



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS

NATURALES RENOVABLES

CARRERA INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL
MEDIO AMBIENTE

TITULO:

“INVENTARIO DE FUENTES CONTAMINANTES EN EL ESTERO
ORIENCO Y SUS CONSECUENCIAS AMBIENTALES MEDIANTE
LA APLICACIÓN DE UN SIG, EN EL CANTÓN LAGO AGRIO,
PROVINCIA DE SUCUMBÍOS.”

Tesis previa a la obtención del Título de
Ingeniera en Manejo y Conservación del
Medio Ambiente

AUTORA:

Carla Natalí Varela Guadalupe

DIRECTOR:

Ing. Laura Esperanza Capa Puglla., Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR

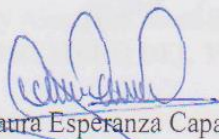
2016

ING. LAURA ESPERANZA CAPA PUGLLA., MG. SC.
DOCENTE DE LA CARRERA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL
MEDIO AMBIENTE DEL PLAN DE CONTINGENCIA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, SEDE NUEVA LOJA.

CERTIFICA:

Que el presente Trabajo de Titulación titulado “INVENTARIO DE FUENTES CONTAMINANTES EN EL ESTERO ORIENCO Y SUS CONSECUENCIAS AMBIENTALES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN SIG, EN EL CANTÓN LAGO AGRIO, PROVINCIA DE SUCUMBÍOS.”, desarrollado por la señorita CARLA NATALÍ VARELA GUADALUPE, ha sido elaborado bajo mi dirección y cumple con los requisitos de fondo y de forma que exigen los respectivos reglamentos e instructivos. Por ello autorizo su presentación y sustentación.

Nueva Loja, 08 de Junio de 2016



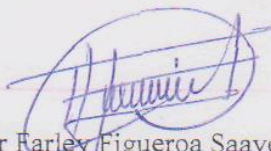
Ing. Laura Esperanza Capa Puglla., Mg. Sc
DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

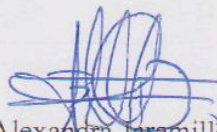
Nueva Loja, 25 de Julio de 2016

Los Miembros del Tribunal de Grado abajo firmantes, certificamos que el Trabajo de Titulación denominado **“INVENTARIO DE FUENTES CONTAMINANTES EN EL ESTERO ORIENCO Y SUS CONSECUENCIAS AMBIENTALES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN SIG, EN EL CANTÓN LAGO AGRIO, PROVINCIA DE SUCUMBÍOS.”**, presentado por la señorita: Carla Natalí Varela Guadalupe, estudiante de la carrera de Mañejo y Conservación del Medio Ambiente del Plan de Contingencia de la Universidad Nacional de Loja, Sede Nueva Loja, ha sido corregida y revisada; por lo que autorizamos su presentación.

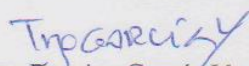
Atentamente;



Ing. Hilter Farley Figueroa Saavedra., Mg.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Betty Alexandra Jaramillo Tituaña., Mg.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Fausto Ramiro García Vasco., Mg.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AUTORÍA

Yo CARLA NATALÍ VARELA GUADALUPE, declaro ser autora de la tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

AUTORA: Carla Natalí Varela Guadalupe.

FIRMA: 

CÉDULA: 2100236369

FECHA: Loja, Agosto de 2016

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo Carla Natalí Varela Guadalupe declaro ser autora de la tesis titulada "INVENTARIO DE FUENTES CONTAMINANTES EN EL ESTERO ORIENTO Y SUS CONSECUENCIAS AMBIENTALES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN SIG, EN EL CANTÓN LAGO AGRIO, PROVINCIA DE SUCUMBÍOS." como requisito a optar al grado de: Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Digital Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 03 días del mes de Agosto del 2016, firma la autora:

FIRMA: 

AUTORA: Carla Natalí Varela Guadalupe

CÉDULA 2100236369

DIRECCIÓN: Nueva Loja- Barrio Vencedores, Calle Amazonas

CORREO ELECTRÓNICO: carla100gv@hotmail.com

TELÉFONO: 062366900

CELULAR: 0939347872

DATOS COMPLEMENTARIOS:

DIRECTORA DE TESIS: Ing. Laura Capa Mg. Sc.

TRIBUNAL DE GRADO:

Ing. Hilter Figueroa Mg. Sc (Presidente)

Ing. Betty Jaramillo Mg. Sc. (Miembro de Tribunal)

Ing. Fausto García Mg. Sc. (Miembro de Tribunal)

“La excusa más absurda para no hacer algo, es decir no puedo; el que quiere puede, y el que pudo quiso”

DEDICATORIA

Las personas que siempre han estado a mi lado para darme apoyo, ayudarme a levantarme tras cada caída, y empujarme en cada ocasión que me detengo, son el pilar fundamental de mi vida; razones por las cuales dedico este trabajo de titulación a mis incondicionales padres, hermana, sobrino y esposo, fieles testigos del esfuerzo y trabajo depositado por mi parte para culminar con éxito la presente investigación.

AGRADECIMIENTO

Con determinación y fortaleza, agradezco a la Universidad Nacional de Loja por acogerme en su seno y permitirme culminar con éxito mis estudios superiores.

A más de cumplir con su trabajo fielmente, son mentores y amigos que cuentan con la experiencia necesaria para guiarme en la elaboración del presente trabajo, por ello agradezco infinitamente a mi tutor de tesis, Ingeniera Laura Capa, por la confianza depositada en mí y en mis capacidades.

Agradezco al Dr. Luis Villacreces, jefe del laboratorio ambiental de Petroecuador Lago Agrio, por las facilidades prestadas para hacer uso del laboratorio.

De forma especial agradezco a todas aquellas personas que directa e indirectamente cooperaron en la elaboración del trabajo de campo, experiencias gratas guardadas en la memoria y en el corazón, más que colaboradores y compañeros, son amigos incondicionales.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN DIRECTORA DE TESIS	ii
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	iii
AUTORÍA	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xvi
A. TÍTULO	1
B. RESUMEN	2
C. INTRODUCCIÓN	4
D. REVISIÓN DE LITERATURA	7
4.1. Sistema de información geográfica (SIG).....	7
4.1.1. Definición	7
4.1.2. Introducción de datos	7
4.1.3. Modelos de datos	7
4.2. Aplicación de los SIG al medio ambiente.....	8
4.2.1. Concentración de Contaminantes	8
4.2.2. Estudios de Especies	9
4.2.3. Impacto Ambiental de Obras	9
4.3. Calidad del agua.....	10
4.3.1. Contaminación del agua.....	10
4.3.2. Indicadores de la calidad del agua	10
4.3.3. Químicos.....	10
4.3.4. Físicos	18
4.3.5. Biológicos	19

4.4.	Plan de Manejo Ambiental.....	19
4.4.1.	Programa de mitigación	20
4.4.2.	Programa de contingencias	21
4.4.3.	Programa de salud y seguridad ocupacional.....	21
4.4.4.	Programa de educación ambiental y difusión	21
4.4.5.	Programa de relaciones comunitarias y medidas compensatorias	21
4.4.6.	Programa de cierre y abandono.....	22
4.4.7.	Programa de monitoreo y seguimiento ambiental	22
4.4.8.	Programa de recuperación.....	22
4.5.	Marco Legal	23
4.5.1.	Constitución de la república del Ecuador	23
4.5.2.	TULSMA	29
4.5.3.	LEY DE AGUAS.....	31
4.5.4.	ORDENANZAS MUNICIPALES	32
4.6.	Marco conceptual.....	33
E.	MATERIALES Y MÉTODOS	35
5.1.	Materiales.....	35
5.1.1.	Equipos	35
5.1.2.	Herramientas	35
5.1.3.	Equipos de laboratorio	35
5.1.4.	Materiales de laboratorio	36
5.1.5.	Reactivos.....	37
5.2.	Métodos.....	37
5.2.1.	Ubicación política y geográfica del área de estudio	37
5.2.2.	Ubicación política	37
5.2.3.	Ubicación geográfica	40
5.2.4.	Descripción del área de estudio	41
5.3.	Aspectos biofísicos y climáticos.....	42
5.3.1.	Aspectos biofísicos	42
5.4.	Aspectos climáticos	44
5.5.	Geología.....	47
5.6.	Geomorfología	48

5.7.	Hidrografía.....	48
5.7.1.	Cuenca del Río Putumayo.....	49
5.7.2.	Cuenca del Río Napo	49
5.8.	Demografía	49
5.9.	Tipo de investigación/estudio	50
5.10.	Inventariar las fuentes contaminantes en el estero Orienco mediante la aplicación de un SIG, y una evaluación ecológica rápida en el cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.....	51
5.10.1.	Delimitación del área de Estudio	51
5.10.2.	Delimitación de las áreas de contaminación dentro del área de estudio.....	51
5.10.3.	Toma de puntos GPS	52
5.10.4.	Elaboración de tablas de puntos de control.....	53
5.10.5.	Georreferenciación.....	53
5.10.6.	Efectuar una evaluación ecológica rápida.....	53
5.11.	Evaluar la calidad del agua del Estero Orienco mediante el análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos en el Cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.....	54
5.11.1.	Muestreo de agua	54
5.11.2.	Metodología de análisis de laboratorio	56
5.11.3.	Indicadores de calidad del agua	67
5.11.4.	Cálculo del índice de calidad de aguas	68
5.11.5.	Caracterización física, química y microbiológica de las aguas provenientes de las fuentes de descarga.....	69
5.12.	Elaborar un Plan de Manejo Ambiental para las fuentes contaminantes en el Estero Orienco, cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos.....	70
F.	RESULTADOS	72
6.1.	Inventariar las fuentes contaminantes en el estero Orienco mediante la aplicación de un SIG, y una evaluación ecológica rápida en el cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.....	72
6.2.	Evaluar la calidad del agua del Estero Orienco mediante el análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el Cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.	77
6.2.1.	Cálculo del índice de calidad de aguas (ICA).....	77

6.2.2.	Conteo de macroinvertebrados	80
6.2.3.	Aforo de caudales	81
6.2.4.	Caracterización física, química y microbiológica de las aguas provenientes de las fuentes de descarga.....	83
6.3.	Elaborar un Plan de Manejo Ambiental para las fuentes contaminantes en el Estero Orienco, cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos.....	91
6.3.1	Programa de Prevención y Mitigación de Impactos	94
6.3.1.	Programa de manejo de desechos peligrosos y no peligrosos	96
6.3.2.	Programa de capacitación y educación ambiental	102
6.3.3.	Programa de monitoreo y seguimiento ambiental	105
6.3.4.	Programa de rehabilitación de áreas contaminadas	109
G.	DISCUSIÓN	112
7.1.	Ubicar las fuentes que aportan mayor contaminación en el área de estudio aplicando un SIG, y realizar una evaluación ecológica rápida en el cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.....	112
7.2.	Evaluar la calidad del agua del Estero Orienco mediante el análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el Cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.	114
7.3.	Elaborar un Plan de Manejo Ambiental para las fuentes contaminantes en el Estero Orienco, cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos.....	116
H.	CONCLUSIONES.....	117
I.	RECOMENDACIONES	119
J.	BIBLIOGRAFÍA.....	120
K.	ANEXOS.....	126

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Descripción	Pág.
Tabla 1.	Parámetros meteorológicos estación meteorológica de la Dirección de Aviación Civil de Lago Agrio	44
Tabla 2.	Cálculo del ICA	77
Tabla 3.	Caudales medidos en cada segmento del Estero Orienco	81
Tabla 4.	Mediciones de pH comparadas con el TULMA.....	83
Tabla 5.	Mediciones de C.E. comparadas con el TULMA	84
Tabla 6.	Mediciones de Hidrocarburos totales del petróleo comparado con el TULSMA.....	85
Tabla 7.	Mediciones de sustancias activas al azul de metileno comparadas con el TULSMA.....	86
Tabla 8.	Mediciones de Turbidez comparadas con el TULMA	87
Tabla 9.	Mediciones de color real comparados con el TULMA	88
Tabla 10.	Mediciones de Plomo comparados con el TULSMA	89
Tabla 11.	Mediciones de Hierro comparadas con TULSMA.....	90
Tabla 12.	Mediciones de Coliformes fecales comparados con el TULSMA..	90
Tabla 13.	Presupuesto para el programa de prevención y mitigación de impactos	95
Tabla 14.	Presupuesto para el programa de manejo de desechos peligrosos y no peligrosos	102
Tabla 15.	Presupuesto estimado para el programa de capacitación y educación ambiental.....	105
Tabla 16.	Presupuesto para el programa de monitoreo del agua y cargas contaminantes del Estero Orienco.....	108
Tabla 17.	Presupuesto para el programa recuperación de áreas contaminadas.....	110
Tabla 18.	Cronograma valorado del Plan de Manejo ambiental para el Estero Orienco.....	111

ÍNDICE DE CUADROS

Nº	Descripción	Pág.
Cuadro 1.	Flora más sobresaliente en el Estero Orienco	42
Cuadro 2.	Flora más sobresaliente en el Estero Orienco	44
Cuadro 3.	Parámetros físicos y químicos analizados.....	68
Cuadro 4.	Principales señaléticas de seguridad que deben implementar las lavadoras, lubricadoras y mecánicas	100

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	Descripción	Pág.
Gráfico 1.	Precipitación media anual	45
Gráfico 2.	Humedad media anual, media máxima, y media mínima	46
Gráfico 3.	Temperatura media anual, media máxima, y media mínima	46
Gráfico 4.	Mediciones de pH comparadas con el TULSMA	83
Gráfico 5.	Mediciones de C.E. comparadas con el TULSMA	84
Gráfico 6.	Mediciones de TPH comparadas con el TULSMA	85
Gráfico 7.	Mediciones de MBAS comparadas con el TULSMA.....	86
Gráfico 8.	Mediciones de Turbidez comparadas con el TULSMA.....	87
Gráfico 9.	Mediciones de color real comparados con el TULMA.....	88
Gráfico 10.	Mediciones de Plomo comparados con el TULSMA	89
Gráfico 11.	Mediciones de Hierro comparadas con TULSMA	90
Gráfico 12.	Mediciones de Coliformes fecales comparados con el TULSMAElaborado por: La autora	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Descripción	Pág.
Figura 1.	Mapa de ubicación política.....	39
Figura 2.	Ubicación geográfica del área de estudio.....	40
Figura 3.	Hidrografía del Cantón Lago Agrio.....	48
Figura 4.	División del Estero Orienco en 10 puntos de muestreo	52
Figura 5.	Representación de las mediciones	67
Figura 6.	Total de fuentes de contaminación Fuente: GADMLA, 2015.....	72
Figura 7.	Fuentes de contaminación en el segmento 1	73
Figura 8.	Fuentes de contaminación en el segmento 2	74
Figura 9.	Fuentes de contaminación en el segmento 3	75
Figura 10.	Muestreo de macroinvertebrados.....	81
Figura 11.	Calidad del Agua en el Estero Orienco	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Descripción	Pág.
Anexo 1.	Hoja de cálculo de aforo de caudales del Estero Orienco	126
Anexo 2.	Cadena de custodia.....	127
Anexo 3.	Informe de ensayos de muestras de fuentes contaminantes del Estero Orienco realizados en el laboratorio LABSA	128
Anexo 4.	Técnicas generales para la conservación de muestras - análisis físico-químico.	135
Anexo 5.	Libro VI, Anexo I, Tabla 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.	138
Anexo 6.	Libro VI, Anexo I, Tabla 4. Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de la calidad de las aguas.	139
Anexo 7.	Rangos de alcalinidad.....	139
Anexo 8.	Comparación entre los resultados obtenidos y el TULSMA.....	140
Anexo 9.	Parámetros que no cumplen con el límite permisible	142
Anexo 10.	Valores constantes para cada parámetro del cálculo del índice de calidad de aguas.	143
Anexo 11.	Artículos más relevantes a tomar en cuenta en una propuesta.	143
Anexo 12.	Consecuencias ambientales producidas por parámetros que no cumplen con el límite permisible.	144
Anexo 13.	Ficha de toma de puntos.	146
Anexo 14.	Ficha de registro para conteo de macroinvertebrados.....	146
Anexo 15.	Tipificación de actividades por coordenada en el segmento 1	147
Anexo 16.	Tipificación de actividades por coordenada en el segmento 1	148
Anexo 17.	Tipificación de actividades por coordenada en el segmento 1	148
Anexo 18.	Fotografías	150

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

N°	Descripción	Pág.
Foto 1.	Envases adecuados para el almacenamiento de desechos líquidos peligrosos forma correcta de acumularlos	99
Foto 2.	Estableciendo puntos de muestreo	150
Foto 3.	Punto de muestreo N° 1.....	150
Foto 4.	Cruce del Estero por Lubrioro.....	151
Foto 5.	Punto de muestreo N° 3.....	151
Foto 6.	Cruce del Estero por el parque recreativo.	152
Foto 7.	Cruce del Estero por la Avenida Petrolera.	152
Foto 8.	Recolección de macroinvertebrados.....	153
Foto 9.	Medición en campo de parámetros físicos y recolección de macroinvertebrados.....	153
Foto 10.	Foco de contaminación proveniente de lavadora y lubricadora.	154
Foto 11.	Contaminación de las riveras del Estero con residuos provenientes del petróleo.....	154
Foto 12.	Toma de muestra de agua del alcantarillado municipal	155
Foto 13.	Toma de muestra de una lavadora y lubricadora.....	155
Foto 14.	Aportación de cargas contaminantes en el Estero Orienco	156
Foto 15.	Recepción de muestras en el laboratorio.....	156
Foto 16.	Etiquetado de muestras.....	157
Foto 17	Mediciones de laboratorio para coliformes fecales	157
Foto 18.	Ensayos de hidrocarburos totales del petróleo	158
Foto 19.	Equipo de medición de parámetros físicos.....	158
Foto 20.	Digestor de muestras para demanda bioquímica de oxígeno	159
Foto 21.	Medidor multiparámetro HACH	159
Foto 22.	Análisis de sólidos sedimentables	160
Foto 23.	Ensayo de sólidos totales.....	160

A. TÍTULO

**“INVENTARIO DE FUENTES CONTAMINANTES EN EL ESTERO
ORIENCO Y SUS CONSECUENCIAS AMBIENTALES MEDIANTE LA
APLICACIÓN DE UN SIG, EN EL CANTÓN LAGO AGRIO, PROVINCIA
DE SUCUMBÍOS.”**

B. RESUMEN

Este estudio se centra en contabilizar el total de fuentes de contaminación directa en el Estero Orienco, Provincia de Sucumbíos. La longitud del área de estudio es de 6.878,48m dentro del perímetro urbano, que a su vez se dividió en tres segmentos divisorios y en un total de diez puntos de muestreo. Mediante la aplicación del SIG ArcGis 9.8, se distribuyó las fuentes de contaminación en los tres segmentos, siendo un total de 96 tipificados en actividades comerciales y cotidianas de un hogar. Se realizó una evaluación ecológica rápida de flora y fauna para recabar datos de su permanencia en el sitio. Se analizó un total de 29 parámetros físicos y químicos, para determinar cuántos se encuentran fuera del límite permisible y las cargas contaminantes aportadas por las fuentes de contaminación según su tipo; para el cálculo del índice de calidad de aguas se requirió analizar pH, oxígeno disuelto, DBO₅, conductividad eléctrica, sólidos totales, coliformes fecales, nitratos, cadmio, níquel, DQO, fenoles, vanadio, MBAS y TPH. La ausencia de macroinvertebrados evidencia que las condiciones necesarias para su desarrollo son muy deficientes. Se cuantificó el Índice de Calidad de Aguas (ICA) para las diez muestras tomadas, y se calificó de acuerdo a la siguiente escala <25 MUY MALA, <50 MALA, <70 MEDIA, <90 BUENA y =<100 EXCELENTE. Se propuso como alternativa de solución el Plan de Manejo Ambiental para las actividades antrópicas desarrolladas en el área de estudio.

Palabras Clave: Sistema de Información Geográfica (SIG), parámetros de laboratorio, Índice de Calidad de Aguas (ICA), Alternativas de solución.

SUMMARY

This study focuses on counting the total direct sources of pollution in the Estero Orienco, Sucumbios Province. The length of the study area is 6.878,48m within city limits, which in turn was divided into three segments and dividing a total of ten sampling points. By applying GIS ArcGis 9.8, sources of pollution was distributed in all three segments, with a total of 96 established in commercial and daily activities of a home. Rapid ecological assessment of flora and fauna was conducted to collect data from their stay on the site. a total of 29 physical and chemical parameters are analyzed to determine how many are beyond the permissible limit and pollutant loads supplied by pollution sources by type; for calculating the water quality index it was required to analyze pH, dissolved oxygen, DBO₅, electrical conductivity, total solids, fecal coliform, nitrates, cadmium, nickel, COD, phenols, vanadium, MBAS and TPH. The absence of macroinvertebrates evidence that the conditions necessary for their development are very poor. The Water Quality Index (ICA) was quantified for the ten samples, and was rated according to the following scale <25 VERY BAD, <50 MALA, <70 MEDIA, <90 BUENA y = <100 EXCELLENT. It was proposed as an alternative solution the Environmental Management Plan for anthropogenic activities in the study area.

Keywords: Geographic Information System (GIS), laboratory parameters, Water Quality Index (ICA), alternative solutions.

C. INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos más importantes para la vida en el planeta, los seres humanos dependemos de su disponibilidad no sólo para el consumo doméstico, sino también para el funcionamiento y la continuidad de las actividades agrícolas e industriales. Un problema importante relacionado con la posibilidad de utilizar el agua es su grado de contaminación, si no tiene la calidad adecuada puede agravar el problema de la escasez. Las aguas de los cuerpos superficiales y subterráneos se contaminan por las descargas sin procedimiento de depuración previo, de aguas municipales e industriales, así como por los arrastres que provienen de las zonas que practican actividades agrícolas y pecuarias. Aun cuando el tema del agua se ha centrado principalmente en las necesidades humanas, es indispensable destacar su importancia como elemento clave para el funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas naturales y su biodiversidad. Sin el agua que garantice su función y mantenimiento, los ecosistemas naturales se degradan, pierden su biodiversidad y con ello dejan de proveer o reducen la calidad de las servidumbres ambientales.

Aprovisionar de agua limpia de fuentes superficiales es el mayor problema de los países no desarrollados, que no cuentan con infraestructura (muy costosa) para separar las aguas contaminadas de las limpias (Guerrero, 2011).

Generalmente, la mayor preocupación sobre la seguridad del agua es ahora la presencia potencial de contaminantes químicos. Éstos pueden incluir productos químicos orgánicos e inorgánicos y metales pesados, procedentes de fuentes industriales, agrícolas y de la escorrentía urbana (Manahan, 2007).

En Ecuador, la contaminación de los recursos hídricos y la degradación de los ecosistemas asociados a ellos son dos de los más grandes problemas que afectan al desarrollo sostenible. Incide en esta situación, el crecimiento poblacional y su creciente demanda de agua, la falta de cumplimiento de normas y la ausencia de

aplicación de sanciones rigurosas a los causantes de impactos ambientales adversos. La calidad del agua se ve alterada por: 1) el vertimiento de aguas residuales, 2) la disposición final de residuos sólidos, y, 3) agroquímicos y nutrientes que por escorrentía se desplazan hacia los cuerpos de agua. Como potenciales agentes de contaminación están los asentamientos poblacionales, las actividades industriales y agropecuarias. La contaminación de los recursos hídricos causada por los desperdicios generados por los municipios y la industria, residuos de la agricultura, la crianza de animales, la minería, petróleo y otros desperdicios sólidos urbanos confieren un escenario perjudicial para la salud de la población en todo el Ecuador y tiene una influencia negativa en los recursos hidrológicos superficiales y en el agua subterránea (CEPAL, 2013).

En el Cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos, la información sobre la contaminación de efluentes es muy reducida, no existen diagnósticos ni caracterizaciones ambientales, sin embargo a simple vista se evidencia el vertimiento de cargas contaminantes en todos los recursos hídricos que atraviezan la ciudad, y, por ende la ausencia de entes competentes en la regulación y control de esta problemática.

La contaminación de las aguas del Estero Orienco, reducen su capacidad de uso impidiendo su aprovechamiento y limitando las fuentes de abastecimiento del cantón Lago Agrio, este problema se hará más evidente a medida que la población incrementa y consecuentemente la demanda del líquido vital. La falta de un inventario que recopile las principales fuentes de contaminación, impide que tomen acciones para mitigar, reducir y prevenir su polución del Estero Orienco, haciendo de este un foco de contaminación no solo en el aspecto visual y efluvio, sino también de otros recursos hídricos en los que desemboca.

Para la realización de la investigación se ha planteado los siguientes objetivos:

Objetivo General

- Desarrollar un inventario de fuentes contaminantes en el estero Orienco mediante la aplicación de un SIG y sus consecuencias ambientales, en el cantón lago agrio, provincia de sucumbíos.

Objetivos específicos

- Inventariar las fuentes contaminantes en el estero Orienco mediante la aplicación de un SIG, y una evaluación ecológica rápida en el cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.
- Evaluar la calidad del agua del Estero Orienco, mediante el análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el Cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.
- Elaborar un Plan de Manejo Ambiental para las fuentes contaminantes en el Estero Orienco, cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos.

D. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Sistema de información geográfica (SIG)

4.1.1. Definición

Un sistema de información es un conjunto de elementos ordenadamente relacionados entre sí de acuerdo a ciertas reglas. Sus principales componentes son: contenido, equipo básico, equipo lógico, administrador y usuarios. Los SIG, aunque den la impresión de ser aplicaciones meramente prácticas, basadas en un programa concreto, trabajan con una metodología propia y poseen un núcleo teórico importante en el que se combinan conceptos de diferentes disciplinas (topología, estadística espacial, geometría computacional) (Lantada, 2004).

4.1.2. Introducción de datos

La información necesaria de un SIG puede dividirse en dos grandes bloques: la información gráfica y la información alfanumérica.

4.1.3. Modelos de datos

Para trabajar con un SIG es necesario en primer lugar introducir la información geográfica en un sistema de información y realizar una modelización de la realidad, siendo los dos modelos de datos más empleados el vectorial y el raster.

Si se desea disponer de información de una amplia zona sin importar los límites de los objetos, se emplean los datos raster con los que se dispone de información continua.

Sin embargo, si los límites de las entidades geográficas tienen gran importancia para la aplicación y se quieren recoger los elementos de forma individual, se elegirá un modelo vectorial (Amparo, 2005).

4.2. Aplicación de los SIG al medio ambiente

Los sistemas de información geográfica que se centran en el estudio del medio ambiente y los recursos naturales, se pueden definir como aplicaciones implementadas por instituciones dedicadas a temas medioambientales facilitando una ayuda fundamental en trabajos tales como:

4.2.1. Concentración de Contaminantes

Otra posible aplicación de los SIG es la determinación de la concentración de los diferentes contaminantes atmosféricos de una zona, así como las fuentes que los producen: de los que se derivan para poder realizar métodos de reducción de la misma, como puede ser el uso de carbones activados, condensadores, recirculación de gases de escape, etc.

En primer lugar deberán determinarse las fuentes emisores como pueden ser las viviendas, el tráfico y el sector industrial.

Los gases contaminantes principales que se pueden tener en cuenta en este tipo de estudios pueden ser: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno y azufre, metano (CH₄) y ozono (O₃), compuestos orgánicos volátiles (COV) y partículas (Lantada, 2004).

4.2.2. Estudios de Especies

Son muy útiles en los estudios de zonificación de especies, es decir, en los que tenemos que separar especies que están muy próximas por zonas diferenciadas.

Si las especies son vegetales, se aplican distintas variables, como la altura, pendiente, amplitud del relieve, etc. Conocer la distribución de las especies forestales, es un factor muy importante a tener en cuenta a la hora del manejo forestal.

En el caso de especies animales, se pueden utilizar para realizar la modelización de un tipo de hábitat potencial de una especie en concreto. Su importancia radica en poder estudiar, disponiendo de la mayor información posible, especies protegidas o en peligro de extinción, teniendo en cuenta, por ejemplo, zonas de cría, de hibernación y de alimentación (Ambientum, 2010).

4.2.3. Impacto Ambiental de Obras

Mediante los SIG se puede determinar el impacto que puede suponer una obra determinada sobre el medio ambiente. Se puede determinar, por ejemplo, el impacto que causaría el trazado de una autovía sobre un paraje.

Esto se haría teniendo en cuenta, capas sucesivas de los diferentes factores que interactúan, como pudieran ser: riesgo sísmico, riesgo de deslizamiento del suelo, riesgo geológico, riesgo de inundación, flora y fauna singular, municipios y cauces de ríos, así como la red actual de carreteras existentes. Con la superposición de estas capas y el estudio de los datos asociados a ellas, se podrían establecer las distintas zonas del impacto producido: muy alto, alto, medio y bajo (Ambientum, 2010).

4.3. Calidad del agua

Es el grupo de concentraciones, especificaciones, sustancias orgánicas e inorgánicas y la composición y estado de la biota encontrada en el cuerpo de agua. La calidad del cuerpo de agua muestra variaciones espaciales y temporales debido a factores internos y externos del cuerpo de agua (Gudynas, 2013).

4.3.1. Contaminación del agua

Introducción por el ser humano y sus actividades, directa o indirectamente de sustancias o energía, que da por resultado efectos negativos como: daño de recursos biológicos, daño a la salud humana, impedimento de la realización de actividades acuáticas, impedimento del uso del agua para actividades agrícolas y pecuarias.

La interpretación de los resultados de contaminación se basa directamente en los análisis de laboratorio realizados que permitan brindar un valor cuantitativo a la contaminación para así poder comprender la verdadera dimensión de la contaminación en los sistemas naturales y de las consecuencias producidas (Gudynas, 2013).

4.3.2. Indicadores de la calidad del agua

4.3.3. Químicos

a) Aceites y grasas

En la determinación de aceites y grasas no se mide la cantidad absoluta de una sustancia específica. Más bien, se determinan cuantitativamente grupos de sustancias con características físicas similares sobre la base de su solubilidad común en triclorotrifluoroetano. <<Aceite y grasa>> es cualquier material recuperado como sustancia soluble en triclorotrifluoroetano. Incluye otros materiales extraídos por el

disolvente de una muestra acidificada (tales como los compuestos de azufre, ciertos tintes orgánicos y la clorofila) y no volatilizados durante la prueba. Es importante que esta limitación se entienda con toda claridad. A diferencia de algunos. Componentes que representan elementos químicos, iones, compuestos o grupos de compuestos concretos, los aceites y grasas se definen como por el método utilizado para su determinación (PELCZAR, 2010).

b) Alcalinidad

La alcalinidad es la magnitud fundamental al hablar de la calidad de las aguas de los sistemas fluviales. Una alcalinidad positiva representa condiciones básicas cercanas a la neutralidad: en esas condiciones son generalmente los iones bicarbonato el principal componente regulador ácido. Alcalinidades negativas, por el contrario, indican condiciones ácidas, con escasa capacidad reguladora y en las que las cargas negativas predominantes provienen de aniones fuertemente ácidos, como cloruro, sulfato y nitrato (recuérdese las lluvias ácidas y sus efectos ecológicos.).

El paso de sistemas acuáticos con alcalinidades positivas a negativas representa el pasar de sistemas sanos a sistemas con impacto ácido. La diferencia en la definición de la alcalinidad entre (10.21) y (10.22) es un ejemplo ilustrativo particular de la diversidad de métodos que se encuentran en la bibliografía a la hora de evaluar la alcalinidad: diversidad de métodos que no es importante cuando se miden sistemas con alcalinidad negativa (Figueruelo, 2004)

c) Cloruros

Los cloruros son una de las sales que están presentes en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y de drenaje.

El ion cloruro se encuentra con frecuencia en las aguas naturales y residuales, en concentraciones que varían desde unos pocos ppm hasta varios gramos por litro. Este

ion ingresa al agua en forma natural, mediante el lavado que las aguas lluvias realizan sobre el suelo (Pérez, 2008).

d) Compuestos fenólicos

Definidos como hidroxiderivados del benceno y sus núcleos condensados pueden aparecer en las aguas residuales domésticas e industriales, en las aguas naturales y en los suministros de agua potable. La cloración de tales aguas puede producir clorofenoles olorosos y que producen mal sabor. Los procesos de extracción del fenol en el tratamiento del agua incluyen la supercloración, tratamiento con dióxido de cloro o cloroamina, la ozonización y adsorción con carbón activo (Perry, 2009).

e) Conductividad eléctrica

Es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura de la medición. Las soluciones de la mayoría de los ácidos, bases y sales presentan coeficientes de conductividad relativamente adecuados. A la inversa, las moléculas de los compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas tienen una conductividad escasa o nula (Romero, 2002).

f) Demanda Biológica de Oxígeno (5 días)

Esta prueba determina los requerimientos relativos de oxígeno de aguas residuales, efluentes y aguas contaminadas, para su degradación biológica. Expresa el grado de contaminación de un agua residual por materia orgánica degradable por oxidación biológica (Wheaton, 1987).

g) Demanda Química de Oxígeno

La demanda química de oxígeno (DQO) es la cantidad de oxígeno consumido por las materias existentes en el agua, que son oxidables en condiciones operatorias definidas. La medida corresponde a una estimación de las materias oxidables presentes en el agua, ya sea su origen orgánico o inorgánico.

La determinación de DQO debe realizarse rápidamente después de la toma de muestras, para evitar la oxidación natural. En caso contrario, la muestra podría conservarse un cierto tiempo si se acidifica con ácido sulfúrico hasta $\text{pH} = 2-3$. Sin embargo, esta opción deja de ser fiable en presencia de cloruros (Molero, 2011).

h) Dureza

Originalmente, la dureza del agua se entendió como una medida de su capacidad para precipitar el jabón. El jabón es precipitado preferentemente por los iones de calcio y magnesio. Otros cationes polivalentes también pueden hacerlo, pero estos suelen estar presentes en formas complejas, frecuentemente con componentes orgánicos, y su influencia en el agua suele ser mínima y difícil de determinar. De acuerdo con los criterios actuales la dureza se define como la suma de las concentraciones de calcio y magnesio, ambos expresados como carbonato de cálcico, en miligramos por litro.

Cuando la dureza es numéricamente mayor que la suma de alcalinidades de carbonato y bicarbonato, esta alcalinidad total se denomina <<dureza de carbonato>>; la cantidad de dureza que excede a esta se llama <<dureza no carbonatada>>.

Cuando la dureza es numéricamente igual o menor que la suma de alcalinidades de carbonato y bicarbonato, la dureza de carbonato es igual a la de bicarbonato. La dureza es igual a cero y cientos de miligramos por litro dependiendo de la fuente y del tratamiento al que el agua haya sido sometida (Asimov, 2010).

i) Hidrocarburos totales de petróleo

En ausencia de productos industriales específicamente modificados, el aceite y la grasa están compuestos fundamentalmente de materia grasa de origen animal y vegetal y de hidrocarburos del petróleo. Conocer el porcentaje de cada uno de estos constituyentes en el aceite y grasa total reduce la dificultad de determinar el origen principal del material, y simplifica la corrección de los problemas causados por el aceite y la grasa en el funcionamiento de las centrales de tratamiento de las aguas residuales, y la disminución de la contaminación de los cursos de agua (Mamaní, 2003).

j) Metales: Bario, Cadmio, Calcio, Hierro Total, Magnesio, Níquel, Vanadio

Los efectos de los metales en aguas potables y residuales pueden ser beneficiosos, tóxicos o simplemente molestos. Algunos metales resultan esenciales, mientras que otros pueden perjudicar a los consumidores del agua, a los sistemas de tratamiento de aguas residuales y a las aguas de depósitos. En muchos casos el potencial beneficio depende de la concentración.

Los metales se pueden determinar de forma satisfactoria utilizando métodos de absorción atómica, de plasma de acoplamiento inductivo o colorimétricos, aunque estos últimos son de menos precisión y sensibilidad. Los métodos de absorción incluyen técnicas electrotérmicas y de llama. En general, los métodos de llama se aplican en el caso de concentraciones moderadas en sistemas de matrices simples y

complejas. Los métodos electrotérmicos tienen mayor sensibilidad, en general, si los efectos de la matriz no son tan intensos. Algunos efectos de la matriz pueden compensarse con modificadores de la misma (Fernández, 2001).

k) Nitritos y Nitratos

El nitrato es cuantitativamente reducido a nitrito por la aprobación de la muestra a través de una columna de cadmio bañada en cobre. El nitrito (nitrato más nitrito reducido el original) se determina entonces por diasociación con sulfanilamida seguido por acoplamiento con N- (1-naftil) etilendiamina dihidrocloruro. La resultante colorante soluble en agua tiene un color magenta que se lee a 520 nm. Nitrito solo también puede ser determinada por la eliminación de la columna de la cadmio. El nitrato puede entonces determinado por la resta (Camean, 2009).

l) Oxígeno disuelto

Los niveles de oxígeno disuelto (OD) en aguas naturales y residuales dependen de la actividad física, química y bioquímica del sistema de aguas. El análisis de OD es una prueba clave en la contaminación del agua y control del proceso de tratamiento de aguas residuales (Laintinen, 2007).

m) Potencial Hidrógeno (pH)

La medida de pH es una de las pruebas más importantes y frecuentes utilizadas en el análisis químico del agua. Prácticamente todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual, como la neutralización ácido – base, suavizado, precipitación, coagulación, desinfección y control de la corrosión, dependen del pH. El pH se utiliza en las determinaciones de alcalinidad y dióxido de carbono y en muchos otros equilibrios en ácido – base. A una temperatura determinada, la

intensidad del carácter ácido o básico de una solución viene dada por la actividad del ion hidrógeno o pH (Rodríguez, 2005).

n) Sólidos Sedimentables

Los sólidos sedimentables pueden ser determinados y expresado en función de un volumen (ml/L) o de un peso de mg/L. La prueba volumétrica requiere solamente de un cono de Imhoff y un vaso de plástico o vidrio según el tipo de agua analizada (Alcántara, 1999).

o) Sólidos Suspendidos

Es una medición de la calidad del agua que identifica la carga suspendida llevada por un cuerpo de agua. Brevemente, esta técnica requiere un volumen conocido de agua bien mezclada a ser filtrada por un pre-pesada, precombusted filtro, fibra de vidrio (Campos, 2006).

p) Sólidos Totales

La determinación de los sólidos totales permite estimar los contenidos de materias disueltas y suspendidas presentes en un agua, pero el resultado está condicionado por la temperatura y la duración de la desecación. Su determinación se basa en una medición cuantitativa del incremento de peso que experimenta una cápsula previamente tarada tras la evaporación de una muestra y secado a peso constante a 103-105 °C (García, 2004).

q) Sulfatos

El sulfato (SO₄) se distribuye ampliamente en la naturaleza y puede presentarse en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos a varios miles de

miligramos por litro, los residuos del drenado de minas pueden aportar grandes cantidades de SO₄ debido a la oxidación de la pirita (Valderrama, 2001).

r) Tensoactivos

Son moléculas orgánicas grandes ligeramente solubles en agua y con la capacidad de formar espuma en las plantas de tratamiento y/o superficie del agua donde se realice la descarga que las contenga. Durante la aireación del agua residual, estos compuestos se depositan sobre la superficie de las burbujas de aire, creando una espuma bastante estable. Los detergentes sintéticos generalmente tensoactivos típicos como es el alquilbencen sulfonato (ABS), ocasionan problemas por su alta resistencia a la degradación biológica. Se han sustituido estos tensoactivos por sulfonatos de alquilo lineales, los cuales son biodegradables y ocasionan menos problemas de espuma.

Desde el punto de vista estético, no es deseable la formación de espumas en los ríos. A su vez, la toxicidad de los tensoactivos representa un serio peligro a la flora y fauna acuáticas; aun cuando estas aguas no sean utilizadas para riego, pueden contaminar el suelo y, por consiguiente, afectar los cultivos. Otro problema que resulta de la formación de espuma en las corrientes de agua es que ésta dificulta la transferencia de oxígeno atmosférico al agua, lo cual también afecta las unidades de aireación de las plantas de tratamiento. Además, el contenido de fosfatos de los detergentes, junto con otros nutrientes, contribuye a una sobrepoblación de la flora acuática, especialmente las algas, las que al morir, por acción degradativa de los microorganismos, ocasionan una mayor demanda de oxígeno que resulta perjudicial para los peces y para el propio cuerpo de agua (eutrofización) (Sepúlveda, 2003).

s) Turbidez

La turbidez es debida a la presencia de partículas en suspensión, lo cual afecta el aspecto estético. La turbidez es visible porque la luz incide sobre las partículas que contiene el agua se dispersa.

La unidad de turbidez es la Unidad Nefelométrica de turbidez (UNT) o bien la sigla en inglés NTU. Según la Organización Mundial de la Salud, la turbidez del agua para consumos humano no debe superar las cinco UNT, siendo el ideal valores inferiores a una UNT. La turbidez es visible por encima de cinco UNT (Marín, 2003).

4.3.4. Físicos

a) Color real

El color del agua puede estar condicionado por la presencia de iones metálicos naturales (hierro y manganeso), de humus y turbas, de plancton, de restos vegetales y residuos industriales. Tal coloración se elimina para adaptar un agua a usos generales e industriales. Las aguas residuales industriales coloreadas suelen requerir la supresión del color antes de su desagüe (Restrepo, 2007).

b) Temperatura

La lectura de cifras de temperatura se utiliza en el cálculo de diversas formas de alcalinidad, en estudios de saturación y estabilidad respecto al carbonato de calcio, en el cálculo de la salinidad y en las operaciones generales de laboratorio (Guntiñas, 2009).

4.3.5. Biológicos

a) Macrobentos

Bajo el término macroinvertebrados se agrupan los organismos que se pueden observar a simple vista; es decir: en términos generales, todos aquellos que tienen tamaños superiores a 0,6 mm de largo. Dentro de esta categoría están los políferos, los hidrozooos, los turbelarios, los oligoquetos, los hirudíneos, los insectos, los arácnidos, los crustáceos, los gastrópodos y los bivalvos.

El conocimiento de los ensambles de macroinvertebrados en el neotrópico es aún escaso y su información se encuentra fragmentada y esparcida en numerosas publicaciones europeas y norteamericanas, y algunas suramericanas, de poca circulación (Botello, 2005).

b) Coliformes fecales

Microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *Escherichia coli* y se transmiten por medio de los excrementos. La *Escherichia* es una bacteria que se encuentra normalmente en el intestino del hombre y en el de otros animales. Hay diversos tipos de *Escherichia*; algunos no causan daño en condiciones normales y otros pueden incluso ocasionar la muerte (OPS, 2010).

4.4. Plan de Manejo Ambiental

Es el plan operativo que contempla la ejecución de prácticas ambientales, elaboración de medidas de mitigación, prevención de riesgos, de contingencias y la implementación de sistemas de información ambiental para el desarrollo de las unidades operativas o proyectos a fin de cumplir con la legislación ambiental y garantizar que se alcancen estándares que se establezcan (Correa, 2007).

En el Plan de Manejo Ambiental se presentan las acciones y medidas a implementar para prevenir, mitigar, corregir, controlar y compensar los impactos ambientales predichos en la evaluación de impactos ambientales. Constituye una descripción detallada de las medidas conteniendo toda la información técnica, económica y datos adicionales pertinentes necesarios para respaldar las medidas de mitigación y de implementación propuestas con cronogramas, presupuestos, responsables, etc. Debe presentarse una tabla de resumen en que se incluyan: los impactos identificados, las medidas de mitigación propuestas, los plazos, cronogramas, desglose detallado de los costos (presupuesto), las acciones de monitoreo, los indicadores de cumplimiento y los responsables de la implementación (Villarreal, 2007).

Los programas que constituyen o que están contenidos en el Plan de Manejo Ambiental son:

4.4.1. Programa de mitigación

Corresponde a las medidas de mitigación. Son acciones factibles y eficaces detectadas para reducir o limitar los impactos y sus consecuencias, reparar el daño causado o indemnizar personas afectadas por los mismos. Entre las medidas de mitigación se deben distinguir:

- Aquellas cuyo objetivo es satisfacer las normas, leyes y reglamentos ambientales.
- Aquellas que buscan reducir o limitar el daño ambiental o social, aun cuando no hayan normas, leyes o reglamentos nacionales o locales.

El daño o los impactos que no se mitigarán (no mitigados) deberán ser declarados y estimado cuantitativamente. Las medidas de mitigación de los impactos deben converger con las metas y estrategias para el desarrollo sostenible.

4.4.2. Programa de contingencias

También conocido como respuesta de emergencias, comprende una serie de medidas y acciones de cumplimiento obligatorio por parte de todos los miembros de la organización ejecutora del proyecto implantado, como respuesta a desastres naturales. Las actividades deben examinarse a través de revisiones críticas y de simulaciones en tiempo real. También debe contener un programa de capacitación que permita responder en forma oportuna y efectiva a las emergencias (Puente, 2006).

4.4.3. Programa de salud y seguridad ocupacional

Medidas y acciones dirigidas a precautelar la salud e integridad del elemento humano durante la vida útil del proyecto, en concordancia con las disposiciones legales y reglamentarias sobre la materia (UICN, 2011).

4.4.4. Programa de educación ambiental y difusión

Es la planificación metodológica dirigida a concienciar al personal involucrado en los trabajos, sus familiares y los miembros de las comunidades afectadas por el proyecto, la necesidad de cumplir con las disposiciones ambientales en vigencia y vigilar todo indicio que pueda revelar alteraciones en el ambiente por efecto de las actividades del proyecto (Ávila, 2006).

4.4.5. Programa de relaciones comunitarias y medidas compensatorias

Es el diseño de las actividades tendientes a lograr el establecimiento de consensos entre las comunidades directamente involucradas con el proyecto, la autoridad, la preservación de la vida y el desarrollo local. Estas medidas se sustentan con los datos obtenidos durante la etapa de valoración de impactos en los aspectos socioeconómicos (Detlefsen, 2005).

4.4.6. Programa de cierre y abandono

Describe el destino final del lugar de influencia del proyecto o actividad, una vez que ha concluido su vida útil. Se requiere presentar un programa que explique: las medidas de rehabilitación que se pondrán en marcha (restauración de suelos, restitución de flora, etc., si fuere posible), los planes de utilización del suelo (áreas recreativas, campos deportivos, etc.), compensaciones sociales, etc.). Comprende también el desmantelamiento y demolición de aquellas instalaciones que no vayan a cumplir ninguna función y puedan provocar accidentes, adecuaciones de causes alterados, acondicionamiento de excavaciones y depósitos estériles, etc. (Aspillaga, 2006).

4.4.7. Programa de monitoreo y seguimiento ambiental

El monitoreo consiste en todas aquellas mediciones u observaciones estandarizadas de parámetros claves (productos y variables ambientales) a través del tiempo, su evaluación estadística y el reporte del estado del medio ambiente, con el objeto de definir calidad y tendencias. Dentro del proceso de EIA, el monitoreo debería tender a confirmar la precisión de las predicciones observadas acerca de los impactos ambientales resultantes de la actividad y a detectar impactos no previstos o impactos de mayor relevancia que la esperada (Medellín U. , 2005).

4.4.8. Programa de recuperación

Comprende un conjunto de medidas aplicables a los sectores que ha cesado la intervención del proyecto o actividad. Se lo aplica con el objeto de restituir estos sectores intervenidos, para alcanzar la estabilidad de los terrenos, la rehabilitación biológica de los suelos, la reducción y control de la erosión, la protección de los recursos hídricos, la integración paisajística, etc. (Ambiente, 2004).

4.5. Marco Legal

4.5.1. Constitución de la república del Ecuador

La Constitución Política de la República del Ecuador, reformada por la Asamblea Constituyente en el año de 2008, tomando como referencia los siguientes capítulos y artículos se ha realizado el marco legal aplicable para efectuar esta investigación:

Título II: derechos

Capítulo Segundo.

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 13.- La naturaleza será sujeto de aquellos derechos que le reconozca la Constitución.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

Capítulo Cuarto

Art. 57.- Se reconoce y garantizará a las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, de conformidad con la Constitución y con los pactos, convenios, declaraciones y demás instrumentos internacionales de derechos humanos, los siguientes derechos colectivos:

8. Conservar y promover sus prácticas de manejo de la biodiversidad y de su entorno natural. El Estado establecerá y ejecutará programas, con la participación de la comunidad, para asegurar la conservación y utilización sustentable de la biodiversidad.

12. Mantener, proteger y desarrollar los conocimientos colectivos: sus ciencias, tecnologías y saberes ancestrales; los recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agrobiodiversidad; sus medicinas y prácticas de medicina tradicional, con inclusión del derecho a recuperar, promover y proteger los lugares rituales y sagrados, así como plantas, animales, minerales y ecosistemas dentro de sus territorios; y el conocimiento de los recursos y propiedades de la fauna y la flora. Se prohíbe toda forma de apropiación sobre sus conocimientos, innovaciones y prácticas.

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observaran los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Capítulo Séptimo

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

Título IV: Participación y organización del poder

Capítulo Primero

Art. 240.- Los gobiernos autónomos descentralizados de las regiones, distritos metropolitanos, provincias y cantones tendrán facultades legislativas en el ámbito de sus competencias y jurisdicciones territoriales.

Título V: Organización territorial del estado

Capítulo Quinto

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley.

Título VII: Régimen del buen vivir

Capítulo Segundo: Sección Primera

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental.

Art. 398.- Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado.

Sección sexta Agua

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

Sección séptima Biosfera, ecología urbana y energías alternativas

Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

Art. 415.- El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías.

4.5.2. TULSMA

Desde el año 1999, se vislumbra en la Constitución un interés en los temas ambientales, que se va plasmando en la Ley de Gestión Ambiental, más tarde en TULA hoy TULSMA que es el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente donde se reúne todas las leyes relacionadas a la protección de los recursos naturales, para efectos de la investigación se recurrió al Libro VI Anexo 1. Norma de Calidad Ambiental y de descargas de efluentes: Recurso Agua artículos:

Criterios generales para la descarga de efluentes:

Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua:

Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados.

Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.

Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista sistema de alcantarillado certificado por el proveedor del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de ésta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua.

4.5.3. LEY DE AGUAS

Título ii recursos hídricos

Capítulo i definición, infraestructura y clasificación de los recursos hídricos

Art. 12.- Protección, recuperación y conservación de fuentes. El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

La Autoridad Única del Agua, los Gobiernos Autónomos Descentralizados, los usuarios, las comunas, pueblos, nacionalidades y los propietarios de predios donde se encuentren fuentes de agua, serán responsables de su manejo sustentable e integrado así como de la protección y conservación de dichas fuentes, de conformidad con las normas de la presente Ley y las normas técnicas que dicte la Autoridad Única del Agua, en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional y las prácticas ancestrales.

Art. 13.- Formas de conservación y de protección de fuentes de agua. Constituyen formas de conservación y protección de fuentes de agua: las servidumbres de uso público, zonas de protección hídrica y las zonas de restricción.

Capítulo III derechos de la naturaleza

Art. 64.- Conservación del agua. La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida. En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:

La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares.

- a) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad.
- b) La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico.
- c) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación.
- d) La restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos.

4.5.4. ORDENANZAS MUNICIPALES

Las ordenanzas municipales elaboradas por el GADMLA serán usadas para el presente trabajo para visualizar la regularización de las descargas en los cuerpos de agua dulce, para ello se tomará el Capítulo I, Título I, Artículo 3, que principalmente hace referencia a los principios ambientales y su cumplimiento de acuerdo a la generación de impactos.

4.6. Marco conceptual

Contaminación: Presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos.

Aguas residuales: Agua cuya calidad se vio afectada negativamente por influencia antropogénica. Las aguas residuales incluyen las aguas usadas domésticas y urbanas, y los residuos líquidos industriales o mineros eliminados, o las aguas que se mezclaron con las anteriores (aguas pluviales o naturales). Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación.

Aguas superficiales: Aguas superficiales son aquellas que circulan sobre la superficie del suelo. Esta se produce por la escorrentía generada a partir de las precipitaciones o por el afloramiento de aguas subterráneas.

Afluente: Arroyo o río secundario que lleva sus aguas a otro mayor o principal.

Carga contaminante: Cantidad de contaminante que se encuentran en los diferentes medios (suelos, agua, atmósfera), o que es liberada a los mismos en una unidad de tiempo.

Caudal: Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente.

Bioindicador: Organismo vivo que se utiliza para determinar y evaluar el índice de contaminación de un lugar, especialmente de la atmósfera o del agua.

Autodepuración: Proceso de recuperación de un curso de agua después de un episodio de contaminación orgánica. En este proceso los compuestos orgánicos son diluidos y transformados progresivamente por la descomposición bioquímica, aumentando su estabilidad. Cada etapa se caracteriza por su distinta composición física y química.

Inventario: Recolección y/o reunión de información básica para la gestión de los humedales, incluido el establecimiento de una base de información para actividades de evaluación y monitoreo específicas.

Evaluación: Determinación del estado de los humedales y de las amenazas que pesan sobre ellos, como base para reunir información más específica mediante actividades de monitoreo.

Monitoreo: Reunión de información específica con fines de monitoreo atendiendo a hipótesis derivadas de actividades de evaluación, y aplicación de estos resultados de monitoreo a las actividades de gestión.

E. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

5.1.1. Equipos

- Cámara fotográfica SONY de 16 Mega pixeles y 8 GB de memoria.
- Computador HP
- GPS GARMÍN Montana 650
- Molinete

5.1.2. Herramientas

- Botas
- Guantes
- Impermeable
- Machete
- Mandil
- Pala
- Pica

5.1.3. Equipos de laboratorio

- Balanza analítica
- Baño maría
- Cámara de gases
- Conductivímetro
- Equipo de refrigeración
- Espectrómetro

- Estufa
- HACH
- Lector de Coliformes fecales
- Medidor multiparámetro
- Peachímetro
- Titulador de HACH

5.1.4. Materiales de laboratorio

- Botellas Ámbar
- Botellas de muestras esterilizadas
- Botellas Winkler
- Bureta
- Cápsula de porcelana
- Celdas hach
- Cono de imhoff
- Desecador
- Embudo
- Embudo de destilación
- Embudo para filtros de membrana
- Filtros Whatman, Ø 47 mm.
- Gotero
- Gradilla
- Guantes
- Láminas de incubación de coliformes fecales
- Matraz Erlenmeyer
- Pinza metálica
- Pipeta de 1 y 10.
- Probeta
- Soporte universal

- Vaso de precipitación de 50 y 150 ml

5.1.5. Reactivos

- Ácido Clorhídrico diluido al 0.01 N
- Ácido nítrico
- Ácido sulfúrico
- Agua destilada
- Azul de metileno
- Cloroformo
- Cloroformo
- Fenolftaleína
- Fericianuro potásico
- Ferro Ver
- Nitra Ver 3
- Nitra Ver 5
- Sulfa Ver
- Tetracloruro de Carbono
- Triclorotrifluoroetano

5.2. Métodos

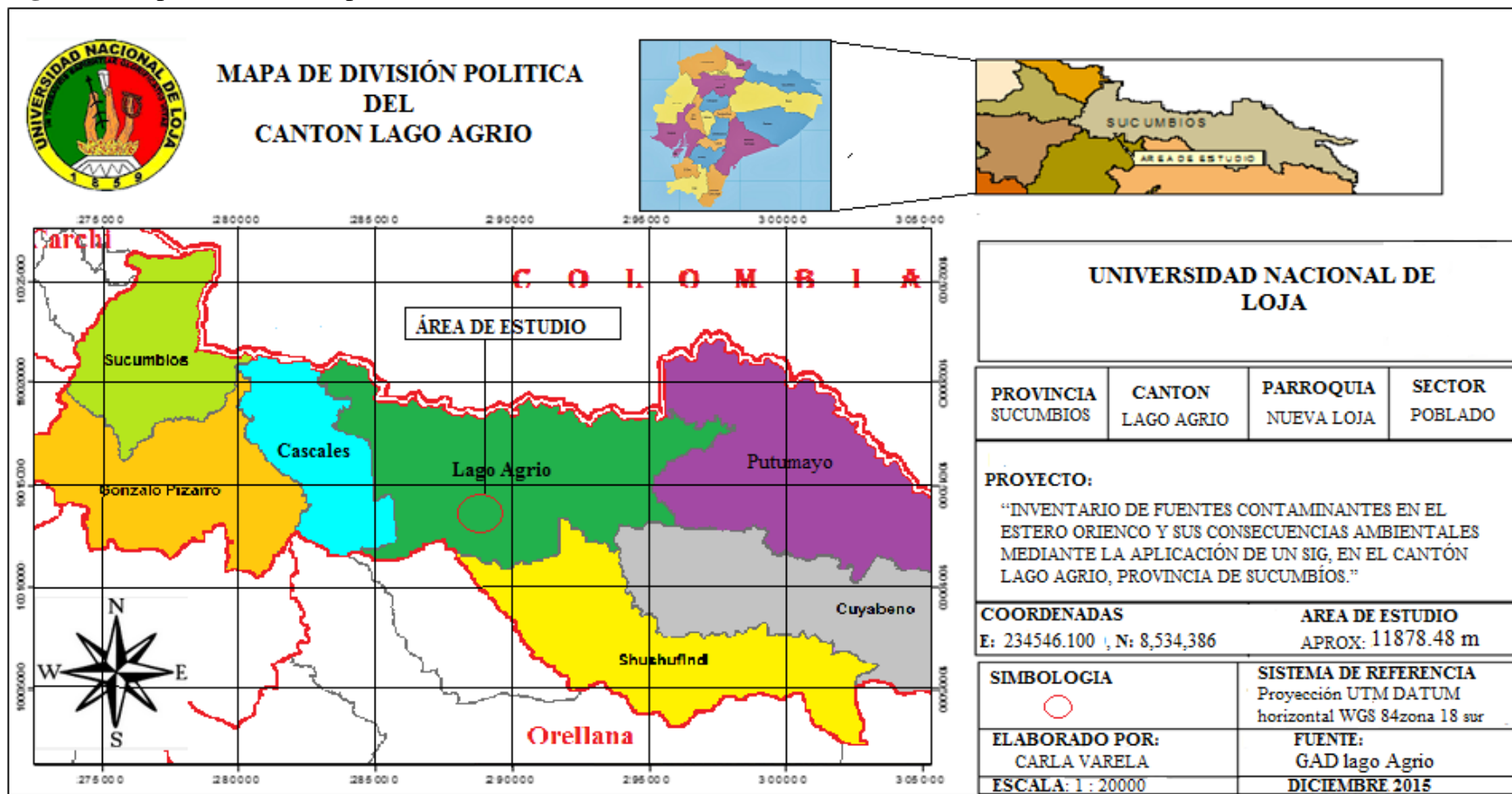
5.2.1. Ubicación política y geográfica del área de estudio

5.2.2. Ubicación política

El Estero Orienco se encuentra ubicado en el país de Ecuador, provincia de Sucumbíos, Cantón Lago Agrio, Parroquia de Nueva Loja.

Limita al norte con el Río Teteye, al sur con Santa Cecilia, al este con el Río Aguarico y al oeste con el Río San Vicente. El efluente es de fácil identificación, debido a que se encuentra atravesando la ciudad desde el kilómetro seis de la vía a Quito, hasta la su desembocadura en el Río Teteye

Figura 1. Mapa de ubicación política



Fuente: GADMLA
 Elaborado por: La autora

5.2.3. Ubicación geográfica

Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio



Fuente: Google Maps
Elaborado por: La autora

a) Latitud

En grados sexagesimales 0°7'11" N en formato DMS

b) Longitud

En grados sexagesimales 76°50'50" W en formato DMS (GetaMap.net, 2015).

5.2.4. Descripción del área de estudio

La microcuenca Estero Orienco, clasificada de tercer orden, pertenece a la subcuenca del Río aguarico, y ésta a su vez pertenece a la parte baja de la cuenca del Río Napo. Se encuentra a una altitud de 377 metros sobre el nivel del mar.

El estero Orienco tiene una extensión total de 11.878,48 m desde su nacimiento en los humedales del km 8 de la vía a Quito, hasta su desembocadura en el Río Teteye, para el actual inventario se tomaron un total de 6.878,48 m dentro del perímetro urbano, de Oeste (Lotización San Pedro, Lotización Santa Isabel y Lotización San Antonio de las Aradas) a Este (Barrio La Pista, Barrio Las Villas, Barrio El Aeropuerto, Dirección de Aviación Civil, Petroproducción), dirección del curso que toman las aguas del objeto de estudio (GADMLA G. A., 2014)

5.3. Aspectos biofísicos y climáticos

5.3.1. Aspectos biofísicos

a) Flora

Los recursos forestales y vegetación existente, son parte de la biodiversidad de la Provincia. Los diferentes tipos de plantas que en su conjunto forman el bosque, brindan bienes y servicios para los demás seres vivos. Según MAGAP-SIGAGRO 2008, se han registrado 13.375 especímenes de flora; vegetación que se encuentra ocupando diferentes estratos dentro del bosque húmedo tropical.

Cuadro 1. Flora más sobresaliente en el Estero Orienco

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Achiote	<i>Bixa orellana</i> (L.)	BIXACEA
Aguacate	<i>Persea americana</i> (Mill)	LAURACEAE
Ají de campo	<i>Capsicum sp</i>	SOLANACEAE
Araza	<i>Eugenia stipitata</i> (McVaugh)	MYRTACEAE
Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	MALVACEAE
Caimito	<i>pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	SAPOTACEAE
Camacho	<i>Alocasia macrorrhizos</i> (L.) G. Don	ARACEAE
Camote	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	CONVOLVULACEAE
Cana	<i>Saccharum officinarum</i> (L.)	POACEAE
Caña guadua	<i>Guadua angustifolia</i> (Kunth)	POACEAE
Carambola	<i>Carambolo spp</i>	OXALIDACEAE
Coco	<i>Cocos nucifera</i> (Aubl.)	ARACEAE
Ficus	<i>Ficus benjamina</i> (L.)	MORACEAE
Fruta de pan	<i>Artocarpus communis</i> (Parkinson) Fosberg	MORACEAE
Guaba machete	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd.	FABACEAE

Continuación...

Guabilla	<i>Inga marginata</i> (Willd.)	FABACEAE
Guanabana	<i>Annona muricata</i> (L.)	ANNONACEAE
Guarango	<i>Caesalpinia spinosa</i> (L.) Sw.	FABACEAE
Guarumo	<i>Ischnosiphon arouma</i> (Loes.)	MARANTÁCEA
Helecho	<i>Ischnosiphon obliquus</i> (Rudge) Körn.	MARANTACEAE
Helecho gigante	<i>Cyathea amazonica</i> (Linden) Domin	CYATHEACEAE
Limón mandarina	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	RUTACEAE
Mango	<i>Mangifera indica</i> (L.)	ANACARDIACEAE
Matico	<i>Piper aduncum</i> (L.)	PIPERACEAE
Naranjilla	<i>Solanum quitoense</i> (Lam.)	SOLANACEAE
Ortiga	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	URTICACEAE
Papaya	<i>Carica papaya</i> (L.)	CARICACEAE
Pasto alemán	<i>Echinochloa polystachya</i> (Kunth) Hitchc.	POACEAE
Pasto Saboya	<i>Echinochloa polystachya</i> (Kunth) Hitchc.)	POACEAE
Platanillo	<i>Heliconia sp</i> (L.)	HELICONIACEAE
Plátano	<i>Musa paradisiaca</i> (L.)	MUSACEAE
Poma rosa	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry	MYRTACEAE
Sapote	<i>Bombacaceae</i> (Kunth)	BOMBACACEAE
Uva de monte	<i>Pourouma cecropiifolia</i> (Mart.)	URTICACEAE

Fuente: Trópicos, 2016

Elaborado por: La autora

b) Fauna

El MAGAP-SIGAGRO, (2008) con base en información proporcionada por el Ministerio del Ambiente 2005; determina que en la Provincia existen 685 registros de especies de fauna.

Cuadro 2. Flora más sobresaliente en el Estero Orienco

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Murciélago	<i>Chiroptera</i>	CHORDATA
Ratón	<i>Mus musculus</i>	MURIDAE
Boa	<i>Boa constrictor</i>	BOIDAE
Rana	<i>Pelophylax perezii</i>	RANIDAE
Grillo	<i>Gryllodes supplicans</i>	GRYLLIDAE

Fuente: Plan De Ordenamiento Territorial de la Provincia de Sucumbíos, 2015

Elaborado por: La autora

5.4. Aspectos climáticos

El clima de la Provincia es muy variado, va desde el frío húmedo en la sierra, templado muy húmedo en las estribaciones de la cordillera y tropical lluvioso en la cuenca amazónica.

En la tabla dos se registran los valores meteorológicos tomados de la Estación de la Dirección de Aviación Civil (DAC) del Aeropuerto de Lago Agrio.

Tabla 1. Parámetros meteorológicos estación meteorológica de la Dirección de Aviación Civil de Lago Agrio

Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura media	26	25,7	25,6	25,4	25,2	24,5	24,2	24,8	25,4	25,8	25,8	25,9	25,4
Temperatura media máxima	26,7	27	26,9	26	25,9	25,6	25,4	25,7	26	26,8	26,5	26,8	26,3
Temperatura media mínima	24,8	24,6	24,7	24,8	24,3	23,5	23,2	23,3	24,3	24,7	24,9	24,8	24,3
Humedad	83	85	87	88	87	88	87	85	84	84	85	84	85,6
Precipitación	222,5	265,3	328	422,5	405,2	363	264,8	239,4	290,7	321,6	300,7	305,6	310,8
Nubosidad	5	5	6	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5,2
Evaporación	94,1	80,6	90,1	119,6	87,4	82	81,5	100,5	107,5	106,2	96,8	103,5	95,8

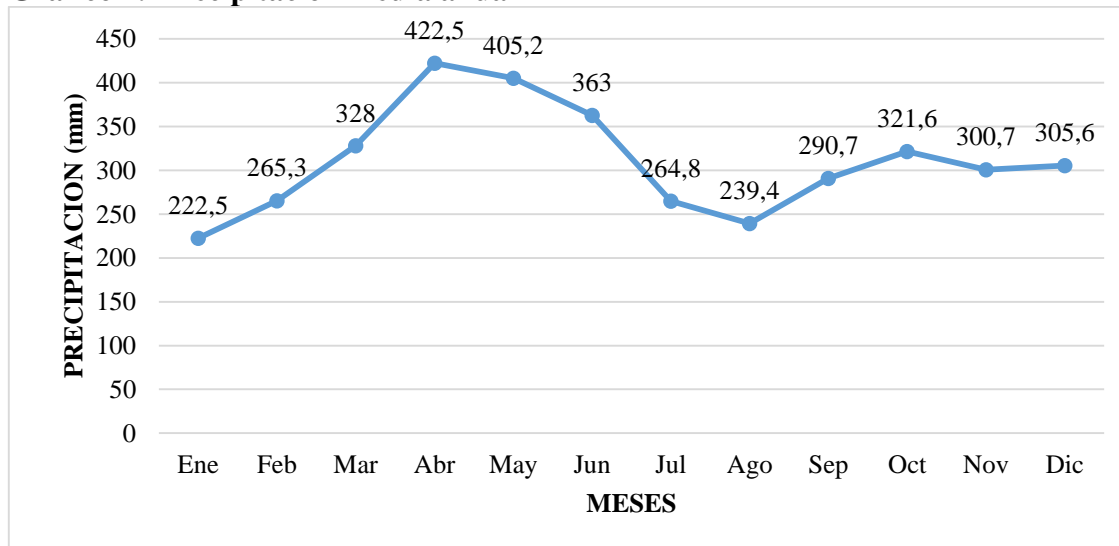
Fuente: Estación meteorológica Dirección de Aviación Civil (DAC) cantón Lago Agrio provincia Sucumbíos, 2015.

Elaborado por: La autora

a. Precipitación

En la región amazónica las precipitaciones son elevadas, se registran valores de 3.000 a 6.000 milímetros anuales repartidos uniformemente durante todo el año; debido a la constante evapotranspiración de la densa cobertura vegetal y la evaporación de los abundantes recursos hídricos (DAC, 2015).

Gráfico 1. Precipitación media anual



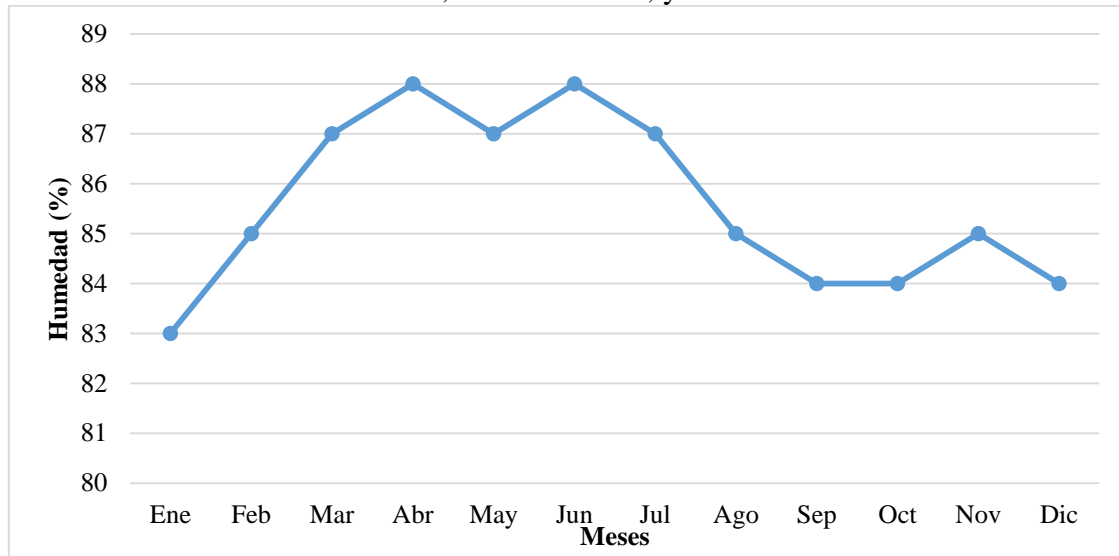
Fuente: Estación Dirección de Aviación Civil (DAC), Nueva Loja, Sucumbíos 2015.

Elaborado por: La autora

b. Humedad relativa

La humedad promedio en el año 2015 correspondiente al primer semestre en el cantón Lago Agrio, es del 80 % (DAC, 2015).

Gráfico 2. Humedad media anual, media máxima, y media mínima



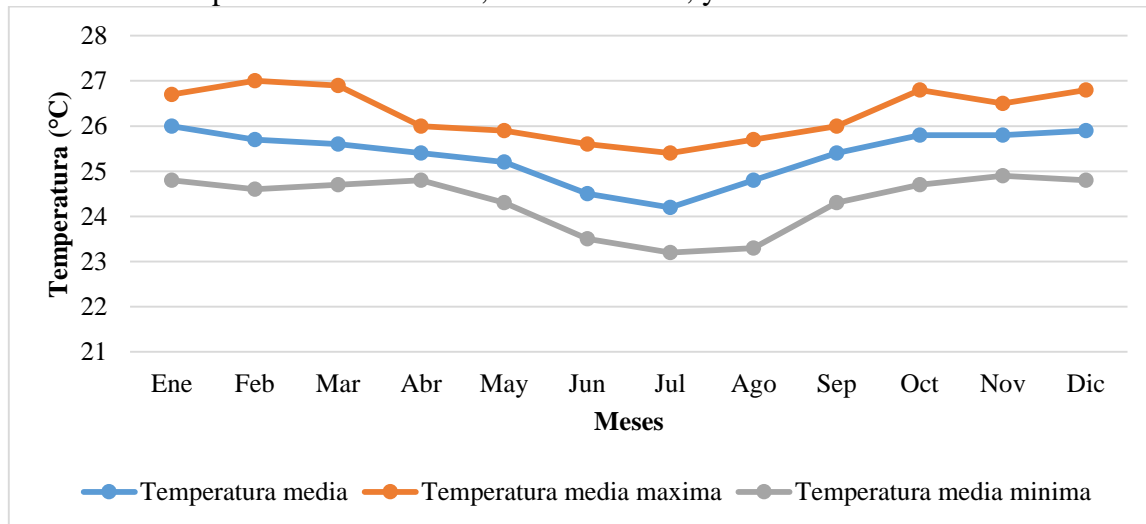
Fuente: Estación Dirección de Aviación Civil (DAC), Nueva Loja, Sucumbíos 2015.

Elaborado por: La autora

c. Temperatura

La temperatura media anual hasta el mes de Junio es de 22,1°C, sin mayores fluctuaciones durante el año. El mes más cálido es de 32,2°C y el mes más frío 15°C (DAC, 2015).

Gráfico 3. Temperatura media anual, media máxima, y media mínima



Fuente: Estación Dirección de Aviación Civil (DAC), Nueva Loja, Sucumbíos 2015.

Elaborado por: La autora

d. Nubosidad

La nubosidad media del primer semestre del año 2015 es del 97% correspondiente a 7,8 octavos dentro del cantón Lago Agrio (DAC, 2015).

e. Viento

La velocidad media medida en el aeropuerto Lago Agrio es similar a la velocidad del viento del cantón, siendo el valor de 5 m/s (DAC, 2015).

f. Heliofanía

El promedio de horas de sol por día es de 3,58 (GADS, 2015).

g. Evaporación y evapotranspiración

Debido a la abundancia de recursos hídricos superficiales, existe evaporación permanente diaria de 1,34 milímetros. La densa vegetación todavía existente hace que la evapotranspiración sea permanente y abundante en un promedio de 4 milímetros diarios (GADS, 2015).

5.5. Geología

De Este a Oeste, la Provincia puede dividirse en 2 grandes regiones: La Planicie de la Cuenca Amazónica, con las formaciones Arajuno, Chalcana, Chambira, Curaray y Mera; y, la zona montañosa de las estribaciones de la Cordillera Real con las formaciones Hollín, Mesa, Misahualli, Napo, Tena, Tiyuyacu, depósitos aluviales, rocas intrusivas, y estructuras (GADS G. A., 2011).

5.6. Geomorfología

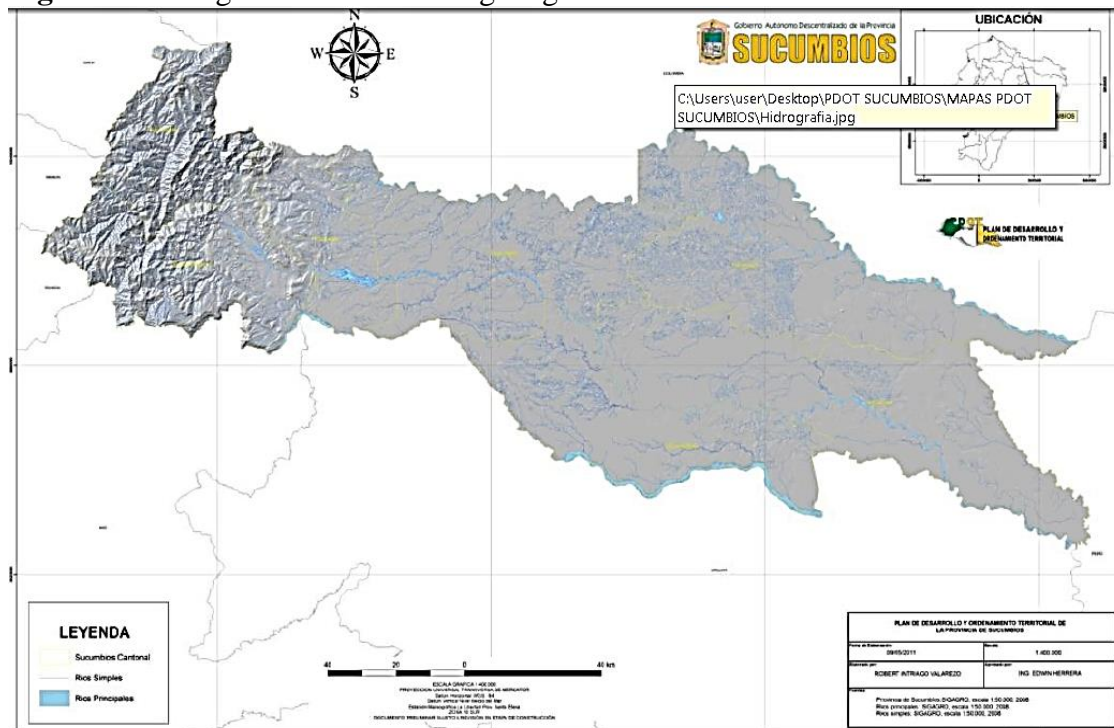
Sucumbíos presenta una diversidad morfo estructural, que incluye relieves diferenciados como modelados típicos de cuencas sedimentarias, construcciones volcánicas típicas explosivas y efusivas, así como fenómenos aluviales y lacustres.

La arquitectura general del relieve está relacionada con la cordillera de los Andes sobre la línea de encuentro entre dos placas con movimientos en sentidos opuestos. En Sucumbíos se han identificado los siguientes paisajes geomorfológicos:

- Vertiente Andina Alta, con modelado glacial o nival
- Vertiente Andina con modelado volcánico
- Vertiente Andina Alta, con modelado disectado

5.7. Hidrografía

Figura 3. Hidrografía del Cantón Lago Agrio



Fuente: PDOT del Cantón Lago Agrio

La Provincia de Sucumbíos está ubicada dentro de las cuencas hidrográficas de los ríos Putumayo y Napo, afluentes del río Amazonas.

5.7.1. Cuenca del Río Putumayo

Se localiza en la parte Nororiental de la Provincia, cubre una superficie de 7879,97 Km²; drenan a este río las aguas de las siguientes subcuencas:

- Subcuenca del Río San Miguel.
- Subcuenca del Río Guepí.
- Drenajes Menores.

5.7.2. Cuenca del Río Napo

Está ubicada al Sur de la Provincia de Sucumbíos, a partir del curso medio aguas abajo en el límite con la Provincia de Orellana. Al Suroeste, aguas arriba, limita con las Provincias de Napo y Pichincha; cubriendo una superficie de 11.088 Km². Las principales subcuencas son:

- Subcuenca del Río Aguarico.
- Subcuenca del Río Quijos – Coca.
- Subcuenca del Río Jivino.
- Subcuenca Drenajes Menores.

5.8. Demografía

Dentro del perímetro urbano, tenemos un total de 51.736 habitantes, de los cuales un total de 38.570 habitantes realizan sus descargas directamente en el sistema de alcantarillado implementado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Lago Agrio, mismo que direcciona este sistema hacia el Estero, o a su vez al cauce del

Estero, sin tratamientos preliminares, convirtiéndolo en una alcantarilla abierta de uso popular, generador de fuentes de infección, malos olores y mal aspecto paisajístico (GADMLA G. A., 2014)

5.9. Tipo de investigación/estudio

Se efectuó el tipo de investigación no experimental debido a que se recolectó datos en un solo momento, en un tiempo único. Como propósito esencial se describió variables y analizó su incidencia e interrelación en un momento dado.

a) De campo

Este tipo de investigación se aplicó ante la inherente necesidad de interpretar la información y datos obtenidos en las inspecciones realizadas en el área de estudio, ya que la información levantada es de carácter primario, indispensable para la elaboración del inventario de fuentes de contaminación del Estero Orienco, mismo que no se registra hasta la fecha actual.

b) Cuantitativa

Al aplicar la medición cuantitativa, este inventario logró establecer el valor numérico de la ubicación geográfica de las fuentes de contaminación, de los análisis de laboratorio, tablas comparativas, cálculo del índice de Calidad de Aguas.

5.10. Inventariar las fuentes contaminantes en el estero Orienco mediante la aplicación de un SIG, y una evaluación ecológica rápida en el cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

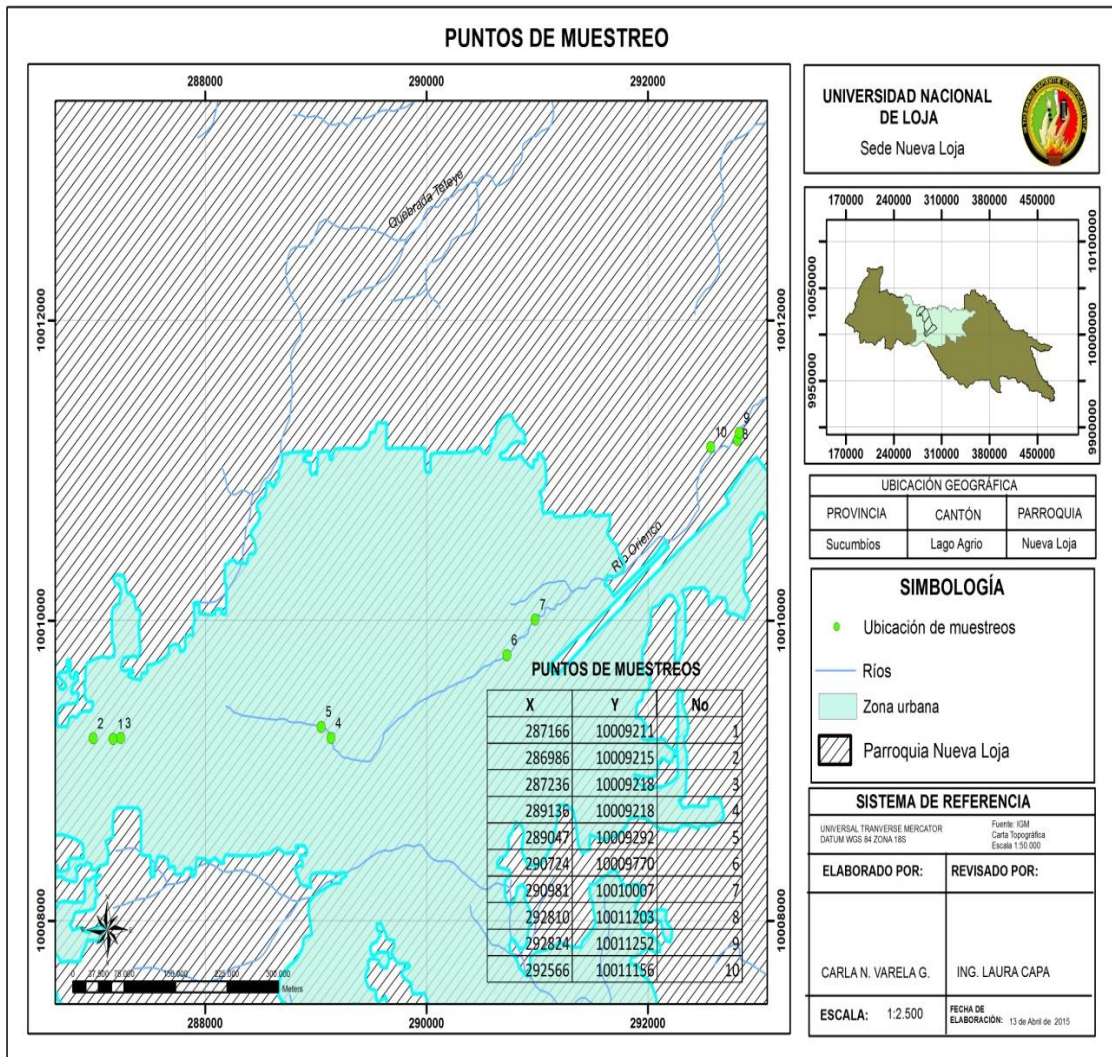
5.10.1. Delimitación del área de Estudio

La selección del área muestral, se definió de acuerdo a consideraciones de la ubicación de los fuentes de generación de contaminación, siendo el caso del perímetro urbano, donde se desarrollan las actividades antrópicas de mayor generación de contaminantes, y, la zona seleccionada es la de mayor aglomeración de las mismas.

5.10.2. Delimitación de las áreas de contaminación dentro del área de estudio

La longitud del Estero se dividió en tres segmentos, y en un total de diez puntos, tanto aguas arriba como aguas abajo, dando inicio en el kilómetro tres de la vía a Quito y finalizando en la vía al aeropuerto a 200 metros de la pista de aterrizaje, para realizar el muestreo y recolección de macroinvertebrados, para la medición de caudales se tomó únicamente los cuatro puntos que dividen en tres segmentos. Para el muestreo de caracterización de descargas contaminantes, se tomó un total de seis muestras de tipo comercial y de hogares siendo distribuidas dos por segmento.

Figura 4. División del Estero Orienco en 10 puntos de muestreo



Fuente: GADMLA, 2015

Elaborado por: La autora, 2015

5.10.3. Toma de puntos GPS

El procedimiento para registrar los puntos GPS inició al realizar la verificación del sistema de coordenadas, que debe hallarse en UTM 18 N y posicionamiento global en DATUM WGS 84, posteriormente se ubicó en el lugar deseado y se registró en la ficha la lectura dada por el equipo.

5.10.4. Elaboración de tablas de puntos de control

Este procedimiento se realiza en el ordenador en el programa Microsoft Excel, ingresé las coordenadas geográficas tomadas con anterioridad, separando X (longitud) e Y (altitud). Procedemos a guardar la tabla. Con la tabla guardada, ingresamos en ArcGis e ingresamos los datos de la tabla se selecciona la proyección y se presiona OK.

5.10.5. Georreferenciación

Este procedimiento se lo llevó a cabo en el ordenador, consiste en ingresar las coordenadas tomadas con el GPS, en el programa ArcGis para poder realizar el respectivo levantamiento de información en los mapas temáticos que gráficamente nos señalan los resultados.

5.10.6. Efectuar una evaluación ecológica rápida

El método seleccionado, es el propuesto por Ramsar (2007), denominado inventario de base en dónde se obtendrán los siguientes tipos de datos:

- Listas/inventarios de especies.
- Listas/inventarios de tipos de hábitat.
- Datos limitados de tamaño/ estructura de la población, estructura y función de la comunidad e interacciones de las especies.
- Abundancias, patrones y áreas de distribución.
- Información genética.
- Especies importantes: amenazadas, en peligro, endémicas, migratorias, especies exóticas invasoras, otras de importancia cultural, científica, económica, nutricional, social.
- Índices de diversidad.
- Datos de la calidad del agua.
- Información hidrológica.

Es necesario aclarar que las técnicas y metodología utilizadas poseen un alcance distinto al de los estudios de ciencia pura, particularmente por su profundidad y temporalidad. Estudios de esta índole no pueden extenderse indefinidamente en el tiempo cubriendo las variaciones estacionales que puede mostrar un sitio en cuanto a diversidad y abundancia, o en cuanto a las fluctuaciones poblacionales naturales de las especies residentes, a largo plazo.

El procedimiento a seguir consistió en elegir el lugar de avistamiento de acuerdo a las condiciones geográficas y nivel de intervención de las orillas del Estero, por sus condiciones se seleccionó un remanente de bosque en el primer segmento, la orilla del centro de la ciudad a veinte metros del GADMLA para el segundo segmento y un remanente de bosque en el tercer segmento ubicado a 300 metros del DAC. La condición climática seleccionada fue en época seca, debido a que las altas temperaturas incite a los individuos objeto de estudio, salir de sus madrigueras. El análisis de datos, se lo realizó únicamente registrando en una tabla las especies avistadas y contabilizándolas en el punto de avistamiento, así se determinó la especie de mayor existencia.

5.11. Evaluar la calidad del agua del Estero Orienco mediante el análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos en el Cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

5.11.1. Muestreo de agua

a) Definición de puntos de muestreo

Para realizar la toma de muestras se dividió la longitud total del Estero sujeto de estudio, que es de 6.878,48 metros, en diez puntos de muestreo requeridos para calcular

el Índice de Calidad de Aguas y determinar las consecuencias ambientales producidas por los parámetros que no cumplen con los límites permisibles.

b) Cadena de custodia

Para asegurar la integridad de las muestras desde el momento de la toma hasta que se produzca el concepto técnico final, se utilizó la denominada “cadena de custodia”.

La toma de muestras fue realizada por la autora durante todo el proceso, hasta finalizar el análisis con la obtención de resultados.

En la hoja de cadena de custodia se registró el código de muestra, tipo de muestra, fecha de muestreo, hora de muestreo, tipo de recipiente y los parámetros que se debieron analizar (Ver Anexo 3).

c) Transporte de muestras

Los recipientes contenedores de las muestras fueron protegidos y sellados para evitar que se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte.

d) Recepción de muestras y almacenamiento

La Ingeniera Marcia Miranda jefa del departamento técnico realizó la recepción de las muestras en el laboratorio revisó el estado de las etiquetas comparándolas con lo registrado en la cadena de custodia.

Asignó el número de registro, consignó su entrada al laboratorio y finalmente almacenó las muestras con las condiciones de conservación requeridas hasta iniciar con el respectivo análisis, debido a que no todos los parámetros se analizan el mismo día.

e) Procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos se utilizó las siguientes herramientas:

- Excel
- Registros ambientales
- Registros fotográficos.

La toma de muestras se basó en la normalización propuesta por el INEN, debido a que asegura la correcta conservación de muestras, el adecuado uso de los recipientes y el tiempo máximo para realizar el análisis, de esta manera los resultados son completamente fiables.

5.11.2. Metodología de análisis de laboratorio

Para poder realizar los análisis de laboratorio se basó en las propuestas presentadas por el Standard Methods, escogiendo la técnica más adecuada según los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, como tal es el caso del cálculo del ICA indispensable para determinar cuantitativamente la calidad del agua existente en el Estero, este valor numérico permitirá a futuros proyectos relacionados directamente con el efluente tanto para el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales como para la recuperación del cauce del Estero y la calidad tanto del agua como del suelo circundante.

Los parámetros de laboratorio analizados son:

a) Químicos

- **Aceites y grasas**

Se llenó una muestra de 1000 ml en un embudo de separación con llave de paso de TFE (teflón). Posteriormente se adicionó 5 ml de ácido clorhídrico y 30 ml de triclorotrifluoroetano, se colocó el tapón en el embudo y se agitó por el lapso de 10 minutos.

Seguidamente se sometió a baño maría por 5 minutos, se filtró el precipitado formado en el fondo del embudo, con la ayuda de un vaso de precipitación de 50 ml, un embudo y un papel filtro.

- **Alcalinidad**

Se seleccionó el titulador de ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 1% de concentración, mismo que nos dará el resultado en mg/l. Se colocó una muestra de 25 ml de agua en un matraz erlenmeyer.

Se sostuvo el titulador y se encendió el contador. Se agregó, con ayuda de una pipeta, cinco gotas de fenolftaleína como agente indicador. Se procedió a girar la perilla del titulador adicionando el ácido, mismo que se agregaba hasta que la coloración cambie de rosado a transparente.

Se registró el número marcado en el titulador para realizar el cálculo respectivo. Se repitió este procedimiento para cada muestra.

- **Cloruros**

En una celda HACH se colocó agua destilada hasta la línea que marca 25 ml. Se limpia bien la celda, ya que el blanco servirá para poder encerrar al medidor multiparámetro. En un vaso de precipitación de 50 ml, se midió 25 ml de muestra. Se trasvasó esta medida en una celda hach de 25 ml. Se encendió el medidor multiparámetro hach, y se ingresó el código correspondiente a medición de cloruros. Consecuentemente se limpió la celda hach y se la ubicó en el lector, se pulsó READ, y se obtuvo la lectura. Se repite este procedimiento con cada muestra y se registra.

- **Compuestos fenólicos**

Preparación de la disolución tampón de pH 9,5.

Se pesó 34 gramos de cloruro amónico, 200 mg de tartrato de sodio y potasio y se disolvió en aproximadamente 800 ml de agua desmineralizada, se añadió 15 ml de disolución de hidróxido amónico y se ajustó el volumen a 1000 ml con agua destilada.

Preparación de la disolución de 4 aminoantipirina.

Se pesó 20 gramos de 4-aminoantipirina y se disolvió en 1000 ml de agua destilada.

Preparación de la solución de ferricianuro potásico.

Se pesó dos gramos de ferricianuro potásico y se disolvió en 1000 ml de agua destilada. Se preparó la curva de calibrado.

Tratamiento de la muestra.

Se agregó 10 ml de muestra en un tubo de ensayo y se repitió el procedimiento para la preparación del ferricianuro.

Metales: Bario, Cadmio, Calcio, Hierro Total, Magnesio, Níquel, Vanadio

- **Digestión preliminar de metales**

Con el objeto de reducir la interferencia de materia orgánica y convertir el metal asociado a las partículas en una forma (normalmente el metal libre) que pueda determinarse por espectrometría de absorción atómica o espectroscopia de plasma de acoplamiento inductivo, utilícese una de las técnicas de digestión menos compleja que permita alcanzar una recuperación completa y consistente, compatible con el método analítico y con el metal que se analiza. El ácido nítrico digerirá la mayoría de las muestras en forma adecuada.

Se mezcló cada muestra en su respectivo recipiente. Se colocó, con la ayuda de un vaso de precipitación, 100 ml de muestra en cada probeta de digestión. Se preparó un duplicado y dos estándares de medición, cada uno correctamente codificado.

Posteriormente, se colocan en el evaporador de platino, mismo que eleva su temperatura permitiendo que el agua se evapore reduciendo su volumen. Se dejó las muestras sometidas a calor por el lapso de dos horas y las que no lograron completar el proceso de reducción de volumen, se las colocó nuevamente por más tiempo.

Una vez reducido el volumen, con la ayuda de una pipeta, se colocó el HNO₃, hasta completar el volumen de 25 ml, se mezcló bien. Usando un vaso de precipitación, embudo y papel filtro, se procedió a filtrar la mezcla. Cada producto filtrado se colocó en frascos estériles y se almacenó para su respectivo análisis en el espectrómetro.

Determinación de metales por espectrometría de absorción atómica.

Los requisitos para determinar metales por espectrometría de absorción atómica, varían con el metal y/o con la concentración que se determina.

- **Nitratos**

Se introdujo el número de procedimiento, y se sincronizó el número de onda en 507nm, se presionó READ y nos muestra la medida en mg/l N NO_3^- L. Se preparó el blanco colocando 25 ml de agua destilada en una celda de vidrio.

Se vació 25 ml de muestra en una celda de vidrio y se adicionó una ampolla de NitraVer5, se tapó y agitó por un minuto hasta disolver por completo el reactivo, se dejó reaccionar por un período de tiempo de cinco minutos. Se colocó la celda del blanco en el portaceldas y se presionó READ, nos dió una lectura de 0,00 mg/l NO_3^- -N. Se dejó un minuto más de reposo a la celda de muestra, al cumplirse el tiempo, se colocó la celda en el portaceldas se presionó READ y el resultado aparecerá en mg/l NO_3^- -N.

- **Nitritos**

Se ubicó la longitud de onda para el procedimiento preprogramado en 507nm, se pulsó READ y la pantalla mostró mg/l N NO_2^- L. Se llenó una celda de vidrio con 25ml de muestra de agua y se adicionó una almohadilla de reactivo NItriVer3 y se agita para mezclar. Se dejó reposar por quince minutos.

Se preparó una muestra a la que se llamó blanco, ya que esta consta únicamente de agua destilada para limpiar el funcionamiento del medidor multiparámetro. Se colocó el blanco y se presionó ZERO y el medidor da una lectura de 0,000 mg/l N NO_2^- L.

Seguidamente, se colocó la muestra preparada con el reactivo, se presionó READ y en contados segundo la pantalla nos mostrará el resultado.

- **Oxígeno disuelto**

Este procedimiento se lo realizó con el medidor multiparámetro, verificando que el bulbo del medidor no se encuentre con vestigios de otras muestras. Se lo enjuagó con agua destilada e introdujo en la muestra. Se presionó en la tecla read, y se registró la medida dada por el equipo.

- **Potencial Hidrógeno (pH)**

Se verificó que el peachímetro se encuentre correctamente configurado. Para verificar que el bulbo del peachímetro se encuentre libre de impurezas y residuos, se lo enjuagó con agua destilada. Posteriormente se encero el peachímetro, y se introdujo el bulbo en la muestra tomada, se esperó a que estabilice el medidor y se registró la lectura.

- **Sólidos Sedimentables**

Se colocó 10 conos de imhof en una gradilla. Se llenó el cono de Imhof hasta la marca de 1000 ml con cada una de las muestras de agua bien mezclada previamente. Se dejó sedimentar durante 15 minutos, suavemente y con la ayuda de un agitador, se removió la muestra de los lados el cono.

Nuevamente se dejó sedimentar, por 15 minutos más. Luego se registró el volumen de sólidos sedimentables como ml/L. Se realizó el cálculo correspondiente.

- **Sólidos Totales**

Se tomó 13 cápsulas de porcelana de 150 ml, previamente lavadas y secadas. Se las marcó con un número de registro, y se las colocó en el horno a una temperatura de 105°C por un tiempo de 1 hora. Una vez cumplido el tiempo de secado, se sacó las cápsulas, con ayuda de una pinza metálica y se las colocó en un desecador de vidrio.

Se dejó enfriar por un tiempo de dos horas. Posteriormente, y, cumplido el tiempo, se pesa las cápsulas en la balanza analítica y se registró estos pesos tarados (libres de humedad). Se volvió a colocar las cápsula de porcelana en la estufa por una hora más y se repitió el procedimiento de enfriado y pesado. Ambos pesos se registraron y se compararon con la finalidad de verificar que el margen de error no supere el 0.005 %, para evitar variaciones en los resultados de pesaje.

Se colocó una muestra de 100 ml de muestra de agua en cada cápsula correspondiente a cada código y se colocó en la estufa por el lapso de dos horas para producir la evaporación del agua y permitir que únicamente los sólidos contenidos en la muestra queden en las cápsulas. Una vez cumplido el tiempo establecido, se procedió a sacar las cápsulas y a colocarlas en el desecador para su respectivo enfriamiento y posterior pesado.

Se repitió el procedimiento de colocar las cápsulas en la estufa por el lapso de una hora, una vez cumplido el tiempo se volvió a dejar enfriar por dos horas y se pesó por segunda ocasión las cápsulas con los sedimentos contenidos en las cápsulas. Nuevamente se verificó que el margen de error no supere el 0,005 %, para evitar fallas en el cálculo final. Para finalizar se realizó el respectivo cálculo, ingresando los datos obtenidos en el programa de cálculo usado por LABSA.

- **Sulfatos**

Se colocó en el medidor la longitud de onda en 450nm, se procedió a pulsar READ/ENTER. Se llenó en una celda de vidrio con 25ml de muestra de agua, se adicionó una almohadilla de SulfaVer4 para sulfato.

Se mezcló la muestra con el reactivo, posteriormente se limpió la superficie de la celda para eliminar el líquido que se puede encontrar en su exterior para evitar errores en la lectura. Se dejó reposar por cinco minutos.

Cuando el timbre del medidor multiparámetro suene, mostrará una medida de mg/ISO⁻². Se colocó la celda con el blanco en el porta celda y se cerró la tapa de luz, se pulsó ZERO y nos dio la medida 0 mg/ISO⁻². Se colocó las muestras con el tiempo determinado y nos arrojó los resultados en la medida anteriormente mencionada.

- **Tensoactivos**

Se colocó 100 ml de muestra en un embudo de separación de 500 ml. Se ajustó el pH de la muestra en un nivel levemente alcalino con NaOH (1M) utilizando fenolftaleína como indicador. El color rosado se decoloró con ácido sulfúrico (H₂SO₄) diluido.

Se agregó 10ml de cloroformo y 15ml de reactivo de azul de metileno y se agitó por 30 segundos, se esperó la separación de las fases y se escurrió el extracto de cloroformo. Se agregó dos veces más 8ml de cloroformo y se unió los 3 extractos en un segundo embudo de separación. A este extracto se le agregó 50 ml de solución de lavado y se agitó por 30 segundos, se dejó escurrir el extracto de cloroformo por un filtro a un balón de 50ml de capacidad. Se extrajo la solución de lavado dos veces más con 10ml de cloroformo, se unió los dos extractos. Se enjuagó el filtro con cloroformo y

se aforó a 50ml. Se determinó en el fotómetro en la longitud de onda de $\lambda=650$ nm, dentro de una hora.

b) Físicos

- **Color real**

Se ingresó el código de programa y se ubicó el cuadrante del medidor en 455um. Se preparó una muestra de blanco colocando 25ml de agua destilada en una celda de vidrio. Se vertió 25ml de muestra en una celda de vidrio, con la ayuda de un tapón se procedió a mezclar bien. Se colocó en el soporte de celda y se presionó READ, se registró el resultado.

- **Temperatura**

Para la medición de las muestras en el laboratorio, se tomó un termómetro digital graduado en °C (grados Celsius), y se lo introdujo directamente en la botella ámbar que contenía la muestra de agua y se tomó la lectura dada por el equipo.

- **Conductividad Eléctrica**

Se limpió con agua destilada el bulbo medidor multiparámetro. Se tomó en cuenta que este parámetro se lo analizó al momento de tomar la muestra. Se encendió el medidor multiparámetro y se ubicó en “conductividad eléctrica”, se introdujo el bulbo en la muestra hasta cubrir por completo el bulbo y se esperó a que el equipo realice la lectura correspondiente. Se repitió el procedimiento con cada muestra. Siempre se debe enjuagar el bulbo del medidor tras cada medición.

- **Turbidez**

Se tomó una muestra de 25 ml, y, se la colocó en una celda. Se limpió la celda y se la secó para eliminar excesos de agua y residuos existentes en ella. Se encendió el turbidímetro y se introdujo la celda en él, y se presionó READ. Se registró la lectura dada por el equipo.

c) Microbiológicos

- **Coliformes Fecales**

Se añadió el contenido de una dosis de colilert a una muestra de 250ml en un recipiente estéril transparente, no fluorescente. Se tapó el recipiente y agitó. Se dejó incubar a $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas. Se leyó los resultados de acuerdo con la tabla de interpretación de resultados de acuerdo a la tabla del Número Más Probable (NMP).

- **Conteo de macroinvertebrados**

Moya (2006), indica que el uso de comunidades de macroinvertebrados bentónicos muestra una clara preferencia en evaluaciones de salubridad de los ríos, este autor, resume cinco principales razones por los cuales los macroinvertebrados tienen alta preferencia.

- Las comunidades de macroinvertebrados acuáticos son sensibles a varios tipos de poluentes, a los que responden de manera rápida.
- La comunidad de macroinvertebrados acuáticos ocupan varios hábitats acuáticos y son relativamente fáciles y poco costosos de coleccionar.
- Los macroinvertebrados son sedentarios, por ello son representativos de las condiciones locales.

- Tienen ciclos de vida lo suficientemente prolongados como para permitir un registro adecuado de calidad ambiental.
- Son muy heterogéneos, están representados por numerosos taxa y grupos tróficos, con alta probabilidad de que al menos algunos de estos organismos reaccionen a un cambio particular de condición ambiental.

Considerando todas las condicionantes, se decidió recolectar y contar macroinvertebrados bentónicos, para ello se realizó el siguiente procedimiento:

Se armó la red de recolección, misma que consta de una malla de algodón (tela de algodón tipo camisa), con orificios pequeños que permiten la salida del agua más no de los organismos de interés ni de partículas pequeñas, misma que se encuentra atada a un aro metálico con una extensión de madera.

Posteriormente se removió el fondo del Estero, de acuerdo a cada punto y se procedió a insertar la red dentro del agua removida extrayendo la respectiva muestra. En una tela blanca se colocó la muestra recolectada y se observó lo obtenido. Para poder verificar la observación realizada, se repitió el procedimiento.

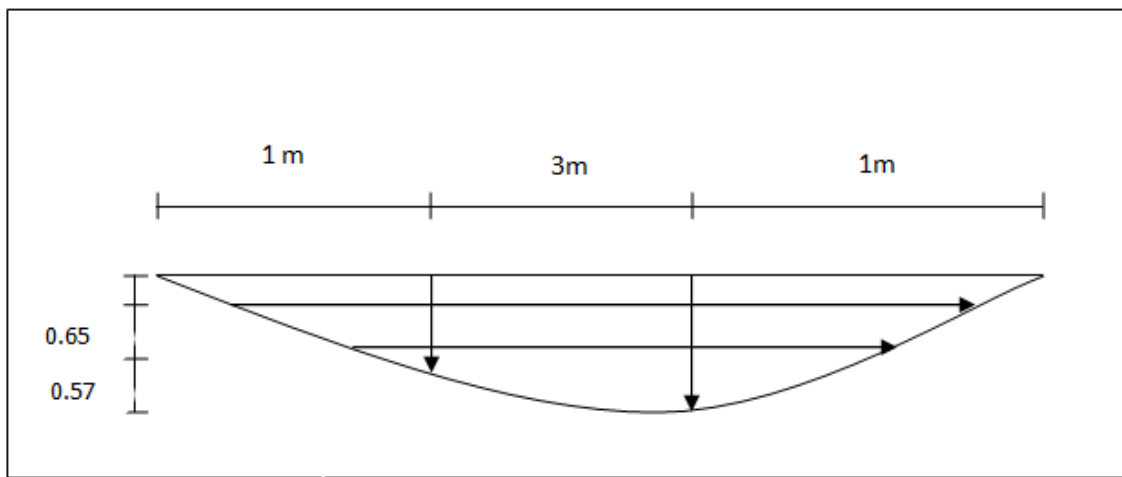
- **Aforo de caudales (Q)**

Para este fin, se aplicó el método del molinete, debido a que su precisión electrónica nos permite obtener resultados fiables y de calidad.

Se armó y calibró el molinete para realizar las respectivas mediciones. Siendo el procedimiento de medición el siguiente:

Se dividió el total de las abscisas en tres secciones, se midió la profundidad con la varilla graduada, se realizó dos o tres mediciones a cada 35 cm de acuerdo a cada profundidad, se encendió el molinete e introdujo en el agua a la medida requerida, se registró las revoluciones y se ingresó los datos en el programa de excel para realizar el respectivo cálculo (**Ver anexo 1**).

Figura 5. Representación de las mediciones



Elaborado por: La autora

5.11.3. Indicadores de calidad del agua

Los parámetros físicos y químicos analizados fueron principalmente los referentes al índice de Calidad de Aguas (ICA), y al Libro VI, Anexo I, Tablas 4, 8, 9, 12 del TULSMA.

Cuadro 3. Parámetros físicos y químicos analizados.

Parámetro	Expresado como	Tipo	Parámetro permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	Físico	TULSMA
Alcalinidad	Alcalinidad	Físico	ICA
Bario	Ba	Químico	TULSMA
Cadmio	Cd	Químico	TULSMA
Calcio	Ca	Químico	ICA
Cloruros	Cl ⁻	Químico	ICA TULSMA
Coliformes fecales	Nmp/100ml	Biológico	TULSMA
Color real	Color real	Físico	TULSMA
Compuestos fenólicos	Fenol	Químico	TULSMA
Demanda Biológica de Oxígeno(5días)	DBO5	Químico	TULSMA
Demanda Química de Oxígeno	DQO	Químico	ICA TULSMA
Dureza	Dureza	Químico	ICA
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	Químico	ICA TULSMA
Hierro Total	Fe	Químico	TULSMA
Magnesio	Mg	Químico	ICA
Níquel	Ni	Químico	TULSMA
Nitratos - Nitritos	N	Químico	ICA TULSMA
Oxígeno disuelto	OD	Químico	ICA
Potencial Hidrogeno	pH	Físico	ICA TULSMA
Sólidos Sedimentables	Sólidos Sedimentables	Físico	TULSMA
Sólidos suspendidos	Sólidos suspendidos	Físico	TULSMA
Sólidos Totales	ST	Físico	TULSMA
Sulfatos	SO4-	Químico	ICA TULSMA
Temperatura	°C	Físico	ICA TULSMA
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	Químico	TULSMA
Vanadio	V	Químico	TULSMA

Fuente: TULSMA, 2015

Elaborado por: La autora

5.11.4. Cálculo del índice de calidad de aguas

El cálculo del ICA, se basa en el método de caracterización de aguas orientanas propuesta por el proyecto KAIMANTA, ejecutado en el año 2010 en el Río Teteye. Este método usa la fórmula general del Índice de Calidad de Aguas.

La evaluación numérica del “ICA”, con técnicas multiplicativas y ponderadas con la asignación de pesos específicos se debe a Brown et al. (1970). Para calcular el Índice de Brown se puede utilizar una suma lineal ponderada de los subíndices (ICA_a) o una función ponderada multiplicativa (ICA_m). Estas agregaciones se expresan matemáticamente como sigue:

$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$$

$$ICA_m = \prod_{i=1}^9 Sub_i^{w_i}$$

Dónde:

w_i : Pesos relativos asignados a cada parámetro (Sub_i), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.

Sub_i : Subíndice del parámetro i .

5.11.5. Caracterización física, química y microbiológica de las aguas provenientes de las fuentes de descarga.

Se estableció seis puntos de muestreo, distribuidos en los tres segmentos, se seleccionó los puntos de muestreo de acuerdo a las actividades antrópicas desarrolladas en cada segmento y ante la inherente necesidad de determinar las características físicas, químicas y biológicas de las aguas vertidas directamente en el Estero según las actividades antrópicas propias del lugar de estudio.

Posteriormente se aplicó la metodología de análisis de muestras para parámetros físicos: temperatura, color real, pH, dureza; químicos: TPH, MBAS, sólidos suspendidos; biológicos: Coliformes fecales, propuesta por el Standard Methods (2012) y que fueron aplicadas en el análisis de los seis puntos de muestreo y sus resultados se compararon con la Tabla 12 del TULSMA.

5.12. Elaborar un Plan de Manejo Ambiental para las fuentes contaminantes en el Estero Orienco, cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos.

A partir de los resultados obtenidos en el inventario de fuentes contaminantes, se ha propuesto el Plan de Manejo Ambiental de las fuentes contaminantes en el Estero Orienco. El Plan de Manejo contiene las medidas necesarias para prevenir, controlar y mitigar los impactos identificados, que se pueden producir ante una contingencia así como las actividades necesarias para el cumplimiento con la normativa ambiental aplicable.

El Plan de Manejo Ambiental se basará en el formato establecido por el Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE) con acuerdo ministerial N° 006 firmado en el año 2014 por la Ministra de Ambiente del año en Mención Ing. Lorena Tapia.

En la estructura del Plan de Manejo Ambiental se considerará:

- a) Introducción
- b) Objetivos
 - General
 - Específicos
- c) Alcance
- d) Propuesta de Planes de Manejo Ambiental
 - Plan de Prevención y Mitigación de Impactos (PPM)
 - Plan de Manejo de Desechos (PMD)
 - Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental (PCC)
 - Plan de Monitoreo y Seguimiento (PMS)
 - Plan de Rehabilitación de Áreas Contaminadas (PRA)
- e. Cronograma del Plan de Manejo Ambiental

d. Presupuesto del Plan de Manejo Ambiental

A continuación se describe los elementos que forman parte de cada uno de los programas:

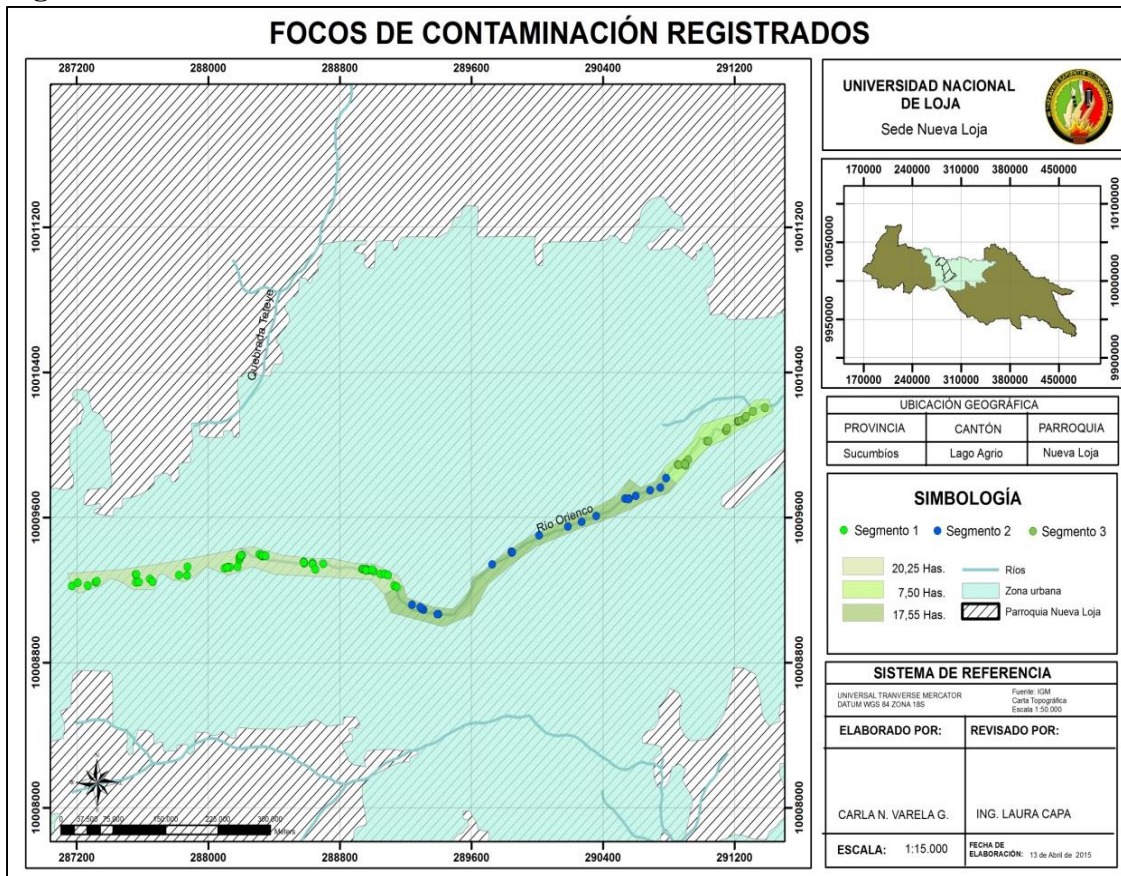
- 1.** Nombre del Plan
- 2.** Nombre del programa
- 3.** Identificación del programa: la numeración estará compuesta por las letras que identifiquen el Plan, seguidos de la numeración ordinal respectivo correspondiente el programa (01).
- 4.** Introducción.
- 5.** Objetivo.
- 6.** Alcance.
- 7.** Medidas a implementarse.
- 8.** Cronograma
- 9.** Presupuesto.

F. RESULTADOS

6.1. Inventariar las fuentes contaminantes en el estero Orienco mediante la aplicación de un SIG, y una evaluación ecológica rápida en el cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

a) Ubicación de las fuentes que aportan mayor contaminación al Estero

Figura 6. Total de fuentes de contaminación Fuente: GADMLA, 2015

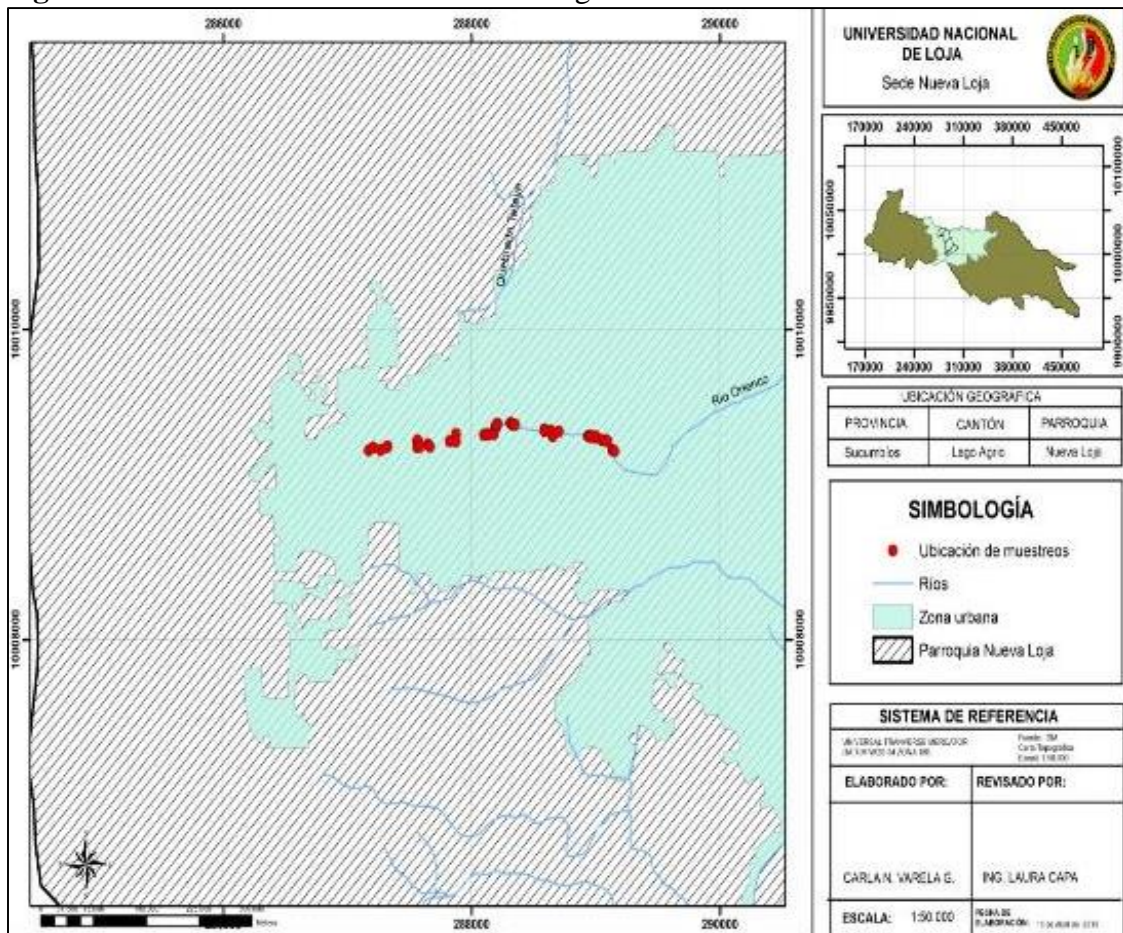


Elaborado por: La autora, 2015

Interpretación: En la figura seis, se puede evidenciar que en el Estero Orienco se identificaron 96 fuentes de contaminación, distribuidos en los tres segmentos, mismos que se hallan georreferenciadas en el mapa.

En los siguientes mapas se graficó las fuentes de contaminación existentes en cada segmento, cada mapa contabiliza las fuentes de contaminación en cada uno siendo las actividades desarrolladas dentro del área de estudio son domésticas y comerciales (lavadoras y lubricadoras, mecánicas, hoteles, bares) (Ver anexo 15, 16, 17).

Figura 7. Fuentes de contaminación en el segmento 1

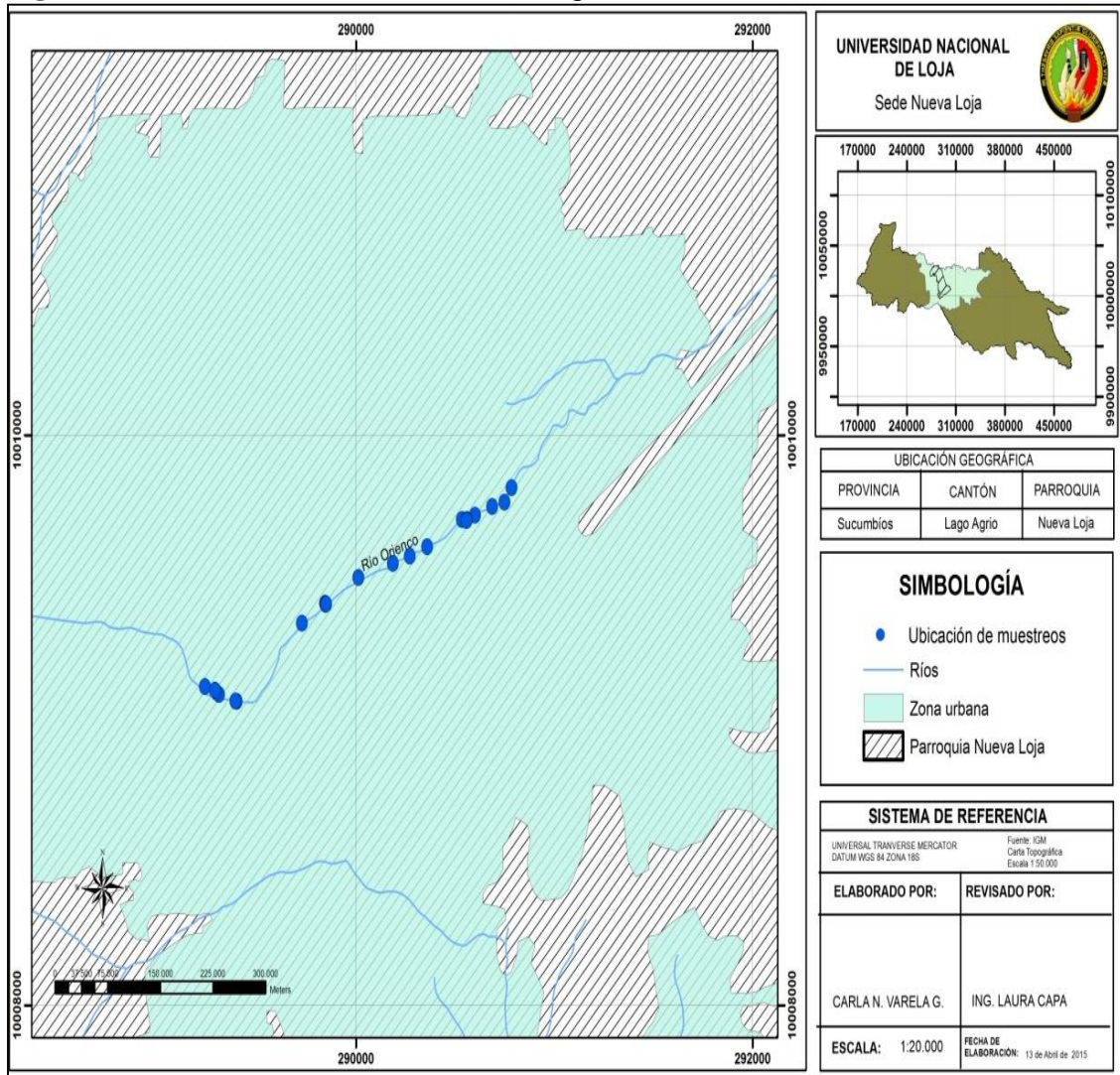


Fuente: GADMLA, 2015

Elaborado por: La autora, 2015

Interpretación: En la figura siete correspondiente al segmento uno, se contabilizó un total de 51 fuentes de contaminación, de las cuales tres son lavadoras y lubricadoras, dos mecánicas, una Federación deportiva, un Hotel, dos ferreterías, una Bodega, un Supermercado, cuatro Bares, cinco tiendas y 31 viviendas.

Figura 8. Fuentes de contaminación en el segmento 2

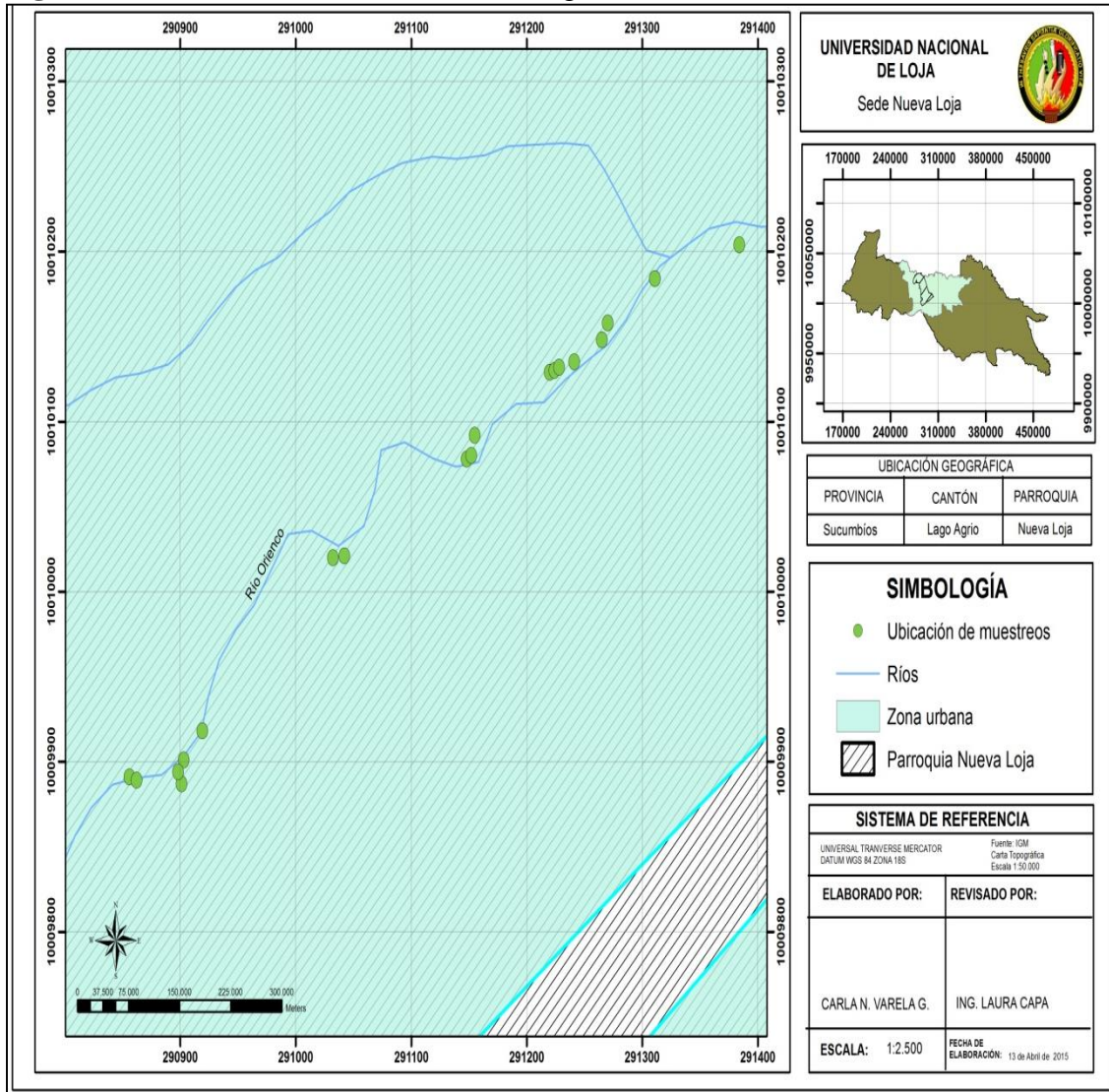


Fuente: GADMLA, 2015

Elaborado por: La autora, 2015

Interpretación: En la figura ocho, correspondiente segmento dos, se contabilizó un total de 22 fuentes de contaminación en donde cuatro corresponden a lavadoras y lubricadoras, dos mecánicas, un GADMLA, nueve viviendas y ocho comercios varios, cabe recalcar que en este segmento el Estero se halla encajonado en dos segmentos para mejorar el aspecto visual de la ciudad y la reducción de olores.

Figura 9. Fuentes de contaminación en el segmento 3



Fuente: GADMLA, 2015

Elaborado por: La autora, 2015

Interpretación: En la figura nueve, correspondiente al Segmento tres, se contabilizó un total de 21 fuentes de contaminación las cuales corresponden tres tiendas, un colegio, un Campamento del DAC y 16 viviendas, adicionalmente se ubica el aeropuerto de Lago Agrio en este segmento pero sus aguas no llegan al cauce del Estero.

b) Efectuar una evaluación ecológica rápida

El Estero se inicia al Este del Cantón Lago Agrio desplazándose en una llanura que tiene una leve pendiente entre el 4 y 8%. Después de un recorrido de ocho km desemboca en el Río Teteye, efluente del Río Aguarico. Se determinaron tramos del cauce cerca al sector urbano donde estos han sido convertidos en un canal tras haber recibido un recubrimiento de hormigón para minimizar el impacto visual y malos olores.

La humedad del suelo está saturada, la cobertura vegetal está totalmente alterada, y los arbustos y árboles no pasan de los seis m, destacándose por su abundancia la balsa (*Ochroma pyramidale, sp.*) y el coco (*Cocos nucifera, sp.*). La corriente es lenta, el agua es clara, el fondo está formado por cieno, algas amarillas producto de la eutrofización y arena. En medio de la corriente hay presencia de restos de madera, materia orgánica y basura. Las orillas tienen pastos y algunos espacios con arbustos y árboles. La temperatura promedio del agua es de 25 °C, el pH es de 8 y la amplitud del cauce varía entre dos y cuatro m.

La identificación de especies de fauna encontradas en el área de estudio consistió en recorridos de observación para mamíferos pequeños, identificando principalmente roedores y quirópteros. Se observaron mamíferos a uno y otro lado de las orillas del Estero. La visualización de mamíferos se pudo realizar en la noche debido a que las condiciones de luminosidad y ruido se reducen casi en su totalidad permitiendo a las especies salir de sus madrigueras habituales.


La visualización de reptiles resultó tener un grado más alto de dificultad, debido a que su instinto de supervivencia le impide el contacto con los seres humanos, más se pudo recabar información de manos de los habitantes sobre la existencia de serpientes, sapos y ranas.


6.2. Evaluar la calidad del agua del Estero Orienco mediante el análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el Cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.


6.2.1. Cálculo del índice de calidad de aguas (ICA)

Tabla 2. Cálculo del ICA

ECHA	CODIGO MUESTRA	ESTE	NORTE	Cadmio (mg/l)	Cumple	Coliformes Fécales (UFC/100 ml)	Cumple	Conductividad (mS/cm)	Cumple	DBO ₅ (mg/l)	Cumple	DQO (mg/l)	Cumple
26/oct/2010	A1410-142	287166	9211	<0,01	NO	>2420	NO	101,8	SI	67	NO	<25	SI
26/oct/2010	A1410-143	286986	9215	<0,01	NO	>2420	NO	98,8	SI	9	SI	<25	SI
26/oct/2010	A1410-144	287236	9218	<0,01	NO	>2420	NO	100,6	SI	62	NO	<25	SI
26/oct/2010	A1410-145	289136	9218	<0,01	NO	>2420	NO	144,0	SI	70	NO	<25	SI
26/oct/2010	A1410-146	289047	9292	<0,01	NO	>2420	NO	143,0	SI	57	NO	<25	SI
26/oct/2010	A1410-147	290724	9770	<0,01	NO	>2420	NO	175,1	SI	71	NO	<25	SI
26/oct/2010	A1410-148	290981	10007	<0,01	NO	>2420	NO	1725,0	NO	57	NO	<25	SI
26/oct/2010	A1410-149	292810	11203	<0,01	NO	>2420	NO	179,7	SI	79	NO	<25	SI
26/oct/2010	A1410-150	292824	11252	<0,01	NO	>2420	NO	196,1	SI	82	NO	<25	SI
26/oct/2010	A1410-151	292566	11156	<0,01	NO	>2420	NO	191,5	SI	67	NO	<25	SI

 Parámetros obtenidos en laboratorio

 Parámetros de laboratorio dentro del rango permisible

 Parámetros de laboratorio fuera del rango permisible

Continúa...

...Continuación

FECHA	CODIGO MUESTRA	ESTE	NORTE	Fenoles (mg/l)	Cumple	Níquel (mg/l)	Cumple	Nitratos (mg/l)	Cumple	Oxígeno disuelto (mg/l)	Cumple	pH a 20 °C	Cumple	Sustancias Tensoactivas (mg/l)	Cumple
26/oct/2010	A1410-142	287166	9211	<0,05	NO	<0,12	SI	0,09	SI	1,79	NO	6,46	SI	0,23	SI
26/oct/2010	A1410-143	286986	9215	<0,05	NO	<0,12	SI	0,00	SI	1,60	NO	6,59	SI	0,15	SI
26/oct/2010	A1410-144	287236	9218	0,12	NO	<0,12	SI	0,00	SI	0,91	NO	6,51	SI	0,20	SI
26/oct/2010	A1410-145	289136	9218	<0,05	NO	<0,12	SI	0,00	SI	1,93	NO	6,70	SI	0,12	SI
26/oct/2010	A1410-146	289047	9292	<0,05	NO	<0,12	SI	0,00	SI	1,74	NO	6,69	SI	0,16	SI
26/oct/2010	A1410-147	290724	9770	<0,05	NO	<0,12	SI	0,00	SI	1,75	NO	6,85	SI	0,28	SI
26/oct/2010	A1410-148	290981	10007	<0,05	NO	<0,12	SI	0,13	SI	1,25	NO	6,93	SI	0,18	SI
26/oct/2010	A1410-149	292810	11203	<0,05	NO	<0,12	SI	0,04	SI	2,07	NO	7,01	SI	0,22	SI
26/oct/2010	A1410-150	292824	11252	<0,05	NO	<0,12	SI	0,00	SI	2,41	NO	6,88	SI	0,26	SI
26/oct/2010	A1410-151	292566	11156	<0,05	NO	<0,12	SI	0,00	SI	2,00	NO	6,89	SI	0,29	SI

Continúa...



Parámetros obtenidos en laboratorio



Parámetros de laboratorio dentro del rango permisible





Parámetros de laboratorio fuera del rango permisible


...Continuación

FECHA	CODIGO MUESTRA	Sólidos Totales (mg/l)	Cumple	TPH (mg/l)	Cumple	Vanadio (mg/l)	Cumple	QWI PRODUCTO	VALORACIÓN	QWI GEOMÉTRICO	VALORACIÓN
26/oct/2010	A1410-142	100	SI	<18,5	NO	<0,5	NO	48,67	MALA	26,70	MALA
26/oct/2010	A1410-143	109	SI	<18,5	NO	<0,5	NO	53,91	MEDIA	36,18	MALA
26/oct/2010	A1410-144	112	SI	<18,5	NO	<0,5	NO	46,64	MALA	24,99	MUY MALA
26/oct/2010	A1410-145	133	SI	<18,5	NO	<0,5	NO	49,40	MALA	27,14	MALA
26/oct/2010	A1410-146	100	SI	<18,5	NO	<0,5	NO	48,70	MALA	26,60	MALA
26/oct/2010	A1410-147	130	SI	<18,5	NO	<0,5	NO	45,95	MALA	24,98	MUY MALA
26/oct/2010	A1410-148	133	SI	<18,5	NO	<0,5	NO	43,66	MALA	0,00	MUY MALA
26/oct/2010	A1410-149	189	SI	<18,5	NO	<0,5	NO	46,78	MALA	25,95	MALA
26/oct/2010	A1410-150	40190	NO	<18,5	NO	<0,5	NO	39,68	MALA	18,43	MUY MALA
26/oct/2010	A1410-151	169	SI	<18,5	NO	<0,5	NO	45,35	MALA	24,90	MUY MALA

Fuente: LABSA, Cálculo del índice de calidad de aguas con los resultados obtenidos en el laboratorio

 Parámetros obtenidos en laboratorio

 Parámetros de laboratorio dentro del rango permisible

 Parámetros de laboratorio fuera del rango permisible

 ICA Producto e ICA Geométrico

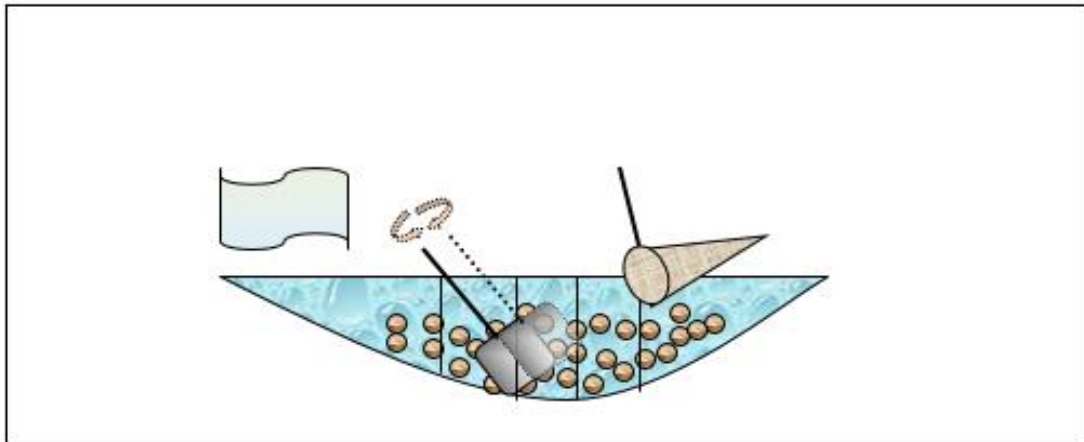
Interpretación: En la Tabla dos, se visualiza que para determinar el ICA se tomó únicamente los parámetros de laboratorio: Cadmio, Coliformes Fecales, Conductividad, DBO₅, DQO, Fenoles, Níquel, Nitratos, OD, pH, Sustancias Tensoactivas, Sólidos Totales, TPH y Vanadio, tomados por decisión propia de la investigadora basándose en experiencias de cálculos del ICA de aguas propiamente orientanas, sobre todo en las constantes de multiplicación establecidas por el proyecto Kaimanta, cabe recalcar que el contenido de las aguas varía de lugar a lugar por las condiciones geográficas y físicas que infieren directamente en la composición física, química y biológica del agua, adicionalmente las actividades antrópicas desarrolladas en cada lugar determinan el contenido de las cargas contaminantes de las descargas efectuadas en los sistemas de alcantarillado.

6.2.2. Conteo de macroinvertebrados

El conteo respectivo de macroinvertebrados, se realizó en los tres segmentos, mismos que se dividieron en 10 puntos para recolección de los bioindicadores.

No se contabilizó macroinvertebrados bentónicos en los diez puntos de muestreo del Estero, en condiciones de estiaje bajo, temporada seca con ausencia de lluvias y temperaturas que oscilaban entre 27 y 32 °C. La total ausencia se debe a que éstos no soportan las condiciones de contaminación existentes en el Estero, esto se evidencia en que los parámetros necesarios se hallan fuera del rango necesario para aportar con las condiciones idóneas para la preservación, reproducción y desarrollo de los bioindicadores. Se pudo apreciar la presencia de bioindicadores de contaminación como caracoles y peces.

Figura 10. Muestreo de macroinvertebrados



Elaborado por: La autora

Interpretación: La figura diez, permite observar que el muestreo de macroinvertebrados debe dividir el ancho del Estero Orienco en puntos de muestreo para realizar la recolección siempre removiendo bien los sedimentos del lecho para permitir su ascenso y poder tomarlos con la red, posteriormente se ubican sobre un manto blanco para poder visualizarlos con facilidad.

6.2.3. Aforo de caudales

Tabla 3. Caudales medidos en cada segmento del Estero Orienco

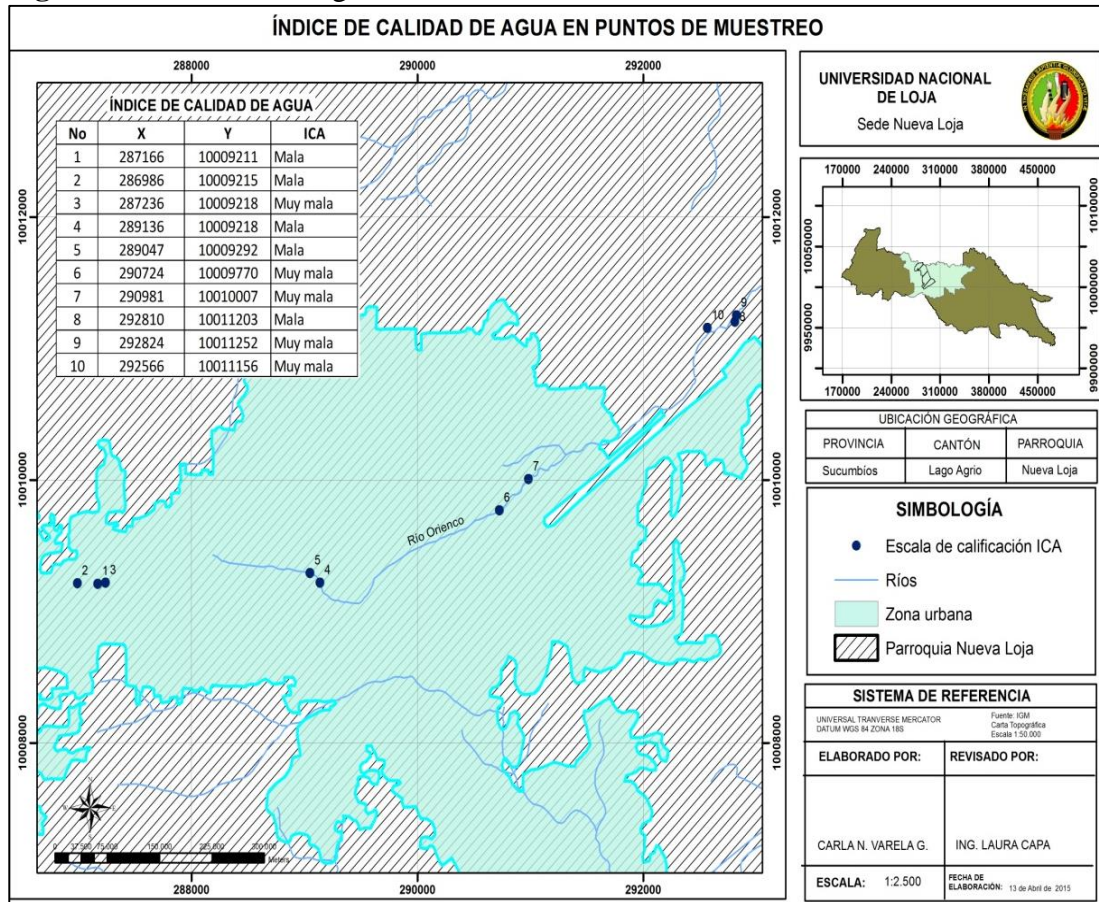
AFORO DE CAUDALES (Q)			
PUNTOS	COORDENADAS		CAUDAL (l/s)
	X	Y	
1	287166	9211	320,11
2	289136	9218	217,82
3	290724	9760	324,23
4	292810	11203	756,24
PROMEDIO			404,6

Elaborado por: La autora

Interpretación: En la tabla uno se puede visualizar los valores del caudal medido en cada punto que definen a los segmentos del Estero, realizar el aforo es importante debido a que la cantidad de agua que recorre en el afluente determina la capacidad de

autodepuración, y, en los puntos 1,2 y 3 la cantidad de agua determinan un contenido relativamente bajo por ende su capacidad de autorecuperarse ante las cargas contaminantes es bajo esto se debe a que en la medición efectuada es general y no se conoce el volumen de descargas, la medición promedio es de 404,6 l/s, tomemos en cuenta que el aforo se lo realizó en estiaje bajo y que el a medición del punto anterior con el siguiente suman valores de descargas provocando el incremento del caudal, se debe considerar que se está contaminando una importante fuente de abastecimiento de agua.

Figura 11. Calidad del Agua en el Estero Orienco



Fuente: GADMLA, 2015
Elaborado por: La autora, 2015

Interpretación: El respectivo cálculo del ICA, arrojó como resultado que la calidad del agua del Estero Orienco varía de **MALA** a **MUY MALA** de acuerdo a la escala

de valoración establecida por la investigadora siendo <25 MUY MALA, <50 MALA, <70 MEDIA, <90 BUENA y =<100 EXCELENTE. Los resultados cuantitativos de calidad se calcularon en los diez puntos de muestreo y usando el ICA-PRODUCTO e ICA-GEOMÉTRICO determinar la calidad del agua.

6.2.4. Caracterización física, química y microbiológica de las aguas provenientes de las fuentes de descarga

Se realizó los análisis de laboratorio de las muestras tomadas directamente de las fuentes de descarga obteniendo los siguientes resultados:

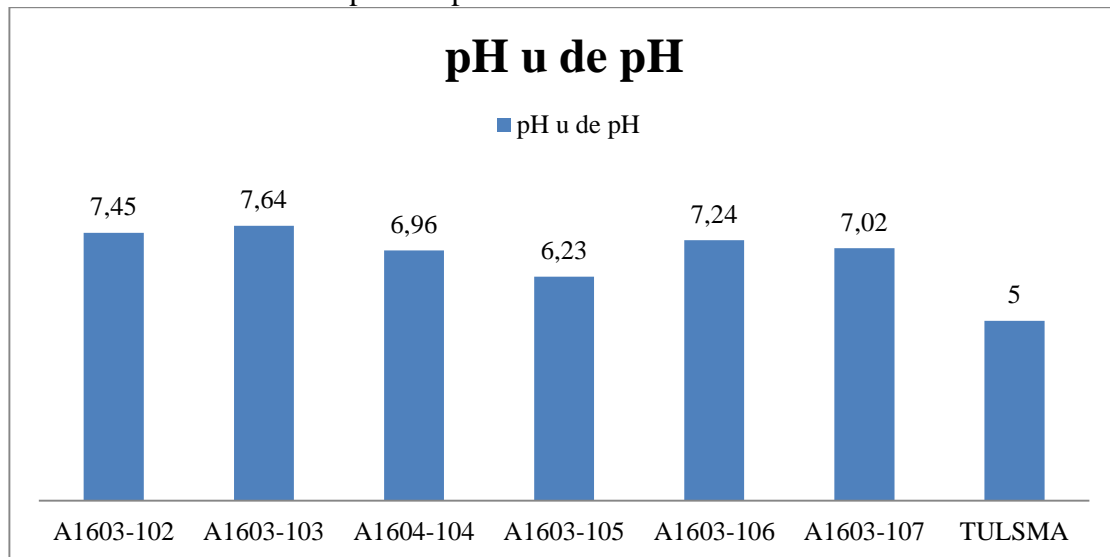
Tabla 4. Mediciones de pH comparadas con el TULMA

Parámetro	Unidad	A1603-102	A1603-103	A1604-104	A1603-105	A1603-106	A1603-107	TULAS
pH	u de pH	7,45	7,64	6,96	6,23	7,24	7,02	5 -9

Elaborado por La Autora

a) Potencial hidrógeno

Gráfico 4. Mediciones de pH comparadas con el TULSMA



Elaborado por: La autora

Interpretación: En el gráfico cuatro las mediciones de pH, apuntan a que en las muestras analizadas se midió un pH ligeramente ácido para las muestras A1603-104 y A1603-105, provenientes de una vivienda y un restaurante. Las muestras restantes A1603-102 (Lavadora y lubricadora), A1603-103 (Lavadora y Lubricadora), A1603-106 (Departamentos de arriendo) y A1603-107 (alcantarillado municipal) denotan un pH básico o alcalino, es decir que la presencia de sales es ineludiblemente evidenciable. De acuerdo a los límites permisibles establecidos por el TULSMA, las mediciones realizadas se hallan dentro del rango permisible.

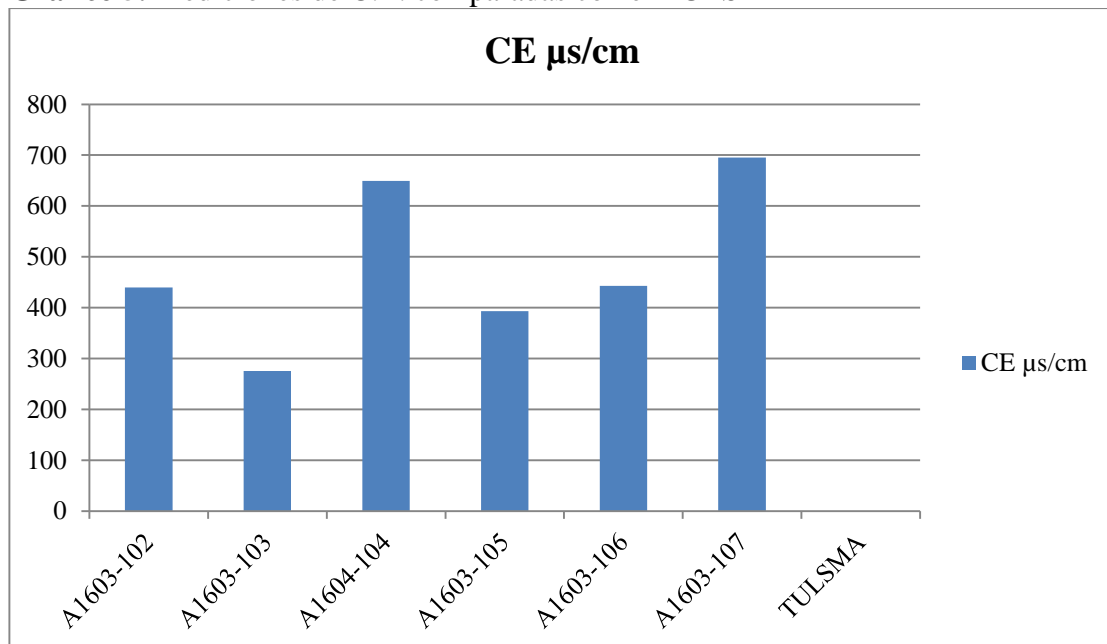
b) Conductividad eléctrica

Tabla 5. Mediciones de C.E. comparadas con el TULMA

Parámetro	Unidad	A1603-102	A1603-103	A1604-104	A1603-105	A1603-106	A1603-107	RAO HE
CE	μs/cm	440	275,4	649	393	443	695	170

Elaborado por: La autora

Gráfico 5. Mediciones de C.E. comparadas con el TULSMA



Elaborado por: La autora

Interpretación: En el gráfico cinco se observa que la medición realizada en el laboratorio del parámetro físico conductividad eléctrica se encuentra sobrepasado del límite permisible establecido por el RAOHE, evidenciando la presencia de solutos y iones aportados por las cargas contaminantes, la conductividad eléctrica es un claro indicador de la presencia de contaminantes en el agua.

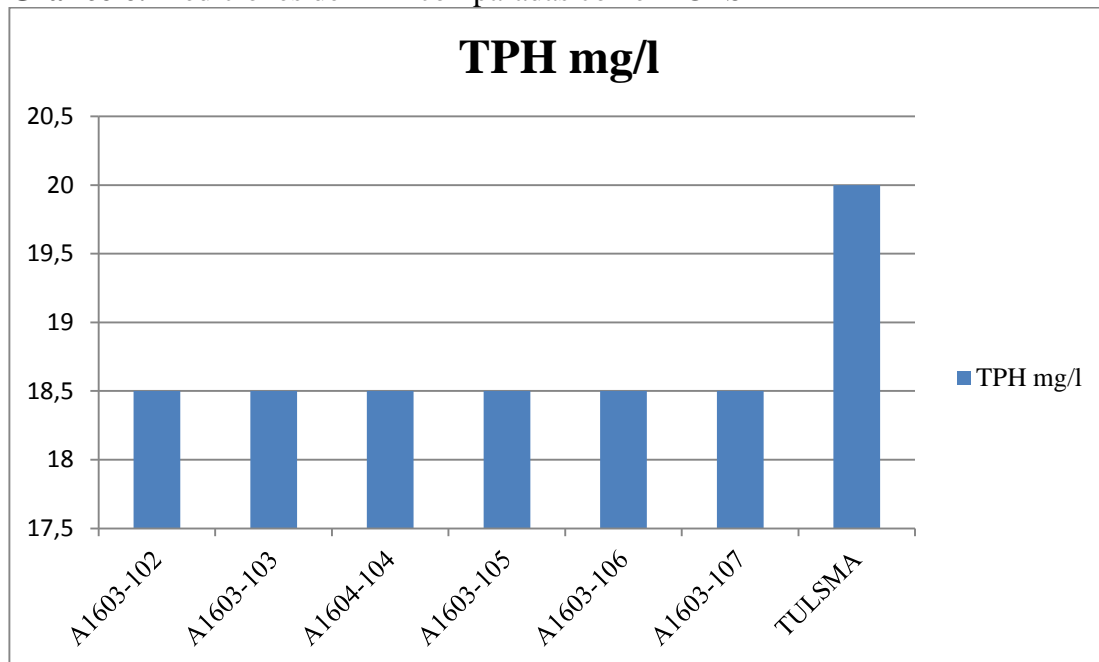
c) Hidrocarburos totales del petróleo

Tabla 6. Mediciones de Hidrocarburos totales del petróleo comparado con el TULSMA

Parámetro	Unidad	A1603-102	A1603-103	A1604-104	A1603-105	A1603-106	A1603-107	TULSMA
TPH	mg/l	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	20

Elaborado por: La autora

Gráfico 6. Mediciones de TPH comparadas con el TULSMA



Elaborado por: La autora

Interpretación: En el gráfico 6 se observa que la presencia de TPH se encuentra dentro del parámetro permisible establecido por el TULSMA, más su sola

identificación denota que la alteración de las características químicas del agua por estos compuestos afecta a la biota circundante y la calidad de vida de la fauna que habita en el Estero Orienco.

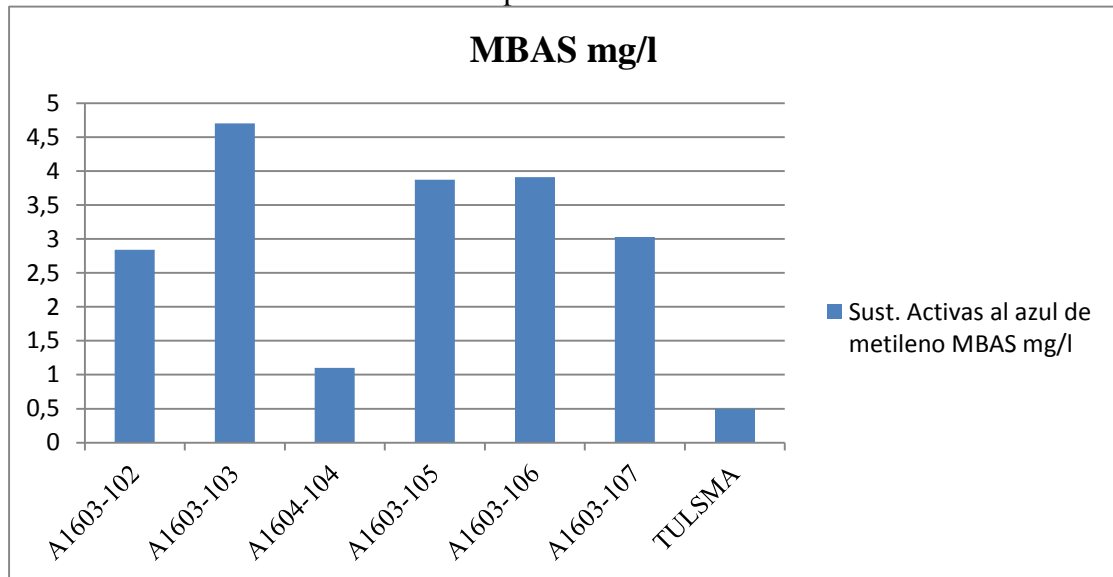
d) Sustancias activas al azul de metileno

Tabla 7. Mediciones de sustancias activas al azul de metileno comparadas con el TULSMA

Parámetro	Unidad	A1603-102	A1603-103	A1604-104	A1603-105	A1603-106	A1603-107	TULSMA
Sust. Activas al azul de metileno MBAS	mg/l	2,84	4,7	1,1	3,87	3,91	3,03	0,5

Elaborado por: La autora

Gráfico 7. Mediciones de MBAS comparadas con el TULSMA



Elaborado por: La autora

Interpretación: En el gráfico siete se observa que el parámetro MBAS se encuentra incumpliendo con el límite permisible establecido por el TULSMA, por ende la presencia de detergentes y desinfectantes es claramente evidenciable derivando en que la tensión superficial del agua es rota y muy débil provocando el escape de oxígeno del recurso hídrico imposibilitando la existencia de fauna acuática.

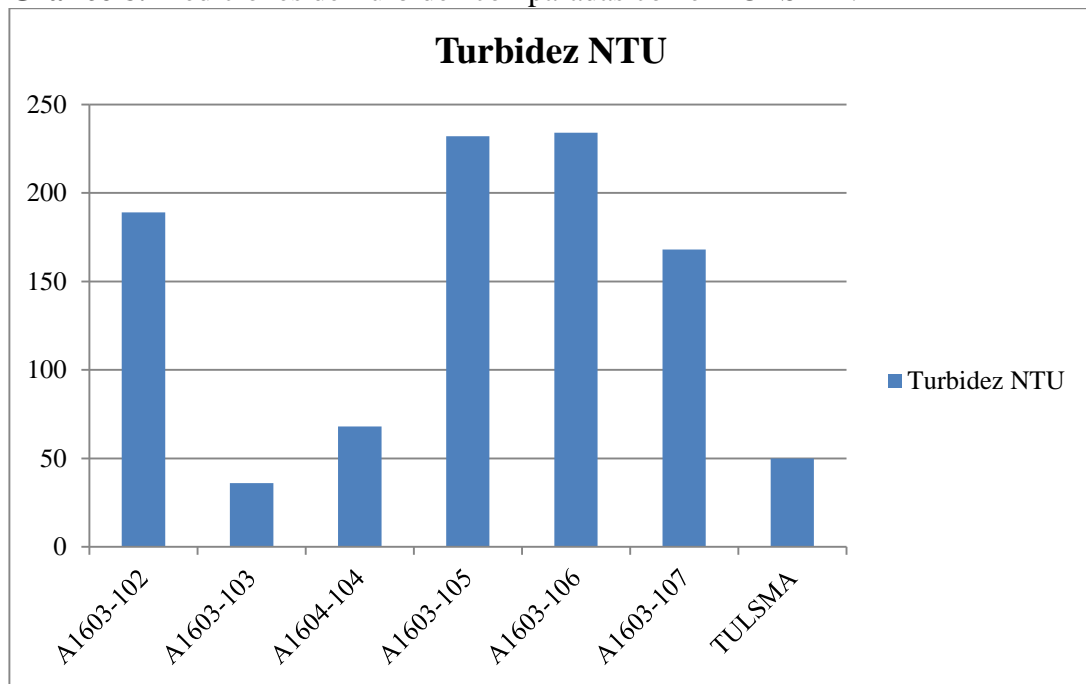
e) **Turbidez**

Tabla 8. Mediciones de Turbidez comparadas con el TULMA

Parámetro	Unidad	A1603-102	A1603-103	A1604-104	A1603-105	A1603-106	A1603-107	TULSMA
Turbidez	NTU	189	36	68	232	234	168	50

Elaborado por: La autora

Gráfico 8. Mediciones de Turbidez comparadas con el TULSMA.



Elaborado por: La autora

Interpretación: En el gráfico ocho se observa que la muestra A1603-103 se encuentra dentro del parámetro permisible, más las muestras restantes no se hallan cumpliendo con el rango de permisibilidad establecido por el TULSMA. La turbidez es un claro indicador de la presencia de sólidos totales en suspensión, lo cual oscurece el agua e impide el ingreso de la luz solar dificultando la captación de energía.

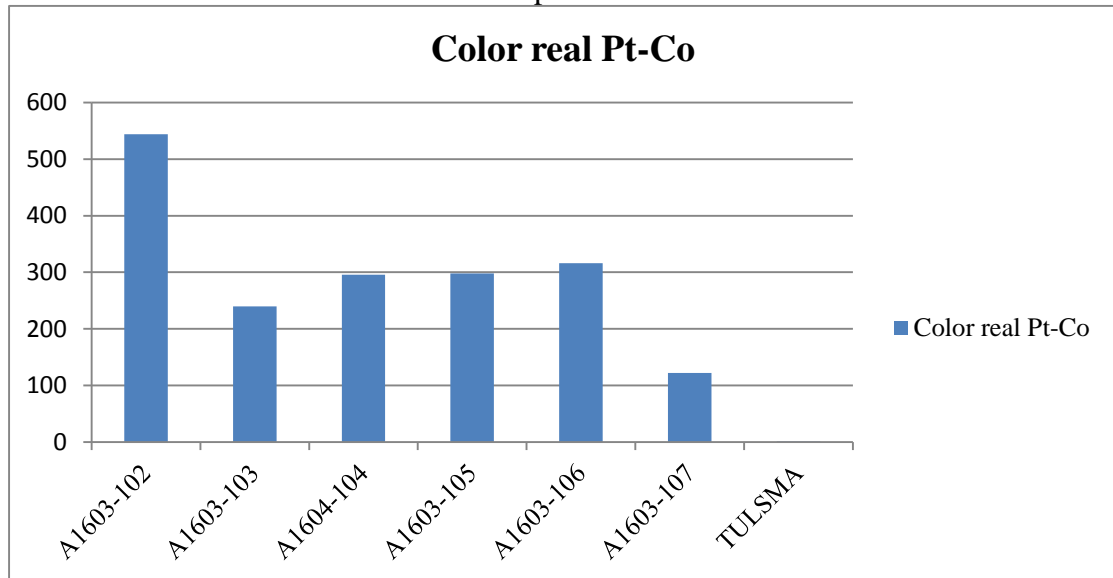
f) **Color real**

Tabla 9. Mediciones de color real comparados con el TULMA

Parámetro	Unidad	A1603-102	A1603-103	A1604-104	A1603-105	A1603-106	A1603-107	TULSMA A
Color real	Pt-Co	544	240	296	298	316	122	1

Elaborado por: La autora

Gráfico 9. Mediciones de color real comparados con el TULMA



Elaborado por: La autora

Interpretación: En el gráfico nueve se observa que las muestras no cumplen con el límite permisible establecido por el TULSMA, por ende el resultado muestra que el agua del Estero Orienco posee materia suspendida ya sea de origen orgánico o inorgánico que forma una dispersión coloidal cambiando el color del agua.

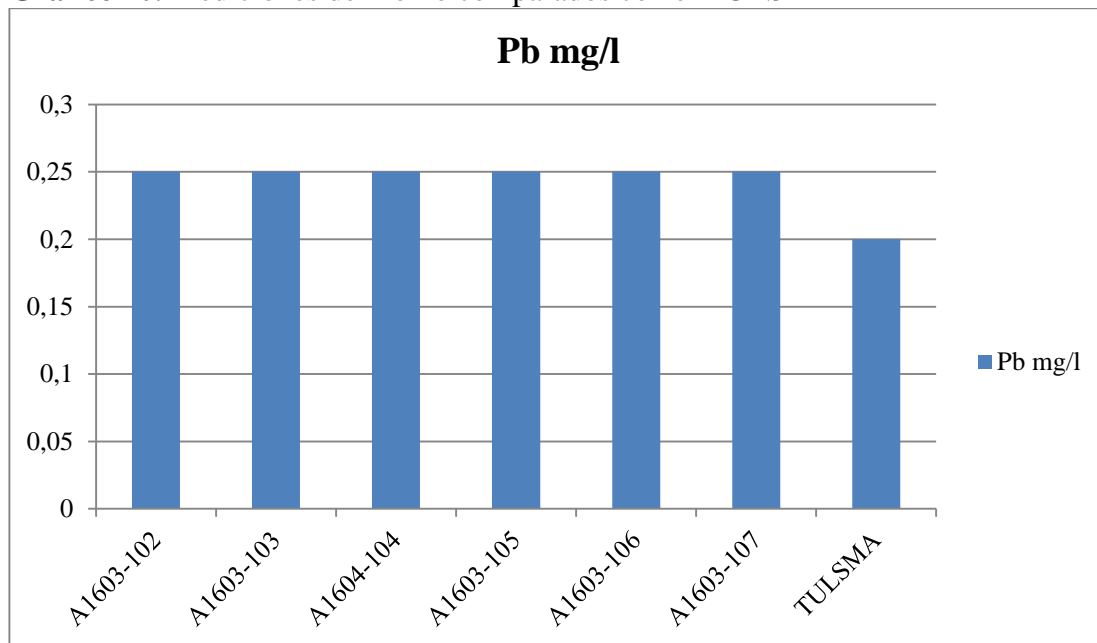
g) Plomo

Tabla 10. Mediciones de Plomo comparados con el TULSMA

Parámetro	Unidad	A1603-102	A1603-103	A1604-104	A1603-105	A1603-106	A1603-107	TULSMA
Pb	mg/l	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,2

Elaborado por: La autora

Gráfico 10. Mediciones de Plomo comparados con el TULSMA



Elaborado por: La autora

Interpretación: en el gráfico diez se observa que el análisis de las muestras arrojó como resultado que ninguna muestra cumple con el parámetro permisible establecido por el TULSMA, más no supera elevadamente al rango permisible, esto deriva en que la radiactividad del agua del Estero Orienco se incrementa.

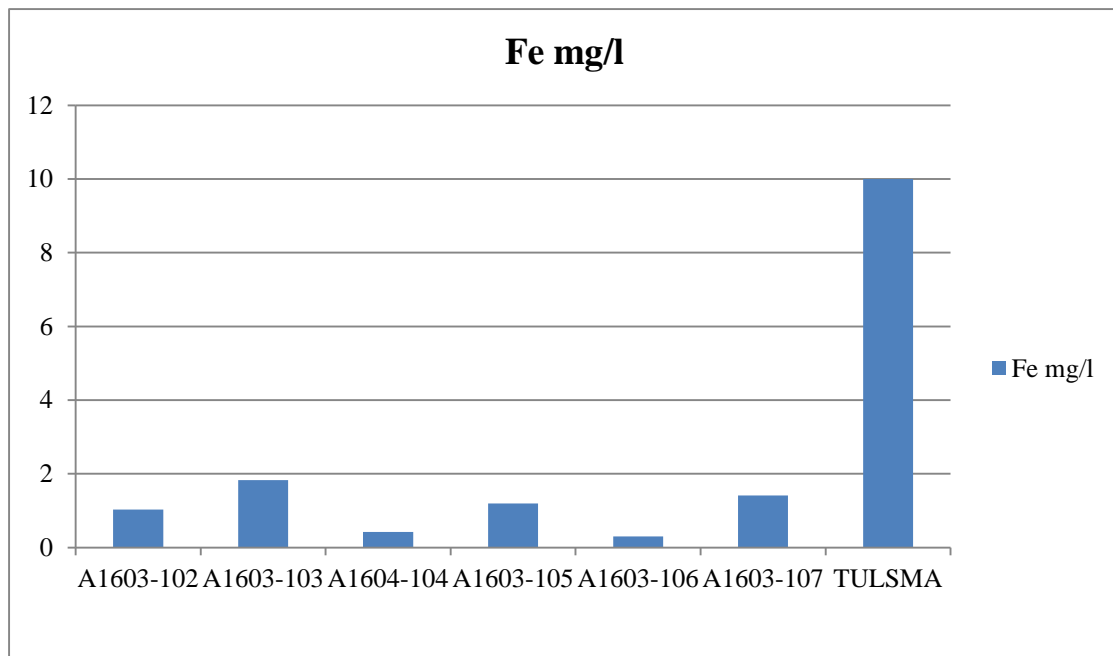
h) Hierro total

Tabla 11. Mediciones de Hierro comparadas con TULSMA

Parámetro	Unidad	A1603-102	A1603-103	A1604-104	A1603-105	A1603-106	A1603-107	TULSMA
Fe	mg/l	1,03	1,83	0,42	1,19	0,3	1,41	10

Elaborado por: La autora

Gráfico 11. Mediciones de Hierro comparadas con TULSMA



Elaborado por: La autora

Interpretación: en el gráfico once se observa que las muestras cumplen con el límite establecido por el TULSMA.

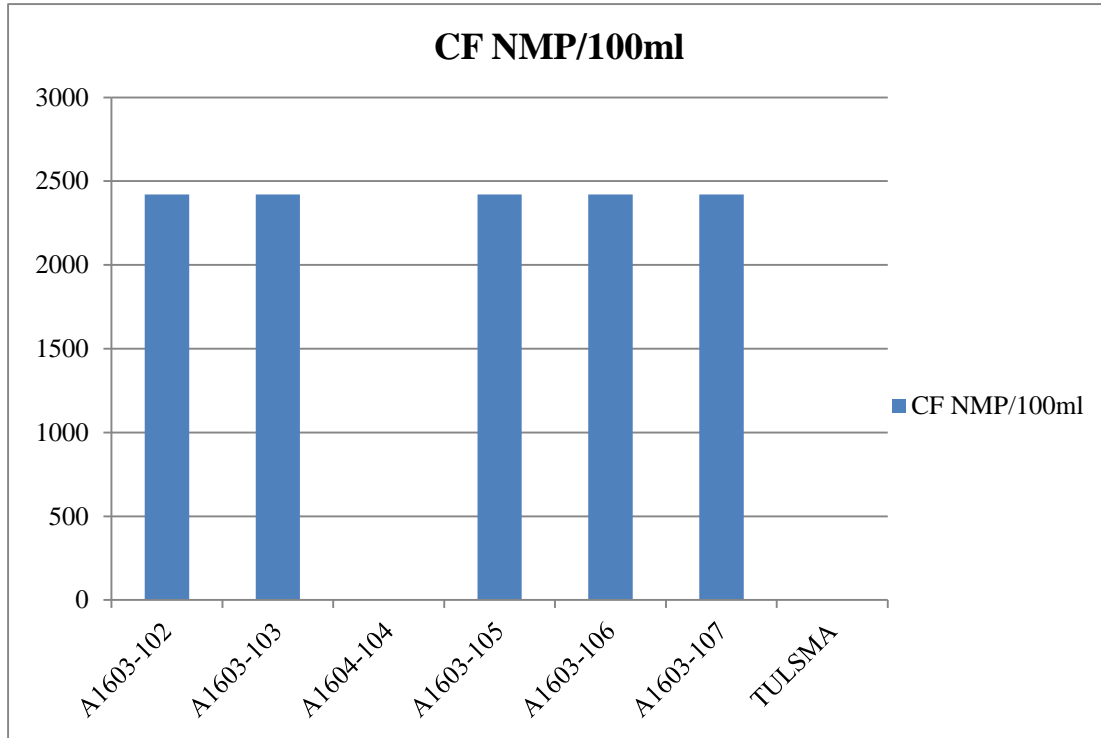
i) Coliformes fecales

Tabla 12. Mediciones de Coliformes fecales comparados con el TULSMA

Parámetro	Unidad	A1603-102	A1603-103	A1604-104	A1603-105	A1603-106	A1603-107	TULSMA
CF	NMP/100ml	2420	2420	2	2420	2420	2420	1

Elaborado por: La autora

Gráfico 12. Mediciones de Coliformes fecales comparados con el TULSMA



Elaborado por: La autora

Interpretación: En el gráfico doce se observa que las muestras no cumplen con el límite permisible establecido por el TULSMA, en el caso de coliformes fecales es clara la existencia de un problema sanitario debido a que se encuentran sobrepasando la tabla de medición en Número Más Probable, es decir que las aguas negras son vertidas directamente en el Estero Orienco.

6.3. Elaborar un Plan de Manejo Ambiental para las fuentes contaminantes en el Estero Orienco, cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos.

a) Introducción

La crisis ambiental del agua en Ecuador se debe principalmente a la contaminación y a la sobre utilización del recurso, condiciones que han provocado su

deterioro en términos de calidad y disponibilidad. Por ello, desde hace más de una década el Estado, los usuarios, los movimientos sociales, entre otros actores, han discutido los términos regulatorios de una nueva ley de aguas que permita modernizar el alcance de la gestión administrativa y, particularmente, ambiental del recurso. Una cuestión preponderante en este debate consiste en fundamentar la gestión ambiental del agua, en su calidad jurídica de bien nacional de uso público (Vallejo, 2011).

Debido a la falta de un compromiso social, tanto de los ciudadanos como de las autoridades, con respecto a la vigilancia del agua como un recurso limitado e indispensable, es que el presente trabajo de titulación plantea proponer un Plan de Manejo Ambiental para promover la reducción, prevención y mitigación de impactos en las aguas del Estero Orienco. El Plan contempla ciertos programas con aplicabilidad inmediata y factible para cualquier institución que desee aplicarlos, ya que su diseño está guiado técnicamente para su aprovechamiento máximo.

El Plan de Manejo Ambiental propuesto considera los resultados del inventario de fuentes contaminantes existentes en el Estero Orienco y la calidad de sus aguas, por ende se debe aclarar que el Plan debe ser actualizado año a año ya que las variables investigadas pueden cambiar sus condiciones.

b) Objetivos

Objetivo General

- Realizar la propuesta de un Plan de Manejo ambiental para reducir, prevenir y mitigar los impactos ambientales producidos en el Estero Orienco.

Objetivos Específicos

- Plantear una propuesta para reducir, prevenir y mitigar los impactos generados en el Estero Orienco, Cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos.
- Proponer un presupuesto para la ejecución del Plan de Manejo Ambiental.

c) Alcance del Plan de Majo Ambiental

El Plan de Manejo Ambiental propuesto permitirá aplicar programas para reducir, prevenir y mitigar los impactos generados en el Estero Orienco debido a que se enmarcan en la temática de capacitación y educación ambiental, manejo de desechos sólidos, monitoreo ambiental y recuperación de áreas contaminadas.

d) Propuesta de Plan de Manejo Ambiental

El Plan de Manejo Ambiental se diseñó en base a las directrices otorgadas por el Ministerio del Ambiente en el Acuerdo 006, para su debido cumplimiento se plateó los siguientes programas:

- Plan de Prevención y Mitigación de Impactos (PPM)
- Plan de Manejo de Desechos (PMD)
- Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental (PCC)
- Plan de Monitoreo y Seguimiento (PMS)
- Plan de Rehabilitación de Áreas Contaminadas (PRA)

6.3.1 Programa de Prevención y Mitigación de Impactos

a) Introducción

A través de este plan de manejo ambiental se verifica la necesidad de definir normas que deben respetarse a fin de prevenir, mitigar y controlar los efectos negativos en la ejecución de las actividades antrópicas desarrolladas en el área de estudio del Estero Orienco.

b) Objetivos

Prevenir y minimizar la generación de impactos ambientales negativos al entorno que están alterando la calidad de los recursos suelo y aire, a partir de las actividades antrópicas desarrolladas en el área de estudio del estero Orienco.

c) Alcance

El plan de prevención, mitigación y control de impactos ambientales negativos está basado en la aplicación de las mejores prácticas administrativas y operativas que deberán seguir las personas que desempeñan actividades antrópicas propias de una ciudad en crecimiento.

d) Medidas a implementarse

- Reubicación de la estructura de alcantarillado para los barrios que no tengan conexiones hacia el sistema de alcantarillado municipal y realizan sus descargas directamente al Estero Orienco.

- Dragado de sedimentos para reducir el contenido en el lecho provenientes de las actividades antrópicas circundantes, se debería realizar un dragado por lo menos una vez al año para mediante un gestor ambiental darles disposición final.
- Proponer la elaboración de un diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas residuales para el Cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos.

e) Duración del programa

Este programa deberá ejecutarse durante el tiempo estimado según cada medida a implementarse y de acuerdo a los cronogramas establecidos por las autoridades competentes.

f) Presupuesto

Tabla 13. Presupuesto para el programa de prevención y mitigación de impactos

Actividades	Responsable	Valor unitario (USD)	Valor total
Reubicación de alcantarillado	GAMLA	20.000	20.000
Dragado de sedimentos	GAMLA / MAE / SENAGUA / GADPS	4.500	4.500
Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas residuales	GAMLA	12.000	12.000
Total		36.500	36.500

Elaborado por: La autora

6.3.1. Programa de manejo de desechos peligrosos y no peligrosos

a) Introducción

El programa describe los procedimientos para el manejo adecuado de desechos generados en las instalaciones de las lavadoras y lubricadoras, mecánicas y hospitales ubicadas en las orillas del Estero Orienco y que realicen el vertido de las aguas residuales directamente en el efluente, además se considerará el tipo de desperdicio, las características del mismo y el tratamiento y disposición temporal/final.

b) Objetivos

- Fomentar correctas prácticas para el manejo y almacenamiento temporal de los desechos no peligrosos.
- Exigir el cumplimiento con el adecuado almacenamiento de los desechos peligrosos hasta la entrega a un gestor ambiental certificado que provea de la disposición final de los mismos.
- Minimizar cualquier impacto contraproducente sobre el ambiente, que pueda ser originado por la generación, manipulación, almacenamiento y disposición final de los desechos peligrosos y no peligrosos generados en las instalaciones de las lavadoras y lubricadoras, mecánicas y hospitales directamente relacionadas al Estero Orienco.

c) Alcance

Este programa contempla los procedimientos que los trabajadores de las lavadoras y lubricadoras, mecánicas y hospitales, deben considerar para el adecuado manejo de los desechos sólidos y líquidos generados durante el desarrollo de sus actividades.

d) Medidas a implementarse

- **Desechos sólidos no peligrosos**

- Impartir la metodología para el correcto almacenamiento, disposición final y tipo de reservorios de desechos peligrosos y no peligrosos.
- Colocar los desechos sólidos no peligrosos que se generan en las instalaciones de las lavadoras y lubricadoras en recipientes (tachos) en un área o lugar en el que no obstaculice el desarrollo de las actividades, para en lo posterior enviarlos al relleno sanitario o disposición como material de reciclaje.
- Rotulación los recipientes que se emplearán para la recolección de desechos sólidos no peligrosos con el nombre (vidrios, plásticos, papeles, etc.) del tipo de desecho que será depositado en los mismos.

Es responsabilidad del Representante Legal asegurarse que los desechos no peligrosos generados en el desarrollo de las actividades productivas tengan la disposición final en los sitios asignados por la autoridad de control competente.

Es responsabilidad del Representante Legal verificar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales negativos.

Basura doméstica, papeles, plásticos y cartón serán dispuestos en tachos debidamente rotulados y enviados directamente al relleno sanitario sin necesidad de tratamiento previo.

- **Desechos sólido peligrosos**

- Deben elaborar un manual de manejo de desechos peligrosos de acuerdo a los residuos generados según su tipo, para que el personal maneje adecuadamente la temática y evitar accidentes laborales.
- Tipificar el tipo de desechos generados por cada actividad, debido a que durante el desarrollo de las actividades productivas realizadas por las lavadoras y lubricadoras, mecánicas y hospitales, se generan desechos sólidos y líquidos, tales como: grasas, aceites, arenas mezcladas con derivados de hidrocarburos, diésel, detergentes, disolventes, jeringuillas, gasas, fluidos corporales etc.
- Asignación de sitios permanentes para el almacenamiento de desechos peligrosos.
- Se debe realizar las actividades laborales en las lavadoras y lubricadoras, mecánicas y hospitales utilizando mascarillas, guantes de protección, trajes impermeables, botas de caucho, gorro impermeable y gafas de seguridad para de esta manera evitar cualquier afectación a la salud del personal que realiza estas tareas.
- En el caso de las lavadoras, éstas deben implementar un sistema de trampas de grasa para su separación del agua, de este modo se procedería a su posterior recolección para entregar estos desechos peligrosos a un gestor ambiental certificado.
- Deben implementar un sistema para la recolección de residuos líquidos peligrosos en recipientes adecuados y una correcta disposición final de los mismos por medio de un gestor ambiental certificado.

Foto 1. Envases adecuados para el almacenamiento de desechos líquidos peligrosos forma correcta de acumularlos



Fuente: Norma INEN 2263:2013

- Deben almacenar los residuos sólidos peligrosos debidamente sellados en recolectores destinados únicamente para estos hasta poder darles disposición final por medio de un gestor ambiental certificado.
- Deben rotular adecuadamente los envases de almacenamiento de desechos peligrosos según su categoría, tipo y peligrosidad, según lo estipulado en la Norma INEN 2263:2013 para el transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos, requisitos. Anexos D, E, F, G y H.
- Deben implementar la utilización de señalética de seguridad en todas las áreas, y en las de almacenamiento de desechos peligrosos deben indicar la ubicación de equipos extintores y zonas de almacenamiento de desechos peligrosos según la Norma INEN 439:1984. Colores, señales y símbolos de seguridad.

Cuadro 4. Principales señaléticas de seguridad que deben implementar las lavadoras, lubricadoras y mecánicas



Fuente: Ministerio del Ambiente del Ecuador

- **Desechos líquidos**

- Las descargas de aguas residuales deben ser sometidas a tratamientos preliminares con la finalidad de cumplir con los parámetros permisibles estipulados en el TULSMA, libro VI, anexo I, tablas 11 y 12.
- Los desechos líquidos se identificarán como desechos líquidos peligrosos sus envases de almacenamiento serán plásticos y deben ser sometidos a un pretratamiento como las trampas de grasa para separarlos del agua.

e) **Indicadores**

- No se realiza la separación de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.
- Envío de residuos sólidos reciclables al relleno sanitario en lugar de impulsar su aprovechamiento.

- No se contrata gestores ambientales certificados para dar disposición final a los residuos peligrosos.
- Falta de señalización en las áreas de generación y acopio de residuos peligrosos.
- Falta de tratamiento preliminar para los residuos líquidos.
- Alcantarillado municipal canalizado directamente hacia las aguas del Estero Orienco.

f) Duración del programa

Este programa deberá ejecutarse durante el tiempo que comprende el desarrollo de las actividades productivas por lo tanto será una medida permanente y ajustándose a las nuevas leyes y reformas ambientales existentes en cada año.

g) Presupuesto

Los costes económicos serán cubiertos directamente por el propietario de las lavadoras y lubricadoras, mecánicas y hospitales debido a que debe realizar el cumplimiento de las leyes establecidas para evitar multas o clausura del local.

Tabla 14. Presupuesto para el programa de manejo de desechos peligrosos y no peligrosos

Actividades	Responsable	Valor estimado (USD)	Valor total (USD)
Capacitaciones y material de apoyo	Propietarios / MAE	600	1.200
Rotulación, contenedores, fundas y adecuaciones del sitio permanente de almacenamiento.	Propietarios	1.200	1.200
Materiales de seguridad personal	Propietarios	800	1.600
Realización de informes, registros y administrativos varios	Propietarios	300	300
Elaboración de manual de manejo de desechos peligrosos	Propietarios	300	300
Elaboración de señalética de seguridad	Propietarios	200	200
Elaboración de señalética informativa para tanques de almacenamiento y áreas de almacenamiento de desechos peligrosos	Propietarios	150	150
Sistema de almacenamiento de residuos líquidos peligrosos	Propietarios	3.780	3.780
Tanques especiales de almacenamiento	Propietarios	3.000	3.000
Sistema de trampas de grasa	Propietarios	970	970
Total		11.300	12.700

Elaborado por: La autora

6.3.2. Programa de capacitación y educación ambiental

a) Introducción

El programa de Capacitación y Educación Ambiental permitirá informar y sensibilizar a los ciudadanos en general y a los trabajadores involucrados en las diferentes actividades desarrolladas en las diferentes actividades antrópicas, además

les ayudará a comprender las medidas que deberán tomar para reducir el impacto generado en el Estero Orienco. El Gobierno Autónomo descentralizado Municipal de Lago Agrio, conjuntamente con el Ministerio del Ambiente y la Secretaría Nacional del Agua deberán ser responsables de impartir a los actores las medidas ambientales establecidas para reducir, mitigar y prevenir los impactos generados en las aguas del efluente.

b) Objetivos

- Promover una mayor conciencia ambiental en las personas que realizan el vertido de sus aguas residuales directamente en el efluente.
- Determinar la incidencia de las actividades realizadas por los actores directos, frente a su responsabilidad socio-ambiental.

c) Alcance

El programa está encaminado a cubrir las necesidades de capacitación a la ciudadanía que se encuentra dentro del área de influencia directa del inventario, en temas ambientales, para lo cual se darán charlas y así dar a conocer la información que contienen las leyes aplicadas actualmente en el recurso agua, para así concienciar sobre la prevención, control, mitigación y reducción de contaminación.

d) Medidas a implementarse

- Programar e impartir capacitaciones semestrales a la población involucrada en la ejecución y cumplimiento de las leyes vigentes y de cualquier aspecto relacionado a la aplicación de la Normativa Ambiental y las sanciones de las que podrían ser sujetos.

Las capacitaciones se centrarán en las siguientes temáticas: buenas prácticas ambientales, manejo de desechos sólidos y desechos peligrosos, conservación del agua, importancia de la cobertura vegetal en los Esteros, educación ambiental en los niños.

Las capacitaciones deberán ser organizadas por Barrios para impartir la información a todos los habitantes involucrados.

- Capacitar a los ciudadanos en el correcto manejo, segregación en la fuente y disposición final de los desechos no peligrosos y peligrosos.
- Es responsabilidad del Propietario de lavadoras y lubricadoras, comerciales, hospitales, mecánicas, lavadoras y comedores capacitarse y posteriormente capacitar y entrenar a los trabajadores que tengan a su cargo, mismas que deben contar con un registro de asistencia.

e) Indicadores

- Ausencia de capacitaciones en el área de influencia directa por parte de un ente competente sobre temáticas ambientales para la preservación del Estero Orienco.
- Los procedimientos para dar disposición final a los residuos generados por parte de la población se evidencia en el Estero Orienco por simple visualización, de ahí la urgente necesidad de crear conciencia ambiental.

f) Duración del programa

El programa de capacitación deberá enmarcarse en un período de dos capacitaciones al año, es decir de carácter semestral para en ese período poder determinar su efectividad.

g) Presupuesto

Tabla 15. Presupuesto estimado para el programa de capacitación y educación ambiental

Actividades	Responsable	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Capacitaciones semestrales en temas ambientales	GAMLA / MAE / SENAGUA	2.300	4.600
Elaboración de material de apoyo	GAMLA / MAE / SENAGUA	400	800
Capacitaciones de manejo de desechos no peligrosos y peligrosos	GAMLA / MAE / SENAGUA	800	1.600
Logística	GAMLA / MAE / SENAGUA	400	800
Total		3.900	7.800

Elaborado por: La autora

6.3.3. Programa de monitoreo y seguimiento ambiental

a) Introducción

Este programa describe los tipos de monitoreos que deberán realizarse en las aguas del Estero Orienco para evaluar y cuantificar las descargas y la contaminación que afecten a los componentes humanos y agua.

Es importante efectuar los monitoreos de las características físicas, químicas y biológicas del agua del Estero Orienco, ya que permite evidenciar el incremento o disminución de la contaminación del agua.

b) Objetivos

- Determinar los niveles de contaminación que generan las fuentes de contaminación en el área de influencia directa del Estero Orienco.
- Verificar el incremento o disminución en la concentración de los contaminantes que aportan las fuentes de contaminación en el agua del Estero Orienco.
- Identificar responsabilidades en las fuentes de contaminación, para determinar sanciones o acuerdos de solución en caso de ser necesario.

c) Alcance

Las actividades antrópicas relacionadas directamente con el Estero Orienco inician a partir del km 6 de la vía a Quito, en la presente investigación se planteó iniciar el inventario desde el km 3 ½ debido a que es donde inician las actividades conglomeradas.

d) Medidas a implementarse

- Asignación del personal profesional para realizar los monitoreos y seguimientos de sus resultados, a quien se le asignará responsabilidades tanto en actividades de campo como administrativas.
- Monitoreos de aportación de cargas contaminantes efectuadas por las fuentes contaminantes.

- Monitoreos de parámetros físicos, químicos y biológicos del agua del Estero Orienco.
- Las entidades competentes deberán contar con una matriz que establezca el cumplimiento de todas las medias propuestas. Se debe contar con los informes respectivos de los monitoreos, mismos que deberán ser realizados por un laboratorio acreditado ante la OAE (Organismo de Acreditación Ecuatoriano) y firmados por un técnico responsable.

Los parámetros a ser monitoreados serán los relacionados con la determinación de la calidad del agua, u otros requeridos por las entidades competentes.

La Normativa ambiental que se utilizará para realizar la comparación de los resultados obtenidos durante el muestreo de aguas del Estero Orienco, será el TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Tablas 8,9, 12 y 13.

- Supervisión del Cumplimiento de Planes de Manejo Ambiental. El Propietario de negocios que requieran ficha ambiental, Plan de Manejo Ambiental o licencias ambientales deberá comprobar la ejecución de cada una de las medidas de prevención, mitigación y monitoreo ambiental en su momento oportuno, conforme al cronograma de ejecución propuestas por las instituciones competentes, deberá llevar los indicadores de cumplimiento y medios de verificación respectivos de forma permanente, los mismos que deberán ser archivados y deberán estar disponibles para su verificación por parte de la Ministerio del Ambiente de Sucumbíos.

e) Indicadores

- Ausencia de datos de parámetros físicos, químicos y microbiológicos del Estero Orienco.
- Ausencia de registro de cargas contaminantes que aportan al Estero Orienco.

- Normativa ambiental vigente no es cumplida por los organismo de control competentes,

f) Duración del programa

Los Monitoreos se deberán realizar una vez al año para verificar el compromiso de la población con la conservación del Estero Orienco y como medio de verificación de los resultados de las capacitaciones realizadas. El período de monitoreo lo podrá determinar por criterio profesional la entidad competente de ejecutar el respectivo programa.

g) Presupuesto

Tabla 16. Presupuesto para el programa de monitoreo del agua y cargas contaminantes del Estero Orienco

Actividades	Responsable	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Asignación de personal	MAE / SENAGUA	1.200	3.600
Monitoreo del agua del Estero Orienco	MAE / SENAGUA	8.200	8.200
Monitoreo de cargas contaminantes	MAE / SENAGUA	3.000	3.000
Supervisión en campo del cumplimiento de los PMA	MAE / SENAGUA	700	1.400
Realización de informes, registros y administrativos varios	MAE / SENAGUA	600	1.200
Total		13.700	17.400

Elaborado por: La autora

6.3.4. Programa de rehabilitación de áreas contaminadas

a) Introducción

Rehabilitar las áreas contaminadas por la inadecuada disposición de los desechos sólidos y líquidos es de importancia inmediata, debido a que la degradación del ambiente circundante a las áreas de descarga directa de efluentes iría en aumento con relación al incremento poblacional anual.

b) Objetivos

Recuperar las condiciones en las que se encuentran las áreas contaminadas del Estero Orienco.

c) Alcance

Las actividades de recuperación de áreas contaminadas se encaminarán a realizar mingas y trabajos de mejoramiento de los sistemas de descargas en cada barrio y mediante el apoyo de entidades competentes.

d) Medidas a implementarse

- Mingas barriales en conjunto con trabajadores municipales de manera trimestral.
- Tomar plantas propias del sector y sembrarlas en los lugares donde se ha realizado la respectiva limpieza de residuos sólidos acumulados.
- Realizar cambios de suelos en áreas donde se ha producido descargas directas de derivados del petróleo.

- Realizar la limpieza de rastrojos y malas hierbas en el área de influencia directa del área de estudio.

e) Duración del programa

A partir de la aprobación del proyecto dos mingas por mes, hasta que la entidad competente verifique la disminución de la contaminación evidenciada, posteriormente se las reduciría a una minga trimestral.

f) Presupuesto

Tabla 17. Presupuesto para el programa recuperación de áreas contaminadas

Actividades	Responsable	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Mingas barriales	Propietarios / población	5.000	15.000
Reforestación	Propietarios / población	8.000	8.000
Cambio de suelos	GADMLA / GADS	12.000	12.000
Limpieza de malas hierbas	Propietarios / población GADMLA /GADS	2.000	6.000
Total		4.150	41.000

Elaborado por: La autora

Tabla 18. Cronograma valorado del Plan de Manejo ambiental para el Estero Orienco

Actividades	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Valor (USD)
Programa de Prevención y Mitigación de Impactos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	36.500
Programa de manejo de desechos peligrosos y no peligrosos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12.700
Programa de capacitación y educación ambiental	x											x	7.800
Programa de monitoreo y seguimiento ambiental	x	x	x	x	x	x							17.400
Programa de rehabilitación de áreas contaminadas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	41.000
Imprevistos (10%)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11.540
Total												126.940	

Elaborado por: La autora

G. DISCUSIÓN

7.1. Ubicar las fuentes que aportan mayor contaminación en el área de estudio aplicando un SIG, y realizar una evaluación ecológica rápida en el cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

Mediante la ubicación de las fuentes de contaminación que aportan cargas contaminantes hacia el cauce del Estero Orienco se estableció por medio de la toma de puntos con el GPS de cada sitio de descarga y se recopiló el total de puntos de aportación de aguas residuales a las que se llamó “fuentes de contaminación”, al dividir el efluente en tres segmentos se permitió comparar la cantidad de fuentes existentes en cada uno y por ende en qué segmento se halla la mayor acumulación de los mismos, un procedimiento similar aplica Cardona (2003), afirma que los SIG permiten establecer indicadores de contaminación y ubicación al realizar el levantamiento de información primaria que es de carácter determinante para este tipo de investigaciones.

La existencia de descargas de contaminantes por sí solo no determina la polución del agua del Estero Orienco, la falta de control ante las actividades antrópicas desarrolladas en sus alrededores, la aplicación de sanciones y la ausencia de una planta de tratamiento de aguas residuales han llevado a que tanto la población como el GADLA dispongan del recurso hídrico como un colector de las aguas municipales sin un tratamiento previo, según el estudio realizado en el Estero Orienco al igual que el efectuado por Cardona (2003) la producción de contaminantes naturales en las partes altas de las microcuencas es un agente que aporta elevados niveles de contaminación en las aguas reduciendo su capacidad de aprovechamiento por la baja calidad que presenta a demás menciona que los principales causales de la existencia de cargas contaminantes en las aguas es por las actividades antrópicas y el asentamiento de las viviendas en las orillas y alrededores de los recursos hídricos.

En el cantón Lago Agrio se ha iniciado un proyecto de encajonamiento del Estero pretendiendo mejorar el aspecto visual y reducción de olores emanados, más esta “solución” deja de ser una verdadera alternativa ya que el mismo Gobierno Autónomo, mediante el sistema de alcantarillado, envía las aguas residuales directamente y sin tratamiento previo hacia el cauce del Estero de igual manera afirman Gómez & Alvarado (2014) que, como en otras partes, se disponga de un especialista en alcantarillado, pero como las municipalidades no conceden la debida atención a los problemas ambientales de sus cuencas, subcuencas y microcuencas, la directiva no puede tomar iniciativa alguna a este respecto.

La selección de un método apropiado a efectos de realizar una evaluación rápida debe comenzar con los elementos más básicos y amplios de una evaluación y avanzar luego a través de criterios progresivamente más selectivos. Finalmente debe surgir un marco general para la evaluación necesaria, tomando la forma amalgamada que queda definida por su propósito, información resultante, recursos disponibles y alcance. La idea es combinar los parámetros de información (como resultado y propósito) con los parámetros logísticos (como plazo, financiación disponible y alcance geográfico) a fin de presentar un modelo realista de evaluación y determinar de qué métodos se dispone para su aplicación (Rámsar, 2010). Estas condiciones se tomaron en cuenta para la selección del método de evaluación ecológica rápida a aplicar en el Estero Orienco, se tomó en consideración el propósito de proveer de información primaria sobre la actual situación en la que se encuentra el Estero Orienco, se evaluó las condiciones de temperatura, clima, estiaje y luminosidad, por otra parte la nula existencia de remanentes de bosques disminuye las posibilidades de existencia de hábitats para los animales, todas estas condiciones permitieron realizar la observación adecuadamente.

7.2. Evaluar la calidad del agua del Estero Orienco mediante el análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el Cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

El análisis de 29 parámetros de laboratorio se realizó con la finalidad de usar al menos tres tablas del TULSMA para poder determinar la calidad del agua indispensable para tomar futuras medidas de mitigación y remediación, en los tres segmentos se evidenció la presencia de plomo, bario, coliformes fecales, cadmio, hierro, fenoles, hidrocarburos totales del petróleo, vanadio y cloro residual como agentes contaminantes que impiden el aprovechamiento del recurso hídrico al presentarse fuera del rango permisible, Campos (2003) señala que la calidad del agua es esencial debido a que su uso se intensifica día a día al mismo tiempo que las actividades de la sociedad moderna incrementa su contaminación. En los dos estudios se prioriza la determinación de la calidad del agua, como eje de acción para contrarrestar la contaminación.

Para la cuantificación del ICA se empleó parámetros físico-químicos: Cadmio, Coliformes Fecales, Conductividad, DBO₅, DQO, Fenoles, Níquel, Nitratos, OD, pH, Sustancias Tensioactivas, Sólidos Totales, TPH y Vanadio, y, para la cualificación se aplicó el conteo de bioindicadores mediante la recolección e identificación de macrobentos bentónicos, se seleccionó estos parámetros por sus características, propiedades y capacidad de modificar la naturaleza del agua. Campos (2003), destaca que la calidad del agua puede ser medida por la cuantificación de parámetros físicos y químicos, o mediciones cualitativas de parámetros biológicos, propone que los parámetros físico-químicos primordiales son: sólidos suspendidos, turbiedad, color, olor, sabor, temperatura, sólidos disueltos, alcalinidad, dureza, metales, sustancias orgánicas, nutrientes, y, finalmente para realizar la cualificación del agua emplea agentes patógenos, diferenciándose de los parámetros usados por la autora del inventario de fuentes contaminantes en el Estero Orienco, debido que se seleccionó cada parámetro en base a los propuestos por el proyecto KAYMANTA. .

La escala de calificación para la cuantificación de la calidad del agua aplicada por la investigadora es: <25 MUY MALA, <50 MALA, <70 MEDIA, <90 BUENA y =<100 EXCELENTE, por elección propia y referencia del proyecto KAYMANTA (2013) cuyo estudio fue realizado en aguas del oriente ecuatoriano, el TULSMA (2013) establece que los factores indicativos de contaminación de aguas es calificado: < 1,5 cero perturbación, 1,5 – 3,0 Perturbación evidente, 3,0 – 10,0 Perturbación severa y > 10,0 Perturbación muy severa, la escala de cualificación en ambos casos marca el nivel de polución existente, con variaciones en la escala yendo de 25 a 100 propuesto por la autora y de 1,5 a 10 establecido por el TULSMA.

El Estero Orienco al no contar con un proceso de recuperación de la calidad de sus aguas y suelo, acarrea como consecuencia la pérdida de biodiversidad y paisajismo, al aportar sus aguas en el Río Teteye que a su vez y por medio de una cadena de salidas dirige sus aguas al Río Napo que desemboca en el más grande reservorio de agua dulce, el Amazonas, creando una cadena de polución que adjunto al crecimiento de la población ocasiona la pérdida de la utilidad de los efluentes, Escobar (2002) afirma que el 90% de los contaminantes es transportado por los ríos al mar. Por otro lado, entre un 70% y 80% de la población mundial (aproximadamente 3.6 billones de personas) se ubica en las costas o cerca de ellas, especialmente en zonas urbanas, donde una parte importante de los desechos que allí se producen se deposita directamente en el océano, la modificación del cauce de los ríos que drenan al mar y la alteración del flujo del agua que escurre en dichos ríos, a causa de la construcción de represas, extracción de áridos o encauzamientos, también han afectado los ecosistemas marinos y ambientes asociados. Esto se debe a la reducción y/o al incremento de nutrientes, sedimentos y contaminantes, y a sus efectos en los patrones de movimiento y circulación de las aguas. Estas alteraciones afectan principalmente los estuarios, golfos y otros cuerpos acuosos que tienen limitado movimiento y renovación. Se concuerda en que los efluentes de continente siempre van a desembocar en los océanos, siendo inevitable su contaminación.

Las cargas contaminantes del Estero Orienco fueron determinadas para identificar el tipo de contaminantes existentes en cada tipo de agua, esta cuantificación permitirá a futuro el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales, de igual manera asegura Perea (2012) que en la evaluación y control de la contaminación, la cuantificación de la concentración y de la carga contaminante de un agua residual son de máxima importancia para asegurar diseños confiables de los sistemas de tratamiento, equidad en los costos y calcular tasas retributivas asignadas por tratamiento o por disposición de efluentes de aguas residuales.

7.3. Elaborar un Plan de Manejo Ambiental para las fuentes contaminantes en el Estero Orienco, cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos.

El objetivo general del Plan de Manejo Ambiental es disponer de un documento de soporte que permita identificar, evaluar, mitigar los potenciales impactos ambientales negativos y maximizar los positivos mediante un conjunto de medidas ambientales de acuerdo a las principales actividades a ser desarrolladas durante las etapas de construcción de la obra, enmarcándose en la legislación ambiental vigente y las directrices de la Dirección Ambiental y ordenanzas ambientales locales (Briceño, 2005). En similar manera, el Plan de manejo Ambiental diseñado para las actividades antrópicas desarrolladas en el área de influencia del Estero Orienco, se basó en la legislación ambiental vigente para asegurar su vialidad, estableciendo como objetivo primordial permitir que las aguas del efluente puedan mitigar el impacto ambiental producido principalmente por los generadores de cargas contaminantes como lavadoras, lubricadoras, mecánicas, hospitales, restaurantes, mejorando las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del agua del efluente garantizando así su recuperación y mitigación de impactos generados.

H. CONCLUSIONES

- La ubicación de las fuentes de contaminación más relevantes fueron ubicados en tres segmentos perteneciendo a actividades antrópicas relacionadas directamente con el comercio, lavadoras, lubricadoras de vehículos, hoteleras, turísticas y cotidianas del hogar, siendo un total de 96 fuentes de contaminación directa y 38.570 habitantes como actores indirectos ya que sus descargas no son directas, estas se realizan mediante el sistema de alcantarillado que finalmente descarga en el Estero Orienco. La evaluación ecológica rápida permitió evidenciar desde el ámbito de biodiversidad la contaminación en el Estero, las cadenas tróficas han sido alteradas por la migración o desaparición de especies que codependen para subsistir. Se graficó en ArcGis 9.8 todos los puntos tomados en el trabajo de campo, obteniendo la ubicación gráfica de los fuentes de contaminación directa del Estero siendo evidente que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Lago Agrio ha dirigido los sistemas de alcantarillado de aguas residuales y pluviales directamente hacia el Estero Orienco sin tratamiento previo, regulación ni control.
- Los parámetros analizados fueron un total de 29, atendiendo a la tabla 3, 4, 8 y 12 del TULSMA, de este total 14 determinaron el cálculo del ICA siendo éstos: Cadmio, Coliformes Fecales, Conductividad, DBO₅, DQO, Fenoles, Níquel, Nitratos, OD, pH, Sustancias Tensoactivas, Sólidos Totales, TPH y Vanadio, obteniéndose que el Estero Orienco tiene un índice de calidad de aguas que varía de MALA a MUY MALA en los diez puntos de muestreo, por ende se califica despectivamente al recurso hídrico como una “alcantarilla abierta”, cuyos contenidos contaminantes pueden llegar a convertirse en fuentes infecciosos desencadenando epidemias de enfermedades directamente relacionadas con los contaminantes. Se definió como escala de calificación de calidad del agua del Estero Orienco en: <25 MUY MALA, <50 MALA, <70 MEDIA, <90 BUENA y =<100 EXCELENTE, y se evaluó mediante el Índice de Calidad de Aguas

Geométrico y el Índice de Calidad de Aguas Producto. Las consecuencias ambientales producidas por las cargas contaminantes aportadas por las fuentes de contaminación, son principalmente de carácter general, la pérdida de biodiversidad y de la capacidad de autodepuración son las más relevantes ya que de ellas derivan consecuencias particulares.

- La propuesta de un Plan de Manejo Ambiental ante la problemática del Estero Orienco evidencia la urgente necesidad de atención y toma de medidas por parte de las autoridades competentes para cumplir con la finalidad de conservación.
- El Plan de Manejo Ambiental propuesto encamina alternativas viables hacia la reducción de impactos, recuperación de espacios contaminados, creación de concienciación ambiental y mitigación de impactos generados por las actividades antrópicas realizadas en el área de estudio.

I. RECOMENDACIONES

- Aplicar el levantamiento de información primaria realizada en el Estero Orienco, en la elaboración de proyectos de recuperación del agua y suelo (suelo del lecho del Estero y de las orillas que se halle directamente intervenido por actividades antrópicas).
- Establecer lineamientos de cumplimiento para las fuentes de contaminación identificadas, debido a que sus acciones no han sido regularizadas, y, mediante esta investigación se ha evidenciado aquello.
- Utilizar las cuantificaciones de los parámetros medidos en futuros cálculos de cargas contaminantes o para el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales grises y negras debido a que los datos recabados en el laboratorio, han sido avalados por los profesionales que allí laboran y sus procedimientos han sido acreditados por la Organización de Acreditación Ecuatoriana.
- Tomar en cuenta que el índice de calidad de aguas arrojó como resultado que la calidad del agua se halla entre mala y muy mala, por ende se debe tomar medidas urgentes para mitigar los impactos generados.
- Estudiar los programas propuestos en esta tesis y adaptarlos a las necesidades del MAE o SENAGUA para la realización de sus propios programas.
- Asignar recursos para la aplicación de los programas propuestos en el Plan de Manejo Ambiental, debido a que es la única manera de iniciar con el proceso de reducción de impactos generados en las aguas del Estero Orienco y las consecuencias que estas producen.

J. BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara, A. (1999). *INGENIERIA SANITARIA II Manual de Practicas*. Santo Domingo, República Dominicana: Búho.
- Ambiente, M. d. (2004). *Plan de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Alternativo Interfluvio Losada ...* Bogotá: SINCHI.
- Ambientum. (2010). *Aplicaciones medioambientales de los SIG*. Madrid, España: USC.
- Amparo, Z. L. (2005). *Sistemas de Información Geográfica*. Barcelona: Centro de Publicaciones del Campus Nord.
- Asimov, I. (2010). *Breve historia de la química: Introducción a las ideas y conceptos de la química*. Nueva York, Estados Unidos: Alianza.
- Aspillaga, Í. (2006). *Ordenación del territorio y la industria extractiva minera en el Perú*. Lima: CYTED.
- Ávila, E. (2006). *Licencias Ambientales*. Bogotá: Fundación Friedrich Ebert de Colombia.
- Botello, R. V. (2005). *Golfo de México: contaminación e impacto ambiental : diagnóstico y tendencias* (2 ed.). Golfo de México, México: UAC.
- Briceño, M. (2005). *Universidad, sector productivo y sustentabilidad*. Caracas: CDCH.
- Camean, A. (2009). *Toxicología avanzada*. Madrid, España: Eidgrafos S.A.
- Campos, I. (2006). *Saneamiento Ambiental*. San José, Costa Rica: asoingraf.

- Cardona, A. (2003). *Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales de la micrucuenca del Río La Soledad, Valle de Angeles, Honduras*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- CEPAL. (2013). *DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DEL AGUA*. CEPAL. Quito: CEPAL.
- Correa, F. (2007). *Evaluación económica de impactos ambientales. Una guía metodológica para la determinación de la tasa social de descuento*. Medellín, Colombia: Litografía Dinámica.
- DAC. (2015). *Datos Climatológicos de Lago Agrio*. LAgo Agrio.
- Detlefsen, G. (2005). *Impacto Ambiental Del Plan de Manejo Forestal de la Unidad de Manejo San Miguel del Petén, Guatemala*. Turrialba: CATIE.
- Dourojeanni, A. y. (2002). *Evolución de políticas hídricas en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Ecociencia. (2009). *Evaluación ecológica rápida de las microcuencas del Programa de Servicios Ambientales del cantón El Chaco, provincia de Napo*. EcoCiencia. Napo, Ecuador: Ecociencia.
- Escobar, J. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar* (NAciones Unidas ed.). Santiago de Chile, Chile: CEPAL.
- Fernández, A. (2001). *Especiación química y física de metales en la materia particulada atmosférica: aplicación al estudio de contaminación ambiental de la ciudad de Sevilla*. Sevilla, España: GRAFITRÉS S.A.
- Figueroa, J. &. (2004). *Química Física del ambiente y de los procesos medioambientales*. México: REVERTE S.A.

- GADMLA, G. A. (2014). *Historia de Lago Agrio*. Lago Agrio: ND.
- GADS. (2011). *PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL*. Sucumbíos: ND.
- GADS. (2015). *Plan de trabajo a la prefectura*. Lago Agrio: ND.
- García, M. (2004). *Biotecnología Alimentaria*. Distrito Federal, México: Limusa.
- GetaMap.net. (2015). *Río Orienco*. Madrid - Espana.
- Gudynas, E. (2013). *Ecología, economía y ética del desarrollo sostenible en América Latina* (4 ed., Vol. 4). Montevideo, Uruguay: Gráficos del Sur.
- Guerrero, M. &. (2011). *La huella del agua*. Distrito Federal, México: Fondo de Cultura Económica.
- Gutiñas, M. (2009). *Influencia de la temperatura y de la humedad en la dinámica de la materia orgánica de los suelos de Galicia y su relación con el cambio climático*. Galicia, España: USC.
- J., R. G. (2008). *Fundamento de limnología neotropical*. Medellín - Colombia: Universidad de Antioquia.
- Laintinen, H. (2007). *Análisis Químico*. Barcelona, España: Reverté.
- Lantada, N. (2004). *Sistemas de Información Geográfica*. Barcelona, Espana: Editions UPC.
- Mamaní, W. (2003). *Contaminación del agua e impactos por actividad hidrocarburífera en Aguaragüe*. La Paz, Bolivia: Fundación PIEB.
- Manahan, S. E. (2007). *Introducción a la química ambiental*. Espana: LIBERDÚPLEX S.L.U.


- Marín, R. (2003). *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas*. Madrid, España: Díaz de Sntos S.A.
- Medellín, U. (2005). *Clínica jurídica de interés público ambiental I, Volumen 1*. Medellín: Sello Editorial.
- Molero, A. C. (2011). *Ciencia y tecnología del medio ambiente*. Madrid, España: UNED.
- OPS, O. P. (2010). *Guías para la calidad del agua potable (5 ed.)*. Washington D.C., Estados Unidos: OPS.
- PELCZAR, J. M. (2010). *Características Físico – Químicas de las aguas (2 ed.)*. Madrid, España: McGraw Hill.
- Pérez, J. (2008). *Manual de potabilización del agua (3 ed.)*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Medellín.
- Perry, R. (2009). *Manual del Ingeniero Químico (2 ed.)*. Distrito Federal, México: McGraw Hill.
- Puente, M. (2006). *Plan de Medidas de Protección Ambiental del PROMSA*. Quito: Fraga.
- RAMOS R., S. R. (2003). *El agua en el medio ambiente. Muestreo y análisis*. México D.F.: Editorial Plaza y Valdés S.A. de C.V.
- Rámsar. (2010). *Evaluación ecológica rápida*. Gland, Suiza: CBD.
- Restrepo, I. (2007). *Avances en investigación y desarrollo en agua y saneamiento para el cumplimiento de las metas del milenio*. Cali, Colombia: Artes gráficas del valle ltda.

- Rice, E., Rodger, B., & Lenore, E. A. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater*. E.E.U.U.
- Rodríguez, L. B. (2005). *Manual de técnicas microquímicas de campo para la arqueología*. Distrito Federal, México : UNAM.
- Romero, J. (2002). *Tratamiento de Aguas residuales, Teoría y Principio de Diseño* . Bogotá, Colombia.
- SABANDO MACÍAS, D. F. (2010). *Análisis de riesgo y actualización del plan de contingencias para las actividades hidrocarburíferas en el área Lago Agrio*. Quito - Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Salamea, H. M. (2012). *Plan de manejo ambiental de la cuenca baja del Río Ambato tramo comprendido de la quebrada Jarupana a la quebrada seca*. Ambato, Tungurahua: Universidad Politécnica Salesiana.
- Sepúlveda, R. R. (2003). *El agua en el medio ambiente: muestreo y análisis*. California, Estados Unidos: Plaza y Valdés S.A.
- Tropicos.org. (27 de Diciembre de 2015). *Tropicos.org*. Obtenido de <http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx>
- UICN. (2011). *Guía de gestión ambiental para el manejo del paisaje en Costa Rica*. Costa Rica: IUCN.
- Valderrama, J. (2001). *Informacion Tecnologica 2001*. Madrid, España: Editorial del Norte.
- Vallejo, S. (2011). *La gestión del agua como bien público*. Quito, Ecuador: Abya-Yala.

- Villarreal, J. (2007). *Cucunubá: modelo para un desarrollo sostenible*. Bogotá, Colombia: Panamericana formas e impresos S.A.
- Wheaton, F. (1987). *Acuacultura. Diseño y construcción de sistemas*. Distrito Federal, México: AGT.
- Yungán, J. (2010). *Estudio de la calidad de agua en los afluentes de la microcuenca del río Blanco para determinar las causas de la degradación y alternativas de manejo*. Riobamba, Chimborazo: ESPOCH.


K. ANEXOS

Anexo 1.

RESULTADOS DEL AFORO LIQUIDO SUPERFICIAL		SECRETARIA NACIONAL DE		
(Tomados de una evaluación hidrométrica con Molinete)		 proyecto "INVENTARIO PARTICIPATIVO"		
		CODPAIS	00000	
No. AFORO	01	GRUPO	0	
FECHA DEL AFORO	28 de noviembre de 2014	PROCESO	0	
FUENTE/APROVECHAMIENTO RIO ORIENTO				
SITIO DEL AFORO VIA QUITO KM 3 1/2				
INSTITUCION/USUARIO CARLA VARELA GUADALUPE				
MOLINETE (Marca)	SEBA	SERIE HELICE	2.1858.125.80.CAJA 2640.KONT 2102	
OPERADOR 0				
AUXILIAR 0				
CALCULOS 0				
PARAMETROS HIDRAULICOS Y GEOMETRICOS		LOCALIZACION		
CAUDAL MEDIO	(l/s)	320,11	PROVINCIA SUCUMBIOS	
LECTURA LIMNIMETRICA	(m)	-	CANTON LAGO AGRIO	
AREA MOJADA	(m ²)	2,400	PARROQUIA 0	
VELOCIDAD MEDIA	(m/s)	0,133		
PERIMETRO MOJADO	(m)	6,248	LATITUD (m)	10.009.211,00
ESPEJO DE AGUA	(m)	6,000	LONGITUD (m)	287.166,00
RADIO HIDRAULICO	(m)	0,384	ELEVACION (msnm)	309,00
PROFUNDIDAD HIDRAULICA	(m)	0,400	ZONA(1718)	0
CELERIDAD	(m/s)	1,981		
NUMERO DE FROUDE	()	0,067	DEMARCACION	DEMARCACIÓN NAPO
REGIMEN DEL FLUJO	Régimen Subcrítico		CUENCA Río Napo	
OBSERVACIONES 0				
FECHA CALCULO	28/nov/2014			


Hoja de cálculo de aforo de caudales del Estero Orienco
Fuente: SENAGUA

Anexo 2.

 SOLICITUD DE SERVICIOS-TOMA DE MUESTRAS-CUSTODIA		Código:	F-01-PG-LABSSA-4.4																																																																												
		Fecha vigencia:	2013-11-01																																																																												
		Revisión:	08																																																																												
SS/HM No.: <u>14-583</u> IE No.: <u>14-590</u>																																																																															
Servicio Solicitado: Toma de Muestras <input type="checkbox"/> Ensayos <input checked="" type="checkbox"/>		Descripción del Proyecto/Objetivo del servicio: Elaboración de Tesis de Grado con el Tema: <u>Inventario de Fuentes Contaminantes en el Estero Orienco mediante la aplicación de un SIG.</u>																																																																													
Otro: _____ Fecha de Solicitud: _____ Fecha de Recepción Solicitud: <u>2014/10/27</u>																																																																															
Solicitud y Autorización:																																																																															
Nombre del Solicitante: <u>Carla N. Varela G.</u>		Número telefónico: <u>062366900 - 0939347892.</u>																																																																													
Cargo/Departamento: <u>Tesisista</u>		Documento habilitante: _____																																																																													
e mail para entrega de informe: <u>carla100gu@hotmail.com</u>																																																																															
Firma Solicitante: <u>[Firma]</u>		Firma Autorización del Servicio: <u>[Firma]</u>																																																																													
CJ: <u>2100236367.</u>																																																																															
Ubicación del sitio de toma de muestras:																																																																															
Campo: <u>Lago Agrio</u>		Distancia de traslado desde Laboratorio (Km): _____																																																																													
Localización específica (infraestructura petrolera relacionada o próxima): <u>Orillas del estero Orienco.</u>																																																																															
Localización política (Provincia, Parroquia, Cooperativa, Recinto, Sector): <u>Sucumbios, Nueva Loja, Oeste.</u>																																																																															
Responsabilidades, nombres y firmas:																																																																															
Toma de muestra (etiquetado, conservación, traslado): Según IT-01-PG-LABSSA-5.7 (AGUAS), IT-02-PG-LABSSA-5.7 (SUELOS Y LIXIVIADOS)		Ubicación Geográfica (solo en el caso que aplique)																																																																													
Toma de muestra: <u>Carla Varela / Sonia Plus</u>		Propietario/Rep. Comunidad: _____																																																																													
Responsable en campo: <u>Datos establecidos</u>		Otras personas presentes: <u>Sonia Plus.</u>																																																																													
Funcionario Gubernamental: _____																																																																															
Determinación del número y sitios de toma de muestra: <u>Carla N. Varela G.</u>																																																																															
Condiciones atmosféricas durante la toma de muestra: lluvia <input type="checkbox"/> nublado <input checked="" type="checkbox"/> soleado <input type="checkbox"/>																																																																															
Personal adicional, Equipos, Instrumentos:																																																																															
Acceso: _____																																																																															
Parámetros de campo: <u>pH - TH.</u>		Toma de muestras: <u>Manual.</u>																																																																													
Vehículo: <u>2383</u>		Maquinaria pesada: _____																																																																													
Recepción de las Muestras en Laboratorio:																																																																															
Responsable de la recepción: <u>[Firma]</u> RH <u>92527</u>		Fecha y Hora: <u>2014/10/27</u> ; <u>11:35</u>																																																																													
Observaciones Generales o Modificaciones sobre el servicio solicitado y su ejecución:			Firma de aceptación y conocimiento del solicitante																																																																												
<u>El usuario por decisión propia considera idonea los parámetros de Custodia; No</u>			<u>[Firma]</u>																																																																												
Notas: LABSSA posee recursos físicos, y el personal necesario para realizar lo descrito en este contrato. En caso de haber modificaciones a esta solicitud de servicios, se notificará al usuario por escrito, de no existir respuesta se considerará como notificado. El tiempo de respuesta del servicio de la toma y análisis de muestra dependerá exclusivamente de la coordinación con el usuario (15 días) Una vez firmado este documento, pasa hacer el contrato entre el usuario y LABSSA.																																																																															
TABLA 4a: Límites permisibles para el monitoreo ambiental permanente de aguas y descargas líquidas. Efluentes		TABLA 4b: Límites permisibles para el monitoreo ambiental permanente de aguas y descargas líquidas. Puntos de control																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetro</th> <th>Expresado en</th> <th>Unidad</th> <th>Límite permisible</th> <th>Método de Referencia</th> <th>Método Interno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Potencial Hidrógeno</td> <td>pH</td> <td>----</td> <td>5-9</td> <td>APHA 4500 HB</td> <td>PA-LBPAL-01</td> </tr> <tr> <td>Conductividad Eléctrica</td> <td>CE</td> <td>uS/cm</td> <td><2500</td> <td>SIU 2510 B</td> <td>PA-LBPAL-02</td> </tr> <tr> <td>Hydrocarburos Totales</td> <td>TPH</td> <td>mg/L</td> <td><20</td> <td>EP4 418.1</td> <td>PA-LBPAL-03</td> </tr> <tr> <td>Demanda Química de Oxígeno</td> <td>DQO</td> <td>mg/L</td> <td><120</td> <td>APHA 5220 D</td> <td>PA-LBPAL-04</td> </tr> <tr> <td>Sólidos Totales</td> <td>ST</td> <td>mg/L</td> <td><1700</td> <td>APHA 2540 B</td> <td>PA-LBPAL-05</td> </tr> <tr> <td>Boro</td> <td>Ba</td> <td>mg/L</td> <td><5</td> <td>PA-LBPAL-06B</td> <td>PA-LBPAL-06B</td> </tr> <tr> <td>Cromo</td> <td>Cr</td> <td>mg/L</td> <td><0.5</td> <td>SIU 3050 B</td> <td>PA-LBPAL-06C</td> </tr> </tbody> </table>	Parámetro	Expresado en	Unidad	Límite permisible	Método de Referencia	Método Interno	Potencial Hidrógeno	pH	----	5-9	APHA 4500 HB	PA-LBPAL-01	Conductividad Eléctrica	CE	uS/cm	<2500	SIU 2510 B	PA-LBPAL-02	Hydrocarburos Totales	TPH	mg/L	<20	EP4 418.1	PA-LBPAL-03	Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	<120	APHA 5220 D	PA-LBPAL-04	Sólidos Totales	ST	mg/L	<1700	APHA 2540 B	PA-LBPAL-05	Boro	Ba	mg/L	<5	PA-LBPAL-06B	PA-LBPAL-06B	Cromo	Cr	mg/L	<0.5	SIU 3050 B	PA-LBPAL-06C	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetro</th> <th>Expresado en</th> <th>Unidad</th> <th>Valor Límite permisible</th> <th>Método de Referencia</th> <th>Método Interno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Potencial Hidrógeno</td> <td>pH</td> <td>----</td> <td>5-8</td> <td>APHA 4500 HB</td> <td>PA-LBPAL-01</td> </tr> <tr> <td>Conductividad Eléctrica</td> <td>CE</td> <td>uS/cm</td> <td><170</td> <td>SIU 2510 B</td> <td>PA-LBPAL-02</td> </tr> <tr> <td>Hydrocarburos Totales</td> <td>TPH</td> <td>mg/L</td> <td><0.5</td> <td>EP4 418.1</td> <td>PA-LBPAL-03</td> </tr> <tr> <td>Demanda Química de Oxígeno</td> <td>DQO</td> <td>mg/L</td> <td><30</td> <td>APHA 5220 D</td> <td>PA-LBPAL-04</td> </tr> </tbody> </table>	Parámetro	Expresado en	Unidad	Valor Límite permisible	Método de Referencia	Método Interno	Potencial Hidrógeno	pH	----	5-8	APHA 4500 HB	PA-LBPAL-01	Conductividad Eléctrica	CE	uS/cm	<170	SIU 2510 B	PA-LBPAL-02	Hydrocarburos Totales	TPH	mg/L	<0.5	EP4 418.1	PA-LBPAL-03	Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	<30	APHA 5220 D	PA-LBPAL-04
Parámetro	Expresado en	Unidad	Límite permisible	Método de Referencia	Método Interno																																																																										
Potencial Hidrógeno	pH	----	5-9	APHA 4500 HB	PA-LBPAL-01																																																																										
Conductividad Eléctrica	CE	uS/cm	<2500	SIU 2510 B	PA-LBPAL-02																																																																										
Hydrocarburos Totales	TPH	mg/L	<20	EP4 418.1	PA-LBPAL-03																																																																										
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	<120	APHA 5220 D	PA-LBPAL-04																																																																										
Sólidos Totales	ST	mg/L	<1700	APHA 2540 B	PA-LBPAL-05																																																																										
Boro	Ba	mg/L	<5	PA-LBPAL-06B	PA-LBPAL-06B																																																																										
Cromo	Cr	mg/L	<0.5	SIU 3050 B	PA-LBPAL-06C																																																																										
Parámetro	Expresado en	Unidad	Valor Límite permisible	Método de Referencia	Método Interno																																																																										
Potencial Hidrógeno	pH	----	5-8	APHA 4500 HB	PA-LBPAL-01																																																																										
Conductividad Eléctrica	CE	uS/cm	<170	SIU 2510 B	PA-LBPAL-02																																																																										
Hydrocarburos Totales	TPH	mg/L	<0.5	EP4 418.1	PA-LBPAL-03																																																																										
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	<30	APHA 5220 D	PA-LBPAL-04																																																																										

Cadena de custodia
Fuente: LABSSA

Anexo 3. Informe de ensayos de muestras de fuentes contaminantes del Estero Orienco realizados en el laboratorio LABSA

" Laboratorio de Ensayos acreditado por el OAE con acreditación N° OAE LEC 11-004"																					
	INFORME DE ENSAYO IE N° 14-590																				
	<table border="1"> <tr> <td>Código:</td> <td>F-01-PG-LABSSA-5.10</td> </tr> <tr> <td>Fecha de vigencia:</td> <td>2013-11-01</td> </tr> <tr> <td>Revisión:</td> <td>17</td> </tr> </table>	Código:	F-01-PG-LABSSA-5.10	Fecha de vigencia:	2013-11-01	Revisión:	17														
	Código:	F-01-PG-LABSSA-5.10																			
Fecha de vigencia:	2013-11-01																				
Revisión:	17																				
Laboratorio de Seguridad, Salud y Ambiente (LABSSA)																					
Nueva Loja, Km 1 vía al Coca, Campamento de EP PETROECUADOR, Sucumbíos - Ecuador. Tel.: 2440333 Ext. 4660, 4713 ; Tel: 3942000 Ext. 18510 / 61719																					
<table border="1"> <tr> <td><i>Fecha de toma de muestras:</i></td> <td>2014-10-27</td> </tr> <tr> <td><i>Fecha de recepción de muestras:</i></td> <td>2014-10-27</td> </tr> <tr> <td><i>Periodo de Análisis:</i></td> <td>2014 -10-27 hast a 2014-11-08</td> </tr> <tr> <td><i>Fecha de Emisión:</i></td> <td>2014-11-09</td> </tr> </table>	<i>Fecha de toma de muestras:</i>	2014-10-27	<i>Fecha de recepción de muestras:</i>	2014-10-27	<i>Periodo de Análisis:</i>	2014 -10-27 hast a 2014-11-08	<i>Fecha de Emisión:</i>	2014-11-09	<table border="1"> <tr> <td><i>Peticionario:</i></td> <td>Carla Natali Varela Guadalupe</td> </tr> <tr> <td><i>Cargo:</i></td> <td>Estudiante tesista Universidad Nacional de Loja</td> </tr> <tr> <td><i>Dirección del Usuario:</i></td> <td>Vía al Aguarico, Barrio Las Misiones, Lago Agrio.</td> </tr> <tr> <td><i>Documento:</i></td> <td>NO APLICA</td> </tr> <tr> <td><i>Número telefónico:</i></td> <td>062366900 - 0939347872</td> </tr> <tr> <td><i>Email para entrega de informe en PDF:</i></td> <td>carla100gv@hotmail.com</td> </tr> </table>	<i>Peticionario:</i>	Carla Natali Varela Guadalupe	<i>Cargo:</i>	Estudiante tesista Universidad Nacional de Loja	<i>Dirección del Usuario:</i>	Vía al Aguarico, Barrio Las Misiones, Lago Agrio.	<i>Documento:</i>	NO APLICA	<i>Número telefónico:</i>	062366900 - 0939347872	<i>Email para entrega de informe en PDF:</i>	carla100gv@hotmail.com
<i>Fecha de toma de muestras:</i>	2014-10-27																				
<i>Fecha de recepción de muestras:</i>	2014-10-27																				
<i>Periodo de Análisis:</i>	2014 -10-27 hast a 2014-11-08																				
<i>Fecha de Emisión:</i>	2014-11-09																				
<i>Peticionario:</i>	Carla Natali Varela Guadalupe																				
<i>Cargo:</i>	Estudiante tesista Universidad Nacional de Loja																				
<i>Dirección del Usuario:</i>	Vía al Aguarico, Barrio Las Misiones, Lago Agrio.																				
<i>Documento:</i>	NO APLICA																				
<i>Número telefónico:</i>	062366900 - 0939347872																				
<i>Email para entrega de informe en PDF:</i>	carla100gv@hotmail.com																				
2. DATOS DE LA TOMA DE MUESTRAS																					
Matriz/Envase de muestras:	Aguas (recolectadas en botellas de vidrio ámbar, botellas Winkler, envases esteriles, transportados en frío).																				
Recolectadas por:	LABSSA: Tec. Sonia Pluas(Rol: 93313)																				
Método de toma de muestra:	IT-01-PG-LABSSA-5.7.																				
Personas presentes:	No aplica																				

Continúa...

Continuación...

Lugar de toma de muestras:	Estrero Orienco (Shushufindi - Prov. Sucumbíos)
Objetivo de toma de muestras:	Tesis de Grado: INVENTARIO DE FUENTES CONTAMINANTES EN EL ESTERO ORIENCO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN SIG Y SUS CONSECUENCIAS AMBIENTALES, EN EL CANTÓN LAGO AGRIO, PROVINCIA DE SUCUMBÍOS.
Condiciones Ambientales:	No aplica
Solicitud de Servicio-Hoja de Toma de Muestras-Custodia N°:	14-590
Receptadas por:	LABSSA: Ing. Marcia Miranda (rol:92527)

3. PARÁMETROS, METODOLOGÍA DE REFERENCIA Y LÍMITES PERMISIBLES

Parámetro	Expresado como	Unidad	Procedimiento Interno	Método de Referencia	Límites máximo permisibles Tabla TULAS₍₁₎₍₂₎
Potencial de Hidrógeno	pH	u de pH	PA-LABSSA-01	SM 4500-H+B	6-9
Sólidos Totales	ST	mg/L	PA-LABSSA-05	SM 2540 B	1600
* Color	Color real	mg/L	PA-LABSSA-27	APHA 2120	100
* Cloruros	Cl ⁻	mg/L	PA-LABSSA-32	SM 4500 Cl-1	250
* Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/L	PA-LABSSA-34	APHA 4500 NO ₂ -1	1,0
* Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/L	PA-LABSSA-33	SM 4500 NO ₃ -2	10,0
Plomo	Pb	mg/L	PA-LABSSA-06Pb	SM 3030 B	0,05
*Dureza	CaCO ₃	mg/L	PA-LABSSA-25	SM 2340	500
Bario	Ba	mg/L	PA-LABSSA-06Ba	3111B,D	1,0

Continúa...

Continuación...

Coliformes Fecales	nmp/ 100 ml	nmp /100 ml	PA-LABSSA-8	Tubo múltiple (colilert)	600
* Cadmio	Cd	mg/ L	PA-LABSSA-43	SM 3500 - cd	0,01
* Hierro	Fe ⁺³	mg/ L	PA-LABSSA-31	APHA 3500	1,0
* Fenoles	Feno l	mg/ L	PA-LABSSA-45	SM 5530 C Y D	0,002
* MBAS	Sust anci as activ as al azul de metil eno	mg/ L	PA-LABSSA-41	APHA 5540	0,5
* Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/ L	PA-LABSSA-38	APHA 4500 P	400
* Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO 5	mg/ L	PA-LABSSA-37	SM 5210 B	2,0
* Oxígeno disuelto	O.D.	mg/ L	PA-LABSSA-44	SM 4500 - O A	-
Conductividad Eléctrica	CE	uS/c m	PA-LABSSA-02	SM 2510	ND
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/ L	PA-LABSSA-03	EPA 418.1;APH A 5520	20,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/ L	PA-LABSSA-04	SM 5220	250,0
*Sólidos Suspendidos	SS	mg/ L	PA-LABSSA-29	APHA 2540 D	100,0
*Sólidos Sedimentables	-	mg/ L	PA-LABSSA-28	APHA 2540 F	1,0
Vanadio	V	mg/ L	PA-LABSSA-06V	3111B,D	5,0
*Níquel	Ni	mg/ L	PA-LABSSA-15Ni	EPA 7520	2,0
*Alcalinidad	CaC O3	mg/ L	PA-LABSSA-24	APHA 2320	ND

Continuación...

Cloro Residual	-	mg/ L	PA-LABSSA-09	Kit Cloro	ND
*Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/ L	PA-LABSSA-40	APHA 5520	0,3
*Calcio	Ca	mg/ L	PA-LABSSA-31	APHA 3350	ND
*Temperatura	-	°C	PA-LABSSA-20	-	<35

(1) Tabla 12. Tulas. Límites máximos permisibles para una descarga a un cuerpo de agua dulce

(2): Los parámetros definidos con Límites Permisibles **ND**, no se encuentran registrados en el TULSMA, Libro VI, Anexo I, Tabla 12. Los límites permisibles de estos parámetros, serán definidos a criterio del Dr. Luis Villacreces, Jefe del Laboratorio LABSSA.

4. CÓDIGOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS

Código de Toma de Muestra	Código LABSSA	Matriz	Descripción (Según Solicitud de Servicios - Hoja de Toma de Muestras - Custodia)	Coordenadas	
				X	Y
AGUA # 1	A141 0-142	AG UA	Muestra de agua tomada en el Estero Orienco km 2 1/2, Barrio San Pedro.	287166	9211
AGUA # 2	A141 0-143	AG UA	Muestra de agua tomada en el Estero Orienco 300 m del primer punto(Barrio San Pedro).	286986	9215
AGUA # 3	A141 0-144	AG UA	Muestra de agua tomada en el Estero Orienco 150 m aguas abajo del primer punto(Barrio San Pedro)	287236	9218
AGUA # 4	A141 0-145	AG UA	Muestra de agua tomada en el Estero Orienco en el Barrio Unión y Progreso.	289136	9218
AGUA # 5	A141 0-146	AG UA	Muestra de agua tomada en el Estero Orienco 100 m aguas arriba del segundo punto(Barrio Unión y Progreso)	289047	9292
AGUA # 6	A141 0-147	AG UA	Muestra de agua tomada en el Estero Orienco en el Barrio Patria Unida.	290724	9770
AGUA # 7	A141 0-148	AG UA	Muestra de agua tomada en el Estero Orienco en el Barrio Patria Unida, 250 m aguas abajo del tercer punto.	290981	10007

Continúa...

Continuación...

AGUA # 8	A141 0-149	AG UA	Muestra de agua tomada en el Estero Orienco en el Barrio La Pista.	29281 0	11203
AGUA # 9	A141 0-150	AG UA	Muestra de agua tomada en el Estero Orienco 200 m aguas abajo del cuarto punto (Barrio La Pista).	29282 4	11252
AGUA # 10	A141 0-151	AG UA	Muestra de agua tomada en el Estero Orienco 400 m aguas arriba del cuarto punto (Barrio La Pista).	29256 6	11156

5. IDENTIFICACIÓN Y RESULTADOS DE LAS MUESTRAS

**ANÁLISIS EN
LABORATORIO**

Parámetro	Unidad	A14 10- 142	A1 41 0- 14 3	A1 41 0- 14 4	A1 41 0- 14 5	A1 41 0- 14 6	A14 10- 147	A14 10- 148	A141 0-149	A1410 -150	A1410 -151
Potencial de Hidrógeno	u de pH	6,46	6,59	6,51	6,7	6,69	6,85	6,93	7,01	6,88	6,89
*Sólidos Totales	mg/L	100	109	112	133	100	130	133	189	40190	169
* Color	Unidades de color	107	129	119	88	100	67	104	145	156	126
* Cloruros	mg/L	11	23	21	19	19	19	26	23	45	27
* Nitritos	mg/L	0,04	0,04	0,63	0,05	0,04	0,04	0,06	0,07	0,05	0,07
* Nitratos	mg/L	0,09	<0,01	0,090	<0,01	<0,01	<0,01	0,130	0,040	<0,01	<0,01
Plomo	mg/L	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
* Dureza	mg/L	64	53	55	68	64	88	71	79	81	114
Bario	mg/L	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
*Coliformes Fecales	NMP	>2420	>2420	>2420	>2420	>2420	>2420	>2420	>2420	>2420	>2420
* Cadmio	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Continúa...

Continuación...

*Hierro	mg/L	2,27	2,4 8	2,2 9	2,7 6	2,7 8	2,6	2,77	3,23	3,3	2,88
* Fenoles	mg/L	<0,0 5	<0, 05	0,1 2	<0, 05	<0, 05	<0,0 5	<0,0 5	<0,05	<0,05	<0,05
* MBAS	mg/L	0,23	0,1 5	0,2	0,1 2	0,1 6	0,28	0,18	0,22	0,26	0,29
* Sulfatos	mg/L	8	9	9	6	9	15	18	21	22	21
* Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	67	9	62	70	57	71	57	79	82	67
* Oxígeno disuelto	mg/L	1,79	1,6	0,9 1	1,9 3	1,7 4	1,75	1,25	2,07	2,41	2
Conductividad Eléctrica	uS/cm	101, 8	98, 8	10 0,6	14 4	14 2,5	175, 1	172 5	179,7	196,1	191,5
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	<18, 5	<1 8,5	<1 8,5	<1 8,5	<1 8,5	<18, 5	<18, 5	<18,5	<18,5	<18,5
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	<25	<2 5	<2 5	<2 5	<2 5	<25	<25	<25	<25	<25
*Sólidos Suspendidos	mg/L	16	14	13	14	26	11	11	8	17	15
*Sólidos Sedimentables	mg/L	0,4	0,5	1	2	1	0,5	1	0,5	0,5	1
Vanadio	mg/L	<0,5	<0, 5	<0, 5	<0, 5	<0, 5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
*Níquel	mg/L	<0,1 2	<0, 12	<0, 12	<0, 12	<0, 12	<0,1 2	<0,1 2	<0,12	<0,12	<0,12
*Alcalinidad	mg/L	27,4	26, 2	32, 5	48, 9	48	59,5	55,8	58,4	50,5	57,5
Cloro Residual	mg/L	0,4	0,3 1	0,1	0,1 3	0,1 3	0,15	0,11	0,08	0,08	0,16
*Aceites y grasas	mg/L	<0,3	<0, 3	<0, 3	<0, 3	<0, 3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3

Continúa...

Continuación...

*Calcio	mg/L	7,06	3,7 4	3,4 5	5,7 7	5,0 3	0,9	10,5 6	8,35	21,54	8,46
*Temperatura	°C	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23

- - - - -

Nota: Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.

6. DECLARACIÓN DE INCERTIDUMBRES DE MÉTODOS ANALÍTICOS. ANEXO 1.

7. FIRMAS Y RESPONSABLES

Dr. Luis
Villacreces (Rol
95428)
**JEFE DE
LABORATORIO**

Dr. Jofre
Armendáriz (Rol:
93030)
**RESPONSABLE TÉCNICO DE
AGUAS Y SUELOS**

Transcrito por: Ing. Javier
Aveiga (Rol: 93033)

Los resultados del presente Informe de Ensayo corresponden expresamente a las muestras analizadas. LABSSA ofrece al usuario interno respaldo técnico con respecto de los datos contenidos en este informe. Se mantiene reserva de los resultados obtenidos y su reproducción para los fines que EP PETROECUADOR disponga y autorice.

Anexo 4 Técnicas generales para la conservación de muestras - análisis físico-químico.

Parámetros	Tipo de Recipiente P = plástico V = vidrio VB = vidrio borosilicatado	Técnicas de Conservación	Lugar Del Análisis	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis. (Si no se especifica el período, es que no es importante. "1 mes" indica que se conserva sin dificultad)	Recomendaciones
Acidez y alcalinidad	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	De preferencia analizar en el punto de muestreo (especialmente para muestras con altos contenidos de gases disueltos)
Bario	P o VB	Filtración en el lugar del muestreo.	Laboratorio	1 mes	
DBO (demanda bioquímica de oxígeno)	P o V (es preferible Vidrio para concentraciones bajas de DBO)	Refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en la obscuridad	Laboratorio	24 h	
Cadmio	P o VB Ver Aluminio 982		Laboratorio		
Calcio	P o V		Laboratorio	24 h Hasta 48 h es posible, pero extremando las precauciones para muestras con una conductividad mayor a 70 mS/m. 1107 Acidificar a pH < 1 mes La acidificación (no con H2SO4), permite la determinación en la misma muestra de calcio y de otros metales.	
Cloro residual	P o V	Transportar en obscuridad.	En el sitio	Realizar el análisis lo antes posible.	

Continúa...

Continuación.....

Cromo (VI)	P o VB	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	
Detergentes	Ver Surfactantes				
Grasas, aceites, hidrocarburos	Vidrio lavado con el solvente usado en la extracción.	Cuando sea posible extraer en el sitio y refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	Se recomienda adicionar el agente de extracción inmediatamente luego de recoger la muestra; o realizar la extracción en el sitio (seguir las regulaciones locales sobre seguridad).
Hidrocarburos	Ver Grasas				
Hierro total	P o VB	Ver Aluminio			
Plomo	P o VB	Ver Aluminio No usar H ₂ SO ₄			
Magnesio	P o VB	Ver Calcio			
Mercurio Total	VB	Acidificar a pH < 2 con HNO ₃ y adición de K ₂ Cr ₂ O ₇ [0,05 % (m/m) de concentración final]	Laboratorio	1 mes	Poner especial cuidado para asegurar que los recipientes porta muestra estén libres de contaminación.
Níquel	P o VB	Ver Aluminio			
Nitrato	P o V	Acidificar a pH < 2 o refrigerar entre 2°C y 5°C. En el lugar filtrar en membrana filtrante de poro 0,45 µm y refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h - 48 h Para aguas de pozo o superficiales	
Nitrito	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	
Cloruro orgánico	(Haluros Ver Orgánicos AOX absorbibles)				
Oxígeno	P o V	Fijar el oxígeno en el sitio y guardar en la obscuridad	Laboratorio	4 días a lo mucho	Fijar el oxígeno de acuerdo con el método de análisis usado
pH	P o V	En el sitio El análisis se	Laboratorio	6 h	

Continúa...

...Continuación

		debe realizar tan pronto sea posible. Transportar a temperatura más baja que la inicial			
Fenoles	VB	Refrigerar entre 2°C y 5°C guardar en la obscuridad	Laboratorio	24 h	La extracción se debe realizar lo antes posible.
Sulfatos	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	1 semana	En muestras de desecho, considerar que se pueden formar sulfuros; por lo tanto adicionar peróxido de hidrógeno. Para muestras con un alto DBO (> 200 mg/l), considerando el peligro de eliminación del sulfuro, se debe adicionar ácido clorhídrico en lugar de peróxido de hidrógeno.
Sulfitos	P o V	Fijar en el sitio con adición de 1cm ³ de EDTA 2,5% (m/m) por 100 cm ³ de muestra	Laboratorio	48 h	
Sólidos en suspensión y sedimentables	P o V		Laboratorio	24 h	El análisis se debe realizar lo más pronto posible y de preferencia en el sitio. No usar HNO ₃ . Si están presentes compuestos órgano estañosos usar ácido acético para la preservación del estaño total, si se especifica congelar y analizar lo más pronto posible
Dureza total	P o VB	ver calcio 974			
Sólidos totales	(extracto seco) P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	
Turbidez	P o V	Laboratorio	24 h	El análisis realizar de preferencia en el sitio del	

Continúa...

Continuación...

				muestreo	
Uranio	P o VB	Ver Aluminio			
Zinc	P o VB	Ver Aluminio			

Fuente: Normas INEN.

Anexo 5 Libro VI, Anexo I, Tabla 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,001	0,005
Zinc	Zn	mg/l	0,18	0,18	0,17
Cloro residual	Cl	mg/l	0,01	0,01	0,01
Plomo	Pb	mg/l			0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,02	0,02	0,05
Cromo total	Cr	mg/l	0,05	0,05	0,05
Fenoles monohídricos	Expresados como fenoles	mg/l	0,001	0,001	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5	0,5
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,025	0,1
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,5

Continúa...

...Continuación

Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3 Máxima 20	Condiciones naturales + 3 Máxima 32	Condiciones naturales + 3 Máxima 32
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		200	200	200

Fuente: TULSMA

Anexo 6. Libro VI, Anexo I, Tabla 4. Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de la calidad de las aguas.

Parámetros	Unidad	Límite máximo permisible	
		Agua Marina	Agua Dulce
Nitritos	µg/l	1 000	60
Vanadio (total)	µg/l		100

Fuente: TULSMA

Anexo 7. Rangos de alcalinidad

Rango	Alcalinidad
Baja	<75
Media	75 – 150
Alta	>150

Datos tomados de Kevern (1989).

Anexo 8 Comparación entre los resultados obtenidos y el TULSMA.

TABLA COMPARATIVA ENTRE PARÁMETROS DE LABORATORIO y TULSMA												
Parámetro	Unidad	A1410 -142	A1410 -143	A1410 -144	A1410 -145	A1410 -146	A1410 -147	A1410 -148	A1410 -149	A1410 -150	A1410 -151	TULSMA
Potencial de Hidrógeno	u de pH	6,46	6,59	6,51	6,7	6,69	6,85	6,93	7,01	6,88	6,89	6,5-9
Sólidos Totales	mg/L	100	109	112	133	100	130	133	189	40190	169	1.600,0
Color	Unida de color	107	129	119	88	100	67	104	145	156	126	100,0
Cloruros	mg/L	11	23	21	19	19	19	26	23	45	27	250,0
Nitritos	mg/L	0,04	0,04	0,63	0,05	0,04	0,04	0,06	0,07	0,05	0,07	1,0
Nitratos	mg/L	0,09	0	0,09	0	0	0	0,13	0,04	0	0	10,0
Plomo	mg/L	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	0,1
Dureza	mg/L	64	53	55	68	64	88	71	79	81	114	500,0
Bario	mg/L	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	1,0
Coliformes Fecales	NMP	>2420	>2420	>2420	>2420	>2420	>2420	>2420	>2420	>2420	>2420	200,0
Cadmio	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0
Hierro	mg/L	2,27	2,48	2,29	2,76	2,78	2,6	2,77	3,23	3,3	2,88	1,0
Fenoles	mg/L	0,05	0,05	0,12	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,0
MBAS	mg/L	0,23	0,15	0,2	0,12	0,16	0,28	0,18	0,22	0,26	0,29	0,5

Continúa....

...Continuación

TABLA COMPARATIVA ENTRE PARÁMETROS DE LABORATORIO Y TULSMA												
Parámetro	Unidad	A1410-142	A1410-143	A1410-144	A1410-145	A1410-146	A1410-147	A1410-148	A1410-149	A1410-150	A1410-151	TULSMA
Sulfatos	mg/L	8	9	9	6	9	15	18	21	22	21	5,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	67	9	62	70	57	71	57	79	82	67	2,0
Oxígeno disuelto	mg/L	1,79	1,6	0,91	1,93	1,74	1,75	1,25	2,07	2,41	2	5,0
Conductividad Eléctrica	uS/cm	101,8	98,8	100,6	144	142,5	175,1	1725	179,7	196,1	191,5	75,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	<18,5	<18,5	<18,5	<18,5	<18,5	<18,5	<18,5	<18,5	<18,5	<18,5	0,5
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	25,0
Sólidos Suspendedos	mg/L	16	14	13	14	26	11	11	8	17	15	100,0
Sólidos Sedimentables	mg/L	0,4	0,5	1	2	1	0,5	1	0,5	0,5	1	1,0
Vanadio	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,1
Níquel	mg/L	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	0,0
Alcalinidad	mg/L	27,4	26,2	32,5	48,9	48	59,5	55,8	58,4	50,5	57,5	75,0
Cloro Residual	mg/L	0,4	0,31	0,1	0,13	0,13	0,15	0,11	0,08	0,08	0,16	0,0
Aceites y grasas	mg/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,3
Calcio	mg/L	7,06	3,74	3,45	5,77	5,03	0,9	10,56	8,35	21,54	8,46	300,0
Temperatura	°C	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	<35

Fuente: La autora

Anexo 9 Parámetros que no cumplen con el límite permisible

Parámetro	Unidad	Promedio	Límite máximo permisible TULAS	Permisible/ No permisible
Sólidos Totales	mg/L	4136,5	1.600,0000	valor NO permisible
Color	Unidades de color	114,1	100,0000	valor NO permisible
Plomo	mg/L	0,25	0,0500	valor NO permisible
Bario	mg/L	2,5	1,0000	valor NO permisible
Coliformes Fecales	NMP	2420	200,0000	valor NO permisible
Cadmio	mg/L	0,01	0,0010	valor NO permisible
Hierro	mg/L	2,736	1,0000	valor NO permisible
Fenoles	mg/L	0,12	0,0010	valor NO permisible
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	62,1	2,0000	valor NO permisible
Oxígeno disuelto	mg/L	1,745	5,0000	valor NO permisible
Conductividad Eléctrica	uS/cm	305,51	250,0000	valor NO permisible
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	18,5	0,5000	valor NO permisible
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	25	25,0000	valor NO permisible
Vanadio	mg/L	0,5	0,1000	valor NO permisible
Níquel	mg/L	0,12	0,0250	valor NO permisible
Cloro Residual	mg/L	0,165	0,0100	valor NO permisible

Elaborado por: La autora

Anexo 10 Valores constantes para cada parámetro del cálculo del índice de calidad de aguas.

Parámetro	Unidades	W
Potencial Hidrógeno	unid. de pH	0,095
Oxígeno Disuelto	% de sat.	0,100
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	0,095
Conductividad Eléctrica	µS/cm	0,100
Sólidos Totales	mg/L	0,075
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	0,100
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻ N	0,065
Cadmio	mg/L	0,040
Níquel	mg/L	0,040
DQO	mg/L	0,050
Fenoles	mg/L	0,065
Vanadio	mg/L	0,050
MBAS	mg/L	0,035
Hidrocarburos Totales	mg/L	0,090

Anexo 11 Artículos más relevantes a tomar en cuenta en una propuesta.

Cuerpo Legal	Artículo	Contenido
Constitución de la República del Ecuador	Artículo 86	"El Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable. Velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza". Se declara de interés público y se regularán de acuerdo a la ley: <ol style="list-style-type: none"> 1. La preservación del medio ambiente, los ecosistemas, la biodiversidad y el patrimonio genético del país- 2. La prevención de la contaminación ambiental, así como el aseguramiento de las medidas que permitan reparar los daños provocados a la naturaleza y prevenirlos estableciendo requisitos que deberán cumplir las actividades privadas y públicas. 3. El establecimiento de un sistema nacional de áreas naturales protegidas, tema en el que se dispone que eso deberá hacerse conforme a los convenios y tratados internacionales.
	Artículo 247	Las aguas son bienes nacionales de uso público; su dominio será inalienable e imprescriptible; su uso y aprovechamiento corresponderá al Estado o a quienes obtengan estos derechos, de acuerdo con la Ley.
	Artículo 2	las aguas de ríos, lagos, lagunas, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, nevados, caídas naturales y otras fuentes y las subterráneas,

Continúa...

...Continuación

Ley de Aguas		afloradas o no, son bienes nacionales de uso público, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible; no son susceptibles de posesión, accesión o cualquier otro modo de apropiación. No hay ni se reconoce derechos de dominio adquiridos sobre ellas y los preexistentes solo se limitan a su uso en cuanto sea eficiente y de acuerdo con esta Ley.
	Artículo 3	Para los fines de esta Ley, declárense también bienes nacionales de uso público todas las aguas, inclusive las que se han considerado de propiedad particular. Sus usuarios continuarán gozándolas como titulares de un derecho de aprovechamiento de conformidad con esta
	Artículo 4	Son también bienes nacionales de uso público, el lecho y subsuelo del mar interior y territorial, de los ríos, lagos o lagunas, quebradas, esteros y otros cursos o embalses permanentes de agua.
	Artículo 22	Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

Anexo 12 Consecuencias ambientales producidas por parámetros que no cumplen con el límite permisible.

Parámetro	Consecuencia
Sólidos Totales / Color	Desorientación de la fauna acuática
	Dificultad para obtener alimento
	Incremento de la turbidez del agua dificultando el paso de la luz necesaria para el desarrollo de la flora y fauna acuática.
	Reducción del valor estético del agua
	Promueve la proliferación de fuentes de infección.
	Impide su uso
Plomo	Produce envenenamiento por plomo, el cual deriva en muerte.
	Interfiere en el crecimiento y reproducción de las plantas acuáticas.
	Introducción del plomo en la cadena trófica.
Bario	Este se acumula en el cuerpo de los animales acuáticos, produciendo fallas en los órganos y posterior muerte.
Coliformes Fecales	Disminuye seriamente los niveles de oxígeno y causar la muerte de peces y otros ejemplares de la vida silvestre que dependen del oxígeno.
	Contribuye al crecimiento de algas y malezas acuáticas y a la eutrofización.

Continúa...

...Continuación

Cadmio	Al acumularse en el cuerpo de los animales acuáticos como peces, caracoles, mejillones, etc., produce presión sanguínea alta, daños del hígado y daños en nervios y el cerebro.
Hierro	Produce diferentes tipos de cáncer en los animales acuáticos
	Provoca la muerte.
Fenoles	Vuelve toxica al agua.
	Produce cáncer en los animales acuáticos
	Reduce la permeabilidad y crecimiento de las plantas acuáticas.
DBO ₅ - DQO	Muestra que el contenido de materia orgánica en el agua es elevado, mismo que representa la reducción de oxígeno para los animales que dependen de él.
Oxígeno disuelto	Muerte de la flora y fauna acuática, ante la reducción o ausencia de oxígeno en el agua
	Las especies que logran sobrevivir con poco oxígeno, se vuelven plagas, debido a que sus depredadores naturales han desaparecido del hábitat.
Continuación....	
Conductividad Eléctrica	Indica la presencia de especies iónicas colaboradoras en la conducción de la energía eléctrica, lo cual provoca el transporte de cargas eléctrica que pueden desorientar o matar a las especies acuáticas.
Hidrocarburos Totales de Petróleo	Impiden el paso del oxígeno al agua ya que crea una capa superficial oleosa.
	Perdida de la capacidad de autodepuración.
	Cambio del olor y color del agua.
Vanadio	Causa la inhibición de ciertas enzimas de animales, lo cual tiene varios efectos neurológicos.
	Puede causar desordenes respiratorios, parálisis y efectos negativos en el hígado y los riñones.
	Las pruebas de laboratorio en pruebas con animales han mostrado, que el Vanadio puede causar daño en el sistema reproductivo de animales machos, y causar alteraciones del ADN en algunos casos, pero no puede causar cáncer en animales.
Níquel	Disminuir el rango de crecimiento de las algas y microorganismos
	Puede causar varios tipos de cánceres en diferentes lugares de los cuerpos de los animales
Hierro	Produce corrosión en los sistemas de transporte de agua como alcantarillados.

Fuente: La autora

Anexo 13. Ficha de toma de puntos.

FICHA DE REGISTRO DE PUNTOS G.P.S.		
Ubicación:		
Segmento N-o:		
Ficha N-o:		
Fecha:		
Investigador:		
N-o	Tipo	Coordenadas
1		
2		
3		
4		
5		

Elaborado por: La autora

Anexo 14 Ficha de registro para conteo de macroinvertebrados.

FICHA DE OBSERVACIÓN					
Ficha N-o:					
Conteo de:					
Fecha:					
Segmento N-o:					
Investigador:					
N-o	N-o de individuos	Género	Especie	Familia	N. Común.
1					
2					
3					
4					
TOTAL					

Elaborado por: La autora

Anexo 15 Tipificación de actividades por coordenada en el segmento 1

SEGMENTO 1							
No	X	Y	Tipo	No	X	Y	Tipo
1	287170	9222	Vivienda	28	288197	9389	Vivienda
2	287206	9240	Vivienda	29	288324	9388	Departamentos de arriendo
3	287314	9242	Vivienda	30	288330	9391	Vivienda
4	287322	9247	Departamentos de arriendo	31	288348	9388	Vivienda
5	287559	9284	Vivienda	32	288581	9355	Bodega de materiales de construcción
6	287562	9286	Vivienda	33	288581	9351	Tienda
7	287645	9260	Lavadora	34	288633	9349	Restaurante
8	287559	9241	Vivienda	35	288634	9342	Asadero de pollos
9	287577	9243	Departamentos de arriendo	36	288651	9313	Mecánica
10	287662	9245	Vivienda	37	280727	9345	Vivienda
11	287873	9327	Vivienda	38	288936	9314	Vivienda
12	288105	9321	Lavadora y lubricadora	39	288937	9314	Tienda
13	288118	9326	Cyber	40	288946	9313	Lavadora y lubricadora
14	288130	9325	Vivienda	41	288956	9309	Vivienda
15	288189	9363	Vivienda	42	288962	9314	Alcantarillado municipal Col. Napo
16	288189	9376	Vivienda	43	288968	9307	Lavadora y lubricadora
17	288205	9391	Vivienda	44	288960	9307	Restaurante
18	288310	9397	Vivienda	45	289001	9305	Departamentos de arriendo
19	288327	9387	Farmacia	46	289005	9303	Departamentos de arriendo
20	288584	9347	Chatarrería	47	288996	9312	Vivienda
21	287267	9224	Mecánica	48	289047	9288	Oficinas
22	287822	9281	Vivienda	49	289073	9288	Departamentos de arriendo
23	287870	9279	Vivienda	50	289092	9281	Departamentos de arriendo
24	288098	9320	Alcantarillado municipal HG	51	288699	9343	Vivienda
25	288115	9324	Vivienda	52	289131	9224	Vivienda
26	288178	9327	Vivienda	53	289146	9217	Vivienda
27	288195	9385	Mecánica				

Elaborado por: La autora

Anexo 16 Tipificación de actividades por coordenada en el segmento 1

SEGMENTO 2			
No	X	Y	Tipo
1	289309	9090	Vivienda
2	289238	9118	Tienda
3	289296	9097	Bar
4	289289	9105	Lavadora y lubricadora
5	289398	9066	Mecánica
6	289392	9067	Vivienda
7	290220	7374	Lavadora y lubricadora
8	290393	9379	Alcantarillado municipal
9	289727	9340	Vivienda
10	289844	9410	Vivienda
11	289847	9408	Vivienda
12	289847	9406	Vivienda
13	289849	9407	Restaurante
14	290012	9500	Alcantarillado municipal
15	290271	9575	Vivienda
16	290534	9703	Vivienda
17	290559	9762	Restaurante
18	290559	9703	Vivienda
19	290556	9700	Lavadora
20	290686	9749	Vivienda
21	290749	9765	Hospital del IESS
22	290784	9816	Mecánica

Elaborado por: La autora

Anexo 17 Tipificación de actividades por coordenada en el segmento 1

SEGMENTO 3			
No	X	Y	Tipo
1	290856	9891	Alcantarillado municipal
2	290862	9889	Bodega de materiales de construcción
3	290901	9887	Vivienda
4	290903	9901	Academia Ecuador
5	290919	9918	Vivienda
6	290898	9894	Vivienda
7	280893	9895	Tienda
8	291032	10020	Vivienda
9	291042	10021	Vivienda

Continúa.....

...Continuación

10	291148	10078	Vivienda
11	291152	10080	Tienda
12	291155	10092	Vivienda
13	291220	10129	Vivienda
14	291224	10130	Vivienda
15	291228	10132	Vivienda
16	291241	10135	Vivienda
17	291265	10148	Vivienda
18	291270	10158	Vivienda
19	291311	10184	Alcantarillado municipal
20	291311	10184	Vivienda
21	291384	10204	Alcantarillado municipal

Elaborado por: La autora

Anexo 18. Fotografías

Foto 2.



Estableciendo puntos de muestreo.

Foto 3.



Punto de muestreo N° 1.

Foto 4.



Cruce del Estero por Lubriero.

Foto 5.



Punto de muestreo N° 3.

Foto 6.



Cruce del Estero por el parque recreativo.

Foto 7.



Cruce del Estero por la Avenida Petrolera.

Foto 8.



Recolección de macroinvertebrados.

Foto 9.



Medición en campo de parámetros físicos y recolección de macroinvertebrados.

Foto 10.



Foco de contaminación proveniente de lavadora y lubricadora.

Foto 11.



Contaminación de las riveras del Estero con residuos provenientes del petróleo.

Foto 12.



Toma de muestra de agua del alcantarillado municipal

Foto 13.



Toma de muestra de una lavadora y lubricadora

Foto 14.



Aportación de cargas contaminantes en el Estero Orienco

Foto 15.



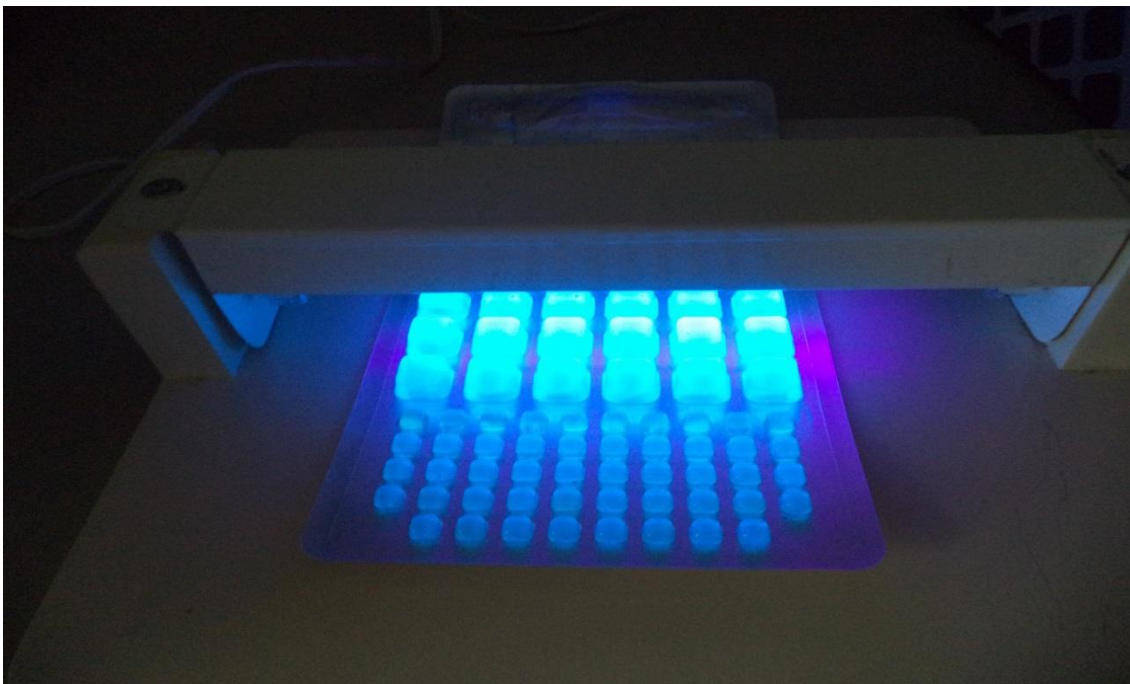
Recepción de muestras en el laboratorio

Foto 16.



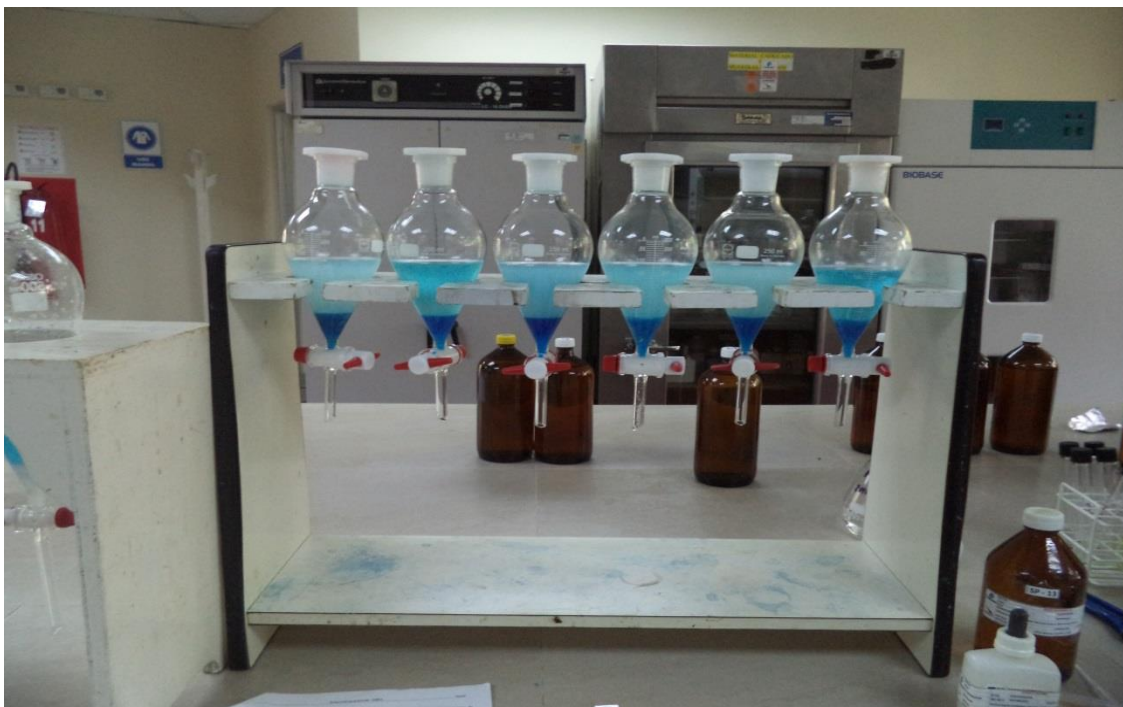
Etiquetado de muestras

Foto 17.



Mediciones de laboratorio para coliformes fecales

Foto 18.



Ensayos de hidrocarburos totales del petróleo

Foto 19.



Equipo de medición de parámetros físicos

Foto 20.



Digestor de muestras para demanda bioquímica de oxígeno

Foto 21.



Medidor multiparámetro HACH

Foto 22.



Análisis de sólidos sedimentables

Foto 23.



Ensayo de sólidos totales