAZ PARA LA EXTRACCIÓN DE ARENA LAVADA Y ARENA DE MINA. MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR”**, presentado por las bachilleres, **Contreras Niurka**, titular de la cedula de identidad N° **V-20.774.973**, y **Odreman Joselin**, titular de la cedula de identidad N° **V-19.078.784**, como requisito parcial para optar al título de Ingeniero geólogo, 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 Javier Ramos  
(Jurado)

\_\_\_\_\_  
Profesor Jorge Abud  
(Jurado)

\_\_\_\_\_  
Profesor Javier Ramos Madrid  
Jefe de Departamento de  
Ingeniería Geológica

\_\_\_\_\_  
Profesor Francisco Monteverde  
Director de Escuela de  
Ciencias de la Tierra

En Ciudad Bolívar a los 17 días del mes de Mayo de 2019.

## **DEDICATORIA**

Dedico nuestro trabajo de grado y esta meta a Dios por darme siempre la fortaleza para seguir adelante.

A mi madre Gricell Pérez por entregarlo todo y más por mí, por su apoyo incondicional y sus palabras de aliento cada día, por inculcarme valores y principios para ser quien soy ahora.

A mi tía América Odreman quien ha sido mi segunda madre y quien ha estado para mí en todo momento.

A mis hermanas por siempre estar presentes acompañándome y brindándome todo su apoyo.

A mi esposo por estar siempre ahí para mí, este logro es de ustedes.

***Joselin Odremán***

## **DEDICATORIA**

Dedicado a Dios primeramente sin El nada de esto hubiese sido posible, gracias por tus bendiciones Padre Amado.

A mis padres Clara y José por su amor y empuje a esta meta tan anhelada, a mis abuelitos Luis Parra (Papá), cuanto me hubiese gustado verte aquí mamá (Clarita) cuanto amor, cariño, valores fueron inculcados por ustedes.

A mis tías (Carmen M, Irma, Veronica, Clara, Cristina, Ercilia, Omaira, Carmen C, María R, Nelly, todas y cada una de mis tías), tíos (Ezzar, Daniel, Nestor, todos y cada uno de mis tíos), primas, primos, Amigas, Amigos y demás seres queridos, todos ustedes han sido parte fundamental de esta meta con sus consejos, su apoyo y sus palabras de aliento.

Dedicadoa cada uno de ustedes y a todas las personas que colocaron su granito de arena en esta gran bendición, Gracias Familia y Amigos.

*Niurka Contreras*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por estar siempre en mi vida, guiarme en todo momento y darme la dicha de tener a la mejor mamá del mundo quien es el principal motor de mis sueños.

A mi madre por confiar y creer en mi y en mis expectativas, por todo su amor y su paciencia, y por nunca cansarse de esperar.

A mis hermanas Lizeth y Jackeline por acompañarme en este camino, entre lágrimas y risas han tenido y siempre tendrán un lugar importante en mi vida y en mis metas.

Gracias a mi esposo por tantas ayudas, por su compañía y apoyo no solo para el desarrollo de esta tesis sino para mi vida.

Agradezco a mi compañera Niurka Contreras por la dedicación, compromiso, compañerismo y entrega. ¡Lo logramos! Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que nos apoyaron y creyeron en nosotras.

*Joselin Odremán*

Le agradezco a DIOS por haberme permitido vivir, por guiarme y acompañarme a lo largo de mi vida, gracias por levantarme en los momentos difíciles al lado de mis padres CLARA PARRA Y JOSE CONTRERAS que con su amor, apoyo y comprensión estuvieron para mí.

Agradeciendo a cada uno de mis familiares y personas que se convirtieron parte importante de mi vida brindándome su ayuda para cumplir mi sueño.

Agradecida con mis compañeros, a mi prima Marilis por su colaboración y su gran apoyo, mi compañera de tesis Joselin Odreman, los profesores y mi tutor Enrique Acosta de la casa más alta Universidad de Oriente por brindarnos sus conocimientos y su tiempo.

Gracias a todos y a cada uno de ustedes, Dios los Bendiga.

*Niurka Contreras.*

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tiene como propósito realizar el análisis de sensibilidad ambiental para la puesta en marcha de una Cantera en el Km 35 para la extracción de arena lavada y de mina, Municipio Heres, Estado Bolívar. El estudio se desarrolló como una investigación exploratoria y descriptiva, estando enmarcada dentro del diseño de una investigación de campo. En la información obtenida para el análisis del problema, se diagnosticaron las características ambientales actuales de la zona de emplazamiento del proyecto lo cual determina la dinámica ambiental de la misma y define qué aspectos se podrían afectar en mayor o menor medida por la realización del proyecto. Para el estudio de sensibilidad, se clasificó la zona baja (< 80 msnm) en Mesa Plana, Mesa Plana Inclinada, Mesa Plana Inundable. La investigación se desarrolló contemplando los aspectos tomados del estudio de todos los elementos o factores que constituyen el área de estudio, tales como Clima, Topografía, Geomorfología, Potencial Morfodinámico, Geología, Suelos y Vegetación y la posible influencia que tendrán las actividades productivas sobre los mismos. Una vez identificados estos elementos, la información fue cargada en una matriz para calcular la sensibilidad ambiental. Para determinar la sensibilidad ambiental, los valores calculados en la matriz, se llevan a la tabla de clasificación del grado de sensibilidad (IAMIB, 1998 y CVG TECMIN, 1991). La metodología empleada para la realización del análisis de sensibilidad ambiental del área, se basa en el establecimiento de tres niveles de sensibilidad a los posibles impactos ambientales, desde un nivel poco sensible hasta un nivel muy sensible, refiriéndose a donde hay mayor vulnerabilidad de degradación del medio ambiente, y un nivel intermedio, definido moderadamente sensible. El criterio para ello fue la respuesta del elemento crítico frente al impacto de la actividad productiva de la cantera. El mapa de sensibilidad ambiental se elaboró teniendo en cuenta los resultados del análisis de los indicadores físicos de las diferentes variables, utilizados para caracterizar cada una de las unidades que fueron evaluadas de acuerdo a la clase de Sensibilidad Ambiental. Luego del análisis de todos elementos evaluados y, según los criterios específicos para establecer la sensibilidad ambiental de los mismos, se concluye que el área del sector es “poco sensible” para los posibles impactos que pueda producir el establecimiento de la cantera.

## CONTENIDO

	Página
ACTA DE APROBACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS .....	V
RESUMEN.....	VI
CONTENIDO.....	VII
LISTA DE FIGURAS .....	X
LISTA DE TABLAS.....	XI
LISTA DE APÉNDICES .....	XII
LISTA DE ANEXOS .....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
SITUACIÓN A INVESTIGAR .....	3
1.1 SITUACIÓN OBJETO DE ESTUDIO.....	3
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.2.1 Objetivo general .....	5
1.2.2 Objetivos específicos .....	6
1.3 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	6
1.4 ALCANCE DE LA INVESTIGACION .....	7
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION.....	8
CAPÍTULO II .....	9
GENERALIDADES.....	9
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	9
2.2 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO .....	10
2.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – NATURALES DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	11
2.3.1 Clima.....	11
2.3.2 Temperatura .....	12
2.3.3 Humedad del aire .....	13
2.3.4 Vientos .....	13
2.3.5 Insolación .....	13
2.3.6 Precipitación.....	14
2.3.7 Evaporación.....	14
2.4 VEGETACION.....	14
2.5 SUELO.....	15
2.6 HIDROLOGIA.....	17
2.7 GEOMORFOLOGIA.....	18
2.7.1 Relieve.....	19
2.8 GEOLOGIA REGIONAL.....	19
2.8.1 El Escudo de Guayana .....	19
2.8.2 Formación Mesa.....	20

2.8.3	Sedimentos recientes.....	23
2.9	GEOLOGIA LOCAL.....	23
2.9.1	Complejo de Imataca.....	24
2.9.2	Formación Mesa.....	24
CAPÍTULO III.....		26
MARCO TEÓRICO.....		26
3.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
3.2	BASES TEÓRICAS.....	27
3.2.1	Canteras.....	27
3.2.2	Clasificación de las Canteras.....	30
3.2.3	Tecnología apropiada para la minería No Metálica.....	32
3.2.4	Minería y planificación Urbana y Territorial.....	33
3.2.5	Uso de Minas abandonadas.....	33
3.2.6	Aspectos Medioambientales Asociados a la Extracción de Minerales No Metálico.....	34
3.3	BASES LEGALES.....	45
CAPÍTULO IV.....		62
MARCO METODOLÓGICO.....		62
4.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	62
4.1.1	Tipo de investigación exploratoria.....	62
4.1.2	Tipo de investigación descriptiva.....	62
4.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	63
4.2.1	Diseño de la investigación documental.....	63
4.2.2	Diseño de la investigación de campo.....	64
4.3	POBLACION DE LA INVESTIGACION.....	64
4.4	MUESTRA DE LA INVESTIGACION.....	65
4.5	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS; <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
4.5.1	Técnicas de recolección de datos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.5.2	Instrumentos de recolección de datos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.6	ETAPAS DE LA INVESTIGACION.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.6.1	Fase I. Recopilación de la información.....	65
4.6.2	Fase II. Trabajo de campo.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.6.3	Fase III. Trabajo de laboratorio.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.6.4	Fase IV Análisis e Interpretación de los datos.....	76
4.6.5	FASE IV. Etapa Final.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CAPÍTULO V.....		79
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....		79
5.1	DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES DEL MEDIO-FÍSICO NATURAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	79
5.1.1	Uso y aprovechamiento de la tierra.....	79
5.1.2	Infraestructura y servicios existentes en el área.....	79
5.1.3	Valores estéticos y paisajísticos.....	80

5.2 CRITERIOS GEOAMBIENTALES PARA DEFINIR LOS NIVELES DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL .....	80
5.3 DETERMINACION DEL NIVEL DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL DEL AREA PARA LA CERTIFICACION Y PRESERVACION DEL MEDIO AMBIENTE Y DE LOS MORADORES DE LAS ZONAS CERCANAS AL PROYECTO. ....	81
5.3.1 Geología .....	81
5.3.2 Análisis químico .....	85
5.3.3 Geomorfología .....	86
5.3.4 Suelo .....	86
5.3.5 Recursos Hídricos .....	87
5.3.6 Sensibilidad del medio biológico .....	88
5.4 DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS DE LA ZONA PARA LA DETERMINACION DE SU INFLUENCIA EN EL RELIEVE DE LA CANTERA .....	89
5.4.1 Paisaje de lomeríos .....	90
5.4.2 Paisaje de planicies .....	91
5.5 REALIZACION DEL MAPA DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL EN LAS ZONAS MAS SUSCEPTIBLES DEL AREA EN ESTUDIO, MEDIANTE ESTUDIOS GEOLOGICOS, GEOMORFOLOGICOS E HIDROLOGICOS .....	91
5.5.1 Clasificación del grado de sensibilidad .....	94
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	97
REFERENCIAS .....	101
APÉNDICE A .....	108
RESULTADOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA MUESTRA M-1 .....	108
APÉNDICE B .....	110
RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA MUESTRA M-1 .....	110
ANEXO .....	115

## LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación de la zona de estudio (Google Earth, 2018).....	10
2.2 Vía de acceso al sitio de trabajo, a través de la Autopista Simón Bolívar. ....	11
2.3 Distribución Temporal de la Temperatura Media Anual (CVG–TECMIN, 1991)....	13
2.4 Vegetación frondosa y muy densa de bosques de galerías, ubicada a orillas del Río. ....	15
2.5 Drenajes principal correspondiente a la zona de estudio, todos afluentes del Orinoco. ....	17
2.6 Paisajes de planicies y lomeríos presentes en la zona de estudio. ....	18
4.1 Etapas de la metodología del trabajo. ....	66
4.2 Ubicación de la zona de estudio y la comprobación de las coordenadas.....	73
4.3 Muestra de arena lavada obtenida en zonas cercanas al cauce del río. ....	74
4.4 Recorrido a través del cauce del Río Majomo. ....	77
5.1 Muestreo de arena lavada, transportada por el río Majomo. ....	82
5.2 Curva granulométrica correspondiente a la muestra de sedimentos del Río Los Majomos.....	83
5.3 Diagrama de torta donde se representan los porcentajes granulométricos de la muestra M-1. ....	84
5.4 Comparación de la curva granulométrico de M-1, con respecto a las curvas COVENIN y ASTM. ....	84
5.5 Nivel del Río Los Majomos en época de verano. ....	87
5.6 Paisajes geomorfológicos observados en la zona de estudio. ....	90
5.7 Paisaje de lomeríos ubicados al SW de la zona de estudio, constituida por rocas de la Provincia Geologica de Imataca. ....	90
5.8 Paisaje de planicie presente en el área, el cual representa territorialmente el 75 %	91
5.9 Mapa de sensibilidad ambiental del área de estudio, para la apertura de una cantera de extracción de arena lavada y de minas.....	93

## LISTA DE TABLAS

	Página
2. 1	Coordenadas de la ubicación del área de estudio. Figueroa, M. 2013. .... 10
3. 1	Clasificación de las Canteras (Martí, M. 2004). .... 31
4. 1	Criterios Preliminares para la Clasificación del Potencial Morfodinámico. (Modificada de C.V.G. TECMIN, 1991). ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4. 2	Clases de Potencial Morfodinámico (C.V.G. TECMIN, 1991). .... 70
4. 3	Clases de Sensibilidad Ambiental (IAMIB, Plan de Ordenamiento Territorial del Estado Bolívar, 1998). .... 72
5. 1	Resultados de la Muestra de arena obtenida del canal del Rio Los Majomos (Datos obtenidos del laboratorio de GEOCIENCIAS, 2018). .... 83
5. 2	Determinaciones analíticas realizadas a la muestra M-1. .... 85
5. 3	Clasificación del Grado de Sensibilidad. .... 95
5. 4	Matriz para el cálculo de la sensibilidad ambiental. .... 96

## LISTA DE APÉNDICES

	Página
<b>A. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b> .....	107
A.1 Resultados del análisis granulométrico.....	108
<b>B. ANÁLISIS QUÍMICO</b> .....	109
B.1 Resultados del análisis químico.....	110

## **LISTA DE ANEXOS**

1. Mapa topográfico de la zona de estudio
2. Mapa de Análisis de Sensibilidad ambiental

## INTRODUCCIÓN

A través del tiempo, se ha observado con el avance de la civilización, que la demanda de los bienes y servicios ha venido incrementándose, de manera exponencial, por consiguiente se ha hecho cada día más imperativo la extracción y explotación de los recursos minerales de la corteza terrestre, como una de las necesidades para el desarrollo del hombre.

Debido a la composición mineralógica, petrográfica y a su complejidad estructural de las rocas de la región sur oriental del país, específicamente del Estado Bolívar en su mayoría de la Provincia Geológica de Imataca, hace que desde el punto de vista geológico, revista gran importancia en pro del desarrollo del subsector minero, ya que el país posee gran potencial en ese sentido, considerando su nueva política de apertura a inversiones extranjeras, a su deseo de exportar productos no tradicionales, incrementar el empleo de la mano de obra y generar riquezas; es esta una gran oportunidad de satisfacer estas nuevas políticas y deseos.

El objeto de esta investigación, es el análisis de la sensibilidad ambiental en el sector del km35 de la autopista en sentido Ciudad Bolívar- Puerto Ordaz, ubicado en el Municipio Autónomo Heres, ayudándonos en la hoja cartográfica Marhuanta7038-IV-SO, con el propósito de determinar, mediante el levantamiento geomorfológico, si el material puede ser rentable a la hora de ser explotado.

El desarrollo de este trabajo de investigación se estructuró en 5 capítulos, los cuales están conformados de la siguiente manera:

El capítulo I, se refiere a la introducción, descripción del problema, objetivos tanto generales como específicos, justificación, alcance y limitaciones que se

presentaron para el desarrollo del trabajo; el capítulo II, comprende las generalidades sobre el tema investigado. Trata la ubicación de la zona de estudio, así como la descripción de las características fisiográficas; en el capítulo III, se desarrolla el marco teórico la revisión de la literatura o análisis de los antecedentes, trabajos previos, teoría relevante investigaciones relacionadas con el problema planteado; el capítulo IV, describe la metodología de trabajo y el procedimiento utilizado para las realización de la investigación; En el capítulo V, se plantea el Análisis e interpretación de resultados de los datos recolectados y la información generada a partir de las investigación realizada

# CAPÍTULO I

## SITUACIÓN A INVESTIGAR

### 1.1 Situación objeto de estudio

La organización para la extracción de minerales no metálicos y su aprovechamiento comprende dos grandes fases o etapas. La primera de ellas es la extracción, que consiste, básicamente, en el saque de arena del área seleccionada y su posterior almacenamiento. La segunda fase es la comercialización, cuya duración estará en función de los requerimientos de material por terceros, para lo cual se dispone de la infraestructura y del personal necesario.

En los últimos años, la demanda de materiales de construcción, ha venido en franco incremento, ya que existe y se está promocionando una generación de obras tanto del gobierno nacional y regional como de particulares, que aunque no son de gran magnitud, son muchas la que requieren de arena, piedra picada, como materia prima en la industria de la construcción en general.

El proceso de explotación de minerales no metálicos, genera un conjunto de sustancias o materiales contaminantes líquidos y sólidos, que serán vertidas y dispuestas directamente los suelos y agua que se encuentran dentro y adyacentes al área seleccionada. Estos materiales poseen una estructura química compleja, que causan un riesgo inminente de contaminación ambiental.

Sin embargo, para ellos se requiere de conocer las particularidades de cada caso, en razón de la existencia de un número significativo de leyes y normas que regulan la extracción y aprovechamiento de los recursos naturales.

En líneas generales, en el Km 35 de la autopista Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz se realizó un proyecto de una cantera para la extracción de minerales no metálicos (arena de mina), donde la actividad deberá realizarse de manera racional, garantizando la menor afectación de los recursos naturales, a la par de realizar un efectivo control y seguimiento que permitan aplicar medidas para recuperar las áreas intervenidas.

En tal sentido, se hace necesario conocer las principales características del proyecto y del ambiente en general, de manera de identificar y establecer un cuerpo de medidas preventivas mitigantes y correctoras a los fines de poder garantizar la actividad cumpliendo con los estándares de las diferentes normas y reglamentos que existen en el país. Motivado a este planteamiento, se realiza evaluaciones geológicas y ambientales en las áreas delimitadas para construir un mapa de sensibilidad ambiental en el que se pueda reflejar las zonas de afectación con la extracción del mineral, las zonas de vegetación presente en el área y los drenajes permanentes como intermitentes cercanos al yacimiento, las cuales podrán ser afectadas por la futura explotación.

La presente investigación consiste en determinar el nivel de sensibilidad ambiental del área donde se construirá una Cantera, para la explotación de minerales no metálico (arena lavada-arena de mina), basándose en el análisis de todos los elementos constituyentes del área y la influencia que tendrán las actividades productivas sobre los mismos.

Para el análisis de los componentes ambientales del área se realizó un inventario de los aspectos físico naturales: geología, relieve, vegetación, hidrología, suelos. De su análisis se logró el diagnóstico del área, lo cual determina la dinámica ambiental de la misma y a su vez dio a conocer que aspecto pueden verse afectado en mayor o menor medida por la acción antrópica.

La metodología aplicada para determinar la sensibilidad ambiental del área se basó en establecer para cada componente ambiental tres niveles indicativos de sensibilidad a la degradación, desde un nivel poco sensible hasta un nivel muy sensible, donde hay mayor fragilidad o vulnerabilidad a la degradación del medio ambiente, y un nivel medio o moderadamente sensible. A través del análisis de las características de los componentes ambientales definidos en el inventario se establecerá el nivel de sensibilidad general del área bajo estudio.

El interés de este trabajo de investigación es contribuir con la minimización de la vulnerabilidad que puedan ser causados por las actividades productivas que se desarrollarán en la Cantera, y así poder cumplir con el principio ambiental.

De acuerdo a la problemática planteada surge la siguiente interrogante:

¿Cuál será la sensibilidad ambiental que pueda ocasionarse en el área donde se va a desarrollar la extracción de los minerales no metálicos (arena de mina), para ubicar una cantera en el Km 35 en el tramo de la Autopista Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz?.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Analizar desde los puntos de vista geológico y ambiental, la sensibilidad de la Cantera para la extracción de arena lavada y arena de mina, ubicada en el Km 35, autopista Ciudad Bolívar-Puerto Ordaz, municipio Heres. Estado Bolívar.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Diagnosticar las condiciones del medio – físico natural del área de estudio, con el fin de minimizar los daños ambientales
2. Identificar los criterios geoambientales para los niveles de sensibilidad ambiental del área, para la mitigación de efectos derivados de la explotación.
3. Determinar el nivel de sensibilidad ambiental del área para la certificación y preservación del medio ambiente y de los moradores de las zonas cercanas al proyecto.
4. Describir las características geomorfológicas de la zona para la determinación de las acumulaciones de arena lavada.
5. Generar el mapa de sensibilidad ambiental en las zonas más susceptibles del área en estudio, mediante estudios geológicos, geomorfológicos e hidrológicos.

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

El proyecto de la ubicación de una cantera para la extracción de materiales que son necesario para el sector de la construcción, puede ocasionar daños ambientales si se realiza de manera desorganizada, es necesario que la misma cumpla con un cuerpo normativo de leyes, reglamentos y decretos que permiten el máximo aprovechamiento de los recursos, utilizando técnicas que garantizan la mínima afectación al ambiente.

Es por ello, que de cumplir con la normativa legal vigente en materia ambiental, establecida por el MINAMB a través de la Dirección General Sectorial de Calidad Ambiental, tal y como se contempla en el Decreto N° 1.257 "Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar al Ambiente" publicado en la Gaceta Oficial N° 35.946: de fecha 25-04- 96, la empresa encargada del proyecto, como promotora de la construcción de la Cantera, debe velar por el cumplimiento de dicha normativa y establecer las pautas dentro de las cuales deben ser realizadas las actividades bajo su tutela.

Este estudio parte del conocimiento global del área y de la obra, por lo cual es necesario contar con recursos humanos, técnicos, físicos y financieros de muy variada índole y estrechamente relacionados con el tipo de trabajo, que garanticen la viabilidad del estudio y permitan definir las directrices para la recuperación de las áreas que serán intervenidas.

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

El presente estudio:

1. Permitirá establecer bases empíricas confiables para el desarrollo de futuros proyectos de investigación que tengan relación con el mismo.
2. Conllevará al manejo de una nueva perspectiva multidimensional de análisis particulares de la zona estudiada en función de las magnitudes que se presenten.
3. Contribuirá a realizar nuevas investigaciones haciendo posible el diseño de líneas de acciones específicas, aportando soluciones de manera efectiva que puedan causar proyectos de similar envergadura.

4. Influirá en el mediano y largo plazo a la profundización de conocimientos existentes en un tema escasamente estudiado.

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

Durante la investigación se presentaron ciertos obstáculos que limitaron el alcance y su ejecución en el tiempo estimado.

El acceso a la zona se realiza en dos forma por un tramo que esta asfaltado y luego por una carretera de tierra hasta llegar al área de estudio, otro factor condicionante es la inseguridad reinante en el lugar, lo cual impide cumplir a cabalidad con el desarrollo de las actividades planificadas dificultándose la obtención de información cartográfica sobre el área de estudio.

## **CAPÍTULO II**

### **GENERALIDADES**

#### **2.1 Ubicación geográfica del área de estudio**

Los depósitos de minerales no metálicos estudiados en este proyecto se encuentran ubicados en el Municipio Autónomo Heres, Parroquia Pana-Pana del Estado Bolívar, en los alrededores de Ciudad Bolívar.

La Parroquia Pana-Pana se encuentra ubicada hacia la parte oriental del municipio Heres, con una extensión territorial de 1.463 Km<sup>2</sup> y siendo los límites de esta Parroquia los que se señalan a continuación: por el Norte el río Orinoco; por el Sur el municipio Angostura, por el Este el municipio Caroní y por el Oeste el río Candelaria.

Con relación a los principales centros poblados se tienen: Marquita sector I, Mariquita sector II, Pueblo Nuevo, San José de Bongo, Palmarito, Guaimire y El Rosario Nuevo.

El Proyecto de la Cantera se establecerá, colindando al Norte con el río Orinoco; al Sur, Este y Oeste con terrenos baldíos.

En la Figura 2.1 se observa la ubicación relativa del área de estudio y en la Tabla 2.1 las coordenadas U.T.M

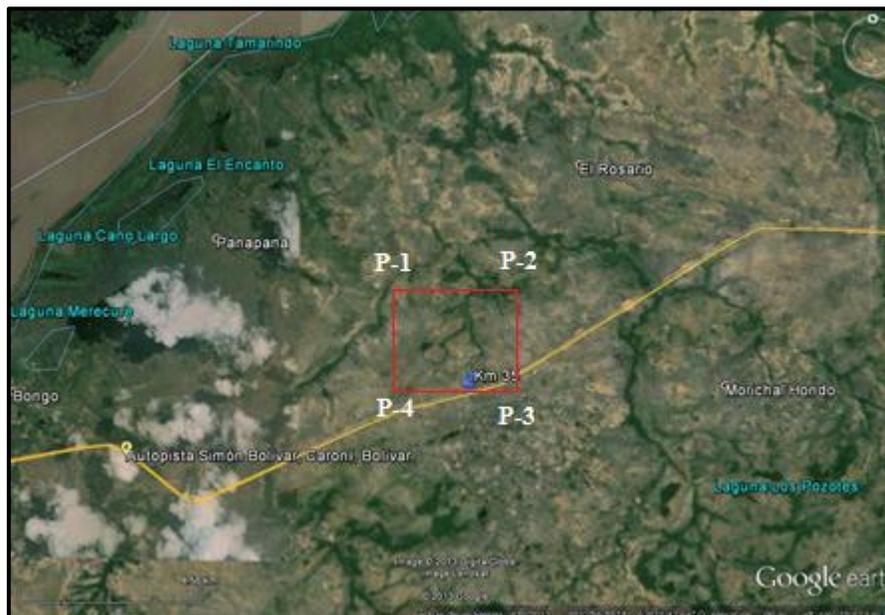


Figura 2. 1 Ubicación de la zona de estudio (Google Earth, 2018).

Tabla 2. 1 Coordenadas de la ubicación del área de estudio. Figueroa, M. 2013.

Coordenadas UTM REGVEN		
PUNTO	NORTE	ESTE
P1	904730	483563
P2	904818	482917
P3	904026	482724
P4	903947	483785

La poligonal cerrada donde se ubica la cantera cubre u área de 6330 Ha.

## 2.2 Acceso al área de estudio

El acceso al área de estudio es realizado a través de la autopista Simón Bolívar en el tramo Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz y caminos de tierras que conducen a las distintas zonas posibles de extracción de minerales no metálicos en el Km 35 (Figura 2.2).



Figura 2. 2Vía de acceso al sitio de trabajo, a través de la Autopista Simón Bolívar.

Además tiene vías de acceso secundarias de asfalto hacia el área en estudio que se encuentra al Este. Internamente el área de estudio cuenta con senderos y caminos de tierra.

## 2.3 Características físicos – naturales del área de estudio

### 2.3.1 Clima

La información climatológica proviene de la Estación Meteorológica tipo C1 de Ciudad Bolívar (Aeropuerto), Serial 3882, administrada por la Fuerza Aérea de Venezuela (CVG – TECMIN, 1991).

Desde el punto de vista climático, la temperatura promedio varía entre 26 °C y 30 °C; esta variedad climática está representada por los periodos de lluvia y sequía; presentando pluviosidad alta y variable, mayor en razón de las altas temperaturas que provocan una fuerte evaporación. Estos altos montos pluviométricos favorecen la

presencia de ríos de gran caudal como el Orinoco. El presente estudio se hizo en época de sequía (CVG – TECMIN, 1991).

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida de Holdridge (1947), el área bajo estudio, en general, corresponde al bioclima de bosque seco tropical, prevaleciendo una época de lluvias y otra de sequía, que van de mayo a noviembre y de diciembre a abril, respectivamente (CVG – TECMIN, 1991).

A continuación se describe y analiza las características climáticas del área del proyecto de acuerdo con las condiciones y variables climatológicas registradas para la Estación Meteorológica de Ciudad Bolívar. La estación registra las variables de precipitación, temperatura, evaporación, insolación, humedad relativa, radiación y viento.

### **2.3.2 Temperatura**

La temperatura media anual en el área de estudio para el período considerado varía entre los 26 y los 30 °C, esta variedad climática es representada por las temporadas 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 1.136 mm anuales. Estas altas cantidades, favorecen la presencia de ríos de gran volumen como el Orinoco y otros ríos menores como, El Orocopiche, La Candelaria y Marcela entre otros ríos (CVG – TECMIN, 1991). (Figura 2.3).

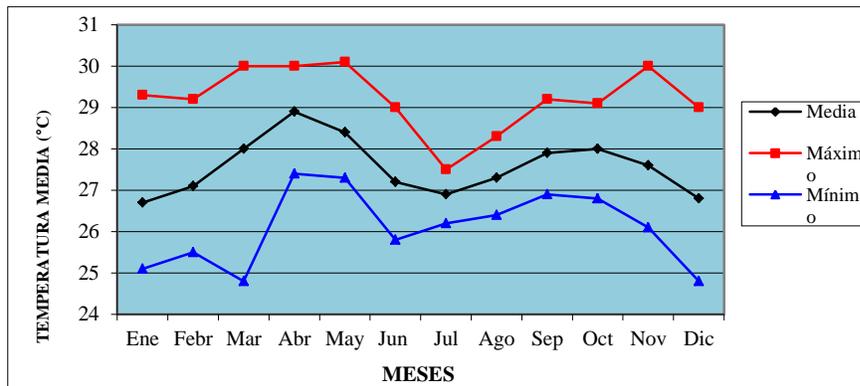


Figura 2. 3Distribución Temporal de la Temperatura Media Anual (CVG – TECMIN, 1991).

### 2.3.3 Humedad del aire

Los valores de humedad tenemos las máximas medias ocurridas en los meses de Junio, Julio y Agosto. Y las humedades mínimas medias se presentan en los meses Febrero, Marzo y Abril (CVG – TECMIN, 1991).

### 2.3.4 Vientos

La dirección predominante del viento durante el año es ESE (**este sur este**), con velocidad promedio de 107 km/h; representadas las velocidades máximas en el periodo Febrero-Marzo y las velocidades mínimas en el periodo Septiembre-Octubre (CVG – TECMIN, 1991).

### 2.3.5 Insolación

La media de insolación registrada para este período es de 79,4 horas. Los valores máximos ocurren durante dos períodos al año, que van de Febrero a Marzo y de Septiembre a Octubre (CVG – TECMIN, 1991).

### **2.3.6 Precipitación**

El valor promedio anual de precipitación para el área de estudio es de 10.749 mm. La precipitación promedio del área responde a una distribución de los periodos de pluviosidad bi-modal, con un máximo en el mes de Diciembre. El período seco va desde el mes de Enero hasta Abril (CVG – TECMIN, 1991).

### **2.3.7 Evaporación**

La evaporación media anual se ha estimado en 1.136 mm. 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 (CVG – TECMIN, 1991).

## **2.4 Vegetación**

De acuerdo a la inspección realizada en el Sector Km 35, de la Autopista entre Ciudad Bolívar- Puerto. Ordaz. Municipio Heres, se realizó una caracterización de la vegetación existente en el área, para sustentar la información del estudio de Impacto Ambiental.

Durante la visita técnica se pudo observar que el área presenta una variedad de aspectos estructurales de forma de vida.

La vegetación predominante en el área de estudio es de sabana, gramíneo arbustiva, con presencia de lomas y un relieve suave. La flora que desarrolla vida en esta zona en su totalidad, son arbustos de chaparros, alcornoques, paja peluda y saeta (CVG – TECMIN, 1991).

La vegetación está constituida por Bosque de Galería, que corresponde a un crecimiento de árboles, cuyo tamaño promedio oscila entre unos 10-12 metros aprox. denso a los márgenes cercanos de los ríos que comprende el sistema de drenaje de esta área. En la sabana abierta los árboles presentan una distribución menos densa debido al esparcimiento que presentan entre ellos están constituido por Alcornoque de 2 metros promedio de altura y yacen sobre un suelo poco fértil que pertenecen a los sedimentos de La Formación Mesa, y debajo a estos arbusto se encuentra las Gramíneas y matas de Chaparro y alcornoque (CVG – TECMIN, 1991) (Figura 2.4).



Figura 2. 4 Vegetación frondosa y muy densa de bosques de galerías, ubicada a orillas del Rio Majomo.

## 2.5 Suelo

De acuerdo a lo señalado en la Corporación Venezolana de Guayana (CVG – TECMIN, 1991), los suelos de la Formación Mesa están constituidos por horizontes arenosos de variados colores cuya granulometría varía de fina a gruesa, también se puede observar costras ferruginosas. Los espesores de los suelos son variables y son

producto de la sedimentación y lixiviación, originándose así un terreno altamente poroso.

Los suelos del Complejo Imataca ocurren del intemperismo químico de las rocas del complejo ígneo-metamórficos; se denominan suelos residuales y están formados principalmente por arcillas. Son de textura arenosa francas, livianos, con escaso contenido de materia orgánica (CVG – TECMIN, 1991).

En el área de estudio se observa la formación de suelos pocos profundos en los topes de las lomas y profundos en la base de las vertientes, de texturas pesadas y de acuerdo a la Taxonomía de Suelos Norteamericanos (Soil Survey Staff, 1992), pertenecen al Orden Ultisoles, específicamente a los Sub – grupos Arenic y Grossarenic Kandistults (suelos arcillosos y ácidos con bajo contenido de bases intercambiables, por lo que su fertilidad y permeabilidad es escasa), asociados a afloramientos rocosos, lo que va a sustentar una vegetación herbácea o arbustiva (CVG – TECMIN, 1991).

Los suelos ubicado dentro del paisaje del lomerío, generalmente, están asociado a una proporción de afloramientos rocoso (>50%) sobre todo hacia los tope y parte media. En la peniplanicies y planicie los suelos son más profundos y no presenta fragmento grueso (CVG – TECMIN, 1991).

La clase de drenaje es considerada bien drenada. Comúnmente los suelos desarrollados sobre paisaje de peniplanicies y planicie, poseen un mayor espesor del horizonte A (20 cm - 345 cm) y presentan el horizonte B (CVG – TECMIN, 1991).

## 2.6 Hidrología

La red hidrológica está constituida por un sistema activo integrado por el río Majomo y el Morichal La Cochina, teniendo como principal colector el río Orinoco (CVG – TECMIN, 1991).

El drenaje es de tipo dendrítico o de enrejado, que tiene como característica principal, unas ramificaciones de sus afluentes en diferentes direcciones (CVG – TECMIN, 1991) (Figura 2.5).



Figura 2. 5Drenajes principal correspondiente a la zona de estudio, todos afluentes del Orinoco (Google Earth, 2018).

## 2.7 Geomorfología

Según la Corporación Venezolana de Guayana-Técnica Minera C.A (1991), Ciudad Bolívar presenta tres tipos de paisajes: Planicie, Peniplanicie y Lomerío.

La Topografía de los paisajes de planicie es plana con pendientes entre 0 % y 4%., paisajes de peniplanicies con una topografía suavemente ondulada con pendientes de 4 %-16% y los paisajes de lomerío son de topografía fuertemente ondulada y están constituidos por relieves de lomas cuyas pendientes son mayores de 8%, presentando ciertas variaciones en dichos rangos a causa de los fenómenos erosivos.

El relieve está delimitado por lomas y elevaciones estructurales rocosas Precámbricas pertenecientes al Complejo Imataca.

Las zonas correspondientes a las laderas del río en donde se ubica específicamente la Formación Mesa han sido moldeadas por aguas de esorrentías y, el poder de la erosión en aquellas zonas desprovistas de vegetación, dan origen a las formas topográficas tales como: cárcavas escasamente separadas, conos de derrubio, terrazas aluviales y farallones, propios de una topografía de tierras malas o Bladlands (CVG – Técnica Minera C.A., 1991) (Figura 2.6).



Figura 2. 6 Paisajes de planicies y lomeríos presentes en la zona de estudio.

### **2.7.1 Relieve**

El área de estudio se caracteriza por un relieve de sabana, que presenta suaves ondulaciones, con cubierta vegetal herbácea y escasos arbustos de gran tamaño. El material superficial es arenoso, incoherente.

El río en la zona tienen una pendiente suave, es de hacer notar el poder erosivo de los mismos, lo que ha permitido el desarrollo de pequeños cañones, numerosas cárcavas y la formación de valles relativamente extensos (CVG – Técnica Minera C.A. 1991).

## **2.8 Geología Regional**

### **2.8.1 El Escudo de Guayana**

El Escudo de Guayana se localiza al sur del Río Orinoco y ocupa aproximadamente el 50% de la superficie de Venezuela, con rocas tan antiguas como 3.41 Ga (granulitas y charnockitas del Complejo de Imataca) y tan jóvenes como 0.711 Ga (kimberlitaseclogíticas de Guaniamo), que registran en buena parte una evolución geotectónica similar a la de otros escudos precámbricos en el mundo, con al menos ruptura de supercontinentes en 2.4-2.3 Ga (Guayanensis), 1.6-1.5 Ga (Atlántica-Caura), 0.8-0.7 Ga (Rodinia) y 0.2 Ga (Pangea). (González de Juana y Otros 1967).

En particular, el Escudo de Guayana, que se compone de 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 (González de Juana y otros 1967).

### **2.8.2 Formación Mesa**

Se extiende por los llanos centro-orientales y orientales (estados Guárico, Anzoátegui, Monagas); sin embargo, se encuentran algunos afloramientos en los estados Sucre y Bolívar (inmediatamente al Sur del río Orinoco) (PDVSA-Intevep, 1999).

1. Descripción litológica consiste de arenas, algunas de grano grueso con gravas, de color blanco a gris, amarillentas, rojo y púrpura, algunas cementadas con cemento ferruginoso, muy duras, con estratificación cruzada. Conglomerados de color rojo a casi negro, algunos con elementos líticos redondos, tipo pudín0ga, de tamaño grande, aproximadamente 15 cm de diámetro, en una matriz arcillo-arenosa de color gris claro a amarillo. Arcillas, de color gris, rojo y amarillo intenso, algunas moteadas, abigarradas y en lentes discontinuos de arcilla arenosa y lentes de limonita (PDVSA-Intevep, 1999).  
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; y de más fino a más grueso, desde la parte central de Monagas hasta el macizo de Guayana (PDVSA-Intevep, 1999).
2. Espesor: es muy variable, pero en términos generales disminuye de Norte a Sur como consecuencia del cambio en la sedimentación fluvial y deltaica; y aumenta de Oeste a Este por el avance de los sedimentos deltaicos (PDVSA-Intevep, 1999).

Su espesor máximo puede llegar a alcanzar los 275 m, mientras que en el estado Bolívar puede sobrepasar los 80 m (PDVSA-Intevep, 1999).

3. Contactos: en el estado Bolívar la Formación Mesa suprayace, en posición discordante y sobre una superficie irregular, a las rocas del Complejo de Imataca.

Esta formación se encuentra acuñaándose en el escudo de Guayana en una faja angosta paralela al río Orocopiche, en la zona comprendida en los alrededores de Ciudad Bolívar entre el río Candelaria y el río Aro que se va haciendo más delgada y se encuentran espesores menores a 100 m (PDVSA-Intevep, 1999).

4. Fósiles: en la formación se han encontrado fósiles de agua dulce asociados con arcillas ligníticas y restos de madera silicificada (xilópalo y sílex xiloideo) (PDVSA-Intevep, 1999).

5. Edad: se ha postulado una edad del Pleistoceno para la Formación Mesa (PDVSA-Intevep, 1999).

6. Correlación: los sedimentos de la Formación Mesa gradan hacia el Este a sedimentos de la Formación Paria (PDVSA-Intevep, 1999).

7. Paleoambientes: la Formación Mesa se interpreta como producto de un extenso delta que avanzó hacia el Este en la misma forma que avanza hoy el delta del río Orinoco, depositando secuencias fluviales, deltaicas y paludales.

El relieve de las cordilleras septentrionales desarrolló abanicos aluviales que aportaban a la sedimentación clásticos de granos muy gruesos, mientras que desde el

Sur el aporte principal fue de arenas. En la zona central se desarrollaron grandes ciénagas. (PDVSA-Intevep, 1999).

Los sedimentos de la formación representan depósitos torrenciales y aluviales contemporáneos con un levantamiento de la Serranía del Interior. (PDVSA-Intevep, 1999).

Flores N. y Calzadilla N. (2004), indican adicionalmente que la presencia de minerales estables (como el circón y la turmalina) y metaestables (como la cianita, estauroлита, andalucita y leucoceno), sugieren que las fuentes generadoras de sedimentos de la Formación Mesa se localizaron en la Serranía del Interior y en las rocas metamórficas del Escudo de Guayana, respectivamente. Sin embargo, la presencia de otras evidencias permite valorar la hipótesis de que al menos al Sur del estado Anzoátegui los depósitos de la Formación Mesa provienen del Escudo de Guayana, a través de una fuente asociada a un paleorinoco Flores N. y Calzadilla N. (2004).

El tipo y las dimensiones de la estratificación cruzada y las rizaduras presentes en la Formación Mesa en Ciudad Bolívar están directamente ligados a la velocidad de la corriente y a la intensidad del transporte Flores N. y Calzadilla N. (2004).

Las rizaduras se presentan de pequeña escala, esporádicamente, y son indicativas de corrientes entrelazadas asociadas a corrientes de turbulencia características de épocas de crecidas de río; estos sedimentos son transportados por tracción (Flores, N. y Calzadilla, N. 2004)

La formación en Ciudad Bolívar reviste cierta importancia económica ya que de ella se extrae la “arena de mina”, material de interés por contar con mayor demanda en el mercado de la construcción. Esta arena se localiza inmediatamente debajo de

una pequeña cubierta vegetal superior que la recubre, en horizontes con espesor de 8-15 m (Flores, N. y Calzadilla, N. 2004).

Su mineralogía es 60% de cuarzo, 15% de feldespato, 16% de óxido de hierro, 4% de micas y 5% de otros minerales accesorios (Flores, N. y Calzadilla, N. 2004).

### **2.8.3 Sedimentos recientes**

Están conformados por materiales provenientes de la disgregación de la Formación Mesa y descomposición de las rocas del Complejo de Imataca, los cuales son arrastrados y depositados por las aguas de escorrentía y el viento hacia los diferentes ríos de la región (Flores, N. y Calzadilla, N. 2004).

1. Granulometría: entre los materiales se cuentan cantos, peñones, gravas, arenas, limos, arcillas y otras partículas en suspensión (Flores, N. y Calzadilla, N. 2004).
2. Edad: estos materiales se han estado depositando desde el Holoceno (Reciente) hasta el presente (Flores, N. y Calzadilla, N. 2004).

## **2.9 Geología local**

Dentro del área en estudio se encuentran las siguientes unidades: Complejo de Imataca, Formación Mesa y Sedimentos Recientes.

### **2.9.1 Complejo de Imataca**

Las rocas de Imataca observadas en el área, consisten en gneises granitos intrusivos bióticos foliados a macizos, estos afloran en distintas zonas en las partes, Laja La Llanera Cerro La Esperanza, y Plaza Miranda, y en las partes bajas de: Laguna de los Francos, Laguna del Medio, parte del ambiente característico del Complejo Imataca en Ciudad Bolívar (Flores, N. y Calzadilla, N. 2004).

En las zonas que bordean el margen de los ríos y en todos los alrededores de Ciudad Bolívar, es posible observar los domos, lajas y estructuras precámbricas características del Complejo Imataca (Flores, N. y Calzadilla, N. 2004).

### **2.9.2 Formación Mesa**

Los sedimentos de la formación forman capas arenosas poco consolidadas, interestratificadas con arcilla limo-arenosa moteadas, que contienen a veces arenisca ferruginosas, parte de estos sedimentos han sido altamente erosionados y transformados en la zona, en particular a lo largo de toda el área alrededor de Ciudad Bolívar (Flores, N. y Calzadilla, N. 2004).

Esta formación está muy bien representada por grandes trasgresiones del Pleistoceno sobre el peneplano de las rocas del Complejo Imataca, originando en sentido Oeste Marichal, Los Caribes y Guaricongo, en sentido Norte-Este Marichal, los Lirios y ríos Monacal, Los Báez y Marhuanta (Flores, N. y Calzadilla, N. 2004).

Los espesores de la Formación Mesa son muy variables, en los tramos recorridos se observó espesores más elevados al Sur, cerca del río Majomo (Flores, N. y Calzadilla, N. 2004).

Los suelos Observados en el área en estudio son muy variados y presentan coloraciones que van desde marrón claro a amarillento, marrón grisáceo claro, hasta marrón rojizo a rojizo claro. Localmente se desarrollan suelos de sedimentos aluvio-coluviales, provenientes de la alteración de las rocas de la Provincia Imataca y sedimentos aluviales antiguos y/o recientes (Flores, N. y Calzadilla, N. 2004).

### **2.9.3 Sedimentos recientes**

Están formados por materiales provenientes de la descomposición de la Formación Mesa y del Complejo Imataca, los cuales son arrastrados por las aguas de escorrentías hasta los diferentes ríos de la región, los cuales dan como resultado una composición litológica limo-arenarcillosa, con espesores variables que van desde uno hasta seis metros; son bastantes sueltos y porosos (Flores, N. y Calzadilla, N. 2004).

Los materiales generalmente son transportados y depositados por una baja energía. Dichos materiales los forman arcillas, limos y arenas, gravas, peñones, cantos rodados que fueron depositados desde el Holoceno hasta el presente en el fondo de las cuencas de los ríos, formando depósitos en época de invierno (Flores, N. y Calzadilla, N. 2004).

En el área de inundación periódica de los ríos Orocopiche, Marhuanta y la Quebrada Monacal y de sus afluentes, se forman estas planicies de aluviones. Los materiales incluyen: gravas, limos, arcillas y partículas en suspensión que han sido depositadas desde el Holoceno hasta el presente (Flores, N. y Calzadilla, N. 2004).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Antecedentes de la investigación**

La investigación realizada se relaciona con algunos estudios que se mencionan a continuación:

Fernández, C. (2012) en su trabajo titulado **“PROPUESTA DE UN MODELO PARA EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL, ANTE POSIBLES DERRAMES PETROLEROS EN EL CAMPO OPERACIONAL MIGA, UNIDAD DE PRODUCCIÓN PESADO, DISTRITO SAN TOMÉ, ESTADO ANZOÁTEGUI”**.

Esta investigación proporciono recopilar información de interés para el desarrollo de la metodología, que será aplicada en este proyecto.

Jiménez, C. (2011) en su trabajo de investigación titulado **“DIAGNOSTICO DE LOS IMPÁCTOS AMBIENTALES OCASIONADOS POR LA EXTRACCIÓN DE ARENA PARA LA CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO HERES DEL ESTADO BOLÍVAR.”** Realizó el procedimiento y el análisis de la información para la identificación del tipo de arena realizando el Impacto Ambiental ocasionados por las extracciones de arena para la construcción y poder tomar las medidas de prevención, mitigación y corrección para dichos Impactos Ambientales.

Cabe destacar que esta investigación aportó para el presente proyecto de grado, desde un punto de vista metodológico y analítico importante información relacionada con el estudio planteado.

CVG TECMIN (1991) Informe de avance hoja de radar NC-20-14 la información recopilada corresponde a las condiciones climáticas, vegetación, fauna, flora, suelo y geomorfología que predomina en la zona. Con las visitas planificadas a campo, se complementaron los datos de este capítulo.

## **3.2 Bases teóricas**

Se elabora un marco referencial desarrollando un amplio enfoque de las bases teóricas, para sustentar o explicar la problemática planteada en el presente estudio de investigación (Salinas, R. 2007).

### **3.2.1 Canteras**

El término cantera se refiere a aquellos materiales beneficios 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 (Salinas, R. 2007).

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 sustitutos 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 (Salinas, R. 2007).

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

1. Término genérico que se utiliza para referirse a las explotaciones de rocas industriales y ornamentales.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Sitio de préstamo; es decir, es un sitio de explotación de materiales para algún fin u objetivo.
6. Sitio de explotación de agregados que usualmente es a cielo abierto.
7. 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 (Salinas, R. 2007).

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 (Salinas, R. 2007).

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 (Salinas, R. 2007).

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 (Salinas, R. 2007).

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 (Salinas, R. 2007).

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 (Salinas, R. 2007).

Las afecciones medioambientales son básicamente distintas, las graveras suelen provocar grandes huecos en el terreno dependiendo de la potencia del yacimiento y ocasionalmente bajo lámina de agua por alcanzarse los niveles freáticos (Salinas, R. 2007).

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 (Salinas, R. 2007).

### **3.2.2 Clasificación de las canteras**

Las canteras se pueden clasificar dependiendo del tipo de explotación, el material que se quiera explotar y su origen, como puede verse en la Tabla 3.1

Tabla 3. 1 Clasificación de las Canteras (Martí, M. 2004).

Criterio	Tipos de Canteras
Según el Tipo de Explotación	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Canteras a Cielo Abierto:               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En laderas, cuando la roca se arranca en la falda de un cerro.</li> <li>▪ En corte, cuando la roca se extrae de cierta profundidad en el terreno (Pit).</li> </ul> </li> <li>– Canteras Subterráneas.</li> </ul>
Según el Material a Explotar	<ul style="list-style-type: none"> <li>– De Materiales Consolidados o Roca.</li> <li>– De Materiales no Consolidados como suelos, saprolito, agregados, terrazas aluviales y arcillas.</li> </ul>
Según su Origen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Canteras Aluviales.</li> <li>– Canteras de Roca o Peña.</li> </ul>

Las canteras de formación de aluvión, llamadas también canteras fluviales, en las cuales los ríos como agentes naturales de erosión, transportan durante grandes recorridos las rocas aprovechando su energía cinética para depositarlas en zonas de menor potencialidad formando grandes depósitos de estos materiales entre los cuales se encuentran desde cantos rodados y gravas hasta arena, limos y arcillas; la dinámica propia de las corrientes de agua permite que aparentemente estas canteras tengan ciclos de autoabastecimiento, lo cual implica una explotación económica, pero de gran afectación a los cuerpos de agua y a su dinámica natural. Dentro del entorno ambiental una cantera de aluvión tiene mayor aceptación en terrazas alejadas del área de influencia del cauce que directamente sobre él (Martí, M. 2004).

Otro tipo de canteras son las denominadas de roca, más conocidas como canteras de peña, las cuales tienen su origen en la formación geológica de una zona determinada, donde pueden ser sedimentarias, ígneas o metamórficas; estas canteras

por su condición estática, no presentan esa característica de autoabastecimiento lo cual las hace fuentes limitadas de materiales (Martí, M. 2004).

Estos dos tipos de canteras se diferencian básicamente en dos factores, los tipos de materiales que se explotan y los métodos de extracción empleados para obtenerlos (Martí, M. 2004).

En las canteras de río, los materiales granulares que se encuentran son muy competentes en obras civiles, debido a que el continuo paso y transporte del agua desgasta los materiales quedando al final aquellos que tiene mayor dureza y además con características geométricas típicas como sus aristas redondeadas. Estos materiales son extraídos con palas mecánicas y cargadores de las riberas y cauces de los ríos (Martí, M. 2004).

Las canteras de peña, están ubicadas en formaciones rocosas, montañas, con materiales de menor dureza, generalmente, que los materiales de ríos debido a que no sufren ningún proceso de clasificación; sus características físicas dependen de la historia geológica de la región, permitiendo producir agregados susceptibles para su utilización industrial; estas canteras se explotan haciendo cortes o excavaciones en los depósitos (Martí, M. 2004).

### **3.2.3 Tecnología apropiada para la minería no metálica**

En general, las formas de explotación artesanal no afectan gravemente al medio ambiente en forma directa, puesto que se hace uso de herramientas simples, las cuales no son accionadas por motores, por lo que no requieren de combustibles fósiles. Los impactos ambientales son más bien de tipo indirecto: Explotación sin planificación y por ende mal uso de recursos (López, J. y Otros 2002).

En caso de extracción de materiales de construcción de cauces ribereños, esta actividad puede resultar en alteraciones en el caudal del río, alteración de la capacidad de filtración, cambios en la napa freática (López, J. y Otros 2002).

El riesgo más grave que existe es el mal manejo de los combustibles y demás sustancias químicas empleadas en el yacimiento. Es de rigor efectuar un mantenimiento/control periódico de los vehículos, máquinas y almacenes, tanto de combustibles como de productos químicos (López, J. y Otros 2002).

También es necesario tomar en cuenta la importancia del empleo generado por la minería no metálica. De ahí la importancia de una adecuada supervisión de los trabajadores: Uso intensivo de mano de obra produce menos contaminación y más empleo (López, J. y Otros 2002).

#### **3.2.4 Minería y planificación Urbana y Territorial**

Para la implementación de un control efectivo de la actividad minera no metálica, es obligatorio establecer una adecuada coordinación con todas las autoridades sectoriales competentes. De esta forma sería factible delimitar zonas destinadas a la explotación de minerales no metálicos especialmente para la producción de materiales de construcción y proteger zonas agrícolas y áreas de expansión urbana (López, J. y Otros 2002).

#### **3.2.5 Uso de Minas abandonadas**

El posible uso de un yacimiento abandonado depende de su localización, es muy importante controlar el cierre de minas, a fin de que no se conviertan en basureros. Por otra parte existe la posibilidad de establecer un área controlada de

disposición de residuos en una mina abandonada, siempre que no exista peligro de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Es importante controlar el ingreso de residuos sólidos: deben ingresar sólo residuos sólidos urbanos y material inerte (escombros), no sustancias peligrosas (López, J. y Otros 2002).

### **3.2.6 Aspectos medioambientales asociados a la extracción de minerales no metálico.**

#### **3.2.6.1 Calidad del recurso suelo**

Muchas son las definiciones que presenta la literatura especializada sobre los estudios del suelo, con relación al término calidad del suelo.

Parra (1992), citado por López, J. y Otros. (2002), lo define de la siguiente manera:

“Como la capacidad para funcionar de acuerdo a las demandas de uso, tal como la producción de biomasa, manteniendo su capacidad de resistir a la degradación y de minimizar los impactos ambientales; lo cual abarca no solamente la productividad del suelo sino también la calidad ambiental, seguridad alimentaria, salud animal y humana, degradación de contaminantes y uso de la tierra. Dentro de la ciencia del suelo, el concepto de calidad de suelo es integrador y estrechamente relacionado con las necesidades humanas. Un suelo de alta calidad realiza todas sus funciones de manera balanceada. Algunos parámetros para la evaluación de la calidad del suelo han sido usados por años desde un punto de vista económico, por ejemplo, al clasificar capacidad de uso de la tierra para la producción de cultivos y otras actividades humanas: apoyo para la producción de biomasa (que tanta energía e insumos son requeridos para

producir la misma cantidad de alimentos), estructuras económicas (capacidad de uso de la tierra para soportar edificaciones, carreteras, ferrovías) y facilidades para la disposición de desecho; (sitios de relleno sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales) (López, J. 2002).”

Para poder describir y estudiar la calidad del recurso suelo es preciso tener en cuenta todos los factores que actúan sobre él, ya sean los de índole natural como los antrópicos. Un suelo con una calidad óptima es sinónimo de producción para consumo animal y humano, economía y desarrollo.

Lal (1998), citado por López, J (2002); en su investigación *Soil quality and sustainability*, sostiene la siguiente síntesis:

“La calidad del suelo es la capacidad de éste para desempeñar funciones económicas, ecológicas, culturales y estéticas. La calidad depende en gran medida de características que le son inherentes, entre los cuales están: atributos de la estructura, profundidad de enraizamiento, densidad de carea, reserva de nutrientes y biodiversidad del suelo.”

Esto quiere decir que la calidad del suelo dependerá de la estructura y morfología del mismo, obteniendo de él productos que realcen la economía, el paisajismo de la zona y los intereses de la sociedad.

Por su parte Lal (1998), citado por (López, J. 2002) presenta una serie de criterios vinculados con, la afectación de la calidad del suelo, los cuales están relacionados con las funciones del mismo:

1. **Productividad y Sostenibilidad** la alta calidad del suelo garantiza la productividad sostenida del mismo (López, J. 2002).
2. **Calidad Ambiental** minimizar la contaminación y obtener un uso eficiente es un aspecto importante de la calidad del suelo. La calidad de las aguas (superficiales, subterráneas, lluvia, y agua del suelo) y del aire son dos importantes aspectos ambientales. La calidad del aire, es medida de acuerdo a su concentración de partículas y gases; en cierta forma, es afectada por la calidad del suelo. En este caso, el suelo puede ser una fuente importante o sumidero de gases de significativa actividad en la atmósfera, entre ellos CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>NO. Los suelos de alta calidad pueden tener mínimos efectos adversos en la calidad del aire (López, J. 2002).
3. **Biodiversidad** el suelo es un importante almacén de o depósito de genes, y su calidad repercute en el mantenimiento de la diversidad biológica. La biodiversidad del suelo también incluye actividad y diversidad de especies vinculadas con la flora y fauna que en él habitan. La macro fauna del suelo, especialmente lombrices y termitas, tienen importantes efectos positivos en su calidad (López, J. 2002).
4. **Bienestar Humano** afectado por el impacto en la calidad del suelo, en su productividad y en la sostenibilidad, e indirectamente influenciado por su efecto en el ambiente en términos de calidad del agua y del efecto invernadero (López, J. 2002)

### **3.2.6.2 Impactos Ambientales de la Minería a Cielo Abierto**

#### **1. Efectos Físicos**

La extracción de un recurso natural no renovable constituye el mayor efecto ambiental de la minería a cielo abierto. Además de la extracción de la materia prima en sí, deben tenerse en cuenta la destrucción de partes del yacimiento, así como la

imposibilidad de aprovechar todo el material útil debido a pérdidas durante la explotación, al abandono de pilares y de segmentos del yacimiento no rentables y a la sobreexplotación (Salinas, R. 2007).

Las explotaciones a cielo abierto llegan a abarcar superficies extensas. Además de la mina en sí, las explotaciones incluyen escombreras externas que, en explotaciones profundas en rocas consolidadas (por ejemplo, explotaciones a cielo abierto de menas), llegan a tener grandes dimensiones. A ello se suman los vertederos para los residuos del procesamiento, que en el caso de menas con bajo contenido metálico también requieren una gran superficie, y las superficies de infraestructura (complejos de viviendas para los mineros, suministro de energía, vías de transporte, talleres, oficinas administrativas, plantas de tratamiento, etc. (Salinas, R. 2007).

En vista de que las actividades mineras se realizan necesariamente en el propio yacimiento, su ubicación y dimensiones son el resultado de las características geológicas del depósito y de las rocas encajantes. Dado que la explotación a cielo abierto conlleva una alteración significativa de la corteza terrestre, debe ponderarse a fondo desde un comienzo si la explotación es tolerable en las condiciones dadas (Salinas, R. 2007).

La explotación minera a cielo abierto tiene el doble efecto de eliminar las capas superiores del suelo en algunos lugares (extracción) y de cubrirlas en otro (establecimiento de escombreras). En la mayoría de los países industrializados existen disposiciones que regulan el manejo del suelo cultivable de la superficie terrestre. Según ellas, antes de iniciar las labores de minería a cielo abierto, el suelo cultivable debe ser transportado a otro sitio y almacenado temporalmente. Además, pueden existir disposiciones que regulen la reconstitución del suelo y el restablecimiento de condiciones de cultivo en áreas de relleno (Salinas, R. 2007).

La preparación de la mina y el establecimiento de escombreras externas y vertederos son actividades que alteran temporalmente la morfología superficial del suelo. Además, al restaurar la capa vegetal en tajos abandonados, quedan depresiones, cuyo tamaño depende del volumen de material extraído durante la explotación y que constituyen una alteración morfológica permanente del suelo (Salinas, R. 2007).

Los tajos en rocas consolidadas producen alteraciones especialmente importantes, pues suelen tener una pendiente pronunciada y muchas veces -por ejemplo, en las canteras- carecen de material para el relleno. La extracción en rocas sueltas produce cambios morfológicos debidos, por una parte, a las escombreras exteriores que reciben los desmontes durante la exploración de la mina, y, por otra, al hundimiento del suelo provocado por el desagüe (Salinas, R. 2007).

La minería a cielo abierto interviene además en el régimen de aguas superficiales mediante la captación y la canalización de corrientes de agua. Las obras se extienden tanto al perímetro de la mina como a las superficies de explotación, y tienen por finalidad proteger la mina contra flujos de aguas superficiales y subterráneas. Los cauces de los ríos son desviados alrededor de la mina, mientras que el agua superficial acumulada, proveniente de precipitaciones o del drenaje de taludes, se recoge en estanques y se vierte en la red hídrica natural. Estas medidas pueden aumentar la carga de sedimentos y modificar la composición química del agua, pudiendo deteriorar la calidad del agua en el cauce receptor (Salinas, R. 2007).

Por lo general, el agua de los pozos no está contaminada y puede evacuarse directamente en las aguas superficiales. La reducción del nivel freático en el entorno de la mina tiene consecuencias significativas, entre las cuales deben mencionarse especialmente (Salinas, R. 2007):

1. Desecación de pozos en los alrededores.

2. Hundimientos del terreno.
3. Desequilibrios en la vegetación causados por cambios en las aguas subterráneas.

Al finalizar la explotación a cielo abierto, las depresiones creadas por la extracción del mineral y de las masas de estéril durante el descapotado se llenan hasta el nivel freático y se convierten en lagos, los cuales se alimentan generalmente de aguas subterráneas. El acuífero recupera su nivel de acuerdo a la profundidad del tajo y las condiciones hidrogeológicas. La recuperación puede ser muy lenta, y en ciertos casos dura más de 50 años (Salinas, R. 2007).

Además, si la zona de contacto entre agua y suelo contiene sustancias solubles, o si se han depositado en el suelo cenizas de una planta térmica o residuos industriales, puede deteriorarse la calidad del agua. El problema más difundido en este contexto es el de un pH demasiado bajo del agua lacustre. La falta de afluentes y efluentes agudiza el problema y favorece la eutrofización, sobre todo cuando las áreas colindantes están sometidas a una explotación agrícola intensiva (Aritema, P. 2007).

Las labores de explotación son, además, una fuente de contaminación acústica, debido a las máquinas y equipos necesarios para arrancar, cargar, transportar, transferir y realizar otras operaciones con el mineral. Las barrenas y los explosivos son fuentes adicionales de contaminación acústica cuando el mineral se extrae de rocas consolidadas (Aritema, P. 2007).

Además del ruido, las vibraciones producidas por éstas contaminan el medio ambiente de forma dinámica, constituyen una molestia para las poblaciones vecinas y causan daños a construcciones (Aritema, P. 2007).

Por último, las explotaciones a cielo abierto contaminan la atmósfera. Las causas y efectos de ello son muy diversos (Aritema, P. 2007):

1. La contaminación atmosférica es producida, por una parte, por la voladura de rocas, cuyo polvo es dispersado por las explosiones. Otra fuente de contaminación con polvo son las partículas de materiales expuestos, las cuales son levantadas y arrastradas por el viento, sobre todo durante las labores de carga, transferencia y vertido (Aritema, P. 2007).
2. La contaminación atmosférica causada por gases puede ser consecuencia de las emisiones de escape de vehículos y motores (que generalmente consumen combustible diesel), así como de los vapores de voladura (Aritema, P. 2007).

Para extraer materias primas a cielo abierto es necesario eliminar las capas cobertoras, dejando el yacimiento completamente al descubierto. Como consecuencia, se destruye la flora en la zona de extracción, así como en las escombreras y en las diversas instalaciones de infraestructura de la mina (Aritema, P. 2007).

#### **a) Efectos Biológicos**

La minería implica la eliminación de la vegetación en el área de las operaciones mineras, así como una destrucción parcial o una modificación de la flora en el área circunvecina, debido a la alteración del nivel freático. También puede provocar una presión sobre los bosques existentes en el área, que pueden verse destruidos por el proceso de explotación o por la expectativa de que éste tenga lugar (Aritema, P. 2007).

Por su parte, la fauna es desplazada de la zona de explotación minera debido a la destrucción de su hábitat natural. Además, se ve perturbada y/o ahuyentada por el

ruido y la contaminación del aire y del agua, la elevación del nivel de sedimentos en los ríos. Además, la erosión de los amontonamientos de residuos estériles puede afectar particularmente la vida acuática. Puede darse también envenenamiento por reactivos residuales contenidos en aguas provenientes de la zona de explotación (Aritema, P. 2007).

Los ecosistemas acuáticos sufren los efectos de una alteración de la calidad y la cantidad de las aguas superficiales, mientras que las zonas húmedas reaccionan ante los cambios del nivel freático (empantanamiento, descenso del nivel freático o sumersión causada por el restablecimiento del nivel freático original). Sobre todo los sistemas ecológicos frágiles en ubicaciones extremas son degradados a largo plazo o destruidos (Salinas, R. 2007).

Los ecosistemas terrestres (por ejemplo, los que dependen de aguas subterráneas) también se ven afectados por la explotación minera. Después de abandonar la mina, el terreno sufre una modificación irreversible, a pesar de las medidas de recultivo. La modificación se debe a los cambios físicos y químicos del suelo, a cambios en los recursos hídricos y a otros factores que conducen al establecimiento de comunidades vegetales y animales distintas a las originales (Salinas, R. 2007).

### **3.2.6.3 Sensibilidad Ambiental.**

Se define al potencial de afectación (transformación o cambio) que puede sufrir o generar un área determinada como resultado de la alteración de sus procesos físicos, bióticos y socioeconómicos que lo caracterizan, debido a la intervención de una actividad o proyecto. (Conoco, P 2013).

Generalmente, los sistemas ambientales tienen un comportamiento armónico que favorece el mantenimiento del equilibrio frente a cambios o alteraciones en el entorno, equilibrio que implica una capacidad de ajuste o elasticidad de sus componentes para absorber, asimilar y/o neutralizar perturbaciones de agentes externos. Este patrón de mayor o menor ajuste en un área determinada se conoce como Sensibilidad Ambiental, que no es más que la susceptibilidad que tiene un sistema ante cualquier intervención (Sebastiani, Villaró y Álvarez, 2005).

En un marco de referencia espacial específico, la sensibilidad se expresa a través de ciertos componentes o variables del medio que se encuentran en una determinada situación previa a la inserción de un proyecto o programa de desarrollo, independientemente de su calificación como aceptable o no, y que permiten evaluar su respuesta ante una nueva afectación, sin entrar a considerar si los cambios que pueda producir son positivos o negativos (Sebastiani, Villaró y Álvarez, 2005).

Conocer de antemano dicha susceptibilidad permite aproximar con mayor precisión la forma cómo va a responder este medio a la intervención y si los cambios que puedan suscitarse alteran o no, en forma fundamental ese estado de equilibrio. Estos cambios pueden darse en forma diferenciada, tanto en términos de tiempo como de espacio, dependiendo de la mayor o menor capacidad que tenga el área, medio o componente para mantener el equilibrio de sus condiciones o funcionamiento actual.

La importancia de realizar el análisis de Sensibilidad Ambiental (Medio Físico, Medio Biológico, Medio Físico-Natural terrestre, Medio Socioeconómico Terrestre, Biológico Global del Medio Lacustre, Socioeconómico Medio Ámbito Lacustre) radica en que permite estimar las posibles alteraciones y, en consecuencia, orientar la toma de decisiones con respecto a la localización de las instalaciones del proyecto, las actividades de construcción y operación, así como determinar qué

sectores requerirán de aplicación de medidas ambientales (Sebastiani, Villaró y Álvarez, 2005).

Los objetivos del Análisis de Sensibilidad Ambiental son:

1. Jerarquizar sectores espaciales susceptibles a ser afectados, para definir prioridades de protección.
2. Suministrar información síntesis necesaria para la toma de decisiones.
3. Servir de instrumento básico para la mitigación y control del impacto ambiental.

Este proyecto incluye un análisis de los componentes físicos y biológicos presentes en el área de influencia del proyecto para la ubicación de una cantera con la finalidad de extraer minerales no metálicos para la construcción.

#### **3.2.6.4 Potencial Morfodinámico**

“El Potencial, desde el punto de vista geomorfológico, se define con el riesgo a los procesos erosivos que presenta el área de estudio, de acuerdo al balance actual de varios factores: precipitación, pendiente, cobertura vegetal, de manera que, perturbando cualquiera de estas, pueda originarse un desequilibrio de tal balance morfodinámico” (C.V.G TECMIN. 1991).

#### **3.2.6.5 Aspectos Morfodinámicos**

Entre los procesos geomorfológicos que ocurren en un área, se analizan los diferentes factores Morfodinámicos como lo son (C.V.G TECMIN. 1991).

### **3.2.6.6 Causa de la erosión por cárcavas:**

“La erosión en cárcavas ocurre cuando un curso de agua natural se aparta de su estado de equilibrio meta-estable, es decir, pierde su posición de equilibrio, que es lo que ha sucedido con el río San Rafael. Un curso de agua procura alcanzar siempre un equilibrio entre el tamaño del canal de desagüe, su forma gradiente y la cantidad que discurre por el mismo. Cuando el curso de agua se ve afectado por una fuerza exterior, el cauce tenderá a volver a su posición de equilibrio” (SANTIAGO, J. 2007).

### **3.2.6.7 Agua de arroyada:**

Es un “proceso de socavamiento sub-superficial” (SANTIAGO, J. 2007).

### **3.2.6.8 Agua de escorrentía encauzada:**

“Forman parte del factor hidrológico producto de las aguas de lluvia, recogidas y encauzadas a través de cunetas, vías urbanas, alcantarillas, que van a desembocar directa o indirectamente en el cauce del río. Estas aguas desarrollan un gran poder erosivo debido a que se movilizan a través de estructuras que facilitan su movimiento superficial a velocidades relativamente altas y de no ser controladas a través de estructuras de conducción y disipación de energía propician al aceleramiento de erosión retrocedentes” (SANTIAGO, J. 2007).

### **3.2.6.9 Aguas de escorrentía no encauzadas:**

Son aquellas “aguas que se disponen en forma de mantos sin cauce definido. En áreas donde la pendiente tiene valores elevados (50%, 60%), se forman surcos de erosión con el desarrollo de cárcavas y retrocesos de escarpes” (SANTIAGO, J. 2007).

### 3.3 Bases legales

En vista de que todo trabajo de investigación debe considerar al ámbito legal, se presenta en este aparte, una compilación de documentos legales las leyes, normas y decretos.

#### **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela**

**Título III:** de los derechos humanos y garantía, y los deberes.

**Capítulo IX:** de los derechos ambientales.

**Artículo 127:** Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y los monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica.

**Artículo 128:** El estado desarrollará una política de ordenación del territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas, políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y participación ciudadana. Una ley orgánica desarrollará los principios y criterios para ese ordenamiento.

**Artículo 129:** Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañados de estudios de impacto ambiental y sociocultural. El estado impedirá la entrada al país de desechos tóxicos y peligrosos, así como la fabricación y usos de armas nucleares, químicas y biológicas. Una ley especial regulará el uso, el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias tóxicas

y peligrosas. En los contratos que la república celebre con personas naturales o jurídica, nacionales, o extranjeras, o en los permisos que se otorguen, que afecten los recursos naturales, se considerará incluida aun cuando no estuviere expresa, la obligación de conservar el equilibrio ecológico, de permitir el acceso a la tecnología y la transferencia de la misma en condiciones mutuamente convenidas y de establecer el ambiente a su estado natural si éste resultare alterado, en término que fije la ley.

**Ley Orgánica del Ambiente, publicada en Gaceta Oficial N° 5.833 Extraordinario de fecha 22/12/2.006.**

La presente Ley tiene por objeto establecer dentro de la política del desarrollo integral de la Nación, los principios rectores para la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente en beneficio de la calidad de la vida.

**Artículo 69:** “Toda persona natural o jurídica que aproveche o utilice los ecosistemas, deberá recopilar la información relacionada con los recursos que utiliza, su posible deterioro y las acciones para su recuperación y restauración. Esta información deberá ser suministrada al Registro de Información Ambiental dentro de los periodos, modalidades y costos establecidos por las normas que regulen la materia”.

Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro.

**Artículo 70:** “A los fines de mantener actualizado el Registro de información Ambiental y garantizar la adecuada recuperación, restauración o mejoramiento del ambiente, toda solicitud para la ejecución de actividades que impliquen la afectación de los ecosistemas y sus componentes, deberá ser acompañada de la información básica actualizada que pueda servir como parámetro comparativo de las

consecuencias de la afectación que se pretenda realizar. Dicho parámetro comparativo deberá ser conformado por la Autoridad Nacional Ambiental”.

**Artículo 75:** “La Autoridad Nacional Ambiental orientará, fomentará y estimulará los estudios y la investigación básica y aplicada sobre el ambiente, según las leyes que regulan la materia. Asimismo promoverá, apoyará y consolidará proyectos con las instituciones, universidades nacionales e internacionales, pueblos y comunidades indígenas, consejos comunales y comunidades organizadas de vocación ambientalista”.

Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y sociocultural.

**Artículo 76:** “Los estudios e investigaciones a que se refiere el Artículo anterior estarán dirigidas prioritariamente al conocimiento de los ecosistemas y la diversidad biológica, con la finalidad de conocer sus potencialidades, beneficios ambientales y limitaciones, con el objeto de orientar el uso sustentable de las poblaciones con potencial económico y preservar las especies que pudieran estar amenazadas, restaurar los hábitats degradados, prevenir y mitigar los impactos adversos sobre ellos”.

El fin del derecho ambiental será la salud y el bienestar social, y debido a nuestra relación con el entorno, el ambiente servirá como medio o conducto de transmisión de los factores que pueden perjudicarnos física y moralmente.

Por tal motivo, el hombre deberá controlar su propia producción y difusión de agentes contaminantes o desencadenantes de desequilibrios ecológicos, para que de esa íntima relación hombre-medio no salgamos perjudicados

**Ley Penal del Ambiente, publicada en Gaceta Oficial N° 4.358, Extraordinario de fecha 03/01/1.992.**

La presente Ley tiene por objeto tipificar como delitos aquellos hechos que violen las disposiciones relativas a la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, y establece las sanciones penales correspondientes. Así mismo, determina las medidas precautelativas, de restitución y de reparación a que haya lugar.

**Artículo 37:** “La persona natural o jurídica que construya obras o desarrolle actividades no permitidas de acuerdo a los planes de ordenación del territorio o las normas técnicas, en los lechos, vegas y planicies inundables de los ríos u otros cuerpos de agua, será sancionada con prisión de seis meses a un año o multa de seiscientos unidades tributarias (600 U.T.) a un mil unidades tributarias (1.000 U.T)”. “El Ministerio del Poder Popular para el Ambiente es el Ente encargado de coordinar los procesos de investigación en caso de delitos ecológicos. Además, cualquier oficial de orden público puede ser un policía ambiental –recibir denuncias e intervenir durante la comisión de crímenes ambientales– pues la ley señala que cualquier atentado contra la naturaleza es un perjuicio al bienestar social”.

**Ley de Aguas, publicada en Gaceta Oficial N° 38.595, Extraordinario de fecha 02/01/2.007.**

Esta ley tiene por objeto establecer las disposiciones que rigen la gestión integral de las aguas, como elemento indispensable para la vida, el bienestar humano y el desarrollo sustentable del país, y es de carácter estratégico e interés de Estado.

En el título II, de la conservación y aprovechamiento sustentable de las aguas Capítulo I Disposiciones generales según Artículo 10°.- La conservación y aprovechamiento sustentable de las aguas tiene por objeto garantizar su protección,

uso y recuperación, respetando el ciclo hidrológico, de conformidad con lo establecido en la constitución de la República Bolivariana de Venezuela.

Este artículo garantiza la protección, uso y recuperación de ciclo hidrológico mediante la constitución de la República Bolivariana de Venezuela.

En el título II, Capítulo I de la protección, uso y recuperación de las aguas, según Artículo 11°.- Para asegurar la protección, uso y recuperación de los aguas, los organismo competentes de su administración y los usuarios deberán ajustarse a los siguientes criterios:

1. La realización de extracciones ajustadas al balance de disponibilidades y demandas de la fuente correspondientes.
2. El uso eficiente del recurso.
3. La reutilización de aguas residuales.
4. La conservación de las cuencas hidrográficas.
5. El manejo integral de las fuentes de aguas superficiales.

Este artículo garantiza la protección, uso y recuperación de ciclo hidrológico mediante organismo competente establecido en la constitución de la República Bolivariana de Venezuela.

En el título III, De la prevención y control de los posibles efectos negativos de las aguas sobre la población y sus bienes según Artículo 14°.- La prevención y control de los posibles efectos negativos de las aguas sobre la población y sus bienes se efectuara a través de:

1. Los planes de gestión integral de las aguas, así como en los planes de ordenación del territorio y de ordenación urbanística, insertándose los elementos y análisis involucrados en la gestión integral de riesgo, como proceso social e

institucional de carácter permanente, concebidos de manera consciente, concertados y planificados para reducir los riesgos socio – naturales y cronológicos en la sociedad.

2. La construcción, operación y mantenimiento de las obras e instalaciones necesarias.

Según Artículo 15° El Análisis de riesgo estará orientado a la prevención y control de inundaciones, inestabilidad de laderas, movimiento de masa, flujos torrenciales, sequias, subsidencia y otros eventos físicos que pudieran ocasionarse por efecto de las aguas. Asimismo, el análisis de riesgos considerar la prevención y control de las enfermedades producidas por contacto con el agua y las transmitidas por vectores de hábitat acuático.

Los artículos 14 y 15 del título III de la ley de aguas del año 2007, reflejan el propósito de realizar la presente investigación con miras a minimizar los riesgos que puedan existir estando operativa la Cantera que esta objeto de estudio, disminuyendo los riesgos ambientales, sociales y humanos.

**Ley de Minas del Estado Bolívar, publicada en Gaceta Oficial N° 085, Extraordinario de fecha 16/06/2.008.**

Esta Ley tiene por objeto regular lo referente a los minerales no metálicos, entendiéndose por ellos las piedras de construcción y de adorno o de cualquier otra especie, que no sean preciosas: Mármol, Granito, Esquistos, Caolín, Gravas, Pórfido, Arcillas Caoliníticas, Azabache, Magnesita, Arenas, Pizarras, Arcillas, Dolomitas, Calizas, Yeso, Puzolanas, Turbas y demás sustancias terrosas existentes en el Estado Bolívar; cuyo Poder Ejecutivo asume la competencia exclusiva, administración y

explotación de los minerales no metálicos, no reservados al Poder Nacional, así como la organización, recaudación y control de los impuestos respectivos.

**Reglamento General de la Ley de Minas del Estado Bolívar, publicada Gaceta Oficial N° 124-A, Extraordinario de fecha 18/08/2.008.**

La presente norma tiene por objeto desarrollar las actividades y disposiciones contenidas en la Ley de Minas del Estado Bolívar, las normas que conforme a ello dicte el Ejecutivo Estadal, y las demás disposiciones legales que le sean aplicables, a los principios científicos y técnicos referentes a la minería no metálica, determinados en el artículo 1 de la Ley de Minas.

**Decreto Ejecutivo N° 638: “Normas sobre calidad del aire y control de la contaminación atmosférica”, publicado en Gaceta Oficial N° 4.899, Extraordinario del 19/05/1.995.**

Este Decreto tiene por objeto establecer las normas para el mejoramiento de la calidad del aire y la prevención y control de la contaminación atmosférica producida por fuentes fijas y móviles capaces de generar emisiones gaseosas y partículas.

**Decreto Ejecutivo N° 883: “Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos”, publicado en Gaceta Oficial N° 5.021, Extraordinario de fecha 12/12/1.995.**

El presente Decreto establece las normas para el control de la calidad de los cuerpos de agua y de los vertidos líquidos.

**Decreto Ejecutivo N° 1.257: “Normas sobre la evaluación ambiental de actividades capaces de degradar el ambiente”, publicado en Gaceta Oficial N° 38.595, Extraordinario de fecha 02/01/2.007.**

Estas Normas tienen por objeto establecer los procedimientos conforme a los cuales se realizará la evaluación ambiental de actividades susceptibles de degradar el ambiente.

La evaluación ambiental se cumplirá como parte del proceso de toma de decisiones durante la formulación de políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo, a los fines de la incorporación de la variable ambiental en todas sus etapas.

**Decreto Ejecutivo N° 2.212: “Normas sobre movimientos de tierra y conservación ambiental”, publicado en Gaceta Oficial N° 284.403, Extraordinario de fecha 07/05/1.993.**

El presente decreto tiene por objeto establecer las condiciones bajo las cuales se realizarán las actividades de deforestación, movimiento de tierra, estabilización de taludes, arborización, de áreas verdes y todo lo relacionado con la protección de los suelos.

Las presentes normas contienen indicaciones sobre los valores, límites y los criterios de aplicación de los mismos; los requisitos y condiciones expuestos no deben entenderse como inflexibles, por lo cual podrán usarse valores y criterios diferentes a los aquí establecidos, cuando ello sea razonable desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, y previa aprobación por escrito de las autoridades competentes.

**Decreto Ejecutivo N° 2.216: “Normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial, o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos”, publicado en Gaceta Oficial N° 4.418, Extraordinario de fecha 27/04/1.992.**

El presente decreto tiene por objeto regular las operaciones de manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial, o de cualquier otra naturaleza no peligrosa, con el fin de evitar riesgos a la salud y al ambiente.

**Decreto Ejecutivo N° 2.219 “Normas para regular la afectación de los recursos naturales renovables asociada a la exploración y extracción de minerales”, publicado en Gaceta Oficial N° 4.418, Extraordinario de fecha 27/04/1.992.**

Las presentes normas tienen por objeto establecer los requisitos para obtener autorizaciones y aprobaciones para la ocupación del territorio, y para la afectación de los recursos naturales renovables, así como lineamientos que permitan controlar las actividades de exploración y extracción de minerales metálicos y no metálicos a cielo abierto, a los fines de atenuar el impacto ambiental que puedan ocasionar tales actividades.

**Decreto Ejecutivo N° 2.220 “Normas Para Regular Las Actividades Capaces De Provocar Cambios De Flujo, Obstrucción De Cauces Y Problemas De Sedimentación”, publicado en Gaceta Oficial N° 4.418, Extraordinario de fecha 27/04/1.992.**

Las presentes normas tienen por objeto controlar el desarrollo de actividades que por generar cambios en los sistemas de control de obras hidráulicas, obstrucción de cauces y escorrentías y producción artificial de sedimentos, son susceptibles de

ocasionar daños tales como inundaciones, déficit en la distribución de aguas, inestabilidad de cauces y alteración de la calidad de las aguas.

### 3.3 Definición de términos básicos

Para lograr comprender la problemática que se presenta en el ámbito de las formaciones sedimentarias en Venezuela y más específicamente en el Km 35, cuyo origen se debe a amplios procesos erosivos, lo cual ha favorecido la acumulación de minerales no metálico (arena lavada-arena de mina), conjuntamente con la actividad del hombre y las condiciones climáticas, se hace necesario conocer una serie de términos asociados estrechamente a este tópico.

Una vez determinado el objetivo general como los específicos a fines de la investigación, es necesario establecer los términos básicos que sustentan este proyecto. En consecuencia, se creara un marco teórico donde se muestren las diversas teorías y conceptos resaltando los elementos que lo definen el área de estudio.

1. **Aspecto ambiental:** Es todo aquel elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente (Márquez, J. 2001).
2. **Ambiente:** Conjunto o sistema de elementos de naturaleza física, química, biológica o sociocultural, en constante dinámica por la acción humana o natural, que rige y condiciona la existencia de los seres humanos y demás organismos vivos, que interactúan permanentemente en un espacio y tiempo determinados (Márquez, J. 2001)

3. **Análisis de la Sensibilidad Ambiental:** Evalúa el grado de fragilidad del ecosistema frente a las posibles intervenciones por la actividad minera. El objetivo es determinar áreas que requieran un manejo ambiental especial de acuerdo con su grado de fragilidad o sensibilidad ambiental, tanto en términos del comportamiento y desarrollo de los procesos naturales actuantes en ellas como por su grado de respuesta a las actividades de explotación minera (Mendoza, T. 2006).
4. **Antropogénico/Antrópico:** Proceso relacionado con la presencia del hombre. Efecto o modificación producida por la actividad humana (Mendoza, T. 2006).
5. **Aprovechamiento Minero No Metálico:** Uso racional y sostenible de los minerales no metálicos, incluyendo las diversas fases de exploración, explotación y cierre (Mendoza, T. 2006).
6. **Base geomorfológica:** Consiste en identificar, delimitar y caracterizar las unidades geomorfológicas principales a escala regional y local, según sus orígenes, composición granulométrica, posición relativa, extensión y grados de estabilidad ante los agentes modeladores actuales” (Mendoza, T. 2006).
7. **Banco:** Áreas elevadas de tierra plana (Martí 2004).
8. **Biodiversidad:** Diversidad biológica, cantidad de organismos dentro de un ecosistema, constituida por el número de poblaciones de organismos y especies distintas, tanto animales como vegetales (Martí 2004).
9. **Calidad Ambiental:** Conjunto de propiedades, elementos o variables del medio ambiente, que hacen que el sistema ambiental tenga mérito suficiente como para ser conservado (Martí 2004).

10. **Cantera:** Conjunto de excavaciones a cielo abierto que se forman en el proceso de extracción del cuerpo mineral. (Martí 2004)
11. **Comunidad:** Desde el punto de vista biótico, conjunto de plantas y animales que viven en un área determinada. Entre los componentes de la comunidad existen relaciones recíprocas (Martí 2004).
12. **Contaminación:** Presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población; o que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal; o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación, y el goce de los mismos. También puede definirse como la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales de los mismos, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público (Martí 2004).
13. **Contaminante:** Toda materia, energía o combinación de éstas, de origen natural o antrópico, que al liberarse o actuar sobre la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier otro elemento del ambiente, altere o modifique su composición natural o la degrade (Martí 2004).
14. **Control Ambiental:** Conjunto de actividades realizadas por un país, conjuntamente con la sociedad, a través de sus órganos y entes competentes, sobre las actividades y sus efectos capaces de degradar el ambiente. Entre las actividades que encierra el control ambiental, se encuentran el monitoreo y la vigilancia de las fuentes de contaminación (aire, suelo, agua), para comparar los resultados obtenidos con los niveles aceptados por la leyes vigente (Martí 2004).

15. **Degradación:** Evolución de un paisaje determinado por la modificación manifiesta de características adquiridas en época anterior. Evolución de un recurso en un sentido desfavorable, generalmente por ruptura del equilibrio ante un uso inadecuado. (Martí 2004).
  
16. **Desarrollo Minero:** Conjunto de actividades a realizar para establecer la cantera e iniciar la producción, incluyendo, entre otras, la remoción del material estéril y la construcción de accesos, así como la instalación y construcción de la infraestructura. . (Martí 2004)
  
17. **Desecho:** Denominación genérica de cualquier tipo de producto inservible, residual o basura procedente de las diversas actividades humanas. Resto o trazo de material sin ninguna utilidad. (Martí 2004).
  
18. **Diagnóstico físico ambiental:** La elaboración del diagnóstico ambiental multidisciplinario abarca las áreas de influencia directa e indirecta, Comprende una evaluación de los componentes clima, geología, geomorfología, suelos, hidrología, calidad del agua, recursos hidrobiológicos, flora, fauna, aspectos sociales, económicos y arqueológicos”. Corresponde a un estudio detallado de cada físico presente en la zona de estudio. (Kiely, G. 1999).
  
19. **Ecosistema:** Nivel de organización que funciona como un sistema, está constituido por componentes bióticos y abióticos. Es la unidad ecológica fundamental. Comprende el conjunto de seres vivos que viven en un área determinada, los factores que lo caracteriza y las relaciones que se establecen entre los seres vivos y entre estos y su ambiente. (Salinas, R 2007)
  
20. **Emisión:** Cantidad de un contaminante lanzado a la atmósfera por una fuente dada en un determinado tiempo (Salinas, R 2007)

21. **Entorno:** Conjunto de condiciones ambientales que rodean a un organismo y que influyen sobre él (Salinas, R 2007)
  
22. **Erosión:** Destrucción de los materiales de la corteza terrestre por acción de los procesos geológicos. La erosión implica los siguientes procesos: fracturamiento, fisuramiento, alteración física y/o química hasta el momento de arranque de los materiales, sin considerar el transporte. Los agentes erosivos son: el agua, el viento, el hielo, la acción del sol dilatando las rocas durante el día y contrayéndolas durante la noche, la humedad, etc.” La erosión de los suelos, es un proceso natural producto de la acción de los agentes atmosféricos, que se potencia con las actividades humanas. Durante el proceso de erosión se arrancan y transportan, las capas superficiales de la tierra vegetal (INGEMMET. 2011).
  
23. **Exploración:** Abarca todo el conjunto de trabajos y actividades superficiales y profundos ejecutados con el fin de establecer la continuidad de los indicios descubiertos por el reconocimiento; además de determinar la existencia efectiva de yacimiento y estudiar sus posibilidades y condiciones de explotación futura y de utilización industrial. (INGEMMET. 2011).
  
24. **Explotación:** Proceso de extracción del mineral de las minas. Conjunto de las actividades organizadas para la obtención de distintos tipos de minerales. (Martí 2004)
  
25. **Extracción:** Parte de la producción de una actividad minera que se puede retirar de ella, en un período de tiempo, sin afectar a su productividad. . (Martí 2004)

26. **Fragilidad Ambiental:** Conjunto de propiedades del sistema ambiental para resistir una actividad, es decir para experimentar la mínima alteración por la misma (Martí 2004).
27. **Feldespatos:** Grupo extenso de minerales compuesto por aluminosilicatos de potasio, sodio, calcio o, a veces, bario. Se encuentran como cristales aislados o en masas y son un constituyente importante de muchas rocas ígneas y metamórficas, incluyendo el granito, el gneis, el basalto y otras rocas cristalinas. (INGEMMET. 2011).
28. **Granulometría:** Parte de la petrografía que trata de la medida del tamaño de las partículas, granos y rocas de los suelos. Medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica. (Salinas, R 2007).
29. **Inventario:** Levantamiento de información cuantitativa y cualitativa sobre los ecosistemas, la diversidad biológica, los recursos naturales y demás elementos del ambiente. (Salinas, R 2007).
30. **Lixiviación:** Disolución de los componentes del suelo o de la roca, por el agua que escurre o se filtra por los poros del mismo. (Salinas, R 2007).
31. **Lixiviado:** Líquido que se ha filtrado a través de los residuos sólidos y contiene materiales disueltos o en suspensión extraídos por vía química, física o biológica. Es el producto de la fermentación de los residuos en los vertederos; son líquidos altamente contaminantes con una carga elevada en materia orgánica y metales pesados. Su infiltración a través del suelo puede generar la contaminación de los acuíferos próximos y en caso de abundantes lluvias degradar las aguas superficiales. (Salinas, R 2007).

32. **Medidas Ambientales:** Acciones y actos dirigidos a prevenir, corregir, restablecer, mitigar, minimizar, compensar, impedir, limitar, restringir o suspender, entre otras, aquellos efectos y actividades capaces de degradar el ambiente. (Salinas, R 2007).
33. **Mina:** Es un conjunto de labores de extracción necesarias para el aprovechamiento de un mineral. (Salinas, R 2007)
34. **Minerales:** Son todas las materias inorgánicas que conforman la corteza terrestre y susceptibles de aprovechamiento para los usos y necesidades del hombre. (Salinas, R 2007)
35. **Plan de adecuación ambiental:** Consiste en el conjunto de planes, acciones y actividades que el representante legal proponga realizar en un cierto plazo, con ajuste al respectivo plan de aplicación y seguimiento ambiental (Sebastiani, Villaró, & Alvarez 2005).
36. **Protección Ambiental:** Conjunto de políticas, instrumentos, acciones, obras de ingeniería y medidas encaminadas a evitar, mitigar, corregir o compensar las alteraciones negativas los impactos ambientales que puede provocar o generar la actividad productiva en los diferentes factores ambientales presentes en el entorno donde se desarrolla dicha actividad (Sebastiani, Villaró, & Alvarez 2005).
37. **Rehabilitación:** Conjunto de métodos que tiene por finalidad la recuperación de una área cuyas condiciones naturales se han disminuido por algún daño o impacto (Sebastiani, Villaró, & Alvarez 2005).

38. **Revegetación/Reforestación:** Proceso en el cual, después de la tala o de la remoción de la capa vegetal, se plantan nuevos árboles y se ayuda a que el terreno se regenere de forma natural (Sebastiani, Villaró, & Alvarez 2005).
39. **Restablecimiento:** Aplicación de un conjunto de medidas y acciones a objeto de restaurar las características de los elementos del ambiente que han sido alteradas o degradadas, por un daño ambiental de origen antrópico o natural (Sebastiani, Villaró, & Alvarez 2005).
40. **Restauración:** Acción o conjunto de acciones cuyo objetivo es la rehabilitación de las condiciones naturales de un lugar que ha sido degradado ambientalmente. Puede estar destinada a rehabilitar un hábitat destruido o degradado, o a crear unas condiciones equivalentes a las de dicho hábitat, de forma que, si no fuera posible reproducirlo fielmente, al menos se consiga corregir o compensar de modo satisfactorio los problemas originados a causa de la intervención humana o de algún desastre natural (Sebastiani, Villaró, & Alvarez 2005).
41. **Sensibilidad Ambiental:** Se entiende como potencial de afectación que puede sufrir los componentes ambientales como resultado de la alteración de los procesos físicos, biótico y socioeconómico debido a las actividades antrópicas del medio. y a los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente. (Sebastiani, Villaró, & Alvarez 2005).
42. **Sobreexplotación:** Utilización excesiva de los recursos naturales (Sebastiani, Villaró, & Alvarez 2005).
43. **Vulnerabilidad:** Cualidad de vulnerable, que puede ser herido o recibir lesión, física o moralmente (Sebastiani, Villaró, & Alvarez 2005).

## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **4.1 Tipo de investigación**

La investigación se ubica dentro de un nivel exploratorio y descriptivo.

##### **4.1.1 Tipo de investigación exploratoria**

La investigación exploratoria “es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto poco conocido o estudiado, por lo que su resultado constituye una visión aproximada de dicho objeto” Arias, F. (2006).

Es exploratoria debido a que se realizó con el propósito de destacar los aspectos fundamentales de la problemática que puede generar la instalación de la Cantera para extracción de minerales No Metálico, para de esta manera encontrar los procedimientos adecuados y elaborar una investigación posterior y así dar solución a la problemática planteada en base a los resultados comprobables.

##### **4.1.2 Tipo de investigación descriptiva**

Arias, F. (2006), señala que “una investigación descriptiva como la “caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”.

Esta investigación presenta un contexto descriptivo debido a que se describen las características geoambientales y los fenómenos que ocurren en el área de estudio,

tal y como aparecen en la actualidad, siendo analizados y clasificados en factores que intervienen en la problemática encontrada, para así estudiarlos y buscar las relaciones entre los mismos, con la finalidad de identificar todos aquellos aspectos que conduzcan a la formulación de recomendaciones que se ajusten a los requerimientos existentes en cuanto a calidad ambiental se refiere.

## **4.2 Diseño de la investigación**

Según Fernández, C. y Otros. (2012) “El diseño señala al investigador lo que debe hacer para alcanzar sus objetivos de estudio, contestar las interrogantes que se ha planteado y analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular”.

El diseño para este proyecto está enmarcado en una investigación de documental y de campo.

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

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

Por ello, el diseño de la presente investigación es documental, debido a que es necesario realizar revisiones bibliográficas, por la base teórica recolectada, las cuales fueron de apoyo para la formulación y aplicación de la acción metodológica investigativa.

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

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

La presente investigación es de campo debido a que se efectuaron visitas a la zona de estudio para la recolección de datos, con la finalidad de obtener una idea clara y precisa de la problemática que puede causar la instalación de una Cantera en el Km 35 Autopista Ciudad Bolívar-Puerto Ordaz, del Municipio Heres - Estado Bolívar.

Además, esta investigación permitió conocer directamente las condiciones ambientales y la sensibilidad o vulnerabilidad del sector.

#### **4.3 Población de la investigación**

Según Arias, F. (2006), la población es “Un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación”.

Por ende, la población del presente estudio está representada por una superficie total de 6330 Ha, en el cual se desarrolló el proyecto, y puede verse afectada directa e indirectamente con la instalación de la Cantera para la extracción de arena de mina ubicado en el Km 35 Autopista Ciudad Bolívar-Puerto Ordaz Municipio Heres- Estado Bolívar.

#### **4.4 Muestra de la investigación**

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

El muestreo a realizar es intencional ya que la selección de los elementos y la determinación de la muestra no se hacen de forma objetiva siguiendo criterios técnicos, sino según la intuición o la experiencia de los responsables del mismo. Para el muestreo se toma la sección representada por el área de emplazamiento, la misma tiene una superficie total de 6330 Ha y es el área a evaluar para conocer su sensibilidad ambiental.

Se seleccionaron 16 muestras de las cuales mediante el análisis todas arrojaron las mismas características, por la cual se consideró una sola muestra para la representación de dicho estudio, esto basado en que el área pertenece a una misma unidad geológica.

#### **4.5 Recopilación bibliográfica y cartográfica.**

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

##### **4.5.1 Recopilación bibliográfica**

En esta etapa de la investigación consistió en indagar y recopilar toda la información sobre el área de estudio, Por consiguiente es una recopilación

bibliográfica, se consultaron, textos, publicaciones periódicas, tesis de grado de la biblioteca de la Escuela de Ciencias de la tierra, páginas de internet relacionados con el temas, hojas cartográficas nacional ahora Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar para seleccionar las áreas de estudio.

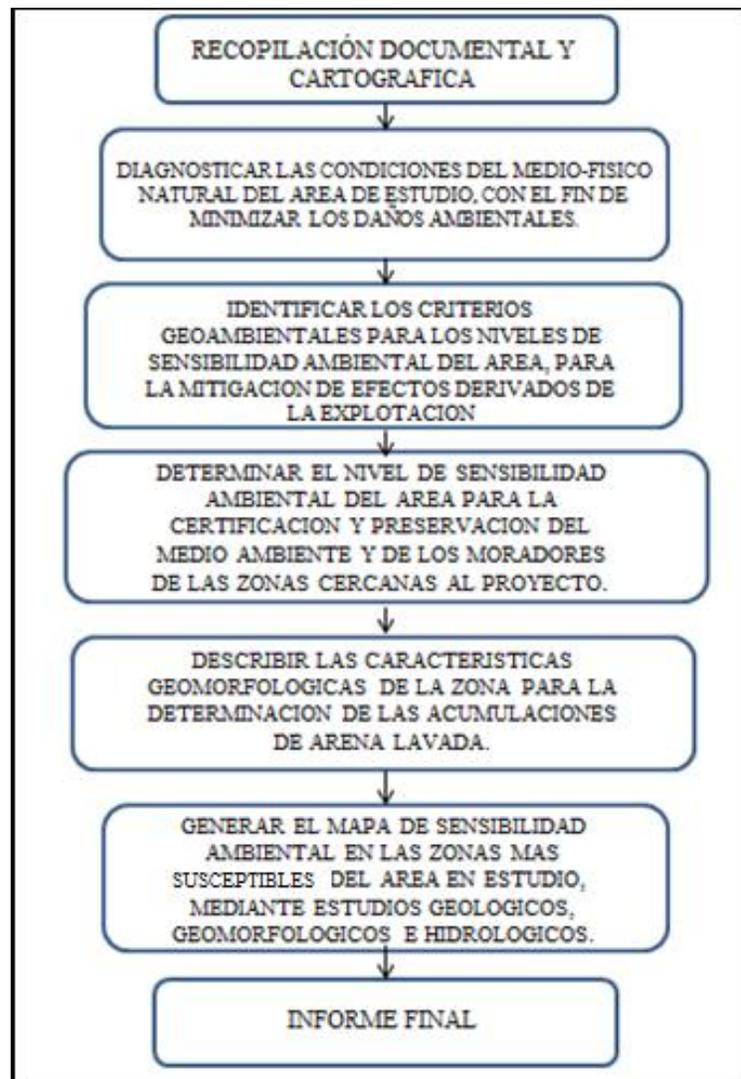


Figura 4. 1Etapas de la metodología del trabajo.

#### **4.5.2 Recopilación cartográfica**

Para la revisión Cartográfica se recolectaron las Hojas de Catastro Nacional 7540 a escala 1:100.000 año 1971, Mapa topográfico de 1984, Las imágenes satelitales del Proyecto CARTOSUR II, La imagen generada por el software Google Earth 2013, agrupando la información geológica y geomorfológica del área en estudio.

Mediante la utilización del programa computarizado Global Mapper 13.0 y el Google Earth, (2018), en dicho programa se traza un punto de ubicación se guarda en formato kmz, luego se abre el Global Mapper, todo esto con la conexión de internet, se selecciona la data online de dicho software de la zona de estudio, sobre este, se hizo una restitución de la superficie generando las curvas de nivel con cotas cada 20, de manera virtual y luego el mismo software se exporta a AUTOCAD 2008, para sus respectivo análisis cartográfico.

#### **4.6 Diagnóstico del medio físico natural del área de estudio.**

Para el diagnóstico del medio físico natural del área en estudio se realizaron varias visitas de campo con la finalidad de determinar la situación geoambiental actual, como también conocer los diversos factores que intervienen en lugar donde será ubicada la Cantera para la extracción de minerales no metálica tomando en cuenta el medio físico natural de la zona.

En esta etapa de la investigación se realizaron varias visitas de campo, el traslado se hizo desde Ciudad Bolívar hasta el Km 35, por la Autopista Simón Bolívar y por senderos y caminos de arena por diferentes sectores del área de estudio,

en las primeras semana del mes de junio del 2018, se deben realizar actividades; tales como: reconocimiento del área, apertura de picas, levantamiento Geológico y Geomorfológico, Hidrológico, revisión de procesos erosivos, toma de muestras como también el soporte fotográfico de la zona.

En las labores de exploración se deben en realizar un reconocimiento del área, con esta actividad se observaron e identificaron las estructuras, ubicación geográfica del sitio, selección del lugar por donde se inició el levantamiento con la finalidad de determinar sus características geológicas, geomorfológicas e hidrológicas.

El recorrido de la zona se hizo a pie y con la ayuda de las personas involucradas en el proyecto a través de caminos de acceso, necesarios para realizar la actividad.

#### **4.7 Criterios para definir los niveles de sensibilidad.**

Para este estudio se tomaron en cuenta las variables de clima, topografía, geología, geomorfología, potencial morfodinamico, suelo (profundidad y textura), la vegetación. Esta selección se fundamentó en la forma de cómo estos factores físicos naturales o antrópico pueden intervenir o alterar las condiciones físicas del área en estudio.

Los criterios para definir la sensibilidad ambiental, se realizó en base a la caracterización ambiental realizada para el área en estudio, supervisada por especialistas en el área y el conocimiento preciso de los requisitos de la reglamentación ambiental vigente, tomando en cuenta la vulnerabilidad de las áreas y las diferentes actividades o acciones del proyecto.

#### 4.8 Determinación del nivel de Sensibilidad Ambiental.

Con la elaboración de la base de datos se tomaron en cuenta una serie de variables que permitieron determinar los criterios de sensibilidad del área. Estas variables son: Clima, Topografía, Geomorfología, Potencial Morfodinámico, Geología, Suelos y Vegetación (Tabla 4.1).

Tabla 4. 1 Criterios Preliminares para la clasificación del potencial morfodinámico.  
(Modificada de C.V.G. TECMIN, 1991).

Clase	Pendiente (%)	Clase	Precipitación (mm)	Clase	Vegetación
1	0 – 4	1	500-1000	1	Afloramiento. Rocoso
2	4 – 16	2	1000-1500	2	Bosque
3	16 – 30	3	1500-2000	3	Arbustiva
4	> 30	4	> 2000	4	Herbácea

Tomando en cuenta la base geomorfológica se determinó el potencial morfodinámico, en varios factores físico – naturales tales como: clima (precipitación), topografía (pendiente) y vegetación (cobertura vegetal), utilizando la información en cada unidad para caracterizar y asignarle el valor de la clase correspondiente, de acuerdo a los criterios preliminares para la clasificación del potencial morfodinámico definidos por C.V.G. TECMIN (1991).(Tabla 4.2).

Tabla 4. 2Clases de Potencial Morfodinámico (C.V.G. TECMIN, 1991).

<b>Σ CLASE</b>	<b>POTENCIAL MORFODINÁMICO</b>
3 – 4	Bajo
5 – 6	Bajo – Moderado
7 – 8	Moderado
9 – 10	Moderado – Alto
11 – 12	Alto

Para el análisis de la sensibilidad ambiental de la actividad de extracción de minerales no metálico (arena de mina), se realizó el siguiente procedimiento.

Se evalúan los grados de sensibilidad ambiental que se le otorga a dichas áreas considerando dos aspectos:

1 Teórico con base de datos bibliográficos y de campo.

2 Percepción considerando la sensibilidad ambiental que los distintos actores (empresa, instituciones relacionadas con la conservación del ambiente).

De esta manera se obtiene los distintos grados de sensibilidad ambiental según las visiones que los actores de los sitios con respecto a la actividad minera.

Se admite que los resultados estarán condicionados a:

El punto de vista del observador que tiene sus valores previamente definidos.

El método de medida cualitativo – semi cuantitativo.

El grado de sensibilidad ambiental teórica.

Este primer análisis es llevado por el investigador con datos bibliográficos identificados para el área de estudio en el Capítulo 2 y con observación de campo.

1) Para estimar el grado sensibilidad ambiental teórico se hace una valoración cualitativa con el parámetro del medio físico natural siendo las variables características físicas, características biológicas y calidad del paisaje.

Para obtener el valor de cada indicador por variable, se ha elaborado distintas tablas de referencia en los cuales aparecen criterios a observar en cada sitio y su puntuación correspondiente.

2) Se introduce los datos obtenidos por cada sitio en una matriz de Sensibilidad ambiental teórica, cada variable tiene un valor según los indicadores que se consideran con sus criterios y puntuación correspondiente a la escala de valores que va de 0 (menor grado de sensibilidad) a 15 (mayor grado de sensibilidad)

3) Se analizan los resultados de la matriz de sensibilidad ambiental teórica. Para la definición de las Clases de Sensibilidad Ambiental, se hizo la adaptación respectiva tomando en cuenta los rangos establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial del Estado Bolívar en el año 1998; en el cual se designaron cinco (5) rangos que permitieron establecer las cinco (5) Clases de Sensibilidad Ambiental tal como se muestra en la tabla 4.3.

Tabla 4. 3Clases de Sensibilidad Ambiental (IAMIB, Plan de Ordenamiento Territorial del Estado Bolívar, 1998).

CLASE	DESIGNACIÓN	RANGO
Muy Alta	MA	$\geq 71$
Alta	A	61 – 70
Moderada	M	51 – 60
Baja	B	31 – 50
Muy Baja	MB	$\leq 30$

Con los resultados obtenidos se realiza la ( $\Sigma$  de los pesos) una vez llenado la matriz y de acuerdo al rango para definir la Clase de Sensibilidad Ambiental de cada una de las Unidades definidas en el área de estudio.

#### 4.9 Levantamiento geológico y geomorfológico

El levantamiento geológico y geomorfológico se realizó, con la finalidad de identificar los rasgos geológicos y los procesos erosivos, su intensidad y modalidad más resaltantes de la zona.



Figura 4. 2Ubicación de la zona de estudio y la comprobación de las coordenadas.

También se ubicó una muestra de sedimentos en el cauce del Río, con la ayuda de un G.P.S. Con todos estos datos obtenidos se creó una base de datos para la elaboración del mapa (Figura 4.3).

Desde el punto de vista geomorfológico, se determinaron visualmente los tipos de relieves planos y algunas de sus características.



Figura 4. 3Muestra de arena lavada obtenida en zonas cercanas al cauce del rio.

Para el reconocimiento se realizaron visitas de campo con la finalidad de observar que la zona con los rasgos más resaltantes en el clima, geología, geomorfología, suelo, vegetación, el recurso hídrico y la fauna, guardando relación desde de vista ambiental.

#### **4.10 Generación del mapa de sensibilidad ambiental en las zonas más susceptibles del área en estudio mediante estudios geológicos, geomorfológicos e hidrológicos.**

##### **4.10.1 Análisis químicos**

Se tomaron las muestras de arena lavada para la determinación de la calidad de la arena en este análisis se va a realizar en el Centro de Geociencias de la Escuela

Ciencias de la Tierra, donde se les realizaron análisis químico de los óxidos mayoritarios por el método de absorción atómica.

En total fueron se determinaron de nueve (9) óxidos. Los óxidos mayoritarios determinados fueron  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$  y  $\text{MnO}_2$ .

#### **4.10.2 Ensayo granulométrico de la arena.**

La muestra de arena analizada en los laboratorios de GEOCIENCIAS de la Universidad de Oriente por el método mecánico del tamizado.

#### **Procedimiento para el tamizado de muestras**

Se debe obtener exactamente 500 grs. de suelo secado al horno tomado de una bolsa de muestra obtenida en el terreno. Es necesario asegurarse de que la muestra sea representativa para lo cual se realizó un cuarteo el cual consiste en su reducción por selección de porciones.

La muestra recolectada en el campo, en general, es más voluminosa de lo necesario para el análisis. Se precisa por consiguiente, reducir esta cantidad, cuidando que la fracción separada para el análisis represente siempre lo más exactamente posible la composición media de la muestra original de campo.

Para esto se coloca la muestra en una hoja de papel grueso en una lona, que se inclina para mezclar bien la muestra. Está se extiende con una espátula o listón de madera y se divide en 4 partes iguales, se elige una parte y se desecha las 3 restantes. Con la porción elegida se repite el proceso.

Seleccionar el juego de tamices que corresponda al tipo de material en estudio.

Tomar cada tamiz y pesarlo para cálculos posteriores.

Pasar la muestra a través de una serie de tamices que varíen desde los diámetros mayores arriba hasta los diámetros inferiores abajo.

Colocar la serie de tamices en un agitador eléctrico automático y tamizar aproximadamente de 10 a 15 minutos.

Quitar la serie de tamices del agitador mecánico y obtener el peso del material que quedo retenido en cada tamiz. Sumar estos pesos y comparar el total con el peso total obtenido. Esta operación permite detectar cualquier pérdida de suelo durante el proceso de tamizado mecánico. Si se tiene una pérdida de más del 2% con respecto al peso original del residuo se considera que el experimento no es satisfactorio y por consiguiente debe repetirse.

#### **4.10.3 Análisis e Interpretación de los datos**

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 de campo, la cual se utilizó para la corrección y elaboración del mapa topográfico definitivo.

#### **4.10.4 Análisis geológico**

Mediante la indagación, observación y la recolección de los datos durante las visitas de campo y el apoyo de las diferentes imágenes de la zona de estudio, utilizando criterio como la topografía y el drenaje; con la finalidad de determinar la geología presente en la zona.

#### **4.10.5 Análisis geomorfológico e hidrológico**

Con base de la, observación y la recolección de los datos durante las visitas de campo y el apoyo de las Imágenes, utilizando criterios como la textura, color, fracturamiento, mediante el análisis integrado de las variables, se hizo el análisis geomorfológico e hidrográfico de la zona. Así mismo cabe destacar que este estudio se basó más que todo en determinar las diferentes formas de relieve, tipo de drenaje (Figura 4.4).



Figura 4. 4Recorrido a través del cauce del Rio Majomo.

#### **4.10.6 Elaboración y análisis del mapa de sensibilidad ambiental**

La representación de las variaciones del relieve, geología, la red hidrográfica, a partir de la interpretación de imágenes satelitales, y datos recolectados en campo permitió realizar el mapa de sensibilidad ambiental.

Se tomaron en cuenta los resultados del análisis de los indicadores físicos de las diferentes variables, utilizados para caracterizar cada una de las unidades que fueron evaluadas de acuerdo a la clase de Sensibilidad Ambiental se designa la clase de sensibilidad.

Por último, se procedió a digitalizar el mapa obtenido de Sensibilidad Ambiental del área en estudio.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

#### **5.1 Diagnóstico de las condiciones del medio – físico natural del área de estudio**

Se diagnosticaron 3 parámetros básicos los cuales son: uso y aprovechamiento de la tierra, Infraestructura y servicios existentes en el área y Valores estéticos y paisajísticos.

##### **5.1.1 Uso y aprovechamiento de la tierra**

La zona de estudio y sus alrededores comprende, terrenos baldíos pertenecientes al Municipio Heres y debido a las características áridas de sus suelos, presentan escasas áreas para desarrollar proyectos agrícolas y/o ganaderos de importancia que puedan influir en la economía de la región, por tal razón no se verá afectada por la ubicación de la cantera.

Al norte del área en estudio a escasos kilómetros se lleva a cabo un desarrollo minero de características similares al proyecto propuesto.

##### **5.1.2 Infraestructura y servicios existentes en el área**

En el área no existen facilidades de vivienda, ni servicios de ningún tipo, por lo que se hace necesario construir un local con los servicios básicos, pero que cumplan con las normas sanitarias y de seguridad, así como, con las normativas ambientales vigentes.

Debido a que el personal de trabajo tendrá su domicilio en Ciudad Bolívar, sólo pernoctará en el sitio el personal de vigilancia de turno, por lo que se habilitará una pequeña sala de comedor y un área de descanso al personal a la hora de almuerzo.

La energía eléctrica será abastecida con un generador de 25 Kw que se ubicará en el sitio de la cantera.

Tanto el combustible como el agua serán transportados desde Ciudad Bolívar, manteniendo en el sitio un depósito de 5000 lts de gasoil y 10.000 lts de agua, todos ellos cumpliendo con las normativas sanitarias y ambientales respectivamente.

### **5.1.3 Valores estéticos y paisajísticos**

En la zona del proyecto no se tiene conocimiento de que se encuentren áreas registradas con algún valor estético o paisajístico ni monumento nacional alguno.

Sin embargo, se cuidará de que la intervención en el área, se restrinja a los sitios de explotación y de construcción de la Cantera.

## **5.2 Identificación de los criterios geoambientales para definir los niveles de sensibilidad ambiental**

Una vez identificados los indicadores en las unidades ambientales que debían tenerse presente al momento de la intervención constructiva de la Cantera, éstos se categorizaron en tres niveles de sensibilidad:

1. Moderadamente sensible (Media)
2. Poco sensible (Baja)
3. Muy baja

El criterio para ello fue la respuesta cualitativa y semi cuantitativa

Fundamentado en esta misma base conceptual, se consideraron moderadamente sensibles, a aquellos elementos cuyas respuestas a la intervención implican también cambios en el funcionamiento del sistema, los cuales de presentarse no son tan marcados y se podrían mitigar con la incorporación de las medidas pertinentes.

Se calificaron poco sensibles a los elementos con respuestas "leves o bajas" frente a la intervención propuesta.

Cabe destacar que con relación al elemento socioeconómico, no se consideró la afectación directa a centros poblados, ya que el proyecto de construcción de la Cantera no contempla la penetración a los mismos, sino más bien la afectación indirecta a través de su base económica.

Se determina muy bajo aquellas áreas que no serán afectadas por la actividad minera en el área de estudio

### **5.3 Determinación del nivel de sensibilidad ambiental del área para la certificación y preservación del medio ambiente y de los moradores de las zonas cercanas al proyecto.**

La sensibilidad del medio físico se determinó considerando cinco (5) indicadores, los cuales son: geología, geomorfología, suelos, recursos hídricos y el medio biológico.

#### **5.3.1 Geología**

La sensibilidad geológica del área de estudio viene dada por la vulnerabilidad de la litología a la erosión y su capacidad de soporte de obras de infraestructura. En este trabajo de grado, solo trataremos el producto de la erosión de la roca. En general, el sector es moderadamente sensible, debido a la presencia de suelos granulares *in situ*, producto de la descomposición de las rocas ígneas, gneises, cuarcitas y rocas graníticas presentes en el área.

Además de la revisión visual del área de estudio, también se hizo un muestreo de los sedimentos, debido a que el blanco de la exploración son las arenas lavadas y de minas (Figura 5.1).



Figura 5. 1 Muestreo de arena lavada, transportada por el río Majomo.

El análisis granulométrico de la muestra de arena tomada en las barras del borde Norte del canal del río Los Majomos, la cual se procesó en el laboratorio de GEOCIENCIAS de la U.D.O (Tabla 5.1, figura 5.2 y APENDICE 1).

Tabla 5. 1 Resultados de la Muestra de arena obtenida del canal del Rio Los Majomos . (Datos obtenidos del laboratorio de GEOCIENCIAS, 2018).

Tamiz	Diámetro	Mat.Ret	% Ret	%acum	% pasa
8	2.380	16.46	6.02	6.02	93.98
16	1.180	47.29	17.29	23.30	76.70
30	0.600	89.13	32.58	55.88	44.12
50	0.300	75.24	27.50	83.38	16.62
100	0.150	39.12	14.30	97.68	2.32
200	0.075	6.34	2.32	100.00	0.00
PAN		0.00	100.00		
		273.58			

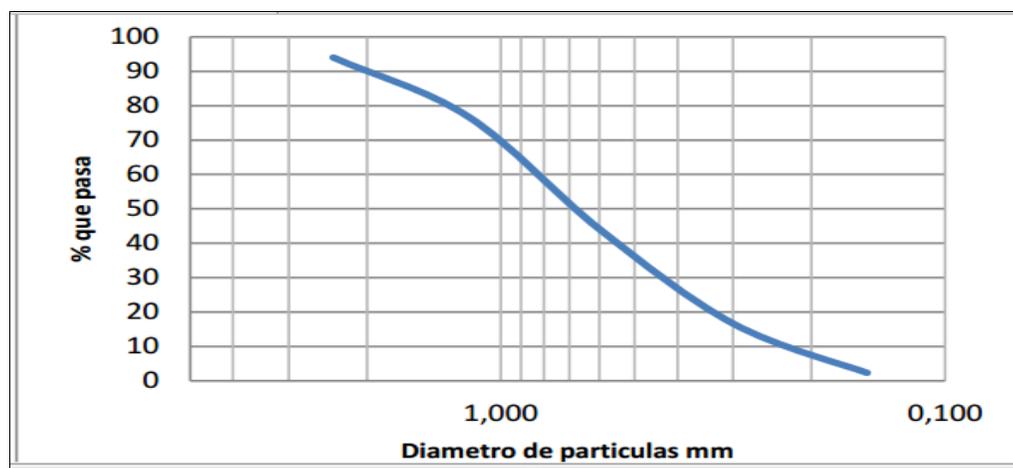


Figura 5. 2 Curva granulométrica correspondiente a la muestra de sedimentos del Rio Los Majomos.

De igual forma, los porcentajes de las diferentes granulometrías son representados mediante un diagrama de torta (Figura 5.3).

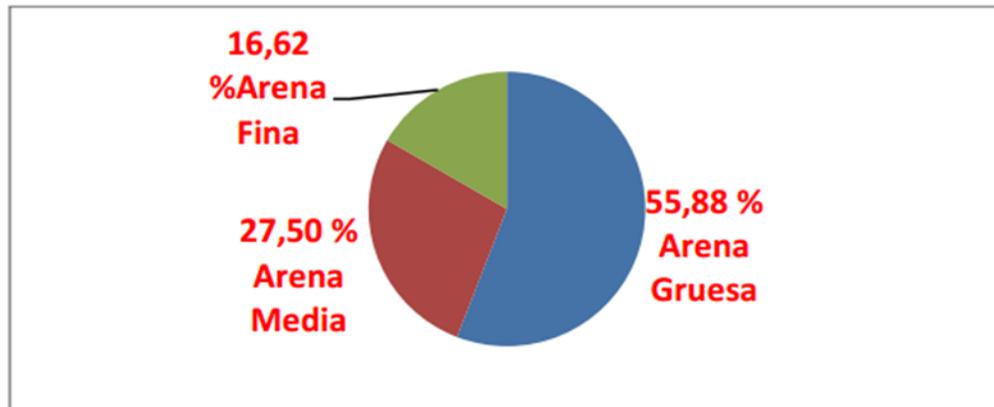
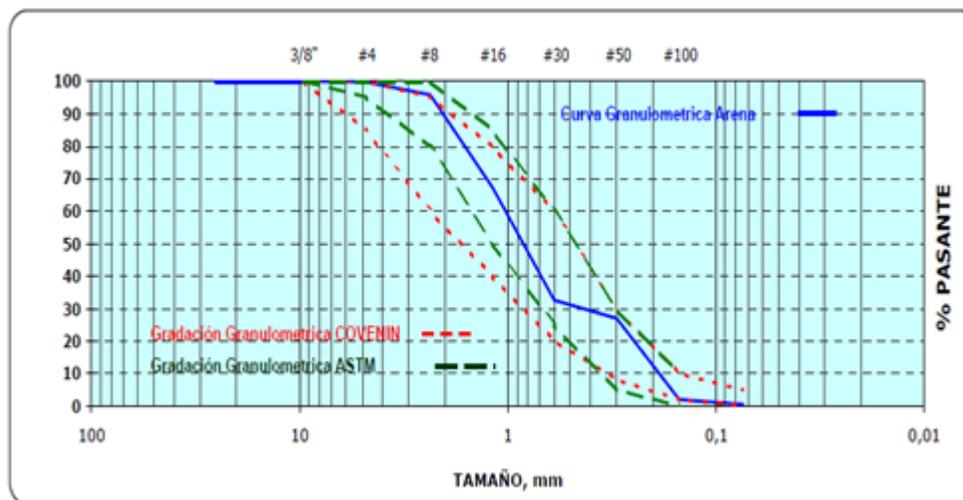


Figura 5. 3Diagrama de torta donde se representan los porcentajes granulométricos de la muestra M-1.

Para averiguar la calidad de la arena lavada se interpoló la curva granulométrica de la Muestra M-1, entre las curvas COVENIN (en color rojo) y la de ASTM (en verde) (Figura 5.4).



### 5.3.2 Análisis químico

En la Tabla 5.2 se observan las determinaciones analíticas de los óxidos  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  y  $\text{TiO}_2$ ; además de Cloruros, Sulfuros, aceites y grasas. Estos ensayos fueron realizados en los laboratorios de GEOCIENCIAS.

Tabla 5. 2 Determinaciones analíticas realizadas a la muestra M-1.

PARAMETRO	Nº I	UNIDADES
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0.77	ppm
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0.12	ppm
$\text{SiO}_2$	99.5	ppm
$\text{TiO}_2$	<0.01	ppm
Cloruros	0.02	ppm
Sulfuros	0.003	ppm
Aceites y grasas	<0.01	ppm

Los resultados de los análisis químicos de la muestra de arena indica que contiene óxido de hierro (%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 0,77 %, óxido de aluminio (%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 0,12%, óxido de sílice (%  $\text{SiO}_2$ ) 99,5%, cloruros (%) 0,02% sulfatos (%S) 0,003%, titanio (%) <0,01% y aceites y grasas (%) <0,01%.

### **5.3.3 Geomorfología**

De acuerdo a la caracterización geomorfológica el área, presenta un potencial morfodinámico bajo, en donde los procesos erosivos son atenuados por la presencia de una cubierta boscosa, las pendientes bajas y las bajas precipitaciones.

Hay presencia de áreas con moderada sensibilidad, las cuales comprenden las zonas que presentan Mesa plana y Mesa plano inclinada, las cuales poseen un moderado potencial morfodinámico por la vegetación herbácea y las pendientes que varían de 4% a 8%. Actualmente, en las áreas no intervenidas, los procesos erosivos se manifiestan por el escurrimiento difuso o laminar, de intensidad ligera con surcos localizados.

La eliminación de la cobertura vegetal perturbará el equilibrio morfogenético, desencadenando procesos erosivos que pueden ser corregidos con la aplicación de obras de conservación de suelos.

El área de estudio, en cuanto a su geomorfología, es poco sensible, y esto se manifiesta en las superficies de escorrentía topes de mesa, condicionada por sus pendientes entre 0 % y 4%. En la actualidad los procesos erosivos no son intensos, se limitan a un escurrimiento difuso ligero y generalizado.

### **5.3.4 Suelo**

Los suelos del sector, se consideran pocos sensibles, debido a que en ellos no es posible la realización de otras actividades diferentes a la existente en el área. En estas tierras no es factible ningún uso con fines agropecuarios y/o forestales.

En relación a la afectación del suelo, por la apertura de picas, no se verá afectado porque las vías de acceso ya están abiertas.

### 5.3.5 Recursos Hídricos

En general, al observarse cursos de aguas cercanos al área de influencia directa del proyecto, el recurso agua se consideró muy bajo a la sensibilidad a los posibles impactos causados.

Sin embargo, el desarrollo de las actividades productivas de la Cantera, conlleva a la utilización de grandes cantidades de agua, las cuáles serán proporcionadas por camiones cisternas y en tiempo de invierno, por el Rio Los Majomos (Figura 5.5).



Figura 5. 5 Nivel del Rio Los Majomos en época de verano.

El recurso que pudiera verse afectado, a largo plazo, y si no se toman medidas preventivas, son las aguas subterráneas, debido al manejo inadecuado de los efluentes de los procesos productivos.

### **5.3.6 Sensibilidad del medio biológico**

En esta sección se describen de forma global las áreas sensibles del medio biológico, en función del tipo de comunidad vegetal y su relación estrecha con la fauna del área de estudio.

A continuación se presentan los aspectos más relevantes sobre el particular.

#### **5.3.6.1 Vegetación**

Las áreas naturalmente sensibles, son las más susceptibles de ser afectadas en mayor grado por la actividad proyectada.

La sensibilidad de la vegetación, en una comunidad dada, viene determinada, por lo general, por la diversidad de especies, ya que este índice indica la riqueza de una región y por consiguiente su grado de fragilidad, es decir, a mayor diversidad de especies existe mayor probabilidad de desequilibrio.

Sin embargo, una intervención severa en una comunidad con baja riqueza florística, puede acarrear efectos irreversibles, por la existencia de mayor dependencia en sus relaciones.

La sensibilidad de la comunidad vegetal, además, de ser función de la diversidad de especies, es componente activo de la complejidad estructural y bioquímica, así como el grado de intervención, capacidad de recuperación que tenga la comunidad vegetal o animal y por último, la relación estrecha de la fauna y la vegetación en el área donde se desarrolla el proyecto.

En general, la vegetación se consideró una sensibilidad alta, debido a que presenta poca diversidad florística y elementos estructurales. Además la cobertura vegetal está compuesta por bosques de cobertura baja y sabanas abiertas. Por igual, la vegetación encontrada se adapta a la ocurrencia periódica de incendios.

#### **5.3.6.2 Fauna**

En general, la fauna se consideró sensibilidad alta, debido a que, aunque no hay grandes cantidades de especies, la misma se verá afectada por las deforestaciones que sean necesarias para preparar el área de emplazamiento del proyecto. Sin embargo, la mayoría de las especies encontradas son de fácil adaptabilidad a las condiciones del medio afectado.

### **5.4 Descripción de las características geomorfológicas de la zona para la determinación de su influencia en el relieve de la cantera**

Durante los trabajos de campo, se observaron dos unidades geomorfológicas: paisajes con relieves bajos que representan pequeños lomeríos y paisajes de planicies (Figura 5.6).

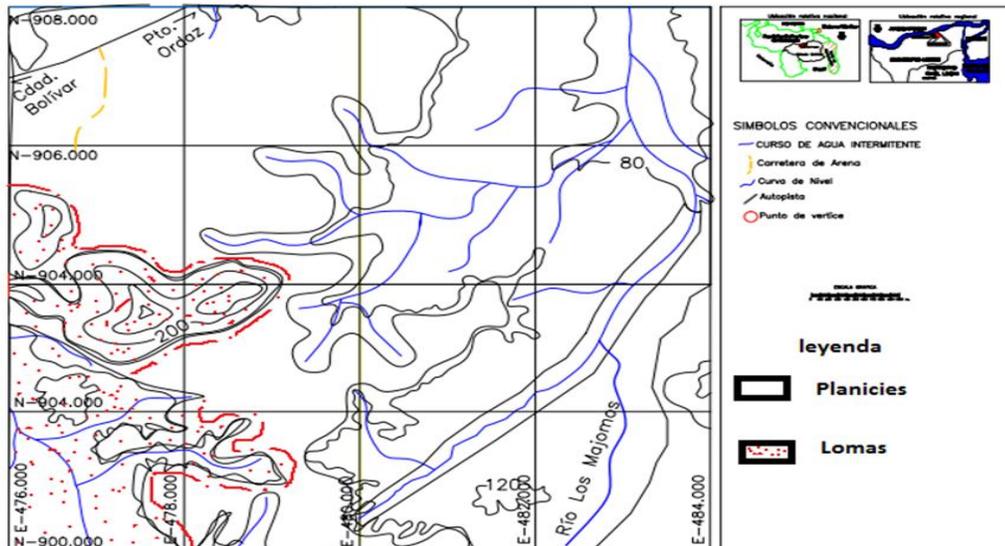


Figura 5. 6 Paisajes geomorfológicos observados en la zona de estudio.

#### 5.4.1 Paisaje de lomeríos

Son paisajes con pendientes entre 16 % y 30 %, ubicadas en el extremo SW, que representan territorialmente el 25 %, con alturas entre 240 metros sobre el nivel del mar (msnm) y 80 msnm y se desarrollan sobre rocas igneometamórficas de la Provincia Geológica de Imataca (Figura 5.7).



Figura 5. 7 Paisaje de lomeríos ubicados al SW de la zona de estudio, constituida por rocas de la Provincia Geológica de Imataca.

### 5.4.2 Paisaje de planicies

Es el segundo paisajes, que conforman generalmente el 75 % del área total. Son las mesas características de la Formación Mesa, constituidas por sedimentos del Plio-Pleistoceno; mal cementados. Como consecuencia de la socavación vertical de los cuerpos de agua, se han creado relieves bordeados por escarpes de moderadas pendientes de 8 % y 12% y cotas inferiores a 80 msnm (Figura 5.8).

Dichas mesas se encuentran en su totalidad cubiertas por vegetación ya que no han sido modificadas por la actividad antrópica.



Figura 5. 8 Paisaje de planicie presente en el área, el cual representa territorialmente el 75 % .

### 5.5 Realización del mapa de sensibilidad ambiental en las zonas más susceptibles del área en estudio, mediante estudios geológicos, geomorfológicos e hidrológicos

Los parámetros geológicos e hidrológicos sensibles en la zona de estudio, están emparentados por las pendientes del terreno y los caudales de agua generados durante lluvias torrenciales, los cuales pueden influir de manera negativa en la formación de las llamadas cárcavas, ya que la zona donde se desarrollará la explotación de arenas

lavada y de minas corresponde a los sedimentos mal cementados de la Formación Mesa.

Una visión geomorfológica de los tipos de relieves y su relación con los materiales arenosos a ser explotados, indican que los espacios más propicios se encuentran en las zonas bajas, por debajo de la cota 80 msnm.

Para el estudio de sensibilidad, se ha clasificado a la zona baja (< 80 msnm) en Mesa Plana, Mesa Plana Inclinada, Mesa Plana Inundable; donde la Mesa Plana Inundable posee una pendiente de 2 % a 4 % la cual va aumentando, hacia la parte este del área. En la unidad geomorfológica de Mesa Plana Inclinada, esta zona se caracteriza por poseer una vegetación poco densa, representativa de arbustos y pequeños bosques de galerías que se encuentran a la margen del río.

Se delimitaron las zonas más susceptibles a ser afectadas por las labores del proyecto; asignando a cada zona, un color asociado al nivel de afectación en el área de estudio como se describe a continuación: (Figura 5.9 y Anexo 1).

Amarillo: categoría Moderada; comprende la zona de explotación del mineral no metálico para obtener la materia prima para agregados de construcción; las áreas donde serán construidas las infraestructuras para oficinas, comedor, talleres entre otros y la entrada de la autopista al proyecto; en esta categoría la sensibilidad que va a ser generada es moderada, la cobertura vegetal, relieve y paisaje no volverán a ser los mismos.

Esto generará pérdida parcial del suelo y de la cobertura vegetal, alteración de la calidad del aire por emisión de partículas y gases, ruido, contaminación atmosférica, pérdida del hábitat y dispersión de especies, activación de procesos erosivos, alteración del drenaje superficial, incremento de accidentes de tránsito, etc.

Naranja: categoría bajo o poco sensible; comprende las áreas que serán intervenidas para la construcción de vías de acceso, sobre las cuales se producirá contaminación por combustibles y lubricantes, derramados por los vehículos automotores; la afectación y contaminación se localizará sobre una superficie puntual, sin mayor expansión.

Salmon: categoría muy bajo; comprende las áreas que no serán intervenidas ni modificadas, pero la misma rodea el área del proyecto, como son los paisajes de peniplanicies.

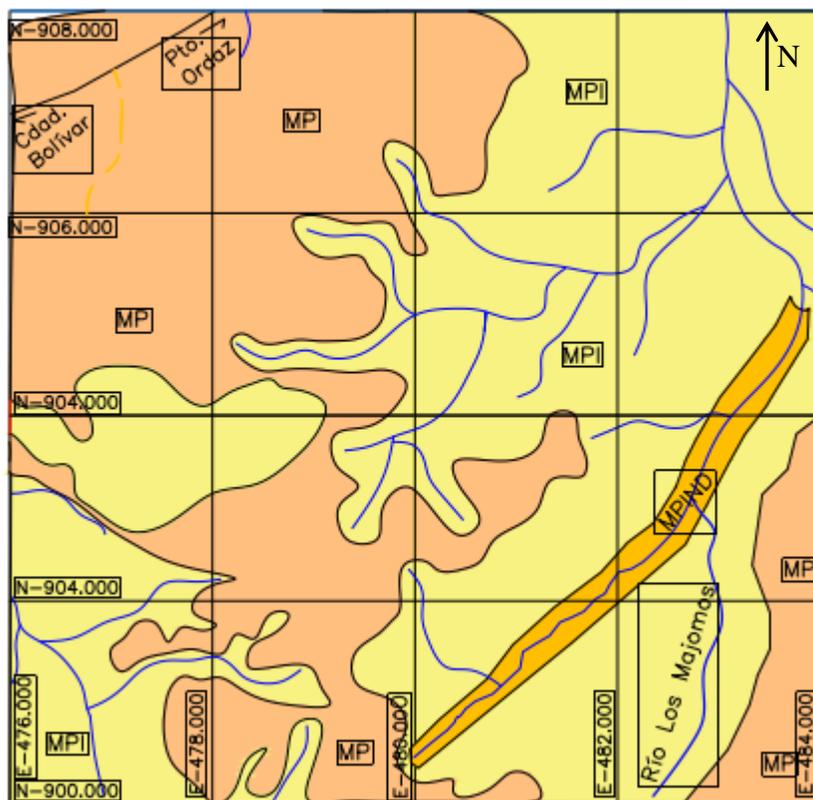


Figura 5. 9 Mapa de sensibilidad ambiental del área de estudio, para la apertura de una cantera de extracción de arena lavada y de minas.

### **5.5.1 Clasificación del grado de sensibilidad**

Una vez analizado todas las variables se procedió a llenar una matriz (Tabla 5.4), con los parámetros clima. Topografía, geomorfología, potencial morfodinámico, geología, suelos y fauna. Una vez establecida la sumatoria de los parámetros anteriores.

Una vez establecida la sumatoria de la matriz, se estableció el rango y la clase de sensibilidad del parámetro (Tabla 5.3).

Tabla 5. 3 Clasificación del Grado de Sensibilidad.

Unidad	$\Sigma$	Rango					Clase				
		$\geq 71$	61-70	51-60	31-50	$\leq 30$	Muy Alta (MA)	Alto (A)	Mod . (m)	Baj o (B)	Muy Bajo (MB)
Mesa Plana (MP)	50				X					X	
Mesa Plana Inclined (MPI)	40				X					X	
Mesa Plana de Inundación (MPIN)	28					X					X

Tabla 5. 4Matriz para el cálculo de la sensibilidad ambiental.

Matriz para el cálculo de la Sensibilidad Ambiental																							
Unidad	Clima	Topografía	Geomorfología					Potencial Morfodinamico			Geología				Suelo					Fauna			
	IF	Pendiente	Planicie de erosión	Planicie Deposition	Planicie Aluvial	Peniplanicie	Lomerío Medio y Bajo	Muy Alto	Alto	Moderado	Litología				Profundidad			Textura			Cobertura Vegetal		
											Arenosa/gravoso	Arcilloso	Conglomerado	Arena	muy superficiales	≤25 cm	superficiales	Profundo 25-50 cm	muy profundo ≥150 cm		Franco Arenos	Grueso Arena	Sabana
Mesa Plana	3	4	4		3		2	4						7			7	7		6		3	
Mesa Plana Inclinada	3	7	3			2				2			6					7		5	5		
Mesa Plana de Inundación	3	3	2	3	3			3					2				2	3				4	

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. El diagnóstico en el medio físico – natural del área de estudio de 3 parámetros básicos los cuales son: uso y aprovechamiento de la tierra, Infraestructura y servicios existentes en el área y valores estéticos y paisajísticos indicó que tienen una baja consecuencia en la sensibilidad ambiental en el proyecto de una cantera de extracción de arena lavada y de mina
2. Para determinar el nivel de sensibilidad del medio biológico (fauna y vegetación).del área de estudio, la matriz indicó cifras entre 2 y 4; por lo que el nivel de sensibilidad es bajo.
3. Para la determinación del nivel de sensibilidad del medio físico, se consideró la sensibilidad 6 indicadores, los cuales son parámetros clima. Topografía, geomorfología, potencial morfodinámico, geología, suelos. La Matriz para el cálculo de la sensibilidad ambiental generó valores entre 47 y 24; con lo que se clasifica la sensibilidad como baja- muy baja.
4. Se determinaron tres unidades geomorfológicas, las cuales son: Mesa Plana (MP), Mesa Plana Inclinada (MPI) y Mesa Plana Inundable (MPIND); donde la Mesa Plana posee una pendiente de 0 -4%, la Mesa Plana Inundable posee una pendiente de 2 % a 4% la cual va aumentando, en la unidad geomorfológica de Mesa Plana Inclinada, esta zona se

caracteriza por poseer una vegetación poco densa, representativa de arbustos y pequeños bosques de galerías que se encuentran a la margen del cauce. El grado de sensibilidad para estas 3 unidades se ubicó en las clases de Moderado, Bajo y muy Bajo respectivamente.

5. Los suelos del área de estudio, son pocos sensibles, debido a que en ellos no es posible la realización de otras actividades diferentes a la que se realiza actualmente. En estas tierras no es factible ningún uso con fines agropecuarios y/o forestales.
6. Con los datos obtenidos se realizó un mapa indicando la sensibilidad ambiental del área, basado en valores matriciales, los cuales son comparados con un rango y clasificados de acuerdo al número obtenido.
7. Una vez analizados todos los parámetros físicos y naturales del área donde está proyectado el establecimiento de la cantera para la extracción de arena lavada , se concluye que la sensibilidad y el impacto ambiental son de bajos a muy bajos; por lo tanto la cantera es un proyecto realizable.

## **RECOMENDACIONES**

- 1 Establecer una cubierta vegetal estable, a modo de barrera, con árboles de hasta 4 metros de altura (pino, eucalipto, acacia, etc.), en el perímetro afectado por la dirección predominante del viento en la zona. Fomentar el empleo de vegetación autóctona.

- 2 La salida de camiones de la explotación debe realizarse evitando el arrastre o dispersión de lodos y polvo en la carretera, debiendo instalarse dispositivos de limpieza de ruedas a la salida del área.
- 3 Disponer de un sistema para riego de pistas y superficies transitoriamente desnudas susceptibles de generar polvo.
- 4 Realizar labores de mantenimiento y limpieza periódicas en los accesos a la explotación con objeto de minimizar la dispersión de polvo por el paso de vehículos.
- 5 La carga de combustible, cambios de aceite, el mantenimiento de los vehículos, así como las actividades propias de taller susceptibles de provocar vertidos accidentales, deben ser realizadas en espacios acondicionados al efecto, impermeables, y dotados de sistemas para la recogida de derrames.
- 6 Al término de la explotación, restaurar todas las áreas afectadas por la actividad, incluyendo aquellas que no figurando en el estudio de impacto ambiental, resulten alteradas al término de la misma.
- 7 Llevar a cabo un control de buenas prácticas durante el desarrollo de la actividad que consistirá en comprobar el efecto de las distintas acciones del proyecto, con especial atención a los movimientos de maquinaria en relación con aspectos como producción de polvo y ruido, superficie afectada, gestión

de residuos, conservación del patrimonio cultural y otros aspectos ambientales.

- 8 Tomar mayor número de muestra de la arena lavada y ensañarlas para su calidad. De esta manera se irán determinando zonas donde la calidad de las arenas resulten aceptables.

## REFERENCIAS

Aragonese, J. (2005)**PROYECTO DEL MONTE DEL CAÑAL**. [Documento en línea]. Disponible en la Página Web: <http://www.otroalpedrete.com>

Arias, F. (2006)**EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA**. 5ª Edición. Editorial Epísteme. Caracas, Venezuela.

Áridos del Mediterráneo, S.A. (2004)**REFERENTES PARA LA CALIDAD AMBIENTAL Y LA ECOEFICIENCIA DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN MURCIA. CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, AGUA Y MEDIO AMBIENTE. DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD AMBIENTAL. MURCIA, ESPAÑA.**

Aritema, P. (2007)**RECUPERACIÓN DE ESTÉRILES**. [Documento en línea]. Disponible en la Página Web: <http://www.concretonline.com>

Ascanio, G. (1985)**“EL COMPLEJO DE IMATACA EN LOS ALREDEDORES DEL CERRO BOLÍVAR”**. Estado Bolívar, Venezuela. X Congreso Geológico Interguayananas, Brasil Mendoza V, (1977) tomado del IICongreso Geológico Venezolano. Tomo II, Pp. 305-307

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.**DECRETO N° 1.257, DE FECHA 13/03/1996. GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA. n° 35.946 del 25/04/1996.**

Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G TÉCNICA MINERA, (TECMIN 1991) **INFORME DE AVANCE NC-20-14 Y NB-20-2 CLIMA,GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS, VEGETACIÓN.** Gerencia de Proyectos Especiales. Proyecto Inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana. Tomos I y II. Ciudad Bolívar; Pp. 3-489 y 515-903.

**Decreto N° 883. NORMAS PARA LA CLASIFICACIÓN Y EL CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA Y VERTIDOS O AFLUENTES LÍQUIDOS, 5.021. EXTRAORDINARIA**

**Decreto N° 638. “NORMAS SOBRE CALIDAD DEL AIRE Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA”. GACETA OFICIAL N° 4.899, del 19/05/1995.**

**Decreto N° 1.257. “NORMAS SOBRE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE ACTIVIDADES SUSCEPTIBLES DE DEGRADAR EL AMBIENTE”. GACETA OFICIAL N° 38.595, del 02/01/2007.**

**Decreto N° 2.212. “NORMAS SOBRE MOVIMIENTOS DE TIERRA Y CONSERVACIÓN AMBIENTAL”. Del 07/05/1993.**

**Decreto N° 2.219. “NORMAS PARA REGULAR LA AFECTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES ASOCIADA A LA EXPLORACIÓN Y EXTRACCIÓN DE MINERALES”. Del 27/04/1992.**

**Decreto N° 2.220. “NORMAS PARA REGULAR LAS ACTIVIDADES CAPACES DE PROVOCAR CAMBIOS DE FLUJO, OBSTRUCCIÓN DE CAUSES Y PROBLEMAS DE SEDIMENTACIÓN”. GACETA OFICIAL N° 4.418, del 27/04/1992.**

Díaz, Z. (2004)**AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN VENEZUELA**. Estudios Generales, Universidad Nacional Abierta. Caracas, Venezuela.

El Pequeño Larousse Ilustrado (1997)ENCICLOPEDIA MICROSOFT STUDENT CON ENCARTA PREMIUM (2008).

Fernández, C. (2012)**“PROPUESTA DE UN MODELO PARA EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL, ANTE POSIBLES DERRAMES PETROLEROS EN EL CAMPO OPERACIONAL MIGA, UNIDAD DE PRODUCCIÓN PESADO, DISTRITO SAN TOMÉ, ESTADO ANZOÁTEGUI”**. Proyecto de Trabajo de Grado para Optar Al Grado de Magíster en Recursos Naturales, Mención Recursos Minerales. Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar.

González de Juana, C. (1980). **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y SUS CUENCAS PETROLÍFERAS**. Tomo I y II, Caracas, Venezuela. Pp 31-37, 710-713.

Gómez, A. (2010)**“CONCEPTOS PARA LA CORRECTA UTILIZACIÓN DE LOS DATOS CARTOGRÁFICOS”**. Réplica del VI Taller de Modelación de Nichos Ecológicos. Centro de Información Cartográfica y Territorial de Extremadura. Barcelona, España.

Google Earth(2013)**SOFTWARE, APLICACION EN LINEA**[WWW.GOOGLEAERTH.COM](http://WWW.GOOGLEAERTH.COM) 10 de Diciembre de 2013

Fundambiente (1998)**PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES DE VENEZUELA**. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Caracas, Venezuela.

Garrido, Ángel (2006)**PUESTA EN VALOR DE ESTÉRILES**. Módulo 3. Geología, Laboreo y Tratamiento de Áridos. Madrid, España.

Gómez Orea, D. (1999)**EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. UN INSTRUMENTO PREVENTIVO PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL**. Editorial Agrícola Española. Madrid, España.

Instituto Tecnológico Geominerode España (INGEMMET, 1987). **CRITERIOS GEOAMBIENTALES PARA LA RESTAURACIÓN DE CANTERAS, GRAVERAS Y EXPLOTACIONES A CIELO ABIERTO EN LA COMUNIDAD DE MADRID**. Editorial del Servicio de Publicaciones del ITGE. Ministerio de Industria y Energía. Madrid, España.

Instituto Tecnológico Geominero de España(INGEMMET,1988). **MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE**. Editorial del Servicio de Publicaciones del ITGE. Ministerio de Industria y Energía. Madrid, España.

Instituto Tecnológico Geominero de España(INGEMMET, 1996). **MANUAL DE RESTAURACIÓN DE TERRENOS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN MINERÍA**. Editorial del Servicio de Publicaciones del ITGE. Ministerio de Industria y Energía. Madrid, España.

Kiely, Gerard (1999)**INGENIERÍA AMBIENTAL: FUNDAMENTOS, ENTORNOS, TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE GESTIÓN**. Volumen III. Editorial McGraw Hill/Interamericana de España. Madrid, España.

Ley Orgánica del Ambiente. GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA BOLÍVARANA DE VENEZUELA, EXTRAORDINARIO N° 5.833, Viernes 22 de Diciembre de 2006.

Leyde Aguas. **PUBLICADA EN GACETA OFICIAL N° 38.595 DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA, del 02/01/2007.**

Leyde Bosques y Gestión Forestal. **DECRETO N° 883, PUBLICADO EN GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA N° 5.021, del 12/12/1.995.**

Leyde Minasdel Estado Bolívar. **PUBLICADA EN GACETA OFICIAL N° 085 DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA, del 16/06/2008.**

Ley de Minas del Estado Bolívar. **PUBLICADA EN GACETA OFICIAL N° 124-A DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA, del 18/08/2008.**

Ley Orgánica del Ambiente. **PUBLICADA EN GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA N° 5.83, extraordinario del 22/12/2006.**

Márquez, José (2001)**FUNDAMENTOS BÁSICOS DE LOS PROCESOS AMBIENTALES PARA INGENIEROS.** Fondo Editorial Unet. San Cristóbal, Venezuela.

Martí, Monserrat (2004)**RESIDUOS DEL SECTOR MINERO.** Trabajo Final. Cataluña, España.

Martínez, R. (2003) **“MAPAS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL, UNA HERRAMIENTA PARA EL DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA COSTERA Y PORTUARIA”.** [Documento en línea]. Disponible en: [<http://www.bvsde.paho.org>]Consulta: 2013, Mayo 17.

Mendoza, T. (2006)**SENSIBILIDAD AMBIENTAL**. [Documento en línea]. Disponible en la Página Web: <http://www.venezuelacreativa.com>. Consulta: 2013 Mayo 17.

Mendoza, V (2000)**EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO)**. Minera Hecla Venezolana, C. A. pp. 36-47

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (M.A.R.N.R)**PROYECTO PLAN DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO ESTADOBOLÍVAR (POTEB)** (2000). Informe Técnico de la Comisión Estatal, Ciudad Bolívar.

Morales, F. (2004)**EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA MINERÍA**. [Documento en línea]. Disponible en la Página Web: <http://www.uclm.es>

Petrecal (2008) **TIPOS DE PIEDRA**. [Documento en línea]. Disponible en la Página Web: <http://www.petrecal.com/images/granito2.jpg>

Ramos J, (2005)**LA INDUSTRIA DE LA ROCA ORNAMENTAL Y EL MEDIO AMBIENTE**. El Eco de Alhama Nº 17, Serie Ecología y Medio Ambiente. Almería, España.

Salinas, R.(2007)**INCIDENCIA MEDIOAMBIENTAL DE EXPLOTACIONES MINERAS: TIERRAS, PIEDRAS Y OTROS RECURSOS**. Madrid, España. [Documento en línea]. Disponible en la Página Web: <http://www.gem.es>

Santiago, J. (2007) **ESTUDIO GEOMORFOLOGICO REALIZADO APARTIR DE LA INTERPRETACION DE SATELITES DE GOOGLE EARTH: CASO DE LOS SECTORES ALTO Y MEDIO DE LA CUENCA DEL RIO SANTA BARBARA.** Universidad de Oriente, Nucleo de Bolivar, Escuela de Ciencias de la Tierra, trabajo de ascenso. P P 18 32.

Sebastiani, V., y Álvarez, J.(2005)**EL ENFOQUE DE LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE APLICADO EN LAS EVALUACIONES AMBIENTALES. CASO EN ESTUDIO: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL EN UN PROYECTO DE DESARROLLO PETROLERO EN VENEZUELA, SUR AMÉRICA.**Universidad Simón Bolívar, Instituto de Recursos Naturales Renovables, Departamento de Estudios Ambientales. Caracas, Venezuela.

Universidad Nacional Abierta (2004) **AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN VENEZUELA.** Caracas, Venezuela.

Vadillo, I., López J., González, C., González, S., Navarro, M., y Vázquez, A. (1995)**MANUAL DE REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA MINERA, SIDEROMETALÚRGICA Y TERMOELÉCTRICA.** Serie: Ingeniería Geoambiental, Editorial del Servicio de Publicaciones del ITGE. Ministerio de Industria y Energía. Madrid, España.

**APÉNDICE A**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**DE LA MUESTRA M-1**



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

Solicitante: NIURKA CONTRERAS / JOSELYN OREMAN

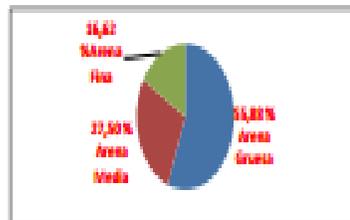
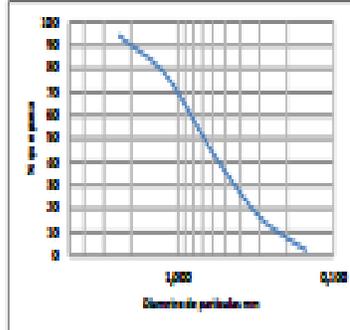
Lugar: Aeropista Ciudad Bolívar-Pro Ordaz, Km 35 Municipio Hanes, Estado Bolívar

Muestra: NP-01

Fecha: 17 / Julio / 2018

ENSAYO GRANULOMETRICO

Tamaño	Diámetro	Mostrador	% Ret.	% Pas.	% Pas.
Ø	75.00	100.00	0.00	0.00	100.00
1#	75.00	27.24	17.24	21.20	92.76
2#	60.00	29.12	12.88	34.08	65.92
3#	47.50	29.24	17.52	41.56	58.44
4#	37.50	29.12	18.88	49.68	50.32
5#	30.00	24.11	24.11	55.89	44.11
PAN	Ø	Ø	100.00	0.00	0.00
		250.00			



*[Firma manuscrita]*

DEL PUERTO VERDEZ (HACIA EL PUERTO VERDEZ)

**APÉNDICE B**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA**  
**MUESTRA M-1**



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

Pág.: 1 / 1

**Solicitante:** Niurka Contreras/ Joselin Odreman

**Muestra:** M-1Arenas

**Lugar:** Km 35, Autopista Cd Bolívar-Puerto Ordaz, Municipio Heres, Estado Bolívar

**Fecha:** 07 / Agosto / 2018

### ANALISIS QUIMICO DE SEDIMENTOS

PARAMETRO	Nº I	UNIDADES
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.77	ppm
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.12	ppm
SiO <sub>2</sub>	99.5	ppm
TiO <sub>2</sub>	<0.01	ppm
Cloruros	0.02	ppm
Sulfuros	0.003	ppm
Aceites y grasas	<0.01	ppm

Técnico Isidro Farías

Prof. Francisco Monteverde

Analista

Coordinadora Centro de Geociencias

## **ANEXOS**

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

<b>Título</b>	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL PARA LA UBICACIÓN DE UNA CANTERA EN EL KM 35 AUTOPISTA CIUDAD BOLÍVAR-PUERTO ORDAZ PARA LA EXTRACCIÓN DE ARENA LAVADA Y ARENA DE MINA. MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR.
<b>Subtítulo</b>	

### Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
CONTRERAS PARRA NIURKA VANESSA	<b>CVLAC</b>	20.774.973
	<b>e-mail</b>	Niurkac62@gmail.com
	<b>e-mail</b>	
ODREMAN JOSELIN DEL VALLE	<b>CVLAC</b>	19.078.784
	<b>e-mail</b>	Joselinodre08@gmail.com
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

### Palabras o frases claves:

Sensibilidad
Muestras de suelo
Matriz
Procesos erosivos
Fragilidad
Geomorfología

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

### Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ingeniero Geólogo	Petróleo

### Resumen (abstract):

El presente trabajo de investigación, tiene como propósito realizar el análisis de sensibilidad ambiental para la puesta en marcha de una Cantera en el Km 35 para la extracción de arena lavada y de mina, Municipio Heres, Estado Bolívar. El estudio se desarrolló como una investigación exploratoria y descriptiva, estando enmarcada dentro del diseño de una investigación de campo. En la información obtenida para el análisis del problema, se diagnosticaron las características ambientales actuales de la zona de emplazamiento del proyecto lo cual determina la dinámica ambiental de la misma y define qué aspectos se podrían afectar en mayor o menor medida por la realización del proyecto. Para el estudio de sensibilidad, se clasificó la zona baja (< 80 msnm) en Mesa Plana, Mesa Plana Inclinada, Mesa Plana Inundable. La investigación se desarrolló contemplando los aspectos tomados del estudio de todos los elementos o factores que constituyen el área de estudio, tales como Clima, Topografía, Geomorfología, Potencial Morfodinámico, Geología, Suelos y Vegetación y la posible influencia que tendrán las actividades productivas sobre los mismos. Una vez identificados estos elementos, la información fue cargada en una matriz para calcular la sensibilidad ambiental. Para determinar la sensibilidad ambiental, los valores calculados en la matriz, se llevan a la tabla de clasificación del grado de sensibilidad (IAMIB, 1998 y CVG TECMIN, 1991). La metodología empleada para la realización del análisis de sensibilidad ambiental del área, se basa en el establecimiento de tres niveles de sensibilidad a los posibles impactos ambientales, desde un nivel poco sensible hasta un nivel muy sensible, refiriéndose a donde hay mayor vulnerabilidad de degradación del medio ambiente, y un nivel intermedio, definido moderadamente sensible. El criterio para ello fue la respuesta del elemento crítico frente al impacto de la actividad productiva de la cantera. El mapa de sensibilidad ambiental se elaboró teniendo en cuenta los resultados del análisis de los indicadores físicos de las diferentes variables, utilizados para caracterizar cada una de las unidades que fueron evaluadas de acuerdo a la clase de Sensibilidad Ambiental. Luego del análisis de todos elementos evaluados y, según los criterios específicos para establecer la sensibilidad ambiental de los mismos, se concluye que el área del sector es “poco sensible” para los posibles impactos que pueda producir el establecimiento de la cantera.

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

### Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail
<b>Acosta, Enrique</b>	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC <b>5.082.874</b>
	e-mail <b>Acosta.enrique176@gmail.com</b>
	e-mail
<b>Abud, Jorge</b>	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC <b>4.984.842</b>
	e-mail <b>jorgeabuds@yahoo.com</b>
	e-mail
<b>Ramos, Javier</b>	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC <b>14.145.647</b>
	e-mail <b>jdramos@udo.edu.ve.</b>
	e-mail
	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC
	e-mail
	e-mail

### Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
<b>2019</b>	<b>05</b>	<b>17</b>

Lenguaje Spa \_\_\_\_\_

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

### Archivo(s):

Nombre de archivo
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL PARA LA UBICACIÓN DE UNA CANTERA EN EL KM 35 AUTOPISTA CIUDAD BOLÍVAR-PUERTO ORDAZ PARA LA EXTRACCIÓN DE ARENA LAVADA Y ARENA DE MINA.

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

**Alcance:**

**Espacial:** \_\_\_\_\_

**Temporal:** \_\_\_\_\_

**Título o Grado asociado con el trabajo:**

Ingeniero geólogo

**Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-Grado**

Pregrado

**Área de Estudio:**

Ingeniero geólogo

**Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:**

Universidad de Oriente

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



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CU N° 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.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

*Juan A. Bolanos Curvelo*

**JUAN A. BOLANOS CURVELO**  
Secretario

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
SISTEMA DE BIBLIOTECA

RECIBIDO POR *Martinez*

FECHA 5/8/09 HORA 5:30

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

JABC/YGC/marija

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

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

---

**AUTOR**  
**Niurka Contreras**  
**C.I.:20.774.973**

---

**AUTOR**  
**Joselin Odreman**  
**C.I.:19.078.784**

---

**TUTOR**  
**Profesor Enrique Acosta**  
**C.I.:5.082.874**