

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



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA AMBIENTAL DE LAS  
LAGUNAS DE “LOS FRANCOS” Y “DEL MEDIO” EN LA  
ÉPOCA DE LLUVIA, MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR –  
ESTADO BOLÍVAR.**

**TRABAJO FINAL DE  
GRADO PRESENTADO  
POR LOS BACHILLERES  
PARRA ALEXIS Y  
PETROCELLI HELENA,  
PARA OPTAR POR EL  
TÍTULO DE GEÓLOGO**

**CIUDAD BOLIVAR, ABRIL DEL 2.011**

## HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, intitulado “**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS DE “LOS FRANCOS” Y “DEL MEDIO” EN LA ÉPOCA DE LLUVIA, MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR – ESTADO BOLÍVAR**”. Presentado por los bachilleres **Alexis Parra** y **Helena Petrocelli**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

**Nombres:**

**Firmas:**

Profesor Jorge Abud

(Asesor)

---

**Profesora Rosario Rivadulla**

Jefe del Departamento de Geología

Ciudad Bolívar \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2.011

## **DEDICATORIA**

Primeramente a Dios Todopoderoso, quien me ha dado la fortaleza y constancia para culminar mis estudios con mucho éxito.

A mi mamá Mercedes Elena Castro, que es mi motor, la que me impulsa a seguir adelante y a ser cada día mejor, por creer y confiar en mí.

A mi abuela Mercedes de Castro mi segunda mamá y quien siempre estuvo pendiente de mi a lo largo de la carrera y quien celebra conmigo la realización de esta meta.

A mi tía María y mi tío Conceto por todo el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, así como también a todas aquellas personas que me han ayudado en los momentos difíciles.

**Helena Petrocelli.**

## **DEDICATORIA**

A Dios Todopoderoso por haberme guiado, iluminado para poder culminar con éxito mi carrera universitaria.

A mi padre Armando Parra quien es mi apoyo incondicional, y a la memoria de mi madre Alicia de Parra que donde quiera que se encuentre siempre me acompaña y me protege.

A mi abuela Juana Lira por toda su confianza, motivación y por impulsarme a seguir adelante en la culminación de mi carrera universitaria.

A mi hermana María Alejandra Parra por haberme apoyado siempre en salir adelante.

**Alexis Parra.**

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios Todopoderoso por todas las vivencias adquiridas durante la realización de este trabajo.

A la Universidad de Oriente Núcleo Bolívar por permitir adquirir los conocimientos en sus aulas.

A mi madre Mercedes Elena Castro por su apoyo incondicional y por ser el pilar fundamental de mi vida.

A una persona que estuvo conmigo, en las buenas y en las malas y por su disposición de ayudarme incondicionalmente a culminar este proyecto, Yulbys De Guevara.

A mi amigo y asesor, Profesor Jorge Abud; por su ayuda, preocupación y apoyo en todo momento para la realización de este proyecto.

Al técnico Isidro Farías, por el apoyo brindado en las salidas a campo y los análisis Físico-químicos realizados en el Centro de Geociencias. Así como también al amigo Manuel García por habernos prestado su tiempo para la realización de este proyecto.

A todos nuestros familiares en especial a mi Tía y mi Tío, compañeros, amigos, quienes siempre creyeron en mí, en fin, a todos aquellos que de una forma u otra, me ayudaron a continuar adelante, a todos, Muchas Gracias.

**Helena Petrocelli.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos primeramente a Dios por regalarme la vida.

A la Universidad de Oriente Núcleo Bolívar por permitirnos adquirir los conocimientos en sus aulas.

A mi padre Armando Parra por estar a mi lado y ayudarme a levantar en cada caída.

A Manuel García que fue un gran colaborador.

A nuestro amigo y Asesor Profesor Jorge Abud; por su ayuda, preocupación y apoyo en todo momento para la realización de este proyecto.

Al personal del Centro de Geociencias, al Profesor y al Técnico Farias por la ayuda en la realización y explicación de los análisis de laboratorio.

A todos nuestros familiares, amigos, quienes siempre creyeron en mí, en fin, a todos aquellos que de una forma u otra, me ayudaron a continuar adelante, a todos Muchas Gracias.

**Alexis Parra**

## RESUMEN

El área de estudio se encuentra ubicada en la planicie de inundación del río Orinoco, al noreste de Ciudad Bolívar, entre las coordenadas UTM 900.500 – 901.000 Norte y 443.000 – 442.000 Este del Estado Bolívar. El objetivo de esta investigación es Caracterizar geológica y ambientalmente las lagunas “Los Francos” y “Del Medio”, ubicadas en el Municipio Heres del estado Bolívar, para la época de lluvia que caracteriza a la región. La investigación desarrollada fue de tipo descriptiva bajo la modalidad de proyecto factible, con un diseño documental y de campo. La evaluación realizada al sistema de las Laguna de Los Francos y Del Medio, permitió caracterizar a las comunidades: Vista Alegre, La Lorena, Mereyal y los Coquitos. Las actividades realizadas se enfocaron en la característica (geología y ambiente) del área. En este estudio se identificaron en campo unidades geológicas y su descripción geomorfológica, así como también fuentes contaminantes presentes en el área y elaborar un plan de recuperación del sistema lagunar, para lo cual se realizó el muestreo de sedimentos y agua. La geología de la zona evidenció tres unidades geológicas: el Complejo de Imataca, la Formación Mesa y los Sedimentos Recientes. En evaluación física se practicó análisis de suelo y análisis de agua de la laguna de, En el primer caso, la excavación de ocho (8) calicatas se registró que el suelo presenta características granulométricas, químicas, dando como resultado suelos con un 70% arenas y una fracción de material fino de 15% corresponde a la clase textural de arena arcilloso, con un pH ácido característico de los suelos Ultisoles (presentes en el estado Bolívar), en el segundo caso se evidenció la presencia de bacterias y organismos patógenos, que según la norma sanitaria no son aptas para el consumo humano, de las mismas se determinó que el desarrollo habitacional presente es desordenado (invasión), lo que origina un impacto al ecosistema de las lagunas de Los Francos y Del medio . La caracterización de aguas de acuerdo al Decreto N° 883 de la Gaceta Oficial 5021 de la Constitución de la República de Venezuela del año 1.995 las aguas de la laguna de Los Francos y Del Medio, está dentro del renglón de aguas destinadas a balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercio y de subsistencia. Todo esto tomando en cuenta el número más probable de coliformes totales. De allí se concluyó Implementar un plan de siembra de Heliconia que permita minimizar el grado de contaminación presente en el ecosistema de las Lagunas de Los Francos y Del Medio.

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN.....	vii
CONTENIDO.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE TABLAS.....	xv
LISTA DE ANEXOS.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. SITUACIÓN A INVESTIGAR.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos de la investigación.....	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos.....	4
1.3 Justificación de la investigación.....	5
1.4 Alcance de la investigación .....	5
1.5 Limitaciones de la investigación.....	5
CAPÍTULO II. GENERALIDADES.....	6
2.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	6
2.2 Acceso al área.....	6
2.3 Características físico naturales.....	8
2.3.1 Clima.....	8
2.3.1.1 Precipitación.....	10
2.3.1.2 Evaporación.....	10
2.3.1.3 Temperatura media del aire.....	10
2.3.1.4 Radiación solar media.....	10
2.3.1.5 Insolación solar media.....	11
2.3.1.6 Humedad relativa media.....	11
2.3.1.7 Presión atmosférica.....	11
2.3.1.8 Velocidad media del aire.....	11
2.3.2 Vegetación.....	11

2.3.3	Fauna.....	13
2.3.4	Suelos.....	13
2.3.4.1	Suelos residuales del Complejo Imataca.....	13
2.3.4.2	Suelos pertenecientes a la Formación Mesa.....	14
2.3.4.3	Suelos provenientes de sedimentos fluviales recientes.....	14
2.3.5	Hidrología de las lagunas.....	14
2.3.5.1	El río Orinoco.....	15
2.3.6	Geomorfología.....	16
2.4	Características geológicas.....	17
2.4.1	Geología regional.....	17
2.4.2	Geología local.....	18
2.4.2.1	Provincia Geológica de Imataca (Precámbrico Temprano).....	18
2.4.2.2	Formación Mesa (Pleistoceno).....	18
2.4.2.3	Sedimentos Recientes.....	19
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....		21
3.1	Antecedentes.....	21
3.2	Procesos geológicos.....	22
3.3	Unidades geológica.....	23
3.4	Características de los suelos.....	23
3.4.1	Suelo.....	23
3.4.2	Propiedades físico-químicas del suelo.....	24
3.5	Análisis granulométrico.....	25
3.5.1	Tamaño del grano (o de las partículas sedimentarias).....	26
3.5.2	Escala granulométrica (de tamaño de las partículas sedimentarias)...	26
3.5.2.1	Escala de Udden-Wentworth, (1.922).....	26
3.5.3	Representación gráfica de datos de distribución de tamaños.....	29
3.5.3.1	Curva granulométrica.....	29
3.5.3.2	Histograma.....	30
3.5.3.3	Medidas estadísticas de los sedimentos.....	31
3.6	Contaminación del suelo.....	33
3.7	Características de las aguas.....	34
3.7.1	Características físicas.....	34
3.7.2	Características químicas.....	35
3.7.3	Características biológicas.....	37
3.8	Contaminación del agua.....	36
3.8.1	El tratamiento de las aguas residuales.....	37

3.8.2	Efectos de la contaminación del agua.....	38
3.9	Parámetros que se utilizan para el análisis de la calidad del agua.....	39
3.9.1	Parámetros físicos.....	39
3.9.1.1	Color.....	40
3.9.1.2	Olor y sabor.....	40
3.9.1.3	Turbidez.....	40
3.9.1.4	Conductividad eléctrica.....	40
3.9.1.5	Temperatura.....	40
3.9.1.6	Sólidos totales.....	41
3.9.2	Parámetros químicos.....	41
3.9.2.1	pH.....	41
3.9.2.2	Alcalinidad.....	41
3.9.2.3	Dureza.....	41
3.9.2.4	Oxígeno disuelto.....	43
3.9.2.5	Metales trazas.....	43
3.9.2.6	Calcio.....	44
3.9.2.7	Cromo.....	44
3.9.2.8	Cloruro.....	44
3.9.2.9	Magnesio.....	44
3.9.2.10	Sulfato.....	44
3.9.2.11	Nitrato.....	44
3.9.2.12	Fosfato.....	45
3.9.2.13	Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	45
3.9.2.14	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5,20</sub> ).....	45
3.9.3	Parámetros bacteriológicos.....	45
3.9.3.1	Mesófilos aerobios o bacterias heterotróficas.....	46
3.9.3.2	Microorganismos coliformes totales.....	46
3.9.3.3	Microorganismos coliformes fecales.....	46
3.10	Fundamentos legales.....	47
3.10.1	Ley Penal del Ambiente.....	47
3.10.2	Normas para el control de la calidad de los vertidos o efluentes líquidos.....	49
3.10.3	Normas que rigen sobre la contaminación de cuerpos de agua.....	49
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....		57
4.1	Nivel de investigación.....	57
4.2	Diseño de la investigación.....	57

4.3	Flujograma.....	58
4.4	Identificación de las unidades geológicas presentes en las lagunas en estudio.....	59
4.5	Descripción de los procesos geológicos presentes en el área de estudio.....	59
4.6	Determinación de las características físicas y químicas de los sedimentos de las lagunas en estudios.....	60
4.6.1	Muestreo de Suelos.....	60
4.6.2	Análisis físico.....	62
4.6.3	Análisis químicas.....	64
4.7	Determinación de las características físicas, químicas y bacteriológicas de las lagunas en estudios.....	65
4.7.1	Laguna Los Francos.....	65
4.7.2	Laguna Del Medio.....	68
4.8	Identificación de los parámetros de contaminación existente en área...	70
4.9	Propuesta para el plan de recuperación ambiental de las lagunas en estudio.....	71
4.10	Elaboración del mapa geológico de las lagunas en estudio.....	71
CAPITULO V ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		73
5.1	Identificación de las unidades geológicas presentes en las lagunas en estudio.....	73
5.1.1	Provincia Geológica de Imataca.....	73
5.1.2	Formación Mesa.....	74
5.1.3	Sedimentos Recientes.....	76
5.2	Descripción de los procesos geológicos presentes en el área de estudio.....	76
5.2.1	Erosión.....	77
5.2.2	Meteorización.....	77
5.2.3	Transporte.....	78
5.2.4	Sedimentación.....	79
5.3	Determinación de las características físicas y químicas del suelo presente en el área de estudio.....	79
5.3.1	Análisis físico.....	79
5.3.1.1	Granulometría por tamizado.....	79
5.3.1.2	Granulometría por hidrómetro.....	81
5.3.2	Análisis químicos.....	86

5.4	Caracterización de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua de las Lagunas Los Francos y Del Medio...	87
5.4.1	Parámetros físicos.....	88
5.4.1.1	Temperatura.....	88
5.4.2	Parámetros químicos.....	89
5.4.2.1	Ph.....	89
5.4.2.2	Sólidos en suspensión.....	89
5.4.2.3	Alcalinidad.....	90
5.4.2.4	Dureza.....	90
5.4.2.5	Oxígeno disuelto (OD).....	90
5.4.2.6	Hierro (Fe).....	90
5.4.2.7	Zinc (Zn).....	90
5.4.2.8	Cadmio (Cd).....	90
5.4.2.9	Cobre (Cu).....	91
5.4.2.10	Cromo (Cr).....	91
5.4.2.11	Calcio (Ca).....	91
5.4.2.12	Magnesio (Mg).....	91
5.4.3	Parámetros bacteriológicos.....	91
5.4.3.1	Coliformes fecales.....	92
5.4.3.2	Coliformes totales.....	92
5.5	Identificación de los parámetros de contaminación existente en e	93
5.6	Propuesta para un plan de recuperación ambiental de las lagunas en estudio.....	95
5.6.1	Objetivo general.....	95
5.6.2	Objetivos específicos.....	96
5.7	Elaboración del mapa geológico.....	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		99
Conclusiones.....		99
Recomendaciones.....		101
REFERENCIAS.....		104
ANEXOS.....		108

## LISTA DE FIGURAS

		Página
2.1	Ubicación geográfica de las lagunas los Francos y del Medio (GOOGLE EARTH 2.010).....	7
2.2	Acceso al área de estudio (Google Earth 2.010).....	8
2.3	Bora y vetiver, vegetación acuática y terrestre típicas de las laguna (2.010).....	12
2.4	Edades Sm/Nd del protolito Complejo de Imataca. (Texeira y otros 2.000).....	19
2.5	Columna estratigráfica representativa del área de estudio. (Martin A.y Lara M., 2.010).....	20
3.1	Curva granulométrica de un suelo. (Terzaghi, 1975).....	29
3.2	Escala del pH. (www.epa.gov/.../phscale.html 2.009).....	42
3.3	Medidor de oxígeno disuelto, marca Hach. Laguna del Medio. (Martin A. y Lara M. 2.001).....	43
4.1	Flujograma de la metodología de investigación.....	58
4.2	Ubicación, excavación de las calicatas (Abril 2.010).....	61
4.3	Peso de la muestra en la balanza electrónica.....	63
4.4	Juego de tamices y agitadora empleada para los análisis granulométricos.....	64
4.5	Espectrómetro de absorción atómica.....	65
4.6	Aguas que caen directamente a la laguna Los Francos, sector Los Coquitos.....	66
4.7	Isla Chivacoa ubicada dentro de la laguna Los Francos. Vista desde el Callejón Granzonal de Los Coquitos.....	67
4.8	Desembocadura de las aguas del canal de cintura a la laguna Del Medio, sector Amores y Amoríos.....	69
4.9	Basurero a orillas del Canal de cintura Calle Hipódromo Viejo....	69
4.10	Mapa geológico digitalizado con el programa Canvas 11.0.....	72
5.1	Afloramiento “Piedra Caimán”; a orilla de la laguna Los Francos, sector Vista Alegre. (Figueroa C. Osti R. 2.005).....	74
5.2	Litología de la Isla Chivacoa ubicada dentro de la laguna Los Francos. (Figueroa C. Osti R. 2.005).....	75
5.3	Sedimentos recientes (Agosto del 2.010).....	76
5.4	Erosión de aguas servidas por habitantes de las cercanías a las lagunas (Agosto 2.010).....	77
5.5	Meteorización de rocas del Complejo de Imataca, Sector de Hipódromo viejo (Agosto 2.010).....	78

5.6	Curva granulométrica Muestra LJ-1.....	82
5.7	Curva granulométrica Muestra LJ-3.....	83
5.8	Curva granulométrica Muestra LDM-4.....	85
5.9	Descarga de aguas negras en la Laguna “Los Francos” en el Sector de los Coquitos (2.010).....	94
5.10	Botadero de basura Laguna “Del Medio” en el Sector Hipodromo viejo (2.010).....	94
5.11	Agentes contaminantes y agricultura en la Laguna “Los Francos” en el Sector de la Lorena (2.010).....	95
5.12	Mapa Geológico de la Laguna “Los Francos y Del medio” (Agosto 2.010).....	98

## LISTA DE TABLAS

		<b>Página</b>
2.1	Coordenadas de las lagunas en estudio de acuerdo al mapa reducido de su original (mapa de Ciudad Bolívar) de escala 1:25.000 (C.V.G Técnica Minera, 1.998).....	6
2.2	Datos climatológicos del área de Ciudad Bolívar, Período 1.997 – 2.007. (F.A.V, Aeropuerto – Ciudad Bolívar).....	9
2.3	Vegetación del área de estudio. (Patrimonio Cultural, 2.002).	12
2.4	Fauna del área de estudio. (Patrimonio Cultural, op. cit).....	13
2.5	Niveles máximos y mínimos del río Orinoco en Ciudad Bolívar. (Capitanía General de Puerto de Ciudad Bolívar años 1.999 – 2.009).....	16
3.1	Escala de Udden-Wentworth para clasificar las partículas de sedimentos clásticos según su tamaño (García C, Oscar 1.981)....	27
3.2	Normas internacionales de agua potable límites para sustancias consideradas como tóxicas en el agua potable. (Calzadilla, N. y Flores, N. 2.004).....	39
3.3	Clasificación de la dureza en el agua. (Blanco, 1.991).....	43
3.4	Clasificación de las aguas según Decreto Ejecutivo N° 883. (Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995; República Bolivariana de Venezuela-Ministerio del ambiente y de los Recursos Naturales, 2003).....	50
3.5	Límites permisibles de elementos en el agua para las aguas tipo 1 según el Decreto N° 883. (G. O. de la República de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995, M.A.R.N., 2.003).....	51
3.6	Límites permisibles de elementos en el agua para las aguas del tipo 2 según el Decreto Ejecutivo N° 883. (Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995; Republica Bolivariana de Venezuela – Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, 2.003).....	52
3.7	Límites permisibles de elementos en el agua para las aguas del tipo 3 según Decreto Ejecutivo N° 883. (Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995; Republica Bolivariana de Venezuela – Ministerio del ambiente y de los Recursos Naturales, 2003).....	53
3.8	Límites permisibles de elementos en el agua para las aguas tipo 4 según Decreto Ejecutivo N° 883. (Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995; Republica Bolivariana de Venezuela – Ministerio del ambiente y de los Recursos Naturales, 2003).....	54

3.9	Límites permisibles de elementos en el agua para las aguas del tipo 5 según Decreto Ejecutivo N° 883. (Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995; Republica Bolivariana de Venezuela – Ministerio del ambiente y de los Recursos Naturales, 2003).....	55
3.10	Límites permisibles de elementos en el agua para las aguas del tipo 6 según Decreto Ejecutivo N° 883. (Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995; Republica Bolivariana de Venezuela – Ministerio del ambiente y de los Recursos Naturales, 2003).....	55
3.11	Límites permisibles de elementos en el agua para las aguas tipo 7 según Decreto Ejecutivo N° 883. (Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995; Republica Bolivariana de Venezuela – Ministerio del ambiente y de los Recursos Naturales, 2003).....	55
3.12	Normas de calidad física. (criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud OMS, 1971 citados por Abud, J. 2.003).....	56
3.13	Normas de calidad química de las aguas. (criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud OMS, 1.971 citados por Abud y Mora, 2003).....	56
4.1	Localización geográfica de los sitios de muestreo de los sedimentos, (Laguna de Los Francos).....	60
4.2	Localización geográfica de los sitios de muestreo de los sedimentos, (Laguna del Medio).....	61
4.3	Análisis químico.....	65
4.4	Resumen de Parámetros ambientales (Agosto. 2.010).....	70
5.1	Ensayo granulométrico por tamizado - Muestra LLF-1.....	79
5.2	Ensayo granulométrico por tamizado - Muestra LLF-2.....	80
5.3	Ensayo granulométrico por tamizado - Muestra LDM-3.....	80
5.4	Ensayo granulométrico por tamizado - Muestra LDM 4.....	80
5.5	Ensayo granulométrico por hidrómetro - Muestra LLF-1.....	81
5.6	Resultados de análisis granulométrico por hidrómetro de la Muestra LLF-1.....	81
5.7	Ensayo granulométrico por hidrómetro - Muestra LLF-2.....	82
5.8	Resultados de análisis granulométrico por hidrómetro de la Muestra LLF-2.....	83
5.9	Ensayo granulométrico por hidrómetro - Muestra LDM-4.....	84
5.10	Resultados de análisis granulométrico por hidrómetro de la Muestra LDM-4.....	84
5.11	Resultados de los análisis químicos realizados a los sedimentos de las lagunas.....	86

5.12	Análisis físicos de las muestras de agua. (Laboratorio de Geociencia, Universidad de Oriente, Escuela de Ciencia de la Tierra).....	88
5.13	Resultados de los parámetros químicos medidos en las aguas de la laguna Los Francos.....	89
5.14	Resultados de los parámetros bacteriológicos realizados en la laguna los Francos en época de lluvia, Ciudad Bolívar, estado Bolívar.....	92
5.15	Evaluación ambiental del Ecosistema Laguna “Los Franco y del Medio”, Ciudad Bolívar (2.010).....	93
5.16	Descripción del plan de recuperación ambiental para las lagunas los Francos y del Medio.....	96

## **LISTA DE ANEXOS**

1. MAPA TOPOGRÁFICO
2. MAPA GEOLÓGICO

## INTRODUCCIÓN

El estudio del ecosistema natural de las Lagunas “Los Francos y Del medio” radica en la exploración y evaluación actual de dicha área (Geológica y Ambiental), con el fin de realizar un monitoreo general de la zona en época de invierno y así ayudar a la recuperación, conservación y posible puesta en producción del ecosistema lagunar (sistema hídrico, flora y fauna) en toda su extensión.

El desarrollo humano siempre ha estado ligado al hábitat y al consumo de los recursos naturales, pero es necesario destacar que al inicio del mismo este uso se hacía de manera racional, es decir, los grupos humanos utilizaban los recursos suministrados por la naturaleza para construir sus armas, cazar y alimentarse, también utilizaban los grandes ríos para asearse, mantener su cuerpo hidratado y lavar los alimentos, así mismo deforestaban lo necesario, evitando siempre dañar el equilibrio existente con la naturaleza.

El estado Bolívar, y en especial Ciudad Bolívar, es reflejo de estos problemas sociales y ambientales, ya que a pesar de su extensión territorial (209,52 km<sup>2</sup>) y la gran cantidad de recursos hídricos existentes, los habitantes se encuentran distribuidos de manera inadecuada en dicho territorio, ocupando espacios de alta a muy alta vulnerabilidad ambiental, ya que se encuentran bordeando zonas donde existen cárcavas, ríos, quebradas, lagunas, entre otros, los cuales, llevan al desgaste de las mismas y de los recursos existentes en ella, además de hacer a la población asentada allí susceptible a cualquier fenómeno ambiental que se presente.

Un ejemplo muy claro de esta situación, es la degradación que se ha venido generando en las Lagunas de Los Francos y Del Medio, ubicada al sur del casco antiguo de la Ciudad, es necesario mencionar, que cuando comienza la expansión

urbana, este lado, fue el sitio de ubicación de muchas familias, así cuando surge el abandono del campo y se producen las grandes migraciones a los centros urbanos, las áreas libres que forman el contorno de las lagunas empezaron a ser los lugares por excelencia para establecer asentamientos espontáneos, desconociendo los nuevos pobladores el comportamiento del sistema natural, estableciendo sus viviendas en las áreas de inundación del río, creando así un problema social y político, por consiguiente se empezaron a generar daños al ecosistema de las Lagunas, así mismo dichos asentamientos empezaron a crear conucos, que se caracterizaban por pequeños cultivos y a desarrollar una pesca para el autoconsumo y comercialización.

La presente investigación está diseñada de la siguiente forma: Capítulo I: en éste se destaca la situación a investigar y los objetivos que permitieron llevar a cabo la investigación; Capítulo II, donde se describen las generalidades y características físico-naturales del área de estudio, además de darse un bosquejo general de la geología reinante en la zona; Capítulo III, donde se estudia un compendio de una serie de elementos conceptuales que sirven de base a la investigación a realizada; Capítulo IV, en el cual se detalla el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los procedimientos que fueron utilizados para llevar a cabo la metodología, Capítulo V, donde se muestran el análisis e interpretación de los resultados obtenidos de la investigación, y por último conclusiones y recomendaciones.

# CAPITULO I

## SITUACION A INVESTIGAR

### 1.1 Planteamiento del problema

Las lagunas son extensiones naturales de aguas, dulces o salada estancada más pequeña y menos profunda que un lago, las cuales tienen un atractivo turístico y que pueden ser utilizadas para diversos usos, tales como recreación, pesca, deporte acuático y otros beneficios que ayuden a mejorar, la economía de un sitio determinado siempre y cuando se utilicen racionalmente sus espacios.

En Ciudad Bolívar, específicamente en la prolongación del Paseo Orinoco, sector la Octava Estrella, existen dos cuerpos de agua que no presentan corrientes, denominados la Laguna de “Los Francos” y la “Lagunas del Medio”; estos reservorios naturales son amenazados constantemente por las continuas descargas de aguas residuales provenientes de los sectores adyacentes (Los Coquitos, La Lorena, Vista Alegre, El Mereyal, La Shell, Hipódromo Viejo, entre otros), así como también sus riberas y alrededores han sido víctima de las actividades humanas sirviendo como zonas de viviendas no planificadas (invasiones), de vertederos de basuras, entre otras cosas que afectan drásticamente el ecosistema que conforma estas lagunas.

Basado en lo anterior, se precisa entonces conocer tanto geológica como ambientalmente cuales son las características de estas lagunas, para establecer un plan de recuperación ambiental para posteriormente hacer un uso racional y sustentable de dichos ecosistemas.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Caracterizar geológica y ambientalmente las lagunas “Los Francos” y “Del Medio”, ubicadas en el Municipio Heres del estado Bolívar, para la época de lluvia que caracteriza a la región.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Identificar las unidades geológicas presentes en los ecosistemas de las lagunas “Los Francos” y “Del Medio”.
2. Describir los procesos geológicos presentes en el área de estudio.
3. Determinar las características físicas y químicas de los sedimentos de las lagunas en estudio.
4. Determinar las características físico – químicas y bacteriológicas de las lagunas “Los Francos” y “Del Medio”.
5. Identificar los parámetros de contaminación presentes en las lagunas de “Los Francos” y “Del Medio”.
6. Proponer un plan de recuperación ambiental de las lagunas en estudio.
7. Elaborar un mapa geológico de ambas lagunas.

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

El conocimiento de las características tanto geológicas como ambientales de las lagunas de “Los Francos” y “Del Medio”; son la base para establecer planes de recuperación para estas zona, con la finalidad de ayudar a reconstruir dichos ecosistema y así tal vez reactivar el aspecto recreativos que caracterizaban a las mismas, como también generara muchos otros beneficios al municipio Heres del estado Bolívar.

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

Esta investigación tiene como alcance final, el brindar todos los conocimientos con respecto a las características tanto geológicas como ambientales de las lagunas de “Los Francos” y “Del Medio” para el período de lluvia que define al municipio Heres del estado Bolívar – Venezuela; con la finalidad de establecer posibles planes de recuperación de dichos ecosistemas.

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

Debido a que la investigación se basa en realizar una reinterpretación de datos, fueron muy pocas las limitaciones, ya que una buena parte de la información utilizada para su elaboración fue realizada en base a en base a trabajos anteriores, así como también se extrajo información de de la biblioteca y del centro de Geociencias de la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, sin embargo se presentaron ciertas limitaciones a la hora de muestrear las lagunas por la poca accesibilidad en algunos sectores.

## **CAPÍTULO II**

### **GENERALIDADES**

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

Las lagunas Los Francos y del Medio están ubicadas al Noreste de Ciudad Bolívar en el antiguo casco histórico en la planicie de inundación del río Orinoco, abarcan entre 146 has (mes de junio) y 220 has (mes de agosto), dependiendo de las crecidas del río. Limitan con los sectores de El Mereyal al Este, Hipódromo Viejo al Oeste, Los Coquitos, Vista Alegre, La Lorena, Amores y Amoríos, La Shell entre otros al Sur y el paseo La Octava Estrella al Norte. De acuerdo al mapa de Ciudad Bolívar, ésta área corresponde a las coordenadas UTM 900.500 – 901.000 Norte y 443.000 – 442.000 Este.

Tabla 2.1 Coordenadas de las lagunas en estudio de acuerdo al mapa reducido de su original (mapa de Ciudad Bolívar) de escala 1:25.000 (C.V.G Técnica Minera, 1.998).

<b>LAGUNAS</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>	
	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
<b>Los Francos</b>	442.500	899.000
	445.000	901.000
<b>Del Medio</b>	442.500	900.500
	441.500	991.000

#### **2.2 Acceso al área**

El área es accesible por vías asfaltadas existentes en la parte urbanizada. La vía principal de acceso es el Paseo Orinoco al Norte, vía que conecta al Paseo Orinoco

con el sector el Mereyal, al Oeste con la avenida. 19 de Abril, y al Sur con las avenidas 5 de Julio y Bolívar. (Figuras 2.1 y 2.2).



Figura 2.1 Ubicación geográfica de las lagunas los Francos y del Medio (GOOGLE EARTH 2.010).



Figura 2.2 Acceso al área de estudio (Google Earth 2.010).

## 2.3 Características físico naturales

### 2.3.1 Clima

Según la clasificación climática propuesta por Kopen, el área de estudio presenta clima cálido tropical de Sabana isotérmico (Awgi), caracterizado por un período de lluvia que domina desde Mayo hasta Noviembre; y otro de sequía que domina desde Diciembre hasta Abril. Ambas estaciones sufren variaciones en su régimen. Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana (F.A.V) Estación Ciudad Bolívar – Aeropuerto. (Tabla 2.2).

Tabla 2.2 Datos climatológicos del área de Ciudad Bolívar, Período 1.997 – 2.007. (F.A.V, Aeropuerto – Ciudad Bolívar).

<b>Parámetros</b>	<b>Periodos de Registro</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Promedio Anual</b>
<b>Presión Media (hp)</b>	1997 2007	11	11.3	10.6	19	10.7	20.3	14.4	20.1	10	17.5	18.9	20.2	15.33
<b>Temperatura Media (° C)</b>	1997 2007	26.9	27.3	28.3	29.2	28.5	27.2	27.1	27.5	28	28.3	27.58	27	27.76
<b>Humedad Relativa Media (%)</b>	1997 2007	78.3	75.7	72	73	78.4	84	85	80.5	81	79.2	81.3	82	79.2
<b>Velocidad Media del Viento (M/S)</b>	1997 2007	14.2	15.6	16	14.6	12.8	10.5	8.8	8	8.3	8.4	10.3	12.4	11.7
<b>Precipitación (mm)</b>	1997 2007	43	16.3	19.5	34	120.73	190	183.5	140.5	99.2	81.4	61	44.2	1033.33
<b>Insolación Media (h/sol)</b>	1997 2007	7.4	7.9	8.3	7.7	6.9	6.4	7	7.7	8.1	8.1	8	7.4	7.6
<b>Evaporación (mm)</b>	1997 2007	142	152.7	172.8	156.9	121.64	82.6	86.6	94.33	98.8	112.10	99.30	116.30	1436.07
<b>Radiación (Cal.Min/c²)</b>	1997 2007	15.67	16.92	18.46	17.68	15.22	15.06	16.57	17.76	17.82	16.45	15.5	14.4	16.46

De acuerdo a la clasificación de Holdridge, el área pertenece al bioclima Bosque Seco Tropical (Bs-T) con tendencia al muy seco tropical (Bms-T). La temperatura media oscila entre 26° C y 33° C. La precipitación varía entre 1.000 mm y 1.100 mm; y la evaporación media anual supera los 2.000 mm.

El clima del área presenta una sucesión de estaciones seca y húmeda lo que permite clasificarlo como un clima tropical, que según la clasificación de C.W. Thornthwaite (1.948) corresponde con un clima calido, semiseco y sin exceso de agua.

**2.3.1.1 Precipitación:** se caracteriza por la existencia de una estación lluviosa, que abarca el periodo comprendido entre los meses de Mayo y Octubre, y una estación seca que dura desde el mes de Noviembre hasta Abril. (F.A.V, Aeropuerto – Ciudad Bolívar).

**2.3.1.2 Evaporación:** el volumen de agua evaporada en Ciudad Bolívar y sus alrededores, no se presenta de forma constante a lo largo del año y depende principalmente de las diferencias estacionales que representa la radiación solar incidente, la temperatura del aire, el vector viento, el contenido de vapor del agua en la atmósfera inmediata y la nubosidad. (F.A.V, Aeropuerto – Ciudad Bolívar).

**2.3.1.3 Temperatura media del aire:** en el área de estudio es de 27,76° C y el máximo principal ocurre en el mes de Abril, con un valor de 29,2° C y los valores menores de temperatura media se registra en los meses de Junio, Julio, Diciembre, Enero y Febrero. (F.A.V, Aeropuerto – Ciudad Bolívar).

**2.3.1.4 Radiación solar media:** esta presenta valores máximos en los meses de Febrero, Marzo, Abril, Julio, Agosto y Septiembre, mientras que durante los meses de Noviembre, Diciembre y Enero se presentan los valores más bajos de radiación solar media anual. (F.A.V, Aeropuerto – Ciudad Bolívar).

**2.3.1.5 Insolación solar media:** la cuenca media del río Cañafístola recibe en promedio 7,6 horas de brillo solar. La máxima insolación media se alcanza durante el mes de marzo (8,3 horas de Sol), y la mínima durante el mes de junio (6,4 horas de Sol). (F.A.V, Aeropuerto – Ciudad Bolívar).

**2.3.1.6 Humedad relativa media:** los valores máximos de humedad se presentan durante los meses de Junio y Julio, y los valores mínimos se presentan en los meses de Febrero, Marzo y Abril. La humedad relativa media es de 79% aproximadamente. (F.A.V, Aeropuerto – Ciudad Bolívar).

**2.3.1.7 Presión atmosférica:** el promedio anual de estas es de 15,33 hp y los valores máximos de presión se presentan en los meses de Junio, Agosto y Diciembre y los valores mínimos se presentan en los meses de Marzo, Mayo y Septiembre. (F.A.V, Aeropuerto – Ciudad Bolívar).

**2.3.1.8 Velocidad media del aire:** la media anual de los vientos es de 11,7 m/seg. Los vientos tienen un régimen determinado por los vientos alisios y la convergencia intertropical. (F.A.V, Aeropuerto – Ciudad Bolívar).

## **2.3.2 Vegetación**

La flora en la zona es típica de sabanas gramíneas, con arborescente tipo chaparros, importante cantidad de vegetación acuática y en las zonas más bajas donde el nivel freático alcanza la superficie se encuentra una vegetación típica de morichales a continuación se presenta una breve descripción de las plantas presentes en las lagunas. (Tabla 2.3 y Figura 2.3).

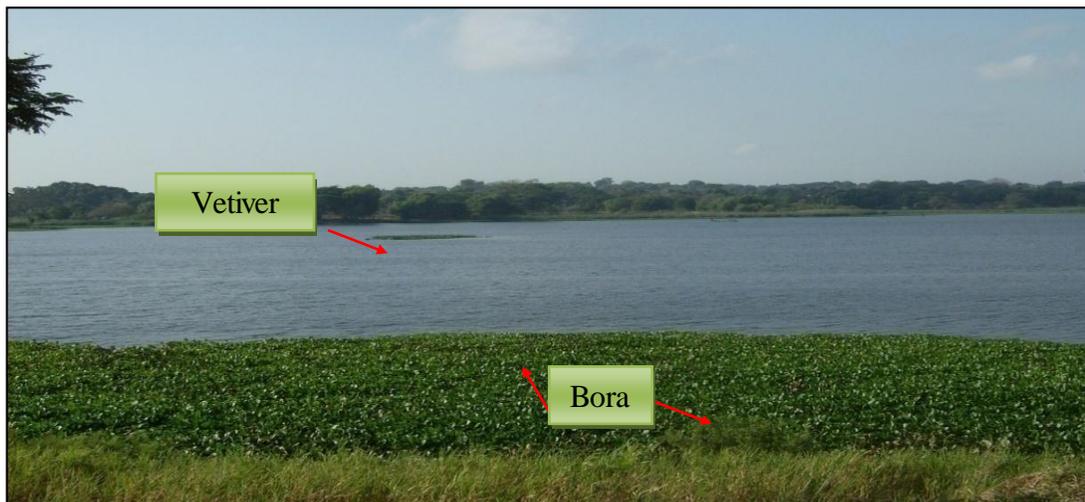


Figura 2.3 Bora y vetiver, vegetación acuática y terrestre típicas de las laguna (2.010).

Tabla 2.3 Vegetación del área de estudio. (Patrimonio Cultural, 2.002).

Nombre Común	Nombre Científico
Arestin	Mimosa Pellita
Ariso	Alchornea castaneifolia
Bora o jacinto de agua	Eichhornia Crassipes
Candelero	Cordia cololocca
Caramacate	Tichilia sp
Chaparro de Agua	Cupania Cinerea y Davila Kunthii
Corocillos	Cyperus rotundus
Guamo rebalsero	Zygia cataractae
Guatero	Gustavia Augusta
Guayabita de agua	Psidium maribense
Guayabo melero	Combretum frangulifolium
Hueso de pescado	Albizzia subdiniata
Juncos	Cipones rotunols
Locha	Hidrocotille umbellata
Mata Palo	Fias vetulina
Moriche	Mauritia feuxosa
Muela de Gallina	Ruprechtia tenuiflora
Palo de agua	Ammania coccinea
Repollito de agua	Pistia stratiotes
Vetiver	Vetiveria zizanioides
Zambomba acuática	Nelumbium speciosum

### 2.3.3 Fauna

La fauna encontrada en la zona de estudio no es muy variada, encontrándose alcaravanes, culebras sabaneras, gabanes entre otros. (Tabla 2.4).

Tabla 2.4 Fauna del área de estudio. (Patrimonio Cultural, op. cit).

Nombre Común	Nombre Científico
Alcaravanes	<i>Vanellus chilensis</i>
Corocoras	Thereskiornithidae
Culebra sabanera	<i>Coluber (Masticophis) mentovarius suborbitalis</i>
Ermitaño rufo	<i>Phaetornis ruber</i>
Gabanes	<i>Mycteria americana</i>
Garzas	Ardeidae
Iguana	Iguana
lagartija	<i>Anolis crysolepys</i>
Mapanare	<i>Botrps atrox</i>
Pico gordo verde	<i>Caryothrautes canadiensis</i>
Ratón	<i>Chibchanomys trichotis</i>
Tragavenado	<i>Boa constrictor</i>
Tuqueque	<i>Thecadactylus rapicaudus</i>

### 2.3.4 Suelos

**2.3.4.1 Suelos residuales del Complejo Imataca:** estos suelos son producidos por la descomposición del basamento ígneo - metamórfico. En el área de la ciudad se distinguen principalmente migmatitas, granitos – gneises y anfibolitas que son mayormente las rocas generadoras de suelos y en segundo lugar, las cuarcitas ferruginosas por presentar estas, alta resistencia a la erosión.

**2.3.4.2 Suelos pertenecientes a la Formación Mesa:** constituye la unidad geológica más extensa, son fundamentalmente sedimentos arenosos poco consolidados y se encuentran distribuidos en casi toda el área de Ciudad Bolívar.

**2.3.4.3 Suelos provenientes de sedimentos fluviales recientes:** estos representan el producto de la erosión de las rocas del basamento ígneo – metamórfico y de los sedimentos de la Formación Mesa, depositados en los márgenes del río Orinoco y ríos afluentes del primero, que atraviesan la ciudad.

Los suelos dominantes en el área de la cuenca media del río Cañafístola son los pertenecientes a la Formación Mesa. Se localizan suelos aluviales recientes a lo largo del cauce de este río. (Chaparro Emir y Fossi Adriana, 1.988).

### **2.3.5 Hidrología de las lagunas**

Las lagunas de los Francos y del Medio son dos grandes masas de agua provenientes de las lluvias, escorrentías, infiltración y de las aguas recogidas por el cinturón de desagie de la ciudad. La red de drenaje está constituida por los ríos Orinoco, San Rafael y Buena Vista, las quebradas Maipure y Cañafístola, con una numerosa cantidad de lagunas de variada extensión: los ríos San Rafael y Buena Vista se encuentran al Oeste del área de estudio, nacen en las inmediaciones de Ciudad Bolívar y tiene dirección Norte-Sur, su régimen es intermitente y represado por las crecidas del río Orinoco Ministerio del medio Ambiente y Recursos Naturales (M.A.R.N). (M.A.R.N, 1.989).

En la red hidrográfica un gran porcentaje de barrios de la ciudad, no cuentan con un sistema de recolección de aguas pluviales, por lo que el agua escurre libremente por las vías, originando la erosión de las calles que no están asfaltadas y la activación de las cárcavas, sobre todo en la subcuenca de los ríos Buena Vista y San

Rafael. A continuación se describe en forma resumida las características del drenaje de aguas de lluvia de los diferentes sectores de la ciudad. (López, M. 2002).

En el sector de Las Moreas al Norte de Ciudad Bolívar, drena sus aguas hacia las lagunas rebalseras localizadas en la planicie de inundación del río Orinoco y otra parte en la subcuenca del río Cañafístola. La parte occidental del sector está atravesada por dos canales de cintura que recogen las aguas de la urbanización Vista Hermosa y de las zonas adyacentes del aeropuerto Tomas de Heres para llevarlas hacia la zona de la laguna del Medio. Este sector abarca la parte centro-oriental del barrio El Merecure, el Norte de Amores y Amoríos, la zona noroccidental de Rómulo Gallegos y todo el barrio de Hipódromo Viejo; sin embargo, la parte Oeste del barrio El Merecure, Amores y Amoríos drenan sus aguas de lluvia hacia la laguna El Porvenir en el Jardín Botánico del Orinoco, ubicada en Mango Asado.

Continuando hacia el este, se tiene que una gran área que pertenece a la zona drenada por la laguna de Los Francos. Esta comprende los barrios de La Lorena, Vista Alegre, Las Moreas, urbanización Los Coquitos y la parte Norte de la urbanización Simón Bolívar. (López op. cit).

**2.3.5.1 El río Orinoco:** este tiene su nacimiento en el Cerro Delgado Chalboud 1.047 m de altitud al Sureste del Territorio Federal Amazonas; recorre una longitud de 2.060km hasta desembocar en el Océano Atlántico. Su cuenca tiene un área de 880.000 km<sup>2</sup> con un caudal promedio de 18.000 m<sup>3</sup>/seg. Variable según la estación climática. (M.A.R.N, op. cit).

El río Orinoco tiene 194 ríos tributarios y más de 600 pequeños ríos afluentes, constituyéndose a su vez como el tercer río de Sur América, el sexto de América y el doceavo a escala mundial en cuanto a longitud y caudal. Incrementa sus niveles lentamente durante la época lluviosa (Mayo y Noviembre), representando una

amenaza constante de inundaciones para diversos poblados ubicados en su planicie inundable. (Tabla 2.5).

Tabla 2.5 Niveles máximos y mínimos del río Orinoco en Ciudad Bolívar. (Capitanía General de Puerto de Ciudad Bolívar años 1.999 – 2.009).

Año	1.999	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005	2.006	2.007	2.008	2.009
Mes	Agosto	Agosto	Agosto	Agosto	Agosto	Septiembre	Agosto	Agosto	Septiembre	Agosto	Agosto
Cota Max (m)	16,18	15,58	14,48	16,44	16,44	16,39	15,22	16,82	16,08	15,94	14,50
Mes	Abril	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo	Abril	Marzo	Marzo	Abril	Marzo
Cota Min (m)	4,34	3,00	2,34	2,54	2,00	2,66	3,20	3,72	2,60	2,98	4,06

### 2.3.6 Geomorfología

La geomorfología del área en estudio está conformada por una llanura aluvial con dos grandes cuerpos de agua en las zonas más deprimidas; su nivel está sometido al régimen de inundación del río Orinoco; por lo que son llamadas lagunas rebalseras. Fisiográficamente es una zona joven, el sistema geomorfológico predominante en el área es deposicional y/o erosivo.

Por debajo de la cota 1.500 se encuentran unas 250 hectáreas de terreno con una pendiente general 2-5% esta extensión es 3/4 partes del área en estudio, por lo tanto es también esta proporción sometida a las inundaciones periódicas. Hacia la parte Sur de las lagunas la pendiente comienza a aumentar rápidamente hasta llegar a 15-45%. (M.A.R.N, 1.989).

## **2.4 Características geológicas**

Las características geológicas del área de estudio se basan específicamente en la Provincia de Imataca, los sedimentos de la Formación Mesa y Sedimentos Recientes depositados por la acción del río Orinoco y por la meteorización de los afloramientos que se encuentran a orillas de la laguna los Francos.

### **2.4.1 Geología regional**

El basamento geológico del estado Bolívar lo constituye el Escudo de Guayana, de gran estabilidad tectónica, presentando formas de relieve variadas y complejas, la altitud media es de 400 m.s.n.m, con un declive generalizado de Sur a Norte.

El Escudo de Guayana en Venezuela está conformado por cuatro provincias geológicas las cuales son: Imataca (cinturón granulítico), Pastora (cinturón de rocas verdes, CRV), Cuchivero- Amazonas (granitos de 1.800 M.a.  $\pm$  200 M.a. y granitos post – tectónicos de 1.500 M.a.) y Roraima (cobertura sedimentaria discordante sobre rocas pertenecientes a las provincias de Pastora y Cuchivero). (Mendoza, V. 2.000).

El Escudo de Guayana en su parte septentrional se encuentra en Venezuela al Sur del curso del río Orinoco, mientras que su parte meridional se adentra en Colombia, Brasil, Guyana, Surinam, y la Guayana Francesa. En la parte venezolana comprende rocas arqueozoicas y proterozoicas de diversas litologías, alteradas en mayor o menor escala durante una serie de episodios geotectónicos mayores. (González de Juana, 1.980).

A nivel regional, la litología característica es la Provincia de Imataca llamado también Complejo de Imataca compuesta generalmente de rocas metamórficas, además de los sedimentos de la Formación Mesa.

## 2.4.2 Geología local

Lo referente a la Geología local del área de estudio se reduce a los afloramientos del Complejo Imataca constituido por gneises graníticos cuarzo-feldespáticos, los sedimentos de la Formación Mesa, y Sedimentos Recientes, de lo cual tenemos:

**2.4.2.1 Provincia Geológica de Imataca (Precámbrico Temprano):** el conjunto de rocas que forman la Provincia Geológica de Imataca ha sido denominado Complejo de Imataca; este término fue utilizado por Chase (1.965), en vista de lo complejo de la estructura y la superposición de eventos metamórficos e ígneos que impiden una determinación inequívoca de asociación de formaciones dentro del conjunto. La litología característica con la cual coinciden muchos autores es aproximadamente la siguiente: 80% de rocas leucocráticas, 10% de gneises máficos y el resto lo componen los gneises graníticos, escasas anfibolitas y formaciones de hierro. (Chace 1.965, citado por Farreras y Pinto, 1.994).

En lo referente al grado metamórfico, las rocas del Complejo de Imataca varían de facies anfibolita de grado medio hasta la facies granulita piroxénica y hay una zona casi sin metamorfismo que parece ser Post-Imataca. La edad de las rocas del Complejo ha sido estimada mediante determinaciones radiométricas por los métodos Rubidio-Estroncio y Uranio-Plomo como correspondientes a 3500 millones de años. (Farreras y Pinto, 1.994).

**2.4.2.2 Formación Mesa (Pleistoceno):** se encuentra acuñaándose en el Escudo de Guayana en una faja angosta paralela al río Orocopiche, en la zona comprendida en los alrededores de Ciudad Bolívar entre los ríos Candelaria y el Aro que se va haciendo más delgada y se encuentran espesores menores a 100 metros. (González De Juana 1.980).

Debajo de los sedimentos fluviales recientes aparece la Formación Mesa constituida en el sector estudiado, por sedimentos arcillo-limoso que se intercalan con capas arenosas interestratificadas con arcillas-limo-arenosas.

También se observan los sedimentos fluviales recientes en el área bordeando el río Orinoco y litológicamente están constituidos por limos arcillosos y arcillas limosas.

**2.4.2.3 Sedimentos Recientes:** estos materiales son provenientes de la erosión de la Formación Mesa, las cuales fueron arrastradas y depositadas por las aguas de escorrentía y por los vientos a partir del Holoceno hasta el presente, constituyendo las planicies aluviales y el área de inundación. (Farreras op. cit). (Figura 2.4).

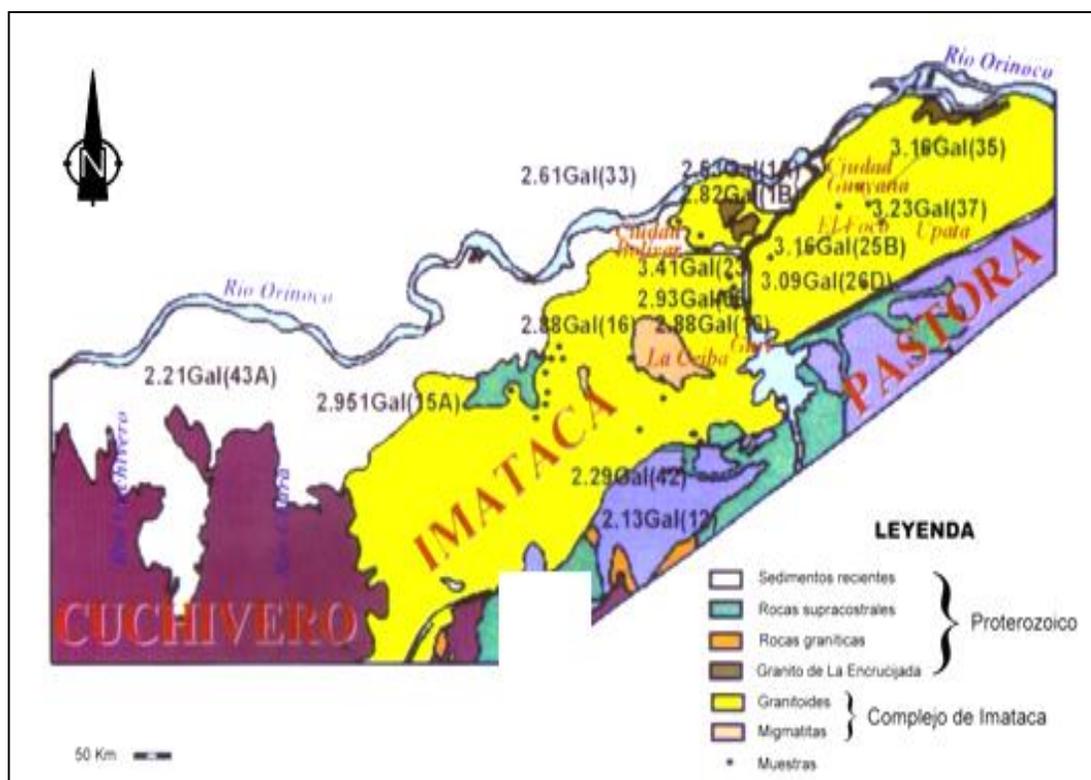


Figura 2.4 Edades Sm/Nd del protolito Complejo de Imataca. (Texeira y otros 2.000).

Como se enmarca anteriormente en el área de estudio se encuentran tres unidades estratigráficas las cuales están dispuestas de base a tope de la siguiente manera. (Figura 2.5).

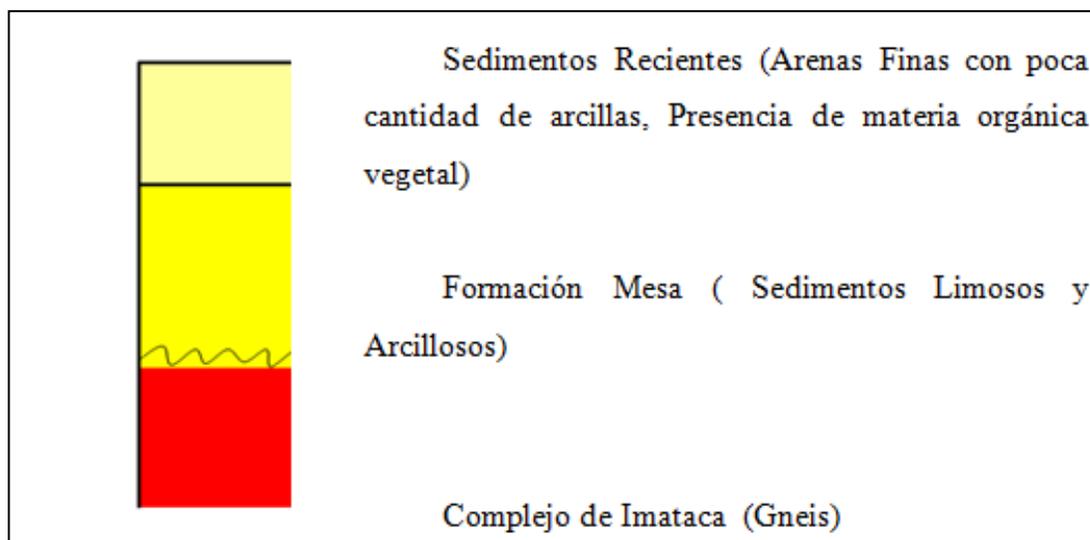


Figura 2.5 Columna estratigráfica representativa del área de estudio. (Martin A.y Lara M., 2.010).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Antecedentes**

Silva J. (1.979) en su “Estudio de las condiciones ambientales de la laguna de los Francos de Ciudad Bolívar” en el que reportó los valores de coliformes en números más probables (NMP) por cada 100ml para la laguna de Los Francos entre un rango de 31 hasta 2.400 en 10 muestras que analizó en ese año.

Álvarez L. (1.989) para su “Estudio de algunos parámetros ambientales del ecosistema laguna de Los Francos”; en tres estaciones dentro de la mencionada laguna en diferentes épocas del año resultado de sus ensayos, obtuvo un pH promedio de 7 en superficie y 7,06 a 2 m de profundidad, la temperatura de 29,8 °C y 137,2 mg/L de sólidos totales promedios para la parte física. En cuanto a parámetros químicos tuvo como promedio de los resultados de oxígeno disuelto en superficie 4,07 mg/L y 3,11 mg/L a 2 m de profundidad, DBO en superficie 2,01 mg/L y a 2 m de profundidad 1,05 mg/L, sulfato 6,93 mg/L y nitrato 0,039 mg/L. Para bacteriológico analizó coliformes totales, cuyos resultados oscilaron entre 40 y 11000 NMP/100ml.

Pinto, A. junto a Farreras R. (1.994) en su trabajo titulado “Observaciones ambientales e ingenieriles para la recuperación de las lagunas Del Medio y de Los Francos”, donde midieron sólo en la laguna Del Medio los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos tales como: pH 6,72; conductividad 6,72; color 61,6, turbidez 3,5, alcalinidad 48,64 mg/L, dureza 43,64 mg/L, hierro 0,872 mg/L, dióxido de carbono 20,81 mg/L en promedio y coliformes 240.000 NMP/100ml; además de realizar aforos en los canales que drenan hacia las lagunas obteniendo como

resultados: En el canal de desagüe del Túnel un caudal de 52,14 lts/seg., en Vista Alegre 105,00 lts/seg.

Corporación Venezolana de Guayana CVG (2.002), realizó análisis como servicio de un proyecto de recreación dentro de la laguna Del Medio cuyos valores para el análisis bacteriológico estuvieron dentro del rango que varía de <3 hasta 9 números más probables de coliformes totales por cada 100 ml.

### **3.2 Procesos geológicos**

Son todos aquellos procesos que de una u otra forma tienden a causar cambios en el globo terrestre (Whitten, 1.972). Los cuales se clasifican en procesos de origen externo como son la denudación (meteorización, erosión y transporte), depósito o sedimentación, procesos de origen interno movimiento terrestre y actividad ígnea.

Entre los procesos geológicos los más resaltantes en esta investigación son:

Erosión: fase de denudación que comprende el desgaste de la superficie terrestre mediante la acción mecánica. (Whitten, op. cit).

Meteorización: proceso mediante el cual las rocas se rompen y descomponen por la acción de agentes externos tales como viento, lluvia, cambios de temperatura, la planta y las bacterias. Hay dos tipos de meteorización: Meteorización mecánica que ocurre cuando las rocas se destruyen y la meteorización química donde los minerales son extraídos de las rocas cuando estas se descomponen. (Whitten, op. cit).

Transporte: es el acarreo de los sedimentos desde su lugar de origen hasta su sedimentación; por vías naturales como el viento y el agua.

Sedimentación: es la fase seguida del transporte, donde los sedimentos que han sido acarreados son depositados de acuerdo a la corriente que los transportó. (Whitten, op. cit).

### **3.3 Unidades geológicas**

Son unidades de rocas diferenciadas por características litológicas y paleontológicas. Entre las unidades se tienen el Grupo, la Formación y el Miembro.

Grupo: es la conformación de dos o más formaciones sucesivas relacionadas por su litología o por la posición que ocupan en relación con discordancias.

Formación: es la unidad litoestratigráfica que posee una composición litológica definida, sucesión característica o con intercambio gradual. Su separación de los estratos adyacentes es notable.

Miembro: son pequeñas subdivisiones en estratos más pequeños dentro de las formaciones. (Krumblein y Sloss, 1.963).

### **3.4 Características de los suelos**

#### **3.4.1 Suelo**

El suelo es la capa de transformación de la corteza sólida terrestre, formada bajo el influjo de la vida y de las especiales condiciones ambientales de un hábitat biológico y sometido a un constante cambio estacional y a un desarrollo peculiar. Aparece como resultado de un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos sobre el medio rocoso original (roca madre) denominados genéricamente meteorización. (Casanova y otros, 1.989).

Los fenómenos más intensos de meteorización tienen lugar en un espesor limitado, los dos primeros metros de la superficie donde se asienta la actividad biológica. Los factores que condicionan las características de la meteorización y por lo tanto, la evolución de un suelo, son el clima, la topografía, los organismos vivos, la roca madre y el tiempo transcurrido. El resultado es la formación de un perfil de suelo, sucesión típica de capas horizontales que denota el conjunto de factores que han intervenido en su formación. (Casanova y otros, 1.989).

Desde el punto de vista de su composición, el suelo es un material complejo compuesto por sólidos (materia mineral y materia orgánica), líquidos (sobre todo el agua, que en ocasiones, es un componente más de las rocas) y gases (aire y vapor de agua, esencialmente). A su vez, los gases y los líquidos llevan sustancias disueltas o en suspensión que pueden adherirse a la matriz sólida. (Casanova y otros, 1.989).

### **3.4.2 Propiedades físico-químicas del suelo**

La textura de un suelo está expresada por la distribución del tamaño de las partículas sólidas que comprenden el suelo. En otras palabras por la composición granulométricas del suelo, previa dispersión de sus agregados. (Martin A.y Lara M., 2.010).

La textura del suelo hace referencia al tamaño de las partículas que lo componen. Las partículas se clasifican en varios grados de gravas, arena, barro y arcilla en orden decreciente de tamaño. La textura es importante porque determina en gran parte la retención de agua y las propiedades de transmisión del suelo. (Buckman op.cit.).

La arena puede drenar rápidamente; en un suelo arcilloso los poros son demasiado pequeños para permitir un drenaje adecuado. Donde las proporciones de

arcilla y limo son elevadas la penetración de las raíces resulta dificultoso. (Buckman op.cit.).

La proporción de arena, limo y arcilla determinará la clase de suelo, en la que la combinación de estos tres materiales da los diversos tipos de suelos. La importancia de la textura radica en los siguientes aspectos. (Orozco y otros, 1.990):

a) Suelos arenosos: Retienen poca humedad y tienden a secarse. Tienen poca habilidad para retener los nutrientes. Poseen por naturaleza baja fertilidad y se trabajan con facilidad.

b) Suelos francos y franco-limosos: Poseen buena penetración y retienen bien el agua y los nutrientes. Su fertilidad natural va de media a alta. Se pierde poca agua y nutrientes por lixiviación.

c) Suelos franco-arcillosos y arcillosos: Tienen poca penetración de agua, retienen grandes cantidades de humedad, parte de la cual no está disponible para las plantas. La pérdida de nutrientes por precolación en estos suelos es muy reducida.

### **3.5 Análisis granulométrico**

Consiste en clasificar por tamaño los granos que componen una muestra de sedimentos. 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. (García, O. 1.981).

### **3.5.1 Tamaño del grano (o de las partículas sedimentarias)**

Es un elemento importante de las texturas en las rocas clásticas, debido a que está relacionado con las condiciones dinámicas del transporte y depósito. El tamaño del grano o de la partícula es la base fundamental para clasificar las rocas detríticas. Dependiendo del tipo de roca a partir de la cual provenga el grano se va a diferenciar una partícula de otra, y sus tamaños pueden ir desde micrones hasta metros. (García C, Oscar 1.981).

### **3.5.2 Escala granulométrica (de tamaño de las partículas sedimentarias)**

El amplio rango de tamaños de las partículas en los sedimentos y rocas sedimentarias, hace que las escalas logarítmicas o geométricas sean mucho más prácticas que las lineales; debido a esto se han desarrollado gran cantidad de escalas. (García C, Oscar 1.981).

**3.5.2.1 Escala de Udden-Wentworth, (1.922):** es la escala más usada por los sedimentólogos. Toma el milímetro (mm) como punto de partida para estimar el diámetro promedio de tamaño de cada una de las partículas sedimentarias. Emplea la razón  $\frac{1}{2}$  para obtener los diámetros límites de sus clases de tamaño (1,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ , entre otros), por lo que se extiende desde valores menores que  $\frac{1}{256}$  mm a mayores que 256 mm. Se obtienen así los términos de la escala granulométrica, divididos en cuatro clases, de más pequeño a más grande: arcilla, limo, arena y grava. (García C, Oscar 1.981).

Los tamaños límites de las diferentes clases granulométricas de tamaño. Este tipo de escalas se aplican a la descripción de sedimentos porque prestan la misma importancia a las relaciones de tamaño, ya sea que ocurran en gravas, arenas, limos o arcillas. Una diferencia de un centímetro en el tamaño de un canto rodado es

despreciable, mientras que una diferencia tan pequeña en el tamaño de una partícula de arcilla coloidal puede bastar para duplicar su tamaño o reducirlo a la mitad. (García C, Oscar 1.981). (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Escala de Udden-Wentworth para clasificar las partículas de sedimentos clásticos según su tamaño (García C, Oscar 1.981).

Característica del sedimento		Fragmento		Grado	Tamaño (mm)		Tamizado	Nombre de la roca consolidada	
					Decimal	Fracción			
Sedimento	Granular	(Análisis mecánico)	Canto rodado (Cantos grandes)	Canto o bloque	Muy Grande		4-2 m.	Pasa por el tamiz N° 3 y es retenida por el tamiz N° 4	Conglomerado
					Grande		2-1 m.		
					Mediano		1-0,5 m.		
					Pequeño		0,5-0,256 m.		
			Guijarro (Cantos medianos)	Guijón	Grande		256-128		
					Pequeño		128-64		
			Grava (Cantos pequeños)	Guijarros	Muy Gruesa		64-32		
					Gruesa		32-16		
	Media				16-8				
	Fina				8-4				
			Gránulos	Muy Fina		4-2			
	Arena		Muy Gruesa		2-1	2-1	Pasa por el tamiz N° 4 y es retenida por el tamiz N° 200	Arenisca	
			Gruesa		1-0,5	1-1/2			
			Media		0,5-0,25	1/2-1/4			
			Fina		0,25-0,125	1/4-1/8			
			Muy fina		0,125-0,0625	1/8-1/16			
	Limo		Grueso		0,0625-0,0313	1/16-1/32	Pasa por el tamiz N° 200	Limolita	
		Medio		0,0313-0,0156	1/32-1/64				
		Fino		0,0156-0,0078	1/64-1/128				
		Muy fino		0,0078-0,0039	1/128-1/256				
Arcilla		Gruesa		0,0039-0,0020	1/256-1/512	Pasa por el tamiz N° 200	Lutitas/ Argilitas		
		Media		0,0020-0,0010	1/512-1/1.024				
		Fina		0,0010-0,0005	1/1.024-1/2.048				
		Coloides (< 0,0005 hasta 0,001 micras)							

El estudio del tamaño de las partículas da indicio del grado de energía implicado en su mecánica de depositación; por ejemplo, una partícula del tamaño de la arcilla está relacionada con un tipo de energía menor que la necesaria para mover partículas de arena o grava. (García, op. cit).

a. Grava: acumulación no consolidada de guijaros, guijones o bloques, que según su tamaño puede ser grava de guijarros, grava de guijones, entre otros

b. Arena: agregado de granos de minerales o de rocas mayores que 1/16 mm y menores que 2 mm de diámetro

c. Guijón: fragmento de roca aislada, algo redondeado, modificado por abrasión durante el transporte, cuya granulometría varía entre 64-256 mm

d. Guijarro: fragmento de roca mayor que un grano de arena o gránulo pero menor que un guijón, que ha sido redondeado o desgastado por la acción del agua, del viento o del hielo glacial

El objeto del análisis mecánico es obtener datos gráficos o numéricos acerca de los tamaños de las partículas que conforman un sedimento. (García C, Oscar 1.981).

Estos datos forman la base para las descripciones de textura por comparaciones entre muestras, para el desarrollo o comprobación de teorías sobre la sedimentación durante el transporte y el depósito, para interpretar las circunstancias de la formación de sedimentos, y para delinear en mapas las variaciones sedimentarias. (García C, Oscar 1.981).

### 3.5.3 Representación gráfica de datos de distribución de tamaños

Las propiedades físicas de los sedimentos deben ser representadas gráficamente para su fácil comparación. Se utilizan dos formas para exponer los datos del análisis mecánico: a) la curva granulométrica b) el histograma o pirámide de frecuencia. (García C, Oscar 1.981).

**3.5.3.1 Curva granulométrica:** la distribución del tamaño de las partículas que constituyen un suelo grueso se puede expresar gráficamente mediante una Curva de Distribución Granulométrica. Para trazar dicha curva se usa el eje de las ordenadas, a fin de localizar el porcentaje de partículas en peso, cuyo tamaño resulta menor que el diámetro dado por eje de las abscisas. (Figura 3.1).

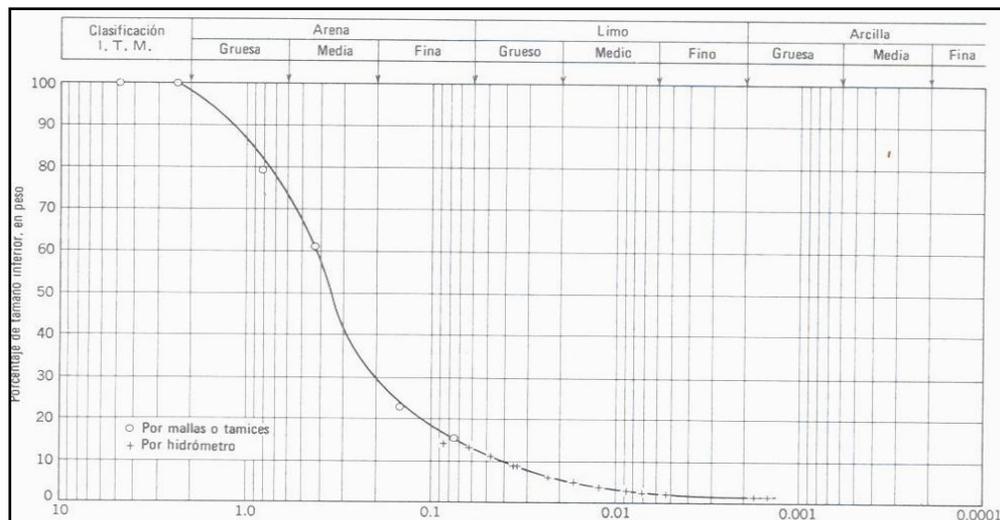


Figura 3.1 Curva granulométrica de un suelo. (Terzaghi, K. 1975).

Entonces, una curva granulométrica indica en general el tamaño de los granos y la buena o mala gradación de éstos. A partir de la curva de distribución granulométrica pueden obtenerse dos importantes indicadores que caracterizan a un suelo.

La gráfica de la distribución granulométrica suele dibujarse con porcentajes como ordenadas y tamaños de las partículas como abscisas. Las ordenadas se refieren a porcentaje, en peso, de las partículas menores que el tamaño correspondiente. La representación en escala semilogarítmica resulta preferible a la simple presentación natural, pues en la primera se dispone de mayor amplitud en los tamaños finos y muy finos, que en escala natural resultan muy comprimidos.

La forma de la curva da idea inmediata de la distribución granulométrica del suelo; un suelo constituido por partículas de un solo tamaño estará representado por una línea vertical, una curva muy tendida indica gran variedad en tamaños (suelo bien gradado).

**3.5.3.2 Histograma:** es un diagrama de barras que indica el porcentaje de granos en cada grado presentes en el sedimento. La forma de éste depende del número de grados en los cuales se halla dividido el material examinado, y por ende de la clase de divisiones empleadas para su representación. (García C, Oscar 1.981).

El histograma se parecerá más a una curva en la medida que el grado de división a que se ha sometido el material sea mayor. Dos histogramas del mismo material con grados de división diferentes, pueden parecer bastante distintos. También dos histogramas en los cuales se hayan calculado en uno el porcentaje por peso y en otro por volumen, pueden presentar diferencias considerables. Ésta es la razón por la cual el procedimiento a seguir debe ser fijado desde el comienzo en toda serie de investigaciones conducentes a correlaciones. (García C, Oscar 1.981).

El histograma es un género de diagramas por columnas, el ancho de las columnas determina los límites establecidos para cada clase. La altura de las columnas es directamente proporcional a la cantidad en cada clase granulométrica, la cual puede ser medida por peso en porcentaje. (García C, Oscar 1.981).

**3.5.3.3. Medidas estadísticas de los sedimentos:** existen diversas maneras de representar los caracteres físicos de un sedimento a partir de:

- El diámetro medio ( $Md$ ): es el punto medio de la distribución del sedimento. Está determinado por el lugar geométrico donde se interceptan la curva acumulativa y la línea del 50 por ciento; que indica que el 50% del material es más grueso y el 50% más fino. El primer y el tercer cuartil ( $Q_1$  y  $Q_3$ , respectivamente), son determinados de manera idéntica mediante la intersección de las curvas acumulativas con las líneas de 25 y 75 por ciento, respectivamente. (García C, Oscar 1.981).

- Coeficiente de uniformidad ( $U$ ): representa el cociente entre el diámetro del grano, tal que el 60% de la muestra es inferior a él, y aquel diámetro donde el 10% de la muestra es inferior al mismo. En la curva acumulativa de frecuencia  $U$  vendría representado por la siguiente ecuación. (García C, Oscar 1.981).

- El coeficiente de escogimiento ( $So$ ): indica la distribución de las partículas a cada lado del diámetro medio ( $Md$ ), es decir, el *grado de uniformidad* de los granos. El  $So$  mide la desviación de los cuartiles con respecto al diámetro medio. Si los cuartiles están cerca del diámetro medio el sedimento está *bien escogido*, en caso contrario, está *pobrementemente escogido*. (García C, Oscar 1.981).

$$U = \frac{P_{60}}{P_{10}} \quad (3.1)$$

Donde:

Para un sedimento completamente uniforme,  $U = 1$  (García C, Oscar 1.981).

El coeficiente de escogimiento queda definido por la fórmula:

$$S_o = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}, \quad (3.2)$$

Donde:

$$Q_3 > Q_1$$

De esta fórmula se desprende que a medida que  $Q_3$  se aproxima a  $Q_1$ , el coeficiente se acerca a 1, y mientras más próximo se encuentra a este valor mejor escogido estará el sedimento. Así, un valor de  $S_o$  menor que 2,5 indica un sedimento bien escogido, un valor de 3,0 es normal y un valor mayor que 4,5 indica un sedimento mal escogido. (García C, Oscar 1.981).

En general, las tres últimas evaluaciones estadísticas mencionadas (diámetro medio, el coeficiente de uniformidad y coeficiente de escogimiento) representan un análisis de la característica adoptada por los sedimentos en el histograma y la curva acumulativa de frecuencia. (García C, Oscar 1.981).

Adicionalmente, los parámetros de tamaño del grano, escogimiento y redondez constituyen una de las características fundamentales que influye en la formación de las estructuras sedimentarias. (García C, Oscar 1.981).

Físicamente, el grado de selección, uniformidad o escogimiento muestra qué tanto ha sido batido o retrabajado un sedimento por los agentes de transporte. Es un indicador valioso de la velocidad y del ambiente de depositación. Este parámetro ha sido ampliamente utilizado en la clasificación de las areniscas y es el que controla la permeabilidad y la porosidad. (García C, Oscar 1.981).

La selección por tamaño expresa el grado en que los granos se aproximan a ser todos de igual tamaño. Ésta es la medida de selección usada más comúnmente, sin embargo, debe recordarse que los granos pequeños de minerales pesados se depositarán junto con los granos más grandes de minerales livianos. (García C, Oscar 1.981).

Para determinar el grado de selección en el campo, la roca debe ser examinada en una superficie fresca, así como en una superficie intemperizada (pero limpia). Debe examinarse tanto en forma paralela como en ángulo recto a la estratificación, al hacer esto se estima el grado de tamaño de grano de la mayor parte del material detrítico. Para las areniscas puede usarse una tarjeta de tamaño del grano, para estimar el límite inferior del 10% más grueso de la roca y el límite superior del 10% más fino que la misma. Estos límites podrán entonces compararse con la escala de tamaño de Udden - Wentworth, a fin de determinar el número de tamaños que existen entre ambos. (García C, Oscar 1.981).

El más grande error en que se incurre cuando se estima el grado de selección sucede cuando los granos de arena oscura se identifican equívocamente como material de matriz de grano muy fino, especialmente cuando los granos han sufrido recristalización. (García C, Oscar 1.981)

### **3.6 Contaminación del suelo**

La contaminación del suelo puede producirse de varias maneras. La descarga de los desechos domésticos e industriales, la industria minera a cielo abierto, la construcción y la agricultura pueden contaminar el medio ambiente y provocar la acumulación de sustancias dañinas en plantas y animales, incluyendo los seres humanos. También existen riesgos de que los contaminantes alcancen el agua superficial y la subterránea, provocando no solamente su dispersión a grandes

distancias, sino también amenazando la pureza del agua potable. Un problema importante en las áreas urbanas es la basura doméstica. La mayoría de la basura simplemente se deposita en enormes agujeros practicados en el suelo, lugares conocidos como vertederos.

El riesgo es que los contaminantes pueden ser transportados por lixiviación lejos del lugar y contaminar los arroyos y el agua del suelo local. (Istac, A. 2.002).

### **3.7 Características de las aguas**

En las aguas naturales hay sustancias disueltas, material en suspensión, partículas coloidales, iones y aniones que dan características especiales a las aguas naturales. En la naturaleza no se encuentran aguas químicamente puras, es importante conocer las características de las aguas para establecer la calidad de las mismas y los usos potenciales.

Aguas de ríos, lagos, lagunas, riachuelos Por lo general son incoloras y sin sabor. En tiempo de lluvias estas aguas se enturbian y contaminan por efectos de la erosión. Estas aguas se emplean para el riego de los cultivos y vegetación. Algunos ríos y lagos se utilizan para la navegación.

#### **3.7.1 Características físicas**

Son características físicas de las aguas aquellas propiedades causadas por sustancias que solo se pueden medir mediante pruebas físicas; por ejemplo: temperatura, olor, color, turbidez, sabor y conductividad eléctrica. (Abud, J.2.002).

Sólidos: sólidos totales, sólidos en suspensión, sólidos disueltos, sólidos sedimentables, sólidos no sedimentables, sólidos volátiles, sólidos no volátiles. (Morales, M. 2.002).

### **3.7.2 Características químicas**

Son aquellas características del agua que se miden mediante pruebas químicas o la adición de compuestos químicos.

En aguas naturales hay un grupo de compuestos químicos que se encuentran con frecuencia y en menor proporción otros compuestos. Por lo contrario, también existen compuestos químicos que solo están presentes en las aguas que han fluido por formaciones ricas en ciertos minerales.

- a. Materia orgánica: DTO, DBO5.20, DQO, CTO, proteínas, hidrocarburos de carbono, grasas animales y aceites, agentes tensoactivos.
- b. Materia inorgánica: Alcalinidad, pH, nutrientes, nitrógeno, fósforo, azufre, cloruros, metales pesados.
- c. Gases: oxígeno disuelto, metano, sulfhídrico, dióxido de carbono. (Abud, J. 2.002).

### **3.7.3 Características biológicas**

Las características dadas al agua por organismos son de carácter biológico. En aguas naturales generalmente se encuentran escasos individuos de cada especie y una gran variedad de especies. A medida que se intensifica la intervención del hombre en el ambiente, aumenta la concentración de desechos a los cuerpos de agua, cambia el

hábitat y se modifica la composición de las especies tolerantes a los cambios ambientales y disminuyendo la población de las especies sensibles.

Las características biológicas de un cuerpo de agua permiten establecer las condiciones en que se encuentra y junto con las características físicas y químicas es posible determinar la calidad de esas aguas, indicándose el grado de polución es mínimo, moderado o severo y nos permite conocer las concentraciones de contaminantes o identificar los poluentes. En los que tenemos: protistas, bacterias, hongos, algas, protozoos.

Organismos coliformes: coliformes fecales, estreptococos fecales. (Abud, op cit.).

### **3.8 Contaminación del agua**

La contaminación es la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que de modo directo o indirecto implique una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica. Los ríos, lagos y los océanos han sido objetos de contaminación por una gran cantidad de sustancias. Las más importantes son las aguas residuales domésticas, los fertilizantes agrícolas, los pesticidas y los residuos industriales.

La contaminación del agua no solamente daña la flora y la fauna acuática, también puede tener graves consecuencias en la salud y el sustento humano.

La contaminación de las aguas es uno de los factores más importante que rompe la relación entre el hombre y su medio, no solo de forma inmediata si no también a medio y a largo plazo; por tanto la prevención y lucha contra dicha contaminación constituye actualmente una necesidad de importancia prioritaria.

El agua y los recursos hídricos deben usarse, pero no se debe abusar de ellos por lo que se debe evitar verter a las masas de aguas circulantes que están limpias aguas residuales urbanas o industriales sin tratar o depurar.

Las aguas residuales son biodegradables. Son desintegradas por las bacterias aerobias y de otros microorganismos. Sin embargo, en altas concentraciones producen una sobreabundancia de nutrientes del agua, lo que provoca la proliferación de algas, cianobacterias y bacterias aerobias. Este proceso se conoce con el nombre de eutrofización. Estos organismos de rápido crecimiento aumentan la demanda de oxígeno biológico, eliminando la mayoría del oxígeno disuelto. (Istac, A. op. cit).

### **3.8.1 El tratamiento de las aguas residuales**

Los tipos de tratamiento en que puede someterse un agua contaminada son:

- a. Tratamiento primario (o por proceso físico): aquí se elimina toda la materia insoluble.
- b. Tratamiento secundario: se realiza generalmente por procesos biológicos que eliminan todas las sustancias biodegradables.
- c. Tratamiento terciario (o por proceso físico, químicos y biológicos): se aplica a aguas sometidas a un tratamiento secundario para eliminar contaminantes disueltos o en suspensión que hayan quedado tras dicho tratamiento del agua.

Todos estos tratamientos y controles hacen posible que un agua residual, una vez sometida a un proceso de depuración adecuado pueda ser reutilizada para diversos usos, sin embargo hay compuestos contaminantes que no se eliminan tras un proceso normal de depuración, estos pueden ser restos de plaguicidas, metales

pesados, etc. La eliminación de estos contaminantes requiere tratamientos especiales y específicos para cada uno de ellos.

### **3.8.2 Efectos de la contaminación del agua**

Los efectos de la contaminación del agua influyen en la salud humana, entre los cuales se encuentran:

a. Efectos físicos: como mal olor, cambio de color, enturbiamiento, fermentación y cambio de temperatura.

b. Efectos químicos: Aquí se presenta la disminución de la concentración necesaria de oxígeno para la vida acuática.

c. Efectos biológicos: la muerte de plantas y animales, así como la producción de enfermedades en el hombre.

La presencia de nitratos (sales de ácido nítrico) en el agua potable puede producir una enfermedad infantil que en acciones es mortal.

Los lagos son especialmente vulnerables a la contaminación por lo que los fertilizantes químicos arrastrados por el agua desde los campos de cultivo pueden ser los responsables. (Calzadilla, N. y Flores, N. 2.004). (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Normas internacionales de agua potable límites para sustancias consideradas como tóxicas en el agua potable. (Calzadilla, N. y Flores, N. 2.004).

Sustancia	Concentraciones máximas permitidas
Plomo	0,05
Arsénico	0,05
Selenio	0,01
Cromo (Cr hexavalente)	0,05
Cianuro	0,20
Cadmio	0,01
Bario	1,00

El proceso de eutrofización puede ocasionar problemas estéticos como mal sabor y olor, acumulación de algas o verdín desagradable a la vista, crecimiento denso de plantas con raíces, agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas, acumulación de sedimentos en los fondos de los lagos, así como otros cambios químicos asociados a la precipitación del carbono de calcio en las aguas duras.

Otro problema cada vez más preocupante es la lluvia ácida que deja muchos lagos totalmente desprovistos de vida. (Calzadilla, op. cit.).

### 3.9 Parámetros que se utilizan para el análisis de la calidad del agua

La calidad del agua se mide a través de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos. Entre los cuales se pueden citar:

#### 3.9.1 Parámetros físicos

Los parámetros físicos dan una información clara de determinadas características del agua. Entre las más importantes tenemos: color, olor, turbidez, conductividad eléctrica, temperatura, sólidos totales.

**3.9.1.1 Color:** las aguas en la naturaleza presentan tonalidades diferentes, debido a diversas causas internas y externas. La mayoría de las veces el color es producido por partículas coloidales, principalmente de ácidos orgánicos de la descomposición de materia orgánica. Respecto al agua de consumo, el color debe ser eliminado en proceso de tratamiento y debe estar por debajo de 50 unidades (medido en unidades platino – cobalto), siendo este el límite máximo para el agua de consumo. (Abud, op. cit).

**3.9.1.2 Olor y sabor:** son conocidos como los “sentidos químicos” porque dependen del contacto de sustancias estimulantes, que son de naturaleza química, con la célula humana receptora adecuada.

**3.9.1.3 Turbidez:** se produce por la presencia de partículas insolubles (tales como la arcilla, el limo, la materia orgánica, el plancton, etc.) que se encuentran en suspensión en el agua. Hay que tener en cuenta que la turbidez es un efecto óptico causado por la dispersión de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua. (Calzadilla y Flores, op. cit).

**3.9.1.4 Conductividad eléctrica:** mide el paso de corriente eléctrica por una muestra de agua. Los iones presentes en la muestra de agua contribuyen a aumentar la conductividad y resulta ser una medida directa de las sales en soluciones la cual es expresada en moho/cm. (Abud, op. cit).

**3.9.1.5 Temperatura:** es la medida de calor almacenado en el agua. Se determina su valor con un termómetro en una escala específica de grados. En relación con las aguas potables la temperatura deseable para su uso es de 10 a 14°C. (Abud, op. cit).

**3.9.1.6 Sólidos totales:** corresponden al residuo remanente después de secar una muestra de agua. Equivalen a la suma del residuo disuelto y suspendido. El residuo total del agua se determina a 103 – 105°C, según ecuación 3.3. (Ada Barrenechea Martel; op.cit.).

$$\text{Sólidos totales} = \text{Sólidos suspendidos} + \text{Sólidos disueltos} \quad (3.3)$$

### 3.9.2 Parámetros químicos

Son aquellos que se miden mediante pruebas químicas o la adición de compuestos químicos. Estos parámetros tienden a ser más específicos en su naturaleza que algunos parámetros físicos y por eso son más útiles para evaluar las propiedades de una muestra de inmediato. Entre ellos se tienen: pH, alcalinidad, dureza, oxígeno disuelto, metales trazas (cromo, plomo), etc.

**3.9.2.1 pH:** Es la medida de la concentración de iones de hidrógeno en el agua. El pH en el agua en su estado natural puede variar entre 5,5 y 9,0; pero para el consumo humano debe estar comprendido entre un mínimo de 6,0 y 7,5. (Figura 3.2).

**3.9.2.2 Alcalinidad:** es la capacidad del agua para neutralizar los ácidos, esta capacidad es suministrada por las sales de los ácidos débiles (bicarbonatos, carbonatos, calcio o sodio) presentes en el agua, expresándose en mg/L o en ppm. (Abud, J. op. cit).

**3.9.2.3 Dureza:** concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. Son éstas las causantes de la dureza del agua, y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de sales alcalinas.

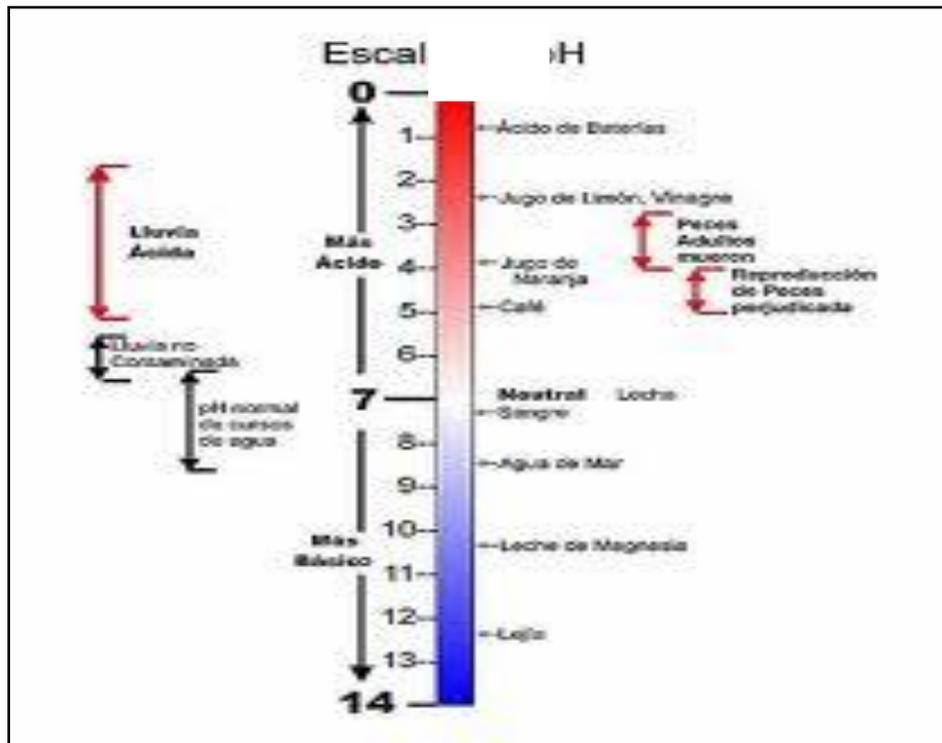


Figura 3.2 Escala del pH. ([www.epa.gov/.../phscale.html](http://www.epa.gov/.../phscale.html) 2.009).

La dureza del agua se origina mayormente a los hechos siguientes:

- Presencia de carbonatos cálcicos y magnésicos productos del proceso de meteorización física y química de las rocas sedimentarias.
- El agua de lluvia infiltrada en el suelo que entra en contacto con formaciones rocosas.
- Las aguas se cargan con anhídrido carbónico por acción bacteriana.
- Las soluciones acuosas con  $\text{CO}_2$  tienen reacción ácida debido a la acción reversible del gas con el agua para formar ácido carbónico. (Tabla 3.3).

Tabla 3.3 Clasificación de la dureza en el agua. (Blanco, H. 1.991).

Concentración (Mg/L)	Dureza del agua
0 - 75	Suaves
76 - 150	Poco duras
151 - 300	Duras
> 300	Muy duras

**3.9.2.4 Oxígeno disuelto:** su presencia en el agua es esencial, proviene principalmente del aire; por lo que puede definirse como el oxígeno que se encuentra disuelto en el agua. (Abud, op. cit). (Figura 3.3).



Figura 3.3 Medidor de oxígeno disuelto, marca Hach. Laguna del Medio. (Martin A. y Lara M. 2.001).

**3.9.2.5 Metales trazas:** los metales se encuentran en las aguas naturales o en aguas solucionadas como consecuencia de lavados de terrenos que drenaron o proceden de una fuente de contaminación. Tienen una gran importancia debido al

papel físico, químico y biológico que desempeñan. Los más significativos son arsénico, cobre, cromo, hierro, mercurio, manganeso, plomo, zinc y se expresan en mg/L, los cuales no deberán exceder de los límites establecidos en la Gaceta Oficial N° 5.021; Pb: 0,05 mg/L, Cr: 0,05 mg/L, hierro: 1 mg/L, Na: 200 mg/L, respectivamente. (Abud, J. op. cit).

**3.9.2.6 Calcio:** su presencia en el agua es el resultado de la disolución de la roca caliza, dolomita, yeso, etc., debido a condiciones ambientales.

**3.9.2.7 Cromo:** en aguas naturales normalmente no existe. Hay evidencia científica de que la presencia de cromo en el agua puede provocar diferencia, entre la salud y la enfermedad siendo este esencial para el metabolismo, actuando como cofactor con la insulina para mantener la tolerancia normal de la glucosa.

**3.9.2.8 Cloruro:** en la forma de anión es uno de los más abundantes en el agua, puede indicar infiltración de agua salada, disolución de formaciones profundas, y en ciertos casos su aumento en aguas controladas puede indicar contaminación por líquidos residuales.

**3.9.2.9 Magnesio:** al igual que el calcio es considerado como un constituyente natural en las aguas debido a su abundancia en la corteza. El magnesio contribuye a la dureza del agua, sus sales se depositan en los tubos de las calderas, en el organismo humano.

**3.9.2.10 Sulfato:** se debe encontrar en el agua en concentraciones adecuadas. Está asociado a la Formación de olores y en la corrosión del concreto.

**3.9.2.11 Nitrato:** es la forma oxidada del nitrógeno, representa un macro nutriente esencial en los ambientes acuáticos; aunque pueden causar serias

enfermedades en los peces. De igual manera pueden ser dañinos para los humanos debido a que el intestino puede descomponerlos en nitritos, los cuales afectan la habilidad de transportar oxígeno por parte de las células rojas de sangre. (The National Sanitation Foundation-NSF Internacional, 2003).

**3.9.2.12 Fosfato:** son compuestos químicos constituidos por fósforo y oxígeno. Son necesarios para el crecimiento de las plantas y de los animales. Pueden estar presentes en el agua de muchas maneras. (The National Sanitation Foundation-NSF Internacional, 2003).

**3.9.2.13 Demanda Química de Oxígeno (DQO):** es la medida de la cantidad de oxígeno en mg/L consumido por los cuerpos conductores en agua, mediante oxidantes químicos, sin intervención de los organismos vivos. Es una prueba muy empleada en estudios de control de cauces receptores de desechos con sustancias tóxicas y en plantas de tratamiento de líquidos residuales. (Abud, op. cit).

**3.9.2.14 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5,20</sub>):** el consumo de oxígeno realizado en una corriente de agua por los organismos aeróbicos, se llama Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5,20</sub>). Esta capacidad de consumir oxígeno con la presencia de microorganismos, se usa para medir el potencial polucionante de un agua y se realiza por medio del ensayo de la DBO<sub>5,20</sub>.

### **3.9.3 Parámetros bacteriológicos**

Estos parámetros están presentados por la determinación del número más probable (NMP) de organismos coliformes totales y fecales y la determinación de colonias mesofílicas en un máximo de 100 en 100 ml.

Los indicadores más comunes para medir la calidad del agua, están representados por los microorganismos coliformes y el indicador más idóneo de la contaminación por materia de origen fecal, lo constituye la bacteria *Escherichia Coli*; pero también existen otras bacterias indicadoras de contaminación bacteriana. (Abud, op. cit).

**3.9.3.1 Mesófilos aerobios o bacterias heterotróficas:** se refiere a aquellos microorganismos aerobios o anaerobios facultativos, los cuales son incapaces de usar el CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) como única fuente de carbono y refiere uno o más componentes orgánicos para su crecimiento. Este grupo de organismos incluye a los microorganismos coliformes, así como también una gran variedad de otras bacterias, ellos pueden crecer bien en una gran variedad de medios cultivos en unos rangos de temperatura que oscilan entre los 30 a 35 °C.

Estos contajes consisten en la determinación cuantitativa de colonias de bacterias en agua mediante la utilización de placas de petri y un medio de cultivo apropiado.

**3.9.3.2 Microorganismos coliformes totales:** se refiere a un grupo de bacterias pertenecientes a las familias de las Enterobacterias que se definen como bacilos gram negativos aerobios o anaerobios facultativos, no formadores de esporas, que fermentan la lactosa a 35°C en 24 a 48 horas y desarrollan unas colonias rojas con o sin brillo verde metálico.

**3.9.3.3 Microorganismos coliformes fecales:** son un pequeño grupo de coliformes totales que son resistentes al calor pudiendo así fermentar la lactosa a 44 °C en 25 horas, características que los diferencia del resto de los coliformes que no pueden fermentar la lactosa a esa temperatura. (Abud, 2.002).

### **3.10 Fundamentos legales**

Las instituciones del estado venezolano que velan por la calidad ambiental; están sujetas a lo consagrado en el Artículo 127 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela; disposición recogida explícitamente en la Ley Orgánica del Ambiente; cuando en el Artículo N° 3 Ordinal 5 establece como conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, que:

No se puede dejar pasar por alto que además existe una ley que pena los delitos producidos contra el ambiente en la que se destaca:

#### **3.10.1 Ley Penal del Ambiente**

Título II: De los delitos contra el ambiente. Capítulo I: De la degradación, envenenamiento, contaminación y demás acciones o actividades capaces de causar daños a las aguas.

Artículo 28. Vertido ilícito. “El que vierta o arroje materiales no biodegradables, sustancias, agentes biológicos o bioquímicos, efluentes o aguas residuales no tratadas según las disposiciones técnicas dictadas por el Ejecutivo Nacional, objetos o desechos de cualquier naturaleza en los cuerpos de aguas, sus riberas, cauces, cuencas, mantos acuíferos, lagos, lagunas o demás depósitos de agua, incluyendo los sistemas de abastecimientos de agua, capaces de degradarlas, envenenarlas o contaminarlas, será sancionado con prisión de tres (3) meses a un (1) año y multas de trescientos (300) a mil (1.000) días de salario mínimo”.

Artículo 29. Alteración térmica. “El que provoque la alteración térmica de cuerpos de aguas por verter en ellos aguas utilizadas para el enfriamiento de maquinarias o plantas industriales, en contravención a las normas técnicas que rigen

la materia, serán sancionados con prisión de tres (3) meses a un (1) año y multas de trescientos (300) a mil (1.000) días de salario mínimo”.

Artículo 124. Toda persona natural o jurídica, pública o privada, “será sancionada con una multa de cincuenta unidades tributarias (50 U.T) a cinco mil unidades tributarias (5000 U.T), si en contravención a lo dispuesto en esta ley, su reglamento, en las normas técnicas sobre la materia realiza cualquiera de las siguientes actividades”:

a. Establezca o mantenga en funcionamiento una instalación o realice una actividad capaz de degradar la calidad de las aguas, sin cumplir con los límites de calidad de vertidos.

b. Descargue, infiltre o inyecte en el suelo o subsuelo vertidos líquidos contaminantes.

c. Use sistemas de drenajes de aguas pluviales para la disposición de afluentes líquidos contaminantes.

d. Descargue residuos o material sólido a cuerpos de agua y a redes cloacales.

e. Disuelva afluentes con agua a objeto de cumplir con los parámetros establecidos.

f. Efectúe descargas submarinas de vertidos incumpliendo las normativas técnicas.

### **3.10.2 Normas para el control de la calidad de los vertidos o efluentes líquidos**

En relación con las aguas es importante destacar la contemplación según la Gaceta Oficial N° 5.021, Decreto Ejecutivo 883 de la República Bolivariana de Venezuela. Relacionado con las “normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos”, donde se establece la clasificación de las aguas, las actividades sujetas a control, las diferentes formas de descargas (a cuerpos de agua, medios marinos costeros, redes cloacales) así como el seguimiento, control y régimen de adecuación que deben cumplir todas las actividades generadoras de contaminación.

La tabla 3.4 muestra la clasificación oficial para los cuerpos de aguas, según nuestros criterios mostramos en la tabla 3.4 un resumen de los límites permisibles de los diferentes elementos para el agua Tipo 1; ya que en ella enmarca el tipo de agua en estudio, siendo esta un agua de tipo 1b. En la tabla 3.5 se describe los límites permisibles de elementos en el agua para las aguas tipo 1, 2, 3, 4, 5,6 y 7 según el Decreto N° 883. (Tablas 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 y 3.11).

### **3.10.3 Normas que rigen sobre la contaminación de cuerpos de agua**

La calidad del agua es la condición general que permite que el agua se emplee para usos concretos, está representada por el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que ellas deben contener en su estado natural, las cuales pueden ser alteradas por el exceso de materiales extraños en el agua, ya sea por la actividad humana (contaminación) o por la acción de la naturaleza (polución). (Abud y Mora, 2003).

Tabla 3.4 Clasificación de las aguas según Decreto Ejecutivo N° 883. (Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995; República Bolivariana de Venezuela-Ministerio del ambiente y de los Recursos Naturales, 2003).

<b>Tipo</b>		<b>Subtipo</b>	
1	Aguas destinadas al uso domestico y al uso industrial que requiere de agua potable, siempre que esta forme parte de un producto o subproducto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él.	<b>1-a</b>	Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con solo adición de desinfectantes.
		<b>1-b</b>	Aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración.
		<b>1-c</b>	Aguas que pueden ser acondicionadas por procesos de potabilización no convencional.
2	Aguas destinadas a usos agropecuarios.	<b>2-a</b>	Aguas para riego de vegetales destinados al consumo humano.
		<b>2-b</b>	Aguas para riego de cualquier otro tipo de cultivo y para uso pecuario.
3	Aguas marinas o de medios costeros destinados a la cría y explotación de moluscos consumidos en crudo.		
4	Aguas destinadas a balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercio y de subsistencia.	<b>4-a</b>	Aguas para el contacto humano total.
		<b>4-b</b>	Aguas para el contacto parcial.
5	Aguas destinadas para usos industriales que no requieren de agua potable.		
6	Aguas destinadas a la navegación y generación de energía.		
7	Aguas destinadas al transporte, dispersión y desdoblamiento de poluentes sin que se produzca interferencia con el medio ambiente adyacente.		

Tabla 3.5 Límites permisibles de elementos en el agua para las aguas tipo 1 según el Decreto N° 883. (G. O. de la República de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995, M.A.R.N., 2.003).

8	Límites o rangos máximos		
	1 <sup>a</sup>	1b	1c
Oxígeno Disuelto (OD)	>4 mg/L	>4 mg/L	-
PH	6,0-8,5	6,0-8,5	3,8-10,5
Color real	<50 U Pt-Co	<150 U Pt-Co	-
Turbidez	<25 UNT	<250 UNT	-
<b>Elementos o compuestos</b>			
Aceites minerales	0,3 mg/ L		-
Aluminio	0,2 mg/ L		-
Arsénico total	0,01-0,05 mg/ L		-
Bario total	0,7-1,0 mg/ L		-
Boro	0,3 mg/ L		-
Cadmio total	0,003-0,0 mg/ L 1		-
Cianuro total	0,07-0,1 mg/ L		-
Cloruros	300-600 mg/ L		-
Cobre total	1,0-2,0 mg/ L		-
Cromo total	0,05 mg/ L		-
Detergentes	1,0 mg/ L		-
Dispersantes	1,0 mg/ L		-
Dureza (CaCO <sub>3</sub> )	500 mg/ L		-
Extracto de carbono al cloroformo	0,15 mg/ L		-
Fenoles	0,002 mg/ L		-
Fluoruros	<1,7 mg/ L		-
Hidrocarburos	2,0 mg/ L		-
Hierro total	1,0 mg/ L		-
Manganeso total	0,1 mg/ L		-
Mercurio total	0,001-0,0 mg/ L 1		-
Molibdeno	0,07 mg/ L		-
Níquel	0,02 mg/ L		-
Nitritos + nitratos (N)	10,0 mg/ L		-
Plata total	0,05 mg/ L		-
Plomo total	0,01-0,05 mg/ L		-
Selenio	0,01 mg/ L		-
Sodio	200 mg/ L		-
Sólidos disueltos totales	1500 mg/ L		-
Sulfatos	400-500 mg/ L		-
Zinc	5,0 mg/ L		-
<b>Biocidas</b>			
Organoclorados	0,02-0,2 mg/ L		-
Organofosforados y carbamatos	0,1 mg/ L		-
<b>Organismos</b>			
Coliformes totales (*)	Media geométrica de al menos 5 muestras mensuales (promedio mensual) <2.000 NMP/100 ml de agua	Muestra geométrica de al menos 5 muestras mensuales (promedio mensual) <10.000 NMP/100 ml de agua.	-
<b>Radiactividad</b>			
Actividad α	0,1 Bq/L		-
Actividad β	1,0 Bq/L		-
(*) En función del método de análisis los coliformes se podrán expresar indistintamente como Números Más Probables (NMP) o Unidades Formadoras de Colonias (UFC).			

Tabla 3.6 Límites permisibles de elementos en el agua para las aguas del tipo 2 según el Decreto Ejecutivo N° 883. (Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995; Republica Bolivariana de Venezuela – Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, 2.003).

Parámetro	Límites o rangos máximos	
	2a	2b
Conductividad específica	2.000 (µS/cm)	
<b>Elementos o compuestos</b>	<b>Límites o rangos máximos</b>	
Aluminio	1,0 mg/L	
Arsénico total	0,05 mg/L	
Bario total	1,0 mg/L	
Bicarbonatos	370 mg/L	
Boro	0,75-1,0 mg/L	
Cadmio total	0,05 mg/L	
Calcio	200 mg/L	
Carbonatos	5 mg/L	
Cianuro total	0,2 mg/L	
Cloruros	250 mg/L	
Cobre total	0,2 mg/L	
Cromo total	0,05 mg/L	
Hidrocarburos	2,0 mg/L	
Hierro total	1,0-0,5 mg/L	
Litio	2,5-5,0 mg/L	
Magnesio	70 mg/L	
Manganeso total	0,2-0,5 mg/L	
Mercurio total	0,01 mg/L	
Molibdeno	0,005-0,01 mg/L	
Níquel	0,2-0,5 mg/L	
Plata total	0,05 mg/L	
Plomo total	0,05-0,2 mg/L	
Potasio	20 mg/L	
Selenio	0,01-0,02 mg/L	
Sodio	140 mg/L	
Sólidos disueltos totales	1.300-3000 mg/L	
Sólidos flotantes	Ausentes	
Sulfatos	340 mg/L	
Vanadio	0,1-10 mg/L	
Zinc	5,0 mg/L	
<b>Biocidas</b>		
Organoclorados	0,2 mg/L	
Organofosforados y carbamatos	0,1 mg/L	
<b>Organismos</b>		
Coliformes totales (*)	Prom men < 1.000 NMP/100 ml de agua.	Prom men < 5.000 NMP/100 ml de agua.
Coliformes fecales (*)	Promedio mensual < 100 NMP/100 ml de agua	Promedio mensual 1.000 NMP/100 ml de agua.
<b>Radiactividad</b>		
Actividad $\alpha$	0,1 Bq/L	
Actividad $\beta$	1,0 Bq/L	
(*) Estos organismos podrán expresar indistintamente como NMP o UFC.		

Tabla 3.7 Límites permisibles de elementos en el agua para las aguas del tipo 3 según Decreto Ejecutivo N° 883. (Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995; Republica Bolivariana de Venezuela – Ministerio del ambiente y de los Recursos Naturales, 2003).

<b>Parámetro</b>	<b>Límites o rangos máximos</b>
<b>Oxígeno Disuelto (OD)</b>	>5,0 mg/L (o al 60% del valor de saturación)
<b>pH</b>	6,5-8,5
<b>Elementos o compuestos</b>	
<b>Aceites minerales</b>	0,3
<b>Detergentes biodegradables</b>	<0,2
<b>Detergentes no biodegradables</b>	1
<b>Fenoles y sus derivados</b>	0,002-0,003
<b>Hidrocarburos</b>	0,3
<b>Metales y otras sustancias toxicas</b>	No detectables por los métodos estándares.
<b>Residuos de petróleo, sólidos sedimentables y flotantes</b>	Ausentes
<b>Biocidas</b>	
<b>Organoclorados</b>	0,2
<b>Organofosforados y carbamatos</b>	0,1
<b>Organismos</b>	
<b>Coliformes totales (*)</b>	La media geométrica de al menos 5 muestras mensuales será <70 organismos/100 ml de agua (el 10% de las muestras puede exceder de 200 NMP/100 ml de agua).
<b>Estreptococos fecales (**)</b>	La media geométrica de al menos 5 muestras mensuales será inferior a 25 organismos/100 ml.
<b>Radiactividad</b>	
<b>Actividad <math>\alpha</math></b>	0,1 Bq/L
<b>Actividad <math>\beta</math></b>	1,0 Bq/L
(*) Estos organismos podrán expresarse indistintamente como NMP o UFC.	
(**) Aplica solo a aguas de medios marino-costero.	

Tabla 3.8 Límites permisibles de elementos en el agua para las aguas tipo 4 según Decreto Ejecutivo N° 883. (Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995; Republica Bolivariana de Venezuela – Ministerio del ambiente y de los Recursos Naturales, 2003).

Parámetro	Límites o rangos máximos	
	4a	4b
Oxígeno disuelto (OD)	>5,0 mg/L (0 a 60% del valor de saturación)	
PH	6,5-8-5	
Transparencia	>1,0 m de profundidad Secchi	
<b>Elementos o compuestos</b>	<b>Límites o rangos máximos</b>	
Aceites minerales	0,3 mg/L	
Aceites y grasas	No podrán ser detectadas sus presencias como partícula visible o por efecto del olor	
Detergentes Fenoles y sus derivados	<1,0 mg/L 0,002-0,3 mg/L	
Metales y otras sustancias toxicas	No detectable	
Residuos del petróleo, sólidos sedimentables y flotantes	Ausentes	
Sólidos disueltos totales	Desviación menor al 33% de la condición natural	
<b>Biocidas</b>		
Organoclorados	0,2 mg/L	
Organofosforados y carbamatos	0,1 mg/L	
<b>Organismos</b>		
Coliformes totales (*)	<1.000 NMP/100 ml de agua en el 90% de una serie de muestras consecutivas (menor a 5.000 NMP en el 10% restante.	<5.000 NMP/100ml de agua en el 80 % de una serie de muestras consecutivas (menora 10.000 NMP en el 20% restante.
Coliformes fecales (*)	La media geométrica de al menos 5 muestras mensuales será <200 NMP/100ml de agua en el 90% de una serie de muestras consecutivas (menor a 400NMP en el 10% restante)	<1.000 NMP/100ml de agua en la totalidad de las muestras.
Enterococos fecales (**)	La media geométrica de al menos 5 muestras mensuales será <35 organismos/100 ml de agua.	
Moluscos infectados con <i>S. Mansoni</i>	Ausentes	Ausentes
<b>Radiactividad</b>		
Actividad $\alpha$	0,1 Bq/L	
Actividad $\beta$	1,0 Bq/L	
(*) Estos organismos podrán expresar indistintamente como NMP o UFC. (**) Aplica solo a aguas de medio marino- costeros.		

Tabla 3.9 Límites permisibles de elementos en el agua para las aguas del tipo 5 según Decreto Ejecutivo N° 883. (Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995; Republica Bolivariana de Venezuela – Ministerio del ambiente y de los Recursos Naturales, 2003).

<b>Parámetro</b>	<b>límites o rangos máximos</b>
Aceites y espumas	Ausentes
Fenoles	<0,002 mg/L
Sustancias que originen sedimentación de sólidos y Formación de lodos	Ausentes

Tabla 3.10 Límites permisibles de elementos en el agua para las aguas del tipo 6 según Decreto Ejecutivo N° 883. (Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995; Republica Bolivariana de Venezuela – Ministerio del ambiente y de los Recursos Naturales, 2003).

<b>Parámetro</b>	<b>Límites o rangos máximos</b>
Oxígeno disuelto (OD)	>4mg/L
Sólidos flotantes y sedimentables o depósitos de lodos.	Concentraciones que no interfieran la navegación o la generación de energía.

Tabla 3.11 Límites permisibles de elementos en el agua para las aguas tipo 7 según Decreto Ejecutivo N° 883. (Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995; Republica Bolivariana de Venezuela – Ministerio del ambiente y de los Recursos Naturales, 2003).

<b>Parámetro</b>	<b>Límites o rangos máximos</b>
Oxígeno disuelto (OD)	>3mg/L

La calidad y la temperatura también son importantes a la hora de analizar las causas que concurren para que el agua presente una calidad u otra. Lógicamente para una cantidad de contaminantes dada, cuanto mayor sea la cantidad de agua receptora mayor será la dilución de los mismos y la pérdida de la calidad será menor. (Dojlidoy Best, 1993, en Abud, 2.002).

La tablas 3.12 y 3.13 señalan las normas de calidad física y calidad química admitidos para las aguas según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1971).

Tabla 3.12 Normas de calidad física. (criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud OMS, 1971 citados por Abud, J. 2.003).

<b>Características</b>	<b>Nivel deseable más alto</b>	<b>Nivel permisible máximo</b>
Color	5 unidades	50 unidades *
Olor	Inobjetable	Inobjetable
Sabor	Inobjetable	Inobjetable
Turbidez	5 unidades	25 unidades **
(*) Escala platino-cobalto. (**) unidades de turbidez (UNT)		

Tabla 3.13 Normas de calidad química de las aguas. (criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud OMS, 1.971 citados por Abud y Mora, 2003).

<b>Características</b>	<b>Nivel deseable más alto</b>	<b>Nivel permisible máximo</b>
Sólidos disueltos totales	500 mg/L	1.500 mg/L
Rangos de pH	7,0 a 8,5	6,5 a 9,2
Aceites minerales	0,01 mg/L	0,3 mg/L
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	100 mg/L	500 mg/L
Cromo Cr		0,05 mg/L
Plomo (Pb)		0,05 mg/L

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **4.1 Nivel de investigación**

Para llevar a cabo esta investigación se utilizó la investigación descriptiva, enmarcada dentro de la modalidad de proyecto factible.

Esta investigación es de tipo descriptiva porque a través de la misma se caracterizaron las diversas situaciones, describiéndolas y analizando sus causas y posibles efectos, tanto positivos como negativos que acontecen en el área de estudio, se utilizó el diseño documental y de campo, ya que se obtuvieron y analizaron datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos, así mismo, se recolectaron datos directamente del ecosistema Laguna de los francos, sin manipular o controlar variable alguna. De acuerdo a los resultados obtenidos, según la aplicación de estos tipos y diseños de investigación, se diseñó una propuesta que dio respuesta a las diversas situaciones encontradas en la zona.

Este estudio permitió conocer cuáles son los valores reales de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos tales como el área de las lagunas, los puntos de descarga y el caudal. Por tal motivo la investigación planteada en función del objetivo general, se aplicó un diseño transaccional (Hernández et al 1994, citado por Abud, 2.002) puesto que se tomaron datos de campo, en el periodo de invierno del 2.010.

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

El diseño de la investigación se define como “documental” ya que se basa en la obtención de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos

relacionados con lagunas y de “campo” debido a la recolección de datos procedentes mediante toma de muestras, un levantamiento topográfico y mediciones hechas para obtener las características de la zona en estudio.

### 4.3 Flujograma

Para llevar a cabo la caracterización geológica, ambiental de las lagunas Los Franco y Laguna del Medio, sector Paseo Orinoco, Ciudad Bolívar Municipio Heres. (Figura 4.1).

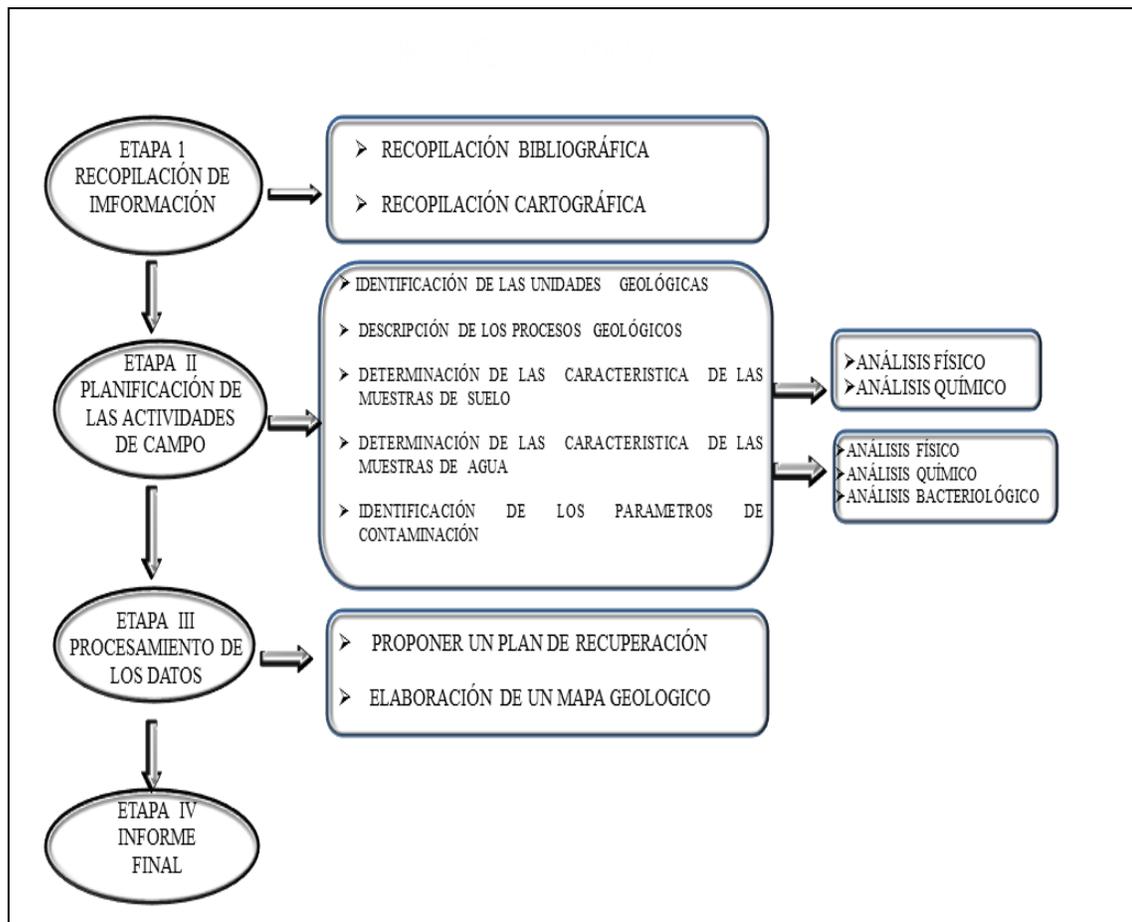


Figura 4.1 Flujograma de la metodología de investigación.

#### **4.4 Identificación de las unidades geológicas presentes en las lagunas en estudio**

El trabajo de investigación planteado fue realizado en las lagunas los Francos y del Medio, efectuando inicialmente una revisión bibliográfica y cartográfica de estudios anteriores de la zona para luego hacer una inspección y un reconocimiento visual del área, utilizando la hoja 3 del mapa reducido de Ciudad Bolívar a escala 1:10.000 y el sistema de posicionamiento global (GPS), logrando con ello identificar los afloramientos presentes como lo son el Complejo de Imataca, Formación Mesa y los sedimentos resientes, para luego con estos datos ubicar los diferentes puntos de muestreo.

#### **4.5 Descripción de los procesos geológicos presentes en el área de estudio**

Mediante las visitas de campo a ambas lagunas se observó que el área se encuentra severamente erosionada debido a varios factores presentes en la zona como lo son las construcciones anárquicas que descargan sus aguas servidas en el suelo, transportando continuamente desechos sólidos los cuales acarrearán consigo parte de los sedimentos que van hacia las lagunas. También se evidenció en algunos afloramientos la presencia de pequeñas diaclasas que pudieran ser producto de los diferentes agentes externos presentes en el sitio (como la temperatura de ambiente, la cual fue tomada con un termómetro marca Hack modelo 100/74); en las adyacencias de las lagunas se detalló una fuerte meteorización identificada por las coloraciones rojizas y amarillentas de las rocas; cabe destacar que los sedimentos una vez acarreados son depositados directamente a las lagunas y con el tiempo presumimos que el material acumulado se sedimenta. Para corroborar esta información obtenida en campo se realizó una revisión bibliográfica de estudios anteriores en la zona.

#### 4.6 Determinación de las características físicas y químicas de los sedimentos de las lagunas en estudios

Una vez realizada la visita geológica de campo, (de las lagunas Los Francos y Del Medio). Donde además se ubicarían las estaciones de muestreos suelo.

Se realizaron los puntos de muestreo, se tomaron las 8 muestras de las cuales 4 son muestras de la laguna Los Francos y 4 muestra de la laguna Del Medio, para analizar. Del área de interés se realizaron planos de detalle a escalas indicadas para tener mayor visión.

##### 4.6.1 Muestreo de Suelos

Las labores de ubicación, excavación y descripción visual de las calicatas se llevó a cabo de forma consecuyente; es decir, de la siguiente manera:

La ubicación geográfica de las calicatas se realizó con GPS, en las zonas cercanas a la laguna, considerando para ello los sitios más convenientes para establecer la red de muestreo. (Tabla 4.1 y 4.2).

Tabla 4.1 Localización geográfica de los sitios de muestreo de los sedimentos, (Laguna de Los Francos).

Sitios de muestreo	Nº de muestras	Profundidad (cm)	Coordenadas UTM		Elevación (Mts.)
			ESTE	NORTE	
LLF 1	1	50	442259	900567	20.50
LLF 2	1	50	442501	900184	20.50
LLF 3	1	50	443022	899891	24.00
LLF 4	1	50	443791	900096	20

Tabla 4.2 Localización geográfica de los sitios de muestreo de los sedimentos, (Laguna del Medio).

Sitios de muestreo	Nº de muestras	Profundidad (cm)	Coordenadas UTM		Elevación (Mts.)
			ESTE	NORTE	
<b>LDM 1</b>	1	50	442091	900390	20
<b>LDM 2</b>	1	50	441560	900459	19
<b>LDM 3</b>	1	50	441425	900831	18
<b>LDM 4</b>	1	50	441595	901595	18

Se realizó la excavación de ocho (8) calicatas, el equipo utilizado fueron palas y picos, las calicatas se realizaron con las dimensiones, longitud de 100 cm, ancho 100 cm y profundidad 100 cm. Tomando una muestra representativa a una profundidad de 50 cm. (Figura 4.2).



Figura 4.2 Ubicación, excavación de las calicatas (Abril 2.010).

Una vez ubicadas y excavadas las calicatas, se procedió a hacer la descripción visual de las mismas y a tomar fotografías en cada una de ellas.

Seguidamente se llevó a cabo el muestreo de las ocho (8) calicatas excavadas; fueron trasladadas a los Laboratorios de Sedimentología y de Geociencias de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, Escuela de Ciencia de la Tierra, para la realización de los ensayos de análisis granulométrico y análisis químicos.

#### 4.6.2 Análisis físico

Después de haber obtenido las muestras en los puntos de interés del área de estudio, se procedió a realizar los diferentes análisis físicos, químicos y mineralógicos, enumerando las muestras desde el inicio a dichas muestras, se les realizaron análisis geotécnico, (análisis granulométrico), análisis químicos a las muestras de sedimentos, siguiendo rigurosamente cada procedimiento para obtener buenos resultados. Los análisis de las muestras fueron realizados en la Escuela de Ciencias de la Tierra perteneciente a la Universidad de Oriente en el Núcleo Bolívar, en los Laboratorios de Suelo y Geociencias.

Los ensayos geotécnico se ejecutaron bajo las normas de la ASTM (American Standart for Testing Materials).

Análisis granulométrico **NORMAS ASTM D-421**, se tamizaron para analizar sus granos constituyentes (en función de su tamaño y forma). Se obtuvieron medidas de tendencia central o valores en torno a los cuales se disponía la distribución de los sedimentos.

Para obtener la distribución de tamaños, emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente, se utiliza el siguiente procedimiento:

a. Disgregar la muestra de suelo en el mortero sin triturlarla, ya que puede cambiar la geometría de las partículas.

b. Tomar un peso adecuado de la muestra, preferiblemente entre 450gr a 500gr. Pesarla en la balanza. (Figura 4.3).



Figura 4.3 Peso de la muestra en la balanza electrónica.

c. Determinar el peso de cada uno de los tamices (# 4, # 8, # 20, # 40, # 60, # 120, # 200, Pan).

d. Colocar los tamices apilados en el rotad, durante un tiempo aproximado de 10 minutos. (Figura 4.4).

e. Sacar los tamices del rotad y pesar cada uno por separado en la balanza.

f. Por último, proceder a hacer los cálculos, y la curva granulométrica.



Figura 4.4 Juego de tamices y agitadora empleada para los análisis granulométricos.

#### 4.6.3 Análisis químicas

Se tomaron aproximadamente 50 gramos de cada muestra, de los cuales se pesaron 0,1 gramos de la muestra en una balanza electrónica con apreciación de 0.0001 gramos.

Luego de pesada, cada muestra se humedece con un poco de agua destilada para luego agregarle a cada muestra 20 mililitro de ácido clorhídrico y 10 mililitro de ácido nítrico con el fin de disolver los minerales y pasarlos a solución. A continuación se coloca esta solución preparada en una plancha de calentamiento por 10 minutos.

Después se le agrega a cada solución 5 mililitros de ácido perclórico para acelerar la disolución de los minerales, se filtra la solución en un embudo utilizando un papel de filtro número 2, depositando la solución en unos balones identificados. Se

agitan y se dejan reposar para posteriormente ser analizados por el espectrofotómetro de absorción atómica para así determinar los siguientes elementos: sílice, hierro, aluminio, calcio, magnesio, potasio, sodio. (Tabla 4.3 y Figura 4.5).

Tabla 4.3 Análisis químico.

Muestra	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% CaO	% Na <sub>2</sub> O	% K <sub>2</sub> O	% MgO
C1							
C2							



Figura 4.5 Espectrómetro de absorción atómica.

## 4.7 Determinación de las características físicas, químicas y bacteriológicas de las lagunas en estudios

### 4.7.1 Laguna Los Francos

Estación 1: Los Coquitos. Esta estación se tomo para cubrir el sector de Los Coquitos donde el sistema de cloacas y aguas servidas descargan directamente en la laguna (Figura 4.6).



Figura 4.6 Aguas que caen directamente a la laguna Los Francos, sector Los Coquitos.

Estación 2: El Mereyal. A orillas de la laguna, donde se encuentran viviendas habitadas por guyaneses quienes se desempeñan en labores informales (como ventas de chupi-chupi, platanitos, cotufas, etc.).

Estación 3: Bocas de visitas. Estas muestras fueron tomadas paralelamente a la ubicación de las bocas de visitas de los tubos que descargan las aguas cloacales hacia el río Orinoco.

Estación 4: Octava Estrella. Esta estación está ubicada en las cercanías del paseo la octava estrella donde acuden los habitantes de la ciudad, quienes con fines de esparcimiento y recreación arrojan hacia la orilla de la laguna sus desperdicios además de hacer sus necesidades fisiológicas en el lugar.

Estación 5: Centro de la laguna. Esta estación fue tomada en cuenta para comparar sus resultados con los de las otras estaciones ubicadas en las áreas más afectadas; además de saber que la laguna es totalmente irregular en el fondo y esto puede tener influencia en los resultados.

Estación 6: Vista Alegre. En el sector de Vista Alegre, donde están presentes los afloramientos rocosos y sedimentos además de la desembocadura de uno de los canales de desagües, que son objetos de estudio de esta investigación.

Estación 7: Chivacoa. Dentro de la laguna está la Isla de Chivacoa, cuyo suelo pertenece a la Formación Mesa y sedimentos recientes, el cual es permanentemente removido por las aguas de la laguna, por tal motivo tomamos en cuenta este lugar para una estación (Figura 4.7).



Figura 4.7 Isla Chivacoa ubicada dentro de la laguna Los Francos. Vista desde el Callejón Granzonal de Los Coquitos.

Estación 8: La Lorena. El sector de La Lorena es uno de los puntos más críticos donde se acumulan y disponen gran cantidad de desechos y residuos sólidos además de la existencia de dos criaderos de cochinos a orilla de la laguna.

#### **4.7.2 Laguna Del Medio**

Estación 1: Los Cerritos. Esta estación tiene influencia de los sectores Los Cerritos, Hipódromo Viejo, La Carioca. Estos sectores tienen en sus casas pozos sépticos.

Estación 2: El sector La Shell. Área donde se vierten anárquicamente grandes cantidades de desperdicios en las partes traseras de las casas en terrenos correspondientes a la zona de inundación de la laguna Del Medio, además se observaron crías de cochinos en estos espacios.

Estación 3: Sector Hipódromo Viejo. En este sector se tiene la desembocadura de las aguas del canal de cintura que recoge las aguas de lluvia de la ciudad, donde habitantes del sector han conectado la salida de sus aguas residuales y servidas, razón por la cual este canal, mantiene un constante flujo de aguas durante todo el año. (Figuras 4.8 y 4.9).

Estación 4: Rómulo Gallegos. Por este sector desemboca el canal de desagüe que recoge las aguas que pasan por el complejo hospitalario, pequeñas empresas, además de barrios y urbanizaciones de la ciudad.

Estación 5: División de las lagunas. Esta muestra fue tomada cerca del dique que une La Lorena con la Octava Estrella, el cual separa a la laguna Los Francos y Del Medio.



Figura 4.8 Desembocadura de las aguas del canal de cintura a la laguna Del Medio, sector Amores y Amoríos.



Figura 4.9 Basurero a orillas del Canal de cintura Calle Hipódromo Viejo.

Estación 6: Octava Estrella, corredor vial Paseo Orinoco- Los Coquitos el cual es utilizado con fines turísticos- recreacional.

Estación 7: Centro de la laguna, esta muestra fue tomada en el lugar donde en tiempos de sequía aflora una pequeña isla.

Los análisis de las muestras de agua fueron realizados en el Laboratorio de Geociencias de la Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar., Estado Bolívar, tomando en consideración el Decreto 883, de fecha 11/10/95, para la valoración de los resultados obtenidos.

#### **4.8 Identificación de los parámetros de contaminación existente en el área**

Se efectuó una evaluación ambiental en toda la extensión de terreno donde se encuentra alojado el cuerpo lagunar, este se encuentra rodeado de un medio de vida diferente al de la laguna, el cual afecta de modo directo e indirecto el equilibrio del ecosistema para su sobrevivencia. (Tabla 4.4).

Tabla 4.4 Resumen de Parámetros ambientales (Agosto. 2.010).

<b>PARAMETRO</b>	<b>CARACTERISTICA</b>
Agua	Poca extensión
	Turbidez
	Contaminación
Aire	Partículas suspendidas
	Contaminación
Suelo	Grietas de desecación
	Contaminación
Fauna	Poca presencia
Vegetación	Presencia de vegetación seca

#### **4.9 Propuesta para el plan de recuperación ambiental de las lagunas en estudio**

Mediante los parámetros que cuantifican los niveles de contaminación de las aguas (la aplicación del Decreto Ejecutivo 883) y con las visitas realizadas a campo para la identificación de las fuentes contaminantes que afectan a las lagunas en estudio, se estableció un plan de recuperación que permitiera solventar la problemática que presentan estos espacios, para así mejorar la calidad de sus aguas. Por ello recurrimos a fuentes bibliográfica para así adaptar un plan de recuperación acorde con las necesidades prioritarias de estos sectores, el cual consta de proyectos sencillos económicamente aceptables que pudieran ser desarrollados por los entes gubernamentales, y con ello mejorar la calidad de vida de los habitantes y los ecosistemas evitando la progresiva contaminación de estos cuerpos de agua.

#### **4.10 Elaboración del mapa geológico de las lagunas en estudio**

Para la elaboración del mapa geológico se tomo como referencia el mapa reducido de Ciudad Bolívar a escala 1:25.000, suministrado por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPAMB), así como también se utilizo información bibliográfica y cartográfica de trabajos anteriores para comprobar las formaciones que conforman la zona estudiada y ubicar los diferentes puntos de muestreos haciendo uso del sistema de posicionamiento global (GPS) además de tomar puntos de referencia cada 500 metros para la elaboración de la cuadrícula, la cual fue realizada en el programa Canvas 11.0 para la ubicación grafica de ambas lagunas y de los sectores adyacentes a ellas; cabe destacar que el mapa realizado fue hecho a escala 1:10.000 (Figura 4.10).



## **CAPÍTULO V**

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

#### **5.1 Identificación de las unidades geológicas presentes en las lagunas en estudio**

Geológicamente el área de estudio está caracterizada por la presencia de tres unidades geológicas claramente diferenciadas, de más antiguas a más joven son: El Complejo de Imataca, la Formación Mesa y sedimentos recientes; estas dos últimas abarcan gran parte del lugar.

##### **5.1.1 Provincia Geológica de Imataca**

Las rocas que representan el Complejo de Imataca en el área de estudio corresponden a afloramientos conocidos en sus alrededores como “Piedra Caimán”, “Piedra las Dos Comadres” y “Piedra Raspa- Raspa”, entre otros bloques de menores tamaños productos de las fracturas de la roca madre. Esta unidad aflora al Sur de la laguna Los Francos, más específicamente por el sector de Vista Alegre (Figura 5.1).

Estructuralmente, el rumbo de los afloramientos tiende en dirección NE-SO predominantemente comparable a la Falla de Guri.

Las rocas presentan distintos tipos de intemperismos, tanto físico como químico. La descomposición de las rocas por la acción del agua es fuerte debido a que los afloramientos están a orillas de la laguna Los Francos. La parte expuesta de los gneises graníticos, que carecen de la protección de un manto de suelo y/o vegetación, existe la desintegración debido a la ganancia de calor (día) y su pérdida (noche); la gravedad es otro factor relevante, puesto que las rocas se fracturan en bloques, que se desprenden y ruedan cuesta abajo, los cuales son fácilmente descompuestos y pasan a formar parte del sedimento



Figura 5.1 Afloramiento “Piedra Caimán”; a orilla de la laguna Los Francos, sector Vista Alegre. (Figuroa C. Osti R. 2.005).

Estratigráficamente los afloramientos guardan relación discordante con los sedimentos de la Formación Mesa y sedimentos recientes.

### 5.1.2 Formación Mesa

Localmente, la Formación Mesa se caracteriza por estar constituida por una secuencia de sedimentos no consolidados como gravas, arenas, limos y arcillas los cuales aparecen dispuestos horizontalmente.

La presencia de la isla Chivacoa dentro de la laguna los Francos indica la resistencia del material del cual está formado, esto puede deberse a la fuerte compactación que tiene la roca y a la capa vegetal que la conforma (Figura 5.2).



Figura 5.2 Litología de la Isla Chivacoa ubicada dentro de la laguna Los Francos. (Figuerola C. Osti R. 2.005).

La Formación Mesa presenta un horizonte conglomerático el cual puede ser un indicativo de la presencia de cuerpos de aguas capaces de llevar consigo material pesado, causando así su depositación irregular en la zona, estratigráficamente la Formación Mesa se depositó discordantemente sobre los gneises graníticos cuarzo-feldespáticos, rocas Precámbricas del Complejo Imataca.

También la Formación Mesa se encuentra aflorantes hacia el sur de las laguna Los Francos y Del Medio en los sectores de Amores y Amorios, Rómulo Gallegos y parte de la Urbanización los Coquitos.

### 5.1.3 Sedimentos Recientes

Suprayacente a la Formación Mesa se presentan los sedimentos producidos por la erosión de las rocas preexistentes que se encuentran a orillas de la laguna los Francos y sedimentos fluviales depositados por la acción del río Orinoco; los cuales presentan coloración amarilla clara, y tonos grisáceos. Estos sedimentos van desde gravas, arenas finas, limos y arcillas con material orgánico descompuesto. (Figura 5.3).



Figura 5.3 Sedimentos recientes (Agosto del 2.010).

### 5.2 Descripción de los procesos geológicos presentes en el área de estudio

De acuerdo a la información obtenida en campo se pudo apreciar que los procesos geológicos más resaltantes de la zona fueron los siguientes:

### 5.2.1 Erosión

Es severa debido a las construcciones anárquicas que se encuentran alrededor de ambas lagunas, y a las aguas servidas del sector que discurren hacia ellas. El suelo presente en el área es de coloración rojiza y parda representativo de la Formación Mesa y sedimentos más claros y arenosos pertenecientes a los sedimentos recientes. (Figura 5.4).



Figura 5.4 Erosión de aguas servidas por habitantes de las cercanías a las lagunas (Agosto 2.010).

### 5.2.2 Meteorización

La descomposición de las rocas que se encuentra en los sectores de Vista Alegre, Hipódromo Viejo y en la Isla Chivacoa, por la acción del agua es fuerte debido a que los afloramientos están a orillas de las lagunas, ya que la mayoría de las rocas presentes en el área carecen de la protección de un manto de suelos y vegetación por

lo que existe la desintegración debido a la ganancia de calor (día) y su pérdida (noche), por lo que la gravedad hace que estas rocas se fracturen en bloques y rueden cuesta abajo formando parte de los sedimentos de la zona (Figura 5.5).



Figura 5.5 Meteorización de rocas del Complejo de Imataca, Sector de Hipódromo viejo (Agosto 2.010).

### 5.2.3 Transporte

El transporte en la zona es muy relevante; debido a que el área a menudo cuenta con un gran aporte de desechos sólidos que producen el constante acarreo de sedimentos hacia las lagunas, en esto también influye el viento y las aguas provenientes de los sectores cercanos, contribuyendo a la erosión, meteorización y sedimentación en el área.

### 5.2.4 Sedimentación

Se observaron sedimentación provienes de los sectores al sur de las lagunas resientes provenientes de la erosión, los cuales fueron arrastrados y depositados por las aguas servidas, de escorrentía y por el viento; por lo cual gran parte de ellos se han depositado en el fondo de ambas lagunas.

## 5.3 Determinación de las características físicas y químicas del suelo presente en el área de estudio

### 5.3.1 Análisis físico

Debido a que se observaban diferentes tipos de muestras que consistían en muestras arenosas y arcillosas, se realizo la granulometría por tamizado y por medio del hidrómetro; a continuación se muestran los resultados obtenidos.

**5.3.1.1 Granulometría por tamizado:** este ensayo fue realizado a las muestras LLF-1, LLF-2, LDM-3 LDM-4, a continuación se presentan los resultados obtenidos (Tablas 5.1, 5.2, 5.3 Y 5.4).

Tabla 5.1 Ensayo granulométrico por tamizado - Muestra LLF-1.

Nº tamiz	φ tamiz (mm)	Peso tamiz(g)	Peso tamiz + Suelo (g)	Peso suelo(g)	% retenido	% acumulado	% pasante
4	4,750	749,77	749,77	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	667,20	667,20	0,00	0,00	0,00	100,00
20	0,850	482,92	530,74	47,82	9,57	9,57	90,43
40	0,420	393,22	525,66	132,44	26,49	36,06	63,94
60	0,250	515,62	574,21	58,59	11,72	47,78	52,22
100	0,150	401,24	470,17	68,93	13,79	61,57	38,43
230	0,063	484,33	580,47	96,14	19,23	80,80	19,20
<b>PAN</b>	-	485,13	581,13	96,00	19,20	100,00	0,00
<b>PESO DEL SUELO TOTAL</b>				<b>499,92</b>			

Tabla 5.2 Ensayo granulométrico por tamizado - Muestra LLF-2.

Nº tamiz	φ tamiz (mm)	Peso tamiz(g)	Peso tamiz + Suelo (g)	Peso suelo(g)	% retenido	% acumulado	% Pasante
4	4,750	430,60	482,40	51,80	10,37	2,08	89,63
10	2,000	402,60	453,40	50,80	10,17	12,25	79,46
20	0,850	351,80	431,80	80,00	16,02	28,27	63,44
40	0,420	314,60	379,60	65,00	13,02	41,28	50,42
60	0,250	284,20	331,40	47,20	9,45	50,74	40,97
100	0,150	281,60	392,80	111,20	22,27	73,00	18,70
200	0,075	268,00	310,40	42,40	8,49	81,49	10,21
PAN	-	253,40	304,40	51,00	10,21	91,70	0,00
<b>PESO DEL SUELO TOTAL</b>				<b>499,40</b>			

Tabla 5.3 Ensayo granulométrico por tamizado - Muestra LDM-3

Nº tamiz	φ tamiz (mm)	Peso tamiz(g)	Peso tamiz + Suelo (g)	Peso Suelo (g)	% retenido	% acumulado	% Pasante
4	4,750	430,60	440,60	10,00	2,00	0,40	98,00
10	2,000	402,80	428,00	25,20	5,04	5,44	92,96
20	0,850	351,80	438,20	86,40	17,29	22,73	75,67
40	0,420	314,60	396,40	81,80	16,37	39,10	59,30
60	0,250	284,00	342,40	58,40	11,68	50,78	47,62
100	0,150	281,60	368,40	86,80	17,37	68,15	30,25
200	0,075	268,00	329,60	61,60	12,32	80,47	17,93
PAN	-	253,40	343,00	89,60	17,93	98,40	0,00
<b>PESO DEL SUELO TOTAL</b>				<b>499,80</b>			

Tabla 5.4 Ensayo granulométrico por tamizado - Muestra LDM 4.

Nº tamiz	φ tamiz (mm)	Peso Tamiz(g)	Peso tamiz + Suelo(g)	Peso suelo(g)	% retenido	% acumulado	% Pasante
4	4,750	430,60	479,85	46,25	9,28	9,28	90,72
10	2,000	402,60	454,70	52,10	10,45	19,73	80,27
20	0,850	351,80	426,82	75,02	15,06	34,79	65,21
40	0,420	314,60	370,83	46,23	9,27	44,06	55,94
60	0,250	284,20	334,41	50,21	10,07	54,13	45,87
100	0,150	281,60	406,80	105,20	21,10	75,23	24,77
200	0,075	268,00	336,40	58,40	11,71	86,94	13,04
PAN	-	253,40	328,40	65,00	13,04	100	0,00
<b>PESO DEL SUELO TOTAL</b>				<b>498,41</b>			

**5.3.1.2 Granulometría por hidrómetro:** este análisis fue realizado a las muestras LLF-1, LLF-2 y LMD-4, a continuación se presentan los resultados obtenidos. (Tablas 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9 y 5.7 y Figuras 5.6, 5.7 y 5.8).

Tabla 5.5 Ensayo granulométrico por hidrómetro - Muestra LLF-1.

Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	Temp °C	Lectura Real hidrómetro Ra	Lectura Corregida hidrómetro Rc	% más fino
14/06/2010	9:53:00am	1	29	30	32,05	63,81
14/06/2010	9:54:00am	2	29	30	32,05	63,81
14/06/2010	9:56:00am	4	29	27	29,05	57,84
14/06/2010	10:00:00am	8	29	27	29,05	57,84
14/06/2010	10:07:00am	15	29	24	26,05	51,86
14/06/2010	10:22:00am	30	29	22	24,05	47,88
14/06/2010	10:52:00am	60	30	19	21,05	41,91
14/06/2010	11:52:00am	120	30	17	19,8	39,42
14/06/2010	2:10:00pm	240	32	15	17,05	33,95
14/06/2010	4:10:00pm	360	33	13	15,05	29,96
15/06/2010	8:20:00am	1330	29	13	15,8	31,46
15/06/2010	10:25:00am	1455	29	13	15,8	31,46
15/06/2010	2:45:00pm	1715	31	12	14,9	29,67
15/06/2010	5:15:00pm	1865	32	12	14,9	29,67
16/06/2010	8:45:00am	2795	27	12	14,9	29,67
16/06/2010	11:05:00am	2935	29	11	13,9	27,67

Tabla 5.6 Resultados de análisis granulométrico por hidrómetro de la Muestra LLF-1.

Hidrómetro Corregido por menisco R	Lectura de la tabla 6,5	V=L/t (cm/min)	K tabla 6,4	D (mm)	Porcentaje Eq.
29	9,4	9,4000	0,0122	0,0374045	8,55
29	9,7	4,8500	0,0122	0,0268677	8,55
26	9,9	2,4750	0,0122	0,0191932	7,75
26	10,5	1,3125	0,0122	0,0139769	7,75
23	10,5	0,7000	0,0122	0,0102073	6,95
21	10,9	0,3633	0,0122	0,0073538	6,42
18	11,1	0,1850	0,0122	0,0052474	5,62
16	11,2	0,0933	0,0121	0,0036966	5,28
14	11,5	0,0479	0,0122	0,0026706	4,55
12	11,9	0,0331	0,0122	0,0022181	4,02
12	12,2	0,0092	0,0121	0,0011589	4,22
12	12,4	0,0085	0,0121	0,001117	4,22
11	12,5	0,0073	0,0119	0,0010159	3,98
11	12,7	0,0068	0,0119	0,000982	3,98
11	12,7	0,0045	0,0119	0,0008022	3,98
10	12,7	0,0043	0,0119	0,0007828	3,71
10	12,7	0,0041	0,0119	0,0007648	3,71

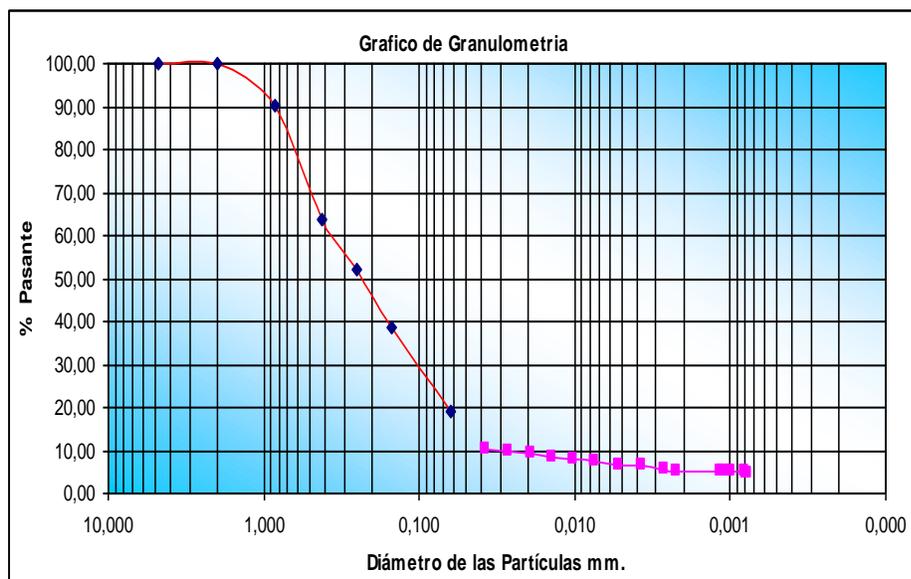


Figura 5.6 Curva granulométrica Muestra LJ-1.

Tabla 5.7 Ensayo granulométrico por hidrómetro - Muestra LLF-2.

Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	Temp °C	Lectura Real hidrómetro Ra	Lectura Corregida hidrómetro Rc	% más fino
14/06/2010	9:56:00am	1	27	37	39,05	77,75
14/06/2010	9:57:00am	2	27	35	37,05	73,77
14/06/2010	9:59:00am	4	27	33	35,05	69,78
14/06/2010	10:03:00am	8	27	30	32,05	63,81
14/06/2010	10:10:00am	15	27	28	30,05	59,83
14/06/2010	10:25:00am	30	27	25	27,05	53,86
14/06/2010	10:55:00am	60	27	23	25,05	49,87
14/06/2010	11:55:00am	120	28	21	23,8	47,38
14/06/2010	2:20:00pm	265	30	19	21,05	41,91
14/06/2010	4:10:00pm	375	30	17	19,05	37,93
15/06/2010	8:20:00am	1345	29	17	19,8	39,42
15/06/2010	10:10:00am	1455	29	17	19,8	39,42
15/06/2010	2:30:00pm	1715	30	16	18,9	37,63
15/06/2010	5:00:00pm	1865	30	16	18,9	37,63
16/06/2010	8:30:00am	2795	27	16	18,9	37,63
16/06/2010	10:48:00am	2933	29	15	17,9	35,64
16/06/2010	2:30:00pm	3155	29	15	17,9	35,64

Tabla 5.8 Resultados de análisis granulométrico por hidrómetro de la Muestra LLF-2.

Hidrómetro corregido por menisco R	Lectura de la tabla 6,5	V=L/t (cm/min)	K tabla 6,4	D (mm)	Porcentaje Eq.
38	9,4	9,4000	0,0122	0,0374045	10,95
36	9,7	4,8500	0,0122	0,0268677	10,42
34	9,9	2,4750	0,0122	0,0191932	9,88
33	10,5	1,3125	0,0122	0,0139769	9,62
30	10,5	0,7000	0,0122	0,0102073	8,82
28	10,9	0,3633	0,0122	0,0073538	8,28
26	11,1	0,1850	0,0122	0,0052474	7,75
24	11,2	0,0933	0,0121	0,0036966	7,42
22	11,5	0,0428	0,0122	0,0025225	6,68
19	11,9	0,0314	0,0122	0,0021618	5,88
18	12,2	0,0090	0,0121	0,0011507	5,82
17	12,4	0,0085	0,0121	0,0011155	5,55
16	12,5	0,0073	0,0119	0,0010148	5,31
16	12,7	0,0068	0,0119	0,0009809	5,31
16	12,7	0,0045	0,0119	0,0008016	5,31
16	12,7	0,0043	0,0119	0,0007825	5,31
15	12,7	0,0040	0,0119	0,0007545	5,04

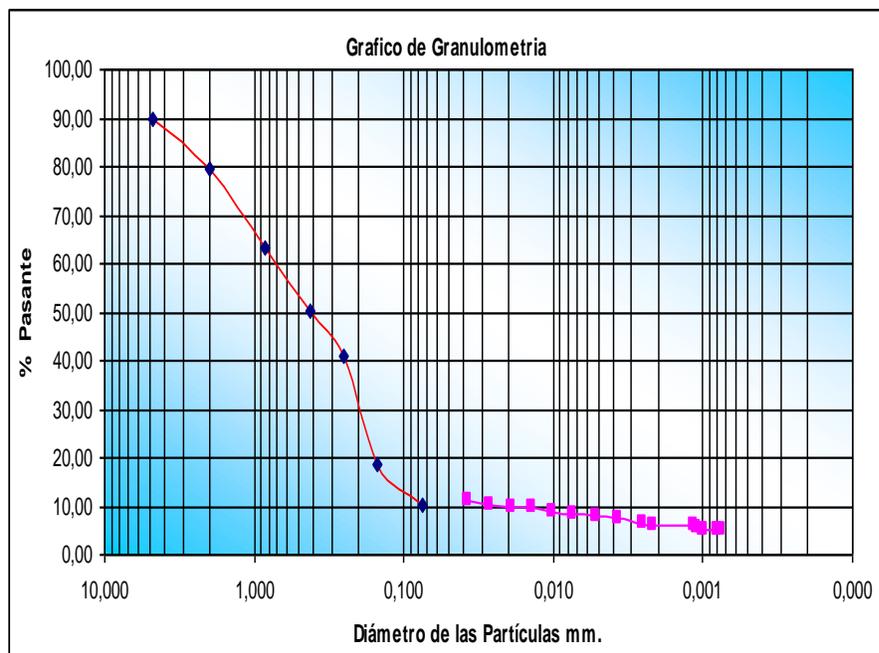


Figura 5.7 Curva granulométrica Muestra LJ-3.

Tabla 5.9 Ensayo granulométrico por hidrómetro - Muestra LDM-4.

Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	Temp °C	Lectura Real hidrómetro Ra	Lectura Corregida hidrómetro Rc	% más fino
14/06/2010	9:52:00am	1	27	39	41,05	81,73
14/06/2010	9:53:00am	2	27	37	39,05	77,75
14/06/2010	9:55:00am	4	27	35	37,05	73,77
14/06/2010	9:59:00am	8	27	34	36,05	71,77
14/06/2010	10:06:00am	15	27	31	33,05	65,80
14/06/2010	10:21:00am	30	27	29	31,05	61,82
14/06/2010	10:51:00am	60	27	27	29,05	57,84
14/06/2010	11:51:00am	120	28	25	27,8	55,35
14/06/2010	2:20:00pm	269	30	23	25,05	49,87
14/06/2010	4:10:00pm	379	30	20	22,05	43,90
15/06/2010	8:20:00am	1349	29	19	21,8	43,40
15/06/2010	10:10:00am	1459	29	18	20,8	41,41
15/06/2010	2:30:00pm	1719	30	17	19,9	39,62
15/06/2010	5:00:00pm	1869	30	17	19,9	39,62
16/06/2010	8:30:00am	2799	27	17	19,9	39,62
16/06/2010	10:48:00am	2937	29	17	19,9	39,62
16/06/2010	2:30:00pm	3159	29	16	18,9	37,63

Tabla 5.10 Resultados de análisis granulométrico por hidrómetro de la Muestra LDM-4.

Hidrómetro corregido por menisco R	Lectura de la tabla 6,5	$V=L/t$ (cm/min)	K tabla 6,4	D (mm)	Porcentaje Eq.
36	9,4	9,4000	0,0122	0,0374045	10,42
34	9,7	4,8500	0,0122	0,0268677	9,88
32	9,9	2,4750	0,0122	0,0191932	9,35
29	10,5	1,3125	0,0122	0,0139769	8,55
27	10,5	0,7000	0,0122	0,0102073	8,02
24	10,9	0,3633	0,0122	0,0073538	7,22
22	11,1	0,1850	0,0122	0,0052474	6,68
20	11,2	0,0933	0,0121	0,0036966	6,35
18	11,5	0,0434	0,0122	0,0025415	5,62
16	11,9	0,0317	0,0122	0,0021733	5,08
16	12,2	0,0091	0,0121	0,0011524	5,28
16	12,4	0,0085	0,0121	0,001117	5,28
15	12,5	0,0073	0,0119	0,0010159	5,04
15	12,7	0,0068	0,0119	0,000982	5,04
15	12,7	0,0045	0,0119	0,0008022	5,04
14	12,7	0,0043	0,0119	0,0007831	4,78

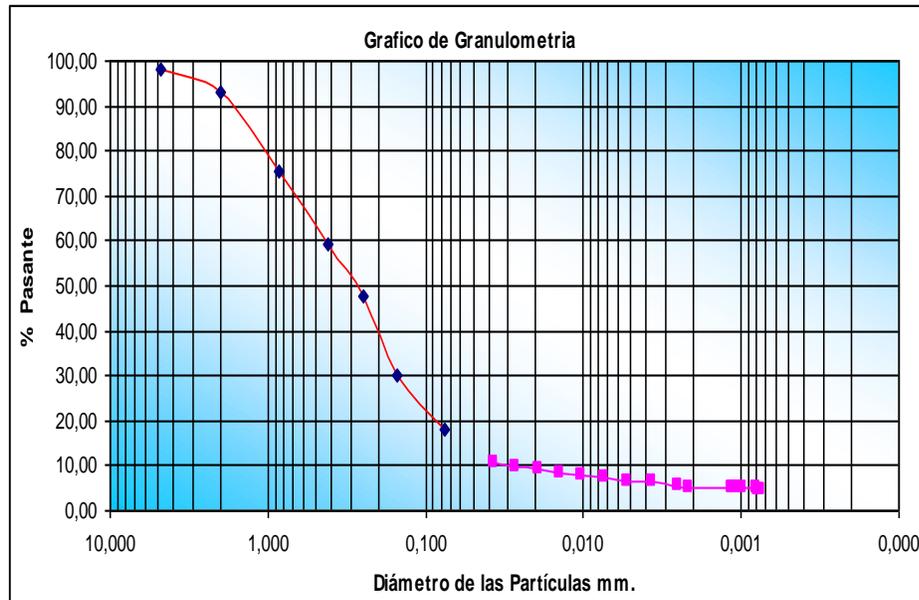


Figura 5.8 Curva granulométrica Muestra LDM-4.

La clasificación del suelo fue realizada por dos métodos, el Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (S.U.C.S) y por el Sistema de Clasificación A.A.S.H.T.O., a continuación los resultados obtenidos:

a. Muestra LLF-1: Este suelo es una arcilla orgánica limosa (Ol), ligeramente plástico, con gran porcentaje de finos según el S.U.C.S; si se toma en consideración el sistema A.A.S.H.T.O., estamos en presencia de un suelo limoso (A-5), con presencia de materia orgánica.

b. Muestra LLF-2: Es una arena bien gradada (Oh), con pocos o sin presencia de sedimentos finos según el S.U.C.S; considerando el sistema A.A.S.H.T.O., encontramos un suelo limoso (A-5), con presencia de materia orgánica, caracterizado en un 100% por sedimentos finos.

c. Muestra LDM-3: Estamos en presencia de una arena mal gradada (Sp), con pocos o sin finos según el S.U.C.S, según el sistema A.A.S.H.T.O., encontramos una arena fina que no presenta límites.

d. Muestra LDM-4: Estamos en presencia de una arcilla orgánica de media a alta plasticidad (Oh), según el S.U.C.S; considerando el sistema A.A.S.H.T.O., encontramos un suelo limoso (A-5), con presencia de materia orgánica, caracterizado en un 100% por sedimentos finos.

### 5.3.2 Análisis químicos

Este ensayo se le realizó a todas las muestras de sedimentos captadas en el área y trasladadas al Centro de Geociencias de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, a continuación los resultados obtenidos (Tabla 5.12).

Tabla 5.11 Resultados de los análisis químicos realizados a los sedimentos de las lagunas.

<b>Parámetro</b>	<b>LLF-1</b>	<b>LLF-2</b>	<b>LMD-1</b>	<b>LDM-2</b>	<b>Promedio</b>
Oxido de Manganeso MnO (mg/Kg.)	62	58	49	53	70,25
Oxido Potásico K <sub>2</sub> O (mg/Kg.)	78	74	84	79	78,75
Sílice SiO <sub>2</sub> (mg/Kg.)	917.845	919.734	927.341	928.436	923.339
Aluminio Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mg/Kg.)	31.783	29.572	30.974	29.573	30.465,5
Hierro Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mg/Kg.)	1.978	2.016	2.173	1.986	2.038,25
Oxido Cálculo CaO (mg/Kg.)	120	135	139	117	127,75
Oxido de Magnesio MgO (mg/Kg.)	26.304	27.843	24.752	26.532	26.357,75
Oxido sódico Na <sub>2</sub> O (mg/Kg.)	95	93	100	111	99,75

a. Oxido de Manganeso y Magnesio (MnO y MgO): Los valores promedios de estos dos elementos son 70,25mg/Kg y 26.357,75 mg/Kg respectivamente, se

podiera atribuir a la presencia de suelos arcillosos y bien meteorizados. Se interpreta que el ión de manganeso puede provenir de los óxidos de silicatos y que la fuente principal es el Escudo de Guayana y que es típico de la zona de estudio.

b. Oxido potásico, sódico y cálcico ( $K_2O$ ;  $Na_2O$  y  $CaO$ ): se obtuvieron promedios respectivos de 78,75mg/Kg; 99,75mg/Kg y 27,75 mg/Kg, su origen posiblemente se deba al lavado y transporte de la disolución de estos elementos a partir de rocas del Complejo Imataca y de la Formación Mesa.

c. Sílice ( $SiO_2$ ): el rango de este elemento en las muestras varía entre 917.845 y 928.436 mg/Kg y su promedio es de 923.339mg/Kg. Se encuentra en mayor proporción con respecto a los otros elementos, este elemento posiblemente se deba a la meteorización, lixiviación y transporte que presentan las rocas metamórficas de composición graníticas en la zona de estudio.

d. Oxido de Aluminio ( $Al_2O_3$ ): La presencia de este elemento pudiera ser debido a la meteorización, lixiviación y transporte de las rocas ácidas del Complejo Imataca que bordean a las lagunas. Su promedio es de 30465,5 mg/Kg.

e. Oxido de Hierro ( $Fe_2O_3$ ): el promedio de este elemento es de 2038,25 mg/Kg, este es uno de los elementos que más abunda en la naturaleza y típico de la región.

#### **5.4 Caracterización de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua de las Lagunas Los Francos y Del Medio**

Para el análisis e interpretación de los resultados se hizo una comparación de los datos obtenidos en relación con las características físicas, químicas y bacteriológicas, con los valores reportados en el Decreto N°883, “Normas para la

clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de aguas, vertidos y efluentes líquidos”, visualizando si estos se encuentran dentro de los límites o rangos permisibles y así con ello poder determinar el tipo de agua en estudio.

#### 5.4.1 Parámetros físicos

Fue tomada la temperatura del agua en cada uno de los puntos de muestreo, estos valores son “in situ”. (Tabla 5.12).

Tabla 5.12 Análisis físicos de las muestras de agua. (Laboratorio de Geociencia, Universidad de Oriente, Escuela de Ciencia de la Tierra).

Parámetro	Estación 1 Los Coquitos	Estación 2 El Mereyal	Estación 3 Respiradero	Estación 4 8va Estrella	Estación 5 Centro de la laguna	Estación 6 Vista Alegre	Estación 7 Isla	Estación 8 La Lorena
T H <sub>2</sub> O (°C)	29,5	29,2	29,7	28,9	29,9	28,8	30	28,8
T amb (°C)	31	31	31	30,6	31,4	30,5	31,2	30

**5.4.1.1 Temperatura: la temperatura:** el cuerpo de agua varía de 28.8 °C a 30 °C, dando un promedio de 29.35 °C, lo cual nos muestra un valor alto, característico de la poca profundidad del cuerpo lagunar. Estos valores de temperatura para la laguna se encuentran dentro de lo esperado para sistemas de lagunas costeras ubicados dentro de un clima cálido, con una gran área de exposición al sol y poca vegetación circundante, lo cual genera temperaturas ligeramente más elevadas con relación a otros sistemas.

### 5.4.2 Parámetros químicos

Fueron tomados quince (15) parámetros, los cuales fueron considerados los más importantes para cada una de las estaciones. Los resultados obtenidos se encuentran expresados en la siguiente (Tabla 5.14).

**5.4.2.1 Ph:** con respecto al promedio de este parámetro fue de 7.66 lo cual se considera normal con respecto a los niveles establecidos en el Decreto Ejecutivo N° 883 de la Gaceta Oficial 5.021 puesto que el límite permisible es de 6.5-8.5. Los estudios realizados anteriormente por Álvarez en el año 1988 se obtuvieron un promedio de 7.44. Lo que quiere decir que se ha mantenido este parámetro.

**5.4.2.2 Sólidos en suspensión (SS):** con respecto al promedio de este parámetro fue de 248 mg/L esto se puede atribuir a que en la laguna Los Francos es muy extensa, tiene mayor movimiento de sus aguas y es muy visitada debido a que se desarrollan actividades como pesca y recreación.

Tabla 5.13 Resultados de los parámetros químicos medidos en las aguas de la laguna Los Francos.

Parámetro	Estación 1 Los Coquitos	Estación 2 El Mereyal	Estación 3 Respiradero	Estación 4 8 <sup>va</sup> estrella	Estación 5 Centro de la laguna	Estación 6 Vista Alegre	Estación 7 Isla	Estación 8 La Lorena
PH	7,92	7,96	7,98	7,43	7,6	7,6	7,45	7,3
SS (mg/L)	418	316	316	177	220	230	161	152
Alcalinidad (mg/L)	30	20	20	13	20	20	20	20
Dureza (mg/L)	85	120	80	63	70	70	60	70
OD (mg/L)	4,35	4,20	4,33	4,77	4,48	4,27	4,62	5,12
Fe (mg/L)	0,54	0,34	0,56	0,28	0,38	0,29	0,29	0,45
Zn (mg/L)	0,01	9,55	2,94	0,01	0,01	0,01	0,81	0,19
Cd (mg/L)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0,05	0,08	0,12
Cu (mg/L)	0,19	0,27	0,01	0,09	0,07	0,01	0,15	0,46
Ca (mg/L)	9,64	12,83	12,58	9,66	10,6	4,65	8,42	8,57
Mg (mg/L)	3,19	5,57	5,47	4,20	4,61	3,66	3,72	2,02
Cr (mg/L)	-----	-----	0,20	-----	-----	-----	-----	-----
DBO (mg/L)	0,479	0,462	0,476	0,540	0,492	0,470	0,528	0,580
DQO (mg/L)	3,3	4,0	5,3	3,7	3,3	4,4	3,8	3,5

**5.4.2.3 Alcalinidad:** con respecto al promedio de este parámetro fue de 20,3mg/L.

**5.4.2.4 Dureza:** con respecto al promedio de este parámetro fue de 86 mg/L lo cual se considera bajo con respecto a los niveles establecidos en el Decreto Ejecutivo N° 883 de la Gaceta Oficial 5.021 puesto que el límite máximo permisible es de 500 mg/L la dureza se puede atribuir a la cantidad de materiales de construcción que son lanzados a la orilla de la laguna.

**5.4.2.5 Oxígeno disuelto (OD):** el promedio de este parámetro fue de 4,51mg/L, lo cual se considera normal con respecto a los niveles establecidos en el Decreto Ejecutivo N° 883 , puesto que el límite máximo permisible es >5.0 mg/L. Si comparamos el valor del oxígeno disuelto con el trabajo de Álvarez fue de 4,49 mg/L lo que indica que no hay variación. La presencia de plantas acuáticas como la bora puede incrementar el consumo de oxígeno por las raíces debido a la descomposición.

**5.4.2.6 Hierro (Fe):** el promedio de este parámetro fue de 0,39mg/L lo cual se considera normal con respecto a los niveles establecidos de la Gaceta Oficial 5.021, puesto que el límite permisible es de 1,0-0,5 mg/L. Esto puede atribuirse a la dilución del hierro en el agua de los sedimentos provenientes de las rocas de Imataca.

**5.4.2.7 Zinc (Zn):** el promedio obtenido para este elemento fue de 3,37mg/L lo cual se considera normal con respecto a los niveles establecidos en el Decreto Ejecutivo N° 883 de elementos en el agua, puesto que el límite máximo permisible es de 5,0mg/L.

**5.4.2.8 Cadmio (Cd):** el promedio de este elemento fue de 0,08mg/L lo cual se considera bajo con respecto a los niveles establecidos por la Gaceta Oficial N° 5.021 de elementos en el agua, puesto que el límite máximo permisible es de 0,005mg/L.

**5.4.2.9 Cobre (Cu):** el promedio de este elemento fue de 0,20mg/l lo cual se considera dentro del rango de lo permisible con respecto a los niveles establecidos de la Gaceta Oficial 5.021 de elementos en el agua. Su presencia pudiera atribuirse a las pequeñas Empresas talleres de reparación y clínicas dentales.

**5.4.2.10 Cromo (Cr):** el único resultado positivo de varias muestras analizadas fue de 0,20 mg/L, el cual se considera alto según el Decreto Ejecutivo N° 883 de la Gaceta Oficial 5.021 y que su límite permisible es de 0,05 mg/L. Este valor pudiera ser producto del lixiviado de desechos de actividades antropogénicas, puesto que en la estación en que se tomo la muestra están localizados asentamientos poblacionales a orillas de la laguna y en los cuales se observó mucha basura en la zona de inundación de la laguna.

**5.4.2.11 Calcio (Ca):** el valor promedio del calcio es de 9,61 mg/L, está muy por debajo del valor permisible por el Decreto Ejecutivo 883 donde el límite máximo es de 200 mg/L. Su presencia pudiera atribuirse a la cantidad de desechos de materiales de construcción y escombros que son arrojados a orillas de la laguna y de los desagües que desembocan en ella.

**5.4.2.12 Magnesio (Mg):** su promedio es de 4,06 mg/L y se encuentra por debajo del límite permisible por la Gaceta Oficial N° 5.021 que es de 70 mg/L. Al igual que el calcio su presencia se pudiera atribuir a la cantidad de materiales de construcción que son arrojados a orillas de la laguna.

### **5.4.3 Parámetros bacteriológicos**

Los parámetros bacteriológicos medidos fueron coliformes fecales y coliformes totales, valores que se reflejan en la (Tabla 5.15).

Tabla 5.14 Resultados de los parámetros bacteriológicos realizados en la laguna los Francos en época de lluvia, Ciudad Bolívar, estado Bolívar.

Parámetro	ESTACIONES								Promedio	Limite o rango máximo (Decreto 883)
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	Los Coquitos	El Mereyal	Bocas de Visitas	8va Estrella	Centro de la laguna	Vista Alegre	Isla Chivacoa	La Lorena		
<b>Organismos coliformes fecales (NMP/100 ml)</b>	3.6	1.8	3.6	3.6	2.8	3.6	1.8	3.6	<b>3.00</b>	-----
<b>Organismos coliformes Totales (NMP/100 ml)</b>	2500	2600	2600	2800	2700	2100	2300	2300	<b>2488</b>	<b>&lt;10000 (NMP / 100ml)</b>

**5.4.3.1 Coliformes fecales:** los resultados arrojaron varían de 1.8 NMP/100ml a 3.6 NMP/100ml en todas las estaciones, considerando los valores establecidos por el Decreto 883 de valores menores a 1.000 nmp, se determina dentro del rango establecido.

**5.4.3.2 Coliformes totales:** los resultados arrojaron valores que van desde < 1 nmp/100 ml hasta 2.488 nmp/100 ml, esto se puede atribuir a los restos de materia orgánica descompuesta en el área de la laguna, el Decreto 883 establece que el límite permisible es menor a 5.000 nmp, por lo tanto los valores obtenido se encuentran dentro del rango.

Tomando en consideración los resultados de los análisis físico, químicos y bacteriológicos realizadas a las muestras de agua recolectadas y basándonos en el Decreto 883, de fecha 11/10/95, consideramos que el agua es clasificada como Tipo 4 específicamente del subtipo 4B, que son aguas con las que el ser humano puede tener contacto parcial, pero no pueden ser ingeridas.

### 5.5 Identificación de los parámetros de contaminación existente en el área

La presencia de agentes externos en cada uno de los elementos identificados, lo cual, origina cambios en su comportamiento y en la composición de cada uno, en el caso del suelo y el agua, conseguimos contaminación debido a la gran cantidad de materia orgánica descompuesta la cual no puede ser absorbida por dichos elementos, en el caso del aire y la aparición de afecciones respiratorias en el personal de labora en empresas aledañas al sector, demuestra contaminación debido a los gases de expide el complejo industrial; el cambio en los elementos de aire, agua y suelo, conllevan a una disminución y muerte de la fauna y la vegetación de la laguna, lo cual, se puede considerar un daño colateral con la muerte del ecosistema. (Tabla 5.15 y figuras 5.9, 5.10 y 5.11).

Tabla 5.15 Evaluación ambiental del Ecosistema Laguna “Los Franco y del Medio”, Ciudad Bolívar (2.010).

PARAMETRO	CARACTERISTICA	AFECCIÓN	CAUSA
Agua	Poca extensión	El cuerpo de agua disminuye, se produce empozamiento, eutrofización, descomposición de materia orgánica.	No hay entrada de agua.
	Turbidez	Hay poca visibilidad, disminuye la presencia de vida acuática	Partículas suspendidas
	Contaminación	Mal olor, coloración oscura	, animales muertos
Aire	Partículas suspendidas	Problemas respiratorios	Actividad eólica, tránsito de vehículos
	Contaminación	Problemas respiratorios, olores fuertes	Quema de basura
Suelo	Grietas de desecación	Ausencia de resistencia	Sequía
	Contaminación	Malos olores, variación de la coloración, presencia de basura en el área	Presencia de basura doméstica
Fauna	Poca presencia	Pérdida del equilibrio natural del ecosistema	Falta de agua en el área, presencia de cazadores
Vegetación	Presencia de vegetación seca	Pérdida del equilibrio natural del ecosistema	Falta de agua



Figura 5.9 Descarga de aguas negras en la Laguna “Los Francos” en el Sector de los Coquitos (2.010).



Figura 5.10 Botadero de basura Laguna “Del Medio” en el Sector Hipodromo viejo (2.010).

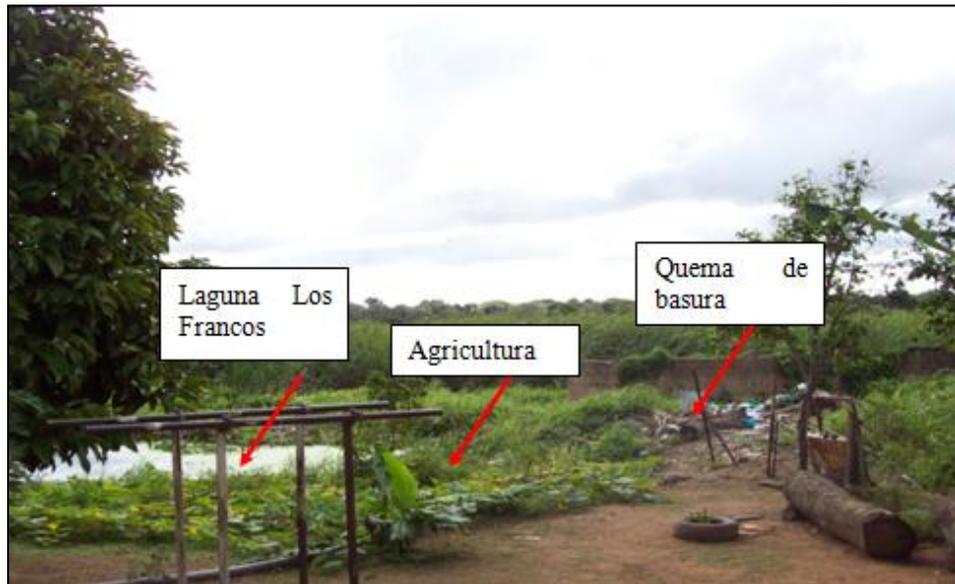


Figura 5.11 Agentes contaminantes y agricultura en la Laguna “Los Francos” en el Sector de la Lorena (2.010).

## 5.6 Propuesta para un plan de recuperación ambiental de las lagunas en estudio

Una vez culminada la fase de análisis y resultados, se hizo necesario plantear una propuesta que dé respuesta a las situaciones encontradas en el ecosistema las lagunas Los Francos y Del Medio, la idea que se plantea a continuación, va a permitir minimizar el grado de contaminación allí presente, así como desarrollar a partir de la misma, un proyecto que promueva la participación y el desarrollo económico de la comunidad. (Tabla 5.16).

### 5.6.1 Objetivo general

Implementar un plan de siembra de *Heliconia* que permita minimizar el grado de contaminación presente en el ecosistema de las Lagunas de los Francos y Del Medio.

Tabla 5.16 Descripción del plan de recuperación ambiental para las lagunas los Francos y del Medio.

<b>Proyecto</b>	<b>Descripción</b>
<b>Implantación de una planta de tratamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con el fin de depurar las aguas residuales que se vierten directamente a las lagunas utilizando los siguientes métodos;</li> <li>• Tratamiento primario (remoción de sólidos).</li> <li>• Tratamiento secundario (implantación de procesos biológicos aeróbicos).</li> <li>• Tratamiento terciario (proceso opcional).</li> </ul>
<b>Regulación ambiental</b>	<p>Implementación de un sistema de información sobre gestión ambiental que incluya los recursos, procedimientos institucionales y espacios de participación comunitaria.</p> <p>Sistema de información ambiental, generación de educadores ambientales que apoyen la toma de decisiones sobre la planificación y el desarrollo del mismo. Difundirá la información procesada y la integrada al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente.</p>
<b>Educación ambiental</b>	<p>Campaña para la participación y el compromiso tanto de entidades del estado como de la comunidad.</p>
<b>Proyectos turísticos</b>	<p>Una vez recuperadas ambas lagunas es recomendable promover estos proyectos recreacionales para que persista el mantenimiento de las mismas.</p>

### 5.6.2 Objetivos específicos

Sensibilizar a la comunidad del sector los Coquitos 3, la Lorena, el Mereyal y Romulo Gallegos, acerca de la preservación de los ecosistemas de agua dulce, a

través de la socialización de conocimientos y experiencias que permitan preservar el ecosistema Lagunar de los Francos y Del Medio.

Capacitar al consejo comunal para la siembra y cultivo de Heliconia.

Delimitar el área de siembra y cultivo de las Heliconias en el ecosistema laguna de los francos.

### **5.7 Elaboración del mapa geológico**

Después de realizada las inspecciones de campo y los análisis de las muestras tomadas, se hizo la representación topográfica y geológica del área, mostrando topográficamente que el área tiene 210.05 Ha., y geológicamente nos encontramos tres unidades geológica, el Complejo de Imataca se encuentra en los sectores (“Piedra Caimán”, “Piedra las Dos Comadres” y “Piedra Raspa- Raspa”, entre otros bloques de menores tamaños productos de las fracturas de la roca madre. Esta unidad aflora al Sur de la laguna Los Francos, más específicamente por el sector de Vista Alegre.), representando 15% de la extensión, la Formación Mesa que cubre la parte sur de la laguna los Francos y Del Medio representar el 30% del superficie y el cual sedimentos de edad reciente comprende las aéreas cercana a las lagunas representado un 55% de la área, lo cuales se encuentran en el sector por el mecanismo de transporte. (Figura 5.12).



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Las lagunas de Los Francos y Del Medio, se encuentran entre el grupo de lagunas rebalseras, ubicada en las formaciones geológicas del Complejo Imataca, la Formación Mesa y Sedimentos Recientes.
2. La isla Chivacoa ubicada dentro de la laguna Los Francos presenta la misma litología de los alrededores de las lagunas con rocas de Imataca a las que suprayacen sedimentos de la Formación Mesa cubierta por los sedimentos recientes, de lo que se deduce que esa porción de tierra no fue alcanzada por el proceso de erosión del río Orinoco.
3. Se determino que existen importantes procesos geomorfológicos presentes en la zona de estudio como son la erosión, meteorización, transporte y sedimentación; los cuales son causantes de las alteraciones ocurridas en dichos ecosistemas.
4. La llanura de inundación varía su área dependiendo de la temporada climática, en verano ésta disminuye y en invierno aumenta, lo cual propone que en invierno la captación de agua es mayor.
5. Los tipos de suelos predominantes en el área según el S.U.C.S., son: arcillas orgánicas limosas (Ol), arenas mal gradadas (Sp), y arenas bien gradadas (Oh). Los tipos de suelos predominantes en el área según el sistema A.A.S.H.T.O., son: suelo limoso (A-5), y arena fina.

6. Los análisis químicos realizados a los sedimentos de las lagunas arrojaron un alto contenido de sílice, lo cual corrobora la influencia que tiene el Complejo de Imataca y la Formación Mesa en los sedimentos recientes. Los análisis granulométricos nos dieron como resultado arenas finas con pequeñas cantidades de material limoso y arcilloso propios de la zona.

7. Con relación a los parámetros ambientales dentro de las lagunas el pH de las aguas de las lagunas Del Medio y Los Francos se consideran normal con valor promedio de 7,6 unidades en comparación con los niveles establecidos en el Decreto Ejecutivo N° 883 publicado en Gaceta Oficial 5021, con valores entre 6,5 a 8,5.

8. Los promedios de coliformes totales fueron de 2.488 NMP/100 ml para las aguas de la laguna Los Francos y 4500 NMP/100 ml para las aguas de la laguna Del Medio. Lo cual comparado con la Gaceta Oficial N° 5.021; donde establece su uso, para aguas del tipo 4 destinados a balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercio y subsistencia; se ubica las aguas de las lagunas Los Francos y Del Medio en el subtipo 4 B; donde las aguas son para el contacto humano parcial.

9. Entre los focos de contaminación de gran importancia detectados en la zona de estudio están: los permanentes flujos de aguas servidas, descargas de desechos sólidos, presencia de pozos sépticos a orilla de la laguna del Medio, respiraderos de aguas negras dentro de la laguna los Francos, vertederos de basuras en las laderas y las zonas de inundación de ambas lagunas.

10. Todos los agentes externos que rodean la laguna, han ayudado a mermar sus condiciones iniciales, principalmente el hombre, el cual, no solo ha contribuido a su decaimiento, sino que ha sido el responsable de crear las

principales causas que generan los efectos de contaminación sobre el ecosistema.

11. La propuesta del plan de recuperación ambiental para las lagunas está fundamentado para mejorar la calidad del agua y para establecer programas de educación e información ambiental en las comunidades aledañas a ellas que contrarrestan la contaminación.

12. Debido a todo lo anteriormente expuesto, se hace necesario el diseño de un plan de siembra de Heliconias que permita minimizar el grado de contaminación presente en el ecosistema de las Lagunas de Los Francos y Del Medio.

13. Con la información obtenida en campo se realizó a detalle el mapa geológico de la zona, logrando certificar la existencia de las tres unidades geológicas citadas anteriormente.

14. Las unidad aflora al Sur de las lagunas Los Francos y Del Medio, está representando 15% de la extensión por el Complejo de Imataca, la Formación Mesa que cubre la parte sur de las lagunas representar el 30% del superficie y en el cual sedimentos de edad reciente comprende las aéreas cercana a las lagunas representado un 55% de la área

## **Recomendaciones**

1. Trabajar los gobiernos Nacionales, Regionales, Municipales y Ministerio con los consejos comunales, comité o grupos ambientales para tratar la problemática ambiental en la comunidad, con el objetivo de solucionar los

problemas producto de la misma comunidad relacionada con disposición inadecuada de la basura.

2. Diseñar contenedores para basura domiciliaria y visitantes del paseo 8va estrella, con el fin de reducir la descarga de desechos sólidos en las lagunas.

3. Incitar a la Gobernación del Estado Bolívar, Alcaldía del Municipio Heres y al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPAMB) a construir una planta de tratamiento para aguas servidas y residuales previniendo que no caigan indiscriminadamente en estos ecosistemas.

4. Implementar y ejecutar leyes ambientales más estrictas, con el fin de que la población cree conciencia de una u otra forma.

5. Evitar la construcción de nuevas viviendas alrededor de las lagunas.

6. Crear una red de cloacas para eliminar los pozos sépticos a orillas de las lagunas.

7. No eliminar la bora por completo de las lagunas, ya que estas necesitan de su efecto purificador para contrarrestar el daño causado por las descargas de contaminantes.

8. Tomar medidas en relación con las pequeñas industrias (caucheras, autolavados, talleres, etc.) ya que su influencia es grande y hasta ahora no se ha hecho nada para que se cumpla con las normas de calidad ambiental.

9. Limpiar constante los canales de desagües.

10. Desmalezar frecuentemente los alrededores de ambas lagunas.

11. Una vez saneadas las lagunas la Gobernación del estado Bolívar debería de realizar proyectos turísticos y de recreación, con el fin de mantener el área recuperada; y con ello incrementar el turismo y la economía en el Estado.

## REFERENCIAS

Abud, J. (2.002) **CARACTERIZACIÓN FÍSICA- QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DEL RÍO SAN RAFAEL EN LA ÉPOCA DE SEQUÍA Y LLUVIA 2000-2002, CIUDAD BOLÍVAR.** Trabajo de Grado para optar al título de Magíster en Ciencias Ambientales. Ciudad Guayana pp 142

Abud J. y Mora V. (2003). **CARACTERIZACIÓN FÍSICA-QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DEL RÍO SAN RAFAEL EN LA ÉPOCA DE SEQUÍA Y LLUVIA (2.000-2.002). (CIUDAD BOLÍVAR-ESTADO BOLÍVAR)**, trabajo de ascenso inédito, Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra y Ciencias de la Salud..

Álvarez, L. (1.989) T. A. **ESTUDIOS DE ALGUNOS PARÁMETROS AMBIENTALES DEL ECOSISTEMA LAGUNA DE LOS FRANCOS.** Ciudad Bolívar. pp. 50

Blanco Lagardere, Luzmila (1.991). **EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOHIDROLÓGICAS Y AMBIENTALES DE LA CUENCA DEL RÍO CAÑAFISTOLA**, trabajo de grado inédito, Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra. Pp. 18-74.

Calzadilla N. y Flores N. (2.004). **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO MONACAL, MUNICIPIO HERES DEL ESTADO BOLÍVAR.** Trabajo final de grado, Ciudad Bolívar. pp. 159.

Capitanía General de Puerto de Ciudad Bolívar, **RESUMEN DE LOS NIVELES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DEL RÍO ORINOCO CIUDAD BOLIVAR, ESTADO BOLIVAR DE LOS AÑOS 1.999 AL 2.009.**

Casanova, E., Páez. M. y Rodríguez, O (1989) **EL SUELO.** 13 de Marzo de 2007, [<http://www.monografias.com/trabajos15/suelo-erosion/suelo-erosion.shtml>]

Corporación Venezolana de Guayana-Técnica Minera C.A. (1.998), **MAPA DE CIUDAD BOLÍVAR A ESCALA 1:10.000.**

Farreras R. y Pinto Á.(1.994). **OBSERVACIONES AMBIENTALES E INGENIERILES PARA LA RECUPERACIÓN DE LAS LAGUNAS DEL MEDIO Y LOS FRANCOS. CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR** pp. 254.

Gaceta Oficial de la República de Venezuela, (lunes 18 de Diciembre de 1995). **NORMAS PARA LA CLASIFICACION Y EL CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA Y VERTIDOS O EFLUENTES LIQUIDOS**, año CXXIII, mes III, Caracas: Extraordinaria N° 5.021, Decreto 883.

Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela (viernes 22 de Diciembre de 1978). **LEY ORGANICA DEL AMBIENTE**, año CXXXIV- mes III, Caracas: Extraordinario N° 5.833.

García O. (1.981), **AMBIENTES SEDIMENTARIOS DE LA FORMACIÓN MESA: LOCALIDADES DE CIUDAD BOLÍVAR Y DTTO. INDEPENDENCIA DEL EDO. ANZOÁTEGUI**, trabajo de grado inédito, reválida título de Geól, Ciudad Bolívar: Univ. de Oriente, Esc. de Geología y Minas, pp. 5-52.

González de Juana, Clemente, J.M. Iturralde de Arozena y X. Picard Cadillat (1980), **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLÍFERAS**, tomo I y II, ed. Facsimilar 1.993, Caracas: Ed. Foninves.

Instituto de Patrimonio Cultural (2.002). **POSTULACIÓN DE CIUDAD BOLÍVAR A PATRIMONIO CULTURAL MUNDIAL**. Ministerio de Educación Cultura y Deportes. Ciudad Bolívar en la Angostura del río Orinoco. Paisaje Cultural propuesto para su inscripción en la lista indicativa de Patrimonio Cultural Mundial. pp. 20.

Istac, A. (2.002). **ENCICLOPEDIA ESENCIAL LAROUSSE**. Barcelona España pp.556.

Krumblein, W y Sloss L (1.963). **ESTRATIGRAFÍA Y SEDIMENTACIÓN**. Segunda edición. San Francisco pp. 660.

López A. y Medina I. (2004). **CARACTERIZACION GEOLOGICA AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO MARCELA DEL DISTRITO HERES DEL ESTADO BOLIVAR**, Trabajo final de grado, Ciudad Bolívar, Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra.

López M. (2.002). **SITUACIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE AGUAS DE CIUDAD BOLÍVAR**. Unidad Ambiental Gerencia DTAOT. pp. 67.

Martin A. y Lara M., 2.010. **CARACTERIZAR GEOLÓGICA Y AMBIENTALMENTE LAS LAGUNAS LOS FRANCO Y DEL MEDIO, EN ÉPOCA DE SEQUÍA, MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR - ESTADO BOLÍVAR**. Trabajo final de grado, Ciudad Bolívar, Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (M.A.R.N). Dirección de Educación ambiental. Región Bolívar (1.989). **LAGUNAS DEL MEDIO Y LOS FRANCO**. Elaborado y Producido por difusión ambiental. Ciudad Bolívar. Noviembre pp. 21.

Mendoza S., V. (2.000). **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO)**, Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra y Minera Hecla Venezuela, C.A.

Mendoza S., V. (2.002). **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA**. Ciudad Bolívar.

Morales, M. (2.002). **GUÍA DE INGENIERÍA AMBIENTAL SOBRE AGUAS RESIDUALES**. Ciudad Bolívar pp. 15

Pinto Á. y Farreras R. (1.994). **OBSERVACIONES AMBIENTALES E INGENIERILES PARA LA RECUPERACIÓN DE LAS LAGUNAS DEL MEDIO Y LOS FRANCO. CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR** pp. 254.

Servicio de Meteorología de la Aviación. **RESUMEN CLIMATOLOGICO, DEL LOS AÑOS 1997 AL 2007**. Estación meteorológica Ciudad Bolívar – Estado Bolívar.

Silva, J. T.A (1.979). **ESTUDIO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LA LAGUNA DE LOS FRANCO DE CIUDAD BOLÍVAR** pp. 20.

Stralher, A. (1.992). **GEOGRAFÍA FÍSICA**. Editorial Omega, 3ra Edición. Barcelona España pp 354.

Teixeira W., tassinari, CC. G., Szabó G.A.L., Mondin M., Sato K, Santo A.P, Siso C.S., 2.000. **ND ISOTOPIC CONSTRAINTS ON THE PROTOLITH AGE OF THE ARECHEAN IMATACA COMPLEX**, Venezuela. En: 31 Int. Geol. Congress, Rio de Janeiro, brazil Agosto 2.000.

The National Sanitation Foundation-NSF International (2.003). **WATER QUALITY INDEX**, 19 de octubre de 2.003, <http://www.nsfconsumer.org/environment/wqi.asp>

Whitten D y Brooks JR (1.972). **DICCIONARIO DE GEOLOGÍA**. Alianza Editorial, Madrid. pp. 343.

## **ANEXOS**

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

<b>Título</b>	Caracterización Geológica Ambiental de las lagunas de “Los Francos” y “Del Medio” en la época de lluvia, Municipio Heres, Ciudad Bolívar – Estado Bolívar.
<b>Subtítulo</b>	

### Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
<b>Petrocelli C., Helena M.</b>	<b>CVLAC</b>	<b>17046294</b>
	<b>e-mail</b>	helenmary_05@hotmail.com
	<b>e-mail</b>	
<b>Parra G., Alexis D.</b>	<b>CVLAC</b>	<b>17381304</b>
	<b>e-mail</b>	alex3215@hotmail.com
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

### Palabras o frases claves

<b>Caracterización Geológica</b>
<b>Laguna los Francos</b>
<b>Laguna del Medio</b>
<b>Ambiental</b>

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

### Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Departamento de Geología	Geología

### Resumen (abstract):

El área de estudio se encuentra ubicada en la planicie de inundación del río Orinoco, al noreste de Ciudad Bolívar, entre las coordenadas UTM 900.500 – 901.000 Norte y 443.000 – 442.000 Este del Estado Bolívar. El objetivo de esta investigación es Caracterizar geológica y ambientalmente las lagunas “Los Francos” y “Del Medio”, ubicadas en el Municipio Heres del estado Bolívar, para la época de lluvia que caracteriza a la región. La investigación desarrollada fue de Tipo descriptiva bajo la modalidad de proyecto factible, con un diseño Documental y de campo. La evaluación realizada al sistema de las Laguna de Los Francos y Del Medio, permitió caracterizar a las Comunidades: Vista Alegre, La Lorena, Mereyal y los Coquitos. Las actividades realizadas se enfocaron en las características (Geología y ambiente) del área. En este estudio se identificaron en campo unidades geológicas y su descripción geológica, así como también parámetros contaminantes presentes en el área y elaborar un plan de recuperación del sistema lagunar, para lo cual se realizó el Muestreo de sedimentos y agua. La geología de la zona evidenció tres unidades geológicas el Complejo de Imataca, la Formación Mesa y los Sedimentos Recientes. En evaluación física se practicó análisis de suelo y análisis de aguas de las Lagunas, En el primer caso, la excavación de ocho (8) calicatas se registró que el suelo presenta características Granulométricas, químicas, dando como resultado suelos con un 70% arenas y una fracción de material fino de 15% Corresponde a la clase textural de arena arcilloso, con un pH ácido característico de los suelos Ultisoles (presentes en el Estado Bolívar) en el segundo caso se evidenció la Presencia de bacterias y organismos patógenos, que según la norma Sanitaria no son Aptas para el Consumo humano, de las mismas se determinó que el desarrollo habitacional presente es desordenado (invasión), lo que origina un impacto al ecosistema de las lagunas de Los Francos y Del medio. La caracterización de aguas de acuerdo al Decreto N°883 de la Gaceta Oficial 5021 de la Constitución de la República de Venezuela del año 1.995 las aguas de la laguna de Los Francos y Del Medio, está dentro del renglón de aguas destinadas a Balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercio y de subsistencia. Todo esto tomando en cuenta el número más probable de Coliformes totales. De allí se concluyó Implementar un plan de siembra de Heliconia que permita minimizar el grado de contaminación Presente en el ecosistema de las Lagunas de Los Francos y Del Medio.

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

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
<b>Abud Jorge</b>	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input checked="" type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
<b>Romero Ana</b>	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
<b>Difelice Amado</b>	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

**Fecha de discusión y aprobación:**

Año	Mes	Día
2011	06	23

**Lenguaje: Spa**

Requerido. Lenguaje del texto discutido y aprobado Codificado usando ISO-639-2. El código para español o Castellano es spa. El código para ingles es en. Si el lenguaje Se especifica, se asume que es el ingles (en).

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

<b>Nombre de archivo</b>
<b>TESIS – Caracterización Geológica Ambiental.doc</b>

**Alcance:**

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

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

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

**Geólogo** \_\_\_\_\_

**Nivel Asociado con el Trabajo:** **Pregrado** \_\_\_\_\_

**Área de Estudio:**

**Departamento de Geología** \_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

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



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

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

Estimado Profesor Martínez:

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

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

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
SISTEMA DE BIBLIOTECA  
RECIBIDO POR *Martínez*  
FECHA *5/8/09* HORA *5:30*  
Cordialmente,  
*Juan A. Bolaños Curvelo*  
JUAN A. BOLANOS CURVELO  
Secretario

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

JABC/YGC/maruja

Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

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

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



---

**Autor 1**



---

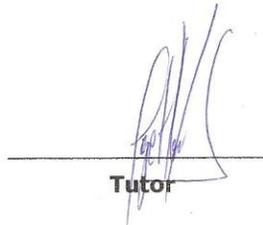
**Autor 2**

---

**Autor 3**

---

**Autor 4**



---

**Tutor**