

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



**ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO Y TEXTURAL CON FINES DE  
APROVECHAMIENTO AGROPECUARIO DE UN LOTE DE  
TERRENO EN EL FUNDO LA DOMINGA, ESTADO BOLÍVAR,  
VENEZUELA**

**TRABAJO FINAL DE  
GRADO PRESENTADO  
POR EL BACHILLER  
MORENO L., ZWANDERS  
J. PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE GEÓLOGO**

**CIUDAD BOLÍVAR, ENERO DE 2023**



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

**ACTA DE APROBACIÓN**

Este Trabajo de Grado, titulado: **“ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO Y TEXTURAL CON FINES DE APROVECHAMIENTO AGROPECUARIO DE UN LOTE DE TERRENO EN EL FUNDO LA DOMINGA, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA.”**, presentado por el bachiller, **MORENO LÓPEZ, ZWANDERS JOSÉ** de cédula de identidad No **25.694.035**; como requisito parcial para optar al título de **GEÓLOGO** ha sido **APROBADO** por el jurado integrado por los profesores de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente.

Nombre:

Firma:

Prof. Dafnis Echeverría D.

\_\_\_\_\_  
(Asesor)

Prof. Francisco Monteverde

\_\_\_\_\_  
(Jurado)

Prof. Beatriz Echeverría

\_\_\_\_\_  
(Jurado)

\_\_\_\_\_  
Prof. Rosario Rivadulla.  
Jefe de Dpto. de Geología.

\_\_\_\_\_  
Prof. Francisco Monteverde  
Director Escuela de Ciencias de la Tierra

En Ciudad Bolívar, a los \_\_\_\_\_ días del mes de Enero de 2023

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a:

Dios todopoderoso.

A mis padres.

A todos mis familiares

A mis amigos

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por jamás desampararme.

A mis padres, por apoyarme e impulsarme a culminar mi trabajo de grado.

Al Ingeniero Geólogo Dafnis Echeverría por asesorarme en la realización del trabajo de grado.

A todos mis profesores por su apoyo y colaboración en la realización de este documento.

A la Universidad de Oriente, por permitirme formar parte de la comunidad Udista y darme cobijo y conocimientos en sus aulas.

## RESUMEN

El objetivo general de la presente investigación persigue realizar un estudio geomorfológico y textural en un lote del fundo La Dominga ubicado en el municipio Angostura del Orinoco del estado Bolívar. Tal estudio obedece a la necesidad de disponer de información veraz que ilustre sobre las potencialidades agrológicas del predio desde el punto de vista antes mencionado. La presente investigación se justifica debido a la necesidad de incrementar la cantidad de lotes para desarrollos agrológicos que garanticen en cierta medida la producción de alimentos para los habitantes de Ciudad Bolívar. La zona de estudio está ubicada en el norte del estado Bolívar, aproximadamente a veintidós (22) kilómetros al este de Ciudad Bolívar a través de la autopista que une esa ciudad con Puerto Ordaz. El trabajo constó de una etapa de recolección de información cartográfica de la región emitida por el Instituto Geográfico de Venezuela “Simón Bolívar” (IGVSB). Asimismo, se recolectará información climatológica del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) e información sobre la biota de la zona. Durante la etapa de campo se realizaron todas las labores prácticas de recolección de muestras de suelos en las zonas presuntamente cultivables, mediciones de pH del suelo, mediciones de densidad aparente y de humedad del suelo. Durante la etapa de laboratorio se realizaron los ensayos para la caracterización textural de las muestras de suelos, tales como: análisis granulométricos y análisis morfoscópicos de las partículas. Finalmente, en la etapa de oficina se efectuó la construcción del mapa topográfico, a través del programa AUTOCAD Civil 3D, como base cartográfica donde posteriormente se representaron el resto de los parámetros texturales, físicos y químicos del suelo. Con la ayuda del programa Google Earth se realizó la construcción del perfil longitudinal del terreno para una mejor interpretación geomorfológica del lote. Entre los resultados relevantes se pueden citar los siguientes: el tipo de sedimento presente en las zonas potencialmente cultivables corresponde, a arenas de medias a finas y de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos corresponde a arenas mal gradadas (SP) con poco finos. De acuerdo a la distribución espacial de pH de los suelos se observó que estos se mantienen en un rango de 6.5 a 8 lo cual los califica como neutros. Asimismo, se percibe que la mayor humedad del suelo se concentra en las zonas con depresiones en aquellas ubicadas en la proximidad de las aguas superficiales (quebradas) y los menores valores de humedad se han medido en los suelos ubicados al norte y cercanos a las vías internas de tránsito vehicular y peatonal. Las características de densidad de los suelos y las condiciones climáticas permitieron determinar que los suelos con mayores densidades se encuentran en la periferia de la zona de laboreo agrícola, se infiere que esto se debe a que son zonas de regular tránsito y que han sido sometidas a menores condiciones de labranza. Finalmente, se puede concluir que las condiciones de drenaje, y texturales permite afirmar que los suelos son potencialmente cultivables.

# CONTENIDO

Página

<b>ACTA DE APROBACIÓN</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	v
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	xi
<b>LISTA DE APÉNDICES</b> .....	xii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I. SITUACIÓN A INVESTIGAR</b> .....	3
1.1 Planteamiento del problema .....	3
1.2 Objetivos de la investigación .....	8
1.2.1 Objetivo general.....	8
1.2.2 Objetivos específicos.....	8
1.3 Justificación de la investigación.....	9
1.4 Alcance de la investigación .....	9
<b>CAPÍTULO II. GENERALIDADES</b> .....	11
2.1 Ubicación y acceso del área de estudio .....	11
2.2 Accesibilidad a la zona de trabajo .....	11
2.3 Caracterización del medio físico-natural.....	13
2.3.1 Suelos del norte del estado Bolívar .....	13
2.3.2 Geomorfología regional.....	14
2.3.3 Fisiografía regional.....	15
2.3.4 Geología regional.....	15
2.3.5 Caracterización biótica .....	20
<b>CAPÍTULO III. BASES TEORICAS</b> .....	23
3.2 Bases teóricas .....	24
3.2.1 Sedimentos.....	24
3.2.2 Propiedades de los sedimentos .....	25
3.2.3 Distribución de los sedimentos. Granulometría.....	26
3.2.4 Morfoscopía de los sedimentos .....	27
3.2.5 Agentes geológicos que afectan a los sedimentos .....	27
3.2.6 Madurez textural y mineralógica de sedimentos .....	28

3.2.7	Correlación entre la pendiente y el tamaño de las partículas: .....	29
3.2.8	Concepto de suelo.....	30
3.2.9	Fertilidad del suelo .....	30
3.2.10	pH del suelo .....	31
3.2.11	Capacidad de intercambio catiónico (cic).....	32
3.2.12	Materia orgánica .....	33
3.2.13	Salinidad del suelo.....	34
3.2.14	Fósforo.....	35
3.2.15	Fertilidad física .....	36
3.2.16	La textura del suelo.....	36
3.2.17	Porosidad del suelo .....	37
3.2.18	Estructura del suelo.....	37
3.2.19	Densidad aparente.....	37
3.2.20	Diagnóstico de suelos .....	38
3.2.21	Sectores de referencia .....	39
3.2.22	Levantamiento de suelo .....	40
3.2.23	Los suelos y las partículas .....	40
3.2.23.1	Distribución granulométrica y escala granulométrica .....	40
3.2.23.2	Determinación del grado de redondez de las partículas sedimentarias .....	43
3.3	Bases legales.....	45
3.3.1	Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.....	46
3.3.2	Ley de Abonos y Demás agentes susceptibles de operar una acción beneficiosa en plantas, animales, suelos y aguas, (1964),.....	47
3.3.3	Ley Orgánica del Ambiente (2007) .....	48
3.3.4	Ley de Salud Agrícola Integral.....	49
3.3.5	Ley de Aguas .....	49
3.4	Definición de términos básicos .....	50
<b>CAPÍTULO IV. METODOLOGIA DE TRABAJO .....</b>		<b>53</b>
<b>METODOLOGÍA DE TRABAJO .....</b>		<b>53</b>
4.1	Tipo de investigación .....	53
4.2	Diseño de la investigación.....	53
4.3	Población y muestra de la investigación .....	54
4.3.1	Población de la investigación .....	54
4.3.2	Muestra de la investigación .....	55
4.4.1	Técnicas de investigación .....	56
4.4.2	Instrumentos de recolección de datos .....	57
4.5	Flujograma de la investigación.....	58
4.6	Procedimiento para el logro de los objetivos .....	59
4.6.1	Recopilación de la información .....	60
4.6.2	Caracterización geomorfológica del fundo La Dominga.....	60
4.6.3	Muestreo y análisis de suelos en el fundo La Dominga .....	61

4.6.2 Descripción de la hidrografía y drenajes .....	64
4.6.3 Construcción de mapa textural de los parámetros del suelo.....	65
4.6.4 Estimación del potencial de fertilidad del suelo.....	65
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>66</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>66</b>
5.1 Caracterización geomorfológica del área de estudio.....	66
5.1.1 Construcción de plano topográfico .....	66
5.2 Descripción de las características climatológicas en la zona de estudio .....	68
5.2.1 Precipitación .....	69
5.2.2 Evaporación .....	70
5.2.3 Temperatura del aire .....	71
5.2.4 Radiación solar media.....	72
5.2.5 Insolación media.....	73
5.2.6 Humedad relativa media.....	74
5.3 Caracterizar física y texturalmente los suelos del área de estudio .....	76
5.3.1 Distribución granulométrica de las muestras de suelos .....	77
5.3.2 Forma y esfericidad de las partículas de las muestras de suelos .....	80
5.3.3 Contenido de humedad de los suelos del área de laboreo agrícola.....	81
5.3.4 Densidad relativa de los suelos en el área de laboreo.....	82
5.3.5 Variación del potencial de hidrógeno (ph) de los suelos en el área de laboreo.....	84
5.4 Identificar las potenciales fuentes de aguas superficial disponibles .....	86
5.5 Identificar las potencialidades agrícolas de los suelos .....	88
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>90</b>
Conclusiones .....	90
Recomendaciones.....	91
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>92</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>95</b>

## LISTA DE FIGURAS

		Página
2.1	Ubicación relativa del área de estudio.....	12
2.2	Perímetro del fundo la Dominga.....	12
2.3	Fisiografía del área de estudio: topografía suavemente ondulada sustentando a una vegetación de sabana arbustiva.....	15
2.4	Complejo de Imataca en los alrededores del Cerro Bolívar (Mendoza, 2000).....	18
2.5	Vegetación típica del área de estudio: sabana con arbustales.....	21
3.1	Redondez y esfericidad de las partículas.....	45
4.1	Flujograma de la investigación.....	59
4.2	Ubicación de calicatas en la zona de labranza.....	62
4.3	Patrón sistemático de muestreo superficial.....	63
5.1	Distribución temporal de la precipitación media mensual (mm) FAV, 2021).....	69
5.2	Distribución temporal de la evaporación media mensual (mm) (FAV, 2021).....	71
5.3	Distribución temporal de la temperatura media mensual del aire (°C) (FAV, 2019).....	72
5.4	Distribución temporal de la radiación solar media mensual (MJ/m <sup>2</sup> ) (FAV, 2019).....	73
5.5	Distribución temporal de la insolación media mensual (horas) (FAV, 2021).....	74
5.6	Distribución temporal de la humedad relativa media mensual (%) (FAV, 2019).....	75
5.7	Calicatas practicadas en el área de laboreo agrícola mostrando horizontes.....	76
5.8	Curvas granulométricas de las muestras M1 a M6.....	77
5.9	ulométricas de las muestras M7 a M12.....	78
5.10	Curvas granulométricas de las muestras M13 a M16.....	79
5.11	Triángulo de clasificación textural (USDA, 1975).....	80
5.12	Mapa de distribución porcentual del contenido de humedad del suelo.....	82
5.13	Mapa de variación de densidad aparente del suelo.....	83
5.14	Mapa de variación de concentración de hidrogeniones (ph) del suelo..	85
5.15	Orilla de la quebrada adyacente al afloramiento.....	87
5.16	Cabeceras del manantial donde se inicia la uebrada.....	88
5.17	Río Guaimire relativamente cercano al área de studio.....	88

5.18 Vista del lote de estudio deforestado y al fondo la vegetación tipo  
bosque de galería entorno a la quebrada..... 89

## LISTA DE TABLAS

		Página
2.1	Coordenadas UTM del área en estudio.....	11
2.2	Especies de peces más comunes en el río Orinoco (CVG Tecmin, C.A., 2002).....	21
3.1	Valores promedio de pH.....	32
3.2	Clasificación de los niveles de calcio, magnesio y potasio.....	33
3.3	Niveles de sodio expresados en $\text{cmol/kg}^{-1}$ .....	33
3.4	Categoría de la materia orgánica (MOS).....	34
3.5	Criterios de evaluación de la salinidad del suelo.....	35
3.6	Niveles de fósforo en el suelo.....	36
3.7	Escala de Udden-Wentworth para clasificar las partículas de sedimentos clásticos según su tamaño (Modificado del Comité Lane, 1947).....	42
3.8	Escala Phi de Krumbein, 1947.....	42
3.9	Grados de redondez de las partículas sedimentarias (Russel y Taylor, 1937 ).....	43
5.1	Coordenadas UTM del lote del Fundo La Dominga.....	67
5.2	Distribución temporal de la precipitación total y media mensual (mm) durante el período climático 1994-2007 (Datos de la Estación Meteorológica FAV en el aeropuerto de Ciudad Bolívar, 2007.....	69
5.3	Distribución temporal de la evaporación total y media mensual (mm) (FAV, 2021).....	70
5.4	Distribución temporal de la temperatura media mensual del aire ( $^{\circ}\text{C}$ ) (FAV, 2019).....	72
5.5	Distribución temporal de la radiación solar media mensual ( $\text{MJ/m}^2$ ) (FAV, 2021).....	73
5.6	Distribución temporal de la insolación media mensual (horas) (FAV, 2019).....	74
5.7	Distribución temporal de la humedad relativa media mensual (%) (FAV, 2021).....	75
5.8	Resultado de los análisis de contenido de humedad de los suelos.....	82
5.9	Resultado de los análisis de densidad aparente de los suelos.....	83
5.10	Resultados de las mediciones de ph en el área de estudio.....	85

## LISTA DE APÉNDICES

<b>A</b>	<b>MAPAS TOPOGRÁFICO Y GEOLÓGICO.....</b>	<b>96</b>
	A.1 Mapa topográfico.....	97
	A.2 Mapa geológico.....	98
	A.3 Perfil longitudinal en dirección noreste – suroeste.....	99
<b>B</b>	<b>ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA POR.....</b>	<b>100</b>
	B.1 Análisis granulométrico de la muestra 1.....	101
	B.2 Análisis granulométrico de la muestra 2.....	101
	B.3 Análisis granulométrico de la muestra 3.....	102
	B.4 Análisis granulométrico de la muestra 4.....	102
	B.5 Análisis granulométrico de la muestra 5.....	103
	B.6 Análisis granulométrico de la muestra 6.....	103
	B.7 Análisis granulométrico de la muestra 7.....	104
	B.8 Análisis granulométrico de la muestra 8.....	104
	B.9 Análisis granulométrico de la muestra 9.....	105
	B.10 Análisis granulométrico de la muestra 10.....	105
	B.11 Análisis granulométrico de la muestra 11.....	106
	B.12 Análisis granulométrico de la muestra 12.....	106
	B.13 Análisis granulométrico de la muestra 13.....	107
	B.14 Análisis granulométrico de la muestra 14.....	107
	B.15 Análisis granulométrico de la muestra 15.....	108
	B.16 Análisis granulométrico de la muestra 16.....	108
<b>C</b>	<b>HISTOGRAMAS DE ANÁLISIS MORFOSCÓPICOS.....</b>	<b>109</b>
	C.1 Análisis de esfericidad y redondez promedio aproximado de las partículas para las muestras de superficie de la M1 a la M4.....	110
	C.2 Análisis de esfericidad y redondez promedio aproximado de las partículas para las muestras de superficie de la M5 a la M8.....	110
	C.3 Análisis de esfericidad y redondez promedio de las partículas para las muestras del horizonte B de las calicatas.....	111
	C.4 Análisis de esfericidad y redondez de las partículas para la muestra del lecho de la quebrada.....	111

## INTRODUCCIÓN

La región Guayana de Venezuela se caracteriza por la gran diversidad de sus recursos naturales, dentro de los cuales se destacan la presencia de minerales metálicos y no metálicos; sin embargo, también la región es conocida por su amplia diversidad así como también por la presencia de tierras que disponen de un gran potencial para el desarrollo agrológico.

Este conocimiento es sin embargo de carácter general puesto que se hace necesario realizar las caracterizaciones del clima, de los suelos, de los recursos hídricos presentes en cada zona para describir apropiadamente el potencial agrológico de los predios en estudio.

En el municipio Angostura del Orinoco, aproximadamente a veintidos (22) km al este de la población de Ciudad Bolívar, se encuentra el fundo La Dominga; es en esta ubicación donde se desarrollará la presente investigación, la cual tiene por objetivo general la de efectuar una caracterización geomorfológica y edafológica con el propósito de determinar el potencial agrológico que tienen estos predios. Obviamente, la motivación del presente estudio se encuentra en la necesidad de favorecer el incremento de producción de alimentos agrícolas en la parte norte de la región Guayana para potenciar el suministro de productos alimenticios a los habitantes de la población de Ciudad Bolívar.

Para desarrollar la presente investigación, metodológicamente se aplicará una investigación de nivel descriptivo la cual estará enmarcada en un diseño o estrategia de carácter documental y de campo. Fundamentalmente, el alcance de la investigación amerita realizar caracterización textural, física y química de los suelos, descripción de las condiciones climatológicas predominantes, identificación de las

fuentes de agua disponible en la zona para finalmente determinar la potencialidad agrológica del Fundo La Dominga.

Este documento se encuentra estructurado en cinco (5) capítulos:

En el primero se plantea la situación a investigar, objetivo general y objetivos específicos, justificación, alcances y limitaciones.

En el segundo capítulo se encuentran rasgos generales del área de estudio, su ubicación geográfica, geología regional, climatología regional e hidrografía de la zona.

El tercer capítulo muestra los antecedentes de estudio en la zona y fundamentos teóricos y prácticos que enriquecen el contenido de trabajo. Asimismo, se presentan las bases legales que apoyan la realización del estudio.

El cuarto capítulo trata sobre la metodología donde se describe el tipo de investigación, su diseño, la población y muestra de la investigación, el flujograma y el procedimiento para el logro de los objetivos.

En el quinto capítulo se presentan los resultados de la investigación y por último se muestran las conclusiones y recomendaciones relevantes de la investigación.

# **CAPÍTULO I.**

## **SITUACIÓN A INVESTIGAR**

### **1.1 Planteamiento del problema**

El suelo es un componente central de los recursos de tierras y la base del desarrollo agrícola y la sostenibilidad ecológica. El suelo es la base para obtener alimentos, piensos, combustible y producción de fibras y muchos servicios ecológicos vitales. El suelo es un sistema vivo complejo, dinámico y su idoneidad varía de un lugar a otro. El área de tierra productiva es limitada y se encuentra bajo una creciente presión por la intensificación y los usos que compiten por los cultivos agrícolas, bosques y pastos/pastizales, y para satisfacer las demandas de una creciente población de alimentos y producción de energía, extracción de materias primas, y demás.

Teniendo en cuenta las tendencias demográficas actuales y el crecimiento previsto de la población mundial (que superará las 9000 millones de personas en 2050), que se calcula que aumentarán la demanda de alimentos, piensos y fibras en un 60 por ciento para el 2050, la gestión sostenible de los suelos agrícolas del mundo y la intensificación de la producción sostenible se han convertido en un imperativo para la seguridad alimentaria mundial, pero estos objetivos no pueden lograrse plenamente a menos que los suelos se sitúen en un lugar prioritario en la agenda de desarrollo. Hay pocas posibilidades de expandir la superficie agrícola, excepto en algunas zonas de África y América del Sur. Gran parte de la tierra adicional disponible no es apta para la agricultura, y los costes ecológicos, sociales y económicos de convertirla en tierra productiva serán muy altos. Además, el 33 por ciento de la tierra está altamente degradada y otro 44 por ciento está ligeramente o moderadamente degradada debido a la erosión, la salinización, la compactación y la contaminación química de los suelos (FAO, 2021).

América Latina y el Caribe tienen las reservas de tierra cultivable más grandes del mundo. Cerca del 47% del suelo se encuentra aún cubierto por bosques, pero esta cifra se está reduciendo rápidamente producto de la expansión del territorio agrícola. Durante los últimos 50 años (1961 - 2011), la superficie agrícola en la región aumentó notablemente, pasando de 561 a 741 millones de hectáreas, con la mayor expansión en América del Sur: de 441 a 607 millones de hectáreas.

Sin embargo, la expansión de la producción ha ido, generalmente, de la mano del uso intensivo de insumos, degradación de suelos y aguas, reducción de la biodiversidad y deforestación, bajo una lógica orientada al mercado que no solamente pone en riesgo la calidad y disponibilidad de los recursos naturales, sino también los modos de vida de las personas, en particular de los más vulnerables (FAO, 2012).

En América Latina y el Caribe existen numerosas experiencias que integran producción y conservación de la biodiversidad, en particular, sistemas agroalimentarios indígenas y tradicionales de producción, agricultura familiar, conservación de la agro-biodiversidad, manejo de recursos compartidos y protección de los recursos naturales.

Para rescatar y divulgar buenas prácticas de conservación de suelos y aguas, la FAO forma parte de WOCAT, que proporciona alternativas para enfrentar este desafío. WOCAT (*World Overview Conservation Approaches and Technologies*) es una red global de información y expertos en conservación de suelos y aguas, que ha desarrollado una metodología de sistematización de prácticas y enfoques. Es un sistema en constante crecimiento que actualmente recoge veinticinco (25) prácticas/tecnologías y doce (12) enfoques de conservación de suelos y aguas de ocho países de la región, y muchas más de otros lugares del mundo. Con el fin de potenciar localmente el uso de esta metodología de sistematización, la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (RLC), ha propuesto una metodología de

sistematización basado en la metodología WOCAT para recoger información de prácticas y tecnologías de conservación de suelos y aguas para la adaptación al cambio climático, a través de la síntesis y revisión de cuestionarios y módulos originales, promoviendo el uso de herramientas digitales para estos ejercicios y disminuyendo el tiempo y recursos necesarios en el ejercicio de sistematización (FAO, 2012).

Para el año 2005, según el antiguo Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (hoy Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Agua), Venezuela contaba con apenas 2 % de su territorio de tierras sin limitaciones para el desarrollo agrícola, mientras que el 98 % presenta alguna limitación bien sea por relieve, baja fertilidad, mal drenaje y aridez o escasez de lluvia. Esta condición hace que la actividad agrícola, si no es llevada bajo preceptos de sostenibilidad, genere procesos de degradación que desmejoran significativamente la calidad de las tierras.

En este orden de ideas, en el país se han venido desarrollando, un conjunto de sistemas de producción, que responde a las condiciones de clima y suelos de las diferentes áreas productivas; la mayoría de ellos altamente dependientes del período lluvioso, predomina el monocultivo con poca diversidad genética, y con prácticas de manejo generalmente deficiente, a lo cual se atribuyen los indicios de degradación y contaminación de suelos y aguas y la vulnerabilidad debido a la homogeneidad de los materiales genéticos, destacan en ese sentido los cultivos anuales mecanizados (cereales y oleaginosas), desarrollados en zonas planas de mediana a alta fertilidad (Olivares, 2016) .

En Venezuela, las formaciones geológicas del estado Bolívar son sumamente variadas y complejas, con un potencial mineralógico caracterizado por la presencia de grandes yacimientos de hierro, manganeso, aluminio, oro, diamante y otros recursos

minerales que entran en la categoría de estratégicos, aun sin evaluar como el titanio, niobio, tantalio, tierras raras y elementos radioactivos.

Sin embargo, esta riqueza mineral que se encuentra en el estado Bolívar no siempre es el eje que moviliza los intereses de propios y extraños; en algunas oportunidades es el desarrollo vinculado a la supervivencia y a las necesidades primarias del hombre son las que motivan estudios como el que en este documento se pretende plantear. Entre estas necesidades básicas se encuentra la procura u obtención del agua y los alimentos requeridos para garantizar la vida.

Gran parte de los alimentos del hombre son de origen vegetal y deben ser cultivados, y para ello se requieren condiciones básicas para garantizar el éxito de los cultivos y futuras cosechas. En ese sentido, la tierra, los suelos y el agua son el sustentos básicos para el crecimiento y desarrollo exitoso de los cultivos y es por ello que son necesarios estudios de la geología para verificar que los suelos contengan los elementos y minerales vitales para el desarrollo de las plantas, la geomorfología y la geografía física que permitan conocer si las características climatológicas de la zona son favorables para los cultivos y productos del suelo demandados. Que exista (en superficie o en el subsuelo) la cantidad y calidad de agua que asegure el crecimiento de todas las plantas cultivadas. Adicionalmente, que el relieve del terreno favorezca el uso de sistemas de riego sustentables que no ameriten de costosas instalaciones de captación, de conducción del agua y su distribución final. Desde cada uno de estos puntos de vista que se concentran en la geología, geomorfología y la edafología tendremos la materia prima básica en cuanto a información se refiere que permita la toma de decisiones acertadas para la elección de cultivos y sistemas apropiados para las características de la zona.

Sin embargo, existe una carencia de información sobre los tópicos mencionados en las fuentes primarias, desconociendo así entre otros muchos parámetros, la

conformación y características mineralógicas de los suelos, el agua disponible, el clima predominante de la zona objeto de estudio y su correlación con los cultivos demandados. En ese orden de ideas, tales necesidades se perciben como motivaciones de la presente investigación.

A diferencia de muchas otras zonas del país que tienen una profunda historia agrícola y le han aportado miles y miles de toneladas de productos agrícolas a la población venezolana a lo largo de su vida productiva. Sin embargo, tales volúmenes de producción no son casuales, se deben al conocimiento de todos los parámetros antes mencionados que son requisito indispensable para el éxito de estos proyectos.

Así pues, son numerosos los parajes del norte del estado que no poseen la información necesaria o deseable para acometer con la adecuada certidumbre de éxito, la preparación del suelo, el cultivo y la cosecha de los productos reclamados por las comunidades.

En la ubicación geográfica específica que le sirve de anclaje a la presente investigación, conocida como finca La Dominga existen los vacíos de información que antes hemos mencionado. Pero esta situación puede irse revirtiendo a través de la ejecución de estudios integrales como los que aquí se están planteando.

Visto el planteamiento efectuado en este documento, cabe formularse las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las unidades geológicas presentes en el área de estudio?

¿Cómo son las condiciones climatológicas predominantes que se observan en el área de estudio?

¿Cuáles son las características físicas, químicas y texturales de los suelos presentes en la finca La Dominga?

¿Cuáles son las características geomorfológicas del lote de terreno que se dedicará a la producción agrícola?

¿Cuáles son las potencialidades agrológicas que posee el lote de terreno de la finca La Dominga en base a sus caracterizaciones de los suelos, clima, hidrografía, y geomorfología?

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Efectuar la caracterización geomorfológica y textural con fines de aprovechamiento agropecuario de un lote de terreno en el fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar, Venezuela.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Caracterizar geomorfológicamente el área de estudio
2. Determinar las características climatológicas imperantes en la zona de estudio.
3. Caracterizar física y texturalmente los suelos que integran el área de estudio,
4. Identificar las potenciales fuentes de aguas superficial disponibles
5. Cualificar las potencialidades agrícolas de los suelos

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

El suelo es un cuerpo natural, distribuido como un continuo en el paisaje con variaciones determinadas por las condiciones lito-climáticas del sitio, el drenaje, la historia geomorfológica y el uso de la tierra; por ende, los suelos no son uniformes, sino más bien presentan una gran variación en el paisaje (Cotler et al, 2007). Este es precisamente el caso del fundo La Dominga donde sus parajes cuentan de laboreo agrícola, de bosques de galería a la orilla de las fuentes superficiales fluviales, del contacto discordante con rocas del complejo Imataca, de lomeríos de muy suave pendiente; sin embargo, sobre toda esa diversidad geomorfológica suprayace una inmensa necesidad de los grupos humanos y del desarrollo de estas tierras para su desarrollo agrícola.

En vista de ello, consideramos imprescindible aprovechar las oportunidades de desarrollo agrícola que ofrece la naturaleza en el fundo La Dominga donde no se ha realizado estudios de la fertilidad del suelo, por lo cual se desconoce su potencial agrícola, pecuario y forestal, tomando en cuenta que todos los suelos no poseen las mismas características, es la razón principal por la cual la presente investigación plantea realizar un diagnóstico de la fertilidad del suelo en el área de investigación.

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

El propósito de esta investigación es evaluar si las características geológicas (litoestratigrafía), geomorfológicas (relieve e hidrografía) y texturales del lote de terrenos de la finca La Dominga son compatibles con actividades de desarrollo agrícola y/o pecuario de la zona. Para ello se hace vital además realizar los estudios necesarios para realizar la caracterización física, química, textural y morfooscópica de los suelos (transportados o residuales) presentes en el área de estudio.

La información antes mencionada, aunada a la caracterización climatológica y a la potencial capacidad de producción de agua de la zona, permitirán determinar las posibilidades reales de efectuar desarrollos de carácter agropecuarios en este lote de la finca La Dominga.

Finalmente, basados en las potencialidades agropecuarias de la zona de estudio y considerando los requerimientos o demanda de productos agrícolas de la zona se podría, a partir de la información arrojada por esta investigación, formular un proyecto de características agroindustriales realmente sustentable. 1.5 Limitaciones de la investigación

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

Durante la ejecución de la presente investigación no se detectaron obstáculos o inconvenientes significativos que pudiesen de alguna manera interferir con el logro de los objetivos planteados.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación y acceso del área de estudio

La zona de desarrollo de las actividades de campo de la pasantía, se encuentra ubicada aproximadamente a 22 km al este de Ciudad Bolívar, municipio Angostura del Orinoco, en el fundo La Dominga.

#### 2.2 Accesibilidad a la zona de trabajo

El acceso a la zona de estudio es posible efectuarlo por tierra utilizando las carreteras asfaltadas que unen los centros poblados de Ciudad Bolívar – Ciudad Guayana. El desplazamiento dentro de la zona se realiza en carreteras de tierra y/o trillas, con ayuda de autos rústicos; por caminos penetrables que permiten observar los accidentes del relieve, la flora, fauna y los aspectos relevantes de la geología local.

Tabla 2.1 Coordenadas UTM del área en estudio.

<b>Coordenadas UTM</b> <b>(huso 20, elipsoide WGS-84)</b>		
<b>Punto</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>
Vértice Norte	461710	902487
Vértice Sur	461018	901597
Vértice Este	462006	902115
Vértice Oeste	460983	902049

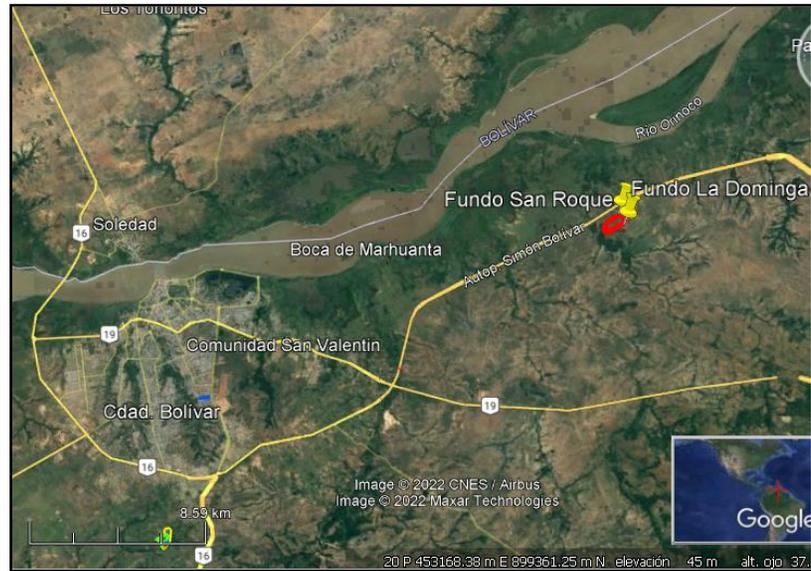


Figura 2.1 Ubicación relativa del área de estudio.

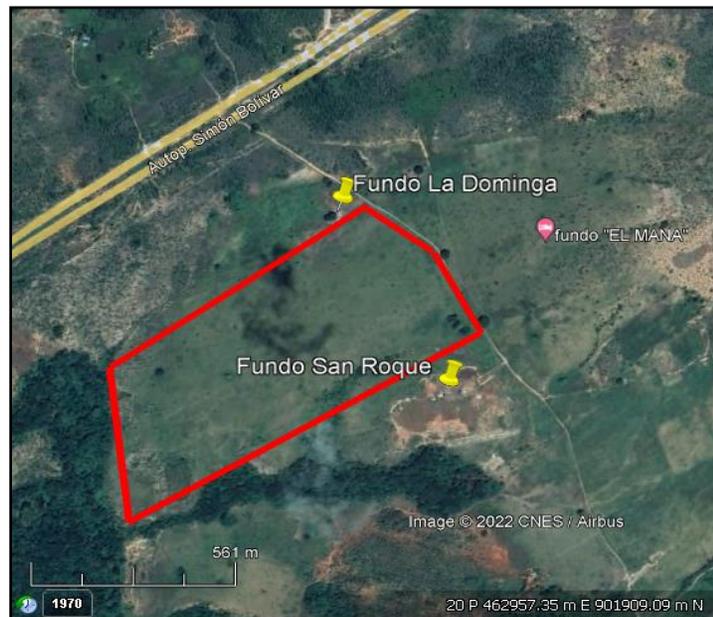


Figura 2.2 Perímetro del fundo la Dominga

## **2.3 Caracterización del medio físico-natural**

### **2.3.1 Suelos del norte del estado Bolívar**

Los suelos predominantes en esta región del estado Bolívar están clasificados en los órdenes Ultisoles, Entisoles; y en menor proporción se encuentran Alfisoles e Inceptisoles, según estudios realizados en esa área por C.V.G. Tecmin, (1991). Los Ultisoles son muy evolucionados y se caracterizan por la presencia de un horizonte Argílico o un Kándico, y por poseer arcillas de baja actividad como caolinita y sesquióxidos de hierro y aluminio. Se han desarrollado a partir de rocas pertenecientes a las Provincias Geológicas Pastora e Imataca; así como a partir de sedimentos aluviales; se encuentran en bioclimas tropófilo y ombrófilo macrotérmico; y en paisajes tipo montaña, lomerío, peniplanicie y planicie. Son moderadamente profundos a profundos; con fuerte desarrollo estructural; de textura ligera a pesada, mezclada con proporciones variables de fragmentos de rocas. En general son muy ácidos a extremadamente ácidos (Ph H<sub>2</sub>O 1:1, 3.5-5); con baja a muy baja capacidad de intercambio catiónico (suelo); y muy baja saturación con bases (5%- 13%).

Estos suelos fueron agrupados en cuatro subórdenes, de acuerdo con la taxonomía de suelos (*Soil Survey Staw* 1990) en C.V.G. Tecmin, (1991), debido a que ocurren en diversos ambientes biodimáticos de la cuenca; y a que presentan diferencias en sus características físicas y químicas. Específicamente se encuentran los subórdenes Ustults, Udults, Humults y Aquults. Los Ustults y Udults se localizan en bioclimas tropófilo macrotérmico y ombrófilo macrotérmico, respectivamente. Pueden ocurrir en cualquier tipo de paisaje. Los Humults se encuentran en bioclimas ombrófilo macrotérmico, pero no son reportados en las planicies. Los Aquults están asociados a las planicies y los relieves de vegas, independientemente del bioclima, (C.V.G. Tecmin, 1991).

Los Entisoles están espacialmente asociados a los Ultisoles, sin embargo, no presentan evidencias de evolución pedogenética. Lo cual puede deberse, por una parte, a que ocupan áreas de altas pendientes, sometidas a fuertes procesos erosivos que han interrumpido su proceso evolutivo. En las planicies han evolucionado a partir de sedimentos aluviales con altos a muy altos contenidos de arena y muy poca arcilla.

Ésta ha sido translocada hacia las partes más profundas, resultando perfiles con predominio de texturas arenosas, sin desarrollo pedogenético. Son superficiales a profundos; de textura ligera a media, mezcladas con proporciones diferentes de fragmentos de roca.

### **2.3.2 Geomorfología regional**

El estudio geomorfológico de un área cualquiera no se limita solamente a la descripción de sus formas de relieve, sino que trata de establecer su origen y evolución; así como también los procesos geomorfológicos que cambian el relieve, teniendo siempre en cuenta una finalidad práctica en vista de la gran influencia que tiene el relieve en la actividad humana.

Las formas de relieve son la resultante de la interacción entre los materiales de la corteza terrestre, su dinámica interna y los procesos externos relacionados principalmente con la acción del clima y agua de escorrentía. De allí que un análisis geomorfológico cualquiera debe partir siempre del conocimiento de la geología del área.

El área de estudio, está enmarcada dentro la Provincia Geológica de Imataca y desde el punto de vista geomorfológico se encuentra representada por un conjunto de peniplanicies y lomas suaves. Constituidas por una serie de plutones o afloramientos

graníticos que tienen una altura promediada entre los 5 ó 30 m.s.n.m.; cuya litología está representada por las rocas ígneo- metamórficas de la zona, (Figura 2.11).



Figura 2.3 Fisiografía del área de estudio: topografía suavemente ondulada sustentando a una vegetación de sabana arbustiva.

### **2.3.3 Fisiografía regional**

El relieve predominante en el área es moderado, con pequeñas ondulaciones y colinas bajas sin mucha relevancia de accidentes fisiográficos.

Las pendientes promedios naturales del terreno están en el orden del 5 a 10%, lo que permite clasificarlas como pendientes suaves.

### **2.3.4 Geología regional**

:

El Escudo de Guayana se extiende al Sur del río Orinoco y ocupa algo más del 50% de la superficie de Venezuela. El Escudo de Guayana en Venezuela se compone de las siguientes cuatro provincias geológicas:

- a) Provincia Geológica de Imataca,
- b) Provincia Geológica de Pastora,
- c) Provincia Geológica de Cuchivero, y
- d) Provincia Geológica de Roraima, Menéndez, (1968) en Mendoza, (2000).

Provincia Geológica de Imataca: según Mendoza, (2000) la Provincia Geológica de Imataca se extiende en dirección SO – NE desde el río Caura hasta el Delta del Orinoco por unos 550 kilómetros y en dirección NO - SE aflora desde el curso del río Orinoco hasta la Falla de Gurí por unos 80 kilómetros de ancho, Newhouse y Zuloaga, (1929) en Mendoza, (2000), describieron que la Sierra de Imataca, como unidad de formación de hierro expuesta, es denominada Serie Imataca, pero Bellizzia y Martín Bellizzia, (1956) en Mendoza, (2000), redefinieron la Serie para incluir a toda la secuencia de rocas metamórficas de alto grado que incluyen los horizontes ferríferos. Kalliokoski, (1965) en Mendoza, (2000), realizó un estudio geológico regional de la parte Norte central del Escudo de Guayana. Esta Provincia se caracteriza por presentar rocas metasedimentarias, gneises graníticos, granulitas félsicas y máficas.

Dentro de las rocas de la Provincia de Imataca se encuentran las unidades estratigráficas del Complejo de Imataca, la Migmatita de La Ceiba, Granito de La Encrucijada, la Monzonita cuarcífera del cerro Guanacipana y otros cuerpos dioríticos, González de Juana et al, (1980) en Mendoza, (2000).

El Complejo de Imataca: el Complejo de Imataca desde el punto de vista de su composición física está constituido por rocas silíceas de naturaleza calco – alcalinas, con algunos episodios de máficos y asociaciones menores de sedimentarias e itabiritas o formaciones de hierro, específicamente cerca al cerro Bolívar, lo que determina la composición de los elementos mayoritarios y trazas de las granulitas, gneises graníticos y anfibolitas, son rocas representativas de la secuencia original.

Según González de Juana et al., (1980) en Mendoza, (2000), esta provincia es formada por una secuencia sedimentaria, que luego fue plegada y metamorfozada hasta la facies de la granulita y alterado por eventos tecto – termales, acompañados de reactivación de rocas graníticas antiguas y algunas intrusiones ácidas posteriores.

La litología característica del Complejo de Imataca son gneises félsicos y máficos intercalados con capas de cuarcitas ferruginosas, granulitas y cuerpos delgados interestratificados de rocas graníticas, originalmente sedimentarias, en la actualidad intensamente metamorfozadas estructuralmente compleja, perteneciente al Precámbrico. Según José Nancy Perfetti Baptista et al, (1972) en Mendoza, (2000), el Complejo Guayanés se caracteriza por presencia de gneises feldespáticos y máficos, cuarcitas ferruginosas, granulitas, charnockita, diques de diabasa, sill y algunos cuerpos graníticos intrusivos con presencia de migmatitas. El Complejo de Imataca está propiamente caracterizado por la presencia de una serie horizontes ferríferos, interestratificados con gneises cuarzo – feldespáticos y anfibolita piroxénicas afectadas, a su vez, por intrusiones de rocas graníticas y diques basálticos.

Ascanio, (1971) en Mendoza, (2000) considera que el Complejo Imataca al, Sur del río Orinoco, en la zona comprendida entre los ríos Aro y Caroní, está formado por siete conjuntos, por lo menos, de rocas cuarzo feldespáticas, dentro de las cuales se intercalan secuencias de formaciones hierro, anfibolitas y gneises granodioríticos blancos. El autor divide estos conjuntos de rocas en siete (7) fajas separadas por corrimientos de ángulo bajo, (Figura 2.1).

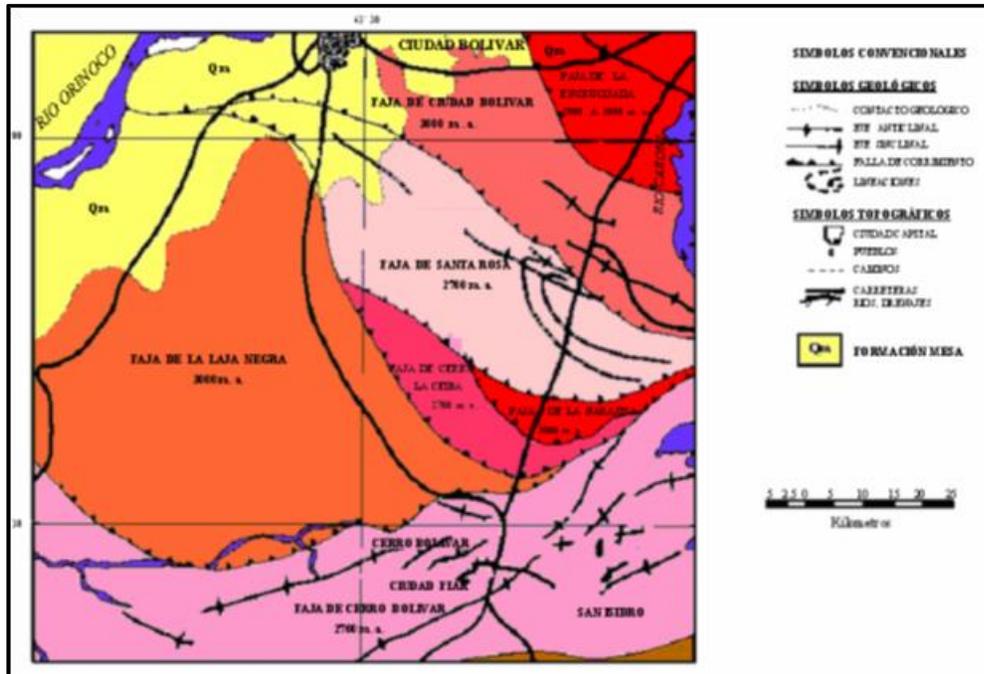


Figura 2.4 Complejo de Imataca en los alrededores del Cerro Bolívar (Mendoza, 2000).

Las fajas son: Faja de La Encrucijada, conformada principalmente por gneises piroxénicos monzogranitos de colores verdes, grises y rosados, con textura de grano medio grueso, se presentan bandeados, a veces granulares y en ocasiones porfídicos dentro de los cuales se han emplazado sienitas cuarcíferas y los granitos de La Encrucijada.

Faja de Ciudad Bolívar, constituida por gneises cuarzo – feldespáticos de grano grueso, generalmente granatíferos, intercalados con esquistos y anfibolita. Contiene formaciones de hierro de grano medio, entre los cuales el de mayor importancia es el Cerro María Luisa. Las estructuras presentan un rumbo general N 60° W. Al Norte del Cerro María Luisa y hacia el Sur de la Serranía, María Luisa presenta el desarrollo de gneises monzograníticos, sienograníticos y granodioríticos con textura de grano grueso, de color rosado dentro de los cuales se observa la presencia de restos de gneises anfibolíticos. De esto se deduce, que ocurrió un proceso de cuarzo

feldespatización que avanzó reemplazando la plagioclasa por microclina formando vetas de cuarzo en el contacto de los gneises con las anfibolitas.

Faja de Santa Rosa, reposa sobrecolgada sobre la Faja de Ciudad Bolívar y debajo de las Fajas de la Naranjita, La Ceiba y Laja Negra. La Faja de Santa Rosa se encuentra representada litológicamente por gneises cuarzo – feldespático – biotítico, grises, bandeados e intercalados con anfibolitas y capas delgadas de “formación de hierro” y cuarcitas blancas. El rumbo general de la faja es N 60° W.

Faja de la Naranjita, esta faja constituye un codo estructural del Complejo Imataca. Al Este del sitio denominado Naranjita, las estructuras presentan una dirección Noreste, mientras que al Oeste toman un rumbo preferencial Norte. La Faja está representada por una litología que consiste básicamente en afloramientos de gneises de grano grueso, en ocasiones bien bandeados, intercalados con anfibolitas y con lentes delgadas de formación de hierro. Un detalle característico de esta faja, es la presencia de estructuras de doble declive.

Faja Cerro La Ceiba, aflora desde el Kilómetro 18 al Oeste del Cerro la Ceiba hasta el Tocomá, al pie del Cerro Toribio. La Faja presenta una forma lenticular con anchura de aproximadamente de 10 Km. y está conformada litológicamente por gneises cuarzo-monzograníticos de color rosado, con textura de grano grueso contorsionados con pegmatitas paralelas al bandeamiento. El conjunto litológico es bastante uniforme que, al sufrir los efectos de los agentes del intemperismo, se erosiona produciendo formas topográficas cóncavas, redondas desnudas. Las estructuras presentan un rumbo general N45°W.

Faja Laja Negra, esta faja se presenta cruzada por la carretera Ciudad Piar – Ciudad Bolívar, desde el puente sobre el río Yaunó hasta el puente sobre el río Orocopiche. Litológicamente está constituida básicamente por gneises cuarzo

feldespáticos – biotítico, contorsionados, de grano grueso, con vetas delgadas de pegmatitas que en ocasiones se cortan; la foliación, sin embargo, en la mayoría de los casos es paralela a ésta.

Faja Cerro Bolívar, en esta se observa afloramiento desde la Falla de Gurí al río Carapo, su composición litológica está definida por gneises cuarzo – feldespático de colores grises y rosados, formaciones bandeadas de hierro de poco espesor, las cuales afloran en los núcleos de los anticlinales. Las formaciones hierro de grano fino, las cuales se encuentran alojadas en la parte superior de los geosinclinales, llegan a alcanzar hasta los 200 m, de espesor.

### **2.3.5 Caracterización biótica**

#### **2.3.5.1 Fauna**

La fauna silvestre del estado Bolívar, tiene una gran variedad de especies características de los territorios del Sur del río Orinoco, llegándose a reportar hasta 212 especies de mamíferos pertenecientes a 31 familias, de las cuales 37 especies presentan un interés económico y cinegenético, según la lista oficial de los animales de caza del MPPP el Ecosocialismo y Aguas. Esta zona posee aproximadamente 1.108 especies de aves de este total 41 presentan un interés económico y cinegenético. De la misma forma se reportan 133 especies de reptiles repartidos en 18 familias y existen algunos lugares en los cuales posiblemente se alberguen especies endémicas (CVG Tecmin, C.A., 2002).

La ictiofauna del río Orinoco se estima en alrededor de 500 especies de peces, la mayoría de ellas realizan movimientos migratorios para diversos fines, tales como reproducción, dispersión o alimentación. La Tabla 2.2 muestra algunas variedades de peces del río Orinoco (CVG Tecmin, C.A., 2002)

Tabla 2.2 Especies de peces más comunes en el río Orinoco (CVG Tecmin, C.A., 2002).

Bagre Dorado	Coporo	Sardinata	Bagre Paisano	Curvinata	Palambra
Bagre Rayado	Guabina	Palometa	Blanquilla	Guaraguara	Pavón
Cachama	Guitarilla	Pijotero	Caribe	Morocoto	Zapoara

### 2.3.5.2 Vegetación de la zona de estudio

La vegetación característica de la zona de estudio donde afloran los plutones graníticos, es correspondiente al bioclima de bosque seco tropical (bosques bajos), según Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera C.A. (C.V.G. Tecmin.), (1991), constituida por arbustos del tipo: Chaparro, Manteco, Alcornoque, etc. y gramíneas como, la paja saeta y paja peluda; las cuales son poco densas, (Figura 2.8).



Figura 2.5 Vegetación típica del área de estudio: sabana con arbustales.

Además en el área de estudio se distinguen dos (2) tipos de vegetaciones distintas como lo son:

a. Tipo herbácea de sabana: tiene una cobertura variable con una altura promedio entre quince (15) y ochenta (80) centímetros, formada principalmente por

gramíneas y Cyperáceas. Entre ellas están las gramíneas del género *Trachypogon* (paja saeta), *Bulbostylis conífera*, *B. Juncifornes*, *B. Capillarias*, *Andropogon augustus* (pasto sabanero) y del género *Axonopus purpusi* (paja peluda). Esta formación abarca aproximadamente el 20% por ciento del área de estudio, con un porcentaje de cobertura del suelo del 60%.

b. Tipo arbustivo de sabana tropical: distribuidas de manera dispersa. Entre ellas se consideran las siguientes especies.

Los Morichales son formaciones de vegetación especial, caracterizada por la presencia de la palma de moriche (*Maurita flexuosa*), creciendo en algunos casos como individuos aislados y en otros formando una masa de árboles compacto junto a otras especies.

Existen en suelos saturados permanentemente asociados a un canal de drenaje. El bosque de galería se encuentra formando una asociación edáfica, siempre verde, monoestratificadas, creciendo a orillas del curso del agua (márgenes y área de influencia freática), con sus raíces en la zona de saturación de humedad o cerca de ella. Estructuralmente se caracteriza por ser de baja a mediana altura y de mediana a densa cobertura.

Gran parte de la región en estudio está constituida por peniplanicies y lomeríos altos. La zona con lomeríos la representan grandes afloramientos de rocas graníticas migmatíticas desprovistas en su mayoría de vegetación, observándose solamente en algunas localidades, pequeños árboles representados por chaparros, alcornocos y gramíneas. El relieve de peniplanicie es el de mayor cobertura y representa grandes y masivas extensiones.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Antecedentes o estudios previos**

Algunos esfuerzos se han realizado hasta la fecha para incrementar el conocimiento técnico y metodológico sobre la temática de esta investigación, entre los cuales debemos mencionar los siguientes trabajos:

López y Zamora (2016), elaboraron la investigación titulada **“DIAGNÓSTICO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN EL ÁREA DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE LA ESPAM- MFL”** cuyo objetivo era diagnosticar la fertilidad del suelo del área de investigación, innovación y desarrollo de la ESPAM-M.F.L. Este estudio servirá de valioso aporte metodológico a la investigación que se desarrolla en este documento principalmente en aquellos aspectos vinculados a los parámetros que deben ser evaluados en el suelo para conocer su fertilidad.

Uzcátegui, Y. (2015), preparó su trabajo de grado en la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” titulado **“CONSIDERACIONES SOBRE EL MARCO LEGAL PARA EL USO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN VENEZUELA”**, cuyo objetivo era analizar el marco legal para el uso de biofertilizantes en Venezuela para lo cual se realiza una descripción de la normativa vigente para ese momento en la cual se reconoce el uso de los biofertilizantes. Asimismo, en ese trabajo se determinan los mecanismos procesales que permiten reconocer a los biofertilizantes y su importancia en las áreas agrícola y ambiental. Esta investigación coadyuvó a concretar el marco legal vigente que aplica para el desarrollo de la presente investigación.

Nacci Sulbarán, S. (2010). realizó su Tesis Doctoral en la Universitat de Lleida intitulado “**IMPACTO DEL CAMBIO EN EL MANEJO E TIERRAS CON VIÑA DE SECANO DEL ÁREA MEDITERRÁNEA SOBRE LA SUPLENCIA DE HUMEDAD AL CULTIVO Y SOBRE LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN DEL SUELO: CASO DE LA COMARCA DE ANOIA, CATALUÑA, ESPAÑA**”, cuyo objetivo principal consistía en evaluar en la zona vitícola del Anoia el impacto de los cambios introducidos, en el manejo del suelo y en el sistema de producción, sobre la suplencia de humedad al cultivo de la vid y sobre los procesos de degradación del suelo. En ese estudio se hace una caracterización de la dinámica de las propiedades físicas en perfiles de suelo que han sufrido en diferentes grados los procesos de adecuación de tierras para el cultivo mecanizado de viña. Asimismo, se realiza en ese estudio una identificación de los procesos de degradación de tierras en la zona y su relación con los cambios introducidos, en el manejo del suelo y en el sistema de producción de la vid.

Esta investigación será de un aporte valioso en cuanto a la metodología técnica para caracterizar si los suelos de la finca La Dominga han sufrido degradación de tierras durante los intermitentes procesos de uso que ha sufrido durante los últimos 50 años.

## **3.2 Bases teóricas**

### **3.2.1 Sedimentos**

Los sedimentos son materiales derivados de rocas preexistentes debido a los procesos de meteorización (físicos o químicos), y que pueden ser transportados por cualquier medio, ya sea hielo, agua o viento, bajo condiciones normales en la superficie terrestre. Tarbuck, E, et al. (2005).

### **3.2.2 Propiedades de los sedimentos**

Las propiedades más importantes de los sedimentos son:

#### **3.2.2.1 Tamaño**

La propiedad más importante de un sedimento es su tamaño, por la cual, es la propiedad que los caracteriza. Los tamices clasifican las partículas en base a su dimensión del área de la sección menor. La escala más usada para describir el tamaño de las partículas es la escala de Udden-Wentworth. (UDO, 2001).

#### **3.2.2.2 Forma**

Es la relación que existe a, b y c; es decir entre los tres ejes de la partícula. Donde a es el largo, b la anchura y c el espesor.

La propuesta por Zingg (1935), utiliza las relaciones axiales de las partículas. Es en base a la relación entre los ejes (a, b y c) del clasto (ploteando:  $b/a$  y  $c/b$ ). (Zingg. 1935).

#### **3.2.2.3 Esfericidad**

Es la medida del grado al que se aproxima una partícula a la forma de una esfera. Definiendo el comportamiento dinámico de la partícula Sneed y Folk propusieron, una medición de la esfericidad por medio de la esfericidad efectiva de sedimentación, el cual consiste en la relación entre la sección transversal de la esfera de igual volumen que la partícula dividida por su área proyectada máxima (UDO, 2001).

#### **3.2.2.4 Redondez**

Es el grado de curvatura que presentan las aristas de la partícula. Depende del tamaño y la resistencia mecánica de los granos y en general, aumenta con el transporte. (UDO, 2001).

#### **3.2.2.5 Fábrica**

La fábrica es la propiedad que se relaciona con la orientación o la falta de ella de los elementos que componen una roca. La determinación de la fábrica se hace a partir orientación espacial de ejes de los individuos. (UDO, 2001).

#### **3.2.2.6 Empaque**

El empaque consiste en la disposición y el arreglo de las unidades solidas en que cada componente se sujeta, y se mantiene en su lugar dentro del campo gravitacional de la tierra por el contacto tangencial con sus vecinos. (UDO, 2001).

### **3.2.3 Distribución de los sedimentos. Granulometría**

Perry y Green. (2001) citado en González, J. (2016) define la distribución de tamaño de partículas como el porcentaje relativo de los granos de cada una de las distintas fracciones de tamaños representadas en una muestra.

El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en por ciento de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Para el conocimiento de la distribución granulométrica de un determinado suelo existentes diferentes procedimientos. Para clasificar por tamaños las partículas gruesas el procedimiento más expedito es el tamizado. Sin embargo al aumentar la finura de los

granos el tamizado se hace cada vez más difícil, teniendo entonces que recurrir a procedimientos por sedimentación. Conocida la composición granulométrica del material, se le representa gráficamente para formar la llamada curva granulométrica. (Crespo, C. 1969).

### **3.2.4 Morfoscopía de los sedimentos**

Algunos autores se han inclinado por el significado de las marcas existentes en la superficie de los sedimentos, principalmente los de cuarzo.

El estudio de estas superficies es un análisis visual que se denomina “Morfoscopía”, el cual se realiza mediante la visualización de las partículas a través de una lupa o microscopio para clasificarlas según su forma (redondez, esfericidad) de acuerdo a propuestas de diversos autores.

La observación atenta de los sedimentos permite deducir si se encuentran o no lejos de la fuente sedimentaria, cuáles fueron los agentes y mecanismos de transporte a los que fueron sometidos.

Obtenida la clasificación se realiza un histograma de distribución de sedimentos, apoyada de la granulometría. (UDO. 2004).

### **3.2.5 Agentes geológicos que afectan a los sedimentos**

Un sedimento, es un material sueldo compuesto por agregados minerales que han sido desprendido de una roca ígnea, metamórfica e incluso sedimentaria llamada roca madre, por procesos de meteorización y erosión y que luego por agentes de transportes como lo son el agua, viento, flujo de masas, son arrastrados y movidos, cuando estos agentes de transporte ya no pueden con la carga que llevan debido a que

ha disminuido su energía ocurre la depositación y que generalmente ocurre en zonas deprimidas llamadas cuencas sedimentarias.

Un sedimento puede permanecer estable es decir sin movimiento por millones de años hasta consolidarse en roca mediante procesos de sedimentación que lo son la diagénesis (disminución de la porosidad y aumento de compactación), y la litificación (cementación, consolidación y desecación y recristalización)

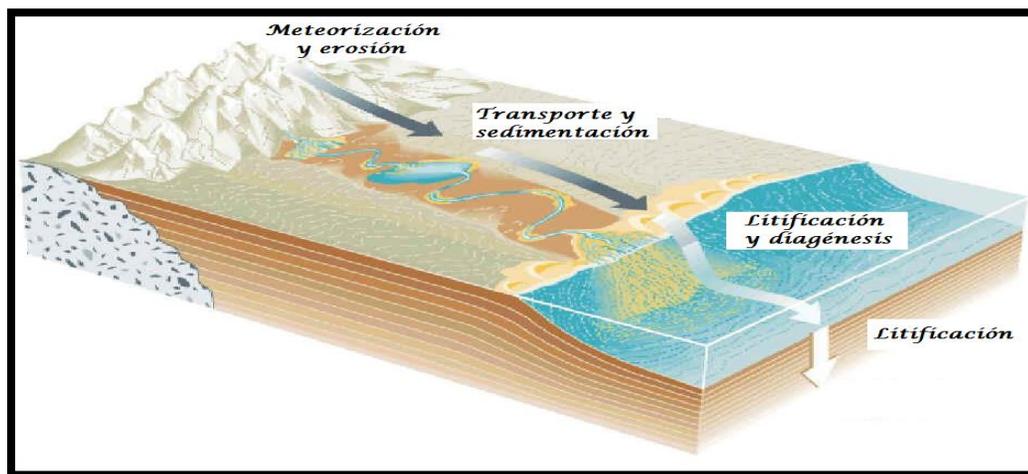


Figura 1 Agentes geológicos que afectan a un sedimento.

### 3.2.6 Madurez textural y mineralógica de sedimentos

Barredo, S. (1999) afirma que desde la meteorización hasta la depositación final de un sedimento puede observarse que no todos los minerales se comportan de igual manera ante la destrucción química ya que algunos se mantienen inalterados mientras que otros no. Debido a ello durante el proceso de sedimentación la composición mineralógica original evoluciona hacia un producto final estable. Se pudo determinar que en general el orden de estabilidad de los minerales es inverso a la serie de Bowen, así el olivino se altera más fácilmente que la mica y que el cuarzo que es un mineral muy resistente. La composición de la fracción clástica refleja entonces el grado de

destrucción sufrido por la roca ya que estará constituida solo por aquellos minerales más estables.

La importancia mineralógica radica en que la composición de la fracción clástica de un sedimento o una roca sedimentaria no depende solamente de la composición de la roca original sino también de la intensidad y el tiempo con que actuaron los procesos destructivos durante la sedimentación. (Barredo, S. 1999).

La textura, principalmente la redondez, evoluciona durante la sedimentación, se dice que son texturalmente maduros los clastos que estén bien redondeados. Generalmente, los sedimentos con alto índice de madurez mineralógico, son también texturalmente maduros. (Barredo, S. 1999).

### **3.2.7 Correlación entre la pendiente y el tamaño de las partículas:**

En la mayoría de los casos, la pendiente natural del río disminuye gradualmente desde la fuente a la desembocadura, y puesto que lo mismo ocurre, en diferente grado, con el tamaño de las partículas del terreno arrastradas por la corriente, lo que constituye la formación natural de su cauce erosivo, se ha intentado establecer una relación entre los dos (2) fenómenos. Así, se pensó puesto que las pendientes más acentuadas correspondían a mayores velocidades, las partículas más grandes serían las arrastradas por una corriente de escorrentía o en su sección superior, y al ir disminuyendo la pendiente, también disminuirá la velocidad. Las partículas de mayor tamaño son gradualmente depositadas, y reemplazadas por partículas de mayor finura, característicos de las partes inferiores de un cause (Leliavskky S. 1964)

### **3.2.8 Concepto de suelo**

El suelo es un componente esencial del ambiente en el que se desarrolla la vida; es vulnerable, de difícil y larga recuperación (tarda desde miles a cientos de miles de años en formarse) y de extensión limitada, por lo que se considera un recurso natural no renovable (Silva y Correa, 2009).

El suelo es el fundamento de los ecosistemas terrestres, sustento no solamente de las coberturas vegetales que hacen posible la vida sobre el planeta, sino base fundamental de la producción de alimentos en el mundo (Villarreal et al., 2012).

### **3.2.9 Fertilidad del suelo**

La fertilidad del suelo se define como su estado en relación a la capacidad que posee de suministrar elementos esenciales para el crecimiento de las plantas, sin presentar concentraciones tóxicas de ningún elemento. Tanto las necesidades de elementos esenciales como la tolerancia a elementos tóxicos varían con el tipo de planta, por lo que el nivel de fertilidad no puede expresarse solamente en relación al suelo, sino que debe referirse también al cultivo. Es decir, suelos aparentemente infértiles para un determinado cultivo puede resultar muy productivo cuando se cultiva otro tipo de plantas (Ansorena, 2005).

La fertilidad del suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas (capacidad de brindar condiciones estructurales adecuadas para el sostén y crecimiento de los cultivos), químicas (capacidad para suministrar los nutrientes apropiados, en cantidades adecuadas y balanceadas) y biológicas (vinculado con los procesos biológicos del suelo, relacionados con sus organismos) del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Solís, 2011).

### 3.2.10 pH del suelo

El pH es una propiedad química del suelo que tiene un efecto importante en el desarrollo de los seres vivos (incluidos microorganismos y plantas). La lectura de pH se refiere a la concentración de iones hidrógeno activos ( $H^+$ ) que se da en la interface líquida del suelo, por la interacción de los componentes sólidos y líquidos. La concentración de iones hidrógeno es fundamental en los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo (Fernández y Rojas, 2006).

La acidez del suelo se debe a pérdidas de las bases en suelos de zonas lluviosas por efecto de disolución de las mismas las que se percolan y se pierden por lixiviación en proporciones considerables. Los sitios del suelo que estaban siendo ocupados por las bases, son reemplazados por el ion hidrógeno el cual al pasar a la solución del suelo produce la reducción del pH y toxicidad en las plantas (Porta y López, 2008).

Padilla (2007), el crecimiento de las plantas, en suelos ácidos como alcalinos hacen que algunos nutrientes sean altamente insolubles a valores de pH altos, mientras que otros son menos disponibles a valores de pH bajo. La disponibilidad máxima para la mayoría de nutrientes ocurre en el rango de pH de 6,5 a 7,5.

Los valores que favorecen a la mayoría de los nutrientes están disponibles para las plantas y por ende para desarrollo de los cultivos a pH de 6.5 a 7.5 (Vásquez et al., 2002), ya que pH es muy importante en las propiedades del suelo porque regula las propiedades químicas del suelo, determina la disponibilidad del resto de los cationes para las plantas e influye sobre la CIC, que es menor en suelos ácidos que en los básicos (Báscones, 2005).

Tabla 3.1 Valores promedio de pH

pH, relación Suelo, agua 1:2.5	
Categoría	Valor de pH
Fuertemente ácido	< 5.0
Moderadamente ácido	5.1 - 6.5
Neutro	6.6 - 7.3
Medianamente alcalino	7.4 - 8.5
Fuertemente alcalino	8.5
Fuente: (Fernández, y Rojas, 2006)	

### 3.2.11 Capacidad de intercambio catiónico (cic)

En unidades del sistema internacional, se expresa (CIC) en centimoles de carga positiva por kilogramo de suelo,  $\text{cmol (+) kg}^{-1}$  o bien  $\text{cmolc kg}^{-1}$ . Con anterioridad se venía utilizando como unidad el  $\text{meq}/100\text{g}$ , cuyo uso se halla todavía muy extendido. El valor numérico es el mismo con ambas unidades (Huerta, 2010).

Los cationes más importantes en los procesos de intercambio catiónico, por las cantidades de ellos que participan en dichos procesos, son  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$  y  $\text{Na}^{+}$  (las bases del suelo) y  $\text{NH}_4^{+}$ , en suelos ácidos, a partir de ciertos valores de pH, el  $\text{Al}^{3+}$  juega un papel muy importante en el complejo de intercambio catiónico del suelo constituyendo, junto con el  $\text{H}^{+}$ , la acidez intercambiable del mismo (Jaramillo, 2002).

Los coloides del suelo, principalmente las arcillas y la materia orgánica, muestran en su superficie cargas negativas, por lo que pueden adsorberse a ellas cationes (ya sea nutrientes o contaminantes). Estos cationes pueden ser intercambiados por cantidades equivalentes de otros cationes, estas equivale a  $\text{meq}/100\text{g}$  de suelo y depende de la cantidad de coloides que tiene (Siebe et al., 2006).

Tabla 3.2 Clasificación de los niveles de calcio, magnesio y potasio

Cmol.kg <sup>-1</sup>			
CLASE	Ca	Mg	K
Muy baja	< 2	< 0.5	< 0.2
Baja	0.2- 5	0.5 - 1.3	0.2 - 0.3
Media	5 - 10	1.3 - 3.0	0.3 - 0.6
Alta	10 >	> 3.0	> 0.6

Fuente: Fernández, L y Rojas, N. 2006.

Tabla 3.3 Niveles de sodio expresados en cmol/kg<sup>-1</sup>

CLASE	Na Cmol.kg <sup>-1</sup>
Muy bajo	< 0.3
Bajo	0.3- 0.6
Normal	0.6- 1.0
Alto	1.0 > 1.5
Muy Alto	1.5

Fuente: FAO, 2012.

### 3.2.12 Materia orgánica

La materia orgánica es la acumulación de todos los residuos vegetales y animales, así como de las células microbianas depositadas en el suelo y que se encuentran en proceso de descomposición, siendo esto importante como fuente de la energía requerida para la actividad y el metabolismo de los microorganismos del suelo y como sustrato para el suministro de algunos nutrientes esenciales para las plantas (Blanco, 2006).

La materia orgánica del suelo (MOS) es un parámetro determinado por controles bióticos, como la abundancia producción y tipos de especies de plantas y de la producción microbial y por controles ambientales, tales como la temperatura, contenido de agua y la textura del suelo, la dinámica y preservación de la MOS es

decisiva porque mejora la estructura y porosidad del suelo su fertilidad y por ende, la producción de los cultivos (Clunes et al, 2014).

Actualmente la materia orgánica tiene un rol de gran importancia en la fertilidad de los suelos, otorgada por sus propiedades químicas, físicas y biológicas, lo cual la convierte en un vital aporte para el sistema edáfico (Venegas, 2008).

La aplicación de materia orgánica, independientemente tiene como principal objetivo propiciar el mejoramiento de la estructura y características químicas de los suelos, en forma significativa a la inducción de la diversidad y actividad microbiana presente en el suelo (Ferrera y Alarcón 2001).

Tabla 3.4 Categoría de la materia orgánica (MOS)

<b>Materia orgánica (%) por el método Walkley-Black</b>	
<b>% M.O.</b>	<b>Categoría</b>
< 0,9	Muy bajo
1,0 – 1,9	Bajo
2,0 – 2,5	Normal
2,6 – 3,5	Alto
> 3,6	Muy alto

Fuente: Rioja, M. 2007.

### 3.2.13 Salinidad del suelo

La salinidad del suelo es uno de los principales factores de estrés abiótico que reduce el rendimiento de los cultivos hasta en un 50%. La salinidad del suelo tiene un efecto muy importante sobre los cultivos agrícolas. El incremento de sales dificulta la capacidad de las raíces para absorber agua, lo que conduce a un progresivo decrecimiento en el desarrollo y rendimiento. Los principales efectos de la salinidad en las plantas se deben a un desbalance osmótico, toxicidad, oxidación y finalmente muerte celular (Jaramillo et al, 2014). Zúñiga et al., (2011), manifiesta que la

presencia de salinidad en los suelos interfiere en el crecimiento adecuado de la mayoría de los cultivos y por lo tanto constituye uno de los problemas más serios que enfrenta la agricultura. Este problema tiene efectos negativos sobre el suelo, como la disminución de la actividad biológica, la reducción en la disponibilidad de nutrientes, lo que es limitante para el desarrollo de los cultivos.

Tabla 3.5 Criterios de evaluación de la salinidad del suelo

Criterios para evaluar la salinidad de un suelo, con base en su conductividad, relación Suelo, agua 1:2,5	
CATEGORÍA DEL SUELO	Valor (mmhos/cm o ds/m)
No salino	0 - 2.0
Poco salino	2.1 - 4.0
Moderadamente salino	4.1 - 8.0
Muy salino	8.1 - 16.0
Extremadamente salino	> 16.0

Fuente: Fernández, L y Rojas, N. 2006

### 3.2.14 Fósforo

El contenido y el comportamiento del fósforo (P) en los suelos para uso agrícola, está determinado inicialmente por las propiedades originales del material parental, el tipo de arcilla dominante, por la fracción orgánica, así como por otras propiedades y procesos de naturaleza biológica y química. Así mismo, el manejo agronómico al que ha sido sometido el suelo, puede provocar variaciones importantes del P que modifican igualmente su dinámica en el suelo (Henríquez, 2015).

El fósforo es el segundo elemento (después del nitrógeno) más importante para el crecimiento de las plantas la producción de los cultivos y su calidad, en el suelo, existen varias formas químicas de fósforo, incluyendo el inorgánico (Pi) y el orgánico (Po). Estos componentes tienen múltiples fuentes de origen natural los cuales difieren

ampliamente en su comportamiento y destino tanto en suelos naturales como cultivados (Lozano et al., 2012).

Tabla 3.6 Niveles de fósforo en el suelo

Fosforo en suelo por el método de Bray II	
RANGOS	ppm P
Bajo	< 15
Medio	15 – 50
Alto	> 50
Fuente: Sheifa J. McKeon, 1993	

### 3.2.15 Fertilidad física

Las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física de un suelo, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad y la retención de nutrientes (Rucks et al., 2004). 2.8.1.

### 3.2.16 La textura del suelo

La textura del suelo se refiere a la proporción relativa de las clases de tamaño de partícula (o separaciones de suelo, o fracciones) en un volumen de suelo dado y se describe como una clase textural de suelo. La textura es muy importante para la agricultura, ya que condiciona el comportamiento del suelo en cuanto a drenaje, aireación, capacidad de retención de agua y facilidad de laboreo (FAO, 2009).

### **3.2.17 Porosidad del suelo**

La porosidad del suelo se mide por la relación entre el volumen que ocupan los poros y el volumen total, expresado en porcentaje, en general, los poros incluyen las grietas que se desarrollan con la sequedad, los espacios entre 12 partículas y agregados, los huecos que dejan las raíces y animales (De La Rosa, 2008).

### **3.2.18 Estructura del suelo**

Calvache (2009), estableció que la forma en la cual las partículas primarias que conforman el suelo (arena, limo y arcilla) se asocian entre sí, formando agregados o terrones (minerales, materia orgánica y poros) creando así la estructura del suelo. Las estructuras granular, prismática y de bloques son las más favorables para las plantas. Al realizar labores agrícolas en exceso: araduras, rastreos, y en condiciones húmedas, disminución de la materia orgánica, impacto de la gota de lluvia, compactación por maquinaria y pastoreo; la estructura se deteriora rápidamente. Se reduce la aireación, se dificulta la infiltración y percolación del agua en el suelo.

### **3.2.19 Densidad aparente**

Enciso et al., (2007), la densidad aparente es el peso del suelo seco por unidad de volumen de suelo. Esta propiedad está relacionada con la porosidad (espacio poroso) y la compactación; y se utiliza para calcular el contenido volumétrico de agua del contenido gravimétrico de agua. Generalmente este parámetro se expresa en gramos por centímetro cúbico de suelo, de acuerdo a:

$$d_a = P_a / V_a \quad (3.1)$$

$$\text{Densidad aparente} = \text{peso de suelo seco} / \text{volumen de suelo} \quad (3.2)$$

dán (2005), manifiesta que la densidad aparente oscila entre 1 g/cc (suelos bien estructurados) y 1,8 g/cc (suelos compactados), los suelos que están por debajo o encima de estos valores están fuera del rango establecido. Los valores bajos de densidad aparente son propios de suelos porosos, bien aireados, con buen drenaje y buena penetración de raíces, lo que permite un buen desarrollo de las raíces. Los valores altos de densidad aparente son propios de suelos compactos y poco porosos, con aireación deficiente e infiltración lenta del agua, lo cual puede provocar anegamiento, anoxia y que las raíces tengan dificultades para alongarse y penetrar hasta alcanzar el agua y los nutrientes necesarios. En estas condiciones, el desarrollo y crecimiento de las plantas es impedido o retardado consistentemente (Rubio, 2010).

### **3.2.20 Diagnóstico de suelos**

El diagnóstico de suelos es una serie de técnicas y procedimientos que permite determinar sus características físicas y químicas para el desarrollo de los cultivos. En condiciones ecológicas tropicales, los suelos mantienen un ritmo cíclico en sus procesos que no se detiene, como suele ocurrir en otras regiones de latitudes intermedias, como las regiones templadas, donde la actividad biológica se reduce al mínimo por las bajas temperaturas.

Esta actividad físicoquímica y biológica de los suelos está regulada fundamentalmente por la humedad y la temperatura; ya que esta última es alta y constante durante todo el año en latitudes tropicales (López et al., 2005).

### **3.2.21 Sectores de referencia**

Para establecer las medidas necesarias, y establecer o recuperar la fertilidad del suelo bajo un sistema de explotación agrícola o pecuaria hay que recurrir a la tecnología de los sectores de referencia. Y estos sectores se seleccionan a partir de una “pequeña región natural”, que en cierta forma coincide con las regiones geográficas de los suelos, que se establecen sobre la base de su génesis, en los trabajos de regionalización geográfica de los suelos (Hernández et al., 2009).

Con la información recopilada por los sondeos con barrena o puntos de mapeo, se van delimitando las diferentes variaciones de los suelos, con el mapa de suelos confeccionado, se toman los perfiles de suelos y sus muestras correspondientes paralelamente se hace lo que se denomina muestreo agroquímico, que no es más que un muestreo de la capa superficial del terreno (0- 20 cm) de toda el área que se estudia (Hernández et al., 2009).

Este trabajo también se va realizando paulatinamente, dividiendo el terreno (con el plano topográfico) en parcelas elementales que se muestrean. Todas las muestras son llevadas a un laboratorio para los análisis correspondientes (López, 2006).

Los sectores de referencia es una tecnología que combina el estudio de las características y evolución de las propiedades de los suelos y su manejo sobre la base de técnicas de avanzada como es la implementación de los Sistemas de Información Geográfica (Hernández et al., 2006).

### **3.2.22 Levantamiento de suelo**

El levantamiento de suelos o más propiamente, inventario del recurso suelo, es el proceso de determinar el patrón de la cobertura suelo, caracterizándolo y presentándolo de forma entendible e interpretable para los varios usuarios. El propósito práctico del levantamiento de suelos es hacer predicciones más numerosas, más precisas y más útiles para propósitos específicos (Peña, 2011).

Peña (2011), los objetivos básicos y aplicados del levantamiento de los suelos son: } Acumulación de conocimiento sobre el recurso suelo y al desarrollo de la ciencia del suelo. } Establecer la mejor utilización del recurso suelo en función del desarrollo agropecuario, forestal y otros fines. Estos se puede lograr sin la realización de un levantamiento de suelo formal. Por ejemplo se puede elaborar un mapa de aptitud de las tierras para determinado cultivo basado en aquellas características de los suelos y otros factores que sean relevantes para este cultivo en particular.

### **3.2.23 Los suelos y las partículas**

#### **3.2.23.1 Distribución granulométrica y escala granulométrica**

Consiste en clasificar por tamaño los granos que lo componen. Un análisis de esta clase expresa cuantitativamente las proporciones en peso de las partículas de distintos tamaños que hay en el sedimento. La forma de realizarlo es por medio de una serie de tamices que definen el tamaño de las partículas (Bowles, 1981). (tabla 3.1).

La escala comúnmente empleada en la actualidad por los sedimentólogos fue adoptada internacionalmente para la clasificación granulométrica de partículas

sedimentarias y propuesta en 1922 por C. K. Wentworth, basándose en la anterior escala de J. A. Udden, de 1898; desde entonces se le conoce como la escala de Udden-Wentworth, que toma el milímetro como punto de partida para estimar el diámetro promedio de tamaño para una partícula sedimentaria y emplea la razón  $\frac{1}{2}$  para obtener los diámetros límites de sus clases de tamaño de 1,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ , etc.

De esta forma, se definen los términos de la escala granulométrica en bloques, grava, arena, limo y arcilla (Lane, 1947 citados en García, O. 1981). El estudio del tamaño de las partículas da indicio del grado de energía implicado en su mecánica de depositación. (tabla 3.1).

La escala de Udden - Wentworth es regular, geométrica, no cíclica y no decimal.

Para solucionar la desventaja del manejo de números irracionales, Krumbein propuso la escala PHI. Esta se basa en los diámetros límites en la escala Udden - Wentworth, se expresan como potencias de 2.

$$\begin{array}{cccccccc} 2^{-4} & 2^{-3} & 2^{-2} & 2^{-1} & 2^0 & 2^1 & 2^2 & 2^3 \\ \hline 1/16 & 1/8 & 1/4 & 1/2 & 1 & 2 & 4 & 8 \end{array}$$

Empleando el logaritmo en base 2 del diámetro:  $\Phi = -\log_2 \text{diámetro(mm)}$

Se coloca  $-\log_2$  del diámetro para trabajar con números positivos en las clases más comunes (tabla 3.7).

Tabla 3.7 Escala de Udden-Wentworth para clasificar las partículas de sedimentos clásticos según su tamaño (Modificado del Comité Lane, 1947).

Característica del sedimento		Fragmento	Grado	Tamaño (mm.)		Tamizado	Nombre de la roca consolidada
				Decimal	Fracción		
Sedimento	Granular	Canto rodado (Cantos grandes)	Muy Grande		4-2 m.		
			Grande		2-1 m.		
			Mediano		1-0,5 m.		
			Pequeño		0,5-0,256 m.		
		Guijarro (Cantos medianos)	Grande		256-128		
			Pequeño		128-64		
		Grava (Cantos pequeños)	Muy Gruesa		64-32	Pasa por el Tamiz N° 3 y es retenida por el Tamiz N° 4	Conglomerado
			Gruesa		32-16		
			Media		16-8		
			Fina		8-4		
		Muy Fina			4-2		
	Cohesivo	Limo	Muy Gruesa		2-1	Pasa por el Tamiz N° 4 y es retenida por el Tamiz N° 200	Arenisca
			Gruesa	2-0,5	1-½		
			Media	0,5-0,25	½-¼		
			Fina	0,25-0,0625	¼-1/8		
		Arcilla	Gruesa	0,0625-0,0312	1/16-1/256	Pasa por el Tamiz N° 200	Limolita
			Medio	0,0312-0,016			
Fino			0,016-0,004				
Arcilla		Gruesa	0,004-0,002	1/16-1/4096	Pasa por el Tamiz N° 200	Lutitas/Argilitas	
	Media	0,002-0,001					
	Fina	< 0,001					

Tabla 3.8 Escala Phi de Krumbein, 1947

Clasificación de rocas sedimentarias por el tamaño de los clastos					
según WENTWORTH			según DIN 4022		
Grano diametro (mm)	Subdivisión		Denominación (roca)	Clasificación según DIN 4022	Grano diametro (mm)
0,0002 mm	pelítica	Coloide	Pelita	Arcilla	-
0,002 mm		fina			
0,02 mm	psamítica	Arcilla gruesa	Psamita	Limo	fino 0,002 mm
0,2 mm		fina			medio 0,0063 mm
2mm	psefítica	Arena gruesa	Psefita	Arena	grueso 0,02 mm
2cm		fina			grueso 0,063 mm
20 cm	psefítica	Grava gruesa	Psefita	Gravas	fino 2mm
		fina			medio 6,3mm
		Bloques			grueso 20mm
				Piedras	63mm

### 3.2.23.2 Determinación del grado de redondez de las partículas sedimentarias

Debido a la dificultad de distinguir las ligeras diferencias en la redondez de las partículas pequeñas se han propuesto cinco grados de redondez .

Cada una de las clasificaciones existentes se diferencia cuando se necesita tener una discriminación más afinada y se requieren hacer análisis estadísticos más rigurosos con los resultados (tabla 3.3).

En la tabla 3.9 puede observarse que los cinco grados de redondez propuestos por Russel y Taylor (1937) no son iguales en tamaño. Esta desigualdad surge a raíz de la dificultad en distinguir ligeras diferencias en redondez, cuando los valores de estos son pequeños. Los grados de redondez de acuerdo a Pettijohn, F.J. son los siguientes:

Tabla 3.9 Grados de redondez de las partículas sedimentarias (Russel y Taylor, 1937 ).

Nomenclatura de los grados de redondez	Russel y Taylor		Pettijohn	
	Límites de las clases	Punto medio	Límites de las clases	Punto medio
Anguloso	0,00 – 0,15	0,075	0,00 – 0,15	0,125
Subanguloso	0,15 – 0,30	0,225	0,15 – 0,25	0,200
Subredondeado	0,30 – 0,50	0,400	0,25 – 0,40	0,315
Redondeado	0,50 – 0,70	0,600	0,40 – 0,60	0,500
Muy Redondeado	0,70 – 1,00	0,850	0,60 – 1,00	0,800

- Anguloso (0-0,15): Las aristas y los vértices son agudos y muestran poca o ninguna prueba de desgaste. Los vértices secundarios son numerosos. (Tabla 3.2).

- Sub-anguloso (0,15-0,25): Los fragmentos mantienen aún su forma primitiva y las caras están virtualmente intactas, pero las aristas y los vértices han sido redondeados en cierto grado mostrando los efectos típicos del desgaste. Los

vértices secundarios son numerosos (entre 10-20), pero menos que en los angulosos. (Tabla 3.3).

- Sub-redondeado (0,25-0,40): Las aristas y los vértices están redondeados en curvas suaves y la superficie de las caras primitivas se encuentra bastante reducidas, mostrando considerable desgaste pero manteniendo aún la forma primitiva del grano. Los vértices secundarios están muy redondeados y en número reducido. (Tabla 3.3).

- Redondeado (0,40-0,60): Las caras originales se muestran completamente destruidas, pero todavía pueden presentar alguna superficie plana. Puede haber ángulos cóncavos entre caras remanentes. Todas las aristas y los vértices originales han sido pulidos hasta curvas suaves y amplias. Los vértices secundarios están muy suavizados y escasos (entre 0-5). Con una redondez de 0,6 todos los vértices secundarios desaparecen, y aún se reconoce la forma primitiva.

- Bien o muy redondeado (0,60-1,00): La superficie consta totalmente de curvas amplias, sin caras originales con aristas y vértices; carece de áreas planas y de aristas secundarias. La forma original se reconoce por la forma actual del grano (Tabla 3.3). El esquema actualmente empleado para medir el grado de redondez de los granos de arena y grava implica medidas sobre una proyección de la partícula sobre una superficie plana (Wadell, A. 1.933). La partícula que va a estudiarse se coloca en una placa de vidrio y se agita ligeramente hasta que entre en reposo en su superficie más amplia. Esto normalmente coloca a su diámetro menor en una posición vertical y a su diámetro máximo e intermedio en el plano de la placa. Así puede entonces ser fotografiada a la amplificación deseada o su imagen puede ser proyectada a una superficie (horizontal o vertical) para ser medida (figura 3.1).

De acuerdo con el esquema de Wadell, A., la redondez en una esquina dada de una partícula es  $r/R$ , en la cual  $r$  es el radio de curvatura en la esquina en cuestión y  $R$  es el radio del círculo máximo inscrito.

Por lo tanto, la redondez de la partícula como un todo es el promedio del redondeamiento de todas sus esquinas, es decir, es la suma de los valores de redondez para cada esquina dividida entre el número de radios (figura 3.1)

- a. Proyección de una partícula mostrando los radios de curvatura en cada esquina y el círculo máximo inscrito (para calcular su redondez)
- b. Proyección de una partícula yaciendo sobre su superficie mayor, mostrando el círculo mínimo circunscrito (para calcular su esfericidad).

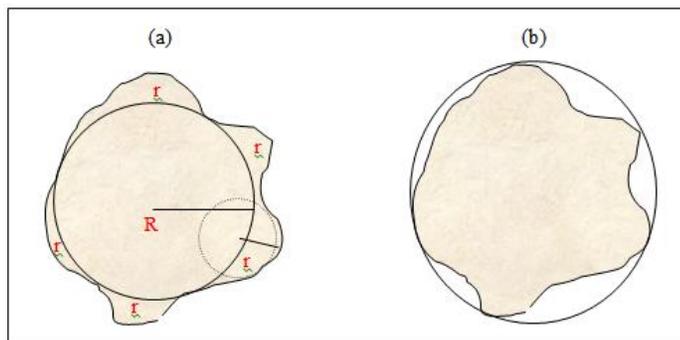


Figura 3.1 Redondez y esfericidad de las partículas.

### 3.3 Bases legales

Existen numerosas normas, decretos y leyes que forman parte del actual marco legal vigente de la República Bolivariana de Venezuela que tienen relación con la investigación que se trata en este documento:

### 3.3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela

Desde el año 1999 la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela elevó a rango constitucional el cuidado y la protección del ambiente, dándole carácter de bien jurídico protegido. Es ahora un deber y derecho de todos proteger al ambiente, la diversidad biológica, genética, los procesos ecológicos, los parques nacionales, entre otros. Así mismo, es una obligación fundamental del Estado, con nuestra activa participación, garantizar que nos desenvolvamos en un ambiente libre de contaminación, protegiendo el aire, agua, suelos, las costas, el clima, la capa de ozono y las especies vivas.

En este marco, la CRBV establece como obligatorio realizar estudios de impacto ambiental y sociocultural para todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas, a los fines de verificar el cumplimiento de las disposiciones ambientales contenidas en la normativa legal vigente y determinar los parámetros ambientales que deben establecerse para cada proyecto o programa; todo esto para asegurar la sustentabilidad ambiental e impacto socio cultural.

Artículo 129.

Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y socio cultural. El Estado impedirá la entrada al país de desechos tóxicos y peligrosos, así como la fabricación y uso de armas nucleares, químicas y biológicas. Una ley especial regulará el uso, manejo, transporte y almacenamiento de las sustancias tóxicas y peligrosas.

En los contratos que la República celebre con personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, o en los permisos que se otorguen, que involucren los

recursos naturales, se considerará incluida aun cuando no estuviera 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 restablecer el ambiente a su estado natural si éste resultara alterado, en los términos que fije la ley.

#### Artículo 305

“El Estado promoverá la agricultura sustentable como base estratégica del desarrollo rural integral, y en consecuencia garantizará la seguridad alimentaria de la población; entendida como la disponibilidad suficiente y estable de alimentos en el ámbito nacional y el acceso oportuno y permanente a estos por parte del público consumidor. La seguridad alimentaria se alcanzará desarrollando y privilegiando la producción agropecuaria interna entendiéndose como tal la proveniente de las actividades agrícola, pecuaria, pesquera y acuícola. La producción de alimentos es de interés nacional y fundamental al desarrollo económico y social de la Nación. A tales fines, el Estado dictará las medidas de orden financiero, comercial, transferencia tecnológica, tenencia de la tierra, infraestructura, capacitación de mano de obra y otras que fueron necesarias para alcanzar niveles estratégicos de autoabastecimiento. Además, promoverá las acciones en el marco de la economía nacional e internacional para compensar las desventajas propias de la actividad agrícola”

### **3.3.2 Ley de Abonos y Demás agentes susceptibles de operar una acción beneficiosa en plantas, animales, suelos y aguas, (1964),**

Establece en:

#### Artículo 4

El Ejecutivo Nacional reglamentará todo lo concerniente a la preparación, importación, exportación, inspección, regulación, almacenamiento, compra, venta, distribución y uso, en general, de las sustancias agentes objeto de la presente Ley, especialmente de las siguientes materias:

a) Abonos y demás productos que influyan favorablemente en la nutrición, crecimiento y desarrollo de las plantas.

### **3.3.3 Ley Orgánica del Ambiente (2007)**

Reseña en el capítulo II Disposiciones especiales.

#### Artículo 50

El aprovechamiento de los recursos naturales y de la diversidad biológica debe hacerse de manera que garantice su sustentabilidad

#### Artículo 63

A los fines de la conservación, prevención, control de la contaminación y degradación de los suelos y de subsuelo, las autoridades ambientales deberán velar por:

1. La utilización de prácticas adecuadas para la manipulación de sustancias químicas y en el manejo y disposición final de desechos domésticos, industriales, peligrosos o de cualquier otra naturaleza que puedan contaminar los suelos.
2. La realización de investigaciones y estudios de conservación de suelos.
3. La prevención y el control de incendios de vegetación.
4. El incremento de la cobertura vegetal a través de la reforestación

### **3.3.4 Ley de Salud Agrícola Integral**

En el Título I Disposiciones Fundamentales, Finalidades, artículo 2, numeral 13 establece:

“Promover y velar por el aprovechamiento racional, sustentable y responsable de los recursos hidrobiológicos y la protección de los ecosistemas, favoreciendo su conservación, permanencia en el tiempo y eventualmente, su aumento por repoblación”

### **3.3.5 Ley de Aguas**

Se considera que tiene especial identificación con el tema tratado.

Artículo 18.- El manejo de las aguas comprenderá la conservación de las cuencas hidrográficas, mediante la implementación de programas, proyectos y acciones dirigidos al aprovechamiento armónico y sustentable de los recursos naturales. La conservación de las cuencas hidrográficas considerará las interacciones e interdependencias entre los componentes bióticos, abióticos, sociales, económicos y culturales que en las mismas se desarrollan.

También es de importante impacto en el tema tratado en esta investigación es la Ley Orgánica de espacios acuáticos:

Artículo 68. La promoción y ejecución de la investigación científica en los Espacios Acuáticos, Insulares y Portuarios deberán ajustarse a los lineamientos del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y del Plan Nacional de Desarrollo del Sector Acuático. La realización de proyectos o actividades de investigación

científica por parte de personas naturales o jurídicas, podrá ser negada por los órganos competentes, cuando:

1. El proyecto guarde relación directa con la exploración o explotación sostenible de los recursos naturales, entrañe perforaciones, utilización de explosivos o la introducción de sustancias o tecnologías que puedan dañar el ambiente marino.

2. Involucre la construcción, el funcionamiento o la utilización de las islas artificiales, instalaciones, estructuras y dispositivos, cualesquiera sea su función.

3. Sea contrario al interés nacional.

4. Obstaculice indebidamente actividades económicas que la República Bolivariana de Venezuela lleve a cabo con arreglo a su jurisdicción y según lo previsto en la ley.

#### Autorización

Artículo 69. Las investigaciones científicas a ser realizadas en los espacios acuáticos de la República Bolivariana de Venezuela, deberán contar con la autorización correspondiente de los organismos competentes, los cuales en el ejercicio de sus atribuciones coordinarán la procedencia de la misma, de conformidad con la ley.

### **3.4 Definición de términos básicos**

**a.** Afluentes: corresponde a un curso de agua, también llamado tributario, que desemboca en otro río más importante con el cual se une en un lugar llamado confluencia. (Ordoñez, J. 2011).

**b.** Análisis de calidad: conjunto de procedimientos por medio de los cuales se determinan las características de una muestra de semillas,

**c.** Bacterias: microorganismos unicelulares procarionte. La asociación con insectos puede ser saprofita, simbiótica o patogénica.

**d.** Biofertilizantes: fertilizante biológico a base de hongos, bacterias o de composición microbiana.

**e.** Caudal: es el volumen de agua que pasa por una determinada sección transversal en la unidad de tiempo, generalmente se expresan en  $m^3 /s$ . (Ordoñez, J. 2011).

**f.** Densidad Relativa (G): la densidad relativa de un mineral es un número que expresa la relación entre su peso y el peso de un volumen igual de agua a  $4^{\circ}C$ . Esta depende de dos factores, de la clase de átomos de que está compuesto el mineral y la manera como estén empaquetados dichos átomos. (Dana, A.1991).

**g.** Insumo biológico: microorganismo, insectos, u otras especies animales que se empleen como biocidas naturales o como fertilizantes.

**h.** Mapa geológico: un mapa geológico es la representación de los diferentes tipos de materiales geológicos (rocas y sedimentos) que afloran en la superficie terrestre o en un determinado sector de ella, y del tipo de contacto entre ellos (Iriondo, 2006).

**i.** Minerales: Iriondo, M. (2006) afirma que: “Se denomina mineral a toda sustancia inorgánica originada por procesos naturales de la corteza terrestre, con propiedades físicas constantes y composición química definida”.

**j.** Sección transversal: son líneas imaginarias que representan cada sección transversal son materializadas en la superficie del río colocando cuerdas entre ribera y ribera, atadas convenientemente a estacas hincadas en las márgenes. ..

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **4.1 Tipo de investigación**

En la investigación a realizar, el objetivo central del estudio se focalizó en la caracterización geológica, geomorfológica y edafológica de un lote de terreno ubicado en la finca La Dominga, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar; desarrollándose en base a dos (2) criterios específicos: su nivel y su diseño.

Se han descrito según el nivel diversos tipos de investigación, estando relacionado específicamente con este trabajo el tipo de investigación descriptiva que “Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”. (Arias, F. 2012).

#### **4.2 Diseño de la investigación**

Arias, F. (2012) señala que “La investigación documental es un proceso en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica, e interpretación de datos secundarios”. Mientras que “La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios) sin manipular o controlar variable alguna, es decir el investigador obtiene información pero no altera las condiciones existentes”.

De acuerdo con las características que presenta el estudio, según el diseño de la investigación es de tipo documental y de campo, ya que se utilizarán y analizarán los datos hidroclimáticos captados y registrados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), además se apoyará en la consulta, uso y

análisis de material cartográfico existente de la zona en cuestión, que serán parte del sustento de las bases teóricas del estudio, siendo este el primer paso de la estrategia documental.

Posteriormente, se trabajará en campo, mediante la observación directa del área para proceder a realizar el reconocimiento de los diversos parámetros geológicos, sedimentológicos, geomorfológicos, topográficos, e hidrográficos y la recolección de muestras de suelos, rocas y aguas, que luego serán analizadas mediante los ensayos de laboratorio pertinentes y procesadas para la obtención de los resultados y ulteriores conclusiones al respecto.

### **4.3 Población y muestra de la investigación**

#### **4.3.1 Población de la investigación**

Se entiende por población el conjunto finito o infinito de elementos con características comunes, para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda limitada por el problema y por los objetivos del estudio". (Arias, F. 2006).

La población o universo a estudiar, se concibe como el espacio de donde se extraerá la muestra que se va a utilizar en la investigación. En este sentido, Balestrini, M. (2006), expresa que: "una población o universo puede estar referido a cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características, o una de ellas, y para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación".

Se considerará como población todos los suelos y rocas que integran el lote de terreno de la finca La Dominga. Asimismo, también será considerada como parte de

la población todo el flujo de aguas superficiales permanentes presentes en la mencionada finca.

#### **4.3.2 Muestra de la investigación**

Según Balestrini, M. (2006), “La muestra es un subconjunto representativo de un universo o población”.

Arias, F. (2012) afirma que cuando por diversas razones resulta imposible abarcar la totalidad de elementos que conforman la población accesible, se recurre a la selección de una muestra. “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población”.

En lo que respecta a esta investigación, el tamaño de la muestra, por motivos de manipulación física y viabilidad económica, no podrá ser probabilística debido a la naturaleza infinita de la población.

En ese sentido, para el caso de la presente investigación, se ha considerado que una muestra probabilística debería tener un tamaño aproximado a 384 especímenes, de allí la inviabilidad del manejo de ese tamaño (para transporte y para ser ensayadas en laboratorio).

En ese sentido, la cantidad de muestras serán recolectadas bajo un criterio de carácter opinático (es decir, a criterio del investigador) y estará directamente representada por ocho (8) especímenes de suelos tomados superficialmente (profundidad de 0.20 m) y un estimado de dos (2) muestras (una por cada horizonte identificado) por calicata (en un total de cuatro (4) calicatas de un (1) metro de profundidad cada una de ellas).

En cuanto a la ubicación de los sitios de muestreo se realizarán de manera sistemática apoyándose en una malla de muestreo adaptada a la geometría planimétrica del lote de terreno, cuyos nodos estarán separados equidistantes aproximadamente entre ellos.

#### **4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para obtener información relevante proveniente de la realidad objeto de estudio será necesario utilizar distintas técnicas e instrumentos de recolección de datos para cumplir con las metas propuestas.

##### **4.4.1 Técnicas de investigación**

Según Arias, F. (2006), las técnicas de recolección de datos son las distintas maneras de obtener información. Por otra parte, este autor plantea que las herramientas son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información.

###### **4.4.1.1 Observación directa.**

Tamayo y Tamayo, (2006), definen observación directa como: “Aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación”.

Mediante la observación directa, se hará un reconocimiento visual del área de estudio a fin de verificar las condiciones en las que se encuentra en cuanto a la topografía, vegetación, condiciones de las riberas, y geomorfología, entre otros aspectos presentes en el sector.

#### **4.4.1.2 Revisión literaria**

La revisión literaria, permitirá extraer las bases teóricas y los antecedentes del problema de investigación, sirviendo como herramientas documentales que sustenten el trabajo propuesto, como lo expresan Tamayo y Tamayo, (2006): “la revisión Literaria es el fundamento de la parte teórica de la investigación y permite conocer a nivel documental las investigaciones relacionadas con el problema planteado”.

#### **4.4.1.3 Entrevistas no estructuradas**

La realización de entrevistas es una técnica de recolección muy significativa, a través de ésta se obtendrá información valiosa y de interés, permitiendo aclarar las dudas existentes sobre el tema en estudio.

Tal como lo expresa Sabino, C. (2006): “de un modo general una entrevista no estructurada, es aquella en la que no existe una estandarización formal, habiendo por lo tanto un margen más o menos grande de libertad para formular las preguntas y las respuestas”.

Éstas serán realizadas a habitantes del sector en estudio, a profesionales calificados, específicamente ingenieros civiles, ingenieros geólogos y cualquier otra persona que pueda brindar algún tipo de asesoría en cuanto a la evolución geomorfológica temporal del área de estudio.

#### **4.4.2 Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos utilizados fueron:

- a. Posicionador satelital global (GPS)

- b. Equipo topográfico (teodolito, mira estadimétrica, jalón, brújula, etc)
- c. Equipo de muestreo de suelos (pala, pico, bolsas, etiquetas, cordel)
- d. Cámara fotográfica,
- e. Equipo de laboratorio de suelos
- f. Equipos de ofimática (microcomputador, impresora, escaner, programas, entre otros).
- g. Material de oficina (Libreta de campo, lápices, marcadores,etc)

#### **4.5 Flujograma de la investigación**

Para la realización de esta investigación se seguirá el flujograma (Figura 4.1) que implica las actividades a realizar necesarias para el logro de los objetivos específicos planteados.

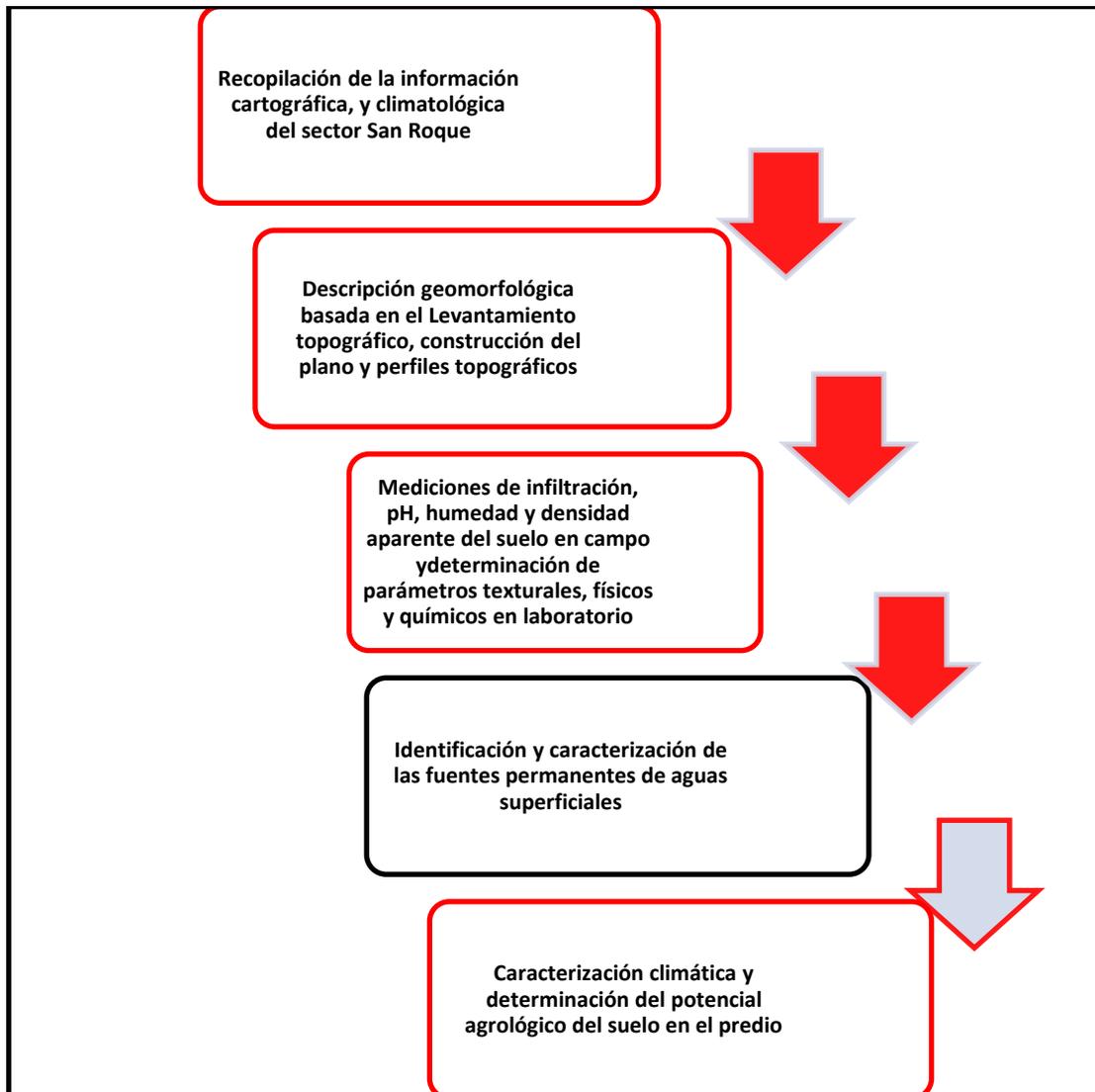


Figura 4.1 Flujograma de la investigación.

#### 4.6 Procedimiento para el logro de los objetivos

Con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados se procederá a continuación a dar una explicación breve de las actividades que habrán de cumplirse a tal fin:

#### **4.6.1 Recopilación de la información**

Se recopilará la información cartográfica emitida por el Instituto Geográfico de Venezuela “Simón Bolívar” correspondiente a la zona de estudio.

También se deberá recabar la información climatológica de la estación Aeropuerto Ciudad Bolívar la cual es administrada por la Fuerza Aerea de Venezuela y la información allí obtenida es registrada y almacenada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH).

Finalmente, se recopilará información sobre la geología del norte del estado Bolívar, específicamente la correspondiente al Complejo Imataca y a sedimentos del Reciente de informes de CVG TECMIN C.A., de Tesis de grado de la Universidad de Oriente, entre otros.

#### **4.6.2 Caracterización geomorfológica del fundo La Dominga**

A tal efecto, se realiza un levantamiento topográfico plani-altimétrico de tipo taquimétrico mediante la utilización de un teodolito electrónico marca Leica, una mira estadimétrica, brújula Brunton, cinta métrica y jalones. Con los datos en cuestión se procederá a la construcción de un plano topográfico de la zona, el cual servirá de mapa base para la georreferenciación de los parámetros texturales (granulometría y morfoscopia), físicos y químicos del suelo.

Seguidamente, se construirán perfiles del relieve que permitan calcular las pendientes del terreno y definir las áreas de elevaciones y depresiones significativas con las condiciones del drenaje y los patrones preferenciales del flujo existente.

#### 4.6.3 Muestreo y análisis de suelos en el fundo La Dominga

a. Planificación del muestreo: de acuerdo a las imágenes de satélite de Google Earth extraídas de la zona, se estimó la densidad y ubicación de los puntos de muestreo en función de la capacidad de traslado de las muestras desde los citados puntos de muestreo en el fundo La Dominga hasta las oficinas de Ingeotest de Venezuela en Ciudad Bolívar. Se estimó un total de **ocho (8)** muestras de superficie distribuidas en el área de las **sesenta (60)** ha que cubren el área de estudio y un total de cuatro (4) calicatas en las cuales se han estimado tomar una muestra por horizonte observado, considerando un total estimado de dos (2) muestras por calicata. En ese sentido se estima una total de dieciseis (16) muestras.

b. Ejecución del muestreo: se procede a la apertura de las cuatro (4) calicatas a una profundidad aproximada de 1.00 m cada una y a tomar las muestras en los diferentes horizontes observados:

Tabla 4.1 Coordenadas UTM REGVEN (huso 20, elipsoide GRS-80) de ubicación de calicatas.

<b>Calicata</b>	<b>Coordenada Norte</b>	<b>Coordenada Este</b>
1	902297.03	461705.31
2	901807.00	461247.00
3	902077.00	461731.00
4	902077.21	461211.54



Figura 4.2 Ubicación de calicatas en la zona de labranza.

c. Muestreo de superficie: Con la finalidad de proceder a la extracción de las muestras de superficie (toma de muestras a 0.20 m de profundidad) de acuerdo al patrón sistemático de muestreo diseñado durante la etapa de oficina y que se muestra en la figura 3.14 se dispusieron banderines en los extremos de las líneas de muestreo con la finalidad de mantener la alineación de los sitios de muestreo y la distancia programada entre las muestras (200 m).

Con la ayuda de un GPS se posicionó la muestra 1 con un teodolito se realizó la alineación de cada posición de muestreo midiendo consecutivamente los 200 m entre posición y posición hasta completar los dieciocho (18) nodos indicados en el plano siguiente.



Figura 4.3 Patrón sistemático de muestreo superficial.

Seguidamente se dió inicio al proceso de posicionamiento en cada nodo para luego extraer cada espécimen de suelo (en los nodos 2, 4, 7, 9, 11, 12, 14 y 17) colocarla en sendas bolsas plásticas, cerrarlas herméticamente y codificarlas en una etiqueta protegida que contenga los datos siguientes:

1. Código de la muestra:
2. Proyecto:
3. Ubicación coordenadas:
4. Ubicación relativa:
5. Día/fecha/hora:
6. Profundidad de muestreo:
7. Operador:

## 8. Observaciones:

Una vez colectadas las ocho (8) muestras se acopiarán para su resguardo transitorio mientras se culmina la operación de muestreo, para posteriormente preparar su traslado hasta los laboratorios de la empresa Ingeotest de Venezuela.

d. Análisis textural de las muestras: para realizar la caracterización textural de los sedimentos presentes en el sector se efectuará un muestreo de carácter opinático que estará constituido por un (1) ejemplar tomado en el fondo del cauce de la zona de estudio. Las muestras serán debidamente envasadas e identificadas y luego trasladadas hasta el laboratorio de Hidráulica y Mecánica de los Fluidos donde se les realizará análisis granulométrico, y análisis morfoscóptico.

e. Mediciones de parámetros físicos del suelo en campo (en los nodos 1, 3, 5, 8, 10, 13, 15 y 16): se realizan mediciones de ph (método de cinta colorimétrica), mediciones de humedad del suelo (ASTM D 2216) y de la densidad relativa de suelos no cohesivos (ASTM D 2049)

### **4.6.2 Descripción de la hidrografía y drenajes**

Posteriormente, con la ayuda de las imágenes de satélite Landsat de la aplicación computarizada Google Earth y mediante uso de la técnica de separación de falso color se determinó el estado de densidad del follaje de la vegetación con lo cual se puede inferir las áreas con mejores condiciones agrológicas potenciales del suelo.

También son observables indirectamente los cauces de los ríos mediante la densa presencia del follaje de los bosques de galería que bordean la ribera de los ríos.

#### **4.6.3 Construcción de mapa textural de los parámetros del suelo**

Con los valores geo-referenciados de los valores de pH, de velocidad de infiltración, de humedad, densidad aparente, distribución granulométrica, tamaño medio de las partículas, morfometría de las partículas se construyen mapas de características del suelo.

#### **4.6.4 Estimación del potencial de fertilidad del suelo**

Con base a los valores de los parámetros obtenidos se determinará el potencial agrológico de los suelos del fundo La Dominga.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1 Caracterización geomorfológica del área de estudio

La caracterización geomorfológica del área de estudio se inicia evidentemente mediante la descripción del relieve del área de estudio, para lo cual se realizarán tres (3) actividades fundamentales:

a. Descripción de las elevaciones y depresiones del relieve con base a la construcción de un plano topográfico (utilizando AUTOCAD Civil 3D) a partir de un levantamiento taquimétrico del área de estudio.

b. Identificación de los drenajes a partir de la revisión de las imágenes de satélite de la aplicación computarizada *Google Earth* disponibles de la zona de estudio y del mapa topográfico construido.

c. Cuantificación de las pendientes que exhibe el relieve con base a las secciones o perfiles longitudinales del relieve construidos a partir de la imagen de satélite Landsat de la aplicación computarizada *Google Earth*.

##### 5.1.1 Construcción de plano topográfico

El plano topográfico será construido a partir de un levantamiento topográfico de tipo taquimétrico realizado con la ayuda de un GPS marca Garmin, un teodolito electrónico marca Leica, una mira estadimétrica, una brújula Brunton, una cinta métrica y un jalón.

En tal sentido, se realizó una estación inicial en la zona central de la zona propuesta para actividades agrícolas por considerarla ventajosa por la buena visibilidad que presentaba radialmente en todas las direcciones.

Las coordenadas UTM (REGVEN, huso 20, elipsoide WGS-84) de esta estación inicial que se denomina “BM” son: N 902100 y E 462020, con una cota de 58.50 msnm, la cual fue obtenida con el GPS marca Garmín (hora 9:10 am, el 23/03/2022, observación de doce (12) satélites y precisión 1.5 m).

En la tabla 5.1 se presentan las coordenadas UTM y cotas de los veinte (20) puntos levantados en el lote mediante radiación desde la estación “BM”.

Tabla 5.1 Coordenadas UTM del lote del Fundo La Dominga.

Punto	Este	Norte	Cota	Obs.
A2	460965	902137	36	Vertice noroeste
A4	461328	902347	44	Centro norte
A6	461671	902539..	54	Vértice noreste
B3	461190	902128	39	Medio centro norte oeste
B5	461614	902351	50	Medio centro norte este
C1	460976	901880	34	Centro oeste
C4	461455	902111	43	centro
C7	461760	902731	54	Vertice centro este
D3	461268	901874	37	Medio centro sur oeste
D5	461739	902118	49	Medio centro sur este
E1	460993	901580	34	Vértice suroeste
E4	461603	901904	45	Centro sur
E7	462018	902105	58	Vértice sureste

En el Apéndice A.1 se puede observar el plano topográfico con las curvas de nivel trazadas cada dos (2) m.

El resto del área presenta un patrón de drenaje dendrítico, dominada en su mayoría por quebradas y morichales, poco denso, conformado por lagunas intermitentes que contienen agua solamente en los meses de invierno, Mayo – Agosto, y el resto de los meses del año, totalmente secas. Seguidamente, en el apéndice A.3 correspondiente a la imagen de satélite de Google Earth del Fundo La

Dominga se ha trazado un perfil longitudinal en el cual se observan pendientes máximas de 6.2%. Sin embargo, las pendientes promedio varían entre 0.2% y 2.3%, favoreciendo los drenajes desde el noreste hacia el suroeste

### **5.1.2 Perfil longitudinal del lote**

Con la ayuda de Google Earth, se construyó un perfil longitudinal en dirección noreste – suroeste en el cual se puede observar que las pendientes del lote son moderadas y varían muy levemente entre un 1.4% y un máximo de 2.7%. Asimismo, se observa que el sentido del drenaje del lote es hacia las quebradas que están situadas hacia el sur y suroeste del lote lo cual se corresponde con cotas aguas arriba (al noreste) de 54.00 msnm y las cotas menores (al suroeste) de 36.00 msnm.

## **5.2 Descripción de las características climatológicas en la zona de estudio**

En la caracterización del clima del área en estudio, se emplearon los datos de las variables climatológicas registradas en la estación del Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana (FAV) con sede en el aeropuerto de Ciudad Bolívar, que se encuentra dentro del radio de influencia de la zona de desarrollo de la pasantía (menor a 50 km) y posee información de datos climatológicos de la misma. Tal estación es del tipo C1, es decir, registra precipitación, evaporación, temperatura, radiación solar, insolación, humedad relativa y viento (dirección predominante y velocidad).

A continuación, con base en la información registrada por la estación meteorológica Aeropuerto de Ciudad Bolívar para el período climático comprendido desde el año 1994 hasta el año 2019. En ese sentido, se hace una descripción temporal de los parámetros que definen el clima de la zona.

### 5.2.1 Precipitación

Los promedios de precipitaciones se ubicaron para la media anual en 83,07 mm y para el total anual en 996,84 mm, aproximadamente. Se presentan dos (2) períodos: uno lluvioso, que va desde Mayo hasta Noviembre, con Junio como el mes de mayor pluviosidad (183,15 mm.); y otro de sequía, que va desde Diciembre hasta Abril, siendo el mes de Febrero el que registra la pluviosidad más baja del año (18,92 mm.) los meses de Abril y Diciembre se comportan como transicionales entre los períodos de sequía y lluvia y viceversa, respectivamente, (Datos del Servicio de Meteorología FAV, 1.994-2.019), como se muestra en la Tabla 5.2 y Figura 5.1.

Tabla 5.2 Distribución temporal de la precipitación total y media mensual (mm) durante el período climático 1994-2007 (Datos de la Estación Meteorológica FAV en el aeropuerto de Ciudad Bolívar, 2007).

Estadística	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Media	19,62	18,92	21,07	23,80	85,65	183,15	172,40	159,88	96,91	95,34	88,56	31,55
Máximos	84,00	91,00	111,00	126,00	221,00	357,00	279,00	300,00	210,00	126,00	184,00	94,00
Mínimos	0	0	0	0	29	97	79,7	86	40	46,4	41	9

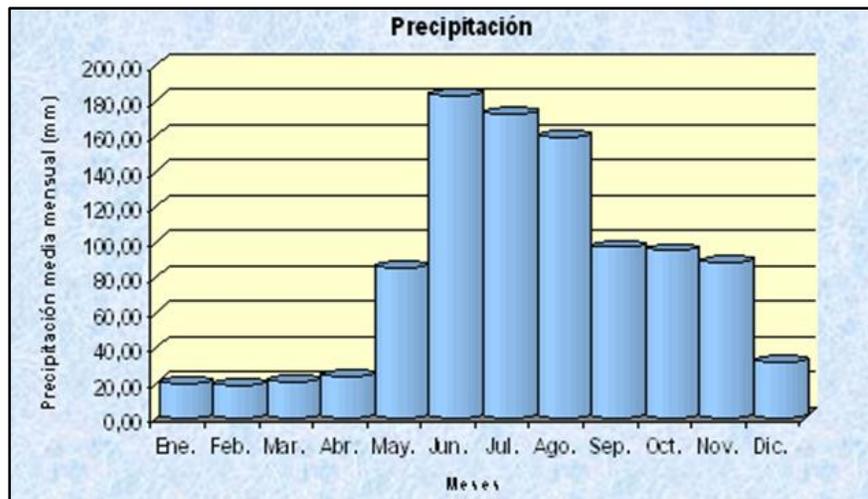


Figura 5.1 Distribución temporal de la precipitación media mensual (mm) FAV, 2021).

La Figura 5.1 muestra adicionalmente, que el régimen pluviométrico es unimodal; es decir, se registra un sólo máximo de pluviosidad durante el año, el cual ocurre en el mes de Junio (183,15 mm), aunque en los meses de Julio (172,40 mm) y Agosto (159,88 mm) se observa un ligero incremento de las lluvias (según datos del Servicio de Meteorología FAV, 1994 - 2019).

### 5.2.2 Evaporación

Según el promedio de la evaporación media anual se ubica en 107,17 mm, mientras que el del total anual oscila alrededor de 858,70 mm, para el período mencionado.

Los meses de mayor evaporación van desde Enero hasta Mayo con máximos durante Marzo (158,00 mm) y Abril (138,77 mm) y su valor más bajo se registra durante los meses que van desde Junio hasta Diciembre, con mínimos en Julio (72,91 mm) y Agosto (70,59 mm), , esto es debido a las altas temperaturas, la mayor cantidad de horas de brillo solar, la baja humedad relativa, así como también al sensible aumento de la velocidad del viento, según datos del Servicio de Meteorología FAV, 1994-2019, (Figura 5.2) y (Tabla 5.3).

Tabla 5.3 Distribución temporal de la evaporación total y media mensual (mm) (FAV, 2021).

Estadística	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Media	129,26	131,79	158,00	138,77	120,47	81,96	72,91	70,59	85,89	95,04	92,96	108,39
Máximos	230,00	227,00	292,00	225,00	190,00	135,00	104,00	111,00	140,00	147,00	136,00	186,00
Mínimos	12,1	16,3	15,3	12,7	11,3	9,3	9,6	7	9,6	9,2	9,1	9,8



Figura 5.2 Distribución temporal de la evaporación media mensual (mm) (FAV, 2021).

### 5.2.3 Temperatura del aire

La temperatura del aire se clasifica en temperatura media, temperatura media máxima y temperatura media mínima.

a. Temperatura media: la media anual en el área de estudio es de 27,63 °C y el máximo principal ocurre en el mes de Abril (28,96 °C). Los valores mínimos de temperatura media se registran en los meses de Enero (26,79 °C), Julio (26,83 °C) y Diciembre (27,05 °C), según datos del Servicio de Meteorología FAV, 1994-2019, (Tabla 5.4 y Figura 5.3).

b. Temperatura media máxima: los valores más altos de temperatura media máxima mensual se registran en los meses de Febrero (29,20 °C), Marzo (29,20 °C), Abril (30,10 °C) y Mayo (29,40 °C), según datos de Servicio de Meteorología FAV, 1994-2019, (Tabla 5.4).

c. Temperatura media mínima: las temperaturas mínimas se registran en los meses de Enero (25,90 °C), Febrero (25,50 °C) y Diciembre (25,90 °C), según datos del Servicio de Meteorología FAV, 1994 – 2019, (Tabla 5.4).

Tabla 5.4 Distribución temporal de la temperatura media mensual del aire (°C) (FAV, 2019).

Estadística	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Media	26,79	27,09	28,11	28,96	28,17	27,18	26,83	27,41	28,10	28,17	27,70	27,05
Máximos	27,90	29,20	29,20	30,10	29,40	27,90	27,60	28,10	29,10	28,80	28,30	27,80
Mínimos	25,90	25,50	26,80	27,50	26,70	26,50	26,10	26,60	27,00	27,30	27,00	25,90

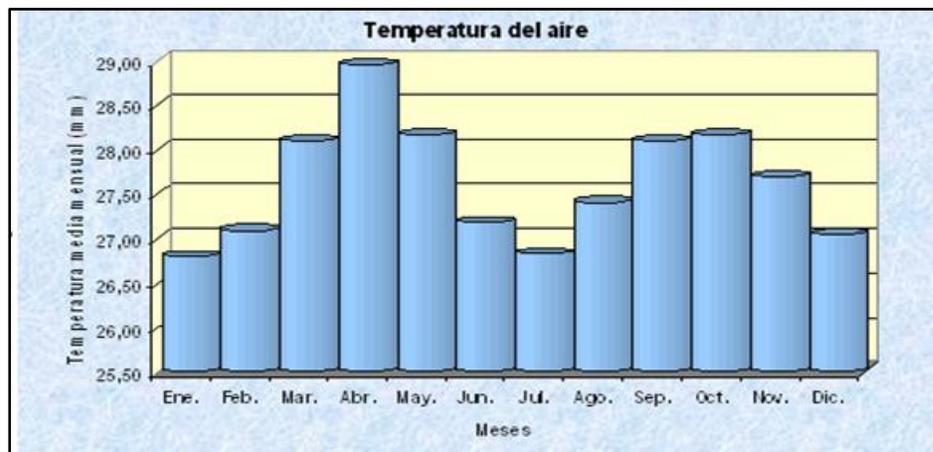


Figura 5.3 Distribución temporal de la temperatura media mensual del aire (°C) (FAV, 2019).

#### 5.2.4 Radiación solar media

El área de estudio recibe una radiación solar promedio anual de 16,80 Cal/min.cm<sup>2</sup>. La radiación solar presenta una distribución bimodal en el año, con valores máximos en Marzo (18,21 Cal/min.cm<sup>2</sup>), Agosto (18,38 Cal/min.cm<sup>2</sup>) y

Septiembre ( $18,37 \text{ Cal/min.cm}^2$ ) y valores mínimos que se registran durante Junio ( $15,52 \text{ Cal/min.cm}^2$ ), Diciembre ( $15,57 \text{ Cal/min.cm}^2$ ), según datos del Servicio de Meteorología FAV, 1994-2019, (Tabla 5.5 y Figura 5.4).

Tabla 5.5 Distribución temporal de la radiación solar media mensual ( $\text{MJ/m}^2$ ) (FAV, 2021).

Estadística	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Media	15,63	16,61	18,21	17,69	16,05	15,52	16,92	18,38	18,37	16,86	15,83	15,57
Máximos	17,77	19,55	21,71	20,71	17,74	18,90	20,10	21,72	21,05	19,42	18,59	18,23
Mínimos	12,93	13,90	16,43	15,43	12,04	12,25	15,02	15,42	15,46	14,37	12,63	11,45

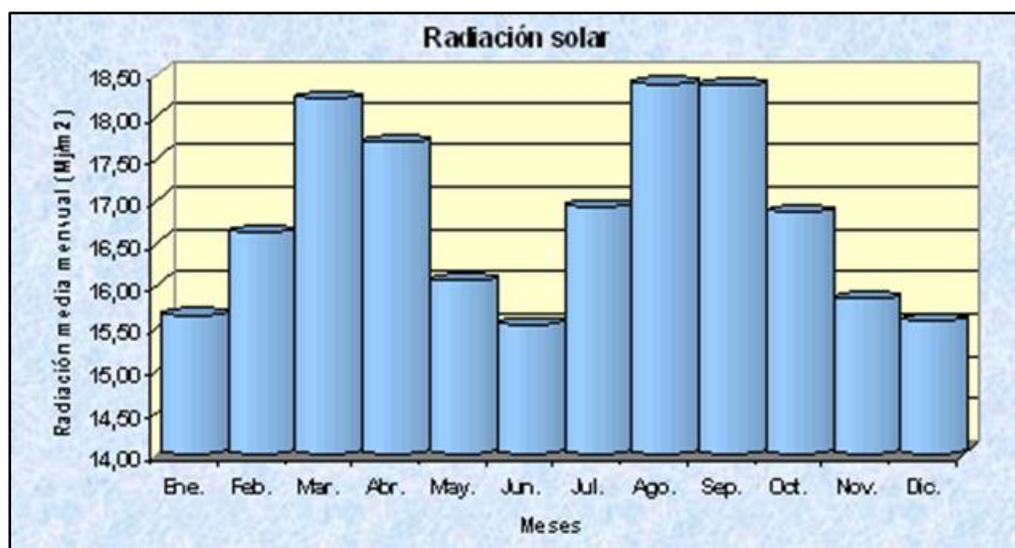


Figura 5.4 Distribución temporal de la radiación solar media mensual ( $\text{MJ/m}^2$ ) (FAV, 2019).

### 5.2.5 Insolación media

El área de estudio recibe un promedio de brillo solar de 7,5 horas, aproximadamente. La máxima insolación media se alcanza durante el mes de Marzo (8,05 horas de Sol), y la mínima durante el mes de Junio (6,30 horas). Los valores

máximos principales de insolación se suceden en los meses de Febrero (9,60 horas), Mayo (9,20horas) mientras que los mínimos son Enero (3,90 horas) y Febrero (4,70 horas), según datos del Servicio de Meteorología FAV, 1994 – 2019, (Tabla 5.6 y Figura 5.5).

Tabla 5.6 Distribución temporal de la insolación media mensual (horas) (FAV, 2019).

Estadística	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Media	7,34	7,69	8,05	7,59	6,67	6,39	6,92	7,51	7,85	7,98	7,79	7,70
Máximos	8,80	9,60	8,70	8,40	9,20	7,50	7,60	8,50	8,60	8,60	9,10	8,60
Mínimos	3,90	4,70	6,70	6,40	5,30	5,40	5,60	6,20	7,30	7,50	7,10	6,80



Figura 5.5 Distribución temporal de la insolación media mensual (horas) (FAV, 2021).

### 5.2.6 Humedad relativa media

La media anual se ubica en 78,31 % los valores máximos de humedad relativa se presentan durante la época de Junio (87,00%), Julio (86,00%) Octubre (88,00%) y Diciembre (92,00%); mientras que los valores mínimos se alcanzan en la época de Febrero (67,00%), Marzo (54,00%) y Abril (64,00%), según datos del Servicio de Meteorología FAV, 1994 – 2019, (Tabla 5.7 y Figura 5.6).

Tabla 5.7 Distribución temporal de la humedad relativa media mensual (%) (FAV, 2021).

Estadística	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Media	77,09	74,91	70,18	71,55	76,18	83,09	83,91	81,91	78,91	79,82	81,27	80,91
Máximos	82,00	82,00	77,00	77,00	83,00	87,00	86,00	84,00	83,00	88,00	84,00	92,00
Mínimos	71,00	67,00	54,00	64,00	67,00	77,00	80,00	79,00	76,00	76,00	78,00	74,00

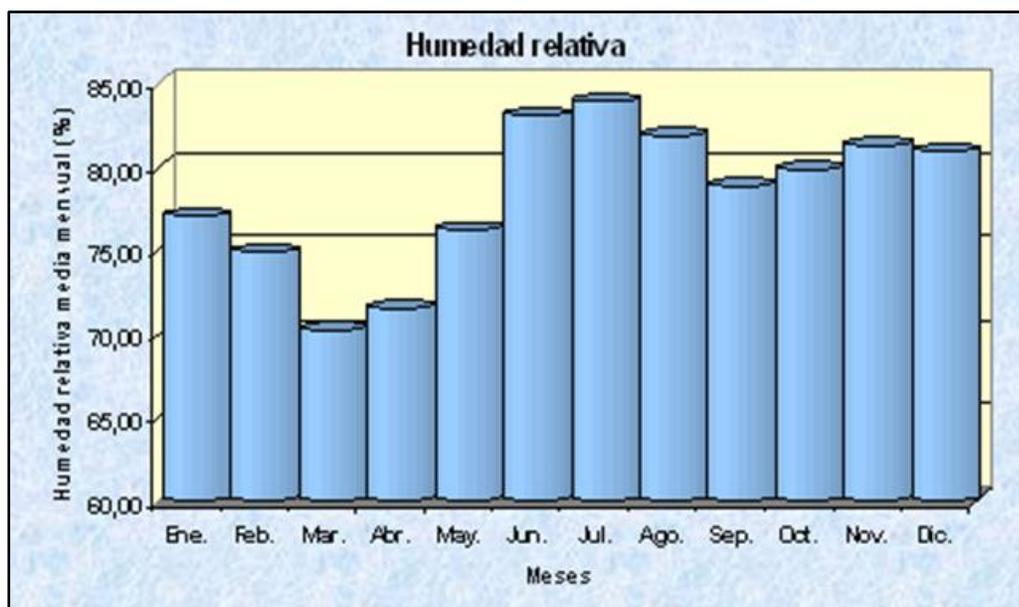


Figura 5.6 Distribución temporal de la humedad relativa media mensual (%) (FAV, 2019).

El resto del área presenta un patrón de drenaje dendrítico, dominada en su mayoría por quebradas y morichales, poco denso, conformado por lagunas intermitentes que contienen agua solamente en los meses de invierno, Mayo – Agosto, y el resto de los meses del año, totalmente secas.

### 5.3 Caracterizar física y texturalmente los suelos del área de estudio

Tal como se indicó en el capítulo anterior, se tomaron ocho (8) muestras superficiales y ocho (8) muestras en cuatro (4) calicatas (dos muestras por calicata), a los cuales se les realizó ensayos granulométricos (de acuerdo a la norma ASTM D-422) (figuras, ensayos morfoscópicos de acuerdo a los criterios de Udden-Wentworth, ensayos de densidad relativa para no cohesivos, ensayo de humedad, ensayo de ph. (Figura 5.7)



Figura 5.7 Calicatas practicadas en el área de laboreo agrícola mostrando horizontes.

### 5.3.1 Distribución granulométrica de las muestras de suelos

Se practicó ensayo de análisis granulométrico de acuerdo a la norma ASTM D422 a todas las muestras tomadas en la zona de laboreo del fundo La Dominga. En los apéndices B.1 a B.16 se presentan los resultados de los análisis y en las figuras 5.8 a la 5.10 se presentan todas las curvas granulométricas respectivas.

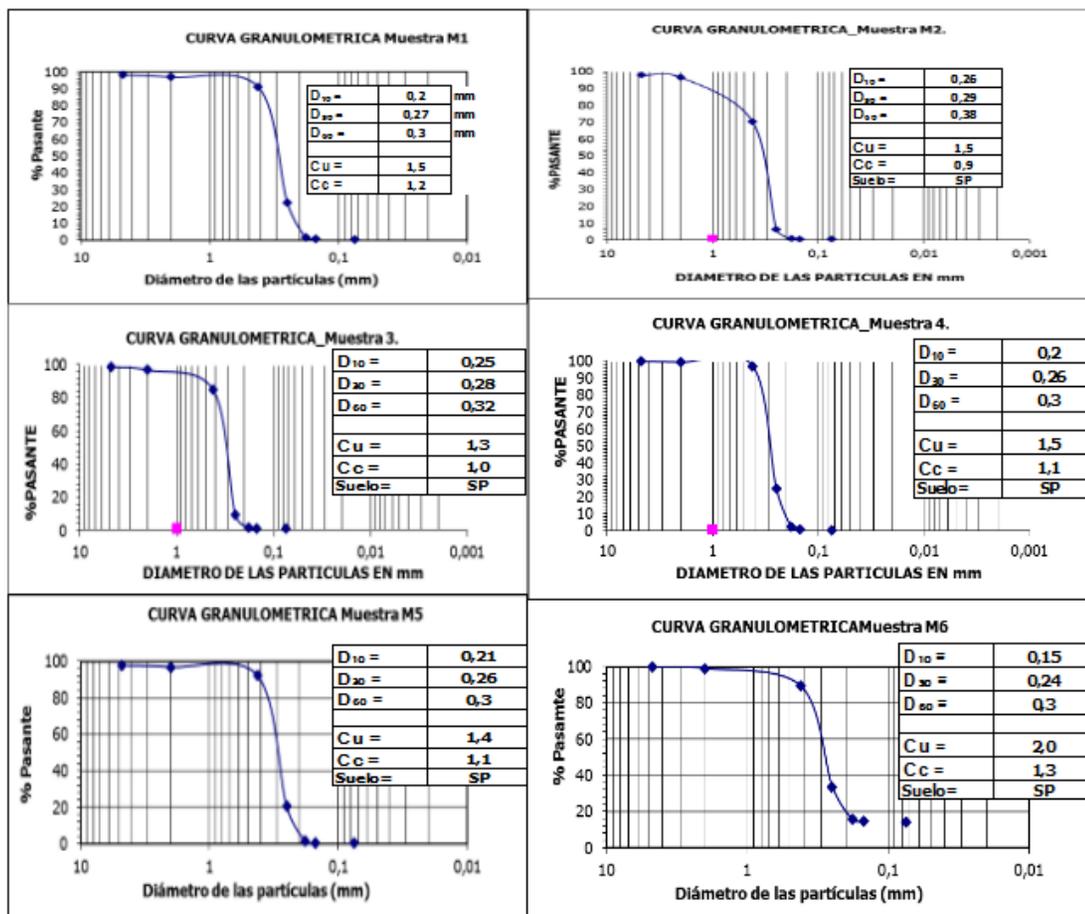


Figura 5.8 Curvas granulométricas de las muestras M1 a M6.

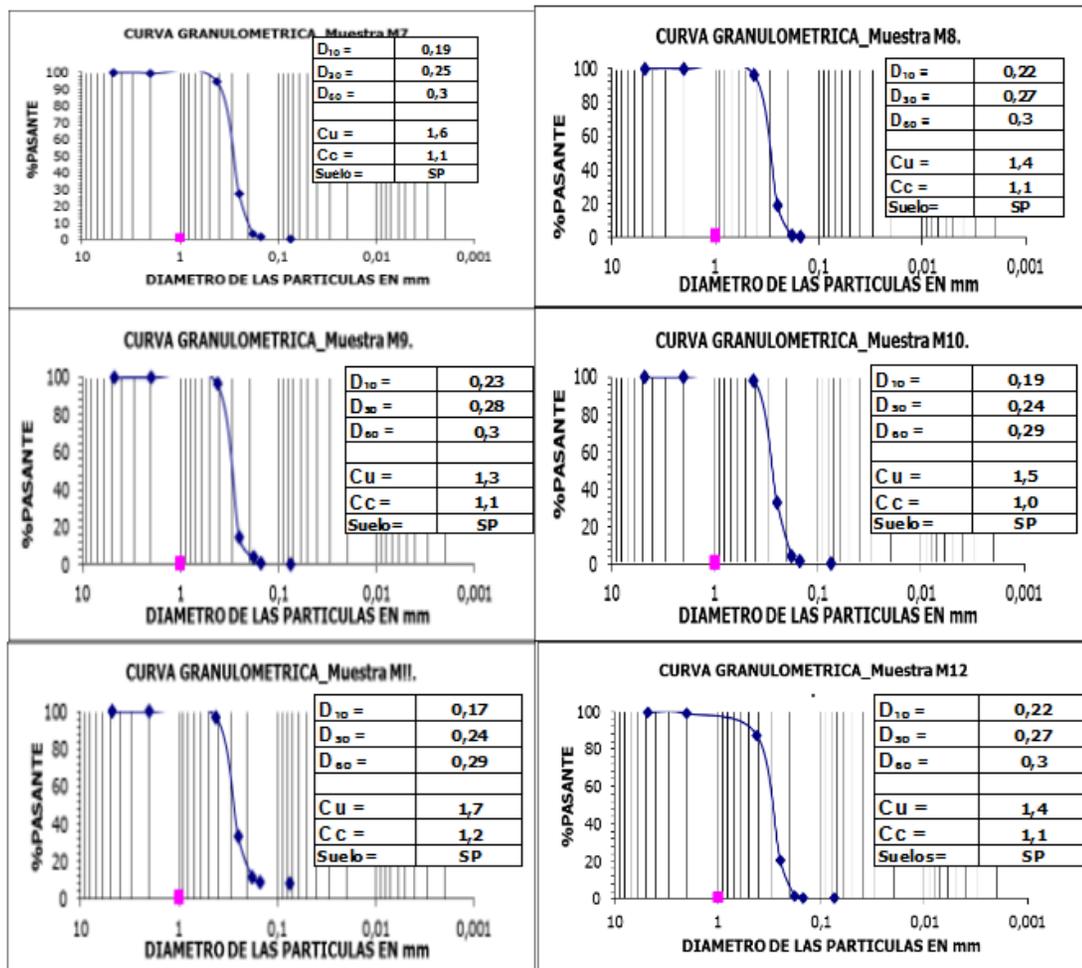


Figura 5.9 Curvas granulométricas de las muestras M7 a M12

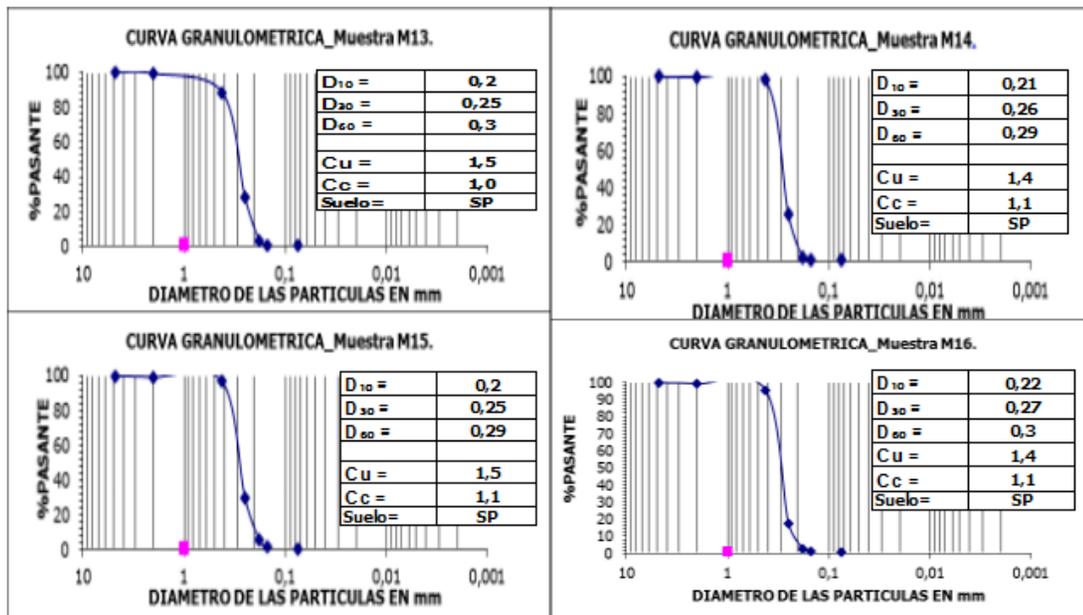


Figura 5.10 Curvas granulométricas de las muestras M13 a M16

Tal como se puede observar en las curvas granulométricas anteriores, todas las muestras analizadas provenientes tanto de los muestreos superficiales como de las muestras de calicatas se corresponden de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos a arenas mal gradadas con pocos finos.

De acuerdo al triángulo textural de la clasificación del *US Department of Agriculture* (USDA, 1975) observada en la figura 5.11, los suelos del lote de terreno en estudio del fundo La Dominga se pueden clasificar como arenosos por sus porcentajes texturales promedio de Arena (> 90%), limo (<5%) y Arcilla (<5%).

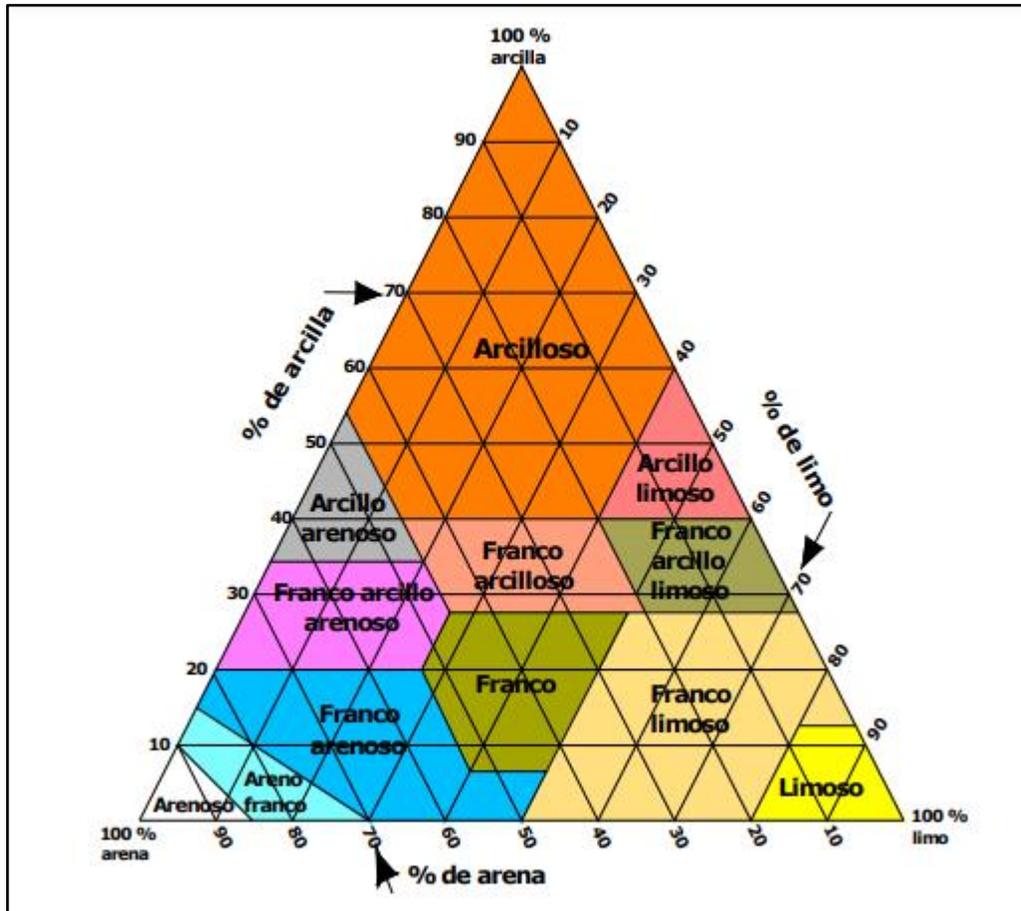


Figura 5.11 Triángulo de clasificación textural (USDA, 1975).

### 5.3.2 Forma y esfericidad de las partículas de las muestras de suelos

Con la ayuda de una lupa bifocal, se les realizó análisis morfosκόpico de las partículas a todas las muestras, las cuales de acuerdo a los histogramas presentados en los apéndices C.1 a C.4 presentan predominancia de forma de partículas subangulosas.

Se considera que los sedimentos presentan un nivel de transporte friccionante bajo y que la fuente de dichas partículas se encuentra relativamente cercana. Aun cuando no se dispone de análisis mineralógico de la composición de estos suelos

podría inferirse que su génesis se encuentra en rocas constituyentes del complejo Imataca cuya presencia se hace patente en el entorno del fundo La Dominga.

### **5.3.3 Contenido de humedad de los suelos del área de laboreo agrícola**

Cabe destacar que el área de laboreo agrícola posee un desarrollo incipiente puesto que no posee un sistema de riego. En ese sentido, se informó que los cultivos que en alguna oportunidad se han desarrollado se han dado con el uso de agua meteórica; es decir, que se aprovecha el ciclo anual de precipitaciones para definir las distintas etapas de cultivo.

Basado en la observación anterior se decidió realizar un análisis de la humedad presente en el suelo para el momento de la realización de la presente investigación. En tal sentido, se realizaron ensayos de determinación de la cantidad de humedad presente en el suelo basándose en el criterio de la norma ASTM D 2216.

Como se puede observar en los resultados presentados en la siguiente tabla y en el mapa de humedad del suelo, se pudo constatar que existe un patrón incremental del contenido de humedad del suelo en sentido del noreste hacia el suroeste presumiblemente por la proximidad de la presencia de agua superficial manifestada en la quebrada que posee un alineamiento del este hacia el oeste aproximadamente paralelo al lindero sur del área de laboreo.

También se puede observar en las mediciones que las zonas de tránsito vehicular y peatonal muestran disminuciones sensibles del contenido de humedad (Tabla 5.8 y Figura 5.12).

Tabla 5.8 Resultado de los análisis de contenido de humedad de los suelos.

Posición o nodo de muestreo	Muestra	Contenido de humedad (%)	Observación
1	1	7	Próximo a vértice norte
3	3	15	Zona centro norte
5	5	5	Próximo a lindero este
8	8	19	Centro área de laboreo
10	10	13	Cercano a lindero
13	13	20	Próximo a quebrada oeste
15	15	21	Próximo a quebrada sur
16	16	28	Próximo a quebrada oeste

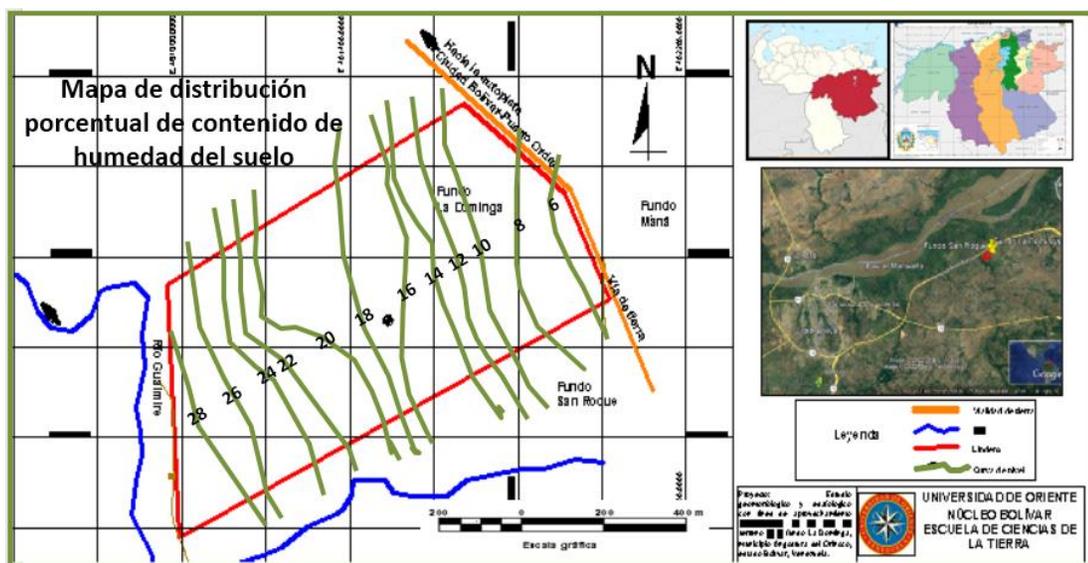


Figura 5.12 Mapa de distribución porcentual del contenido de humedad del suelo.

### 5.3.4 Densidad relativa de los suelos en el área de laboreo

Con la finalidad de realizar una aproximación hacia las condiciones densimétricas de los suelos del lote de terreno que se desea desarrollar para explotación agrícola en el fundo La Dominga se realizarán ensayos de densidad relativa para no cohesivos basados en la norma ASTM D2049 a las muestras tomadas

en los mismos nodos de muestreo (1, 3, 5, 8, 10, 13, 15 y 16) utilizados para las pruebas de humedad del suelo (Tabla 5.9 y Figura 5.13).

Tabla 5.9 Resultado de los análisis de densidad aparente del suelo.

Posición o nodo de muestreo	Muestra	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Observación
1	1	1.8	Próximo a vértice norte
3	3	1.2	Zona centro norte
5	5	1.7	Próximo a lindero este
8	8	1.3	Centro área de laboreo
10	10	1.6	Cercano a lindero
13	13	1.3	Próximo a quebrada oeste
15	15	1.4	Próximo a quebrada sur
16	16	1.5	Próximo a quebrada oeste

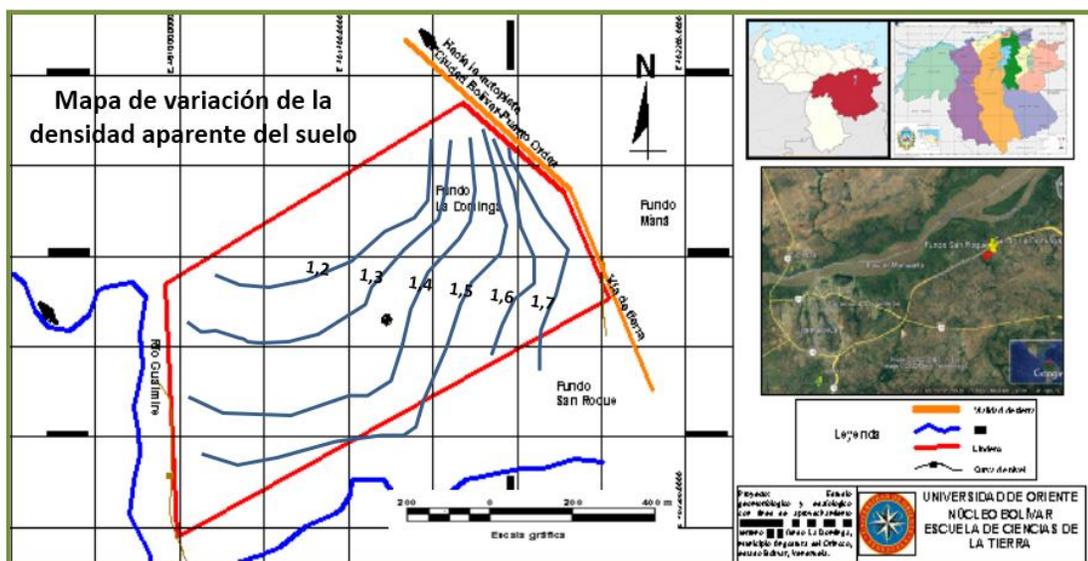


Figura 5.13 Mapa de variación de densidad aparente del suelo.

### **5.3.5 Variación del potencial de hidrógeno (ph) de los suelos en el área de laboreo**

La medida de la concentración de hidrogeniones del suelo permitirá determinar la alcalinidad o basicidad del suelo, lo cual indirectamente permitirá determinar algunas de las potencialidades o limitaciones del suelo según sea el caso. Para ello se utilizarán cintas colorimétricas que permitirán realizar con bastante aproximación la determinación del potencial de hidrógeno presente.

Es necesario recalcar que es necesario establecer buenas prácticas agrícolas como lo son: selección adecuada de cultivos, incorporar materia orgánica al suelo, control de la aplicación de fertilizantes químicos, control de riego, reducir las emisiones de sulfato y nitrato limitando el uso y quema de los combustibles fósiles que los producen, evitar la aplicación de fertilizantes amoniacales de reacción acida para suelos dedicados a la agricultura, entre otras, todo esto con el objetivo de subir y mantener el pH del suelo, para poder cultivar los alimentos y además para mantener en buen estado la estructura del suelo y prolongar su vida.

El caso tratado en este documento se trata de arenas con poco finos cuyas características permite la infiltración, pero retiene el agua por poco tiempo debido a que son suelos bien drenados; esta circunstancia favorece el desarrollo de las plantas siempre que se riegue con la periodicidad necesaria.

Se realizaron mediciones del ph del suelo por el método colorimétrico utilizando las tiras reactivas. Dichas mediciones se realizaron en los mismos puntos

donde se midieron contenidos de humedad y densidades aparentes del suelo (Tabla 5.10 y Figura 5.14).

Tabla 5.10 Resultados de las mediciones de ph en el área de estudio

Posición o nodo de muestreo	Muestra	ph	Observación
1	1	7.5	Próximo a vértice norte
3	3	7.0	Zona centro norte
5	5	7.5	Próximo a lindero este
8	8	8.0	Centro área de laboreo
10	10	7.5	Cercano a lindero
13	13	6.5	Próximo a quebrada oeste
15	15 </td <td>7.0</td> <td>Próximo a quebrada sur</td>	7.0	Próximo a quebrada sur
16	16	6.5	Próximo a quebrada oeste

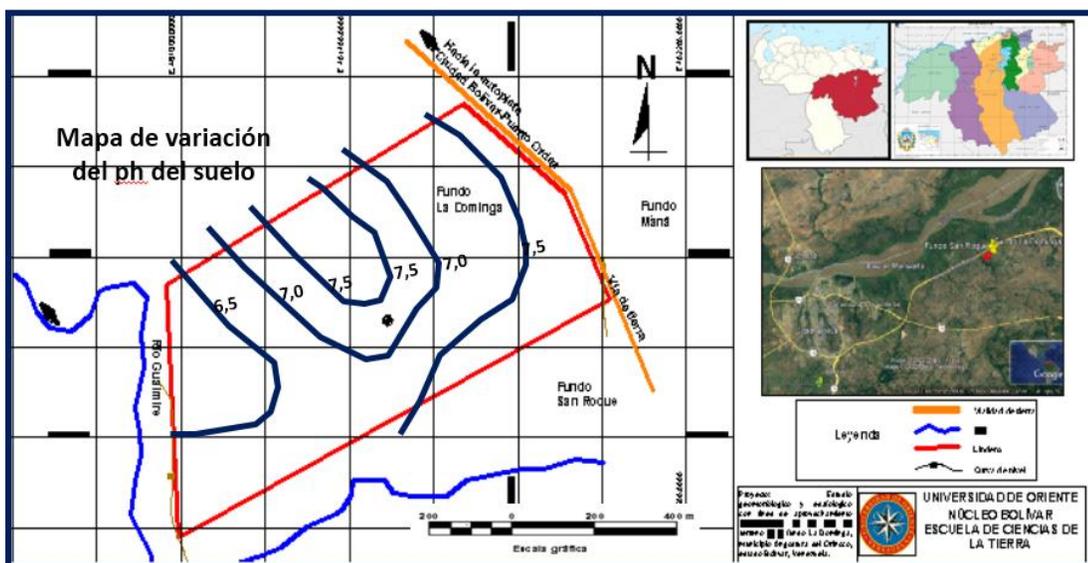


Figura 5.14 Mapa de variación de concentración de hidrogeniones (ph) del suelo.

#### **5.4 Identificar las potenciales fuentes de aguas superficial disponibles**

La detección de aguas subterráneas en el lote de terreno objeto del presente estudio del fundo La Dominga, debe ser acometido mediante prospección geofísica, específicamente se recomienda a tal efecto utilizar el método de Sondeos eléctricos verticales (SEV) utilizando disposición Schlumberger. Sin embargo, la geología local muestra que el fundo La Dominga forma parte del área de contacto entre las rocas duras del Complejo Imataca y los sedimentos del Reciente y Formación Mesa.

Tal circunstancia permite suponer que los estratos de arena presente no son de gran potencia y que la producción o caudal de tales acuíferos estarán por debajo de 1 l/s. Considerando que en la zona oeste de estos paquetes sedimentarios alcanzan hasta unos 150 m de profundidad (en el sur de Ciudad Bolívar en la zona de José Antonio Páez y Los Caribes), y los pozos perforados en esa área producían un 5 a 7 l/s (MPP para Ecosocialismo y Aguas, 2022).

Por otra parte, existe la presencia de una fuente de agua superficial importante constituida por una quebrada de régimen permanente la cual podría suministrar agua suficiente para el almacenamiento en tanques tipo australianos instalados en la parte más elevada del terreno y descargar para riego por gravedad a todo el lote de terreno (Figura 5.13).



Figura 5.15 Orilla de la quebrada adyacente al afloramiento



Figura 5.16 Cabeceras del manantial donde se inicia la quebrada.

Asimismo, es necesario destacar que entre la hidrografía de la zona se encuentra el río Guaimire, sin embargo, su distancia hasta el lote de cultivo permite

inferir que sería muy costosa la conducción del agua hasta la zona de riego (Figura 5.15).



Figura 5.17 Río Guaimire relativamente cercano al área de estudio.

### **5.5 Identificar las potencialidades agrícolas de los suelos**

En este sentido, se mencionarán los factores positivos que potencialmente coadyuvarían al desarrollo agrícola del sector en estudio:

1. Extensión superficial del lote suficiente para el desarrollo rentable de cualquiera de los cultivos que con frecuencia se cultivan en la zona de la Formación Mesa.
2. Pendiente promedio del terreno que no supera el 3% lo cual es suficiente para proporcionar un drenaje adecuado de los excedentes de aguas pluviales y es lo suficientemente bajo para garantizar un régimen de contenido de humedad suficiente para el normal desarrollo de las plantas cultivadas.
3. La naturaleza arenosa de los suelos proporciona suficiente aireación del suelo y garantiza un moderado movimiento del agua; sin embargo, se trata de suelos

con pocos finos en gran parte del lote y ello permitiría la acumulación de los minerales y nutrientes que requerirían las plantas. Pero no se deberá descartar el uso moderado y racional de fertilizantes.

4. Si bien es cierto que las características hidrogeológicas regionales no favorecen la presencia de potentes estratos acuíferos, si es evidente la ventajosa situación del agua superficial permanente en una quebrada de presumible caudal suficiente para el llenado de tanques australianos para almacenar el agua necesaria para el normal desarrollo de los cultivos.

5. Los parámetros medidos en campo: contenido de humedad, densidad aparente y ph muestran valores que permiten interpretar un suelo sano agrologicamente hablando, lo cual permitirá el desarrollo de los cultivos aptos para la climatología y altitud de la zona de estudio.



Figura 5.18 Vista del lote de estudio deforestado y al fondo la vegetación tipo bosque de galería entorno a la quebrada.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. De acuerdo a los parámetros climáticos revisados, se concluye que el área del proyecto se enmarca en la zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T), según la clasificación climática de Holdridge. Asimismo, el área se clasifica como clima cálido tropical de sabana isotérmico (Awgi), caracterizado por presentar un período de lluvia y otro de sequía, bien definidos, con una oscilación térmica promedio inferior a los 5 °C.
2. El tipo de sedimento presente en el área corresponde a arena de medias a finas y que de acuerdo al sistema Unificado de Clasificación de Suelos corresponden a arenas mal gradadas (SP). Por otra parte, el análisis morfométrico de las partículas que muestra formas de partículas predominantemente subangulosas, lo cual permite inferir un transporte friccionante significativo dada la dureza de los minerales presentes con predominio de cuarzo.
3. El lote de terreno no presenta un relieve suave y regular con poca pendiente (entre 1 y 2%), asimismo, es de hacer notar que muestra un buen drenaje con dirección del noreste hacia el suroeste.
4. Los valores obtenidos de las mediciones del contenido de agua indica que aun cuando los suelos posean la cualidad de favorecer el movimiento del agua, tanto infiltración como percolación, debido a la buena aireación que posee. Por otra parte, los poco finos permiten mantener una humedad suficiente para permitir la acumulación y presencia de los minerales suficientes para el normal desarrollo agrícola.

5. La densidad de los suelos medidos se traduce en una permeabilidad suficiente para permitir un buen drenaje y movimiento del agua y garantizar un desarrollo agrícola adecuado. Asimismo, las condiciones de ph de los suelos indican valores que indican algunos sectores del lote con baja acidez y otros con indicadores de neutralidad, que debe ser controlado con la adecuada selección de los cultivos a elegir.
6. Finalmente, la conjunción de los parámetros medidos, desde la textura del suelo, la pendiente natural del terreno, el contenido de humedad remanente del suelo, la densidad y el ph permiten inferir que el lote es potencialmente productivo siempre y cuando la frecuencia y tiempo de riego aplicado al suelo sea el suficiente para el normal desarrollo de los cultivos.

### **Recomendaciones**

1. Se sugiere a los propietarios del lote en estudio, realizar una caracterización física y química del suelo para garantizar la presencia de los minerales necesarios o conocer las posibles deficiencias que posea y poder solventarlas mediante fertilización para garantizar el cabal desarrollo de los cultivos
2. Se sugiere a los propietarios del lote en estudio, realizar un estudio geoelectrico para verificar la posibilidad de efectuar aprovechamiento de aguas subterráneas con propósitos de riego.
3. Finalmente, se sugiere a los propietarios realizar el estudio hidrológico respectivo que permita garantizar la idoneidad de la cantidad y calidad del agua superficial que podría suministrar la quebrada permanente existente en las adyacencias al lote de terreno en estudio.

## REFERENCIAS

Aguirre Pe, J.. (1980). **HIDRÁULICA DE SEDIMENTOS**. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Mérida. Pp 100.

Alfonsi, P. P (1983). **AMBIENTES SEDIMENTARIOS**. Meneven, Venezuela. pp 15.

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

Badillo Eulalio Juárez, Rodríguez Alfonso Rico. (1980). **MECÁNICA DE SUELOS**. Editorial Limusa, S.A. Anexo VII-A.

Bowles, Joseph (1981) **MANUAL DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL**. Series McGraw hill, Latinoamericana, pp. 175 – 180.

Bueno, E. (1981). **ASPECTOS DE LA HIDROGEOLOGÍA DE LA GUAYANA VENEZOLANA M.A.R.V.R**. Febrero. Pp 86.

Balestrini, M. (2002). **COMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Consultores Asociados, Caracas, Venezuela. pp 74

Bellizzia C., M. (1968). **EDADES ISOTÓPICAS DE ROCAS VENEZOLANAS**. Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Boletín de Geología 10 (19): pp 356-380.

Bentancourt, Orlando. (1998). **PLAN DE EXPLOTACIÓN PARA APROVECHAMIENTO DE ARENA LAVADA EN QUEBRADA LOS BÁEZ, SECCIÓN ADYACENTE A BIENHECHURÍAS DE MARÍA FLORES**, trabajo de grado, Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar.

Corporación Venezolana de Guayana, C.V.G. TECMIN. (2007). **INFORME TÉCNICO DE RECURSO NATURALES**. Hoja NB-194 .Puerto Ordaz. Venezuela.

Corrales, J. (1977). **ESTRATIGRAFIA**. Editorial Ruedo. Madrid – España. Pp 717.

CVG Tecmin, C.A. (2002). **INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES DEL ESTADO BOLIVAR.** Puerto Ordaz.

Danhke, G. (1986). **CLASIFICACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN.** Barcelona.

Fuerza Armadas Venezolana. (F.A.V). **INFORMES DE AVANCES METEOROLÓGICO DE CIUDAD BOLIVAR.** Del 1997-2007.

Galloway, W. y D. Hobday (1983). **TERRIGENOUS CLASTIC DEPOSITIONAL SYSTEMS.** Springer- Verlag, New Cork. Pp 201.

González de Juana, C., Iturralde, J. y Picard, X. (1980). **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLÍFERAS.** Tomo I. Ediciones Foninves. Caracas. pp 69-72.

Herrera, L. (1986). **VENEZUELA SUS CUENCAS HIDROGRÁFICAS INTERNACIONALES.** Inédito. Caracas. Venezuela.

Hurley, P. M. y Gaudette, H. E. (1977). **GEOLOGÍA DE LOS GRANITOS DEL NORTE DEL ESTADO BOLÍVAR.** Sociedad de Geólogos de América.

Leeder, M. (1982). **SEDIMENTOLOGY. PROCESS AND PRODUCT.** London George Allen and Unwin. Boston Sydney. pp 60-620.

Ministerio de Energía y Minas (M.E.M.). (1956). **LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA BOLETÍN GEOLOGÍA.** Primera Edición. Editorial Sucre, Caracas, Venezuela. Pp 524-525.

Ministerio de Energía y Minas (M.E.M.). (1971). **LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA BOLETÍN GEOLOGÍA.** Segunda Edición. Editorial Sucre, Caracas, Venezuela. Pp 423.

Ministerio de Energía y Minas (M.E.M.) (1999). **LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA BOLETÍN GEOLOGÍA.** Tercera Edición. Editorial Sucre, Caracas, Venezuela. Pp 414-415.

Mendoza, V. (2000). **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAERICANO.** Ciudad Bolívar. Pp 25 – 37.

Ministerio de Obras Públicas. (1985). **MANUAL DE ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD.** Venezuela. Marzo. Venezuela. M.O.P.E -115.

Pravia, J.R. (1998). **APUNTES DE MECÁNICA DE SEDIMENTACIÓN.** Tomo II, pp. 347 – 376.

Pettijonh, F. (1980). **ROCAS SEDIMENTARIAS.** Editorial Eudeba. Tercera Edición, Buenos Aires, Argentina. Pp 71, 72, 138, 139.

Reineck, H. y I. Sing. (1981). **DEPOSITIONAL SEDIMENTARY ENVIRONMENTS.**Berlin Springer – Verlag. Pp 185 – 201.Pp 439.

Sabino C. (2006). **EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.** Editorial Panapo. Caracas. 134-145

Spaletti Luis A. (2007). **TEXTURA DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS CLÁSTICAS** (10 de mayo 2012). Facultad de Ciencias y Museo UNLP.<http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/sedimentologia/pdf/textura.pdf>.

Sthraler, N. Arthur (1989). **GEOGRAFÍA FÍSICA.** Tercera Edición Barcelona, España. Pp 447-448.

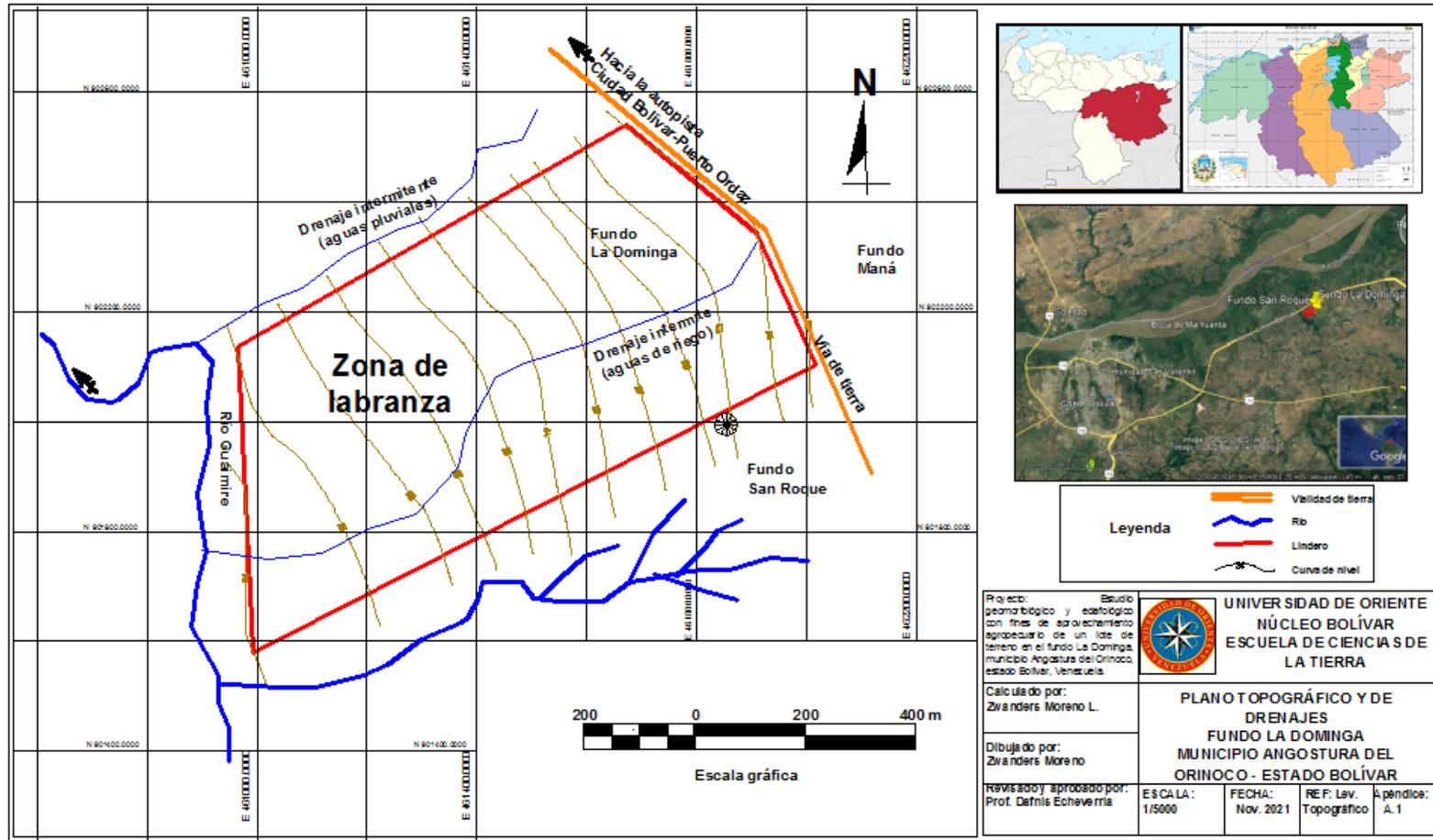
Tamayo y Tamayo, M. (2006). **EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.** 4ta edición, 3era reimpresión. Editorial Limusa. México, pp 64-82.

Torres, Mayra. (1999). **ESTUDIO SEDIMENTOLÓGICO DEL CONJUNTO DE ISLAS BERNABELA E ISLOTE DEL RÍO ORINOCO. ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA.** Trabajo de grado, Universidad de Oriente, Estado Bolívar.

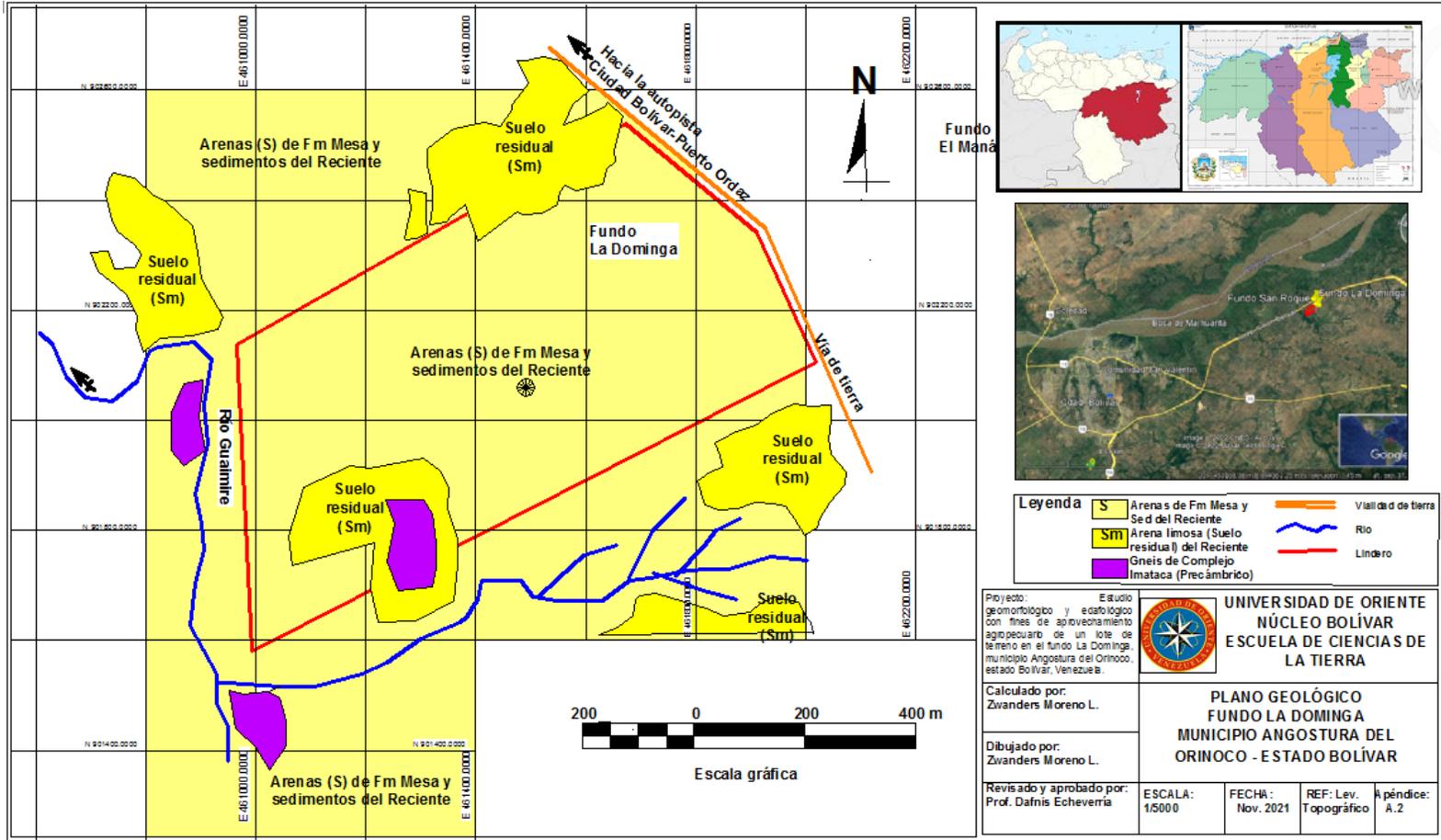
Visher, G. (1969) **GRAIN SIZE DISTRIBUTIONS AND DEPOSITIONAL PROCESSES.**Vol. 3 Pp 1074 – 1106.

## **APÉNDICES**

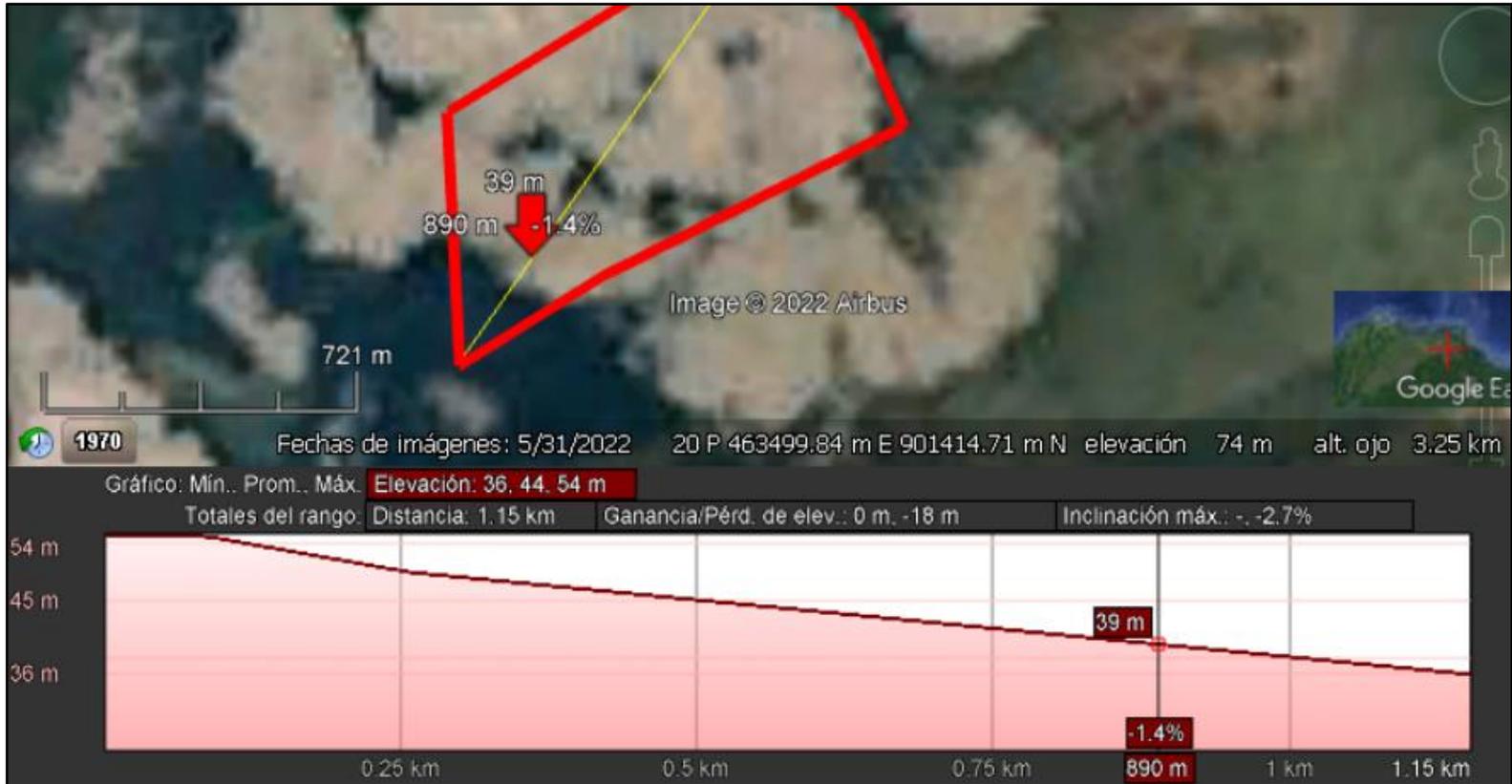
**APÉNDICE A**  
**PLANOS DEL FUNDO LA DOMINGA**



A.1 Plano topográfico y de drenajes del fundo La Dominga.



A.2 Plano geológico del fundo La Dominga.



A.3 Perfil longitudinal del lote en dirección noreste – suroeste (Google Earth, 2023)

**APÉNDICE B**  
**RESULTADOS DE ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN**  
**GRANULOMÉTRICA DE LAS MUESTRAS DE SUELOS**

### B.1 Distribución granulométrica de la muestra M1.

**PROYECTO:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**UBICACIÓN:** Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco. estado Bolívar

**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA:** M1

Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	755,9	8,7	1,74	1,74	98,26
10	2	643,2	649,8	6,6	1,32	3,06	96,94
40	0,41931	566,2	594,7	28,5	5,70	8,76	91,24
60	0,25	512	856,7	344,7	68,94	77,70	22,30
80	0,18	515	618,7	103,7	20,74	98,44	1,56
100	0,15	395,6	399,9	4,3	0,86	99,30	0,70
200	0,075	482,3	484,7	2,4	0,48	99,78	0,22
PAN	0	483,6	484	0,4	0,08	99,86	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	499,30	<b>99,86</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	500,00			
			%ERROR	<b>0,14</b>			

### B.2 Distribución granulométrica de la muestra M2

**PROYECTO:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**UBICACIÓN:** Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco. estado Bolívar

**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA:** M2

Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	757,1	9,9	1,98	1,98	98,02
10	2	643,2	650,2	7	1,40	3,38	96,62
40	0,41931	566,2	697,6	131,4	26,28	29,66	70,34
60	0,25	512	831,5	319,5	63,90	93,56	6,44
80	0,18	515	543,1	28,1	5,62	99,18	0,82
100	0,15	395,6	396,4	0,8	0,16	99,34	0,66
200	0,075	482,3	483,2	0,9	0,18	99,52	0,48
PAN	0	483,6	483,8	0,2	0,04	99,56	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	497,80	<b>99,56</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	500,00			
			%ERROR	<b>0,44</b>			

### B.3 Distribución granulométrica de la muestra M3

**PROYECTO:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**UBICACIÓN:** Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar

**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA:** M3

Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	753,4	6,2	1,32	1,32	98,68
10	2	643,2	652,2	9	1,91	3,23	96,77
40	0,41931	566,2	622,7	56,5	12,02	15,26	84,74
60	0,25	512	865,2	353,2	75,15	90,40	9,60
80	0,18	515	552,2	37,2	7,91	98,32	1,68
100	0,15	395,6	397,4	1,8	0,38	98,70	1,30
200	0,075	482,3	483,3	1	0,21	98,91	1,09
PAN	0	483,6	483,8	0,2	0,04	98,96	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	465,10	<b>98,96</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	470,00			
			%ERROR	<b>1,04</b>			

### B.4 Distribución granulométrica de la muestra M4

**PROYECTO:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**UBICACIÓN:** Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar

**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA:** M4

Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	748,4	1,2	0,24	0,24	99,76
10	2	643,2	646,1	2,9	0,58	0,82	99,18
40	0,41931	566,2	576,6	10,4	2,08	2,90	97,10
60	0,25	512	873,7	361,7	72,34	75,24	24,76
80	0,18	515	628,1	113,1	22,62	97,86	2,14
100	0,15	395,6	402,7	7,1	1,42	99,28	0,72
200	0,075	482,3	485,2	2,9	0,58	99,86	0,14
PAN	0	483,6	483,8	0,2	0,04	99,90	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	499,50	<b>99,90</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	500,00			
			%ERROR	<b>0,10</b>			

### B.5 Distribución granulométrica de la muestra M5

**PROYECTO:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**UBICACIÓN:** Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar

**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA:** M5

Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	757,4	10,2	2,04	2,04	97,96
10	2	643,2	648,2	5	1,00	3,04	96,96
40	0,41931	566,2	590,1	23,9	4,78	7,82	92,18
60	0,25	512	871,2	359,2	71,84	79,66	20,34
80	0,18	515	609,4	94,4	18,88	98,54	1,46
100	0,15	395,6	400,7	5,1	1,02	99,56	0,44
200	0,075	482,3	484,1	1,8	0,36	99,92	0,08
PAN	0	483,6	483,8	0,2	0,04	99,96	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	499,80	<b>99,96</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	500,00			
			%ERROR	<b>0,04</b>			

### B.6 Distribución granulométrica de la muestra M6

**PROYECTO:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**UBICACIÓN:** Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar

**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA:** M6

Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	747,9	0,7	0,14	0,14	99,86
10	2	643,2	648,1	4,9	0,98	1,12	98,88
40	0,41931	566,2	614,6	48,4	9,68	10,80	89,20
60	0,25	512	790,4	278,4	55,68	66,48	33,52
80	0,18	515	604,3	89,3	17,86	84,34	15,66
100	0,15	395,6	399,9	4,3	0,86	85,20	14,80
200	0,075	482,3	484,1	1,8	0,36	85,56	14,44
PAN	0	483,6	484	0,4	0,08	85,64	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	428,20	<b>85,64</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	500,00			
			%ERROR	<b>14,36</b>			

## B.7 Distribución granulométrica de la muestra M7

PROYECTO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

UBICACIÓN: Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA: M7

Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	747,4	0,2	0,04	0,04	99,96
10	2	643,2	645,7	2,5	0,50	0,54	99,46
40	0,41931	566,2	591	24,8	4,96	5,50	94,50
60	0,25	512	848	336	67,20	72,70	27,30
<b>80</b>	<b>0,18</b>	515	633,9	118,9	23,78	96,48	3,52
<b>100</b>	<b>0,15</b>	395,6	405,7	10,1	2,02	98,50	1,50
200	0,075	482,3	488,1	5,8	1,16	99,66	0,34
PAN	0	483,6	483,9	0,3	0,06	99,72	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	498,60	<b>99,72</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	500,00			
			%ERROR	<b>0,28</b>			

## B.8 Distribución granulométrica de la muestra M8

PROYECTO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

UBICACIÓN: Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA: M8

Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	747,2	0	0,00	0,00	100,00
10	2	643,2	644,7	1,5	0,30	0,30	99,70
40	0,41931	566,2	585,3	19,1	3,82	4,12	95,88
60	0,25	512	897,9	385,9	77,18	81,30	18,70
<b>80</b>	<b>0,18</b>	515	602,2	87,2	17,44	98,74	1,26
<b>100</b>	<b>0,15</b>	395,6	400	4,4	0,88	99,62	0,38
200	0,075	482,3	484,5	2,2	0,44	100,06	-0,06
PAN	0	483,6	483,8	0,2	0,04	100,10	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	500,50	<b>100,10</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	500,00			
			%ERROR	<b>-0,10</b>			

## B.9 Distribución granulométrica de la muestra M9

PROYECTO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

UBICACIÓN: Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA: M9

Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	747,3	0,1	0,02	0,02	99,98
10	2	643,2	643,5	0,3	0,06	0,08	99,92
40	0,41931	566,2	583,4	17,2	3,44	3,52	96,48
60	0,25	512	921,4	409,4	81,88	85,40	14,60
<b>80</b>	<b>0,18</b>	515	568,1	53,1	10,62	96,02	3,98
<b>100</b>	<b>0,15</b>	395,6	410,4	14,8	2,96	98,98	1,02
200	0,075	482,3	487,2	4,9	0,98	99,96	0,04
PAN	0	483,6	483,9	0,3	0,06	100,02	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	500,10	<b>100,02</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	500,00			
			%ERROR	<b>-0,02</b>			

## B.10 Distribución granulométrica de la muestra M10.

PROYECTO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

UBICACIÓN: Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA: M10

Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	747,2	0	0,00	0,00	100,00
10	2	643,2	643,7	0,5	0,10	0,10	99,90
40	0,41931	566,2	574,2	8	1,60	1,70	98,30
60	0,25	512	838,1	326,1	65,22	66,92	33,08
<b>80</b>	<b>0,18</b>	515	658,9	143,9	28,78	95,70	4,30
<b>100</b>	<b>0,15</b>	395,6	408,8	13,2	2,64	98,34	1,66
200	0,075	482,3	489,1	6,8	1,36	99,70	0,30
PAN	0	483,6	483,9	0,3	0,06	99,76	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	498,80	<b>99,76</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	500,00			
			%ERROR	<b>0,24</b>			

## B.11 Distribución granulométrica de la muestra M11.

**PROYECTO:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**UBICACIÓN:** Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco. estado Bolívar**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA:** M11

Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	747,2	0	0,00	0,00	100,00
10	2	643,2	643,4	0,2	0,04	0,04	99,96
40	0,41931	566,2	581,1	14,9	2,98	3,02	96,98
60	0,25	512	830,7	318,7	63,74	66,76	33,24
<b>80</b>	<b>0,18</b>	515	622	107	21,40	88,16	11,84
<b>100</b>	<b>0,15</b>	395,6	408,3	12,7	2,54	90,70	9,30
200	0,075	482,3	487,6	5,3	1,06	91,76	8,24
PAN	0	483,6	483,8	0,2	0,04	91,80	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	459,00	<b>91,80</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	500,00			
			%ERROR	<b>8,20</b>			

## B.12 Distribución granulométrica de la muestra M12.

**PROYECTO:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**UBICACIÓN:** Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco. estado Bolívar**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA:** M12

Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	748,5	1,3	0,26	0,26	99,74
10	2	643,2	647	3,8	0,76	1,02	98,98
40	0,41931	566,2	624,1	57,9	11,58	12,60	87,40
60	0,25	512	844,7	332,7	66,54	79,14	20,86
<b>80</b>	<b>0,18</b>	515	611	96	19,20	98,34	1,66
<b>100</b>	<b>0,15</b>	395,6	400,6	5	1,00	99,34	0,66
200	0,075	482,3	484,2	1,9	0,38	99,72	0,28
PAN	0	483,6	483,7	0,1	0,02	99,74	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	498,70	<b>99,74</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	500,00			
			%ERROR	<b>0,26</b>			

## B.13 Distribución granulométrica de la muestra M13

PROYECTO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

UBICACIÓN: Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA: M13

Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	748,9	1,7	0,34	0,34	99,66
10	2	643,2	647,4	4,2	0,84	1,18	98,82
40	0,41931	566,2	619,5	53,3	10,66	11,84	88,16
60	0,25	512	812,1	300,1	60,02	71,86	28,14
80	0,18	515	639,4	124,4	24,88	96,74	3,26
100	0,15	395,6	409,3	13,7	2,74	99,48	0,52
200	0,075	482,3	483,2	0,9	0,18	99,66	0,34
PAN	0	483,6	483,8	0,2	0,04	99,70	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	498,50	<b>99,70</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	500,00			
			%ERROR	<b>0,30</b>			

## B.14 Distribución granulométrica de la muestra M14.

PROYECTO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

UBICACIÓN: Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA: M14

Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	747,9	0,7	0,14	0,14	99,86
10	2	643,2	645,1	1,9	0,38	0,52	99,48
40	0,41931	566,2	574,5	8,3	1,66	2,18	97,82
60	0,25	512	875	363	72,60	74,78	25,22
80	0,18	515	630	115	23,00	97,78	2,22
100	0,15	395,6	401,1	5,5	1,10	98,88	1,12
200	0,075	482,3	484,5	2,2	0,44	99,32	0,68
PAN	0	483,6	484,1	0,5	0,10	99,42	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	497,10	<b>99,42</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	500,00			
			%ERROR	<b>0,58</b>			

## B.15 Distribución granulométrica de la muestra M15.

**PROYECTO:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**UBICACIÓN:** Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco. estado Bolívar**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA:** M15

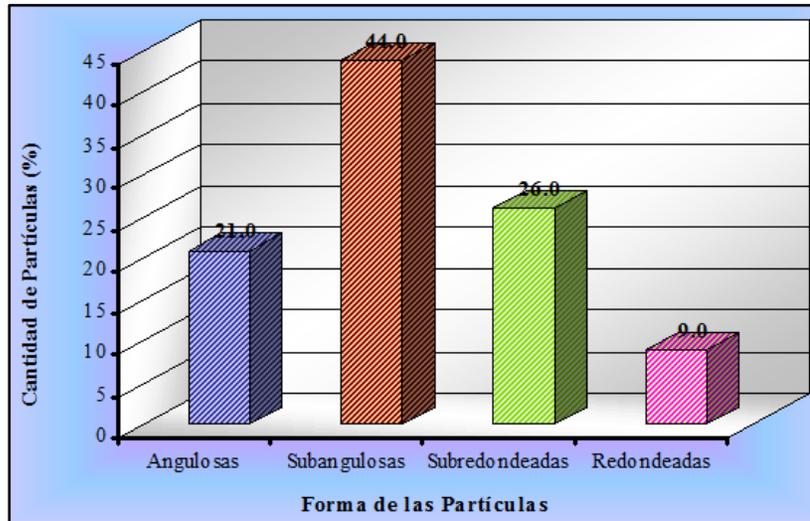
Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	749,4	2,2	0,44	0,44	99,56
10	2	643,2	646,3	3,1	0,62	1,06	98,94
40	0,41931	566,2	578,6	12,4	2,48	3,54	96,46
60	0,25	512	845,8	333,8	66,76	70,30	29,70
<b>80</b>	<b>0,18</b>	515	637,2	122,2	24,44	94,74	5,26
<b>100</b>	<b>0,15</b>	395,6	415,5	19,9	3,98	98,72	1,28
200	0,075	482,3	486,7	4,4	0,88	99,60	0,40
PAN	0	483,6	483,7	0,1	0,02	99,62	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	498,10	<b>99,62</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	500,00			
			%ERROR	<b>0,38</b>			

## B.16 Distribución granulométrica de la muestra M16.

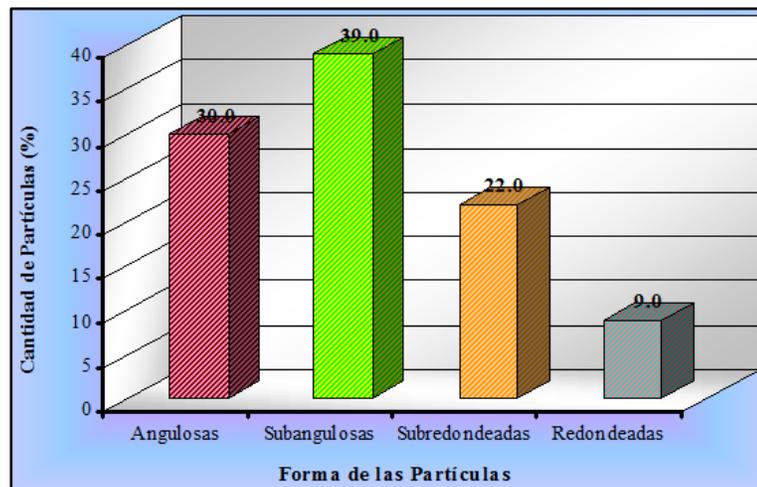
**PROYECTO:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**UBICACIÓN:** Fundo La Dominga, municipio Angostura del Orinoco. estado Bolívar**IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA:** M16

Tamiz (nº)	Tamiz (mm)	peso del tamiz (gr)	peso tamiz + suelo (gr)	suelo retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% Pasante
4	4,75	747,2	748,3	1,1	0,22	0,22	99,78
10	2	643,2	646,4	3,2	0,64	0,86	99,14
40	0,41931	566,2	584,6	18,4	3,68	4,54	95,46
60	0,25	512	901,5	389,5	77,90	82,44	17,56
<b>80</b>	<b>0,18</b>	515	588,7	73,7	14,74	97,18	2,82
<b>100</b>	<b>0,15</b>	395,6	404,2	8,6	1,72	98,90	1,10
200	0,075	482,3	484	1,7	0,34	99,24	0,76
PAN	0	483,6	484,7	1,1	0,22	99,46	0
			<b>Peso Suelo Final(gr)</b>	497,30	<b>99,46</b>		
			<b>Peso Suelo inicial(gr)</b>	500,00			
			%ERROR	<b>0,54</b>			

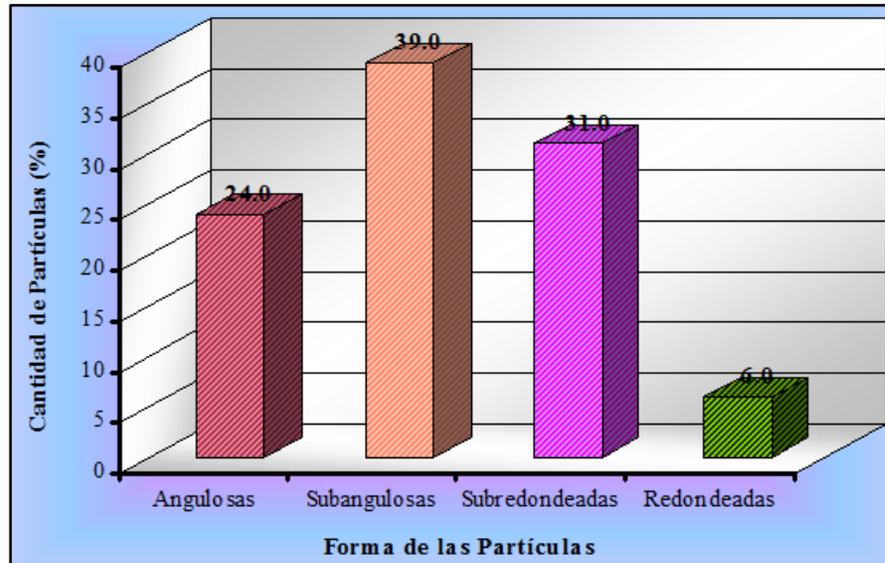
**APÉNDICE C**  
**HISTOGRAMAS DE ANÁLISIS MORFOSCÓPICOS**



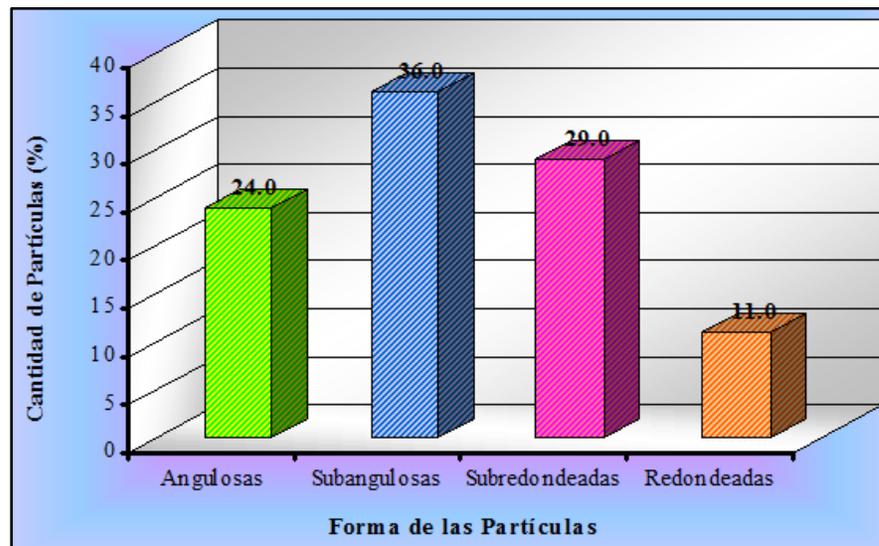
C.1 Análisis de esfericidad y redondez promedio aproximado de las partículas para las muestras de superficie de la M1 a la M4



C.2 Análisis de esfericidad y redondez promedio aproximado de las partículas para las muestras de superficie de la M5 a la M8.



C.3 Análisis de esfericidad y redondez promedio de las partículas para las muestras del horizonte B de las calicatas.



C.4 Análisis de esfericidad y redondez de las partículas para la muestra del lecho de la quebrada.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

<b>Título</b>	<b>ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO Y TEXTURAL CON FINES DE APROVECHAMIENTO AGROPECUARIO DE UN LOTE DE TERRENO EN EL FUNDO LA DOMINGA, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA</b>
<b>Subtítulo</b>	

**Autor(es)**

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
Moreno López, Zwanders José	<b>CVLAC</b>	25.694.0.35
	<b>e-mail</b>	Sanders17moreno@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>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

**Palabras o frases claves:**

<b>Drenaje agrícola</b>
<b>Granulometría del suelo</b>
<b>Densidad aparente del suelo</b>
<b>Potencial de hidrogeniones del suelo</b>
<b>Humedad del suelo</b>

**Líneas y sublíneas de investigación:**

<b>Área</b>	<b>Subárea</b>
Geología del suelo	Geomorfología agrícola
	Drenaje de tierras
Textura del suelo	Distribución granulométrica
	Forma de las partículas
	Densidad aparente del suelo

**Resumen (abstract):**

El objetivo general de la presente investigación persigue realizar un estudio geomorfológico y textural en un lote del fundo La Dominga ubicado en el municipio Angostura del Orinoco del estado Bolívar. Tal estudio obedece a la necesidad de disponer de información veraz que ilustre sobre las potencialidades agrológicas del predio desde el punto de vista antes mencionado. La presente investigación se justifica debido a la necesidad de incrementar la cantidad de lotes para desarrollos agrológicos que garanticen en cierta medida la producción de alimentos para los habitantes de Ciudad Bolívar. La zona de estudio está ubicada en el norte del estado Bolívar, aproximadamente a veintidós (22) kilómetros al este de Ciudad Bolívar a través de la autopista que une esa ciudad con Puerto Ordaz. El trabajo constó de una etapa de recolección de información cartográfica de la región emitida por el Instituto Geográfico de Venezuela “Simón Bolívar” (IGVSB). Asimismo, se recolectará información climatológica del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) e información sobre la biota de la zona. Durante la etapa de campo se realizaron todas las labores prácticas de recolección de muestras de suelos en las zonas presuntamente cultivables, mediciones de pH del suelo, mediciones de densidad aparente y de humedad del suelo. Durante la etapa de laboratorio se realizaron los ensayos para la caracterización textural de las muestras de suelos, tales como: análisis granulométricos y análisis morfoscópicos de las partículas. Finalmente, en la etapa de oficina se efectuó la construcción del mapa topográfico, a través del programa AUTOCAD Civil 3D, como base cartográfica donde posteriormente se representaron el resto de los parámetros texturales, físicos y químicos del suelo. Con la ayuda del programa Google Earth se realizó la construcción del perfil longitudinal del terreno para una mejor interpretación geomorfológica del lote. Entre los resultados relevantes se pueden citar los siguientes: el tipo de sedimento presente en las zonas potencialmente cultivables corresponde, a arenas de medias a finas y de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos corresponde a arenas mal gradadas (SP) con poco finos. De acuerdo a la distribución espacial de pH de los suelos se observó que estos se mantienen en un rango de 6.5 a 8 lo cual los califica como neutros. Asimismo, se percibe que la mayor humedad del suelo se concentra en las zonas con depresiones en aquellas ubicadas en la proximidad de las aguas superficiales (quebradas) y los menores valores de humedad se han medido en los suelos ubicados al norte y cercanos a las vías internas de tránsito vehicular y peatonal. Las características de densidad de los suelos y las condiciones climáticas permitieron determinar que los suelos con mayores densidades se encuentran en la periferia de la zona de laboreo agrícola, se infiere que esto se debe a que son zonas de regular tránsito y que han sido sometidas a menores condiciones de labranza. Finalmente, se puede concluir que las condiciones de drenaje, y texturales permite afirmar que los suelos son potencialmente cultivables.

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

## Contribuidores:

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>ROL / Código CVLAC / e-mail</b>	
<b>Echeverría Díaz, Dafnis José</b>	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
<b>Monteverde S. Francisco Raul</b>	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	<b>12.192.676</b>
	<b>e-mail</b>	<b>monteverdefr@gmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
<b>Echeverría Coa, Beatriz Carolina</b>	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	<b>21.013.748</b>
	<b>e-mail</b>	<b>Beitacaro98@gmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

### Fecha de discusión y aprobación:

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Día</b>
<b>2023</b>	<b>Enero</b>	

Lenguaje: spa

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

## Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-().doc	Aplication/msword
Estudio geomorfológico y textural de un lote en fundo La Dominga, estado Bolívar.	

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:** Fundo La Dominga, municipio Angostura del (Opcional)  
Orinoco, estado Bolívar, Venezuela.

**Temporal:** 2023 (Opcional)

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

**Nivel Asociado con el Trabajo:** Pregrado

**Área de Estudio:** Geomorfología

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

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

## **Derechos:**

**De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de  
grado**

**“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la  
Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros  
fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo,  
quien lo participara al Consejo Universitario”**

Condiciones bajo las cuales los autores aceptan que el trabajo sea distribuido. La idea es dar la máxima distribución posible a las ideas contenidas en el trabajo, salvaguardando al mismo tiempo los derechos de propiedad intelectual de los realizadores del trabajo, y los beneficios para los autores y/o la Universidad de Oriente que pudieran derivarse de patentes comerciales o industriales.

---

**Zwanders José Moreno López**  
**C.I No: 25.694.035**  
**AUTOR**

---

**Dafnis José Echeverría Díaz**  
**C.I. No: 4.506.408**  
**Tutor**