



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL
MEDIO AMBIENTE.**

**“DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA LAGUNA DE
OXIDACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL
MUNICIPAL DEL CANTÓN LAGO AGRIO PROVINCIA
SUCUMBÍOS MEDIANTE EL REDISEÑO DE LA
INFRAESTRUCTURA FÍSICA”**

**Tesis de grado previa a la obtención
del título de ingeniero en manejo y
conservación del medio ambiente**

Autor:

José Aníbal López Calva

Director:

Ing. Manuel Cabrera Quezada., Mg.Sc.

Nueva Loja – Ecuador

2015

Ing. Manuel Cabrera Quezada, Mg.Sc.

DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN MANEJO Y
CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DEL PLAN DE
CONTINGENCIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

CERTIFICO:

Que la presente tesis titulada **“DETERMINACIÓN LA EFICIENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN LAGO AGRIO PROVINCIA SUCUMBÍOS MEDIANTE EL REDISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA”**, desarrollada por el señor **José Aníbal López Calva**, ha sido elaborada 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, 23 de Junio de 2015

Atentamente,



Ing. Manuel Cabrera Quezada, Mg.Sc.

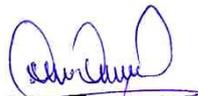
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nueva Loja, 10 de Diciembre de 2015

CERTIFICACIÓN

Los Miembros del Tribunal de Grado abajo firmantes, certificamos que el trabajo de titulación denominado, titulado "DETERMINACIÓN LA EFICIENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN LAGO AGRIO PROVINCIA SUCUMBÍOS MEDIANTE EL REDISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA.", presentado por el señor: **JOSÉ ANÍBAL LÓPEZ CALVA**, de la carrera de Manejo 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. ~~Laura Esperanza~~ Capa Puglla.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Farley Farley Figueroa Saavedra, Mg. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ir
S



Washington Adán Herrera Herrera, Mg. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

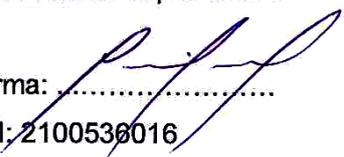
AUTORÍA

Yo José Aníbal López Calva, declaro ser el autor del presente trabajo de tesis y exijo 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.

Autor

José Aníbal López Calva

Firma: 

C.I.: 2100536016

Fecha: Diciembre 2015

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

Yo, José Aníbal López Calva, declaro ser autor, de la Tesis titulada: **“DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN LAGO AGRIO PROVINCIA SUCUMBÍOS MEDIANTE EL REDISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA”**. Como requisito para optar al grado de: **INGENIERO 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 RDI, 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 que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, el 15 diciembre del 2015.

Firma el autor.

FIRMA:.....

AUTOR: José Aníbal López Calva

C.I. 210053601-6

DIRECCIÓN: Av. quito y Julio Marín (Lago Agrio-Sucumbíos)

CORREO ELECTRÓNICO: joselopz_180@hotmail.com

TELÉFONO: 062362405 **CELULAR:** 0999126932

DATOS COMPLEMENTARIOS

DIRECTOR DE TESIS: Ing. Manuel Cabrera Quezada., Mg.Sc

TRIBUNAL DEL GRADO:

Ing. Laura Esperanza Capa Puglla

Ing. Hitler Farley Figueroa Mg. Sc.

Ing. Washington Adam Herrera Herrera, Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a la ilustre Universidad Nacional de Loja y a la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente por prepararme para la realización de este trabajo de tesis.

Al Municipio del cantón Lago Agrio por la apertura y colaboración en el desarrollo del presente trabajo.

A mi Tutor y al Tribunal Calificador de Tesis por sus acertadas observaciones.

Al personal administrativo de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente y del Área Agropecuaria y de los Recursos Naturales Renovables.

A mis padres por escucharme y entenderme.

.

DEDICATORIA

A Dios sobre todo por darme salud, paciencia, sabiduría y la voluntad necesaria para seguir adelante y lograr esta meta.

A mi madre Delia López y a mi padrastro Joel Espinoza. De todo corazón gracias por el esfuerzo y empeño que pusieron para poder forjar mi vida estudiantil Que Dios les Bendiga!.

José López

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR	ii
CERTIFICACIÓN	iii
AUTORÍA	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS	xx
A. TÍTULO	1
B. RESUMEN	2
C. INTRODUCCIÓN	4
D. REVISIÓN DE LITERATURA	6
4.1. Definición de aguas residuales.	6
4.2. Origen de las aguas residuales.....	7
4.2.1. Aguas residuales industriales.....	7
4.2.2. Aguas residuales domésticas.....	7
4.2.3. Aguas residuales de mataderos.....	7
4.3. Antecedentes investigativos.....	7
4.4. Categorías fundamentales	9
4.4.1. Problemática general de las aguas residuales.....	9
4.4.2. Contaminación del agua	10
4.5. Usos industriales del agua	12
4.6. Características de las aguas residuales.....	13
4.6.1. Características físicas	13

4.6.2.	Características químicas	16
4.6.3.	Características microbiológicas de las aguas residuales	20
4.7.	Definición de matadero o camal	22
4.8.	Generación de efluentes	23
4.9.	Componentes de las aguas residuales de camal.....	24
4.10.	Tipos de tratamientos de las aguas residuales	27
4.10.1.	Tratamiento preliminar	27
4.10.1.1.	Rejillas	28
4.10.2.	Tratamiento primario	29
4.10.2.1.	Tanque sedimentador	30
4.10.3.	Tratamiento secundario	30
4.10.3.1.	Filtros de desbaste.....	31
4.10.3.2.	Laguna anaeróbicas.....	31
4.10.3.3.	Lagunas facultativas	32
4.10.3.4.	Lagunas de estabilización	32
4.10.4.	Tratamiento terciario	33
4.1.	Marco legal.....	34
4.2.	Marco conceptual.....	35
E.	MATERIALES Y MÉTODOS	38
5.1.	Materiales.....	38
5.1.1.	Equipos	38
5.1.2.	Herramientas.....	38
5.1.3.	Insumos	38
5.2.	Método	39
5.2.1.	Ubicación del área de estudio.....	39
5.2.2.	Ubicación Geográfica.....	41
5.2.3.	Ubicación Política.....	41
5.3.	Aspectos biofísicos y climáticos	43
5.3.1.	Aspectos biofísicos	43
5.3.2.	Aspectos climáticos.....	46
5.4.	Tipo de investigación	47

5.5.	Realizar los análisis físicos, químicos y microbiológicos de l aguas residuales del camal Municipal de Lago Agrio	48
5.5.1.	Metodología para diagnosticar la línea base del lugar de est	48
5.5.2.	Determinación del caudal.....	50
5.5.3.	Determinación de la calidad del agua del afluente y efluente	51
5.5.4.	Preparación de envases	51
5.5.5.	Tipo de muestras de agua	51
5.5.6.	Tratamiento de las muestras.....	52
5.5.7.	Cadena de custodio	53
5.5.8.	Plan de procesamiento de la información	54
5.5.9.	Métodos de laboratorio	54
5.6.	Determinar la eficiencia de la laguna de oxidación de Aguas Residuales del camal municipal del Cantón Lago Agrio.	54
5.7.	Establecer una propuesta de rediseño que minimice la contaminación al estero Estrella Aguarico	55
5.8.	Dimensionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales para el Camal Municipal de Lago Agrio	56
5.8.1.	Consideraciones de diseño	56
5.8.2.	Consumo de agua.....	57
5.8.3.	Índice de consume de carne	57
5.8.4.	Demanda proyectada de consumo de carne	59
5.8.5.	Caudal proyectado	59
5.9.	Cálculos para el canal.....	60
5.9.1.	Área del canal	60
5.10.	Descripción del Tratamiento Físico, Biológico.....	61
5.10.1.	Tratamiento preliminar	61
5.10.2.	Dimensionamiento y diseño de las rejas.....	62
5.10.3.	Tratamiento primario	65
5.10.4.	Dimensionamiento y diseño del sedimentador.....	65
5.10.5.	Tratamiento secundario	73
5.10.5.1.	Dimensionamiento y diseño del sistema lagunar (anaeróbica estabilización)	73
F.	RESULTADOS	79

6.1.	Realizar los análisis físicos químicos y microbiológicos de las aguas residuales del camal municipal de lago agrio	79
6.2.	Datos preliminares para el rediseño.....	86
6.2.1.	Análisis del caudal.	87
6.2.2.	Análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de aguas residuales.	88
6.3.	Datos de campo	91
6.4.	Determinar la eficiencia de la laguna de oxidación de Aguas Residuales del camal municipal del Cantón Lago Agrio.	99
6.4.1.	Parámetros de evaluación.....	99
6.5.	Rediseño del sistema de tratamiento de agua residual para camal municipal del cantón lago agrio.	107
6.5.1.	Calculo de la tasa de crecimiento	108
6.5.2.	Población actual.....	109
6.5.3.	Población futura	109
6.6.	Cálculo para la medición de caudal de diseño.....	109
6.6.1.	Caudal.....	110
6.6.2.	Consumo de agua.....	110
6.6.3.	Índice de consume de carne	111
6.6.4.	Demanda proyectada.....	113
6.6.5.	Caudal proyectado	114
6.7.	Cálculos para el canal.....	115
6.7.1.	Área del canal.	115
6.8.	Calculo para el diseño de las rejillas (Tratamiento preliminar)	116
6.8.1.	Criterios para el diseño	117
6.9.	Dimensionamiento del sedimentador rectangular (tratamiento primario).....	121
6.10.	Dimensionamiento del sistema lagunar.	130
6.10.1.	Dimensionamiento de laguna anaeróbica.	130
6.10.2.	Dimensionamiento de la laguna facultativa.....	134
G.	DISCUSIÓN	138
7.1.	Realizar los análisis físicos químicos y microbiológicos de las aguas residuales del camal Municipal del Cantón Lago Agrio.	138

7.2.	Determinar la eficiencia de la laguna de oxidación de Aguas Residuales del camal municipal del Cantón Lago Agrio	139
7.3.	Establecer una propuesta que minimice la contaminación al Estero Estrella Aguarico.....	140
H.	CONCLUSIONES	141
I.	RECOMENDACIONES	142
J.	BIBLIOGRAFÍA	143
K.	ANEXOS	149

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Descripción	Pág.
Tabla 1	Impacto ambiental por cada etapa del proceso de matanza industrial.....	24
Tabla 2	Condición general del agua residual	26
Tabla 3	Procesos en el tratamiento preliminar	28
Tabla 4	Ubicación geográfica de la laguna de tratamiento del camal Municipal.....	39
Tabla 5	Los suelos predominantes en el cantón Lago Agrio	44
Tabla 6	Promedio Mensual y Anual de Humedad Relativa (%) en el canto Lago Agrio.....	46
Tabla 7	Temperatura media mensual y anual en el cantón Lago Agrio.....	47
Tabla 8	Estrategia de muestreo para la caracterización del agua.....	52
Tabla 9	Métodos utilizados para determinar los parámetros del índice de calidad ambiental.....	54
Tabla 10	Datos de faenamiento del camal municipal de Lago Agrio ...	56
Tabla 11	Datos de los pesos promedios de cada ejemplar	56
Tabla 12	Parámetros de diseño para rejillas de barras.....	62
Tabla 13	Velocidades terminales o caudal medio	66
Tabla 14	Velocidades terminales o caudal máximo.....	66
Tabla 15	Tiempos de retención para sedimentadores.....	68
Tabla 16	Valores de las constantes A y B	70
Tabla 17	Parámetros meteorológicos de la estación Lumbaqui 2014 .	79
Tabla 18	Identificación de las principales especies florísticas de la zona de influencia	81
Tabla 19	Especies florísticas que se cultivan en la zona de influencia	81
Tabla 20	Identificación de especies de aves en la zona de influencia.	82
Tabla 21	Identificación de las principales especies de mamíferos	82
Tabla 22	Identificación de las principales especies de reptiles	82
Tabla 23	Identificación de las principales especies de anfibios.....	82
Tabla 24	Uso actual del suelo en el canto Lago Agrio.....	83

Tabla 25 Población por parroquias Lago Agrio 2011	84
Tabla 26 Datos censales del cantón Lago Agrio	85
Tabla 27 resultado del caudal del efluente del camal.....	87
Tabla 28 Datos de los análisis físicos del agua residual.	88
Tabla 29 Resultados de los análisis químicos y microbiológicos del efluente de camal municipal.....	89
Tabla 30 Resultados de los análisis del agua de la descarga de la laguna de oxidación al estero Estrella Aguarico.....	90
Tabla 31 Resultado de las mediciones del caudal del efluente de laguna de oxidación en (l/s)	91
Tabla 32 Resultados de toma de pH	92
Tabla 33 Resultados de solidos totales	93
Tabla 34 Resultados de oxígeno disuelto.....	94
Tabla 35 Resultados de la demanda bioquímica de oxigeno	95
Tabla 36 Resultados de la demanda química de oxigeno	96
Tabla 37 Resultados de coliformes totales.....	97
Tabla 38 Resultados de coliformes fecales	98
Tabla 39 Remoción resultados del pH.....	99
Tabla 40 Remoción resultados de los sólidos totales.....	100
Tabla 41 Remoción resultados de la Demanda bioquímica de oxigeno	102
Tabla 42 Remoción resultados de la Demanda química de oxigeno...	103
Tabla 43 Remoción resultados de los Coliformes totales.....	105
Tabla 44 Remoción resultados de los Coliformes fecales	106
Tabla 45 Relación DQO/DBO.....	108
Tabla 46 Dimensionamiento del sedimentador rectangular (tratamiento primario).....	121
Tabla 47 El ancho del tanque	122
Tabla 48 Cálculo de la velocidad horizontal	123
Tabla 49 El volumen del tanque	123
Tabla 50 Tiempo de retención	124
Tabla 51 Cálculo de la altura de agua sobre el vertedero	125
Tabla 52 Cálculo de la velocidad de arrastre	125

Tabla 53 Cálculo de la tasa de remoción de DBO_5	126
Tabla 54 Cálculo de la tasa de remoción de S S T.....	126
Tabla 55 Diseño de la planta difusora	127
Tabla 56 Determinación del área de cada orificio.....	128
Tabla 57 Determinación del número de orificios.....	128
Tabla 58 Determinación del espacio entre filas de orificios.....	129
Tabla 59 Potencial hidrogeno, pH	153
Tabla 60 Solidos totales	153
Tabla 61 Oxígeno disuelto.....	154
Tabla 62 Demanda bioquímica de oxígeno	154
Tabla 63 Demanda química de oxígeno	155
Tabla 64 Coliformes fecales y coliformes totales.....	155

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	Descripción	Pág.
Gráfico 1	Precipitación mensual (mm)	80
Gráfico 2	Caudal del efluente	88
Gráfico 3	Evolución del caudal del efluente	91
Gráfico 4	Evolución del pH del agua residuales.....	92
Gráfico 5	Evolución de los sólidos totales del agua residual	93
Gráfico 6	Evolución de oxígeno disuelto del agua residual.....	94
Gráfico 7	Evolución de la DBO ₅ del agua residual.....	95
Gráfico 8	Evolución de la demanda química del agua residual	96
Gráfico 9	Evolución de los coliformes totales del agua residual	97
Gráfico 10	Evolución de los coliformes fecales del agua residual.....	98
Gráfico 11	Tendencia de pH.	100
Gráfico 12	Tendencia de los sólidos totales	101
Gráfico 13	Tendencia de la demanda bioquímica de oxígeno	102
Gráfico 14	Tendencia de la DQO.....	104
Gráfico 15	Tendencia de los coliformes totales	105
Gráfico 16	Tendencia de los coliformes fecales.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Descripción	Pág.
Figura 1	Vista de planta de un sistema manual de rejillas	29
Figura 2	Tanque sedimentador	30
Figura 3	Esquema de una laguna de estabilización	33
Figura 4	Ubicación de la laguna de oxidación del camal municipal del Cantón Agrio	40
Figura 5	Mapa ubicación política, provincia de Sucumbíos	42
Figura 6	Esquema propuesto para los procesos unitarios seleccionados	61
Figura 7	uso actual del suelo en el cantón Lago Agrio.....	83
Figura 8	Población por parroquia Lago Agrio, Sucumbíos.....	84
Figura 9	Crecimiento poblacional.....	85
Figura 10	Lago Agrio Población ocupada por rama y actividad	86
Figura 11	Detalle de sección transversal de canal de entrada.....	116

ÍNDICE DE ECUACIONES

Nº	Descripción	Pág.
Ecuación 1	Medición del caudal	51
Ecuación 2	Determinación de la eficiencia del proceso	55
Ecuación 3	Caudal generado por bovino	57
Ecuación 4	Caudal generado por porcino	57
Ecuación 5	Cantidad de agua consumida	57
Ecuación 6	Índice de consumo de carne de bovino	58
Ecuación 7	Índice de consumo de carne de porcino	58
Ecuación 8	Índice de consumo de carne total	58
Ecuación 9	Calculo del consumo de carne por habitante	58
Ecuación 10	demanda proyectada para el consumo de carne	59
Ecuación 11	Caudal proyectado a 20 años	59
Ecuación 12	Calculo del área del canal	60
Ecuación 13	Calculo del ancho del canal	60
Ecuación 14	Calculo del área libre	62
Ecuación 15	Calculo del tirante de agua	63
Ecuación 16	Calculo separaciones entre barras	63
Ecuación 17	Área libre de sección de barras	63
Ecuación 18	Calculo del área de espacios	64
Ecuación 19	Calculo de la velocidad que fluye en los espacios	64
Ecuación 20	Calculo del N° de barras	64
Ecuación 21	Comprobar la perdida entre carga	64
Ecuación 22	Calculo de la dimensión del tanque	65
Ecuación 23	Calculo del largo del tanque	66
Ecuación 24	Calculo de longitud total del tanque sedimentador	67
Ecuación 25	Calculo de la velocidad horizontal	67
Ecuación 26	Calculo del volumen del tanque sedimentador	67
Ecuación 27	Calculo del tiempo de retención	68
Ecuación 28	Calculo de altura máxima del sedimentador	69

Ecuación 29	Cálculo de la altura de agua sobre el vertedero.....	69
Ecuación 30	Calculo de la velocidad de arrastre	69
Ecuación 31	Calculo de la tasa de remoción de DBO ₅	70
Ecuación 32	Calculo de la remoción de los SST	70
Ecuación 33	Calculo del diseño de la pantalla difusora	71
Ecuación 34	Calculo del área total de todos los orificios	71
Ecuación 35	Calculo del área de cada orificio	71
Ecuación 36	Calculo del número de orificios	72
Ecuación 37	Calculo de la altura de la pantalla difusora	72
Ecuación 38	Calculo del espacio entre filas de orificios	72
Ecuación 39	Calculo del espacio entre columnas de orificios	73
Ecuación 40	Coeficiente de temperatura.....	74
Ecuación 41	Calculo de tiempo de retención.....	75
Ecuación 42	Calculo del volumen de la laguna anaeróbica.....	75
Ecuación 43	Calculo del área de laguna	75
Ecuación 44	Calculo de la carga superficial	76
Ecuación 45	Calculo del área de lagunas anaeróbicas	76
Ecuación 46	Calculo del volumen de cada laguna	76
Ecuación 47	Cálculo del dimensionamiento largo: ancho.....	76
Ecuación 48	Calculo coeficiente de temperatura.....	77
Ecuación 49	Calculo del tiempo de retención hidráulica.....	77
Ecuación 50	Calculo del volumen.....	77
Ecuación 51	Calculo del área de laguna facultativa	78
Ecuación 52	Calculo de la carga superficial	78
Ecuación 53	Calculo del largo y ancho de la laguna facultativa	78

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Descripción	Pág.
Anexo 1	Fotografías.....	149
Anexo 2	Criterios Generales de Descarga de Efluentes.	151
Anexo 3	Métodos de laboratorio	153
Anexo 4	Planta de tratamiento	156
Anexo 5	Resultado del laboratorio (punto del 1 Afluyente)	161
Anexo 6	Resultado de laboratorio (punto 2 efluente)	169

A. TÍTULO

“DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN LAGO AGRIO PROVINCIA SUCUMBÍOS MEDIANTE EL REDISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA”.

B. RESUMEN

El trabajo de investigación se crea una síntesis del análisis realizado de acuerdo los objetivos. Las instalaciones municipales de construcción en la laguna de estabilización fueron diseñadas entre los años 70 y 80 con el objetivo de tratar efluentes con procesos anaeróbicos y otras que corresponde a la serie anaeróbico facultativo. Para determinar la eficiencia de la laguna de oxidación de aguas residuales del camal municipal del cantón Lago Agrio, mediante análisis de la calidad del agua residual que se descarga al estero Estrella del Aguarico, para identificar el grado de contaminación se utilizó información recolectada de los muestreos y sus análisis físicos químicos y microbiológicos realizados en laboratorio las aguas residuales del afluente y efluente se analizó y evaluó la eficiencia con respecto a cada parámetro utilizado el DBO₅, DQO, pH, oxígeno disuelto, solidos totales y coliformes fecales y como alternativa de respuesta se elaboró el rediseño de una planta de tratamiento con el fin de mejorar los límites máximos permisibles en la descargas a un cuerpo de agua dulce como es el estero estrella aguarico de los análisis de los muestreos realizados se presentó remociones con eficiencias DBO₅ en promedio 28.88%, DQO remoción promedio 24.64%, el pH remoción promedio 10,06%, solidos totales remoción promedio 37.83%, coliformes totales remoción promedio 43,88% y coliformes fecales remoción promedio 89.49% y se llegó a la conclusión de la necesidad de realizar un sistema de tratamiento de aguas industriales que remuevan gran parte de los contaminantes.

Palabras claves. Laguna de oxidación, eficiencia, efluente.

ABSTRACT.

The research paper summarizes the analysis carried out in accordance with the goals of the study. Municipal facilities for the construction of stabilization ponds were designed between 70 and 80 with the aim of treating effluents and other anaerobic processes corresponding to the facultative anaerobic series. Information collected from sampling was used to determine the efficiency of the oxidation pond sewage municipal slaughterhouse of Lago Agrio Canton, by analyzing the quality of the waste water discharged into the estuary Star Aguarico to identify the extent of contamination and their physical, chemical and microbiological laboratory analyzes wastewater influent and effluent was analyzed and evaluated the efficiency with respect to each parameter used BOD₅, COD, pH, dissolved oxygen, total solids and fecal coliform as alternative response developed the redesign of a treatment plant in order to improve the maximum permissible limits on discharges to a body of fresh water is the star Estuary Aguarico of the analysis of samples taken removals presented with efficiencies DBO₅ on average 28.88% 24.64% average COD removal, the average pH removal 10.06% total solids 37.83% average removal, removal average total coliforms and fecal coliforms 43.88% 89.49% average removal and concluded the need for a system industrial water treatment that remove much of the contaminants.

Keywords. Oxidation pond, efficiency, effluent.

C. INTRODUCCIÓN

El acelerado desarrollo poblacional y la gran demanda del recurso hídrico dan lugar a la contaminación de las aguas y por ende la pérdida de la vida acuática en ríos. Esta problemática requiere de estudios urgentes que ayuden a tomar medidas para recuperar las aguas residuales y darles un uso productivo en el desarrollo de la vida terrestre.

El Ecuador un país en vías de desarrollo la mayor parte de ríos en especial en las regiones Costa, Sierra, Oriente presentan un alto grado de contaminación debido a que las descargas de las aguas residuales municipales e industriales son vertidas directamente a los ríos más cercanos generando la contaminación directa y causando que los ríos se vuelvan inertes Veall, (2009). Esta situación se agrava porque en pequeños municipios donde ni siquiera se dispone con un camal dotado de la infraestructura y equipos para el faenamiento de porcinos y bovinos.

Por otro lado los mataderos de sacrificio y faenado de animales destinados para el abasto público, son las industrias altamente contaminantes porque en su mayoría son ineficientes en dar cumplimiento a las medidas técnico sanitarias y generan gran cantidad de desechos como: sangre, contenido ruminal, estiércol y agua, los mismos que no son tratados de manera recomendable antes de ser descargados al medio ambiente.

Las aguas residuales del camal municipal del Cantón Lago Agrio son conducidas a la laguna de oxidación para su tratamiento y posteriormente vertidas al estero estrella Aguarico, portal razón se ve en la necesidad de realizar un estudio de la calidad de agua y el nivel de remoción de los contaminantes que realiza dicho tratamiento al verterlas las aguas al estero Estrella Aguarico.

Objetivo general

- Determinar la eficiencia de la laguna de oxidación de aguas residuales del camal municipal del cantón Lago Agrio mediante análisis de la calidad del agua residual del que se descarga al estero Estrella del Aguarico, para identificar el grado de contaminación.

Objetivo específicos

- Realizar los análisis físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales del camal Municipal de Lago Agrio.
- Determinar la eficiencia de la laguna de oxidación de Aguas Residuales del camal municipal del Cantón Lago Agrio.
- Establecer una propuesta de rediseño que minimice la contaminación al estero Estrella Aguarico

D. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Definición de aguas residuales.

Las aguas residuales son aquellas aguas cuya composición desde el punto de vista físico, químico y microbiológico ha sido alterada, durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleada (Aguilar, 2012).

Las fuentes de generación, las aguas residuales son la combinación de residuos líquidos procedentes de residencias, instituciones públicas, establecimientos industriales y comerciales, a los que pueden agregarse, aguas subterráneas, superficiales y pluviales, etc. (Ambiente, 2013).

Según (Arenas, 2008) define las aguas residuales como líquidos procedentes de la actividad humana, que llevan en su composición gran parte de agua, y que son vertidos a cursos o masas de agua.

Otra definición es la presentada por Briceño (2009) según este autor las aguas residuales son aquellas producidas como consecuencia de actividades urbanas, agrícolas o industriales, que portan sustancias indeseables de diversa naturaleza y peligrosidad en función del proceso en que han sido producidas.

En este orden de ideas, las aguas residuales podrían definirse como aguas o líquidos, generados durante el uso del agua, que contienen impurezas o contaminantes en forma sólida, líquida o gaseosa (o combinación de éstas) en concentraciones que son peligrosas si se disponen al ambiente (Rodríguez, 2008). Entre estos contaminantes están: detergentes, sólidos, metales pesados, compuestos orgánicos diversos, microorganismos fecales, nutrientes, entre otros.

4.2. Origen de las aguas residuales

4.2.1. Aguas residuales industriales

Se incluyen empleos del agua en procesos industriales como pueden ser, por ejemplo, el lavado y transporte de algunos materiales o el uso como aguas de refrigeración. Los problemas más importantes serán los derivados de formación de depósitos y corrosión, originados tanto por componentes químicos como por acción microbiana (Orozco & Perez, 2007)

4.2.2. Aguas residuales domésticas

Se puede definir el agua residual como la combinación de los residuos líquidos procedentes tanto de residencias como de instituciones públicas y establecimientos industriales y comerciales a los que pueden agregarse, eventualmente, aguas subterráneas, superficiales y pluviales (Bustos, 2013).

4.2.3. Aguas residuales de mataderos

Generalmente las aguas residuales de mataderos contiene cantidades variables de materias groseras. Estos materiales deben ser separados lo antes posible en el propio matadero. En efecto en los mataderos se produce excrementos en los establos, corrales, sangre en abundancia, pezuñas contenido de los estómagos e intestinos (García, 2006).

4.3. Antecedentes investigativos

Las aguas residuales industriales constituyen un importante foco de contaminación de los sistemas acuáticos y fuentes hídricas, siendo

necesario los sistemas de depuración antes de evacuarlas, como medida importante para la conservación de dichos sistemas. Es así que mediante estudios realizados se ha podido concluir que las aguas residuales tratadas disminuyen el grado de contaminación de ríos.

De acuerdo al libro tecnología de mataderos (2004) del ingeniero Rafael López Vázquez y la doctora Ana Casp Vanaclocha en su estudio realizado a aguas industriales de mataderos concluyen que:

“Las aguas residuales generados en un matadero posee una elevada carga contaminantes sobre todo materia orgánica y grasas. Y que los parámetros más significativos hacer analizados están el DBO₅, DQO, SS.

“Las aguas residuales del Camal Municipal del Cantón Lago Agrio deben recibir un adecuado tratamiento tendiente a reducir el nivel de contaminación de las mismas antes de ser vertidas al estero estrella aguarico.”

Surge la necesidad de un estudio de las aguas residuales para conocer si la descarga de las aguas residuales del camal municipal del cantón Lago Agrio es ineficaz en cumplir con la normativa ambiental. En primera estancia se requiere una evaluación de las aguas que determinen sus propiedades, características y contenidos, esto se determinará mediante una toma de muestras y un análisis en el laboratorio. Posteriormente se deberá determinar el caudal que genera el camal municipal mediante aforos en las horas de mayor demanda.

4.4. Categorías fundamentales

4.4.1. Problemática general de las aguas residuales

Las aguas residuales se convertirán en el mayor problema para la humanidad en los próximos años. En los países con escasa disponibilidad de agua dulce, la situación se volverá más aguda. Las aguas residuales producen una serie de alteraciones en los cursos y planos de agua debido a los diversos productos que contienen, y a que las áreas receptoras son cada vez menos capaces de asimilar (Zuñiga, 2011).

Existe una marcada limitación de la capacidad de auto depuración de una masa de agua, en relación al descontrolado vertido de residuos a ella. Es decir, el volumen de aguas residuales depuradas no alcanza en ningún punto el nivel que debería tener para compensar la diferencia que existe con la capacidad de auto depuración de los ríos (Briceño, 2009).

En lo relacionado a los vertidos en zonas marinas, el problema es similar. El mar tiene una capacidad de auto depuración limitada, que hace que las costas lleguen a saturarse en lo que se refiere a contaminantes.

La expansión urbana, el crecimiento poblacional y el consecuente aumento del consumo hídrico, provocan un crecimiento proporcional de las aguas residuales generadas. Entre un 70 y 80% de las aguas recibidas a nivel domiciliario se transforman en residuales vertiéndose en las redes de saneamiento, si las hay, o en drenajes de diverso tipo, para terminar engrosando los cuerpos de agua naturales. Del mismo modo, las aguas utilizadas por la industria, ya sea para ser consumidas en los procesos industriales, también se vierten en las redes y canales de desagüe, culminando finalmente su descarga en ríos, lagos y mares (Seoanez, 2008).

4.4.2. Contaminación del agua

Según CEPIS (2007) el agua pura es un recurso natural renovable, sin embargo puede llegar a contaminarse por diversas actividades humanas, convirtiéndose en nocivo para la vida. El agua puede contaminarse por los siguientes factores.

- Agentes patógenos.- Bacterias, virus, protozoarios, parásitos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos.
- Desechos que requieren oxígeno.- Los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradables. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuática.
- Sustancias químicas inorgánicas.- Ácidos, compuestos de metales tóxicos (mercurio, plomo), envenenan el agua.
- Los nutrientes vegetales pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas.
- Sustancias químicas orgánicas.- Petróleo, plásticos, plaguicidas, detergentes que amenazan la vida.
- Sedimentos o materia suspendida.- Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación.
- Sustancias radiactivas que pueden causar defectos congénitos y cáncer.
- Calor.- Ingresos de agua caliente que disminuyen el contenido de oxígeno y hace a los organismos acuáticos muy vulnerables.

El grado de contaminación de las aguas originado por las industrias cárnicas es muy grande, ante todo en los mataderos y en las plantas de aprovechamiento de reses muertas (Armenta D, DíasJ, & Sierra, 2012).

Todos los efluentes, tanto del matadero como de la industria procesadora de carne, contienen sangre, estiércol, grasas, huesos y otros contaminantes solubles. La composición de los efluentes de los mataderos dependerá del proceso de producción, de la separación, en la descarga de cada sección, de materias como: sangre, intestinos y desechos del suelo. En general, los efluentes tienen altas temperaturas y contienen patógenos, además de altas concentraciones de compuestos orgánicos y nitrógeno (Briceño, 2009).

En los mataderos, los residuos líquidos se generan a partir de:

Los corrales, en donde los animales permanecen antes de ser procesados; los efluentes se componen de aguas de lavados y desinfecciones, de materias fecales y urinarias área de sangría, operaciones de remoción de cueros, pelos y otras partes no comestibles. Procesamiento de la carne, incluyendo procesamiento de vísceras e intestinos generan aguas que se van llenando de desperdicios con estas operaciones. Estas aguas pueden contener sangre, grasa, fango, contenidos de los intestinos, pedazos de carne, pelos y desinfectantes (American Water Works Association, 2012).

Las instalaciones, o lugares de depósito de subproductos animales, no utilizados para el consumo humano pueden verter líquidos de alta concentración orgánica al agua y originar problemas de olores a nivel local. Si dichos subproductos no se tratan rápidamente tras el sacrificio y antes de su descomposición, no únicamente causan grandes problemas de olores, si no que se convierten en sitios de proliferación de moscas, roedores, insectos; que no solamente afectan a la salud de los trabajadores, sino a la imagen de la empresa (Ambiente, 2013).

4.5. Usos industriales del agua

En los procesos industriales el agua realiza importantes funciones: se utiliza para transportar otros materiales en diferentes procedimientos de lavado, como prima y en un sin número de otras aplicaciones que pueden ser exclusivas de una sola industria e incluso de una sola planta (Ambiente, 2013).

El agua es un medio adecuado y económico para el lavado general de equipos industriales. Además de la estética, lavar el equipo en la industria es muy importante ya que evita que se contaminen los productos con el polvo o con basura, como medida de seguridad (evita que sea cumulen los desechos en el piso y no resbalarse o caerse y lastimarse) y para evitar el polvo que puede dañar al equipo. Cada industria requiere según las características de cada una, aguas apropiadas en caudal suficiente y de composición constante con exigencias de calidad variables. (Restrepo, 2006).

Cualquiera que sea la industria el agua se utiliza fundamentalmente para cuatro fines siguientes (Orozco & Perez, 2011):

- a) Como materia prima en el proceso de fabricación
- b) Como forma de transporte
- c) Como elemento de transferencia de calor o frío
- d) Como contenedor de vertidos industriales que es el más común

El consumo de agua en mataderos (públicos o privados) se calcula de acuerdo con el número y clase de animales a beneficiar (Signorini & Civit, 2006)

Clase de animal	Dotación diaria
Bovinos	1600 L/d x animal

Porcinos	450 L/d x animal
Ovinos y caprinos	250 L/d x animal
Aves en general	16 L/d x animal

4.6. Características de las aguas residuales

Según BUREAU VERITAS, (2008) El agua residual puede caracterizarse por medio de sus constituyentes más comunes, los que dependerán de su origen. Continuación se detallan las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, considerando la importancia de cada una de ellas en la calidad del agua.

4.6.1. Características físicas

Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son el olor, temperatura, la densidad, el color y la turbiedad. (IUNC, 2009).

Partículas sólidas: Los sólidos se definen como la materia que permanece como residuo después de someter a evaporación una muestra de agua a una temperatura entre 103 - 105 °C (Aguilar, 2012).

Las características físicas del agua se ven modificadas según la variación en su contenido total de sólidos, no suele superar normalmente las 1.000 ppm en las aguas residuales domésticas.

Sólidos totales (ST): Es toda la materia que queda como residuo después de someter a evaporación una muestra de agua a temperaturas comprendidas entre 103-105 °C., no se define como sólida aquella

materia que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor (Arenas, 2008).

Los sólidos totales pueden clasificarse de acuerdo a su condición física en sólidos: sedimentables, suspendidos y disueltos; y de acuerdo a sus características químicas en fijos (inorgánicos) y volátiles (orgánicos).

Sólidos sedimentables: Son los que van al fondo de un cono estandarizado (Imhoff) en un periodo de 60 minutos, y para fines cuantitativos se expresa en ml/l de agua. Los sólidos totales o el residuo después de la evaporación pueden ser clasificados en no filtrable o disuelto. Este parámetro se evalúa para estimar la cantidad de sedimentos que pueden acumularse en los sistemas de tratamientos o determina la necesidad de construir unidades de sedimentación en el tratamiento de aguas residuales (Ramos, Sepúlveda, & Villalobos, 2003).

Sólidos suspendidos: Corresponden a la fracción de sólidos que es retenida por el filtro, y que posteriormente queda como residuo, después de someter a evaporación a temperaturas entre 103-105 °C.

Estos sólidos, de tamaño mayor a 10^{-3} mm., pueden separarse del agua servida por medios físicos o mecánicos como por ejemplo en la filtración. Están constituidos por un 70% de sólidos orgánicos y un 30% de sólidos inorgánicos.

Sólidos disueltos: Corresponden a la fracción de sólidos que no es retenida por el filtro y que posteriormente queda como residuo, después de someter a evaporación a temperaturas entre 103-105 °C (Ambiente, 2013).

Determinar este parámetro nos da una estimación del contenido de sales disueltas presentes en la muestra (Bustos, 2013).

Los sólidos disueltos contienen aproximadamente un 40% de materia orgánica y un 60 % de materia inorgánica.

Sólidos fijos y volátiles: Se utiliza para determinar el contenido orgánico e inorgánico presente en una muestra. Al incinerar una muestra de agua a temperaturas del orden de los 550 °C, las cenizas resultantes corresponde a los sólidos inorgánicos (fijos) y la fracción orgánica que se oxidará y desaparecerá en forma de gas, son los sólidos orgánicos (volátiles). (Scragg, 2008)

Los sólidos orgánicos son en general los desechos orgánicos, producto de la vida animal y vegetal en donde también se incluyen compuestos orgánicos sintéticos. Son sustancias que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, pudiendo estar combinadas algunas con nitrógeno, azufre o fósforo. Están sujetos a degradación o descomposición por la actividad de las bacterias y otros organismos vivos y además son combustibles (Alvaro, 2010).

Temperatura: Tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos fenómenos que se llevan a cabo en el agua, por ejemplo, en la solubilidad de los gases, el efecto de la viscosidad sobre la sedimentación y en las reacciones biológicas, que tienen una temperatura óptima para poder realizarse (Agroprecisión, 2014).

La actividad biológica es mayor a temperaturas más altas, hasta los 30°C aproximadamente. A medida que aumenta la temperatura disminuye la viscosidad, obteniendo como resultado una mayor sedimentación (Castells, 2012).

Olor: La mayoría de los olores presentes en las aguas residuales son debido a gases producidos o liberados productos de biotransformación de

materia orgánica Esta materia orgánica generalmente se deposita en el fondo de estanques o de contenedores creando condiciones propicias para que los organismos anaeróbicos (bacterias) produzcan gases (Ramos, Sepúlveda, & Villalobos, 2003)

4.6.2. Características químicas

Materia orgánica: es la fracción más relevante de los elementos contaminantes en las aguas residuales domésticas y municipales debido a que es la causante del agotamiento de oxígeno de los cuerpos de agua. Está formada principalmente por CHONS (Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno y Azufre) constituyendo las proteínas (restos de origen animal y vegetal), los carbohidratos (restos de origen vegetal), los aceites y grasas (residuos de cocina e industria) y los surfactantes (detergentes) (Rodríguez R, 2009).

pH: Mide la concentración de iones hidrógeno en el agua, teniendo valores que van desde 0 (muy ácido) a 14 (muy alcalino), siendo $\text{pH} = 7$ el valor neutro. Si es bajo, indica la acidificación del medio y si es elevado indica una baja concentración de estos iones, y por tanto, una alcalinización del medio (Nelson , 2006)

El pH es un factor clave en el crecimiento de los microorganismos, el rango ideal para el crecimiento de éstos es muy estrecho. El agua con una concentración adversa de ion de hidrógeno es difícil de tratar por medios biológicos y si la concentración no se altera antes de la evacuación, el efluente puede modificar la concentración de las aguas naturales (Bustos, 2013).

Alcalinidad: La alcalinidad de un agua residual está provocada por la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de: calcio, magnesio,

sodio, potasio y amoníaco. De entre todos ellos, los más comunes son el bicarbonato de calcio y el bicarbonato de magnesio.

La alcalinidad es útil en el agua natural y en las aguas residuales porque proporciona un amortiguamiento para resistir los cambios en el pH. Por lo general, el agua residual es bastante alcalina, propiedad que adquiere de las aguas de tratamiento, el agua subterránea y los materiales añadidos en los usos domésticos. La alcalinidad se expresa en términos de carbonato de calcio, CaCO₃ (Castells, 2012).

Cloruro: El cloruro es el responsable por el sabor salobre en el agua; es un indicador de posible contaminación del agua residual debido al contenido de cloruro de la orina. El sabor se hace presente con 250-500 (mg/lit), aunque una concentración de hasta 1500 (mg/lit) es poco probable que sea dañina para consumidores en buen estado de salud (American Water Works Association, 2012).

Compuestos Tóxicos: Estos compuestos son frecuentes en las aguas residuales domésticas, estos tóxicos pueden ser tanto orgánicos como inorgánicos, y que provienen del uso cotidiano de desinfectantes, insecticidas y biosidas en general o por formar parte de sustancias vertidas en el agua, como suele ocurrir con ciertos metales y tóxicos inorgánicos. Estos metales y compuestos inorgánicos, son necesarios para el desarrollo de la vida, pero a partir de ciertas concentraciones pueden inhibirla. ¹

Nitrógeno Total: Es un elemento importante, ya que las reacciones biológicas solo pueden realizarse en presencia de suficiente nitrógeno. El contenido total en nitrógeno está compuesto por (Martínez, 2012).

a) *Nitrógeno Orgánico:* en forma de proteínas, aminoácidos y urea.

¹ (<http://www.us.es/grupotar/tar/ebliblioteca/documentacion/arus.htm>)

- b) *Nitrógeno Amoniacal*: como sales de amoníaco o como amoníaco libre.
- c) *Nitrógeno de Nitritos*: una etapa intermedia de oxidación que normalmente se presenta en grandes cantidades.
- d) *Nitrógeno de Nitratos*: producto final de la oxidación de nitrógeno.

En el agua residual reciente, el nitrógeno se halla primariamente combinado en forma de materia proteínica y urea, aunque su paso a la forma amoniacal se produce enseguida. La edad de un agua residual puede medirse en función de la proporción de amoníaco presente. En medio aerobio, la acción de las bacterias puede oxidar el nitrógeno amoniacal a nitratos y nitritos (Osina, 2011).

Las concentraciones relativas de las diferentes formas del nitrógeno dan una indicación útil de la naturaleza y del tipo de contaminación. Es decir, si el agua contiene nitrógeno orgánico y amoniacal altos, con poco nitrógeno de Nitritos y Nitratos, se considera insegura debido a su reciente contaminación. Por otro lado si no contiene nitrógeno orgánico y algo de nitrógeno de nitrato, se considera insegura ya que la nitrificación ya ocurrió y su contaminación no podría ser reciente (Rojas, 2006).

Fósforo Total: Este elemento es esencial en el crecimiento de organismos y puede ser el nutriente que limita la productividad primaria en un cuerpo de agua. Las descargas de aguas residuales (domésticas e industriales) o drenajes agrícolas ricos en fósforo pueden estimular el crecimiento de micro y macro organismos fotosintéticos (principalmente algas) en cantidades excesivas, proceso denominado Eutrofización. Dadas las razones anteriormente expuestas, existe actualmente mucho interés en controlar la cantidad de los compuestos de fósforo que entran a las aguas superficiales a través de los vertidos de aguas residuales domésticas, industriales y de las escorrentías naturales (Zuñiga, 2011).

Oxígeno disuelto: Es un parámetro fundamental en los ecosistemas acuáticos y su valor debería estar por encima de los 4 mg/L para asegurar la sobrevivencia de la mayor parte de los organismos superiores. Se usa como indicador de la contaminación o, por decirlo así, de la salud de los cuerpos hídricos. Para el correcto funcionamiento de los tratamientos aerobios de las aguas residuales, es necesario asegurar una concentración mínima de 1 mg/L (Gil , 2006).

La concentración de oxígeno en cursos de aguas que presentan baja concentración suele variar entre 7 a 10 mg/lit, concentraciones inferiores a 2 mg/lit puede tener serios efectos en la vida acuática superior (Quezada, 2011).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): es una medida indirecta de la cantidad de materia orgánica contenida en una muestra de agua, determinada por el consumo de oxígeno que hacen los microorganismos para degradar los compuestos biodegradables. Se evalúa analíticamente incubando una muestra con microorganismos por 5 días a 20 °C, tiempo después del cual se lee la concentración final de oxígeno y se compara con la inicial; esta prueba es conocida como DBO₅ o DBO estándar. También se hacen, eventualmente, pruebas a 7 días (DB₇) y a 20 días (DBO última - DBO). Para las aguas residuales domésticas, se estima que: o total – DBO) (Ramalho, 2013).

La DBO₅ se calcula de la diferencia entre el oxígeno disuelto inicial y final. La DBO₅ suele emplearse para comprobar la carga orgánica de las aguas servidas domésticas e industriales biodegradables, sin tratar y tratadas (Ambiente, 2013).

Demanda Química de Oxígeno (DQO): es también una medida indirecta de la cantidad de materia orgánica contenida en una muestra. A diferencia de la DBO, esta prueba emplea un oxidante fuerte (dicromato de potasio –

K_2Cr_2O) en un medio ácido (ácido sulfúrico $-H_2SO$ 47) en vez de microorganismos. (Fernández, 2006).

Las limitaciones de la DQO son: no revelar si la materia orgánica es o no biodegradable, no dar una idea del porcentaje de materia biológicamente activa que sería estabilizada en un flujo (Signorini & Civit, 2006).

Las principales ventajas de la DQO son: el corto tiempo requerido para realizar el análisis (sólo 3 horas), y ayuda localizar condiciones tóxicas y materias no biodegradables (Segura, 2014).

4.6.3. Características microbiológicas de las aguas residuales

El análisis bacteriológico de los abastecimientos de agua es el parámetro más sensible. Casi todos los desechos orgánicos contienen grandes cantidades de microorganismos: el agua servida contiene más de 106 col/ml, pero los números reales presentes regularmente no se determinan. Después del tratamiento convencional del agua servida, el efluente todavía contiene una gran cantidad de microorganismos, al igual que muchas de las aguas superficiales naturales (Aguilar, 2012).

Los tipos y números de los diferentes grupos de microorganismos están relacionados con la calidad del agua y otros factores ambientales. Una característica de la mayoría de las aguas residuales es que contienen una amplia variedad de microorganismos que forman sistema ecológico balanceado. Estos organismos microscópicos vivos pertenecen a dos tipos generales: bacterias y otros organismos vivos más complejos (Arenas, 2008).

Organismos Microscópicos: Además de bacterias en las aguas residuales, existen otros organismos vivos de tamaño microscópico, pero que representan una menor densidad dentro de la composición biológica de las aguas. Algunos son animales y otros vegetales. Todos provienen del suelo o de los desechos orgánicos que van a formar parte de las aguas servidas. Algunos son capaces de moverse y otros no. Todos requieren alimentos, oxígeno y humedad. Pueden ser del tipo aerobio, anaerobio o facultativo, y participan también en la descomposición de la materia orgánica de las aguas residuales (Sepúlveda, 2012).

Organismos Macroscópicos: También pueden existir organismos de mayor tamaño que forman parte en la descomposición de la materia orgánica, a éstos se le denomina macroscópicos, es decir, visible a simple vista. Se encuentran en su mayoría en aguas residuales densamente contaminadas (Zuñiga, 2011).

Virus: Los virus son microorganismos de origen patógeno causantes de enfermedades como la hepatitis y la poliomielitis. Estos más que participar en el proceso de la descomposición de las aguas residuales son indicadores de índices de contaminación microbiana.²

Bacterias: son los principales responsables de la degradación y estabilización de la materia orgánica contenida en las aguas residuales. Su crecimiento óptimo ocurre a pH entre 6,5, y 7,5. Algunas de las bacterias son patógenas, como la *Escherichia coli*, indicador de contaminación de origen fecal (Restrepo, 2006).

Existen diversos tipos de bacterias que pueden ser: parásitas (provienen de las materias excrementicias que se vierten a las aguas residuales) se les conoce como patógenas porque producen enfermedades (cólera, tifoidea, disentería, e infecciones de carácter

² <http://www.us.es/grupotar/tar/ebliblioteca/documentacion/arus.htm>

intestinal); o saprófitas son las que se alimentan de materia orgánica muerta, degradando los sólidos orgánicos, estas no son de origen patógeno y son de vital importancia en los procesos de tratamiento de las aguas residuales (Rojas, 2006).

Tanto las bacterias parásitas como las saprófitas, necesitan de la presencia del oxígeno para su respiración, además de alimento (Galvín, 2006). Un tipo de éstas lo obtienen del oxígeno disuelto del agua residual, estos organismos se conocen como bacterias aerobias y la degradación que realizan de los sólidos orgánicos se llama descomposición aerobia, oxidación o degradación. Este proceso (oxidación) se lleva a cabo en presencia de oxígeno disuelto, sin que se produzcan malos olores o condiciones desagradables (Alvaro, 2010).

Hongos: predominan en las aguas residuales de tipo industrial debido que resisten muy bien valores de pH bajos y la escasez de nutrientes (Aguilar, 2012).

Protozoos: en especial los ciliados, se alimentan de bacterias y materia orgánica, mejorando la calidad microbiológica de los efluentes de las PTAR (Castells E, 2012).

Actinomicetos: son bacterias filamentosas conocidas por causar problemas en reactores de lodos activados, generando la aparición de espumas (*foaming*) y pérdida de sedimentabilidad del lodo, hinchamiento o *bulking* filamentoso, incrementando los sólidos (Chagollán, y otros, 2006)

4.7. Definición de matadero o camal

Se entiende por Mataderos o Camales Frigoríficos, el establecimiento dotado de instalaciones completas y equipo mecánico adecuado para el

sacrificio, manipulación, elaboración, preparación y conservación de las especies de carnicerías bajo varias formas, con aprovechamiento completo, racional y adecuado de los subproductos no comestibles, cuando la cantidad justifique su aprovechamiento industrial. Poseerán instalaciones de frío industrial proporcionales a su tamaño (García B, 2006).

4.8. Generación de efluentes

Los efluentes constituyentes una de las más serias causas de contaminación ambiental malos olores y daños a la salud en la mayoría de países en desarrollo. La descarga de efluentes comprende entre el 85% y 95% del consumo de agua de la planta. Los valores típicos para la carga orgánica descargada en el efluente son de 12-15 kg DQO por tonelada de peso vivo de res (Centro de producción mas Limpia de Nicaragua, 2003).

La industria cárnica en su etapa inicial (sacrificio), genera residuos representados en sangre, huesos y vísceras que, además del problema ambiental, son fuente de preocupación sanitaria por su capacidad patogénica a nivel microbiano (*Salmonella spp* y *Shigella spp*). Esta industria tiene un alto potencial para la generación de aguas residuales con DBO₅ de hasta 8.000 mg/L (Restrepo, 2006).

Unos de los principales impactos y generadores de efluentes dentro de la industria de los mataderos son el consumo de agua y la descarga de efluentes con un elevado nivel de carga orgánica.

Tabla 1 Impacto ambiental por cada etapa del proceso de matanza industrial

Proceso	Impacto Ambiental
Recepción y lavado de reses	Alto consumo de agua Efluentes con alta carga de materia orgánica producto de la presencia de estiércol.
Aturdimiento y desangrado	El impacto de esta etapa se ve acrecentado si la sangre es descargada con el efluente.
Separación de partes y desollado	Efluentes con alta carga de materia orgánica producto de pellejos y sangre restante en el animal
Escalado y pelado en el caso de cerdo.	Alto consumo de agua Alto consumo de vapor para el calentamiento del agua Efluentes con alto nivel de carga orgánica
Evisceración	Alto carga orgánica en el efluente
Operación de limpieza	Alto consumo de agua Efluentes con alta concentración de materia orgánica Consumo de químicos elevados

Fuente: (Méndez , 2007)

4.9. Componentes de las aguas residuales de camal

Los efluentes generados en el faenamiento vacuno son principalmente aguas de lavado, con contenidos de sangre y algunas partículas gruesas

de cueros y huesos: en el caso de procesamiento de cerdos, son aguas calientes con gran cantidad de pelo. Se debe tener muy en cuenta el análisis de las siguientes sustancias: DBO₅, pH, Sólidos suspendidos, Sólidos sedimentables, Aceites y grasas, Coliformes fecales de animales, Color, Otros (Aguilar, 2012).

Materia seca (MS) sólidos totales (ST): Ambas denominaciones se utilizan para referirse a una cantidad conocida efluente, ha sido desecada hasta peso constante a 105 grados durante 24 horas se expresa en g/litro esto nos sirve para informar sobre la facilidad de bombeo de los efluentes y su adecuación para el tratamiento en aerobios o anaerobiosis. (Garcia B, 2006).

Gases disueltos: Las aguas residuales contienen pequeñas y variadas concentraciones de gases disueltos. Entre los más importantes de estos se encuentran el oxígeno, el cual está presente en el agua en su estado original, así como también disuelto en el aire que está en contacto con la superficie del líquido. Este oxígeno, generalmente denominado oxígeno disuelto, es un factor muy importante en el tratamiento de las aguas residuales ya que puede producir Biogás.³

Turbiedad: Es una medida de las propiedades de dispersión de la luz de las aguas. Sirve principalmente para conocer la cantidad de luz que es absorbida o disipada por el material suspendido en el agua.

La turbiedad en el agua se da debido a la desintegración y la erosión de materiales arcillosos, limos o rocas, pero también de residuos industriales, productos de corrosión, así como también por los restos de plantas y microorganismos.

³ Romero Jairo "Tratamiento de Aguas Residuales"

Color: El color en aguas residuales es causado por sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución. El color causado por sólidos suspendidos se denomina color aparente, mientras que el causado por sustancias disueltas y coloidales se denomina color verdadero. El color verdadero se obtiene sobre una muestra filtrada. El color de una muestra de agua residual se determina comparando el color de la muestra y el color producido por soluciones de diferente concentración de cloroplatinato de potasio.

Tabla 2 Condición general del agua residual

COLOR	DESCRIPCIÓN
Café claro	El agua lleva 6 horas después de la descarga
Gris claro	Aguas que han sufrido algún grado de descomposición o que han permanecido un tiempo corto en los sistemas de recolección
Gris oscuro o negro	Aguas sépticas que han sufrido una fuerte descomposición bacterial bajo condiciones anaeróbicas

Fuente: (Méndez , 2007)

Temperatura: La temperatura del agua residual es por lo general mayor que la temperatura del agua para abastecimiento como consecuencia de la incorporación de agua caliente proveniente de múltiples usos. La medición de temperatura es de suma importancia debido a que la mayoría de los sistemas de tratamiento de aguas residuales incluyen procesos biológicos que dependen de la temperatura. Es un parámetro muy importante ya que afecta directamente las reacciones químicas y las velocidades de reacción, la vida acuática y la adecuación del agua para fines benéficos (Ramalho, 2008).

4.10. Tipos de tratamientos de las aguas residuales

El tratamiento de las aguas residuales es alcanzado por la separación física inicial de sólidos de la corriente de las aguas residuales, seguido por la conversión progresiva de materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida, el agua tratada puede experimentar una desinfección adicional mediante procesos físicos o químicos. Este efluente final puede ser descargado o reintroducidos de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (BUREAU VERITAS, 2008).

Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a (Arenas, 2008).

1. Tratamiento preliminar
2. Tratamiento primario
3. Tratamiento secundario
4. Tratamiento terciario

4.10.1. Tratamiento preliminar

Está destinado a la preparación o acondicionamiento de las aguas residuales con el objetivo específico de proteger las instalaciones, el funcionamiento de las obras de tratamiento y eliminar o reducir sensiblemente las condiciones indeseables relacionadas principalmente con la apariencia estética de las plantas de tratamiento (Conesa, 2010).

Los objetivos de tratamiento de las unidades preliminares se muestran en el cuadro.

Tabla 3 Procesos en el tratamiento preliminar

PROCESOS	OBJETIVOS
Rejas o tamices	Eliminación de sólidos gruesos
Desarenadores	Eliminación de arenas y gravillas
Desangresadores	Eliminación de aceites y grasas
Preaeración	Control de olor y mejoramiento del comportamiento hidráulico

Fuente: (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS), 2007)

4.10.1.1. Rejillas

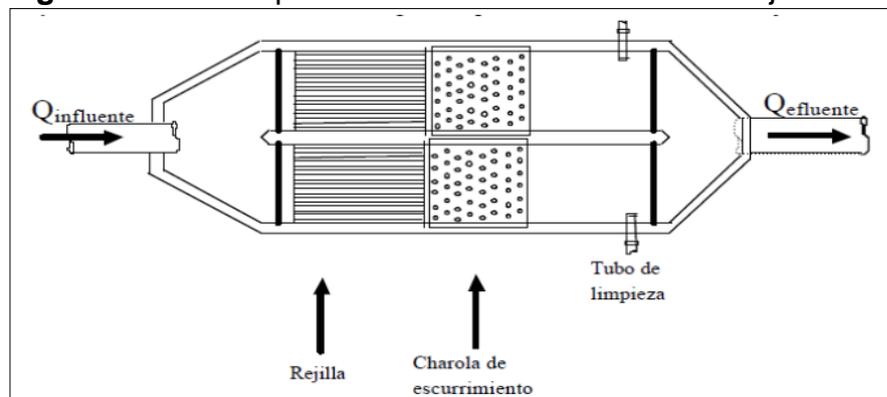
Con éstas se retiene todo el material grueso, su principal objetivo es retener basuras, material sólido grueso que pueda afectar el funcionamiento de las bombas, válvulas, aireadores, etc. Se utilizan solamente en los desbastes previos, y sirven para que los desechos no dañen las máquinas. Se construyen con barras de 6 mm de grosor y son acomodadas aproximadamente a 100 mm de distancia (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria CEPIS, 2007).

Las rejillas o cribas pueden clasificarse de acuerdo a su colocación en fijas o móviles; por la sección transversal de sus barras en cuadradas, rectangulares, circulares o aerodinámicas; por el tamaño de la materia que se desea remover en microrejillas, finas (0.1 - 1.5 cm), medianas (1.5 - 2.5 cm) y gruesas (2.5 - 5.0 cm); y, de acuerdo con su forma de limpieza en manuales o mecánicas (Mara, 2013).

El canal en el que se encuentra la reja debe diseñarse de tal manera que la velocidad de las aguas residuales no se reduzca a menos de 0.60 m/ s para evitar la sedimentación de materiales pétreos (Manahan, 2006).

Las rejas pueden limpiarse manual o mecánicamente. Todas ellas cuentan con una plataforma o charola perforada ubicada encima de ellas, la cual se utiliza para facilitar el proceso de limpieza de las rejillas. La charola debe perforarse para impedir la acumulación de agua en su superficie y permitir que escurra y regrese al canal. Se recomienda una abertura en la reja entre 50 y 100 mm para sólidos gruesos y v de 12 a 20 mm para sólidos finos.⁴

Figura 1 Vista de planta de un sistema manual de rejillas



Fuente: (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS, 2007).

4.10.2. Tratamiento primario

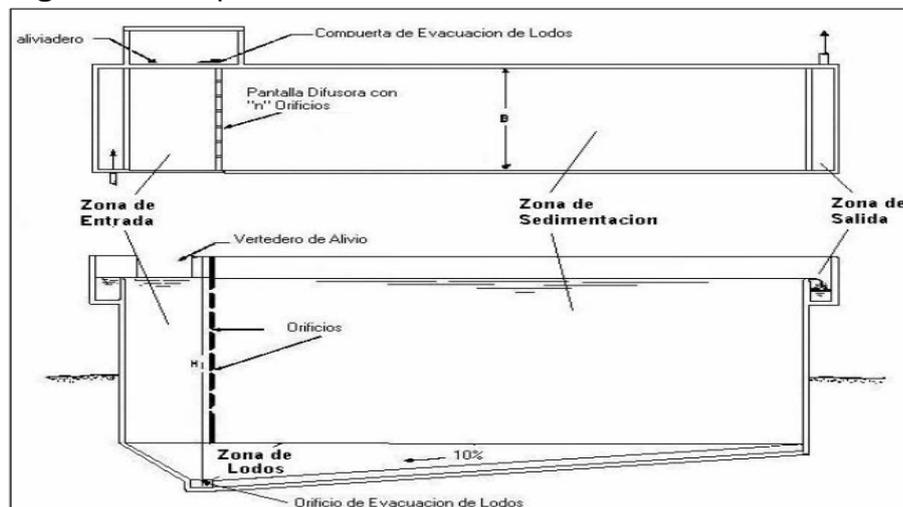
En este tipo de tratamiento lo que se busca es remover los materiales que son posibles de sedimentar, usando tratamiento físicos o físico-químicos. En algunos casos dejando, simplemente, las aguas residuales un tiempo en grandes tanques o, en el caso de los tratamientos primarios mejorados, añadiendo al agua contenida en estos grandes tanques, sustancias químicas quemantes (Arenas, 2008).

⁴ Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua Capítulo 15

4.10.2.1. Tanque sedimentador

Permite la separación por acción de la gravedad del material sólido suspendido y retener parte del material flotante, principalmente por grasas. La altura del tanque sedimentador debe estar entre 1 a 3 m, en tanto que el área se calcula asumiendo una velocidad de sedimentación de 0.04 cm/s. el fondo debe tener una inclinación superior a los 15 de modo que el material sedimentado se acumule y sea evacuado por una tubería lateral, el material flotante debe ser retirado periódicamente y los lodos generados utilizados en un proceso de compostaje.⁵

Figura 2 Tanque sedimentador



Fuente: (Alvaro, 2010)

4.10.3. Tratamiento secundario

Se da para eliminar desechos y sustancias que con la sedimentación no se eliminaron y para remover las demandas biológicas de oxígeno. Con estos tratamientos secundarios se pueden Expeler las partículas coloidales y similares. Puede incluir procesos biológicos y químicos. Este proceso acelera la descomposición de los contaminantes orgánicos. El procedimiento secundario más habitual es un proceso biológico en el que

⁵ Organización Panamericana de la Salud " Guía para el diseño de Desarenadores y Sedimentadores", Lima 2005

se facilita que bacterias aerobias digieran la materia orgánica que llevan las aguas (Segura, 2014).

Este tratamiento tiene las etapas de oxidación biológica, el tanque de sedimentación secundaria y la posible cloración de efluente. Es decir, el tratamiento biológico tiene por objetivos la estabilización de la materia orgánica y la coagulación de los sólidos coloidales no sedimentables (Arenas, 2008).

4.10.3.1. Filtros de desbaste

Los filtros de desbaste son utilizados para tratar particularmente cargas orgánicas fuertes o variables, típicamente industriales, para permitirles ser tratados por procesos de tratamiento secundario. Son filtros típicamente altos, filtros circulares llenados con un filtro abierto sintético en el cual las aguas residuales son aplicadas 26 en una cantidad relativamente alta. El diseño de los filtros permite una alta descarga hidráulica y un alto flujo de aire Lothar, (2006). En instalaciones más grandes, el aire es forzado a través del medio usando sopladores. El líquido resultante está usualmente con el rango normal para los procesos convencionales de tratamiento.⁶

4.10.3.2. Laguna anaeróbicas

Estas se utilizan para el tratamiento de agua residual con alto contenido orgánico y sólidos. Son anaeróbicas en toda su profundidad, excepto en una estrecha zona de la superficie (considerada aerobia), la estabilización se consigue por medio de precipitación y conversión anaerobia de los residuos orgánicos en CO₂ y CH₄, productos gaseoso finales como ácidos orgánicos y tejidos celulares. La remoción del DBO₅ que se obtiene es de 70% a 85%. La carga aplicada es del orden de 220 a 560 kg DBO₅/ha-d (Merino, 2006).

⁶ Ron Cristes y George Tchobanoglous “ Tratamiento de aguas residuales”

4.10.3.3. Lagunas facultativas

Este tipo de lagunas son las más usadas, la profundidad oscila entre 1.5 a 2.5 m., y se las conoce también como lagunas de estabilización. El tratamiento se desarrolla por acción de las bacterias aerobias en la capa superior y de bacterias anaerobias o anóxicas en la capa inferior, dependiendo de la mezcla que se induce por acción del viento. Los sólidos Sedimentables se depositan en el fondo de la laguna. El aporte de oxígeno se logra por fotosíntesis y por reaeración natural superficial. Las lagunas facultativas pueden funcionar como lagunas con descarga controlada, lagunas de retención total o como unidades de almacenamiento para un tratamiento posterior sobre el suelo (Menéndez Gutierrez & Diaz Marrero, 2006).

4.10.3.4. Lagunas de estabilización

Son recomendadas para lugares con condiciones climatológicas adecuadas, en climas cálidos o semiáridos, son principalmente los procesos naturales biológicos que llevan a cabo la descontaminación. Bacterias algas y otros microorganismos se alimentan con la materia orgánica y otros contaminantes presentes en el agua, para convertirlas en compuestos que ya no molestan al medio ambiente (OPS, 2005).

Ventajas y Desventajas

Según Ramalho, (2013) las ventajas de un sistema con lagunas son:

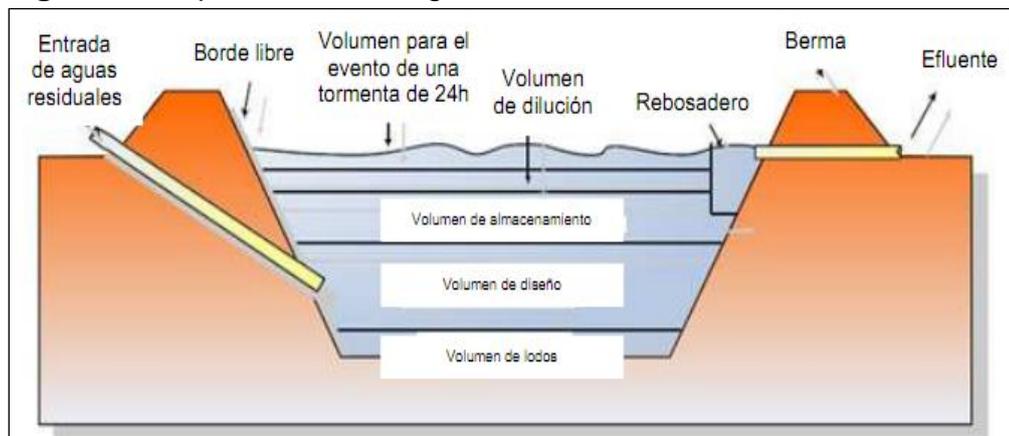
- Bajos costes de inversión, sobre todo si el terreno es suficientemente impermeable, y facilidad constructiva.
- Consumo energético nulo, si el agua a tratar puede llegar por gravedad a la depuradora.
- Ausencia de averías mecánicas al carecer de equipos.

- Escaso y simple mantenimiento, que se limita a retirar los residuos del pretratamiento y a mantener la superficie de las Lagunas libre de flotantes, para evitar la proliferación de mosquitos.

Las desventajas Veall, (2009) de un sistema con lagunas son:

- Para la implantación de Lagunas Facultativas y de Maduración, se precisan grandes extensiones de terreno.
- Las lagunas pueden causar impactos negativos sobre las aguas subterráneas si no se impermeabilizan o si el recubrimiento se daña
- Un diseño inapropiado o una incorrecta operación puede generar malos olores.

Figura 3 Esquema de una laguna de estabilización



Fuente: (Programa Ambiental ANAM-PAM-BID, 2005).

4.10.4. Tratamiento terciario

Los tratamientos terciario tiene como objetivo eliminar y disminución la presencia de algún componente no suficientemente eliminado con los tratamientos primarios y secundarios. Así obtenemos un efluente de mayor calidad antes de realizar el vertido del agua residual, los principales tratamientos terciarios son los que por varios sistemas disminuyen: el

contenido del nitrógeno de las aguas; el contenido en fosforo; los SS, mediante la coagulación química y filtración (Scrag, 2008).

Los contaminantes removidos por el tratamiento terciario se agrupan en las categorías generales de (1) sólidos en suspensión materiales inorgánicos disueltos y 3 compuestos orgánicos disueltos, incluyendo la importante categoría de los nutrientes de algas .Una clase recientemente reconocida de contaminantes emergentes que incluye los productos farmacéuticos (Manahan, 2006).

4.1. Marco legal

Esta investigación se fundamentara en:

Documento	Contenido
Constitución Política de la República del Ecuador vigente desde el 2008, Título II Derechos, capítulo segundo, Sección II, Ambiente Sano, Art.14, y sección sexta del agua Art 411.	Art. 14 Se reconoce el derecho a la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Se declara de interés público la preservación del ambiente, conservación de ecosistemas, prevención de daño ambiental y recuperación de espacios degradados. 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 ley de Gestión Ambiental (2004-019) en el Capítulo II “De la Autoridad Ambiental”, en el Art 9.	Art 9 establece que le corresponde al Ministerio del Ramo de coordinar con los organismos competentes sistemas de control para la verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes al aire, agua, suelo, ruido, desechos y agentes contaminantes.
Texto Unificado de Legislación Medio ambiental 2003 libro VI de la Prevención y	Aquí están normados los límites máximos permisibles para descarga en cuerpos de agua, disposición de líquidos y sólidos en suelo.

Continúa...

Continuación...

Control de la Contaminación Ambiental.	
TULSMA 2007, Anexo I Del Libro VI De La Calidad Ambiental.	Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: Agua dulce y agua marina. Tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.
Ley de Sanidad Animal, 2003, Reglamento correspondiente a la ley sobre mataderos, inspección, comercialización e industrialización de la carne.	Se refiere al establecimiento de normas que regulen la construcción, instalación y funcionamiento de los mataderos o Mataderos frigoríficos, la inspección sanitaria de los animales de abasto y carnes de consumo humano y la industrialización, transporte y comercio de las mismas.
El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD - 2011) Art. 54 Y Art 55.	Art. 54 Literal “k” indica que se deberá regular, revertir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales En el Art. 55 de las Competencia del gobierno, literal “d” indica que se deberá prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

4.2. Marco conceptual

Carga máxima permisible: Es el límite de carga que puede ser aceptado en la descarga a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado.

Caudal: Cantidad de agua que lleva el río en un punto y momento concreto de su recorrido por unidad de tiempo.

Depuración: Es la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental.

Descargar: Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado en forma continua, intermitente o fortuita.

Aerobio: Ambiente con presencia de oxígeno. Proceso en el que interviene el oxígeno. Organismo que necesita del oxígeno para vivir.

Agua contaminada: Agua que ha sido afectada o deteriorada su calidad original, producto de la incorporación de elementos indeseables o contaminantes.

Aguas residuales: Son las contaminadas por la dispersión de desechos humanos, procedentes de los usos domésticos, comerciales o industriales. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión.

Análisis: Examen detallado de cualquier cosa compleja, con el fin de entender su naturaleza o determinar sus caracteres esenciales.

Concentración máxima admisible: Cantidad límite de contaminantes que se pueden arrojar a un río o a la atmósfera sin que se llegue a poner en peligro la salud o existencia de la biota (hombre, animales o plantas).

Efluente: Producto de desecho de procesos productivos (gaseoso, líquido o sólido) que es descargado al ambiente. Estos desechos pueden haber sido tratados o no.

Eficiencia: Es el uso más racional de los medios con que se cuenta para alcanzar un objetivo determinado.

Evaluación: Proceso de interpretación de resultados efectuado en el marco de normas preestablecida.

Impacto: Modificación del medio ambiente, las cuales pueden ser positivas o negativas.

Indicador: Es una señal que muestra una tendencia o una herramienta para simplificar, medir y comunicar información.

Medio ambiente: Es el medio global con cuyo contacto se enfrentan los colectivos humanos y con el cual se encuentran en una situación de relaciones dialécticas recíprocas que ponen en juego todos los elementos del medio.

Monitoreo: es el proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa en pos de la consecución de sus objetivos, y para guiar las decisiones de gestión

Especie: Categoría o división establecida teniendo en cuenta determinadas cualidades, condiciones o criterios de clasificación.

Residuo: Es un material o subproducto industrial que ya no tiene valor económico y debe ser desechado.

Salinidad: Es una medida de la cantidad de sal en el agua o en el suelo. Se representa en partes por mil.

Turbiedad o turbidez: Es el efecto óptico que se origina al dispersarse o interferirse el paso de los rayos de luz que atraviesan una muestra de agua, a causa de las partículas minerales u orgánicas que el líquido puede contener.

Uso del suelo: Ocupación del suelo por cualquier actividad.

Vertidos: Es el efluente residual evacuado fuera de las instalaciones de los establecimientos industriales y/o especiales, con destino directo.

E. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

5.1.1. Equipos

- GPS Marca: Garmin Etrex 30 N° 3071479
- Computadora marca Dell
- Flash memory
- Cámara digital marca Samsung ST150F
- Material de aforo
- Impresora
- Molinete
- Termómetro ambiental
- pH-metro multiparametro 7200

5.1.2. Herramientas

- Botas de caucho
- Guantes quirúrgicos
- Frascos de vidrio
- Marcador indeleble
- Hieleras portátiles
- Frascos plásticos
- Libreta de apuntes

5.1.3. Insumos

- Equipos, materiales e instrumentos. -Utilizados en laboratorio para el análisis químico del agua.

- Cartuchos para impresión.
- hojas de papel de impresión.

5.2. Método

Los métodos utilizados para realizar la siguiente investigación se detallan a continuación:

5.2.1. Ubicación del área de estudio

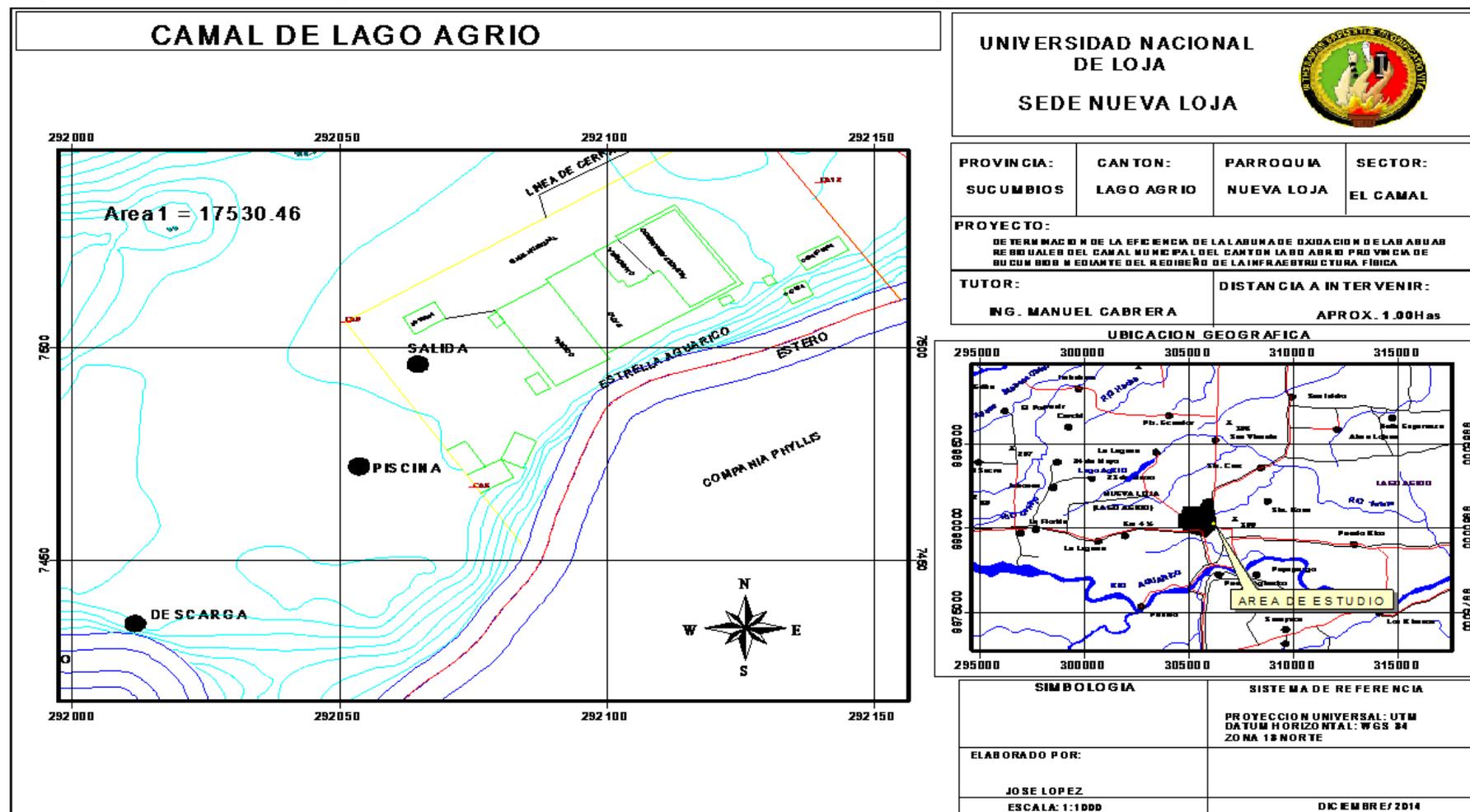
La presente investigación se realizó en las instalaciones de la empresa municipal de faenamiento de ganado, en la obtención de muestras de agua en la descarga de agua residual, situado en el barrio estrella aguarico del cantón Lago Agrio provincia de Sucumbíos.

Tabla 4 Ubicación geográfica de la laguna de tratamiento del camal Municipal.

DATUM : WGS – 84- ZONA 18 S	
X	291780
Y	10007086
ALTITUD	303 msnm

Fuente: El Autor

Figura 4 Ubicación de la lagua de oxidación del camal municipal del Cantón Agrio



Elaborado por: El Autor

5.2.2. Ubicación Geográfica

Geográficamente la ciudad de Nueva Loja está ubicada al noreste del Ecuador en el cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos, la provincia se ubica entre las $0^{\circ} 45'$ de latitud norte a $0^{\circ} 45'$ de latitud sur y de los $75^{\circ} 25'$ de longitud oeste, siguiendo la línea de frontera con Colombia, hasta los $75^{\circ} 50'$ de longitud este.

5.2.3. Ubicación Política

El área de estudio corresponde al camal municipal de Lago Agrio, situado en el Barrio Estrella del Aguarico, sector sur de la ciudad de Nueva Loja a 2 Km de distancia del centro de la ciudad, Nueva Loja pertenece al cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos, posee los siguientes límites:

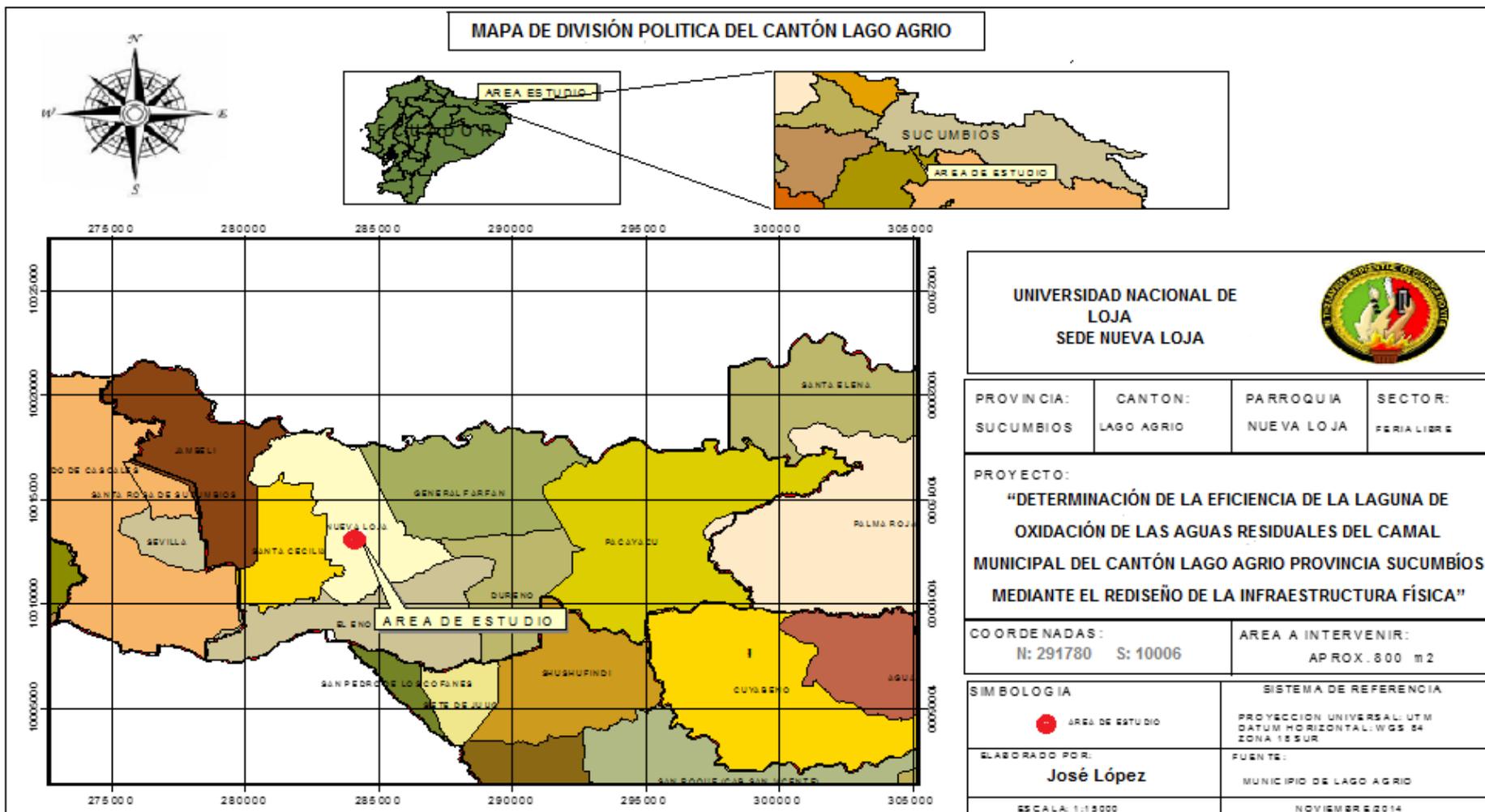
Norte: República de Colombia

Sur: Las provincias de Orellana y Napo

Oeste: Las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha, y;

Este: república del Perú.

Figura 5 Mapa ubicación política, provincia de Sucumbíos



Elaborado por: El Autor

5.3. Aspectos biofísicos y climáticos

5.3.1. Aspectos biofísicos

a) Medio abióticos

- **Hidrología**

El cantón Lago Agrio se encuentra ubicado entre dos cuencas hidrográficas: la del Río Napo y la del Río Putumayo, esta última, es una cuenca binacional compartida entre Ecuador y Colombia; además se ubica entre dos subcuencas: la de Río Aguarico y la del Río San Miguel.

El Cantón comprende 29 microcuencas, cuyas aguas escurren de la siguiente manera: 19 microcuencas afluentes de la subcuenca del Río San Miguel y 10 que alimentan a las aguas de la subcuenca del Río Aguarico (Agroprecisión, 2014).

Origen subterráneo en la Provincia de Sucumbíos, la presencia de aguas subterráneas, es importante a pesar de la abundancia de aguas superficiales; debido a que la demanda de agua para consumo humano se realiza mediante la captación subterránea (pozos), en su mayoría ubicados en la Subcuenca del Río (PDOT, 2011-2020).

- **Suelos**

Tabla 5 Los suelos predominantes en el cantón Lago Agrio

ORDEN	SUBORDEN	CARACTERÍSTICAS
Asociación Aquic Udifluvents - Typic Udipsamments	Suelos Aquic Udifluvents	Suelos del orden de los Entisoles, color pardo muy oscuro, textura franco arcillo-arenosa en superficie a franco arcillo-limosa a profundidad, drenaje bueno, poco profundo, nivel freático poco profundo, sin pedregosidad.
	Suelos Typic Udipsamments	Presentan un desarrollo pedológico incipiente, casi nulo por ser una deposición reciente de sedimentos originados en la cordillera, este material detrítico se encuentra en estado casi original, los suelos son poco profundos a superficiales con bajo contenido de materia orgánica.
Asociación Eutric Hydraulands - Dystric Eutrudepts	Suelos Eutric Hydraulands	Suelos del orden de los Andisoles, color pardo, textura arcillosa en superficie y arcillo limosa a profundidad, mal drenado, poco profundo, sin evidencia del nivel freático y sin pedregosidad.
	Suelos Dystric Eutrudepts	Suelos del orden de los Inceptisoles, color pardo, textura arcillosa en superficie y arcillo limosa a profundidad, mal drenado, poco profundo, sin evidencia del nivel freático y sin pedregosidad.
Asociación Andic Udifluvents - Andic Dystrudepts	Suelos Andic Udifluvents	Suelos del orden de los entisoles, textura que va de franco arenosa en superficie a arena franca; superficial, de drenaje bueno, sin evidencia del nivel freático.
	Suelos Andic Dystrudepts	Suelos del orden de los Inceptisoles, textura franco arcillosa en superficie y a profundidad, poco profundos, drenaje bueno y sin evidencia del nivel freático en el perfil.
Asociación Andic Udifluvents - Typic Dystrudepts	Suelos Andic Udifluvents	Suelos con textura franco arenosa en la superficie y arena franca a profundidad, poco profundo, alta toxicidad, pH medianamente ácido y fertilidad mediana. Son suelos desarrollados a partir de depósitos, con bajo contenido de materia orgánica
	Suelos Typic Dystrudepts	Suelos del orden de los Inceptisoles, textura franco arcillosa en superficie a franco arcillo limosa a profundidad, poco profundo, de drenaje moderado y sin evidencia del nivel freático en el perfil.
Asociación Oxyaquic Eutrudepts - Typic Dystrudepts	Suelos Oxyaquic Eutrudepts	Suelos del orden de los Inceptisoles, color pardo, textura franco arcillosa en la superficie y a profundidad, moteados, poco profundos y de drenaje moderado.

Fuente: (AGROPRECISIÓN, 2012).

b) Medio Bióticos

- **Flora**

El cantón Lago Agrio, se encuentra en las zonas de amortiguamiento del área protegida: Reserva Ecológica Cofán Dureno, de donde proviene parte de su gran potencial biótico.

Uno de los efectos de la colonización no planificada en el cantón Lago Agrio, es el proceso de expansión de la frontera agrícola, esto ha originado el incremento de la fragmentación de los ecosistemas del sector, lo cual ha incidido en la pérdida de especies forestales de importancia como son el entre los principales *Cedrela odonata*, *Swietenia macrophylla* King, *Cedrelinga cateniformis* D. Duke, *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson (Agroprecisión, 2014).

- **Fauna**

En cuanto a la fauna, sus problemas de conservación se basan en la fragmentación de sus hábitats, pérdida de la cubierta vegetal nativa por acción de la colonización no planificada, la ampliación de la frontera agrícola y el crecimiento de la industria petrolera.

El 75% de las especies de peces registradas en los cuerpos de agua, se ubican en la categoría de especies de sensibilidad baja, es decir, son especies generalistas que se han adaptado eficientemente a las alteraciones antrópicas (Agroprecisión, 2014).

5.3.2. Aspectos climáticos

- **Precipitación**

Según Agroprecisión, (2014) El clima en el cantón Lago Agrio puede ser considerado como cálido - húmedo, la temperatura media superior es de 22°C y las precipitaciones fluctúan entre 2000 a 3500 mm.

Las máximas temperaturas ocurren entre las 13 y las 15 horas y las mínimas entre las 04 y 06 horas del día. En la región amazónica las precipitaciones son elevadas, se registran valores de 3000 a 6000 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 (INAMHI, 2014).

- **Humedad**

La humedad relativa media interanual puede considerarse moderada, no tiene pronunciada variación y se mantiene alrededor de 80%, como promedio anual.

Tabla 6 Promedio Mensual y Anual de Humedad Relativa (%) en el canto Lago Agrio.

código	estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
MO61	Lago Agrio													
	Aeropuerto	76	79	82	83	83	84	82	79	77	78	79	78	80

Fuente: Anuarios meteorológicos del INAMHI 2014.

- **Temperatura**

La temperatura está relacionada con la altitud, este parámetro en la región amazónica tiene un amplio rango de variación, que oscila entre los 4°C en las partes altas hasta los 26,2°C. En el cuadro siguiente se indica que los valores más bajos de temperatura media mensual se encuentran en los meses de junio y julio, que corresponden a los meses de mayor precipitación y los más altos en los meses de diciembre a enero (menor lluvia) (INAMHI, 2014).

Tabla 7 Temperatura media mensual y anual en el cantón Lago Agrio

Código	Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
MO61	Lago Agrio	27,0	26,5	26,2	26,0	25,7	25,1	24,9	25,7	26,5	26,8	26,9	26,9	26,2
	Aeropuerto													

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI 2014.

- **Heliofania**

Según el PDOTS (2012), Las horas de sol o heliofanía, es un factor importante en agroclimatología, por tener relación directa con la intensidad de la radiación solar. El promedio de horas de sol por día es de 3,58 (datos tomados de la estación Lumbaquí).

5.4. Tipo de investigación

Para la ejecución del presente trabajo se aplicó la siguiente investigación.

Investigación no experimental. Tomando en cuenta las características y la naturaleza del objeto de estudio, se consideró pertinente asumir el diseño de investigación no experimental, por cuanto el proceso investigativo se desarrolló en el lugar donde se producen los hechos, la investigación no experimental se realizó observando los fenómenos tal y como se dan en su

contexto natural, para después analizarlos el levantamiento de información en lugar.

Investigación exploratoria. En donde se pondrá en práctica la eficiencia de la planta de tratamiento mediante el tipo de solución que se puede adoptar o no, y mediante resultados que se va a realizar en este estudio.

Investigación descriptiva. Este tipo de investigación es útil, permitiendo identificar las características de cultura que la población de este sector tiene es decir, las preferencias de consumo y como afecta este problema de las aguas residuales, esto se logrará con la debida encuesta y entrevista que se realizará, mediante la investigación de campo.

5.5. Realizar los análisis físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales del camal Municipal de Lago Agrio

5.5.1. Metodología para diagnosticar la línea base del lugar de estudio

Para determinar la línea base se realizó un diagnostico detallado de los distintos componentes del ambiente en la laguna de oxidación del camal municipal lugar de estudio de esta investigación, se inició con la identificación del área de estudio y levantamiento de información, que a continuación se detalla:

1. Identificación del área de estudio

Para realizar la investigación de campo y la descriptiva, se la realizó utilizando un GPS portátil y un mapa base del área de estudio otorgado por el municipio de Lago Agrio.

2. Levantamiento de información

Los componentes ambientales analizados en esta investigación son los siguientes.

- **Medio físico**

Para la realización del componente físico, fue necesario el análisis de información secundaria como: plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de Sucumbíos (PDOTS), también se obtuvo los datos meteorológicos de la estación Lumbaqui.

- **Medio biótico**

Flora: Realizado a través de establecimiento de parcelas (puntos de muestreo) en donde se realizó colecciones de plantas en estado fértil, Se muestreo una superficie total de 0,2 hectáreas utilizando parcelas temporales de 50x10m, cuyos límites fueron determinados mediante el establecimiento de una línea eje de 50 m y 5 m alado de la misma (500m²). En cada parcela se identificaron y midieron las especies se colectaron muestras botánicas, las mismas que fueron prensadas y trasladadas hasta el Herbario Nacional para su identificación, Además se obtuvo información etnobotánica proporcionada por las personas aledañas a la zona.

También se recolecto información secundaria obtenida del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Sucumbíos.

Hoja de campo de especies florísticas

FAMILIA	Nombre científico	Nombre común

Fauna: Se procedió a realizar la observación directa de las especies en la zona de influencia directa del lugar de estudio las cuales se realizaron en horarios de la mañana desde las 6:30 hasta 11:00 y en la tarde 15:00 hasta 18:30 y se capturaron fotografías de las especies.

Hoja de campo que se utilizó para la fauna

Clase	Nombre científico	Nombre común

- **Medio socio-económico**

Se utilizaron fuentes de información secundaria como censos de población y vivienda y sus proyecciones estadísticas de gobierno local y los estudios específicos tales como los obtenidos del INEC y del Municipio de Lago Agrio. Además se realizó entrevistas con autoridades políticas, igualmente se tomaron en cuenta los siguientes factores que a continuación se señalan:

1. Tenencia y uso de suelo
2. Población
3. Actividades económicas

5.5.2. Determinación del caudal

Para determinar el caudal de agua residual del camal Municipal del cantón Lago Agrio en el día de mayor demanda, se procedió a calcular el tiempo de llenado del agua en un recipiente (Restrepo, 2006).

Con las siguientes características.

Datos del Recipiente

Diámetro (d) = 0.24m

Altura (h) = 0.15m

Ecuación 1 Medición del caudal

$$\text{Volume} = \pi * d^2 * h/4$$

$$\text{Volume} = 3.14 * (d^2)2*(h)/4$$

5.5.3. Determinación de la calidad del agua del afluente y efluente

El procedimiento seguido para determinar la calidad del agua fue el siguiente:

5.5.4. Preparación de envases

Para los análisis físico-químicos, se utilizaron envases de polipropileno de tres litros de capacidad y, para los análisis microbiológicos se usaron recipientes de 150 ml. Los envases fueron previamente esterilizados para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

Se enjuagó los envases con agua destilada en tres ocasiones, luego fueron lavados con ácido clorhídrico (HCl) al 10% durante un minuto; para finalmente repetir el proceso de enjuagado con agua destilada y colocarlos en fundas ziploc.

5.5.5. Tipo de muestras de agua

Se decido que las muestras que se tomaran serian muestras simples o instantáneas, debido a que, al encontrarse tan lejana la ubicación de la planta con respecto al lugar del análisis, sería muy difícil obtener muestras compuestas, ya que requerirían el traslado a la misma cada cuatro horas.

Se programaron siete muestreos a lo largo del estudio, tomándose dos muestras cada día durante siete días. La caracterización de las aguas residuales permitió conocer tanto la composición del efluente descargado al estero Estrella Aguatico.

Para lograr esto, se realizó un estudio del agua cruda que se descarga del camal municipal y el agua tratada que se descarga de la laguna de oxidación.

Tabla 8 Estrategia de muestreo para la caracterización del agua.

Lugar de muestreo	Numero de muestras	Días de muestreados	Total muestras analizadas
Descarga del camal municipal (p1)	7	7	7
Descarga de la laguna de oxidación (p2)	7	7	7

Elaborado por: El Autor

Las muestras se enviaron a analizar al laboratorio LAPSU los siguientes parámetros pH, DQO, DBO₅, ST, OD, CF y CT, se recolectaron muestras en envases plásticos y vidrio. Las muestras fueron refrigeradas y trasladadas al laboratorio para su análisis.

5.5.6. Tratamiento de las muestras

Las muestras fueron sometidas a análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos de acuerdo al lugar y fuente de agua entre ellos pH, Solidos totales, Oxígeno disuelto, Demanda bioquímica de oxígeno, Demanda química de oxígeno, Coliformes totales y Coliformes fecales.

5.5.7. Cadena de custodio

También se controla el traslado de las muestras hacia el laboratorio, incluyendo información de transporte, recepción y aceptación de muestras.

- Identificación del sitio monitoreado
- Identificación de las muestras
- Codificación de envases
- Horario de transporte (salida llegada)
- Control de la temperatura en el sitio del monitoreo
- Análisis solicitado
- Responsable del muestreo

Los métodos utilizados en el análisis de muestras de aguas, se sujetan al manual Estándard Methods for Examination of Wáter and Wasterwater (Métodos normalizados para el análisis de Aguas Potables y residuales). De acuerdo a lo nombrado anteriormente la caracterización del agua residual fue analizada en el laboratorio LABSU (Laboratorio de suelos, Aguas y Plantas) certificado con la norma de calidad ISO/IEC 17025:2005, en cumplimiento con protocolos de muestreo (cadena de custodia).

Un factor importante a tener en cuenta es la toma de muestras. El análisis reflejará el resultado de la muestra enviada al laboratorio, por lo que esta debe ser representativa del volumen de agua que se pretende caracterizar.

5.5.8. Plan de procesamiento de la información

Los datos recogidos se transformarán siguiendo ciertos procedimientos.

- Estudio estadístico de datos con software, SPSS 20, Excel 2013 (análisis de datos), comparación con el TULSMA, normas y leyes, ordenanzas municipales, entre otros.

5.5.9. Métodos de laboratorio

Los métodos utilizados para el análisis de muestras de agua, se sujetan al manual "standard Methods for Examination of Water and Wastewater (Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales) estos son utilizados el laboratorio LABSU y se presentaron en la tabla N° 9.ver anexo (3).

Tabla 9 Métodos utilizados para determinar los parámetros del índice de calidad ambiental

Parámetros	Método
Potencia hidrogeno	SM 4500-H + B
Sólidos totales	SM 2540 B
Oxígeno disuelto	SM 4500 O B
Demanda bioquímica de oxígeno	SM 5210 B
Demanda química de oxígeno	HACH 800

Fuente: Laboratorio LAPSU 2014

5.6. Determinar la eficiencia de la laguna de oxidación de Aguas Residuales del camal municipal del Cantón Lago Agrio.

El método para determinar la eficiencia del tratamiento que realiza la laguna de oxidación se obtiene con respecto a cada parámetro (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria CEPIS, (2005) se consideró los valores del afluente y del efluente utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 2 Determinación de la eficiencia del proceso

$$E_p = \frac{V_i - V_f}{V_i} \times 100 \%$$

Dónde:

E_p = eficiencia con respecto a cada parámetro

V_i = valor inicial del parámetro

V_f = Valor final del parámetro

5.7. Establecer una propuesta de rediseño que minimice la contaminación al estero Estrella Aguatico

Con todos estos datos obtenidos se llega al el mejor sistema de tratamiento de aguas para este tipo de efluente. Mientras que la gran cantidad de contenido estomacal “rumen” de los cientos de bovinos faenados diariamente deben ser retirados y utilizados como abono o dispuesto en un relleno sanitario, si no se cuenta con el espacio necesario para su debido procesamiento, se le daría el mismo tratamiento al resto de desechos orgánicos.

Para el rediseño de la laguna de oxidación y de los procesos que se implementará previamente, se necesita conocer la cantidad de agua del caudal promedio que se descarga del camal municipal este caudal el cual será proyectado a 20 años.

El rediseño de la laguna de oxidación del camal municipal de Lago Agrio de aguas industriales está basado en el diagnóstico de la calidad de agua tratada descritos en los resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos y de los resultados obtenidos de las pruebas de los análisis , por lo que su rediseño consiste en: la implementación de unas rejas que permitirá retener los sólidos gruesos y prevenir daños de abrasión, atascos y

sobrecargas en equipos de siguientes proceso del tratamiento; implementación de un sedimentador para la retención de los sólidos suspendidos y así disminuir la carga contaminante para siguiente proceso que es un sistema lagunar conformado por dos lagunas anaeróbicas en paralelo y una laguna facultativa.

5.8. Dimensionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales para el Camal Municipal de Lago Agrio

5.8.1. Consideraciones de diseño

Para el rediseño del sistema de tratamiento se necesita conocer la cantidad de agua por animal que se utiliza ya sea para bovinos y porcinos.

Tabla 10 Datos de faenamiento del camal municipal de Lago Agrio

Días	Nº Bovinos faenados/día	Nº Porcinos faenados/día
Lunes	43	12
Martes	25	12
Miércoles	27	14
Jueves	31	14
Viernes	29	13
Sábado	25	19
Domingo	31	15
Total semana	211	99
Total mes	844	396

Fuente: Camal Municipal
Elaborado por: El Autor

Tabla 11 Datos de los pesos promedios de cada ejemplar

Ejemplar	Peso(lb)
Bovino	551
Porcino	220

Fuente: (Signorini & Civit, 2006).

5.8.2. Consumo de agua

Para calcular la cantidad de agua residual generada por la línea de bovinos se tiene que multiplicar la cantidad de agua consumida por bovino por la cantidad de ejemplares faenados y se tiene:

La cantidad de agua generada por cada res faenada es de 1600 litro y por cada porcino faenado es de 450 litros la cual se tomara para este estudio (Signorini & Civit, 2006).

Ecuación 3 Caudal generado por bovino

$$Q_b = \frac{L}{Bovino} \times N^{\circ} \text{ bovinos faenados}$$

Ecuación 4 Caudal generado por porcino

$$Q_p = \frac{L}{Porcinos} \times N^{\circ} \text{ porcinos faenados}$$

Ecuación 5 Cantidad de agua consumida

$$Q = Q_b + Q_p$$

Donde:

Q_b = caudal de bovino (m^3 / d)

Q_p = caudal de porcino (m^3 / d)

Q = caudal total (m^3 / d)

5.8.3. Índice de consume de carne

Para determinar el consumo de carne en una población y lo podemos realizar de la siguiente manera:

Ecuación 6 Índice de consumo de carne de bovino

$$ICCB = N^{\circ} \text{ de bovinos faenados } \times \text{ peso promedio}$$

Ecuación 7 Índice de consumo de carne de porcino

$$ICCP = N^{\circ} \text{ de porcinos faenados } \times \text{ peso promedio}$$

Ecuación 8 Índice de consumo de carne total

$$ICC = ICCB + ICCP$$

Donde:

ICCB = índice de consumo de carne bovinos

ICCP = índice de consumo de carne de porcinos

ICC = índice de consumo de carne

El consumo por habitante se determina mediante la siguiente fórmula

Ecuación 9 Cálculo del consumo de carne por habitante

$$ICC = \text{consumo de carne} / \text{población actual}$$

Donde:

ICC = índice de consumo de carne (lb)

5.8.4. Demanda proyectada de consumo de carne

Ecuación 10 demanda proyectada para el consumo de carne

$$DP = Pf \times ICC$$

Donde:

Pf = población proyectada a 20 años

DP = demanda proyectada

5.8.5. Caudal proyectado

El caudal futuro de agua que se consumirá se puede establecer mediante el uso de la siguiente ecuación.

Ecuación 11 Caudal proyectado a 20 años

$$Q \text{ proyectado} = DP \times CAA$$

Donde:

Q proyectado =caudal proyectado (L / s)

CAA = consumo de agua por cada animal (L / animal)

5.9. Cálculos para el canal

5.9.1. Área del canal

Para el dimensionamiento de las rejillas es necesario diseñar el canal por el cual se conduce el agua hacia el proceso de tratamiento, se debe considerar también que las rejillas de limpieza manual se instalan con una inclinación de 30 a 60° con respecto al plano horizontal.

Ecuación 12 Calculo del área del canal

$$Q = V * A$$

Despejando (A) en la ecuación (15)

$$A = \frac{Q}{V}$$

Se asume un ancho de canal de b

Ecuación 13 Calculo del ancho del canal

$$A = Y * b$$

Donde Y es el tirante de, o profundidad de flujo despejando la ecuación (16)

$$Y = \frac{A}{b}$$

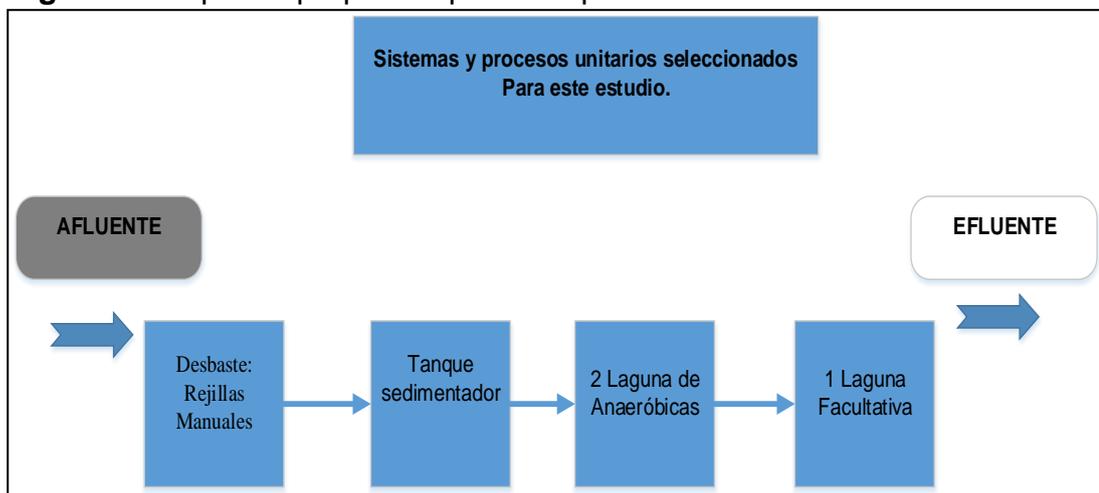
5.10. Descripción del Tratamiento Físico, Biológico

El primer paso en el tratamiento preliminar del agua residual consiste en la separación de los sólidos gruesos. El procedimiento más corriente, es hacer pasar el agua residual influente a través de rejillas o tamices.

Las características de las aguas residuales industriales del camal municipal de Lago Agrio, se constató la presencia de huesos, pieles, hacen de manera necesaria la utilización de dispositivos de retención antes del tratamiento biológicos.

Como solución al problema de falta de eficiencia en el proceso de tratamiento de aguas residuales del camal municipal se recomienda implementar este sistema de tratamiento que servirá para tratar las aguas residuales actuales y futuras.

Figura 6 Esquema propuesto para los procesos unitarios seleccionados



Elaborado por: El Autor

5.10.1. Tratamiento preliminar

En el pre tratamiento de las aguas residuales de la industria de la carne se utiliza invariablemente el paso por una rejilla para excluir la carne,

huesos, las descarnaduras de pieles y cueros y otros sólidos gruesos de las aguas de desecho. Su función es sumamente importante y produce la eliminación de condiciones perjudiciales (bloqueo de bombas o de las tuberías) corriente abajo, así como el mejoramiento de la eficiencia de los procedimientos de pretratamiento (Veall, 2009).

5.10.2. Dimensionamiento y diseño de las rejas

El primer paso en el tratamiento preliminar del agua residual consiste en la separación de los sólidos gruesos. El procedimiento más corriente, es hacer pasar el agua residual influente a través de rejas o tamices (Aguilar, 2012).

Según Manahan, (2006) Las rejas se fabrican con barras de acero soldadas a un marco que se coloca transversalmente al Canal. Las barras están colocadas verticalmente o con una inclinación de 30 a 80° respecto a la horizontal. Las rejas de barras pueden limpiarse a mano o mecánicamente. Las características en ambos casos se comparan en la siguiente tabla.

Tabla 12 Parámetros de diseño para rejas de barras

Concepto	Limpieza Manual	Limpieza Mecánica
Tamaño de barra :		
• Achura (cm)	0.6 – 1.5	0.6 – 1.5
• Profundidad (cm)	2.5 – 7.5	2.5 – 7.5
Separación (cm)	2.5 – 5.0	1.6 – 7.5
Inclinación respecto a la vertical	30 - 45	0 – 7.5
Velocidad de aproximación (m/s)	0.3 – 0.6	0.6 – 0,9
Perdida de carga admisible (cm)	15	15

Fuente: (Fernández, 2006).

Calculo del área libre. (A_L)

Ecuación 14

Calculo del área libre

$$(A_L) = \frac{Q}{V.reja\ obstruida}$$

Calculo del tirante de agua mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 15 Calculo del tirante de agua

$$A = b * h$$

Despejando (h) de la ecuación (18)

$$h = A / b$$

Calculo de la suma de las separaciones entre barras en (mm)

Ecuación 16 Calculo separaciones entre barras

$$b = \left(\frac{bg}{e} - 1 \right) (s + e) + e$$

Calculando área libre de sección de barras

Ecuación 17 Área libre de sección de barras

$$hipotenusa = h / \text{seno } \theta^{\circ}$$

Área de espacios (A_E)

Ecuación 18 Calculo del área de espacios

$$A_E = H * bg$$

Continuación se realiza el cálculo de la velocidad que fluye a través de los espacios.

Ecuación 19 Calculo de la velocidad que fluye en los espacios

$$V = Q/A$$

Calculo del número de barras necesarias para las rejillas.

Ecuación 20 Calculo del N° de barras

$$n^{\circ} = (bg / e) - 1$$

Cálculos comprobando la pérdida entre carga ≤ 15 cm

Ecuación 21 Comprobar la pérdida entre carga

$$H_f = \frac{1}{0.7} \frac{V^2 - v^2}{2g}$$

Donde:

Hf= Pérdida de carga en metros

V= velocidad de flujo a través del espacio entre las barras de la reja en m/s

v= velocidad de aproximación del fluido hacia la reja m/s de acuerdo a la tabla N° 20

g= aceleración de la gravitacional (9.81 m/s^2)

5.10.3. Tratamiento primario

El proceso de sedimentación o decantación es uno de los más comunes en los tratamientos de aguas residuales y consiste en la separación del agua, a través del asentamiento gravitacional, de las partículas disueltas que son más pesadas que el agua. Los términos decantación o sedimentación son usados para el mismo proceso y así se los llama tanques de sedimentación o tanques de flotación (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS), 2005).

Los tanques de sedimentación pequeños, de diámetro o lado no mayor deben ser proyectados sin equipos mecánicos. La forma puede ser rectangular, circular o cuadrado; los rectangulares pueden tener varias tolvas y los circulares o cuadrados una tolva central, como es el caso de los sedimentadores tipo Dormund. La inclinación de las paredes de las tolvas de lodos es de por lo menos 60° con respecto a la horizontal (Nelson, 2006).

El objetivo principal de los tanques de sedimentación es la eliminación de los sólidos sedimentables.

5.10.4. Dimensionamiento y diseño del sedimentador

El cálculo está enfocado a determinar las dimensiones de los tanques, es decir el largo, área, ancho y altura (Muñoz, Lehmann, & Martinez, 2006).

El área superficial del tanque sedimentador se la obtiene mediante:

Ecuación 22 Calculo de la dimensión del tanque

$$A = \frac{Q}{v_c}$$

Dónde:

A= Área superficial del tanque sedimentador en (m²)

Q = Caudal a tratar en m³/s

v_c = Velocidad terminal en m/s

Se detalla los valores sugeridos para la velocidad terminal.

Tabla 13 Velocidades terminales o caudal medio

Decantación Primaria	Velocidad o Caudal Medio		
	Valor Mínimo	Valor Típico	Valor Máximo
Decantadores Circulares	1,0 m/h	1,5 m/h	2,0 m/h
Decantadores Rectangulares	0,8 m/h	1,3 m/h	1,8 m/h

Fuente: (Muñoz, Lehmann, & Martinez, 2006)

Tabla 14 Velocidades terminales o caudal máximo

Decantación Primaria	Velocidad o Caudal Máximo		
	Valor Mínimo	Valor Típico	Valor Máximo
Decantadores Circulares	2,0 m/h	2,5 m/h	3,0 m/h
Decantadores Rectangulares	1,8 m/h	2,2 m/h	2,6 m/h

Fuente: (Muñoz, Lehmann, & Martinez, 2006)

Para calcular las dimensiones del interior del tanque sedimentador se toma en cuenta la siguiente recomendación de parámetros de:

El largo del tanque se calcula ecuación siguiente.

Ecuación 23 Calculo del largo del tanque

$$L_2 = \frac{A_s}{B}$$

Dónde:

L_2 = Largo del tanque sedimentador

A_s = Área superficial del tanque sedimentador

Para el cálculo de la longitud total del tanque sedimentador

Ecuación 24 Calculo de longitud total del tanque sedimentador

$$L = 0,7 + L_2$$

Cálculo de la velocidad horizontal

Ecuación 25 Calculo de la velocidad horizontal

$$V_H = \frac{100 * Q}{B * H}$$

Dónde:

V_H = Velocidad horizontal en (m/s)

Q= caudal (m^3/s)

B= Ancho del sedimentador (propuesto) (m)

H= Altura en (m)

Consecutivamente se realiza la determinación del volumen del tanque sedimentador, aplicando:

Ecuación 26 Calculo del volumen del tanque sedimentador

$$V = B * l_g * H$$

Dónde:

V = Volumen del tanque sedimentador (m^3)

B= Ancho del tanque sedimentador (m)

l_g = Largo del tanque sedimentador (m)

H = Altura del tanque sedimentador (m)

Tiempo de retención hidráulico.

Es el tiempo que se estima demora la partícula en recorrer la longitud del sedimentador en sentido horizontal desde el momento de su entrada al sistema (Rigola , 2012):

Ecuación 27 Calculo del tiempo de retención

$$Tr_h = \frac{V}{Q}$$

Donde:

Tr_h = Tiempo de retención hidráulico (h)

Q = Caudal a tratar (m³/s)

V = Volumen (m³)

En caso de no poder obtener el tiempo de retención mediante el cálculo se puede utilizar los siguientes tipos de retención:

Tabla 15 Tiempos de retención para sedimentadores.

Decantación Primaria	Velocidad a Caudal Máximo		
	Valor mínimo	Valor típico	Valor máximo
Tiempo de retención para caudal medio	1,5 h	2,0 h	3,0 h
Tiempo de retención para caudal máximo	1,0 h	1,5 h	2,0 h

Fuente: (Muñoz, Lehmann, & Martinez, 2006).

Con la decantación primaria se usa como tratamiento único, deben incorporarse las cifras anteriores en un 30%.

De esta manera la altura máxima del sedimentador se obtiene.

Ecuación 28 Cálculo de altura máxima del sedimentador

$$H' = H + 0,1 * L_2$$

Cálculo de la altura de agua sobre el vertedero.

Ecuación 29 Cálculo de la altura de agua sobre el vertedero

$$H_v = \left[\frac{Q}{1,84 * b} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Dónde:

H_v = Altura del agua sobre el vertedero en (m)

Q = Caudal en (m^3/s)

B = Ancho del tanque sedimentador en (m)

Para el cálculo de la velocidad de arrastre

Ecuación 30 Cálculo de la velocidad de arrastre

$$V_a = \left[\frac{8k (s - 1) g_d}{f} \right]^{1/2}$$

Cálculo de la tasa de remoción de DBO₅

Los valores constantes “a” y “b”

Ecuación 31 Calculo de la tasa de remoción de DBO₅

$$\text{Remoción DBO} = \frac{t_r}{a + b * t_r}$$

Dónde:

t_r = Tiempo de retención h.

a. = Constante empírica

b. = Constante empírica

De acuerdo a Crites y Tchobanoglous (2000), las constantes a y b pueden tomar los siguientes valores a 20°C.

Tabla 16 Valores de las constantes A y B

Variable	A	B
DBO	0.018	0.020
SST	0.0075	0.014

Fuente: (Crites & Tchobanoglous, 2004)

Cálculo de la tasa de remoción de Sólidos Suspendidos Totales

Se calcula con:

Ecuación 32 Calculo de la remoción de los SST

$$\text{Remoción SST} = \frac{t_r}{a + b * t_r}$$

Donde:

t_r = Tiempo de retención h.

a = Constante empírica

b = Constante empírica

Diseño de la pantalla difusora.

Ecuación 33 Calculo del diseño de la pantalla difusora

$$A_{T_o} = \frac{Q}{v_o}$$

Dónde:

A_{T_o} = Área total de los orificios (m^2)

Q= Caudal (m^3/s)

V_o = Velocidad de paso entre los orificios (propuesto) en (m/s)

Calculo del área total de todos los orificios

Ecuación 34 Calculo del área total de todos los orificios

$$A_{T_o} = \frac{Q}{V_o}$$

Determinación del área de cada orificio

Ecuación 35 Calculo del área de cada orificio

$$A_o = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2$$

Dónde:

A_o = Área de cada orificio (m^2)

d= Diámetro de cada orificio (propuesto) en (m)

Determinación del número de orificios

Ecuación 36 Calculo del número de orificios

$$n = \frac{A_{To}}{A_0}$$

Dónde:

n= Número de orificios

A_{To} = Área total de los orificios en (m^2)

A_0 = Área de cada orificio en (m)

Determinación de la porción de la altura de la pantalla difusora con orificios

Ecuación 37 Calculo de la altura de la pantalla difusora

$$H_{pd} = H - \left(\frac{2}{5} * H \right)$$

Determinación del espacio entre filas de orificios

Ecuación 38 Calculo del espacio entre filas de orificios

$$a_1 = \frac{H_{pd}}{nf}$$

Donde:

nf = Número de filas de orificios (propuesto)

Nc = Número de columnas de orificios

Determinación del espacio entre columnas de orificios

Ecuación 39 Calculo del espacio entre columnas de orificios

$$a_2 = \frac{b_{pa}}{nc + 1}$$

5.10.5. Tratamiento secundario

5.10.5.1. Dimensionamiento y diseño del sistema lagunar (anaeróbica y estabilización)

Después del tratamiento primario, preliminar del agua residual Industrial; pasa a la etapa de tratamiento secundario que parte de un sistema lagunar.

Según Menéndez, G. & Díaz, M. (2006) Cuando los efluentes de una industria son elevadas en la concentración de materia orgánica, frecuentemente se emplean lagunas de anaeróbicas, ya sea aisladas, como pre tratamiento para unidades subsecuentes o conectadas en serie con las primarias.

Según Galvín, (2006) Como regla general, estas lagunas deben de ser evitadas en zonas urbanas. Sin embargo, pueden empleadas con ventajas económicas en establecimientos alejados de las urbanizaciones

En el dimensionamiento de ésta unidad se debe prestar especial atención en la determinación del área superficial del mismo, esto se debe a que hay que controlar que el tiempo de retención en la laguna de oxidación sea el necesario para que el agua residual en éste último proceso tenga un grado de depuración eficiente, previo a la descarga al cuerpo de agua (Aguilar, 2012).

- **Dimensionamiento de la Laguna Anaeróbica**

Determinación del parámetro Kt

Representa la relación entre el porcentaje remanente de la de DBO_5 después del tratamiento y el factor de dispersión de la laguna.

El parámetro Kt para un 35 % de eficiencia de reducción de la DBO_5 y un factor de dispersión $d= 0.5$ es $Kt = 2.7$ (Sainz, 2007).

Donde:

K = es el coeficiente global de eliminación de la DBO_5 en días

t = es el tiempo de retención hidráulica

El coeficiente de temperatura permite transformar la K a $20\text{ }^\circ\text{C}$ la temperatura del agua de la laguna.

Ecuación 40 Coeficiente de temperatura

$$K_T = K_{20} \theta^{(T-20)}$$

Donde:

θ = Es el coeficiente de temperatura 1,06

K_{20} = Es el valor del coeficiente global de eliminación de la DBO_5 a los $20\text{ }^\circ\text{C}$ =0,25 días.

T = es la temperatura del mes más frío $25\text{ }^\circ\text{C}$

El tiempo de retención hidráulico es el tiempo que debe permanecer el agua para que pueda efectuarse la depuración. Para $Kt = 2.7$ el tiempo de retención es (Lothar, 2006).

Ecuación 41 Calculo de tiempo de retención

$$K_T * (t) = 2.7$$

Volumen de la laguna

Ecuación 42 Calculo del volumen de la laguna anaeróbica

$$V = Q * t$$

Donde:

V= es el volumen de la laguna

t = es el tiempo de retención

Q es el caudal de agua residual

Área de la laguna.

Ecuación 43 Calculo del área de laguna

$$A = V / h$$

Donde:

A= es área útil de la laguna

V= es el volumen útil

h= es la profundidad del lago de 4,6 m (Menéndez Gutierrez & Diaz Marrero, 2006)

Carga superficial en *kg.DBO₅/ha.dia*

Ecuación 44 Calculo de la carga superficial

$$C_s = \frac{V * mgDBO_5/l}{A}$$

Área de las lagunas

Ecuación 45 Calculo del área de lagunas anaeróbicas

$$\frac{A}{2} = m^2$$

Volumen de cada laguna

Ecuación 46 Calculo del volumen de cada laguna

$$V = A \times h$$

Dimensionamiento, generalmente se toma una relación largo : ancho igual a 2:1

Ecuación 47 Cálculo del dimensionamiento largo: ancho

$$Ancho = \left(\frac{A}{2}\right)^{1/2}$$

- **Dimensionamiento de la Laguna Facultativa**

Calculo del volumen y área de la laguna facultativa

El parámetro Kt para un 90% de eficiencia de reducción de la DBO_5 y un factor de dispersión de $d = 0.5$ es $Kt = 4.5$ (Sainz, 2007)

Donde:

K = es el coeficiente global de eliminación de la DBO_5 en $dias^{-1}$

t = es el tiempo de retención hidráulica

El coeficiente de temperatura es

Ecuación 48 Calculo coeficiente de temperatura

$$k_T = k_{20} \theta^{(T-20)}$$

Donde:

θ = es el coeficiente de temperatura 1.06

k_{20} = es el valor del coeficiente de eliminación de la DBO_5 a los 20 °C

El tiempo de retención hidráulica para $Kt = 4.5$ es.

Ecuación 49 Calculo del tiempo de retención hidráulica

$$k_{25} / dia * (t) = 4,5$$

Volumen necesario

Ecuación 50 Calculo del volumen

$$V = Q * t$$

Donde:

V = es el volumen de la laguna

t = es el tiempo de retención a

Q= es el caudal de agua residual es de

Área de la laguna.

Ecuación 51 Calculo del área de laguna facultativa

$$A = V / h$$

Donde:

A= es área útil de la laguna

V= es el volumen útil

h= es la profundidad del lago

Carga superficial

Ecuación 52 Calculo de la carga superficial

$$C_s = \frac{V * mgDBO_5/l}{A}$$

Dimensionamiento, generalmente se toma una relación largo: ancho igual a 2:1

Ecuación 53 Calculo del largo y ancho de la laguna facultativa

$$Ancho = \left(\frac{A}{2}\right)^{1/2}$$

F. RESULTADOS

6.1. Realizar los análisis físicos químicos y microbiológicos de las aguas residuales del camal municipal de lago agrio

A continuación se presenta los resultados del diagnóstico de la línea base del lugar de estudio.

- **Medio físico**

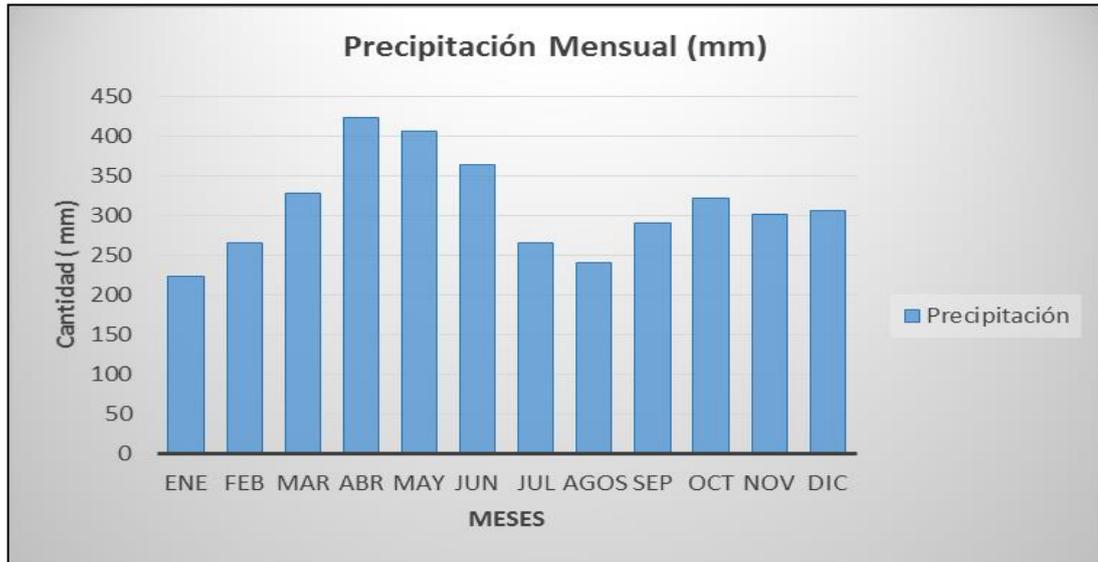
Clima: Diversos estudios en el ámbito regional, provincial y cantonal y de la estación meteorológica de Lumbaqui y del aeropuerto Lago Agrio, En la Tabla. 17 se presentan los resultados promedios a nivel mensual y anual de las estaciones meteorológicas indicadas.

Tabla 17 Parámetros meteorológicos de la estación Lumbaqui 2014

Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Humedad	76	79	82	83	83	84	82	79	77	78	79	78	80
Temperatura media	25,7	25,6	26,6	25,4	25,6	25,7	25,8	25,4	25,8	25,9	25,6	25,9	25,7
Temperatura media máxima	26,7	27,0	26,9	25,9	25,6	25,4	25,7	26,0	26,8	26,5	26,8	26,8	27,0
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	23,0
Precipitación	222,5	265,3	328,0	422,5	405,2	363,0	264,8	239,4	290,7	321,6	300,7	305,6	3729,3
Nubosidad	5	5	6	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5,2
Evaporación	94,1	80,6	90,1	91,6	87,4	82,0	81,5	100,5	107,5	106,2	96,8	103,5	1149

Fuente: Estación Lumbaqui 2014.

Gráfico 1 Precipitación mensual (mm)



Elaborado por: El Autor.

Interpretación: De los resultados obtenidos y de los datos promedios mensuales de precipitación (Gráfico 1), existen marcadas fluctuaciones, con un máximo en el mes de abril (422,8 mm) y el segundo máximo en el mes de octubre (321,3 mm). Un primer mínimo en agosto (221,6 mm) y un segundo mínimo en los meses de diciembre-enero (222,1 mm – 217,7 mm, respectivamente); por lo tanto el flujo anual de la precipitación es de carácter bimodal (con dos máximos y dos mínimos).

Humedad atmosférica: La zona amazónica se caracteriza por su alta humedad relativa durante todo el año. En la estación Lumbaqui los valores medios fluctúan entre 83% y 88 %, Para la Estación Lago Agrio, la humedad relativa presenta valores elevados, con máximos valores en el mes de junio de 83 % y mínimos en el mes de enero.

Viento: Para el análisis de los registros de viento, por cuanto la cobertura vegetal de la Amazonía se ubica por sobre los 15 m de la superficie y los vientos se miden a 10 m sobre la superficie, no se consideran los valores medios mensuales sino los vientos más frecuentes (con las mayores frecuencias).

- **Medio biológico**

Se han logrado identificar especies propias del sector y otras que han sido introducidas y se han adaptado, en la tabla 17 se encuentran las principales especies florísticas.

Cabe recalcar que la mayor parte de las especies faunísticas identificadas fueron observadas por el investigador, y también información obtenida a través de entrevistas a los trabajadores del camal.

Tabla 18 Identificación de las principales especies florísticas de la zona de influencia

FAMILIA	Nombre científico	Nombre común
SAPOTACEAE	<i>Pouteria spp</i>	CAIMITO
FABACEAE	<i>Miroxylum balsamun</i>	BALSAMO
FABACEAE	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	CHUNCHO
BOMBACAEAE	<i>Ochroma pyramidale</i>	BALSA
CECROPIACEAE	<i>Cecropia spp</i>	GUARUMO
MORACEAE	<i>Ficus spp</i>	HIGUERON
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	LAUREL
EUPHORBIACEAE	<i>Caryodendron orinocense</i>	MANI DE ARBOL
MORACEAE	<i>Ficus spp</i>	MATAPALO
MIMOSASEAE	<i>Inga spp</i>	GUABO- GUABILLO

Elaborado por: El Autor

Tabla 19 Especies florísticas que se cultivan en la zona de influencia

FAMILIA	Nombre científico	Nombre común
EUPHORBIACEAE	<i>Manihot esculenta Crantz</i>	Yuca
POACEAE	<i>Saccharum afficinatum L.</i>	Caña de azúcar
CARICÁCEAS	<i>Carica papaya</i>	Papaya
RUTACEAE	<i>Citrus sinensis (L.) Osbeck</i>	Naranja

Elaborado por: El Autor

Fauna

Al realizar la observación de la fauna en la zona de influencia directa que interacción con la flora y con su medio han formado ecosistemas. En los Cuadros se especifican las especies de aves, mamíferos, reptiles y anfibios.

Tabla 20 Identificación de especies de aves en la zona de influencia

Clase	Nombre científico	Nombre común
Aves	<i>Tringa flavipes</i>	Patillo
Aves	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina
Aves	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero Pijuy
Aves	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo
Aves	<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán
Aves	<i>Monasa nigrifrons</i>	Monja de frente negra
Aves	<i>Oulsatrix perspicillata</i>	Búho

Elaborado por: El Autor.

Tabla 21 Identificación de las principales especies de mamíferos

Clase	Nombre científico	Nombre común
mamíferos	<i>Mus musculus</i>	Ratón
mamíferos	<i>Rattus norvegicus</i>	Rata
mamíferos	<i>Scirus granatensis</i>	Ardilla
mamíferos	<i>Didelphis pernigra</i>	Zarigüeya
mamíferos	<i>Eira barbara</i>	Cabeza de Mate

Elaborado por: El Autor

Tabla 22 Identificación de las principales especies de reptiles

Clase	Nombre científico	Nombre común
reptiles	<i>Brofhrops atrox</i>	Culebra x
reptiles	<i>Pholidobolus montiun</i>	Lagartija
reptiles	<i>Boa constrictor constrictor</i>	Boa Matacaballo

Elaborado por: El Autor

Tabla 23 Identificación de las principales especies de anfibios

Clase	Nombre científico	Nombre común
anfibios	<i>Bufo marinus</i>	El sapo de caña
anfibios	<i>Pristimantis enigmaticus</i>	ranas cutín
anfibios	<i>Bufo bufo</i>	Sapo común
anfibios	<i>Bufo bufo</i>	Rana común

Elaborado por: El Autor

Existen pocos ejemplares de aves, mamíferos, reptiles y anfibios, ya que por encontrarse relativamente cerca del asentamiento humano, estas migran a sectores más seguros. Esta razón se suma a que existiendo poca vegetación donde puedan refugiarse y encontrar alimento, las mismas que migran a sectores adyacentes al mismo.

- **Medio socio-económico, cultural.**

Tenencia y uso del suelo: Actualmente en el cantón Lago agrio donde dentro de sus límites se encuentra nuestro lugar de estudio, se evidencia un mosaico de vegetación natural, pastizales, cultivos de ciclo corto, arboricultura tropical y arbustos en menor proporción.

Tabla 24 Uso actual del suelo en el canto Lago Agrio

Cantón	Producto													
	Café		Maíz		Plátano		Cacao		Caña		Palma africana		Pastos	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Lago Agrio	14035	6,54	807	0,42	884	0,44	990	0,46	129	0,06	129	0,04	25880	12,1

Fuente: (Agroprecisión, 2014).

Figura 7 uso actual del suelo en el cantón Lago Agrio



Elaborado por: El Autor.

Se evidencia en la figura 7 que la tenencia y uso de suelo en el cantón Lago Agrio en el cual su mayor porcentaje predomina el pasto 12,10%.

Demografía: Según las cifras del último Censo de Población y Vivienda realizado en el año 2010, la población del cantón Lago Agrio de 91 744 habitantes, muestra un incremento significativo en relación al censo del 2001

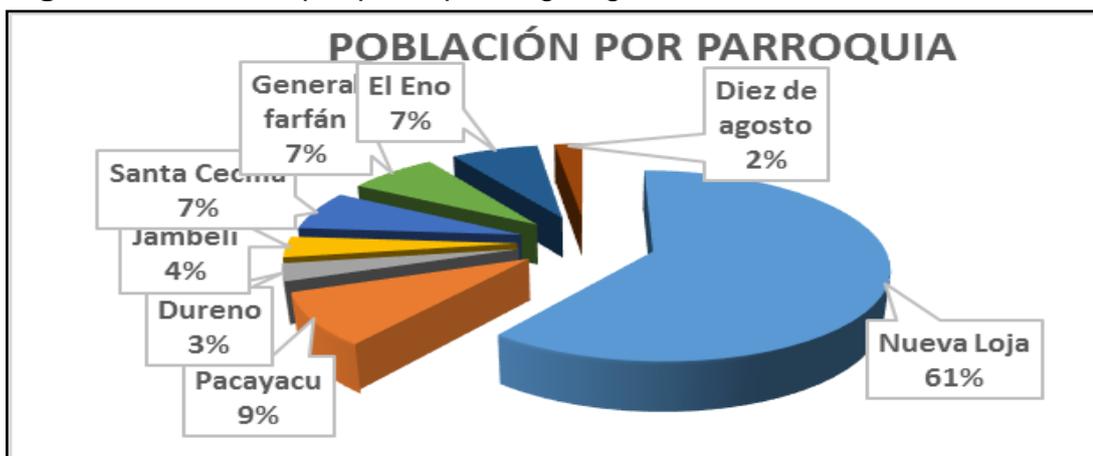
el cual registra 66 788 habitantes. La población total de Nueva Loja es de 57 727, lo que representa el 63% de la población de la provincia de Sucumbíos.

Tabla 25 Población por parroquias Lago Agrio 2011

Parroquia	Población	Porcentaje
Nueva Loja	55.602	60,61
Pacayacu	8.249	8,99
Dureno	2.756	3,00
Jambeli	3.315	3,61
Santa Cecilia	6.292	6,86
General farfán	6.769	7,38
El Eno	6.636	7,23
Diez de agosto	2.125	2,32
TOTAL	91.744	100,00

Fuente: INEC, censo 2010.

Figura 8 Población por parroquia Lago Agrio, Sucumbíos



Elaborado por: El Autor.

Interpretación: De la figura 7 se desprende la distribución por el porcentaje de la población por parroquia de la provincia de sucumbíos en la cual el mayor porcentaje de población se ubica en la parroquia Nueva Loja.

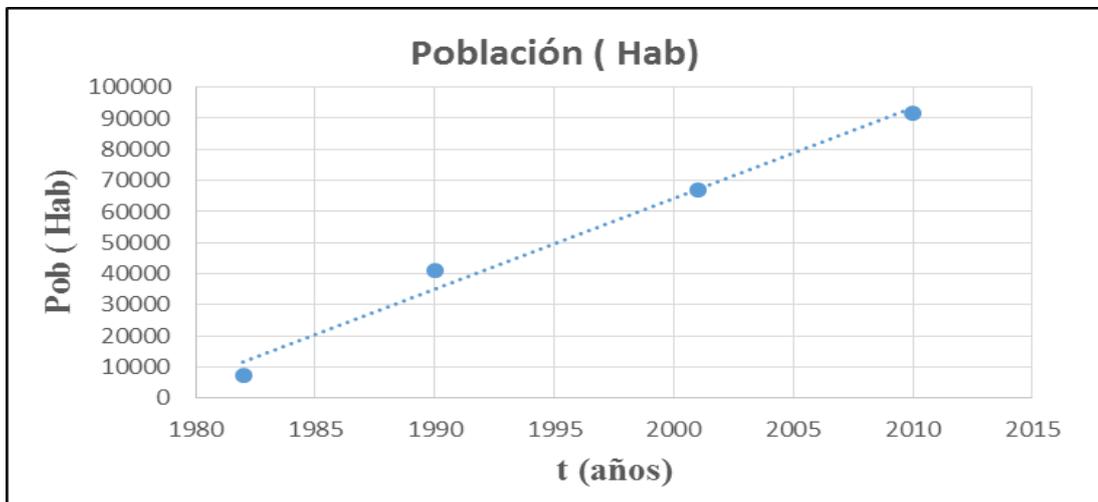
Tabla 26 Datos censales del cantón Lago Agrio

Censo (Año)	Población (Hab)	Periodo	Tasa de crecimiento r_i (%)
1990	41254	11	4.43
2001	66788		
2010	91744	9	3.58
		$\sum r_i =$	8.01

Elaborado por: El Autor.

En base a los datos censales se determina la tasa de crecimiento poblacional que nos servirá para determinar la población actual y futura del cantón Lago Agrio. Cabe mencionar que se utilizara una progresión Geométrica, pues existe mayor tendencia de datos.

Figura 9 Crecimiento poblacional



Elaborado por: El Autor.

Interpretación: En la figura 9 se puede observar los datos de crecimiento poblacional registrado de 1980 en los censos realizados hasta el 2010.

Economía: Las actividades económicas en las que se desenvuelven población del cantón Lago Agrio son las siguientes.

Figura 10 Lago Agrio Población ocupada por rama y actividad



Fuente: INEC Censo de población y vivienda 2010.

En la figura 10 se observa las principales actividades económicas de los habitantes de lago agrio es la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca con producción preponderante del cacao, palma africana, pastos.

La actividad petrolera es otra de las actividades que proporciona una fuente de trabajo a muchos habitantes de la zona. En el área urbana de la cabecera cantonal predomina claramente la actividad comercial, con abundancia de establecimientos dedicados al expendio de víveres, existen farmacias, almacenes de productos manufacturados, hoteles y hosterías, gasolineras, etc.

6.2. Datos preliminares para el rediseño

De acuerdo a la información otorgada por el Sr Lauro Orellana, administrador del camal municipal del cantón Lago Agrio, se determinó que los días de mayor demanda en el faenamiento de los animales eran los lunes con bovinos 43 y porcinos 15 y el día sábado Bovinos 31 y porcinos 15 información entregada en la fecha 4 de noviembre 2014.

Tomando como referencia esta información se procedió a la toma del caudal y de las muestras del agua residual del Camal Municipal el día 4 de noviembre del 2014 , los cuales luego del debido análisis en el laboratorio de suelos, Aguas y Plantas (LABSU) se obtuvo lo siguiente.

Para la medición de los caudales en los efluentes finales de descarga de las aguas residuales se utilizó la técnica de aforo y se empleó los siguientes instrumentos de laboratorio: cronómetro y balde graduado por litros de plástico. Para medir el pH se utilizó un potenciómetro y para medir la Temperatura un Termómetro de Mercurio.

6.2.1. Análisis del caudal.

La medición del caudal promedio de agua residual se realizó en el punto de descarga de cada camal. Y se determinó el volumen total promedio del efluente final. Se realizó utilizando la ecuación (1).

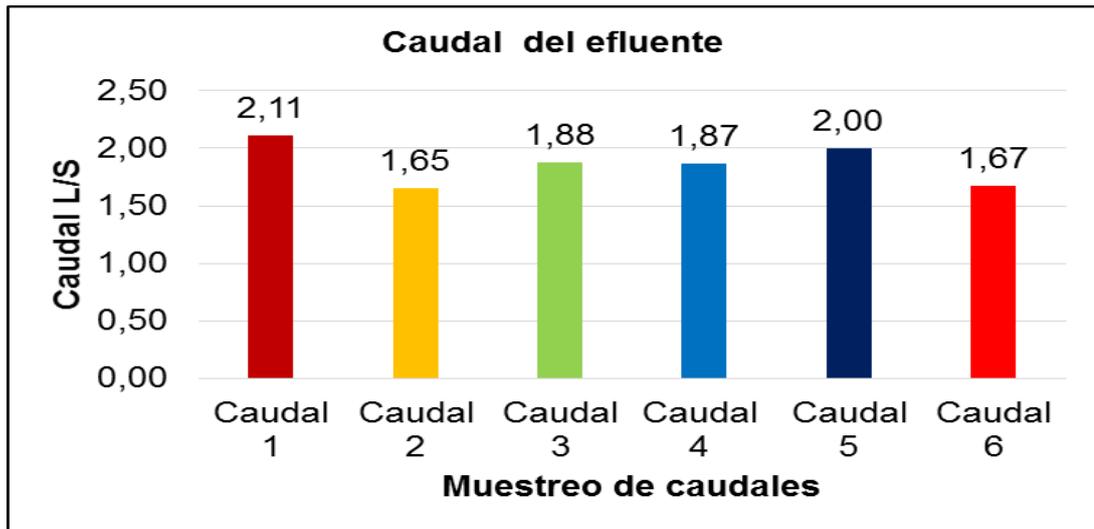
Los resultados del caudal promedio que se realizó en los días de monitoreo se encuentran en la tabla 27.

Tabla 27 resultado del caudal del efluente del camal.

Fecha de muestreo	Tiempo en (seg)	Caudal
Caudal 1	11,9	2.11
Caudal 2	15.20	1.65
Caudal 3	13.34	1.88
Caudal 4	13.25	1.87
Caudal 5	12.55	2.00
Caudal 6	15.20	1,67
Caudal 7	13.40	1.87
Promedio		1.8

Elaborado por: El Autor

Gráfico 2 Caudal del efluente



Elaborado por: El Autor

Interpretación: Como se puede apreciar en el gráfico 2 los resultados obtenidos del caudal del efluente realizados con la ecuación (1), en cual se evidencia un caudal promedio 1.8 L/s.

6.2.2. Análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de aguas residuales.

Las muestras tomadas en el efluente del camal fueron analizadas en el laboratorio de LABSU. Para la interpretación de los Límites Máximo Permisibles, se utilizó según el criterio de uso la Tabla N° 2 Límites máximos permisibles para descarga a un cuerpo de agua dulce como lo determina el TULSMA (2007).

Tabla 28 Datos de los análisis físicos del agua residual.

Color	El agua residual del camal posee un color rojizo
Olor	Posee un olor desagradable
Aspecto	Turbio, existente la presencia de sólidos y materiales flotante.

Elaborado por: El Autor

Tabla 29 Resultados de los análisis químicos y microbiológicos del efluente de camal municipal

Parámetros	Unidad	Método	Resultados							promedio
			4-11-2014	5-11-2014	6-11-2014	7-11-2014	8-11-2014	9-11-2014	10-11-2014	
pH	~	SM 4500-H + B	7,10	8,10	9	7,65	8,70	9	8,13	8,24
Sólidos totales	mg/l	SM 2540 B	3 621,71	3 520,76	3 419,57	3 623,73	3 627,44	3 719,70	3 499,80	3 627,40
*Oxígeno disuelto	mg/l	SM 4500 O B	0,8	1,0	0,9	0,7	0,9	1,0	0,9	0,8
*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	SM 5210 B	290.35	290.60	300.15	300.20	290.35	280.45	290.70	291,88
*Demanda química de oxígeno	mg/l	HACH 800	311,35	350,45	360,25	350,15	355,20	350,40	350,35	346,87
Coliformes totales	Col/100 ml	SM 9222 B	1,7x10 ⁵	1,7x10 ⁵	1,6x10 ⁵	1,8x10 ⁵	1,7x10 ⁵	1,5x10 ⁵	1,6x10 ⁵	1,6x10⁵
Coliformes fecales	Col/100 ml	SM 9222 D	1,4x10 ⁵	1,45x10 ⁵	1,62x10 ⁵	1,4x10 ⁵	1,5x10 ⁵	1,55x10 ⁵	1,39x10 ⁵	1,47 x10⁵

Fuente: Informe del análisis del laboratorio LABSU 2014.

Tabla 30 Resultados de los análisis del agua de la descarga de la laguna de oxidación al estero Estrella Aguatico

Parámetros	Unidad	Métodos	Resultados							Promedio
			4/Nov/2014	5/Nov/2014	6/Nov/2014	7/Nov/2014	8/Nov/2014	9/Nov/2014	10/Nov/2014	
Potencia hidrogeno	~	SM 4500-H + B	7,04	6,81	8	7,66	7,42	7,45	6,85	7,32
Solidos totales	mg/l	SM 2540 B	2 221,73	2 221,77	2 219,67	2 223,33	2 222,47	2 219,70	2 221,70	2221.48
*Oxígeno disuelto	mg/l	SM 4500 O B	1,0	0,9	0,7	1,0	0,8	1,0	0,8	0,8
*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	SM 5210 B	185,98	210,33	240,35	220,10	215,40	200,98	180,55	207,67
*Demanda química de oxígeno	mg/l	HACH 800	250,45	270,35	265,55	255,20	265,30	260,15	260,50	261,07
Coliformes totales	Col/100 ml	SM 9222 B	9x10 ⁴	9,5x10 ⁴	9,3x10 ⁴	9x10 ⁴	8,9x10 ⁴	8,88x10 ⁴	9,1x10 ⁴	9,1 x10⁴
Coliformes fecales	Col/100 ml	SM 9222 D	1,4x10 ⁴	1,3x10 ⁴	1,6x10 ⁴	1,8x10 ⁴	1,7x10 ⁴	1,3x10 ⁴	1,4x10 ⁴	1,5x10⁴

Fuente: Informe de análisis de aguas del laboratorio LABSU 2014.

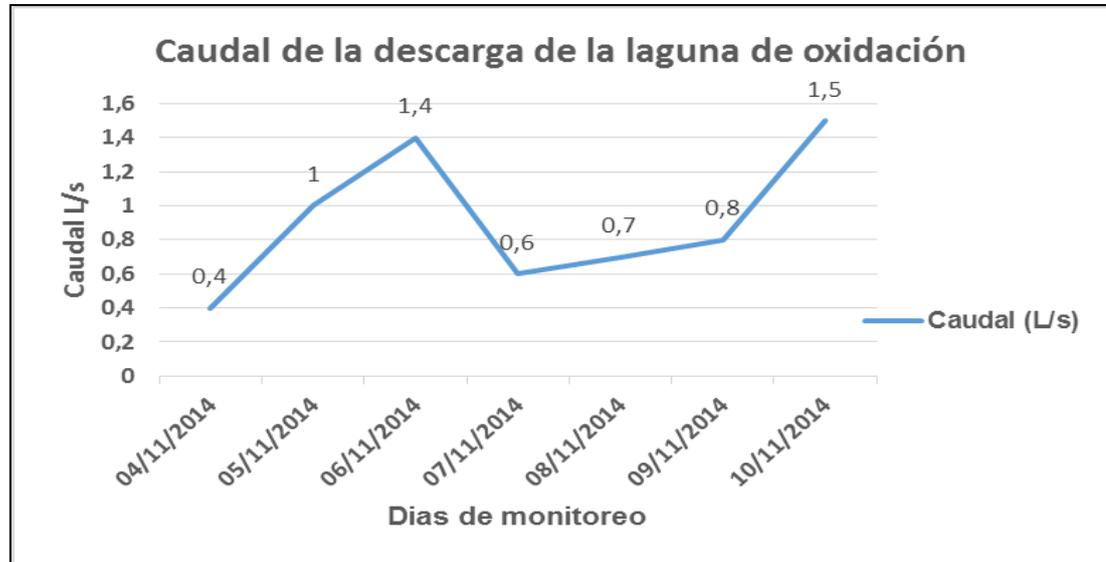
6.3. Datos de campo

Tabla 31 Resultado de las mediciones del caudal del efluente de laguna de oxidación en (l/s)

Días de monitoreo	Caudal (L/s)
Caudal 1	0,4
Caudal 2	1
Caudal 3	1,4
Caudal 4	0,6
Caudal 5	0,7
Caudal 6	0,8
Caudal 7	1,5
Promedio	0,9

Elaborado por: El Autor

Gráfico 3 Evolución del caudal del efluente



Elaborado por: El Autor

Interpretación: En el Gráfico1, el caudal efluente presento un rango de (0,4 – 1,5) L/seg. Las variaciones del caudal más altos en el efluente con respecto al caudal promedio de 0,9 L/seg se presentaron los días miércoles y lunes.

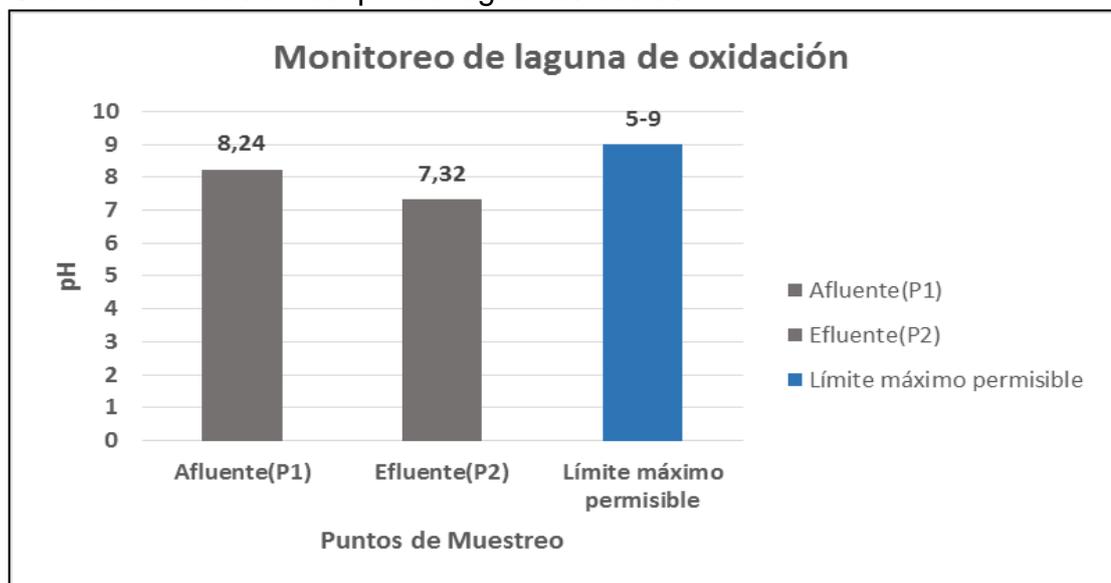
- pH

Tabla 32 Resultados de toma de pH

Parámetro	Unidad	Afluyente(P1)	Efluente(P2)	Límite máximo permisible TULSMA Tabla 12
pH	–	8,24	7,32	5-9

Elaborado por: El Autor

Gráfico 4 Evolución del pH del agua residuales



Elaborado por: El Autor

Interpretación: El pH del agua del afluyente que ingresa la laguna de oxidación del camal municipal está en un promedio 8,24, y el pH del efluente que se descarga al estero Estrella Aguarico está un promedio de 7,32 por lo que se concluye que si se encuentra dentro del límite máximo permisible que establece el TULSMA Tabla número 12 que dice que debe estar en el rango (5-9).

El pH del agua residual influye no sobre la velocidad de reacción, si no sobre los tipos de microorganismos susceptibles de sobrevivir la mayoría de los organismos se desarrollan a un pH optimo de 7,5 aproximadamente, el

pH 6,5 y 8,5 es óptimo para las bacterias y microorganismos responsables de la estabilización de la materia orgánica (Sainz, 2007).

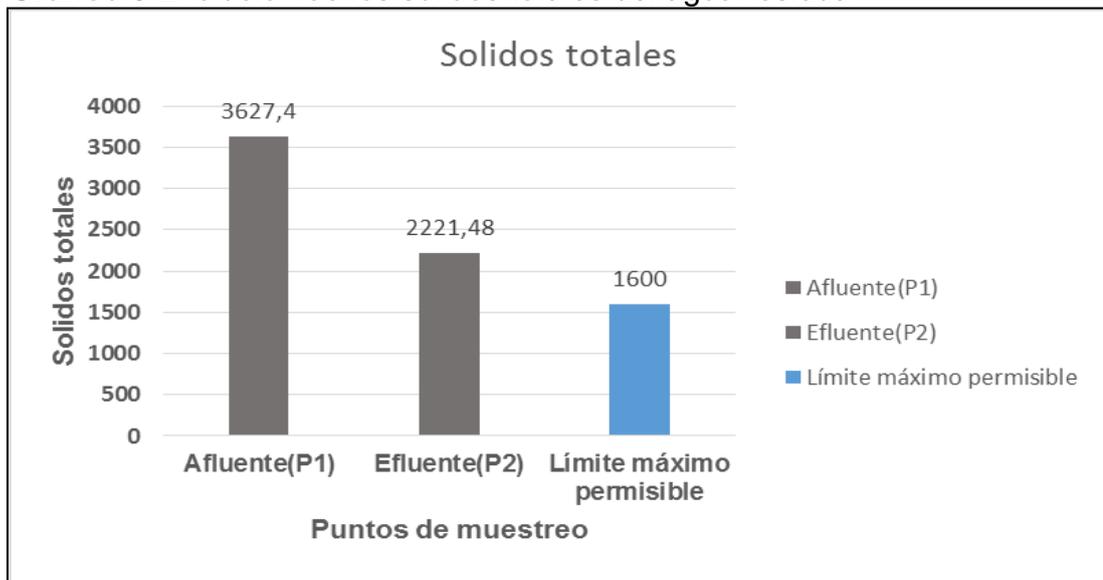
- **Solidos Totales**

Tabla 33 Resultados de solidos totales

Parámetro	Unidad	Afluyente(P1)	Efluente(P2)	Límite máximo permisible TULSMA tabla 12
Solidos totales	Mg/l	3 627,40	2221,48	1600

Elaborado por: El Autor

Gráfico 5 Evolución de los sólidos totales del agua residual



Elaborado por: El Autor

Interpretación: Como se muestra en el gráfico 5 los sólidos totales presentes en el agua residual del afluyente e promedio 3627,4 que descarga a laguna de oxidación, en cuanto los Sólidos Totales Disueltos (TDS) de la descarga de agua residual de la laguna de oxidación tiene un promedio de 2221.48 mg/l por lo que se concluye que esta fuera del límite máximo permisible que establece el TULSMA Tabla número 12 que debe estar en 1600 mg/l.

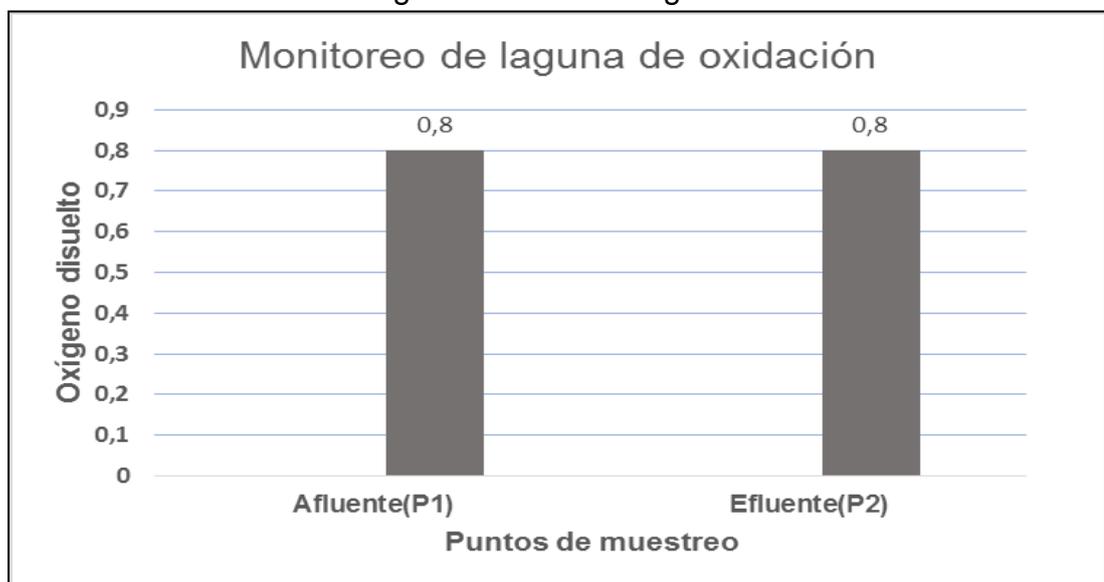
- **Oxígeno Disuelto**

Tabla 34 Resultados de oxígeno disuelto

Parámetro	Unidad	Afluente(P1)	Efluente(P2)	Límite máximo permisible TULSMA
Oxígeno disuelto	Mg/l	0,8	0,8	-

Elaborado por: El Autor

Gráfico 6 Evolución de oxígeno disuelto del agua residual



Elaborado por: El Autor

Interpretación: al comparar los resultados obtenidos en las pruebas el Oxígeno Disuelto del agua residual del afluente en promedio esta 0,8 mg/l, y la descarga laguna de oxidación tiene un OD promedio de 0,8 a 1,0 mg/l. No existe un máximo permisible que establece el TULSMA Tabla número 12.

La baja solubilidad del oxígeno disuelto en agua es el factor principal que limita la capacidad de autodepuración de las aguas de ahí la necesidad de dar tratamiento a los desechos líquidos tanto domésticos como industriales (Sepúlveda , 2012)

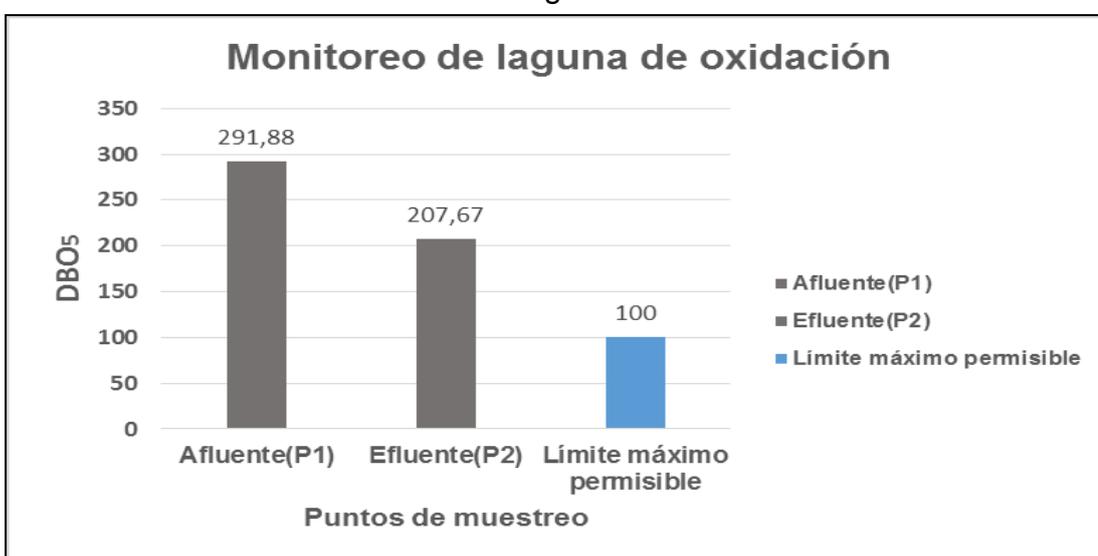
- **Demanda bioquímica de oxígeno**

Tabla 35 Resultados de la demanda bioquímica de oxígeno

Parámetro	Unidad	Afluente(P1)	Efluente(P2)	Límite máximo permisible TULSMA
Demanda bioquímica de oxígeno	Mg/l	291,88	207,67	100

Elaborado por: El Autor

Gráfico 7 Evolución de la DBO₅ del agua residual



Elaborado por: El Autor

Interpretación: en el gráfico 7 se comparan las muestras de la DBO₅ del agua residual del afluente que descarga a la laguna de oxidación, que tiene un promedio de 291,88 mg/L, y la DBO₅ del efluente que se descarga de la laguna de oxidación, que en promedio es de 207,67 mg/L. Por lo que se concluye que se encuentra sobre el límite máximo permisible que establece el TULSMA Tabla número 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce que debe estar en 100 mg/l.

El parámetro fundamental de diseño de lagunas de oxidación lo constituye la reducción en una de las medidas de la carga orgánica, normalmente demanda biológica de oxígeno (DBO₅) (Sainz, 2007)

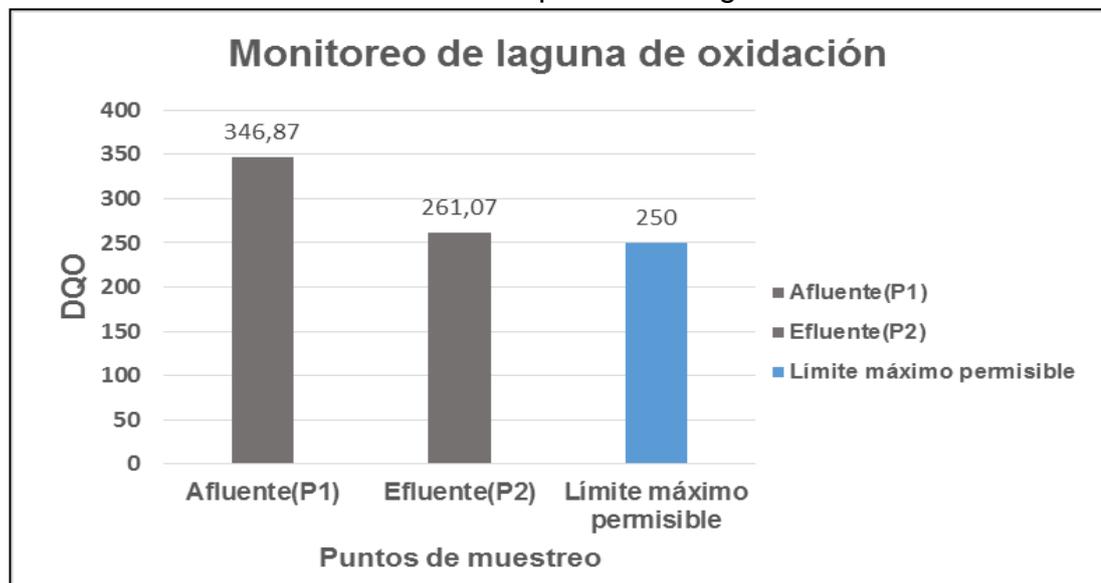
- **Demanda química de oxígeno**

Tabla 36 Resultados de la demanda química de oxígeno

Parámetro	Unidad	Afluente(P1)	Efluente(P2)	Límite máximo permisible TULSMA tabla 12
Demanda química de oxígeno	Mg/l	346,87	261,07	250

Elaborado por: El Autor

Gráfico 8 Evolución de la demanda química del agua residual



Elaborado por: El Autor

Interpretación: Como se puede observar en el gráfico 8 La DQO del afluente que se descarga tiene un promedio 346,87 mg/l, y la DQO que se está descargando de la laguna de oxidación al estero está en promedio 261,07 mg/L por lo que se concluye que se encuentra fuera del límite máximo permisible que establece el TULSMA Tabla número 12. Límites para descarga a un cuerpo de agua dulce debe estar en 250 mg/l.

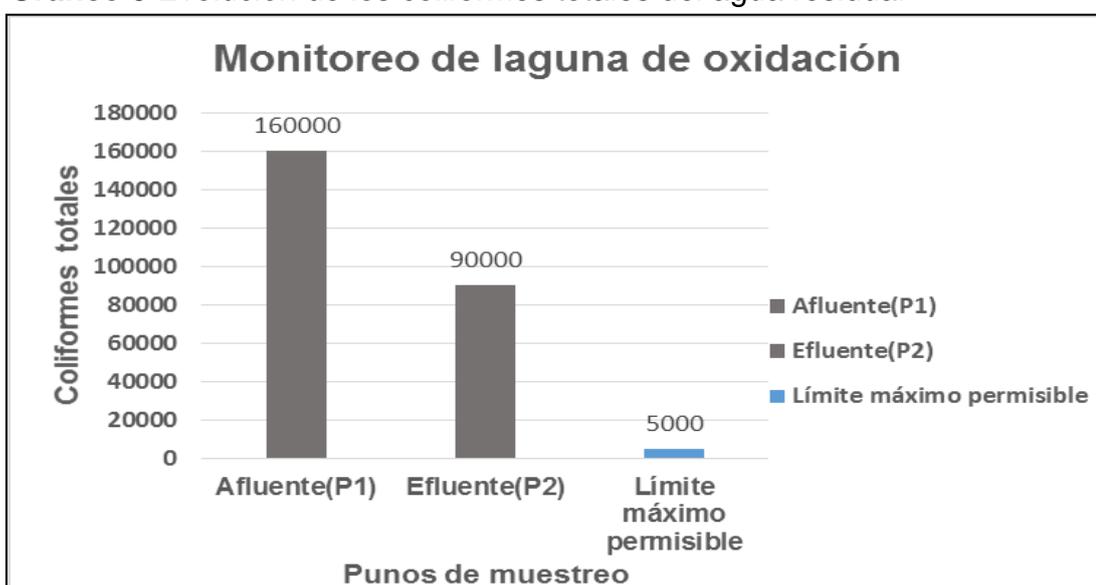
- **Coliformes Totales**

Tabla 37 Resultados de coliformes totales

Parámetro	Unidad	Afluente(P1)	Efluente(P2)	Límite máximo permisible TULSMA tabla 8
Coliformes totales	Col/100 ml	1,60000	9,0000	5.000

Elaborado por: El Autor

Gráfico 9 Evolución de los coliformes totales del agua residual



Elaborado por: El Autor

Interpretación: Los coliformes totales del afluente del en promedio esta 160000 Col/100 ml en el agua residual, en comparación con el efluente ya tratado laguna oxidación tiene un promedio de 9,0000 Col/100 ml por lo que se concluye que se encuentra fuera del límite máximo permisible que establece el TULSMA Tabla número 8 que dice que debe estar en promedio mensual menor a 5.000 Col/100 ml.

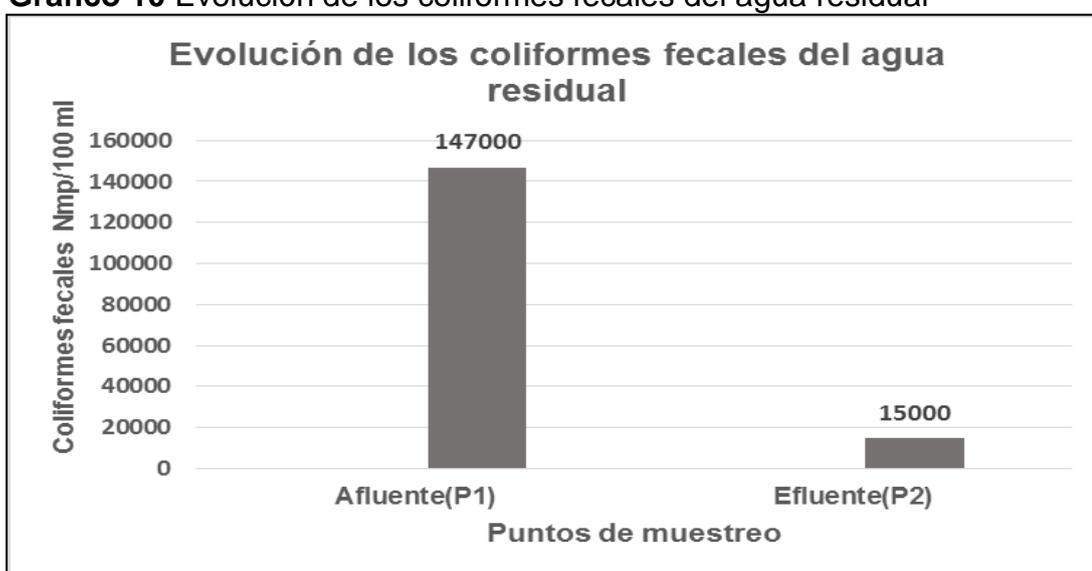
- **Coliformes fecales**

Tabla 38 Resultados de coliformes fecales

Parámetro	Unidad	Afluente(P1)	Efluente(P2)	Límite máximo permisible TULSMA tabla12
Coliformes fecales	Nmp/100 ml	147000	15000	Remoción > al 99,9 %

Elaborado por: El Autor

Gráfico 10 Evolución de los coliformes fecales del agua residual



Elaborado por: El Autor

Interpretación: Los coliformes Fecales del agua residual del afluente del camal municipal está en promedio 147000 Col/100 ml, en comparación con el efluente de la descarga de la laguna oxidación tiene un promedio de 15000 Col/100 ml por lo que se concluye que se encuentra fuera del límite máximo permisible que establece el TULSMA Tabla número 12 que dice que debe estar en Remoción > al 99,9 %.

La eliminación de los agentes patógenos es principal objetivo del tratamiento de aguas residuales (Segura, 2014)

6.4. Determinar la eficiencia de la laguna de oxidación de Aguas Residuales del camal municipal del Cantón Lago Agrio.

A partir de los datos obtenidos en la acción de caracterización, la cantidad de remoción de los contaminantes aplicando el siguiente método.

El método para determinar la eficiencia del tratamiento que realiza la laguna de oxidación se obtiene con respecto a cada parámetro analizado, mediante la siguiente ecuación. Ecuación (2).

$$Ep = \frac{Vi - Vf}{Vi} \times 100 \%$$

6.4.1. Parámetros de evaluación

Calculo del grado de eficiencia de la laguna de oxidación con respecto al pH reemplazando en la ecuación (2)

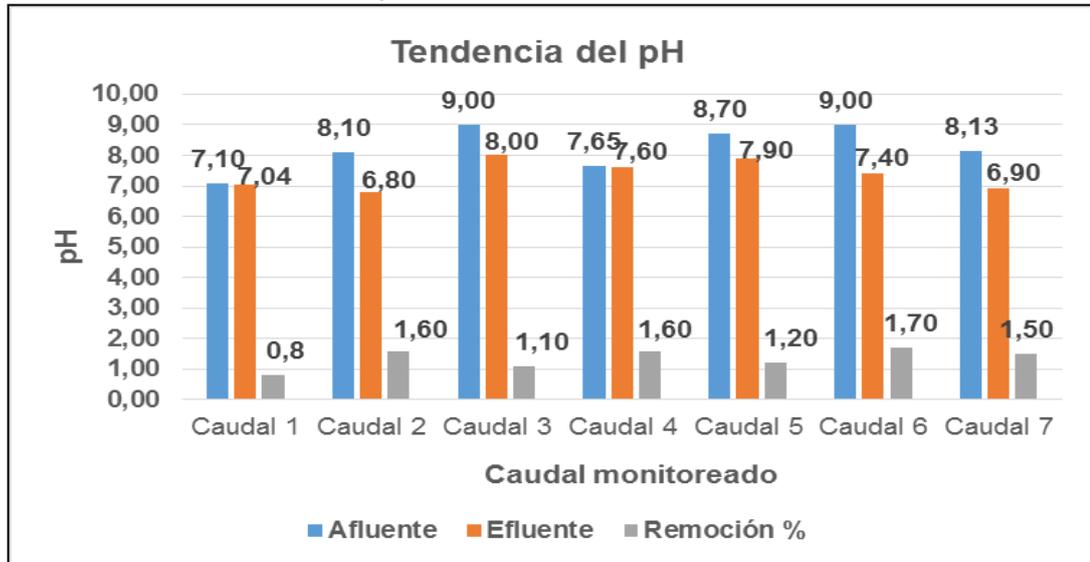
Tabla 39 Remoción resultados del pH

pH			
	Afluente	Efluente	Remoción
			%
Caudal 1	7,10	7,04	0,8
Caudal 2	8,10	6,8	16
Caudal 3	9	8	11
Caudal 4	7,65	7,6	0,6
Caudal 5	8,70	7,9	1,2
Caudal 6	9	7,4	1,7
Caudal 7	8,13	6,9	1,1

Elaborado por: El Autor

Interpretación: El pH es la medida de la acidez o la basicidad del agua residual. El rango de pH que permite la actividad biológica en el agua residual es típicamente de 6 a 9.

Gráfico 11 Tendencia de pH.



Elaborado por: El Autor

Interpretación: En el gráfico N° 11 se puede observar que el pH del ingreso a laguna de oxidación y el pH que se descarga en el efluente el oscilamiento es el más apto para procesos biológicos en los cuales se recomienda valores de pH 7,4 – 8 según (Menéndez G & Diaz M, 2006)

Calculo del grado de eficiencia de la laguna de oxidación con respecto a los sólidos totales reemplazando en la ecuación (2)

Tabla 40 Remoción resultados de los sólidos totales

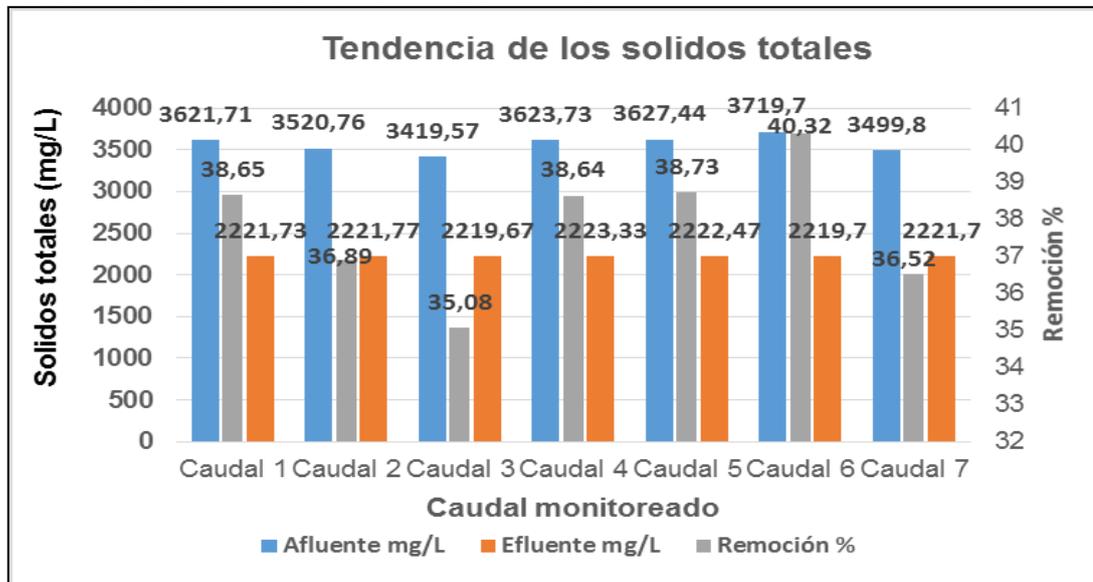
Solidos totales			
	Afluente	Efluente	Remoción
	mg/L	mg/L	%
Caudal 1	3621,71	2221,73	38.65
Caudal 2	3520,76	2221,77	36.89
Caudal 3	3419,57	2219,67	35.08
Caudal 4	3623,73	2223,33	38.64
Caudal 5	3627,44	2222,47	38.73
Caudal 6	3719,70	2219,70	40.32
Caudal 7	3499,80	2221,70	36.52

Elaborado por: El Autor

En la tabla 40 presentan los porcentajes de remoción de los sólidos totales que se obtuvo en la caracterización de las aguas residuales.

En el gráfico 12 se puede apreciar la tendencia de los valores de los sólidos totales tanto para el afluente como para el efluente presentada en el sistema.

Gráfico 12 Tendencia de los sólidos totales



Elaborado por: El Autor

Interpretación: En el gráfico N° 12 se pudo identificar que en los muestreos realizados del afluente y efluente existe una reducción pero no así para cumplir con la normativa ambiental que el ingreso de sólidos totales en promedio a la laguna de oxidación y como el valor promedio de salida del proceso de oxidación, estos valores son significativamente muy altos si se tiene en cuenta que los valores de los sólidos totales para descargas de aguas residuales industriales a cuerpo de agua dulce debe de estar dentro de los 1 600 mg/L.

Calculo del grado de eficiencia de la laguna de oxidación con respecto al Demanda bioquímica de oxigeno remplazando en la ecuación (2)

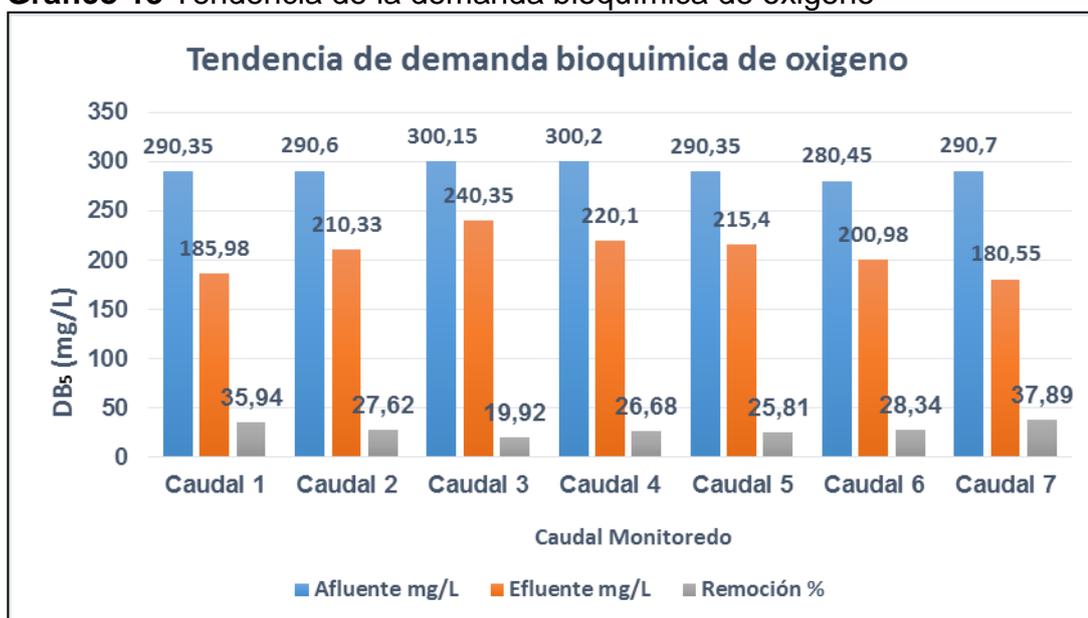
Tabla 41 Remoción resultados de la Demanda bioquímica de oxigeno

Demanda bioquímica de oxigeno			
	Afluente	Efluente	Remoción
	mg/L	mg/L	%
Caudal 1	290,35	185,98	35,94
Caudal 2	290,60	210,33	27,62
Caudal 3	300,15	240,35	19,92
Caudal 4	300,20	220,10	26,68
Caudal 5	290,35	215,40	25,81
Caudal 6	280,45	200,98	28,34
Caudal 7	290,70	180,55	37,89

Elaborado por: El Autor

En el gráfico 13 se puede apreciar la tendencia de los valores de la demanda bioquímica de oxigeno tanto para el afluente como para el efluente presentada durante el periodo de evaluación del sistema.

Gráfico 13 Tendencia de la demanda bioquímica de oxigeno



Elaborado por: El Autor

Interpretación: En el gráfico N° 13 se puede apreciar que los datos de DBO₅ para el afluente están en un promedio de 291.83 mg/L esto debido a la presencia en forma simultánea de materia orgánica, bacterias y oxígeno disuelto. También se observar los datos del efluente, en que los muestreos realizados no varían en mayor cantidad la demanda bioquímica de oxígeno en un promedio de 207.67 mg/L

Como se mencionó anteriormente los valor promedio de la demanda bioquímica de oxígeno en el efluente que descarga la laguna de oxidación en el cuerpo receptor de agua dulce como es el estero estrella aguarico están sobre los límites permisibles que indica la tabla 12 del TULSMA que debe de esta dentro de los 100 mg/L.

Calculo del grado de eficiencia de la laguna de oxidación con respecto al Demanda química de oxigeno remplazando en la ecuación (2)

Demanda química de oxigeno.-se aprecian los datos de laboratorio para el Demanda química de oxigeno con los cuales se diseñaron las gráficas.

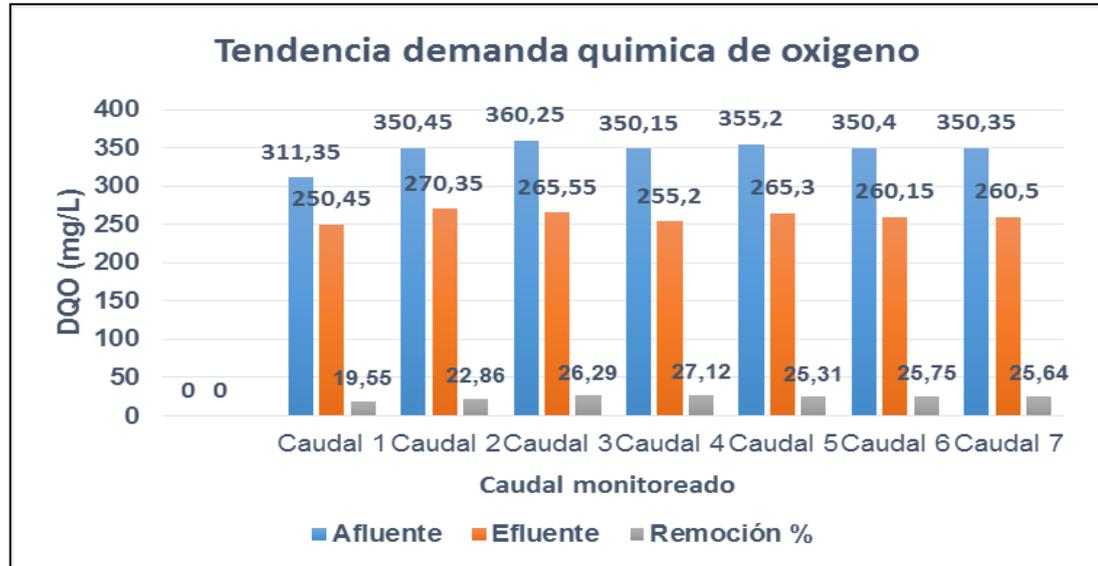
Tabla 42 Remoción resultados de la Demanda química de oxigeno

Demanda química de oxigeno			
	Afluente	Efluente	Remoción
	mg/L	mg/L	%
Caudal 1	311,35	250,45	19,55
Caudal 2	350,45	270,35	22,86
Caudal 3	360,25	265,55	26,29
Caudal 4	350,15	255,20	27,12
Caudal 5	355,20	265,30	25,31
Caudal 6	350,40	260,15	25,75
Caudal 7	350,35	260,50	25,64

Elaborado por: El Autor

En el gráfico 14 Se muestra la tendencia que tuvieron los resultados de los análisis del DQO

Gráfico 14 Tendencia de la DQO



Elaborado por: El Autor

Interpretación: En el gráfico 14 se puede notar que los datos del DQO para el afluente se encuentran en un promedio 346,87 mg/L. Igualmente se pudo identificar que los datos del efluente tienen una variación más o menos mínima entre cada uno de los muestreos los cuales están en un promedio de 261,07 mg/L.

Como se mencionó anteriormente el ingreso de la demanda química de oxígeno en promedio a la laguna de oxidación y como el valor promedio de salida del proceso de oxidación, estos valores son significativamente muy altos si se tiene en cuenta que los valores de la demanda química de oxígeno para descargas de aguas residuales industriales a cuerpo de agua dulce debe de estar dentro de los 250 mg/L.

Calculo del grado de eficiencia de la laguna de oxidación con respecto al coliformes totales reemplazando en la ecuación (2)

Coliformes totales se aprecian los datos de laboratorio para los coliformes totales con los cuales se diseñaron las respectivas graficas de tendencia y remoción.

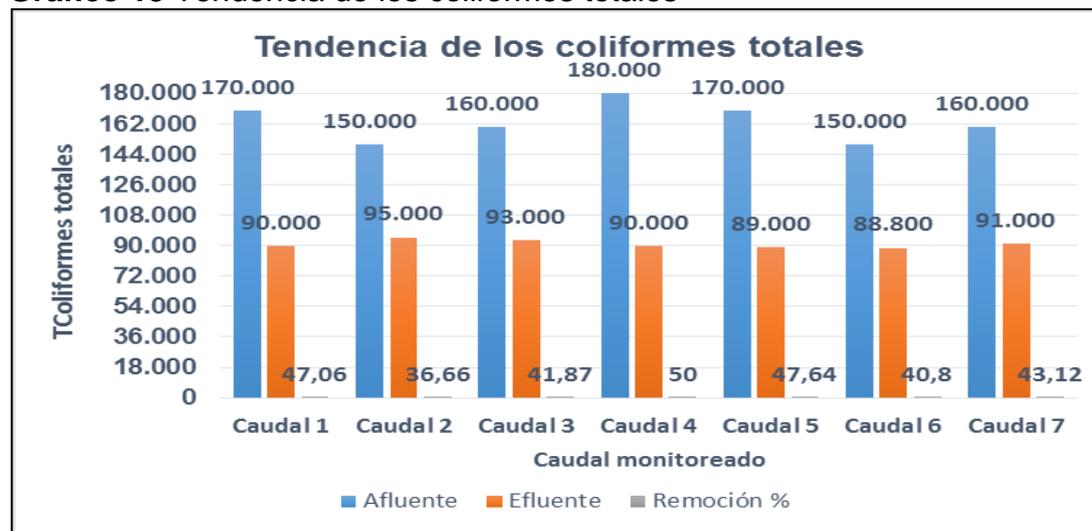
Tabla 43 Remoción resultados de los Coliformes totales

Coliformes totales			
	Afluente	Efluente	Remoción
	Col/100 ml	Col/100 ml	%
Caudal 1	1.70000	9.0000	47,06
Caudal 2	1.50000	9.5000	36,66
Caudal 3	1.60000	9.3000	41,87
Caudal 4	1.80000	9.0000	50
Caudal 5	1.70000	8.9000	47,64
Caudal 6	1.50000	8.8800	40,8
Caudal 7	1.60000	9.1000	43,12

Elaborado por: El Autor

Interpretación: En la Tabla 43 Se muestra los porcentajes de remoción análisis de los coliformes totales analizados del monitoreo que suman un promedio de 43,88 % que presenta en la remoción del contaminante en el proceso que realiza la laguna de oxidación.

Gráfico 15 Tendencia de los coliformes totales



Elaborado por: El Autor

Interpretación: En el gráfico 15 se observa que los datos de los coliformes totales para el afluente se encuentran en un rango de (1.50000 - 1.80000) Col/100 ml. Igualmente se pudo identificar que los datos del efluente tienen una variación más o menos mínima entre cada uno de los muestreos los cuales están en un promedio de 90.7143 Col/100 ml.

Calculo del grado de eficiencia de la laguna de oxidación con respecto al Coliformes fecales remplazando en la ecuación (2)

Coliformes fecales se aprecian los datos de laboratorio para los coliformes fecales con los cuales se diseñaron las respectivas graficas de tendencia y remoción.

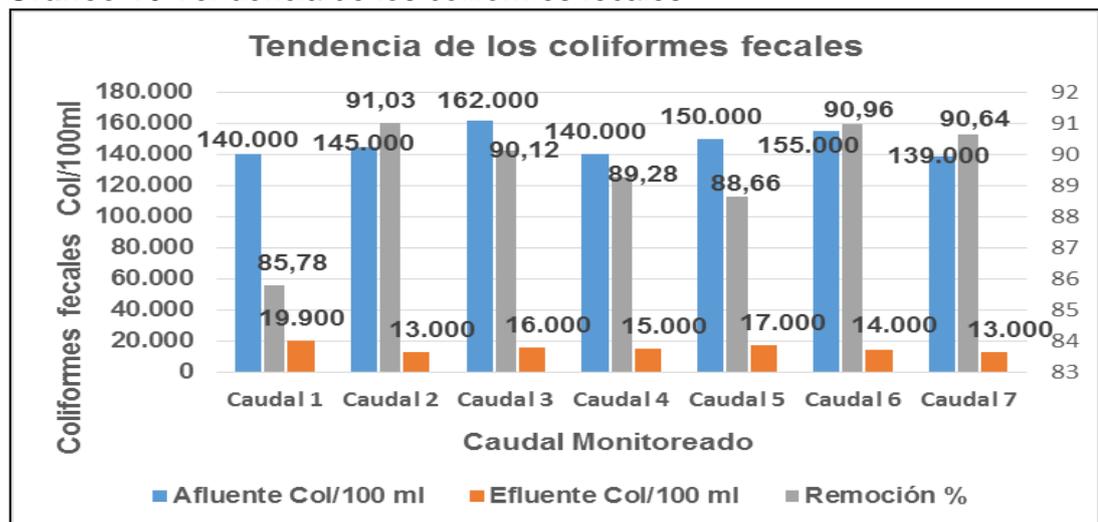
Tabla 44 Remoción resultados de los Coliformes fecales

Coliformes fecales			
	Afluente	Efluente	Remoción
	Col/100 ml	Col/100 ml	%
Caudal 1	1.40000	1.9900	85.78
Caudal 2	1.45000	1.3000	91.03
Caudal 3	1.62000	1.6000	90.12
Caudal 4	1.40000	1.5000	89.28
Caudal 5	1.50000	1.7000	88.66
Caudal 6	1.55000	1.4000	90.96
Caudal 7	1.39000	1.3000	90.64

Elaborado por: El Autor

Interpretación: En la Tabla 44 Se muestra los porcentajes de remoción análisis de los coliformes fecales analizados del monitoreo que suman un promedio de 89,88 %

Gráfico 16 Tendencia de los coliformes fecales



Elaborado por: El Autor

Interpretación: En el gráfico 16 se observa que los datos de los coliformes fecales para el afluente se encuentran en un rango de (1.40000 - 1.62000) Col/100 ml. Igualmente se pudo identificar que los datos del efluente tienen una variación más o menos mínima entre cada uno de los muestreos los cuales están en un promedio de 15,414.28 Col/100 ml.

Como se mencionó anteriormente en el ingreso los coliformes fecales en promedio a la laguna de oxidación y como el valor promedio de salida del proceso de oxidación, estos valores son significativamente muy altos si se tiene en cuenta que los valores de los sólidos totales para descargas de aguas residuales industriales a cuerpo de agua dulce debe de estar dentro de Remoción >99,99%

6.5. Rediseño del sistema de tratamiento de agua residual para el camal municipal del cantón lago agrio.

El rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales del camal del cantón Lago agrio siguiendo las normas de diseño experimentados en estudios, tesis. y con algunas características del cantón tales como la población actual, la proyección de la población, caudal actual y futuro, temperatura ambiente y las condiciones de las aguas servidas realizadas en este estudio, se tomaron como parámetros para los diseños actuales, tal como la localización de la sistema de tratamiento actual buscando en todos los aspectos del diseño que el resultado final sea un sistema funcional de acuerdo a las condiciones existentes.

Basándose en información empírica ANDA⁷, serán las que regirán el diseño de la red, en cuanto al tratamiento de aguas residuales si la relación DQO/DBO < 2.4 se puede utilizar procesos biológicos de tratamiento.

⁷ Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A) ,2005.

Tabla 45 Relación DQO/DBO

Relación DQO/DBO < 2.4			
Fecha	DQO	DBO	
4/Nov/2014	311,35	290,35	1.0
5/Nov/2014	350,45	290,60	1.2
6/Nov/2014	360,25	300,15	1.2
7/Nov/2014	350,15	300,20	1.1
8/Nov/2014	355,20	290,35	1.2
9/Nov/2014	350,40	280,45	1.2
10/Nov/2014	350,35	290,70	1.2

Elaborado por: El Autor

Debido a los valores obtenidos de la relación DQO/DBO₅ en los periodos analizados es menor que 2.4 establecemos que para tratar el agua residual del camal Municipal del Cantón Lago Agrio se pueden utilizar procesos biológicos.

6.5.1. Calculo de la tasa de crecimiento

a. Periodo

t= 2001 - 1990

t= 11

$$r_i = \left(\frac{P_f}{P_i} \right)^{1/t} - 1$$

$$r_i = \left(\left(\frac{66788}{41254} \right)^{1/11} - 1 \right) * 100$$

$$r_i \% = 4.43$$

Donde:**Pf:** Población futura**Pi:** Población actual**r:** Tasa de crecimiento poblacional**t:** Periodo poblacional

$$\bar{r} = \frac{\sum_{n=1}^n r_i}{n}$$

$$\bar{r} = \frac{4.43 + 3.58}{2}$$

$$r = 4.005$$

6.5.2. Población actual

Tomando en cuenta que el último censo realizado es en el año 2010, el periodo es de 5 años hasta la actualidad. Entonces la población actual se determina de la siguiente manera:

$$Pa = P_i (1 + rn)$$

$$Pa = 91744(1 + 0.04005x(2014 - 2010))$$

$$Pa = 106,423$$

6.5.3. Población futura

Partiendo de que la vida útil de una planta de tratamiento es de 30 años, se considera este tiempo como el periodo de diseño.

$$Pa = P_a(1 + rn)$$

$$Pf = 106,423(1 + 0.04005x(2033 - 2014))$$

$$Pf = 187,405$$

6.6. Cálculo para la medición de caudal de diseño.

6.6.1. Caudal

Para el dimensionamiento del sistema de tratamiento de agua residual se necesita conocer la cantidad de agua por animal se utiliza, para lo cual se toma los respectivos caudales. Se tomó el dato de la mayor capacidad operativa de faenamiento del camal municipal, teniendo como resultado: 1600 L/ bovino, 450 L/ porcino.

6.6.2. Consumo de agua

Para calcular la cantidad de agua residual generada en el camal municipal del cantón Lago Agrio se determina mediante las ecuaciones (3)

$$Q_b = \frac{L}{\text{bovino}} \times N^{\circ} \text{Bovinos}$$

$$Q_b = 1600 \frac{L}{\text{bovino}} \times 43$$

$$Q_b = 68,800 \frac{L}{d}$$

$$Q_b = 68,8 \frac{m^3}{d}$$

Remplazando en la ecuación (4)

$$Q_p = \frac{L}{\text{Porcinos}} \times N^{\circ} \text{Porcino}$$

$$Q_p = 450 \frac{L}{\text{Porcinos}} \times 15$$

$$Q_p = 6,750 \frac{L}{d}$$

$$Q_p = 6,75 \frac{m^3}{d}$$

Para calcular el total de agua consumida tomamos la ecuación (5)

$$Q = Q_b + Q_p$$
$$Q = (68,8 + 6,75) \frac{m^3}{d}$$
$$Q = 75,55 \frac{m^3}{d}$$

Donde

Q_b = caudal por bovino (m^3/d)

Q_p = caudal por porcino (m^3/d)

Q = caudal total (m^3/d)

6.6.3. Índice de consume de carne

Para calcular el índice de consumo de carne se necesita conocer la cantidad de bovinos y porcinos utilizando los valores de la tabla N° 10 y el cálculo realiza mediante las ecuaciones (6) y (7)

$$ICCB = N^{\circ} \text{ de bovinos faenados } \times \text{ peso promedio}$$

$$ICCB = 43 \times 551$$

$$ICCB = 23,693 \frac{lb}{d}$$

$$ICCP = N^{\circ} \text{ de porcinos faenados } \times \text{ peso promedio}$$

$$ICCP = 15 \times 220$$

$$ICCP = 3,300 \frac{lb}{d}$$

Para calcular el índice de consumo de carne total lo realizamos con la ecuación (8)

$$ICC = ICCB + ICCP$$

$$ICC = 23,693 + 3,300$$

$$ICC = (23,693 + 3,300) \frac{lb}{d}$$

$$ICC = 26,993 \frac{lb}{d}$$

El consumo de carne por habitante se determina mediante la ecuación (9) tomando en cuenta los datos por cada ejemplar.

$$ICC = \text{consumo de carne} / \text{población actual}$$

Para los bovinos

$$ICCB = \frac{23,693}{111.647}$$

$$ICCB = 0,21 \frac{lb}{\text{habitante x dia}}$$

Para los porcinos

$$ICCP = \frac{3,300}{111.647}$$

$$ICCP = 0,03 \frac{lb}{\text{habitante x dia}}$$

Donde

ICCB = índice de consumo de carne de bovinos

ICCP = índice de consumo de carne de porcinos

ICC = índice de consumo de carne

6.6.4. Demanda proyectada

La demanda futura de consumo de carne se puede calcular mediante la ecuación (10)

$$DP = Poblacion\ proyectada \times ICC$$

Para los bovinos tenemos.

$$DP = 187,405 \times 0.21$$

$$DP = \frac{39355.05}{551}$$

$$DP = 71.4 \frac{\text{bovinos}}{\text{dia}}$$

Para los porcinos tenemos.

$$DP = 187,405 \times 0.03$$

$$DP = \frac{5622.15}{220}$$

$$DP = 25.5 \frac{\text{porcinos}}{\text{dia}}$$

$$DP = 71,4 + 25,5$$

$$DP = 96,9 \frac{\text{animales}}{d}$$

Donde.

Pf = Población proyectada a 20 años

DP = demanda proyectada

6.6.5. Caudal proyectado

El caudal futuro de agua que se consumirá se calcula con la ecuación (11)

$$Q_p = DF \times CAA$$

Para los bovinos

$$Q_b = 71,5 \times 1600 \text{ L}$$

$$Q_b = 114,400 \text{ L}$$

Para los porcinos

$$Q_p = 25,5 \times 450 \text{ L}$$

$$Q_p = 11,475 \text{ L}$$

Caudal que se utilizara para el diseño.

$$Q_{proyectado} = 114,400 + 11,475$$

$$Q_{proyectado} = 125,875 \text{ L/dia}$$

$$\begin{aligned} Q_{proyectado} &= 0,1259 \text{ m}^3 / \text{dia} \\ &= \frac{0,001457 \text{ m}^3}{s} \\ &= 1.6 \text{ L/s} \end{aligned}$$

6.7. Cálculos para el canal

6.7.1. Área del canal.

El canal de acceso no necesariamente habrá de ser calculado pero deberá ser suficiente para dar cabida a la basura que se aglomere en las rejillas, se realizara con la ecuación (12)

Base= 30 cm

Velocidad = 0,30 a 0,60 m/s⁸

Q= 0,001457 m³/s

$$Q = V * A$$

Despejando (A)

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$A = \frac{0,001457 \text{ m}^3/\text{s}}{0,60 \text{ m/s}}$$

$$A = 0.0024\text{m}^2$$

Se asume un ancho de canal de b= 30cm, remplazando en la ecuación (13)

$$A = Y * b$$

Donde Y es el tirante de, o profundidad de flujo

⁸ (Velocidad de aproximación propuesta por Crites y Tchobanoglous, para Rejillas de Limpieza Manual, pág. 249)

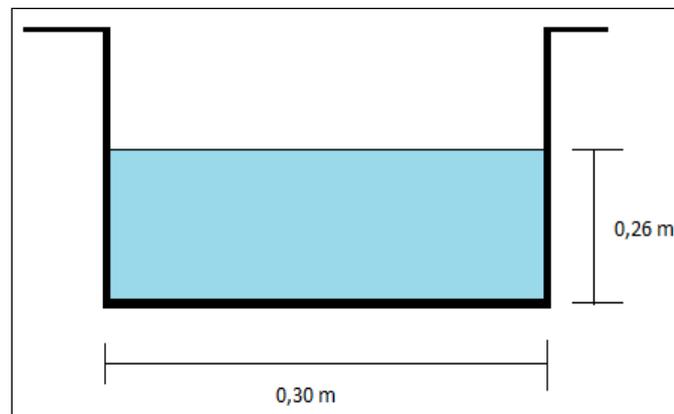
$$Y = \frac{A}{b}$$

$$Y = \frac{0.0024m^2}{0,30 m}$$

$$Y = 0,008$$

$Y = 0,008m$ Se considera 0,25m adicionales para que no trabaje a caudal lleno y = 0,26 m

Figura 11 Detalle de sección transversal de canal de entrada



Elaborado por: El Autor

6.8. Cálculo para el diseño de las rejillas (Tratamiento preliminar)

El primer paso en el tratamiento preliminar del agua residual consiste en la separación de los sólidos gruesos. El procedimiento más corriente, es hacer pasar el agua residual influente a través de rejillas o tamices.

Las rejillas se fabrican con barras de acero soldadas a un marco que se ubica transversalmente al Canal. Las barras están colocadas verticalmente o con una inclinación de 30 a 80° respecto a la horizontal. Las rejillas de barras pueden limpiarse a mano o mecánicamente.

6.8.1. Criterios para el diseño

Para la cámara de rejas se emplearan barras de:

- Inclinación de las rejas = 45° con respecto a la vertical
- Espesor de las barras $S = 0,005$ m
- Separación libre entre barras $e = 1'' = 2,54\text{cm} = 0,0254$ m
- Ancho del canal de entrada (propuesto) $b = 0,30$ m
- Velocidad a través de las rejas limpias 0.30m/s
- Velocidad a través de la reja obstruidas 0.60m/s

Calculo del área libre se realiza con la ecuación (14). (A_L)

$$(A_L) = \frac{Q}{V.\text{reja obstruidad}}$$

$$(A_L) = \frac{0,001457 \text{ m}^3/\text{s}}{0,6 \text{ m/s}}$$

$$(A_L) = 0,002 \text{ m}^2$$

Debido a que se propone un ancho de canal de $b = 0.30$ m se calcula el tirante de agua mediante la siguiente ecuación.

Dado que la forma del canal de entrada tiene una forma rectangular se utiliza la ecuación siguiente (15).

$$A = b * h$$

Donde:

$A =$ el área del canal de entrada en metros

$b =$ el ancho del canal de entrada

h = el tirante de flujo en el canal

Despejando (h) de la ecuación (15)

$$h = A / b$$

$$h = 0,0024m^2 / 0,30 m$$

$$h = 0,008 m$$

Calculo de la suma de las separaciones entre barras en (mm) con la ecuación (16)

$$b = \left(\frac{bg}{e} - 1 \right) (s + e) + e$$

Donde:

b = ancho del canal en mm

bg = suma de las separaciones entre barras en mm

e = separaciones entre barras en mm

S = espesor de las barras en mm

Despejando (bg) de la ecuación (19)

$$b = \left(\frac{bg}{e} - 1 \right) (s + e) + e$$

$$300mm = \left(\frac{bg}{25.4mm} - 1 \right) (5mm + 25.4 mm) + 25.4 mm$$

$$300mm = \left(\frac{bg}{25.4mm} - 1 \right) (30,4mm) + 25.4 mm$$

$$\frac{300 mm - 25.4 mm}{30.4 mm} = \frac{bg}{25.4 mm} - 1$$

$$9.03\text{mm} = \frac{bg}{25.4\text{mm}} - 1$$

$$9.03\text{mm} + 1 = \frac{bg}{25.4\text{mm}}$$

$$bg = (9.03\text{mm} + 1) 25.4\text{mm}$$

$$bg = 254.76\text{mm}$$

Calculando área libre de sección de barras con la ecuación (17)

$$\text{hipotenusa} = h / \text{seno } \theta^\circ$$

$$H = 0,008\text{ m} / \text{seno } 45^\circ$$

$$H = 0.0113\text{m}$$

Área de espacios se realiza con la ecuación (18) (A_E)

$$A_E = H * bg$$

$$A_E = 0.0113\text{m} * 0.2548\text{ m}$$

$$A_E = 0,00298\text{ m}^2$$

Continuación se realiza el cálculo de la velocidad que fluye a través de los espacios de la rejilla mediante la ecuación (18)

$$V = Q/A$$

$$V = \frac{0,001457\text{ m}^3/\text{s}}{0,00298\text{ m}^2}$$

$$V = 0.4889\text{ m/s}$$

Calculo del número de barras necesarias para las rejillas se calcula con la ecuación (19)

$$n^{\circ} = (bg / e) - 1$$

Los valores de (bg) y (e) se tomaron en mm

$$n^{\circ} = (254.76mm / 25.4mm) - 1$$

$$n^{\circ} = 9.03 = 9 \text{ N}^{\circ} \text{ barras}$$

Cálculos comprobando la perdida entre carga ≤ 15 cm. con la ecuación (20)

$$Hf = \frac{1}{0.7} \frac{V^2 - v^2}{2g}$$

Donde:

Hf= Perdida de carga en metros

V= velocidad de flujo a través del espacio entre las barras de la reja en m/s

v= velocidad de aproximación del fluido hacia la reja m/s de acuerdo a la tabla N° 20.

g= aceleración de la gravitacional (9.81 m/s^2)

$$Hf = \frac{1}{0.7} * \frac{(0.4889 \text{ m/s})^2 - (0,30\text{m/s})^2}{2 * 9.8 \text{ m/s}^2}$$

$$Hf = \frac{1}{0.7} * \frac{(0.2390 - 0.09)}{19.62 \text{ m/s}^2}$$

$$Hf = \frac{1}{0.7} * \frac{(0.149)}{19.62 \text{ m/s}^2}$$

$$Hf = \frac{1}{0.7} * \frac{(0.149)}{19.62 \text{ m/s}^2}$$

$$H_f = 0.0108 \text{ m}$$

$$H_f = 1.08 \text{ cm}$$

Se concluye que si cumple con la Tabla N° 12 Las pérdidas de carga admisibles no deben pasar de 15 cm. Por lo tanto cuando genere una obstrucción del paso de influente a través de las rejillas deberán ser limpiadas; debido a que, puede generar una reducción de la velocidad del flujo del agua y por lo tanto una aglomeración de volumen en el canal de entrada.

6.9. Dimensionamiento del sedimentador rectangular (tratamiento primario).

Los datos de partida son:

Caudal de diseño= $0,001457 \text{ m}^3/\text{s}$

Ancho del sidementador (propuesto): $B = 1,5$

Se calculara mediante la ecuación (25) y el valor de la velocidad terminal que se lo toma en consideración a la bibliografía (Manual de depuración Uralita) y es de 1.8 cm/s

Aplicando la ecuación (21)

$$A = \frac{Q}{v_c}$$

Dónde:

Tabla 46 Dimensionamiento del sedimentador rectangular (tratamiento primario)

Área superficial del tanque sedimentador	A_s		m^2
Caudal	Q	0,01457	m^3/s
Velocidad terminal	Vc	0,00018	m/s

Elaborado por: El Autor

$$A_s = \frac{0,001457m^3/s}{0,00018 m/s} \quad A_s = 8,1 m^2$$

El largo del tanque se calcula mediante la ecuación (22)

$$L_2 = \frac{A_s}{B}$$

Dónde:

Tabla 47 El ancho del tanque

Largo del tanque sedimentador	L_2		m.
Área superficial del tanque sedimentador	A_s	8,1	m^2

Elaborado por: El Autor

$$L_2 = \frac{8,1m^2}{1,5m}$$

$$L_2 = 5,4 m$$

Teniendo en cuenta que la pantalla difusora se tiene que ubicar a 0,7 m como poco obtenemos una longitud total de la unidad se muestra a continuación. Se calcula mediante la ecuación.

$$L = 0,7 + L_2$$

$$L = 0,7m + 5,4m$$

$$L = 6,1m$$

Cálculo de la velocidad horizontal, Se calcula mediante la ecuación (23)

$$V_H = \frac{100 * Q}{B * H}$$

Dónde:

Tabla 48 Cálculo de la velocidad horizontal

Velocidad horizontal	Vh		m/s
Caudal	Q	0,001457	m ³ /s
Ancho del sedimentador	B	1,5	m
altura	H	2,5	m

Elaborado por: El Autor

$$V_H = \frac{100 * 0,001457m^3/s}{1,5m * 2,5m}$$

$$V_H = 0,038 \text{ m/s}$$

El volumen del tanque se calcula:

Mediante la ecuación (24)

$$V = B * l_g * H$$

Dónde:

Tabla 49 El volumen del tanque

Volumen del tanque sedimentador	V	20,25	m ³
Ancho del tanque sedimentador	B	1,5	m.
Largo del tanque sedimentador	lg	5,4	m.
Altura del tanque sedimentador (propuesto)	H	2,5	m.

Elaborado por: El Autor

Tiempo de retención

Se aplica la ecuación (27)

$$Tr_h = \frac{V}{Q}$$

Dónde:

Tabla 50 Tiempo de retención

Tiempo de retención	Trh		H
Volumen del tanque sedimentador	V	20,25	m ³
Caudal	Q	0,001457	m ³ /s

Elaborado por: El Autor

$$Tr_h = \frac{20,25m^3}{0,001457 m^3/s}$$

$$Tr_h = 13898 s$$

$$Tr_h = 3,8horas$$

El fondo del sedimentador tendrá una pendiente del 10% para evacuar los fangos para limpiar el sedimentador. De esta manera la altura máxima se obtiene mediante la ecuación (28)

$$H' = H + 0,1 * L_2$$

$$H' = 2,5 + 0,1 * 5,4$$

$$H' = 3,04 m$$

Cálculo de la altura de agua sobre el vertedero.

Considerando que la longitud de la cresta es igual a 0,75 b. Se calcula mediante la ecuación (29)

$$H_v = \left[\frac{Q}{1,84 * b} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Dónde:

Tabla 51 Cálculo de la altura de agua sobre el vertedero

Altura del agua sobre el vertedero	Hv		m.
Caudal	Q	0,001457	m ³ /s
Ancho del tanque sedimentador	B	1,5	m

Elaborado por: El Autor

$$H_v = \left[\frac{0,001457}{1,84 * 1,5} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$H_v = 0,0068m$$

Cálculo de la velocidad de arrastre, Se calcula mediante la ecuación (30)

$$V_a = \left[\frac{8k (s - 1) g_d}{f} \right]^{1/2}$$

Dónde:

Tabla 52 Cálculo de la velocidad de arrastre

Constante de cohesión	K	0,05	
Gravedad específica	S	1	
Aceleración de la gravedad	G	9,806	m/s ²
Diámetro de las partículas	D	100	µm
Factor de fricción Darcy- Weisbach	F	0,025	

Elaborado por: El Autor.

$$V_a = \left[\frac{8 * 0,05 (1,25 - 1) 9,806 * 100 * 10^{-6}}{f 0,025} \right]^{1/2}$$

$$V_a = 6,26 * 10^{-2} m/s$$

Cálculo de la tasa de remoción de DBO₅

Los valores constantes “a” y “b”

$$Remoción\ DBO = \frac{t_r}{a + b * t_r} \quad Ecuación\ (31)$$

Dónde:

Tabla 53 Cálculo de la tasa de remoción de DBO₅

Tiempo de retención	Tr	3,8	h.
Constante empírica	a.	0,018	
Constante empírica	b.	0,02	

Elaborado por: El Autor

$$Remoción\ DBO = \frac{3,8\ h}{0,018 + (0,02 * 3,8)}$$

$$Remoción\ DBO = 40,4\ \%$$

Cálculo de la tasa de remoción de Sólidos Suspendidos Totales

Se calcula con la ecuación (32)

$$Remoción\ SST = \frac{t_r}{a + b * t_r}$$

Tabla 54 Cálculo de la tasa de remoción de S S T.

Tiempo de retención	Tr	3,8	h.
Constante empírica	a	0,0075	
Constante empírica	b	0,014	

Elaborado por: El Autor

$$\text{Remoción SST} = \frac{3,8}{0,0075 + (0,014 * 3,8)}$$

$$\text{RemociónSST} = 62.60\%$$

Diseño de la planta difusora.

Determinación del área total de los orificios, Se calcula mediante la ecuación (33)

$$A_{To} = \frac{Q}{v_0}$$

Dónde:

Tabla 55 Diseño de la planta difusora

Área total de los orificios	A_{To}		m^2
Caudal	Q	0,001457	m^3/s
Velocidad de paso entre los orificios (propuesto)	V_0	0,1	m/s

Elaborado por: El Autor

$$A_{To} = \frac{0,001457 \text{ m}^3/s}{0,1 \text{ m/s}}$$

$$A_{To} = 0,01457 \text{ m}^2$$

A continuación de se calcula los orificios de la pantalla difusora que va obligar el agua a moverse por la caja del sedimentador con flujo pisto.

La pantalla se ubicara a 0,7 m de la entrada del agua en el sedimentador y está compuesta por un numero de orificios que cumplen que el área total de todos ellos cumplen la ecuación (34) asumiendo que la velocidad de paso entre orificio será 0,1 m/s.

$$A_{to} = \frac{Q}{V_0}$$

$$A_{to} = \frac{0,001457}{0,1}$$

$$A_{to} = 0,01457 \text{ m}^2$$

Determinación del área de cada orificio, Se calcula mediante la ecuación (35)

$$A_0 = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2$$

Dónde:

Tabla 56 Determinación del área de cada orificio

Área de cada orificio	A_0		m^2
Diámetro de cada orificio(propuesto)	D_0	0,025	m

Elaborado por: El Autor

$$A_0 = \pi \left(\frac{0,025}{2} \right)^2$$

$$A_0 = 0,0005 \text{ m}$$

Determinación del número de orificios, Se calcula mediante la ecuación (36)

$$n = \frac{A_{To}}{A_0}$$

Dónde:

Tabla 57 Determinación del número de orificios

Número de orificios	n.		#
Área total de los orificios	A_{to}	0,01457	m^2
Área de cada orificio	A_0	0,0005	m

Elaborado por: El Autor

$$n = \frac{0,01457m^2}{0,0005 m} \quad n = 30$$

Determinación de la porción de la altura de la pantalla difusora con orificios, Se calcula mediante la ecuación (37)

$$H_{pd} = H - \left(\frac{2}{5} * H\right)$$

$$H_{pd} = 2,5m - \left(\frac{2}{5} * 2,5m\right)$$

$$H_{pd} = 1,50 m$$

Determinación del espacio entre filas de orificios, Se calcula con la ecuación (38)

$$a_1 = \frac{H_{pd}}{nf}$$

Considerando que:

Tabla 58 Determinación del espacio entre filas de orificios

Número de filas de orificios (propuesto)	Nf	5
Número de columnas de orificios	Nc	6

Elaborado por: El Autor

$$a_1 = \frac{1,5 m}{5}$$

$$a_1 = 0,3 m$$

Determinación del espacio entre columnas de orificios, Se calcula mediante la ecuación (39)

$$a_2 = \frac{b_{pd}}{nc + 1}$$

$$a_2 = \frac{1,15 \text{ m}}{6 + 1} \qquad a_2 = 0,16 \text{ m}$$

6.10. Dimensionamiento del sistema lagunar.

6.10.1. Dimensionamiento de laguna anaeróbica.

Para el diseño de lagunas se tomaron las siguientes consideraciones:

- La demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) tomado para el diseño es de 291,82 mg/L promedio que es el valor arrojado en la caracterización de las aguas residuales en la salida del camal municipal de Lago Agrio.
- Caudal de diseño $125,9 \text{ m}^3 / \text{día}$
- La profundidad de la laguna será de 4,6 m
- La temperatura ambiente del mes más frío es de 25 °C
- La constante global de eliminación del DBO_5 para aguas residuales es de $K = 0.251 \text{ día a } 20 \text{ °C}$
- El coeficiente que permite convertir k de 20 °C a la temperatura del agua es $\theta = 1.06$ (Raimalho, 1996.)
- La profundidad útil del estanque anaeróbico que permita un adecuado funcionamiento es de 4 m con una altura para el depósito 0,6 m
- La eficiencia esperada en la eliminación de la DBO_5 es de 35%

Determinación del parámetro Kt

Representa la relación entre el porcentaje remanente de la de DBO_5 después del tratamiento y el factor de dispersión de la laguna.

El parámetro Kt para un 35 % de eficiencia de reducción de la DBO_5 y un factor de dispersión $d= 0.5$ es $Kt = 2.7$

Donde:

K = es el coeficiente global de eliminación de la DBO_5 en días

t = es el tiempo de retención hidráulica

El coeficiente de temperatura permite transformar la K a 20 °C la temperatura del agua de la laguna. Se realiza con la ecuación (40).

$$K_T = K_{20} \theta^{(T-20)}$$

Donde:

θ = Es el coeficiente de temperatura 1,06

K_{20} = Es el valor del coeficiente global de eliminación de la DBO_5 a los 20 °C =0,25 días.

T = es la temperatura del mes más frío 25 °C

$$K_{25} = 0,25/\text{dia} * 1.06^{(25-20)}$$

$$K_{25} = 0,33 \text{ dia}$$

El tiempo de retención hidráulico es el tiempo que debe permanecer el agua para que pueda efectuarse la depuración. Para $Kt = 2.7$ el tiempo de retención es, se lo realiza con la ecuación (41)

$$0,33/\text{dias} * (t) = 2.7$$

$$t = 2.7/0,33d^{-1}$$

$$t = 8 \text{ dias}$$

Volumen de la laguna el calculamos con la ecuación (42)

$$V = Q * t$$

Donde:

V= es el volumen de la laguna

t = es el tiempo de retención 8

Q es el caudal de agua residual 125,9 m^3 / dia

$$V = 7,26 m^3 / dia * 8 dias$$

$$V = 1007.2 m^3$$

Área de la laguna se lo realiza con la ecuación (43)

$$A = V / h$$

Donde:

A= es área útil de la laguna

V= es el volumen útil $V = 1007.2 m^3$

h= es la profundidad del lago de 4,6 m

$$A = 1007.2 m^3 / 4,6 m$$

$$A = 218 m^2$$

$$A = 0.0218ha$$

Carga superficial en $kg.DBO_5/ha.dia$. Con la ecuación (44)

$$C_s = \frac{V * mgDBO_5/l}{A}$$

$$C_s = \frac{125,9 m^3 * 291.82mg/l * 1/1000kg/g}{0,0218 ha}$$

Carga superficial = 1685 $kg.DBO_5/ha.dia$

Área de las lagunas

Para dar un mejor desempeño del funcionamiento las lagunas se diseñaran en dos módulos en forma paralela, con la finalidad de que cuando uno de los módulos este siendo sometido a limpieza y mantenimiento, el otro sirva para captar todo el caudal generado. Se realiza con la ecuación (45)

$$\frac{A}{2} = 109m^2$$

Volumen de cada laguna calcula con la ecuación (46)

$$V = A x h$$

$$V = 109m^2 x 4,6$$

$$V = 501.4 m^3$$

Dimensionamiento, generalmente se toma una relación largo : ancho igual a 2:1 se lo realiza con la ecuación (47)

$$\text{Ancho} = \left(\frac{A}{2}\right)^{1/2}$$

$$\text{Ancho} = \left(\frac{109 \text{ m}^2}{2}\right)^{1/2}$$

$$\text{Ancho} = 10 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 11 \text{ m}$$

6.10.2. Dimensionamiento de la laguna facultativa.

Las principales consideraciones y las bases de los cálculos se describen a continuación:

- La DBO_5 afluente considerando que la carga inicial se ha reducido en un 35% es
- La temperatura del agua es del mes más frío es de 25 °C ya porque su reducida profundidad las lagunas facultativas reciben radiación en toda su columna.
- La constante global de eliminación de la DBO_5 es de 0,25 / día a 20 °C
- El coeficiente de temperatura es de 1.06 (Ramalho, 2003)
- La profundidad útil típica de un estanque facultativo es de 1.5 m
- El factor de dispersión es de 0,5
- La eficiencia esperada en la eliminación de la DBO_5 es del 90%
- El caudal de agua residual es de 125.9 m^3 / día

Calculo del volumen y área de la laguna facultativa

El parámetro Kt para un 90% de eficiencia de reducción de la DBO_5 y un factor de dispersión de $d = 0.5$ es $Kt = 4.5$ (Metcalf & Eddy, 1996).

Donde.

$K =$ es el coeficiente global de eliminación de la DBO_5 en $dias^{-1}$

$t =$ es el tiempo de retención hidráulica

El coeficiente de temperatura es, el cual se calcula con la ecuación (48)

$$k_T = k_{20} \theta^{(T-20)}$$

$\theta =$ es el coeficiente de temperatura 1.06

$k_{20} =$ es el valor del coeficiente de eliminación de la DBO_5 a los 20 °C

$$k_{25} = 0,25 / dia * 1,06^{(25-20)}$$

$$k_{25} = 0,3$$

El tiempo de retención hidráulica para $Kt = 4.5$ es. Ecuación (49)

$$0,3 / dia * (t) = 4,5$$

$$t = 4,5 / 0,3^{-d}$$

$$t = 15 dias$$

Volumen necesario se calcula con la ecuación (50)

$$V = Q * t$$

Donde:

V = es el volumen de la laguna

t = es el tiempo de retención a 11 días

Q= es el caudal de agua residual es de $125.9 \text{ m}^3/\text{día}$

$$V = 125.9 \text{ m}^3/\text{día} * 15 \text{ días}$$

$$V = 1888,5 \text{ m}^3$$

Área de la laguna se lo calcula con la ecuación (51)

$$A = V / h$$

Donde:

A= es área útil de la laguna

V= es el volumen útil

h= es la profundidad del lago de 1,5 m

$$A = \frac{1888,5 \text{ m}^3}{1,5 \text{ m}}$$

$$A = 1259 \text{ m}^2$$

$$A = 0,13 \text{ ha}$$

Carga superficial se lo calcula con la ecuación (52).

$$C_s = \frac{V * mgDBO_5/l}{A}$$

$$C_s = \frac{125,9 \text{ m}^3/\text{día} * 102.14\text{mg/l} * 1/1000\text{kg/g}}{0,13 \text{ ha}}$$

$$C_s = 98,9 \text{ kg.DBO}_5/\text{ha.día}$$

Dimensionamiento, generalmente se toma una relación largo: ancho igual a 2:1 se lo realizo con la ecuación (53)

$$\text{Ancho} = \left(\frac{1259 \text{ m}^2}{2} \right)^{1/2}$$

$$\text{Ancho} = 25 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 50 \text{ m}$$

G. DISCUSIÓN

7.1. Realizar los análisis físicos químicos y microbiológicos de las aguas residuales del camal Municipal del Cantón Lago Agrio.

De acuerdo a los resultados obtenidos en estudio de “diagnóstico ambiental y plan de manejo para el camal municipal de Zapotillo” realizado por Karla Yovanna Briceño Soto, (2009) el trabajo realizado en un área con las mismas características y condiciones que del camal municipal del Cantón Lago Agrio, el promedio de reces faenadas es de 43 cabezas de ganado bovino y 12 cabezas de ganado porcino, datos que coinciden con el mismo número de animales para el sacrificio en nuestro centro de faenamiento, al igual que generan un caudal de efluente aproximado de 1,6 L/s, dato importante, porque es un indicador, que en el camal de Lago Agrio se está aprovechando el recurso agua de una manera eficiente, el caudal del efluente que se genera es de 0,4 a 1 L/s.

En cuanto a los resultados de laboratorio de la caracterización del efluente, los análisis físicos, químicos y microbiológicos del estudio realizado por Karla Yovanna Briceño Soto, (2009) establecen que los sólidos disueltos totales (SDT) tiene un valor de 362 mg/l; en el camal de Lago Agrio este parámetro presenta un valor de 3.627,40 mg/l, valor que supera al del camal zapotillo; según la norma ambiental vigente TULSMA (2007) valor del límite máximo permisible, de los sólidos disueltos totales (SDT) es de 1.600 mg/l.

Al igual que la demanda biológica de oxígeno (DBO_5) en el estudio realizado por Karla Yovanna Briceño Soto, (2009), tiene un valor de 363,5 mg/l y la demanda química de oxígeno (DQO) tiene un valor de 836 mg/l; mientras que en el camal de Lago Agrio, la demanda biológica de oxígeno (DBO_5) es de 207,67 mg/l, y la demanda química de oxígeno (DQO) 261,07 mg/l, valores que en el camal de Zamora son altos a los valores registrados

en el camal de Lago Agrio, concluyendo que estos dos parámetros no cumplen con los límites máximos permisibles cuyos valores estipulados según el TULSMA (2007) para la demanda biológica de oxígeno (DBO_5) es de 100 mg/l y para la demanda química de oxígeno (DQO) es de 250 mg/l.

Que sobrepasan los límites máximos establecidos por el TULSMA para y, los coliformes fecales que llegaron a $8,7 \times 10^3$ UFC/100ml. los cuales llega a la conclusión que se encuentran por encima de los límites permisibles para la descarga a un cuerpo de agua dulce.

Al comparar con los resultados de los Coliformes fecales $1,39 \times 10^5$ Col/100 ml, Coliformes totales $1,6 \times 10^5$ Col/100 ml los cuales llega la conclusión que se encuentra por encima de los límites permisibles.

7.2. Determinar la eficiencia de la laguna de oxidación de Aguas Residuales del camal municipal del Cantón Lago Agrio

Según Cisneros, (2001) en la evaluación de la eficiencia de lagunas anaeróbicas y sistemas de tratamiento concluye en su estudio la eficiencia de una laguna de oxidación para descontaminar agua residual industrial la eficiencia que debe realizar es de 70% a 85% con respectivos procesos preliminares que ayuden a eliminar y disminuir los contaminantes para que así la laguna de oxidación tenga una eficiencia necesaria.

En nuestro estudio para determinar la eficiencia de la laguna de oxidación del camal municipal del cantón Lago Agrio se pudo demuestra al no contar con procesos preliminares que ayuden a bajar el grado de contaminante que ingresan al sistema la eficiencia de la laguna es ineficiente y está contaminado al cuerpo de agua dulce como es el estero Estrella Aguarico.

7.3. Establecer una propuesta que minimice la contaminación al Estero Estrella Aguarico

Según Gutierrez M, & Marrero D, (2006) Las lagunas anaerobias se utilizan normalmente como primera fase en el tratamiento de aguas residuales urbanas o industriales con alto contenido en materia orgánica biodegradable. El objetivo primordial de estas lagunas es la reducción de contenido en sólidos y materia orgánica del agua residual, y no la obtención de un efluente de alta calidad. Por esta razón, las lagunas anaerobias operan en serie con lagunas facultativas. Generalmente se utiliza un sistema compuesto por al menos una laguna de cada tipo en serie, para asegurar que el efluente final de la planta depuradora va a poseer una calidad adecuada durante todo el año.

Como los resultados obtenidos en la determinación de eficiencia de la laguna de oxidación construida y puesta en marcha previamente no está cumpliendo con la disminución de los contaminantes que establece la Norma TULSMA tabla 12 y los resultados lo demuestran los cuales están representados en la tabla N° 29 y tabla N° 30.

Por la problemática que una laguna de oxidación no es suficiente para la realizar dicho tratamiento y con la obtención de la bibliografía necesaria se propone en este estudio la utilización de dos lagunas anaerobias en paralelo y una laguna facultativa previo al paso por las rejillas para la separación de sólidos gruesos y el sedimentados que ayudara a la eliminación de los sedimentos.

H. CONCLUSIONES

- Las pruebas realizadas con la caracterización del agua residual industrial del camal municipal del cantón Lago Agrio emitieron resultados adecuados para obtener información necesaria con el propósito de desarrollar la investigación, mediante la información de los análisis y sus resultados se puede ver en la tabla N° 29 la cual confirmo el grado de tratamiento que se le deberá dar al agua residual industrial del camal para así de esta manera descargarla al medio ambiente.
- EL proceso que se realiza en la laguna de oxidación que realiza el tratamiento de agua residual del camal municipal del cantón Lago Agrio el mismo que no está cumpliendo con la eficiencia requerida, debido que sus características físicas, químicas y microbiológicas ejecutadas en el afluente y efluente para determinar su eficiencia en porcentaje de remoción de los contaminantes: solidos totales 35.83%, DBO₅ 28.88%, DQO 24.64%, coliformes totales 43.88%, coliformes fecales 89.49%.
- El análisis realizado de las aguas residuales del camal Municipal del cantón Lago Agrio se concluye que los niveles de contaminación de las aguas están por encima de las establecidas en el TULSMA, por lo que se ve en la obligación de tomar medidas correctivas que disminuyan la contaminación del estero estrella aguarico, con la relación del DQO/DBO₅ la cual permite biodegradación por métodos biológicos y con la necesidad de realizar un diseño por medio del dimensionamiento basados en la bibliografía se propone la implementación de rejas, un sedimentados, dos lagunas anaeróbicas en paralelo y una laguna facultativa dichos procesos disminuirán la contaminación.

I. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que debe haber personal calificado para que pueda realizar evaluaciones periódicas a los sistemas de tratamiento de residuales para verificar que los resultados se encuentren dentro parámetros de control exigidos por las leyes ambientales del país.
- Determinar un manejo adecuado para la realización del mantenimiento preventivo de todos los procesos que constituyen el sistema de tratamiento de la Planta de Aguas Residuales Industriales.
- Implementar un plan de concientización dirigido a la colectividad en general sobre la importancia y los beneficios que trae el uso de los sistemas de tratamiento.
- Las aguas residuales industriales del Camal Municipal del cantón Lago Agrio por estar compuesta de altos grados contaminantes tanto en DBO₅, DQO, sólidos totales, sólidos sedimentables, coliformes fecales se recomienda realizar una planta de tratamiento que ayude a devolver al agua sus propiedades reglamentarias que no generen contaminación al medio ambiente

J. BIBLIOGRAFÍA

- Rodríguez Rosales, M. G. (2009). *Tratamiento de aguas residuales con MATLAB* (Vol. II). Mexico: Reverte, S.A.
- Gil , M. R. (2006). *Depuración de aguas residuales: modelización de procesos de lodos activos* (Vol. I). Madrid, España.
- Méndez , R. P. (2007). *Producción limpia en la industria de curtiembre* (Vol. I). (R. Mendez, Ed.)
- Rigola , M. L. (2012). *Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales*. Barcelona, España: Marcombo,S.A.
- Sepúlveda , R. M. (2012). *El agua en el medio ambiente: muestreo y análisis*. Baja california, Mexico: Plaza y Valdes, S.A.
- AGroprecisión. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Lago Agrio Provincia de Sucumbios*. Recuperado el Martes de Enero de 2014, de http://www.sucumbios.gob.ec/ordenamiento_/index.php/pdot-cantones/lago-agrio
- Aguilar, I. (2012). *Tratamiento físico-químico de aguas residuales: coagulación-floculación*. Murcia, España.
- Allende, A. I. (2001). *Diseño hidráulico de plantas de tratamiento para aguas residuales*. Cuba: ENPSES.
- Alvaro, O. J. (2010). *Bioingeniería de Aguas Residuales* (Vol. II). Bogota, Colombia: Acodal, S.A.
- Ambiente, T. s. (01 de Agosto de 2013). *Residuos Sólidos*. Obtenido de Residuos Sólidos: <http://todosobreelmedioambiente.jimdo.com/residuos-s%C3%B3lidos/>
- American Water Works Association. (2012). *Planificación para emergencias en empresas de servicios de agua*. Estados Unidos de América: ISBN 978-1-61300-138-7.
- Arenas, J. A. (2008). *Diccionario técnico y jurídico del medio ambiente*. España: MacGraw-Hill.
- Armenta, M., Daniels, D., Días, L., Jimenes, D., & Sierra, L. (2012). *academia.edu*. Obtenido de Metodología Conesa para la evaluación de impactos ambientales.

- Barnes, G. (1967). *Tratamiento de aguas negras y desechos industriales* (1ra ed.). UTEHA.
- Briceño, K. (2009). *Diagnosticoambiental y plan de manejo para el camal de zapotillo*. Tesis.
- Brière, F. (2005). *Distribucion de Agua Potable y Colecta de Desages y de Agua de Lluvia*. Canada: Andrée Laprise.
- Buenas Practicas. (18 de Junio de 2014). *Boletin CF+S--Especial sobre RESIDUOS*. Obtenido de Boletin CF+S--Especial sobre RESIDUOS: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/n2glosar.html>
- BUREAU VERITAS. (2008). *Manual para la información en medio ambiente*. España: Lex Nova, S.A. Recuperado el Martes de Enero de 2015, de <https://books.google.com.ec/books?id=Jv=onepage&q&f>
- Bustos, F. (2013). *Manual de Gestion y Control Ambiental*. Quito: R. N. Industria Grafica.
- CARE - AVINA. (2012). *Programa de Fortalecimiento de Capacidades. Módulo 5 Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable*. Ecuador.
- Castells Xavier E. . (2012). *Mètodo de valorizaciòn y tratamiento de residuos municipales*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Castells Xavier Elias. (2012). *Mètodos de valorizaciòn y tratamiento de residuos municipales*. Madrid: Ediciones Dias de Santos.
- Castells, X. E. (2012). *Sistemas de tratamiento térmico. Procesos a alta temperatura: la vitrificación y el plasma termico* (Vol. II). (E. Díaz, Ed.) Madrid, España.
- Centro de producción mas Limpia de Nicaragua. (2003). *Maunua de buenas practicas operativas de producción más limpia para la industria de mataderos*.
- Centro Panamericano de Ingenieria Sanitaria (CEPIS). (2007). *Guia para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. Lima. Recuperado el Martes de Noviembre de 2014
- CEPAL. (2005). *Políticas e instrumentos para mejorar la gestión ambiental de las pymes en Colombia y promover su oferta en materia de bienes y servicios ambientales*. Santiago de Chile: CEPAL.

- Chagollán, F., López, I., Ávila, A., Campo, J. M., Reyes, S., & Cervantes, C. (2006). *Educación Ambiental*. Jalisco, México: Umbral Editorial S.A. de C.V.
- CLIMATE-DATA.ORG. (2015). *Clima NuevaLoja (Lago Agrio)*. Obtenido de Clima NuevaLoja (Lago Agrio): <http://es.climate-data.org/location/2965/>
- Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (Cuarta ed.). Madrid: Mundi-Prensa.
- Crites, R., & Tchobanoglous, G. (2004). *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Colombia: McGrawHill.
- Distancia, U. N. (2009). *UNAD*. Obtenido de UNAD: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/leccin_10_mtodo_para_la_caracterizacin.html
- ECUADOR, I. (2015). *Climatología*. Obtenido de Climatología: <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea32s/ch13.htm>
- Ernesto, M. L. (2011). *Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos del Mercado Central del Cantón Esmeraldas*. Riobamba: Ecuador.
- Fernández, R. (2006). *Sistemas de gestión de la calidad, ambiente y prevención de riesgos*. San Vicente- Perú: Club Universitario.
- Fred Kerlinger. (2002). *Investigación del Comportamiento*. California: California State University.
- Galvín, R. M. (2006). *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos tratamiento y control de calidad de aguas*. España: Ediciones Díaz de Santos, S.A. Recuperado el Miercoles de Agosto de 2015, de <https://books.google.com.ec/books?id=onepage&q&f>
- García, B. M. (2006). *Higiene e inspección de carnes*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Gobierno Autono Descentralizado Sucumbios. (2011). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2011-2020*.
- Gómez, L. (2005). *Identidad y medio ambiente: enfoques para la sustentabilidad de un bien común*. México: Siglo XXI Editores Mexico.
- (2008). *Impactos Ambientales y actividades productivas*. Recuperado el Lunes de Enero de 2015, de www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=194

- INAMHI. (2014). *Anuarios Meteorológicos; Estación Lumbaqui*. Quito, Ecuador.
- INAMHI ECUADOR. (2015). *Climatología*. Obtenido de Climatología: <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea32s/ch13.htm>
- La Comisión para América Latina y el Caribe(CEPAL). (2012). *Diagnóstico de las estadísticas del agua en Ecuador*. Recuperado el Lunes de Abril de 2015, de <http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20Ilic%202012-2.pdf>
- López Vazquez, R., & Casp Vanaclocha, A. (2004). *Tecnología de Mataderos*. Madrid: Mundi-Prensa. Recuperado el Martes de Abril de 2015
- López, N. (2009). *Propuesta del Programa para el Manejo de los residuos sólidos en la Plaza de Mercado de Cerete, Cereabastos - Córdova*. Córdova.
- Lothar , M. H. (2006). *Lagunas para el tratamiento de desechos industriales*. Lima, Peru.
- Manahan, S. (2006). *Introducción a la química ambiental*. Mexico D.F.
- Mara. (2013). *Aguas residuales y tratamientos de efluentes cloacales caracterización ,generalidade, definición y origen*.
- Martínez, V. (2012). *Estudio para el tratamiento, manejo y disposición de lodos generados en plantas de tratamiento de agua potable*. Quito: Universidad Politécnica Nacional.
- Menéndez Gutierrez, C., & Diaz Marrero, M. (2006). *Lagunas Diseño, Operación y Control*. Recuperado el miercoles de abril de 2015, de <http://www.google.com/url?>
- Merino, L. M. (2006). *La depuración de aguas residuales urbanas de pequeñas poblaciones mediante infiltración directa en el terreno* (Vol. II). España.
- MÉTODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUAS POTABLES Y RESIDUALES". APHA, AWWA, WPCF. 17 Edición.
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente*. Quito: Inteligencia Jurídica.

- Muñoz, A. H., Lehmann, A. H., & Martínez, P. G. (2006). *Manual de Depuración URALITA*. Paraninfo S.A.
- Nelson, L. (2006). *Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos*. Madrid, España: Felipe Méndez, S.A.
- OCDE. (2007). *Directrices y obras de referencia del CAD. La evaluación ambiental estratégica. Una guía de buenas prácticas en la cooperación para el desarrollo*. Francia: ISBN.
- OPS. (2005). *Programa de Calidad Ambiental y Saneamiento Básico. La desinfección del Agua*. Charlorine Chemistry Council.
- Orozco, C. B., & Pérez, A. (2011). *Contaminación ambiental: una visión desde la química*. España: Paraninfo.
- Orozco, C., Cantarero, V., & Rodríguez, J. F. (2007). *El Tratamiento anaeróbico de los residuos del café: una alternativa energética para la disminución del impacto ambiental en el sector*.
- Osina, M. R. (2011). *Evaluación de la calidad de las aguas del río Katari, la Paz, Bolivia. Mediante un modelo matemático*. La Paz, Bolivia.
- Pancrota, M. T. (1986). *Screening equipment handbook for industrial and municipal water and wastewater treatment*. USA: Technomic Publishing Co. Inc.
- PDOT Reventador. (2011). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia "El Reventador"*. Sucumbíos, Ecuador.
- PDOT Sucumbíos. (2011). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Sucumbíos*.
- Programa Ambiental ANAM-PAM-BID. (2005). *Producción más limpia para el sector de beneficio de ganado bovino y porcino*.
- Ramallo, R. S. (2013). *Tratamiento de agua residuales*. Sevilla, España: Reverté, S.A.
- Ramírez, G. (2003). *Manejo de lodos producidos en la planta de tratamiento de agua potable, planta II, del municipio de Cartago, Valle (tesis)*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Ramos, R., Sepúlveda, R., & Villalobos, F. (2009). *El agua en el medio ambiente, muestreo y análisis* (1ra ed.). México: Plaza y Valdés, S.A.
- Restrepo, M. (2006). *Producción más Limpia en la Industria Alimentaria*.

- Rodriguez, B. E. (2008). *Aplicaciones en Venezuela del tratamiento de las aguas residuales y su utilización*.
- Rojas, Ó. (2006). *Manual Básico para Medir Caudales*. Quito, Ecuador: FONAG.
- Romero, J. (2011). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Bogota, Colombia: Escuela colombiana de ingeniería.
- Sainz Sastre, J. A. (2007). *Tecnologías para la sostenibilidad: procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales* (Vol. I). Madrid, España.
- Scragg, A. (2008). *Bioteología para ingenieros sistemas biológicos en procesos tecnológicos*. Limusa.
- Segura, S. M. (2014). *Principios básicos de contaminación ambiental* (Vol. I). Toluca, Mexico.
- SEMARNAT, Subsecretaria de Gestion para la Protección Ambiental de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1998). *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales*. Mexico.
- Seoáñez, M. (2008). *Medio ambiente y desarrollo: Manual de gestión de los recursos en función del medio ambiente*. España: Mundi-Prensa.
- Signorini, M., & Civit, S. (2006). *Evaluación de riesgos de los rastros y mataderos municipales*. Mexico D.F. Recuperado el Lunes de Febrero de 2015, de <https://www.google.com/search?>
- Tchobanoglous, G., & Schroeder, E. (1985). *Calidad del agua: Características, Modelado*, Addison Wesley.
- Valverde Valdés, T., Santana, Z., Meave, J., & Carabias, J. (2005). *Ecología y medio ambiente*. México: Pearson Educación.
- Veall, F. (2009). *Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo*. Roma.
- Zuñiga, C. (2011). *Texto Básico de Economía Agrícola: su importancia para el desarrollo local sostenible*. Nicaragua: Universitaria .

K. ANEXOS

Anexo 1 Fotografías.



Laguna de oxidación de las aguas residuales del camal Municipal



Descarga de las aguas residuales del camal Municipal



Muestreo del agua residual para su análisis



Anexo 2 Criterios Generales de Descarga de Efluentes.

Límites máximos permisibles para descarga a un cuerpo de agua dulce Tabla 12 del TULSMA			
Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0

Límites máximos permisibles para descarga a un cuerpo de agua dulce Tabla 12 del TULSMA			
Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos	TPH	mg/l	20,0
Totales de Petróleo			
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Sólidos totales		mg/l	1 600
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0

Fuente: Texto unificado de legislación medioambiental

Anexo 3 Métodos de laboratorio

Método SM 4500-H + B

Tabla 59 Potencial hidrogeno, pH

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	PROCEDIMIENTO
El pH parámetro que nos indica la acidez o alcalinidad del agua, varía de 1 a 14. Si el agua posee un pH menor a 7 se considera acida, caso contrario básico, igual 7 neutra.	<ul style="list-style-type: none">• pH- metro• Vaso de precipitación 250ml	<ul style="list-style-type: none">• Agua destilada	<ul style="list-style-type: none">• Calibra en pH-metro• En un vaso limpio de vidrio poner un volumen de muestra suficiente que cubra electrodo de vidrio• Sumergir el electrodo en la muestra y suavemente agitar• Anote el valor de la lectura en el protocolo de trabajo

Fuente: Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17.

Método SM 2540 B

Tabla 60 Sólidos totales

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	PROCEDIMIENTO
Sólidos se refieren a la materia suspendida o disuelta en el agua a potabilizar o residual	<ul style="list-style-type: none">• Agitador magnético• Balanza analítica• Equipo de filtración• Bomba de vacío• - Horno para	<ul style="list-style-type: none">• Agua desionizada	Llénese un cono de Imhof hasta la marca de 1000 mL con una muestra del agua bien mezclada. Déjese sedimentar durante 45 minutos, suavemente agite la muestra de los lados el cono, deje la muestra sedimentar nuevamente pero por 15 minutos.

Fuente: Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17.

Método SM 4500 O B

Tabla 61 Oxígeno disuelto

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	PROCEDIMIENTO
Es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y que es esencial para la vida en los cuerpos de agua (ríos, lagunas, embalses)	<ul style="list-style-type: none"> • Oxímetro • Electrodo de membrana • Botellas winkler de 300 mL • Probeta de 100 mL • Pipeta volumétrica de 1 ml -Bureta de 10 ml 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador • Agua destilada y desionizada 	Primero se añade Mn^{2+} (en forma de sulfato de manganeso) a una muestra de 250 mL de agua. Después se añade un reactivo de KI en NaOH. Bajo estas condiciones cáusticas, el oxígeno presente en la muestra oxidará el Mn^{2+} a Mn^{4+} , que precipita como un óxido hidratado de color marrón.

Fuente: Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17.

Método SM 5210 B

Tabla 62 Demanda bioquímica de oxígeno

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	PROCEDIMIENTO
Es una medida de la cantidad de oxígeno requerido para degradar la materia orgánica de una muestra de agua, por medio de una población microbiana heterogénea.	<ul style="list-style-type: none"> • botellas Winkler de 300 mL de capacidad • Agitador magnético. • Probetas para medir la muestra 	<ul style="list-style-type: none"> • Buffer de fosfatos • Solución de glucosa -ácido glutámico 	El método consiste en llenar completamente un frasco con muestra cerrando herméticamente e incubarlo a temperatura establecida durante 5 días. El OD se mide antes y después de la incubación, y la DBO_5 se calcula mediante la diferencia entre el OD inicial y el final.

Fuente: Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17.

Método HACH 800

Tabla 63 Demanda química de oxígeno

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	PROCEDIMIENTO
La demanda química de oxígeno, (DQO), del agua puede considerarse como una medida aproximada de la demanda teórica de oxígeno es decir la cantidad de oxígeno consumido para la oxidación total de los constituyentes orgánicos a productos inorgánicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Bureta de precisión de 10 ml de capacidad graduada en divisiones de 0,02 ml • Pipetas • Matraces 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua desmineralizada, de calidad ISO tipo 1 (Milli Q o equivalente). • Sulfato de mercurio (II). • Dicromato potásico. 	Una muestra es retenida en una solución fuertemente ácida con un exceso conocido de dicromato de potasio (K ₂ Cr ₂ O ₇). Tras la digestión el K ₂ Cr ₂ O ₇ sin reducir restante es titrado con sulfato de amonio ferroso para determinar la cantidad de K ₂ Cr ₂ O ₇ consumida y la materia oxidable se calcula en términos de equivalente en oxígeno.

Fuente: Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17.

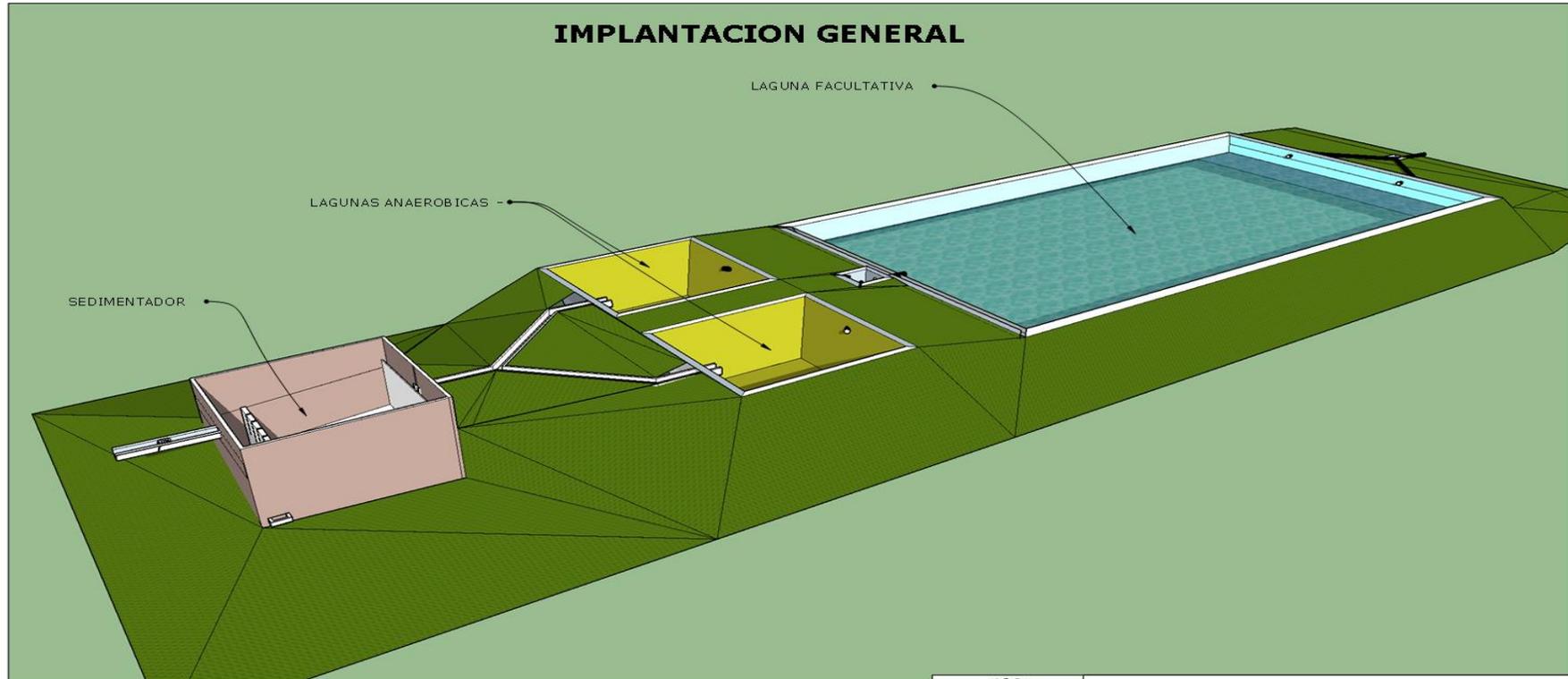
Método SM 9222 D y SM 9222 B

Tabla 64 Coliformes fecales y coliformes totales

CONCEPTO	MATERIAL	REACTIVO	PROCEDIMIENTO
Los coliformes fecales son un subgrupos de los coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44 °C en ves 37°C como lo hacen los totales. Aproximadamente el 95% del grupo de los coliformes presentes en heces están formados por E.Coli y ciertas especies de Klebsiella.	<ul style="list-style-type: none"> • Mechero Busen • Pipeta de 1ml • Membrana milipore 	<ul style="list-style-type: none"> • mc-ColiBlue • mf- ColiBlue • Agua Ultra purificada 	<ul style="list-style-type: none"> • Añadir una ampolla como medio de cultivo en los medios milipore dependiendo del microorganismos a identificar • Para coliformes fecales incubar a 44°C y coliformes totales incubar a 37°C , durante 24 horas

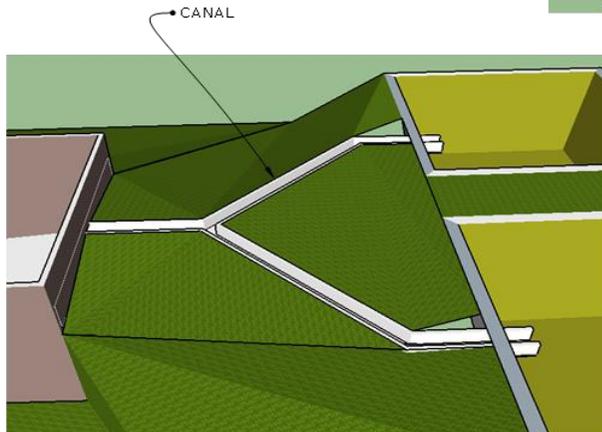
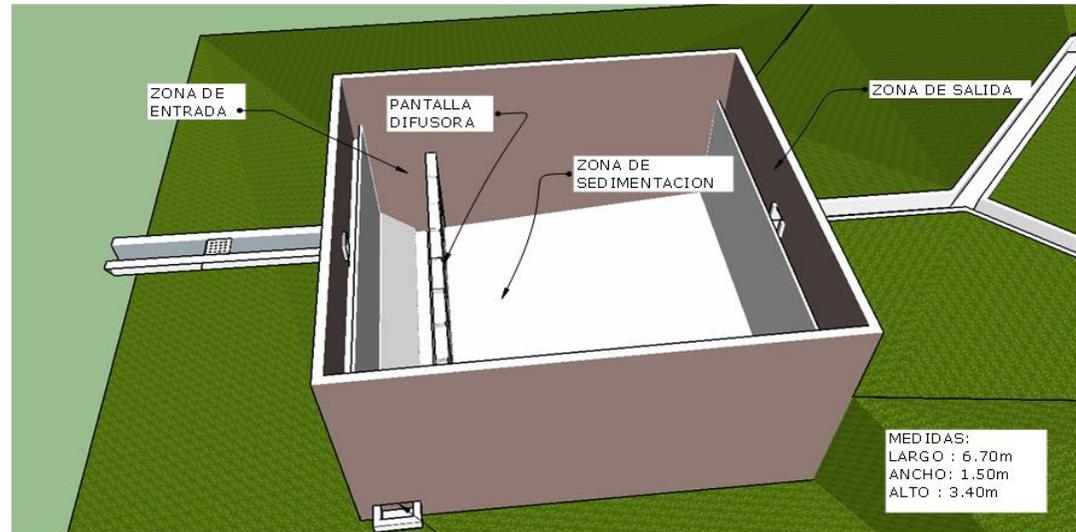
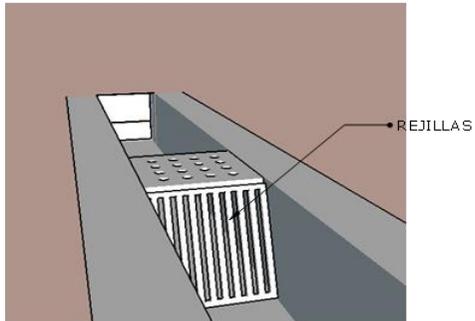
Fuente: Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17

Anexo 4 Planta de tratamiento



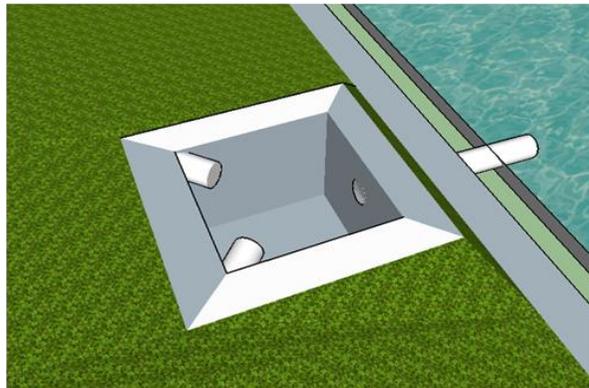
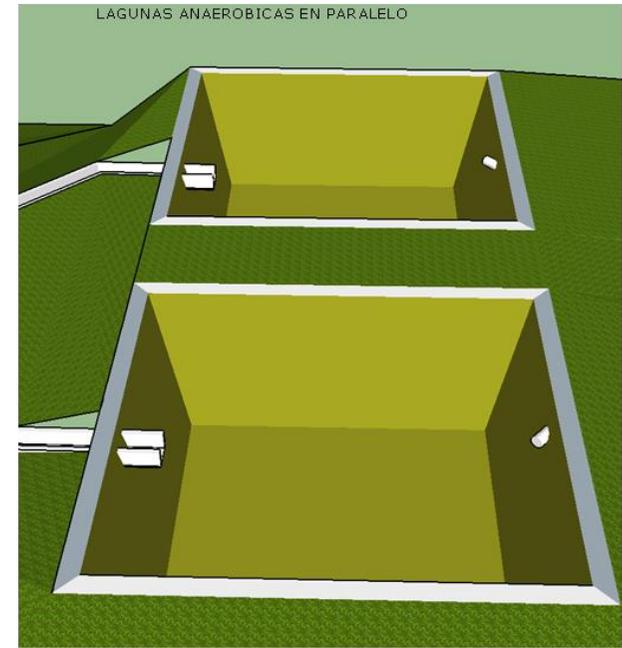
 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA 1859</p>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA	
	PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTON LAGO AGRIO - SUCUMBIOS	
CONTIENE: IMPLANTACION GENERAL		
APROBADO:	DISEÑADO: JOSE LOPEZ	
FECHA: 27-04-2015	ESCALAS: INDICADAS	LAMINA: 1/6

IMPLANTACION GENERAL



EVACUACION DE LODO

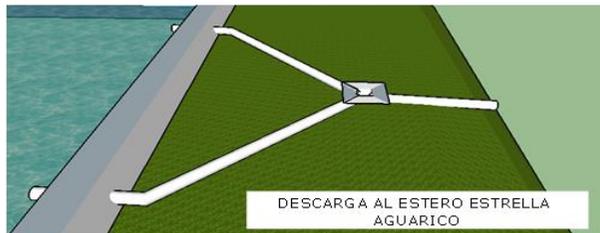
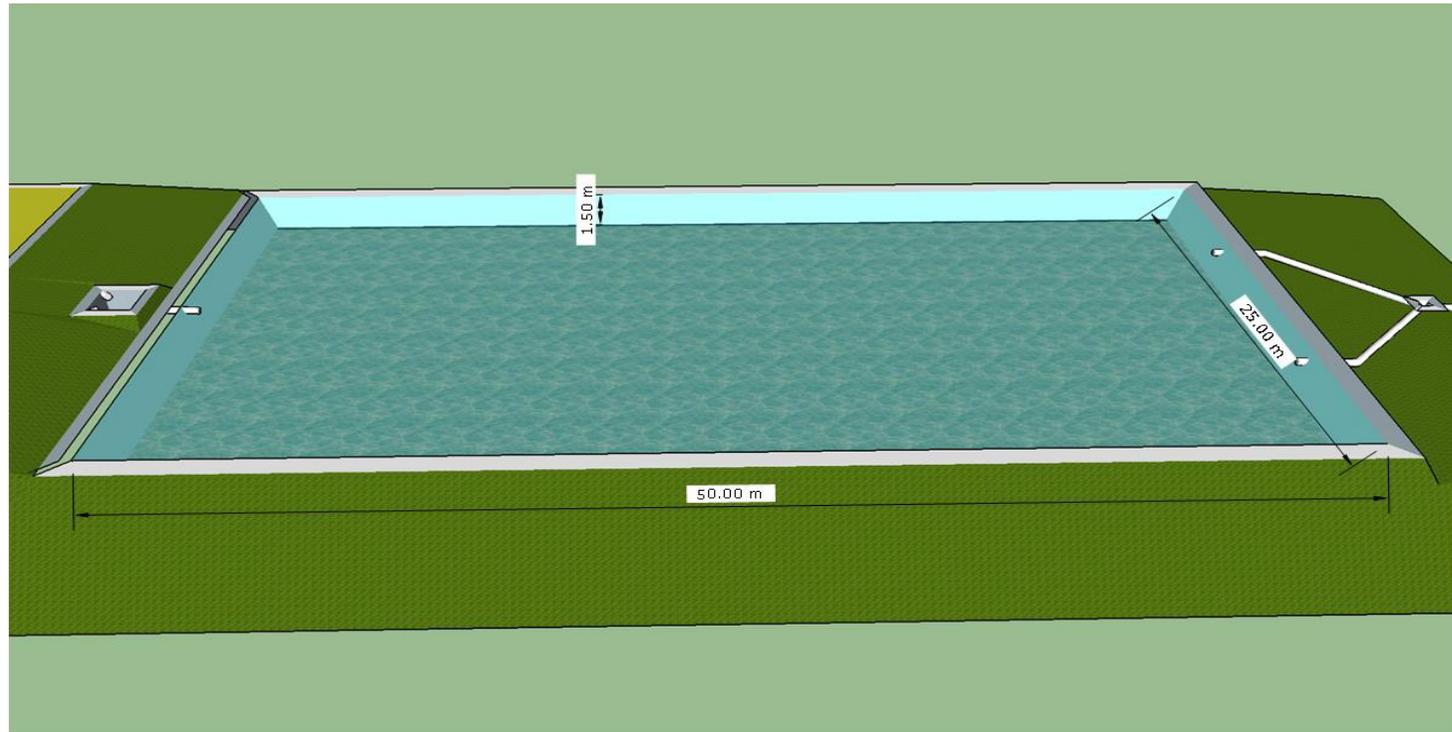
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA	
	PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTON LAGO AGRIO - SUCUMBIOS	
CONTIENE: REJAS , CANAL, SEDIMENTADOR		
APROBADO:		DISEÑADO: JOSE LOPEZ
FECHA: 27-04-2015		ESCALAS: INDICADAS LAMINA: 1/6



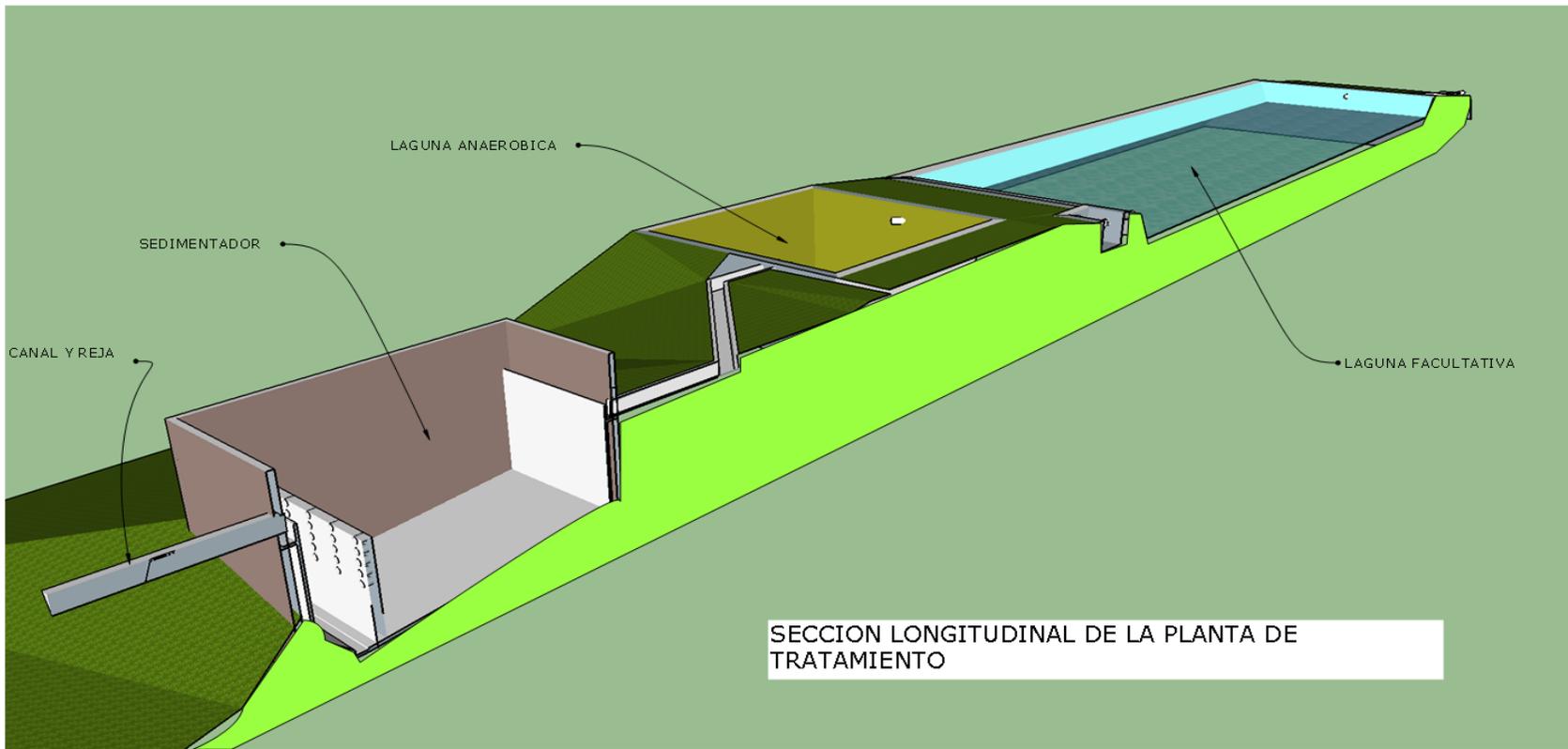
CAJA DE REVISION

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA	
	PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTON LAGO AGRIO - SUCUMBIOS	
CONTIENE: LAGUNAS ANAEROBICAS EN PARALELO, CAJA DE REVISION		
APROBADO:	DISEÑADO: JOSE LOPEZ	
FECHA: 27-04-2015	ESCALAS: INDICADAS	LAMINA: 1/6

LAGUNA FACULTATIVA



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA	
	PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTON LAGO AGRIQ - SUCUMBIOB	
CONTIENE: LAGUNA FACULTATIVA, DESCARGA		
APROBADO:	DISEÑADO: JOSE LOPEZ	
FECHA: 27-04-2015	ESCALAS: INDICADAS	LAMINA: 1/6



SECCION LONGITUDINAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

PROYECTO:
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTON LAGO AGRIO - SUCUMBIOS

CONTIENE:
SECCION LONGITUDINAL DE LA PLANTA

APROBADO:

DISEÑADO: JOSE LOPEZ

FECHA: 27-04-2015

ESCALAS: INDICADAS LAMINA: 1/6

Anexo 5 Resultado del laboratorio (punto del 1 Afluente)

 <p>Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemade S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105		 <p>LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 95 988		
SPS: 14 - 7 917	Análisis de agua		

Coca, 04 de noviembre de 2014

Sr. José López.

Dirección: Lago Agrio.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Sr. José López.
 Fecha hora de toma de muestra.....2 014 10 25 14 : 4 0.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio2 014 10 25 15 : 4 9.
 Fecha del análisis2 014 10 25 a 2 014 11 04.
 Condiciones Ambientales de Análisis... T. Máx: 27,5°C T. Min: 21,0°C
 Código de LabSu **Identificación de la muestra.**
 a 90 53 **Muestra de Agua descarga Camal Municipio ak**

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 90 536	Límite máximo permisible Tabla 1	Límite máximo permisible Tabla 2	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	7,10	304,56	6 - 9	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L	3 621,7 1	**	**	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Oxígeno disuelto	mg/L	0,80	> 6	> 6	PEE-LABSU-35	SM 4500 O B	~
4	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	290,35	2,0	2,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
5	*Demanda química de oxígeno	mg/L	311,35	**	**	PEE-LABSU-89	HACH 8000	~
6	Coliformes totales	Col/100 mL	1,7x10 ⁵	3 000	50	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
7	Coliformes fecales	Col/100 mL	1,4x10 ⁵	600	**	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Registro oficial, marzo del 2003:

Tabla: 1 y 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y doméstico.

Tabla: 1. Las aguas requieren tratamiento convencional.

Tabla: 2. Las aguas requieren solo desinfección.

** = No establecido en la Tabla.

3.- Responsables del Informe:

Autorización: 
Lcdo. Joan Araluce Calderius
DIRECTOR TECNICO




Ing. Homero Vela W.
RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>LABSU Laboratorio de Suelo, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105		 LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003
	INFORME DE ENSAYO N°: 95 989		
SPS: 14 - 7 917	Análisis de agua		

Coca, 05 de noviembre de 2014

Sr. José López.

Dirección: Lago Agrio.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Sr. José López.
 Fecha hora de toma de muestra 2 014 10 26 15:27.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 10 26 16:30.
 Fecha del análisis 2 014 10 26 a 2 014 11 05
 Condiciones Ambientales de Análisis... T. Máx: 27,5°C T. Mín: 21,0°C
 Código de LabSu **Identificación de la muestra.**

a 90 63 **Muestra de Agua descarga Camal Municipal Muestra 2**

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 90 536	Límite máximo permisible Tabla 1	Límite máximo permisible Tabla 2	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	8,10	304,56	6-9	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L	3 520,7 6	**	**	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Oxígeno disuelto	mg/L	1,0	> 6	> 6	PEE-LABSU-35	SM 4500 O B	~
4	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	290,60	2,0	2,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
5	*Demanda química de oxígeno	mg/L	350,4 5	**	**	PEE-LABSU-89	HACH 8000	~
6	Coliformes totales	Col/100 mL	1,7x10 ⁵	3 000	50	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
7	Coliformes fecales	Col/100 mL	1,4 5x10 ⁵	600	**	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Registro oficial, marzo del 2003:

Tabla: 1 y 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y doméstico.

Tabla: 1. Las aguas requieren tratamiento convencional.

Tabla: 2. Las aguas requieren solo desinfección.

** = No establecido en la Tabla.

3.- Responsables del Informe:

Autorización: 
Lcdo. Joan Araluce Calderías
 DIRECTOR TÉCNICO




Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>LABSU Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105		 LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003
	INFORME DE ENSAYO N°: 95 990		
SPS: 14 - 7 917	Análisis de agua		

Coca, 06 de noviembre de 2014

Sr. José López.

Dirección: Lago Agrio.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....St. José López.
 Fecha hora de toma de muestra 2 014 10 27 15:15.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 10 27 16:35.
 Fecha del análisis 2 014 10 25 a 2 014 11 05
 Condiciones Ambientales de Análisis... T. Máx: 27,5°C T. Min: 21,0°C
 Código de LabSu **Identificación de la muestra.**
 a 90 54 **Muestra de Agua descarga Camal Muni cipal Muestra 3**

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 90 536	Límite máximo permisible Tabla 1	Límite máximo permisible Tabla 2	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	9	304,56	6 - 9	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L	3 4 19,57	**	**	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Oxígeno disuelto	mg/L	0,90	> 6	> 6	PEE-LABSU-35	SM 4500 O B	~
4	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	300,15	2,0	2,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
5	*Demanda química de oxígeno	mg/L	360,25	**	**	PEE-LABSU-89	HACH 8000	~
6	Coliformes totales	Col/100 mL	1,6x10 ⁵	3 000	50	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
7	Coliformes fecales	Col/100 mL	1,62x10 ⁵	600	**	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Registro oficial, marzo del 2003:

Tabla: 1 y 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y doméstico.

Tabla: 1. Las aguas requieren tratamiento convencional.

Tabla: 2. Las aguas requieren solo desinfección.

** = No establecido en la Tabla.

3.- Responsables del Informe:

Autorización: Lcdo. Joan Araluce Calderín
 DIRECTOR TECNICO



Handwritten signature of Ing. Homero Vela W.

Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>LABSU Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105		 <p>OAE LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 95 991		
SPS: 14 - 7 917	Análisis de agua		

Coca, 07 de noviembre de 2014

Sr. José López.

Dirección: Lago Agrío.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Sr. José López.
 Fecha hora de toma de muestra 2 014 10 27 15:27.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 10 27 16:45.
 Fecha del análisis 2 014 10 27 a 2 014 11 07
 Condiciones Ambientales de Análisis ... T. Máx: 27,4 °C T. Min: 21,0°C
 Código de LabSu **Identificación de la muestra.**
 a 90 65 **Muestra de Agua descarga Camal Municipal Muestra 4**

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 90 536	Límite máximo permisible Tabla 1	Límite máximo permisible Tabla 2	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	7,65	304,56	6 - 9	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L	3 623,76	**	**	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Oxígeno disuelto	mg/L	0,70	> 6	> 6	PEE-LABSU-35	SM 4500 O B	~
4	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	300,20	2,0	2,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
5	*Demanda química de oxígeno	mg/L	350,15	**	**	PEE-LABSU-89	HACH 8000	~
6	Coliformes totales	Col/100 mL	1,8x10 ⁵	3 000	50	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
7	Coliformes fecales	Col/100 mL	1,4x10 ⁵	600	**	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Registro oficial, marzo del 2003:

Tabla: 1 y 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y doméstico.

Tabla: 1. Las aguas requieren tratamiento convencional.

Tabla: 2. Las aguas requieren solo desinfección.

** = No establecido en la Tabla.

3.- Responsables del Informe:

Autorización: 
Lcd. Juan Araluce Calderius
 DIRECTOR TECNICO




Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>LABSU Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06-2881105		 <p>LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 95 992		
SPS: 14 - 7 917	Análisis de agua		

Coca, 08 de noviembre de 2014

Sr. José López.

Dirección: Lago Agrío.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Sr. José López.
 Fecha hora de toma de muestra 2 014 10 28 14 :30.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 10 28 15 :4 5.
 Fecha del análisis 2 014 10 28 a 2 014 11 08
 Condiciones Ambientales de Análisis... T. Máx: 27,5°C T. Min: 21,0°C
 Código de LabSu **Identificación de la muestra.**
 a 90 59 **Muestra de Agua descarga Camal Municipal Muestra 5**

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 90 536	Límite máximo permisible Tabla 1	Límite máximo permisible Tabla 2	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	8,70	304 ,56	6 - 9	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L	3 627,76	**	**	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Oxígeno disuelto	mg/L	0,70	> 6	> 6	PEE-LABSU-35	SM 4500 O B	~
4	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	290,35	2,0	2,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
5	*Demanda química de oxígeno	mg/L	355,20	**	**	PEE-LABSU-89	HACH 8000	~
6	Coliformes totales	Col/100 mL	1,7x10 ⁵	3 000	50	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
7	Coliformes fecales	Col/100 mL	1,5x10 ⁵	600	**	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Registro oficial, marzo del 2003.

Tabla: 1 y 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y doméstico.

Tabla: 1. Las aguas requieren tratamiento convencional.

Tabla: 2. Las aguas requieren solo desinfección.

** = No establecido en la Tabla.

3.- Responsables del Informe:

Autorización: Lcdo. Joan Araluce Calderius
DIRECTOR TECNICO



Ing. Homero Vela W.
RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06-2881105		 LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003
	INFORME DE ENSAYO N°: 95 993		
SPS: 14 - 7 917	Análisis de agua		

Coca, 09 de noviembre de 2014

Sr. José López.

Dirección: Lago Agrio.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....St. José López.
 Fecha hora de toma de muestra 2 014 10 29 15:40.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 10 29 16:50.
 Fecha del análisis 2 014 10 29 a 2 014 11 09
 Condiciones Ambientales de Análisis... T. Máx: 27,5°C T. Mín: 21,0°C
 Código de LabSu **Identificación de la muestra.**
 a 90 43 **Muestra de Agua descarga Camal Municipal Muestra 6**

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 90 536	Límite máximo permisible Tabla 1	Límite máximo permisible Tabla 2	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	9	304,56	6 - 9	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L	3 719,70	**	**	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Oxígeno disuelto	mg/L	1,0	> 6	> 6	PEE-LABSU-35	SM 4500 O B	~
4	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	280,4 5	2,0	2,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
5	*Demanda química de oxígeno	mg/L	350,4 0	**	**	PEE-LABSU-89	HACH 8000	~
6	Coliformes totales	Col/100 mL	1,5x10 ⁵	3 000	50	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
7	Coliformes fecales	Col/100 mL	1,55x10 ⁶	600	**	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Registro oficial, marzo del 2003:

Tabla: 1 y 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y doméstico.

Tabla: 1. Las aguas requieren tratamiento convencional.

Tabla: 2. Las aguas requieren solo desinfección.

** = No establecido en la Tabla.

3.- Responsables del Informe:

Autorización: Lcdo. Juan Araluce Calderius
 DIRECTOR TÉCNICO



Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>LABSU Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593) 06- 2881105		 <p>OAE LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 95 994		
SPS: 14 - 7 917	Análisis de agua		

Coca, 10 de noviembre de 2014

Sr. José López.

Dirección: Lago Agrio.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Sr. José López.
 Fecha hora de toma de muestra 2 014 10 30 15:07.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 10 30 16:09.
 Fecha del análisis 2 014 10 30 a 2 014 11 10
 Condiciones Ambientales de Análisis ... T. Máx: 26,5°C T. Mín: 21,0°C
 Código de LabSu **Identificación de la muestra.**
 a 90 65 **Muestra de Agua descarga Camal Municipal Muestra 7**

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

fítem	Parámetros	Unidad	a 90 536	Límite máximo permisible Tabla 1	Límite máximo permisible Tabla 2	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	8,13	304,56	6 - 9	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L	3 4 99,80	**	**	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Oxígeno disuelto	mg/L	0,90	> 6	> 6	PEE-LABSU-35	SM 4500 O B	~
4	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	290,70	2,0	2,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
5	*Demanda química de oxígeno	mg/L	350,35	**	**	PEE-LABSU-89	HACH 8000	~
6	Coliformes totales	Col/100 mL	1,6x10 ⁵	3 000	50	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
7	Coliformes fecales	Col/100 mL	1,39x10 ⁵	600	**	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Registro oficial, marzo del 2003:

Tabla: 1 y 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y doméstico.

Tabla: 1. Las aguas requieren tratamiento convencional.

Tabla: 2. Las aguas requieren solo desinfección.

** = No establecido en la Tabla.

3.- Responsables del Informe:

Autorización: 
 Lcdo. Joan Araluce Calderín
 DIRECTOR TÉCNICO




 Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>LABSU Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593) 06- 2881105		 <p>oae LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 95 995		
SPS: 14 - 7 917	Análisis de agua		

Coca, 04 de noviembre de 2014

Sr. José López.

Dirección: Lago Agrío.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Sr. José López.
 Fecha hora de toma de muestra.....2 014 10 25 14:05.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio2 014 10 25 15:09.
 Fecha del análisis.....2 014 10 25 a 2 014 11 04.
 Condiciones Ambientales de Análisis..T. Máx: 27,5°C T. Min: 21,0°C
 Código de LabSu.....Identificación de la muestra.
 a 90 537 Muestra de Agua de la descarga de laguna de oxidación muestra 1

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 90 537	Límite máximo permisible Tabla 1	Límite máximo permisible Tabla 2	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	7,04	6 - 9	6 - 9	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L	2221,73	**	**	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Oxígeno disuelto	mg/L	1,0	> 6	> 6	PEE-LABSU-35	SM 4500 O B	~
4	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	185,98	2,0	2,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
5	Demanda química de oxígeno	mg/L	250,45	**	**	PEE-LABSU-89	HACH 8000	± 17%
6	Coliformes totales	Col/100 mL	9x10 ⁴	3 000	50	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
7	Coliformes fecales	Col/100 mL	1,4x10 ⁴	600	**	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Registro oficial, marzo del 2003:

Tabla: 1 y 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y doméstico.

Tabla: 1. Las aguas requieren tratamiento convencional.

Tabla: 2. Las aguas requieren solo desinfección.

** = No establecido en la Tabla.

3.- Responsables del Informe:

Autorización: Lcdo. Joan Araluce Calderín
DIRECTOR TÉCNICO



Ing. Homero Vela W.
RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

Anexo 6 Resultado de laboratorio (punto 2 efluente)

 <p>LABSU Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06-2881105		 <p>OAE LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 95 996		
SPS: 14 - 7 917	Análisis de agua		

Coca, 05 de noviembre de 2014

Sr. José López.

Dirección: Lago Agrio.

1.- Datos generales:

Recogidas por: Sr. José López.
 Fecha hora de toma de muestra: 2 014 10 26 14:34
 Fecha hora ingreso al Laboratorio: 2 014 10 26 15:40.
 Fecha del análisis: 2 014 10 26 a 2 014 11 05.
 Condiciones Ambientales de Análisis: T. Máx: 27,5°C T. Mín: 21,0°C
 Código de LabSu: Identificación de la muestra.
 a 90 538 Muestra de Agua de la descarga de laguna de oxidación Muestra 2

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 90 537	Límite máximo permisible Tabla 1	Límite máximo permisible Tabla 2	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	6,81	6 - 9	6 - 9	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L	2221,77	**	**	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Oxígeno disuelto	mg/L	0,9	> 6	> 6	PEE-LABSU-35	SM 4500 O B	~
4	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	210,33	2,0	2,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
5	Demanda química de oxígeno	mg/L	270,35	**	**	PEE-LABSU-89	HACH 8000	± 17%
6	Coliformes totales	Col/100 mL	9,5x10 ⁴	3 000	50	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
7	Coliformes fecales	Col/100 mL	1,3x10 ⁴	600	**	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Registro oficial, marzo del 2003:

Tabla: 1 y 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y doméstico.

Tabla: 1. Las aguas requieren tratamiento convencional.

Tabla: 2. Las aguas requieren solo desinfección.

** = No establecido en la Tabla.

3.- Responsables del Informe:

Autorización: Lcdo. Joan Araluce Calderín
DIRECTOR TÉCNICO



Ing. Homero Vela W.
RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105		 LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003
	INFORME DE ENSAYO N° 95 997		
SPS: 14 - 7 917	Análisis de agua		

Coca, 06 de noviembre de 2014

Sr. José López.

Dirección: Lago Agrio.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Sr. José López.
 Fecha hora de toma de muestra2 014 10 27 14:15.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio2 014 10 27 15:15.
 Fecha del análisis2 014 10 27 a 2 014 11 06.
 Condiciones Ambientales de Análisis...T. Máx: 27,5°C T. Mín: 21,0°C
 Código de LabSuIdentificación de la muestra.
 a 90 532 Muestra de Agua de la descarga de laguna de oxidación muestra 3

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 90 537	Límite máximo permisible Tabla 1	Límite máximo permisible Tabla 2	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	8	6 - 9	6 - 9	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L	2219,67	**	**	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Oxígeno disuelto	mg/L	0,7	> 6	> 6	PEE-LABSU-35	SM 4500 O B	~
4	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	240,35	2,0	2,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
5	Demanda química de oxígeno	mg/L	265,55	**	**	PEE-LABSU-89	HACH 8000	± 17%
6	Coliformes totales	Col/100 mL	9,3x10 ⁴	3 000	50	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
7	Coliformes fecales	Col/100 mL	1,6x10 ⁴	600	**	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Registro oficial, marzo del 2003:

Tabla: 1 y 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y doméstico.

Tabla: 1. Las aguas requieren tratamiento convencional.

Tabla: 2. Las aguas requieren solo desinfección.

** = No establecido en la Tabla.

3.- Responsables del Informe:

Autorización: 
 Lcdo. Joan Araluce Calderín
 DIRECTOR TÉCNICO




 Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>LABSU Laboratorio de Suelo, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593) 06- 2881105		 <p>OAE LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 95 998		
SPS: 14 - 7 917	Análisis de agua		

Coca, 07 de noviembre de 2014

Sr. José López.

Dirección: Lago Agrio.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Sr. José López.
 Fecha hora de toma de muestra 2 014 10 28 14:15.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 10 28 15:29.
 Fecha del análisis 2 014 10 28 a 2 014 11 07.
 Condiciones Ambientales de Análisis...T. Máx: 27,5°C T. Mín: 21,0°C
 Código de LabSu Identificación de la muestra.
 a 90 539 Muestra de Agua de la descarga de laguna de oxidación muestra 1

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

frem	Parámetros	Unidad	a 90 537	Límite máximo permisible Tabla 1	Límite máximo permisible Tabla 2	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	7,66	6 - 9	6 - 9	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L	2223,33	**	**	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Oxígeno disuelto	mg/L	1,0	> 6	> 6	PEE-LABSU-35	SM 4500 O B	~
4	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	220,10	2,0	2,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
5	Demanda química de oxígeno	mg/L	255,20	**	**	PEE-LABSU-89	HACH 8000	± 17%
6	Coliformes totales	Col/100 mL	9x10 ⁴	3 000	50	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
7	Coliformes fecales	Col/100 mL	1,8x10 ⁴	600	**	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Registro oficial, marzo del 2003:

Tabla: 1 y 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y doméstico.

Tabla: 1. Las aguas requieren tratamiento convencional.

Tabla: 2. Las aguas requieren solo desinfección.

** = No establecido en la Tabla.

3.- Responsables del Informe:


 Autorización: Lcdo. Joan Araluce Calderías
 DIRECTOR TÉCNICO




 Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>LABSU Laboratorio de Suelo, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villanquemade S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105		 <p>oae LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 95 999		
SPS: 14 - 7 917	Análisis de agua		

Coca, 08 de noviembre de 2014

Sr. José López.

Dirección: Lago Agrio.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Sr. José López.
 Fecha hora de toma de muestra2 014 10 29 14:25.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 10 29 15:09.
 Fecha del análisis ,2 014 10 29 a 2 014 11 08.
 Condiciones Ambientales de Análisis...T. Máx: 27,5°C T. Mín: 21,0°C
 Código de LabSuIdentificación de la muestra.
 a 90 532 Muestra de Agua de la descarga de laguna de oxidación muestra 5

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 90 537	Límite máximo permisible Tabla 1	Límite máximo permisible Tabla 2	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	7,42	6 - 9	6 - 9	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L	2222,47	**	**	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Oxígeno disuelto	mg/L	0,8	> 6	> 6	PEE-LABSU-35	SM 4500 O B	~
4	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	215,40	2,0	2,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
5	Demanda química de oxígeno	mg/L	265,30	**	**	PEE-LABSU-89	HACH 8000	± 17%
6	Coliformes totales	Col/100 mL	8,9x10 ⁴	3 000	50	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
7	Coliformes fecales	Col/100 mL	1,7x10 ⁴	600	**	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Registro oficial, marzo del 2003:

Tabla: 1 y 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y doméstico.

Tabla: 1. Las aguas requieren tratamiento convencional.

Tabla: 2. Las aguas requieren solo desinfección.

** = No establecido en la Tabla.

3.- Responsables del Informe:

Autorización: 
 Lcdo. Joan Araluce Calderín
 DIRECTOR TÉCNICO




 Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>LABSU Laboratorio de Suelo, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593) 06- 2881105		 <p>oae LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 96.000		
SPS: 14 - 7 917	Análisis de agua		

Coca, 09 de noviembre de 2014

Sr. José López.

Dirección: Lago Agrio.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Sr. José López.
 Fecha hora de toma de muestra 2 014 10 30 14:35.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 10 30 15:49.
 Fecha del análisis 2 014 10 30 a 2 014 11 09.
 Condiciones Ambientales de Análisis...T. Máx: 27,5°C T. Mín: 21,0°C
 Código de LabSu **Identificación de la muestra.**
 a 90 547 **Muestra de Agua de la descarga de laguna de oxidación muestra 6**

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 90 537	Límite máximo permisible Tabla 1	Límite máximo permisible Tabla 2	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	7,45	6 - 9	6 - 9	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L	2219,70	**	**	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Oxígeno disuelto	mg/L	1,0	> 6	> 6	PEE-LABSU-35	SM 4500 O B	~
4	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	200,98	2,0	2,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
5	Demanda química de oxígeno	mg/L	260,15	**	**	PEE-LABSU-89	HACH 8000	± 17%
6	Coliformes totales	Col/100 mL	8,8x10 ⁴	3 000	50	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
7	Coliformes fecales	Col/100 mL	1,3x10 ⁴	600	**	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Registro oficial, marzo del 2003:

Tabla: 1 y 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y doméstico.

Tabla: 1. Las aguas requieren tratamiento convencional.

Tabla: 2. Las aguas requieren solo desinfección.

** = No establecido en la Tabla.

3.- Responsables del Informe:

Autorización: 
 Lcdo. Joan Aralyce Calderín
 DIRECTOR TÉCNICO




 Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>LABSU Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105		 <p>LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 96 001		
SPS: 14 - 7 917	Análisis de agua		

Coca, 10 de noviembre de 2014

Sr. José López.

Dirección: Lago Agrio.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Sr. José López.
 Fecha hora de toma de muestra 2 014 10 30 14:10.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 10 30 15:20.
 Fecha del análisis 2 014 10 30 a 2 014 11 10.
 Condiciones Ambientales de Análisis... T. Máx: 27,5°C T. Mín: 21,0°C
 Código de LabSu Identificación de la muestra.
 a 90 547 Muestra de Agua de la descarga de laguna de oxidación muestra 7

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 90 537	Límite máximo permisible Tabla 1	Límite máximo permisible Tabla 2	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	6,85	6 - 9	6 - 9	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L	2221,70	**	**	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Oxígeno disuelto	mg/L	0,8	> 6	> 6	PEE-LABSU-35	SM 4500 O B	~
4	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	180,55	2,0	2,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
5	Demanda química de oxígeno	mg/L	260,50	**	**	PEE-LABSU-89	HACH 8000	± 17%
6	Coliformes totales	Col/100 mL	9,1x10 ⁴	3 000	50	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
7	Coliformes fécales	Col/100 mL	1,4x10 ⁴	600	**	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Registro oficial, marzo del 2003;

Tabla: 1 y 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y doméstico.

Tabla: 1. Las aguas requieren tratamiento convencional.

Tabla: 2. Las aguas requieren solo desinfección.

** = No establecido en la Tabla.

3.- Responsables del Informe:

Autorización: Lcdo. Joan Araluce Calderín
DIRECTOR TÉCNICO



Ing. Homero Vela W.
RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1