



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ARQUITECTURA, MENCIÓN
PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y GESTIÓN AMBIENTAL

TRABAJO DE TITULACIÓN QUE SE PRESENTA COMO REQUISITO
PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAGÍSTER

TEMA:

**“ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN
DE LA CIUDAD DE COLIMES Y SU REPERCUSIÓN AMBIENTAL EN EL
CONTEXTO DEL DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL”**

AUTOR: ARQ. ANGEL FELIPE CONDO VIMOS

TUTORA: ARQ. BLANCA MÓNICA INDABURO PARRALES, MSc.

GUAYAQUIL, ABRIL 2023

CONTENIDO

RESUMEN	8
REPOSITARIO DE LA SENESCYT	11
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS	13
RESULTADO PRUEBA SISTEMA ANTIPLAGIO	14
APROBACIÓN DE DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	17
SUMMARY	18
CAPÍTULO I.....	20
1 INTRODUCCIÓN.....	20
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
1.1.1 ÁREA DE ESTUDIO	22
1.1.1.1 DATOS DEMOGRÁFICOS	22
1.1.2 INFRAESTRUCTURA URBANA: SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA CABECERA CANTONAL.....	23
1.2 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: LAGUNA DE OXIDACIÓN DE COLIMES	27
1.2.1.1 PROBLEMÁTICAS DETECTADAS	29
1.3 FORMULACIÓN DEL OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	35
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	35
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	35
CAPÍTULO II.....	36
2 MARCO TEÓRICO.....	36
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	36
2.1.1 LAGUNA ANAERÓBICA	39
2.1.2 LAGUNA FACULTATIVA	40
2.1.3 LAGUNA DE MADURACIÓN.....	43
2.1.4 NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE LAGUNAS DE OXIDACIÓN. INEN	44
2.1.5 TRATAMIENTO DE LODOS: LECHO DE SECADO	46
2.2 MARCO LEGAL.....	48
2.2.1 CONSTITUCIÓN DEL 2008	48

2.2.2 LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL	49
2.2.3 CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE	50
2.3 MARCO INSTITUCIONAL	50
CAPÍTULO III.....	52
3 METODOLOGÍA.....	52
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	52
3.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	53
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	53
3.4.1 UNIDAD DE ANÁLISIS.....	54
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	54
3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	54
3.5.2 VARIABLES DEPENDIENTES.....	55
3.5.3 CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	55
3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	56
3.6.1 METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	56
3.6.2 ENCUESTA DE PERCEPCIÓN A LA COMUNIDAD ACERCA DEL SISTEMA DE ACANTARILLADO Y LA LAGUNA DE OXIDACIÓN 58	
3.6.3 METODOLOGÍA DE OBSERVACIÓN IN SITU: FICHA DE OBSERVACIÓN	59
3.6.4 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	60
3.7 PLAN PARA PROCESO DE INFORMACIÓN	61
3.7.1 METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	61
3.7.2 ENCUESTA DE PERCEPCIÓN A LA COMUNIDAD ACERCA DEL SISEMA DE ACANTARILLADO Y LA LAGUNA DE OXIDACIÓN	61
3.7.3 METODOLOGIA DE OBSERVACIÓN IN SITU: FICHA DE OBSERVACIÓN	61
CAPÍTULO IV	62
4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	62
4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	62

4.1.1	ANÁLISIS DE LA AFECTACIÓN AMBIENTAL.....	62
4.1.2	ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DE LA COMUNIDAD ACERCA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y LA LAGUNA DE OXIDACIÓN 65	
4.1.3	PROBLEMAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	71
4.2	INTERPRETACIÓN DE DATOS	73
4.2.1	IDENTIFICACIÓN DE AFECTACIÓN AMBIENTAL.....	73
4.2.2	PERCEPCIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO Y DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN	82
4.2.3	PROBLEMAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	84
	CAPÍTULO V	86
5	PROPUESTA	86
5.1	PERTINENCIA DE LA PROPUESTA O APOORTE DE LA INVESTIGACIÓN	86
5.2	BENEFICIARIOS	87
5.3	UBICACIÓN.....	87
5.4	EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE	90
5.5	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	90
5.6	JUSTIFICACIÓN.....	93
5.7	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	94
5.7.1	FACTIBILIDAD ORGANIZACIONAL.....	94
5.7.2	FACTIBILIDAD AMBIENTAL	94
5.7.3	FACTIBILIDAD SOCIO-CULTURAL	95
5.7.4	FACTIBILIDAD ECONÓMICO FINANCIERA	95
5.7.5	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	96
5.8	PROPUESTA.....	96
5.8.1	ESTRATEGIAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.....	97
5.8.2	ESTRATEGIAS DE GESTIÓN AMBIENTAL	98
5.8.3	CRITERIOS Y CARACTERÍSTICAS DE SISTEMA LAGUNAR PARA MEJORAR SU OPERATIVIDAD	100
5.8.4	PLAN DE MANTENIMIENTO.....	106
5.8.5	PROYECTO: MEDIDAS CORRECTIVAS PARA EL MEJORAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA LAGUNA DE	

OXIDACIÓN DEL CANTÓN COLIMES PARA MINIMIZAR LA AFECTACIÓN AMBIENTAL EN BENEFICIO DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN		107
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	109
6.1	CONCLUSIONES	109
6.2	RECOMENDACIONES	110
7	ANEXOS.....	112
7.1	ANEXO 2. ESQUEMA DE LA LISTA DE CHEQUEO AMBIENTAL	112
7.2	ANEXO 3. ESQUEMA DE LA ENCUESTA.....	114
7.3	GRÁFICOS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	117
7.4	ANEXO 5. FICHA DE OBSERVACIÓN.....	123
8	BIBLIOGRAFIA	127

CONTENIDO DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Crecimiento de la población de Colimes periodo 2001-2022	22
Gráfico 2. Población de Colimes por área urbana y rural.....	22
Gráfico 3. Número de Viviendas al 2010.....	23
Gráfico 4. Medios de eliminación de excretas de la población.	23
Gráfico 5. Porcentaje de viviendas que se encuentran conectadas al servicio de alcantarillado público.....	25
Gráfico 6. Servicio de alcantarillado: viviendas que tienen el servicio y viviendas que no han conectado, aunque tienen la red en su calle	66
Gráfico 7. Conocimiento de la Empresa Pública EPAPA-COLI como proveedora del servicio de alcantarillado	67
Gráfico 8. Percepción de molestias en la población	68
Gráfico 9. Conocimiento de existencia de Laguna de Oxidación y si los malos olores están relacionados con ésta	69
Gráfico 10. Ha tenido la presencia de vectores en el último mes en su vivienda.....	69
Gráfico 11. Tipo de vectores en las viviendas	70
Gráfico 12. Percepción de beneficios de aguas tratadas y principales obras de mejoramiento que requiere el Cantón.....	71
Gráfico 13. Colimes: Población por género al 2010.....	87
Gráfico 14. Tipos de alcantarillado con los que cuentan los GADM en el Ecuador	91
Gráfico 15. Aguas residuales domésticas captadas por Municipios en Ecuador según región (2020).....	92
Gráfico 17. Municipios en Ecuador según disposición final de tratamiento de aguas residuales domésticas	92

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Características de un sistema lagunar	27
Tabla 2. Dimensiones de la Laguna de Oxidación de Colimes y su sistema lagunar.	28
Tabla 3. Tiempo de retención de lodos según temperatura ambiente	46
Tabla 4. Conceptualización de las variables	55
Tabla 5. Ponderación de Impactos	57
Tabla 6. Lista de chequeo de Impactos ambientales	63
Tabla 8. Cumplimiento de parámetros de diseño, operación y mantenimiento según normativa	71
Tabla 9. Resultado de las interacciones del factor ambiental con las actividades	80
Tabla 10. Valoración del Impacto Ambiental de la Laguna de Colimes.	81
Tabla 11. Propuesta de medidas correctivas a problemas de la laguna de oxidación.....	101

CONTENIDO DE IMÁGENES

<i>Imagen 1. Plano de implantación de la Laguna de Oxidación.....</i>	<i>24</i>
<i>Imagen 2. Mapa de alcantarillado de Colimes.....</i>	<i>25</i>
<i>Imagen 3. Vista de cámara de aguas servidas.....</i>	<i>26</i>
<i>Imagen 4. Vista de Caja de aguas servidas</i>	<i>26</i>
<i>Imagen 5. Esquema de sistema lagunar de la ciudad de Colimes</i>	<i>28</i>
<i>Imagen 6. Plano de Uso de Suelo</i>	<i>29</i>
<i>Imagen 7. Problemas observados</i>	<i>30</i>
<i>Imagen 8. Esquema del sistema lagunar.</i>	<i>36</i>
<i>Imagen 9. Esquema de a sección transversal de la laguna de oxidación construida por excavación y formación de taludes.</i>	<i>37</i>
<i>Imagen 10. Esquema de flujo de la laguna de oxidación.</i>	<i>38</i>
<i>Imagen 11. Esquema de la Laguna Anaeróbica</i>	<i>39</i>
<i>Imagen 12. Esquema de la Laguna Facultativa</i>	<i>41</i>
<i>Imagen 13. Esquema del proceso de degradación de la laguna facultativa.....</i>	<i>42</i>
<i>Imagen 14. Ejemplo de laguna facultativa con mamparas (0 canteros)</i>	<i>43</i>
<i>Imagen 15. Esquema de Laguna de Maduración.</i>	<i>44</i>
<i>Imagen 16. Esquema de lecho de lodos</i>	<i>47</i>
<i>Imagen 17- Resultados Matriz de Leopold</i>	<i>64</i>
<i>Imagen 18. Malas prácticas agrícolas (quema de basura y maleza) que causan afectación ambiental al aire.</i>	<i>73</i>
<i>Imagen 19. Observación de uso de agroquímicos</i>	<i>74</i>
<i>Imagen 20. La proximidad al humedal afecta al recurso agua.</i>	<i>75</i>
<i>Imagen 21. La presencia de detergentes y químicos afectan a la flora de lugar.....</i>	<i>75</i>
<i>Imagen 22. Las pequeñas manchas de vegetación arbórea se ven afectadas por las acciones humanas.....</i>	<i>76</i>
<i>Imagen 23. La fauna del sitio se ve afectada por las actividades.....</i>	<i>77</i>
<i>Imagen 24. Vista del sistema de alcantarillado: alcantarilla de aguas servidas y alcantarilla de aguas lluvias.....</i>	<i>82</i>
<i>Imagen 25. Vista del sistema lagunar de la Laguna de Oxidación de Colimes.....</i>	<i>86</i>
<i>Imagen 26. Colimes, limite cantonal</i>	<i>88</i>
<i>Imagen 27. Vista de la cabecera cantonal.....</i>	<i>89</i>
<i>Imagen 28. Ejemplo de una zona de amortiguamiento.....</i>	<i>98</i>
<i>Imagen 29. Ejemplo de zona de amortiguamiento: recuperación de la cobertura vegetal ...</i>	<i>99</i>
<i>Imagen 30. Esquema de la zona de amortiguamiento</i>	<i>100</i>
<i>Imagen 31. Humedal Libre Superficial.....</i>	<i>103</i>
<i>Imagen 32. Lecho de lodos, corte en el que se aprecia la salida (tubo perforado).....</i>	<i>104</i>
<i>Imagen 33. Detalle del lecho de lodos.....</i>	<i>105</i>
<i>Imagen 34. Perspectiva de Lecho de secado de lodos.....</i>	<i>105</i>
<i>Imagen 35. Sección del sistema lagunar propuesto: 1. Anaeróbica + 2. Facultativa (Humedal Artificial) + 3. Maduración + 4. Lechado de lodos (abono para cultivos) +5. Laguna de aguas tratadas+6. Caja de distribución (aguas para riego...).....</i>	<i>106</i>
<i>Imagen 36. Vista del sistema lagunar propuesto en imagen de Google Earth.....</i>	<i>107</i>
<i>Imagen 37. Propuesta de Mejoramiento de Laguna de Oxidación de la ciudad de Colimes</i>	<i>108</i>

RESUMEN

La creación de plantas de tratamiento de aguas residuales es una respuesta ante la necesidad de contar con un sistema que permita el tratamiento de las aguas servidas antes de que sean depositadas al acuífero, minimizando daños ambientales y sociales.

Las aguas residuales domésticas constituyen una de las principales formas de contaminación de los acuíferos, si no se tratan. Según datos de la Agencia de Protección del Medio Ambiente¹, se “estima que al menos 1,5 millones de niños menores de 12 años mueren cada año debido a la contaminación del agua”.

El Banco Mundial, afirma que “más de 300 millones de habitantes de ciudades en Latinoamérica producen 225,000 toneladas de residuos sólidos cada día, que luego son depositados en diversas fuentes de agua; sin embargo, menos del 5% de las aguas de alcantarillado de las ciudades reciben tratamiento”, refiriéndose como residuos a aquellos que resultan de actividades comunes en los hogares como: lavado de uso, aseo, entre otros.

Entre las técnicas de bajo costo en el campo del tratamiento de aguas residuales, las lagunas de oxidación son las que han encontrado mayor aplicación, están constituidas por excavaciones poco profundas, cercadas por taludes de tierra. Generalmente tienen forma rectangular o cuadrada en las que se desarrolla una población microbiana compuesta por bacterias, algas y protozoos que conviven en forma simbiótica, y eliminan en forma natural los patógenos relacionados con la materia orgánica.

Las primeras lagunas de oxidación se concibieron hace 3.000 años, para que

¹ La Agencia de Protección Ambiental (EPA, por su sigla en inglés) es el organismo que se encarga de proteger la salud de los seres humanos, el medio ambiente y los recursos naturales.

funcione como embalse para el riego en sitios en los que los excedentes de aguas residuales se almacenaban, y al observar que la calidad del agua mejoraba significativamente, empezaron a estudiar la posibilidad de utilizarlas como un método de tratamiento de aguas residuales.

El sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales mediante lagunas de oxidación es aplicable regularmente en municipios con población mediana o baja, por el poco mantenimiento que requieren para su funcionamiento, consistiendo básicamente en excavación y compactación del suelo a poca profundidad, es un método que no implica grandes costos.

La utilización de las aguas residuales puede mitigar los impactos del cambio climático, por su contribución a la emisión de gases de efecto invernadero, gracias a la descomposición directa de los excrementos. "Las aguas residuales tratadas deben incluirse, así mismo, como parte del balance hídrico de la cuenca fluvial, con el fin de reducir la carga financiera en las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como para aumentar los beneficios medio ambientales" (Banco Mundial, 2021).

En Ecuador, el 96,8% de los municipios han optado algún tipo de tratamiento para depurar las aguas residuales; el 44,9% la vierten a los ríos.

En la ciudad de Colimes, el tratamiento de las aguas residuales domésticas o aguas servidas, lo hacen empleando la laguna de oxidación, misma que fue construida en el año 2008, considerando una vida útil de 30 años, que debe responder a las necesidades de una población que crece al 1,19% anual. Adicionalmente se debe tener en cuenta que, el 81% de la población cuenta con servicio de alcantarillado, y de ese porcentaje solo el 73% de las viviendas se encuentra conectada a la red pública de alcantarillado.

A través del presente trabajo de investigación, se busca analizar cómo está

funcionando la Laguna de Oxidación de la ciudad de Colimes, considerando varios aspectos, tales como: ubicación de la laguna en relación a la población, ya que el cantón tiene un desarrollo territorial hacia el sur-este; y la afectación ambiental al no tener el mantenimiento mínimo requerido.

PALABRAS CLAVES:

Laguna de oxidación, Desarrollo territorial, Afectación ambiental.

REPOSITARIO DE LA SENESCYT

REPOSITORIONACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO:	"ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE COLIMES Y SU REPERCUSIÓN AMBIENTAL EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL"		
AUTOR	Arq. Ángel Felipe Condo		
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:	Arq. Blanca Mónica Indaburo Parrales, MSc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD / FACULTAD	Arquitectura y Urbanismo		
PROGRAMA DE MAESTRÍA:	Maestría en Arquitectura, Mención Planificación Territorial y Gestión Ambiental		
GRADO OBTENIDO:	MAGISTER EN ARQUITECTURA, MENCIÓN PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y GESTIÓN AMBIENTAL		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	(por definir - PD)	No. DE PÁGINAS: 128	PD
ÁREAS TEMÁTICAS:	Ordenamiento Territorial y Urbanismo		
PALABRAS CLAVES:	Laguna de oxidación, Desarrollo territorial, Afectación ambiental.		

El trabajo de investigación planteado expone los problemas que presenta la laguna de oxidación de la ciudad de Colimes; siendo el objetivo de la investigación el analizar el funcionamiento de sistema lagunar para poder detectar las causas y consecuencias del deficiente mantenimiento que tiene la laguna, y como afecta al ambiente y calidad de vida de la población que vive en las inmediaciones (a menos de 1.000 m). El marco conceptual establece los conocimientos teóricos que sirven como referente para analizar la laguna y sus componentes: Laguna Aeróbica, Laguna Facultativa y Laguna de Maduración.

A partir del análisis de datos recogidos en la aplicación de instrumentos técnicos, se pudo conocer las afectaciones al ambiente, los problemas de operatividad y mantenimiento, la percepción de la comunidad acerca de afectaciones y aprovechamiento de las aguas residuales tratadas.

Los planteamientos de soluciones propuestas buscan contribuir a que la Laguna de Oxidación de la ciudad de Colimes tenga un bajo impacto ambiental y que además se pueda aprovechar las aguas tratadas en riego de cultivos, y los lodos como abono orgánico.

Es fundamental que las autoridades competentes emitan instrumentos legales que controlen el crecimiento desordenado de la ciudad y que la población desarrolle conciencia ambiental para mejorar y cuidar su entorno.

ADJUNTO PDF:	SI	X	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	CON	Teléfono: 0986860264 Ángel Felipe Condo vimos	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	CON	LA	Blanca Mónica Indaburo Parrales Teléfono: 0967501764 E-mail: blanca.indaburop@ug.edu.ec

**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA
GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO
COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

FACULTAD: Arquitectura y Urbanismo

PROGRAMA: maestría en Arquitectura, mención planificación territorial y gestión ambiental

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

Yo, Angel Felipe Condo Vimos, con C.I. No. 0904910056, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es "ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE COLIMES Y SU REPERCUSIÓN AMBIENTAL EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL" son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

Angel Felipe Condo Vimos

C.I. No. 0904910056

RESULTADO PRUEBA SISTEMA ANTIPLAGIO

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN LAGUNA DE OXIDACIÓN DE COLIMES

por Ángel Felipe Condo Vimos

Fecha de entrega: 25-nov-2022 10:02p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1963378245

Nombre del archivo: O_DE_INVESTIGACI_N_LAGUNA_DE_OXIDACI_N_DE_COLIMES_ARQ_CONDO.docx
(17.24M)

Total de palabras: 20934

Total de caracteres: 110752

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN LAGUNA DE OXIDACIÓN DE COLIMES

INFORME DE ORIGINALIDAD

3 %	2 %	1 %	2 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	doctrina.vlex.com.co Fuente de Internet	1 %
2	Submitted to Universidad Manuela Beltrán Virtual Trabajo del estudiante	<1 %
3	Submitted to Universidad Santiago de Cali Trabajo del estudiante	<1 %
4	repositorio.ucc.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
5	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
6	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
7	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
8	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

9	agua.org.mx Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Universidad Privada Boliviana Trabajo del estudiante	<1 %
11	www.catorce6.com Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.cuc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
13	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
15	www.naturalezadearagon.com Fuente de Internet	<1 %



Excluir citas Activo Excluir coincidencias < 20 words
Excluir bibliografía Activo

APROBACIÓN DE DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN



REGLAMENTO PARA EL PROCESO DE TITULACIÓN DE POSGRADO

ANEXO V. - CERTIFICADO DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Guayaquil, 8 de noviembre del 2022

Arquitecta
María Elena Pin Guerrero
Decano de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad de Guayaquil

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación denominada de "ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE COLIMES Y SU REPERCUSIÓN AMBIENTAL EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL" del estudiante ANGEL FELIPE CONDO VIMOS, de la maestría en Arquitectura, Mención Planificación Territorial y Gestión Ambiental, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento *(opcional según la modalidad)*
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud (firmada), la versión aprobada del trabajo de titulación, el registro de tutorías y la rúbrica de evaluación del trabajo de titulación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el/os estudiante está apto para continuar con el proceso.

Atentamente,



Creado electrónicamente por:
**BLANCA MONICA
INDABURO
PARRALES**

Blanca Mónica Indaburo Parrales, Arq. Msc.
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.I. 0908757271

SUMMARY

The creation of wastewater treatment plants is a response to the need to have a system that allows sewage treatment before it is deposited in the aquifer, minimizing environmental and social damage.

Domestic wastewater is one of the main forms of contamination of aquifers if left untreated. According to data from the Environmental Protection Agency, it is "estimated that at least 1.5 million children under the age of 12 die each year due to water pollution."

The World Bank affirms that "more than 300 million inhabitants of cities in Latin America produce 225,000 tons of solid waste every day, which is then deposited in various water sources; however, less than 5% of the sewage water from the cities that receives treatment", referring as waste to those that result from everyday activities in homes such as washing, cleaning, among others.

Among the low-cost techniques in wastewater treatment, oxidation lagoons are the ones that have found the most significant application. They are made up of shallow excavations surrounded by earth slopes. They generally have a rectangular or square shape in which a microbial population composed of bacteria, algae, and protozoa coexist symbiotically and naturally eliminate pathogens related to organic matter.

The first oxidation lagoons were conceived 3,000 years ago to function as a reservoir for irrigation in places where excess wastewater was stored. When they observed that the water quality improved significantly, they studied the possibility of using them as a wastewater treatment method.

The domestic and industrial wastewater treatment system through oxidation lagoons is regularly applied in municipalities with medium or low populations due to

the little maintenance required. Consisting of excavation and compaction of the soil at a shallow depth, it is a method It does not imply high costs.

The use of wastewater can mitigate the impacts of climate change due to its contribution to the emission of greenhouse gases, thanks to the direct decomposition of excrement. "Treated wastewater should also be included as part of the river basin water balance to reduce the financial burden on wastewater treatment plants and increase environmental benefits" (World Bank, 2021).

In Ecuador, 96.8% of the municipalities have opted for some treatment to purify wastewater; 44.9% are disposed into rivers.

In the city of Colimes, the treatment of domestic wastewater or sewage is done using the oxidation lagoon, built in 2008, considering a helpful life of 30 years, which must respond to the needs of a population that grows at 1.19% per year. Additionally, it must be considered that 81% of the population has sewerage service; of that percentage, only 73% of the homes are connected to the public sewerage network.

Through this research work, we seek to analyze how the Oxidation Lagoon of the city of Colimes is working, considering several aspects, such as the location of the lagoon concerning the population since the canton has a territorial development towards Southeast; and the environmental affectation of not having the minimum maintenance required.

KEYWORDS:

Oxidation lagoon, Territorial development, Environmental affectation.

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

El sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales mediante lagunas de oxidación, es aplicable regularmente en municipios con población mediana o baja, por el poco mantenimiento que requieren para su funcionamiento, consistiendo básicamente en excavación y compactación del suelo a poca profundidad. Es un método que no implica grandes costos.

El Capítulo I describe la problemática de la Laguna de Oxidación, tomando en consideración que la ciudad cuenta con un sistema de alcantarillado que abastece al 73% de la población, de ese porcentaje el 93,14% se encuentra conectada al sistema público y el 6,9% restante por razones particulares no se ha conectado; y que la cercanía de las viviendas constituye una amenaza para el sistema lagunar, que no cuenta con el debido mantenimiento y operatividad.

El Capítulo II contiene conceptos de tipos de lagunas de oxidación, características de las lagunas que forman parte del sistema lagunar, así como la normativa existente para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Fundamentos legales y el Marco institucional

El Capítulo III contiene el soporte metodológico para el desarrollo de la investigación, considerando herramientas adecuadas para el levantamiento de los datos tanto de información primaria como secundaria. Para poder conocer la afectación ambiental se utilizó la herramienta de Lista de Chequeo y Matriz de Leopold. Se aplicó una encuesta a la población que vive en un radio de 1.000 m para conocer su percepción sobre la afectación de la laguna su calidad de vida. Mediante la aplicación de Ficha de observación se pudo conocer el estado de la laguna.

El Capítulo IV presenta la respuesta a la problemática encontrada, siendo el mantenimiento y operatividad del sistema lagunar el mayor de los problemas, seguido de la escasa planificación territorial, que al no contar con medidas de mitigación ante el crecimiento poblacional amenaza el sistema lagunar.

En el Capítulo V se plantean soluciones prácticas que ayuden a mejorar la operatividad y mantenimiento de la laguna de oxidación tales como:

La adaptación de la laguna Facultativa en un humedal artificial que puede a minimizar la afectación ambiental, la creación de un lecho de lodos y una laguna de aguas tratadas complementando el sistema lagunar actual.

Creación de una zona de amortiguamiento para que funcione como protección de la laguna para evitar que el crecimiento desordenado reduzca la distancia recomendada por el INEN y afecte el funcionamiento del sistema lagunar.

Se concluyó que, el ineficiente mantenimiento que recibe la laguna ha llegado a afectar el ambiente lo que incide en la calidad de vida de la población.

Como recomendaciones se establecen la necesidad de crear instrumentos legales que contribuyan a frenar el crecimiento desordenado, que sea considerada la laguna de oxidación como un factor importante en el desarrollo urbano y en la calidad del ambiente.

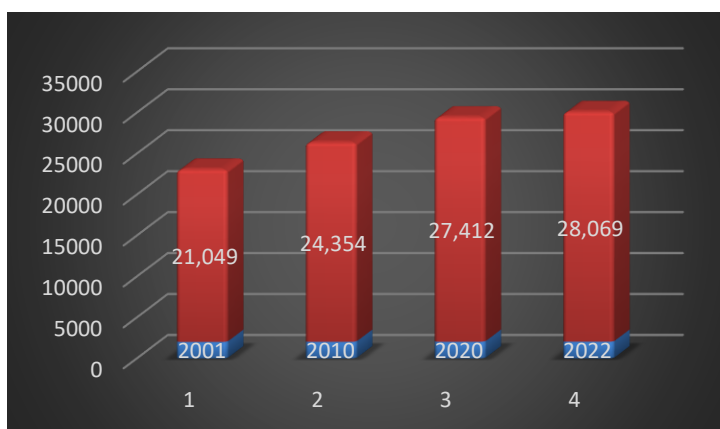
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 ÁREA DE ESTUDIO

1.1.1.1 DATOS DEMOGRÁFICOS

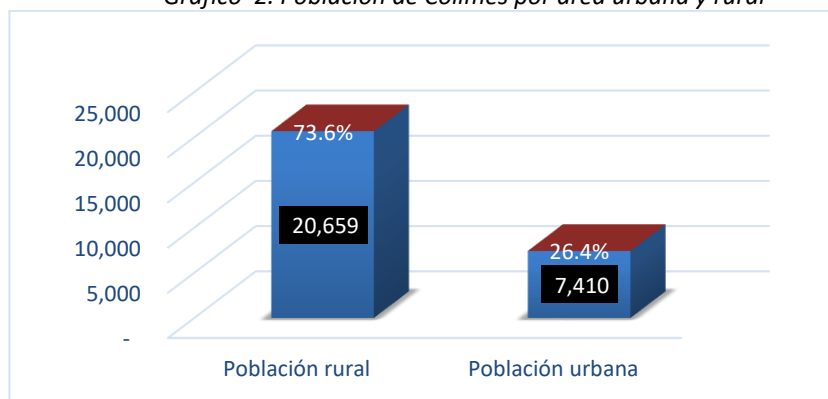
El cantón Colimes en los últimos años, según INEC, contaba al 2001 con una población de 21.049 habitantes; al año 2010, fecha de último Censo de Población y Vivienda registra una población de 24.354; misma que al proyectarla al 2022 tenemos como resultado 28.069 habitantes. La población de la zona urbana corresponde al 26,4% y el 73,6% a la zona rural, con tasa de crecimiento intercensal de 1,19%.

Gráfico 1. Crecimiento de la población de Colimes periodo 2001-2022



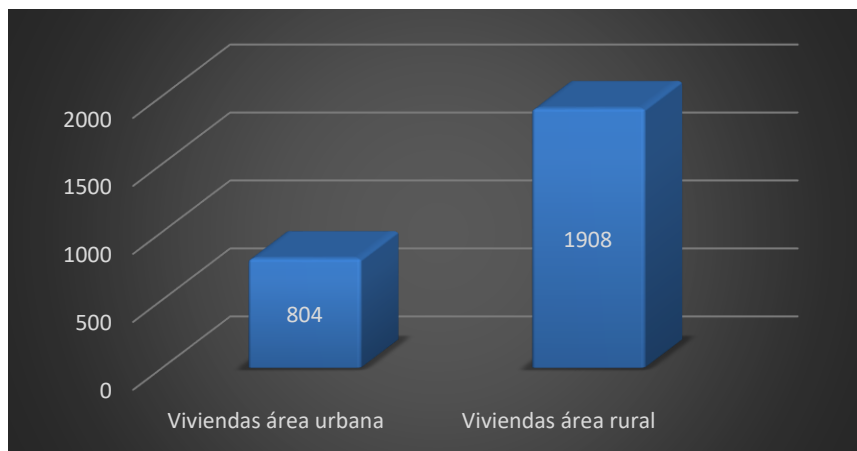
Fuente: INEC. ecuadorencifras.gob.ec. Boletín Técnico No 04-2020-Gad Municipales
Elaboración: Propia

Gráfico 2. Población de Colimes por área urbana y rural



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010. INEC
Elaboración: Propia

Gráfico 3. Número de Viviendas al 2010

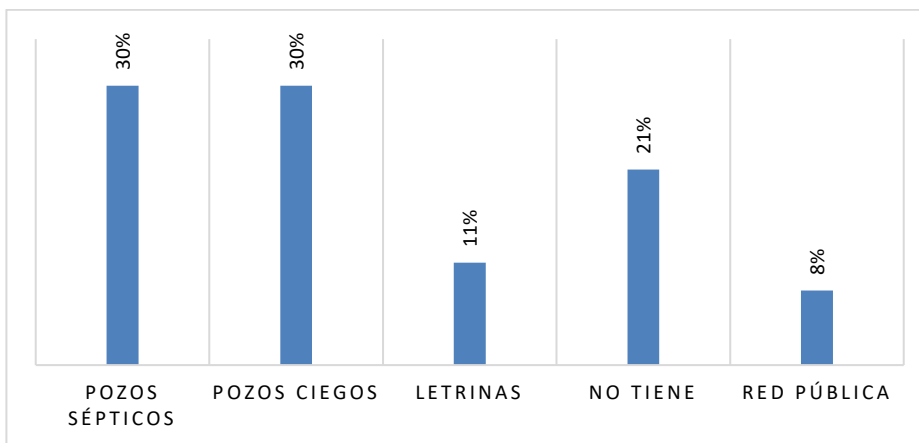


Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010. INEC
Elaboración. Propia

1.1.2 INFRAESTRUCTURA URBANA: SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA CABECERA CANTONAL

En lo que respecta al sistema de alcantarillado, y de acuerdo a datos del INEC 2010, solo el 8% de las viviendas elimina sus excretas a través de la red pública, y el resto las elimina a través de pozos sépticos (30%), pozos ciegos (30%), 11% utiliza letrinas y el 21% no tiene ningún sistema de eliminación de excretas.

Gráfico 4. Medios de eliminación de excretas de la población.



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010. INEC
Elaboración. Propia

El aumento poblacional trajo como consecuencia el aumento de viviendas, por lo que se expandió el área urbana de la ciudad, creando la necesidad de ampliar la cobertura de servicios de alcantarillado sanitario.

Siendo ésta una necesidad que demandaba de soluciones inmediatas, la Municipalidad de Colimes en el año 2015, empieza el proyecto “CONSTRUCCIÓN DE LA II ETAPA DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA CIUDAD DE COLIMES, CANTÓN COLIMES, PROVINCIA DEL GUAYAS”, que contemplaba:

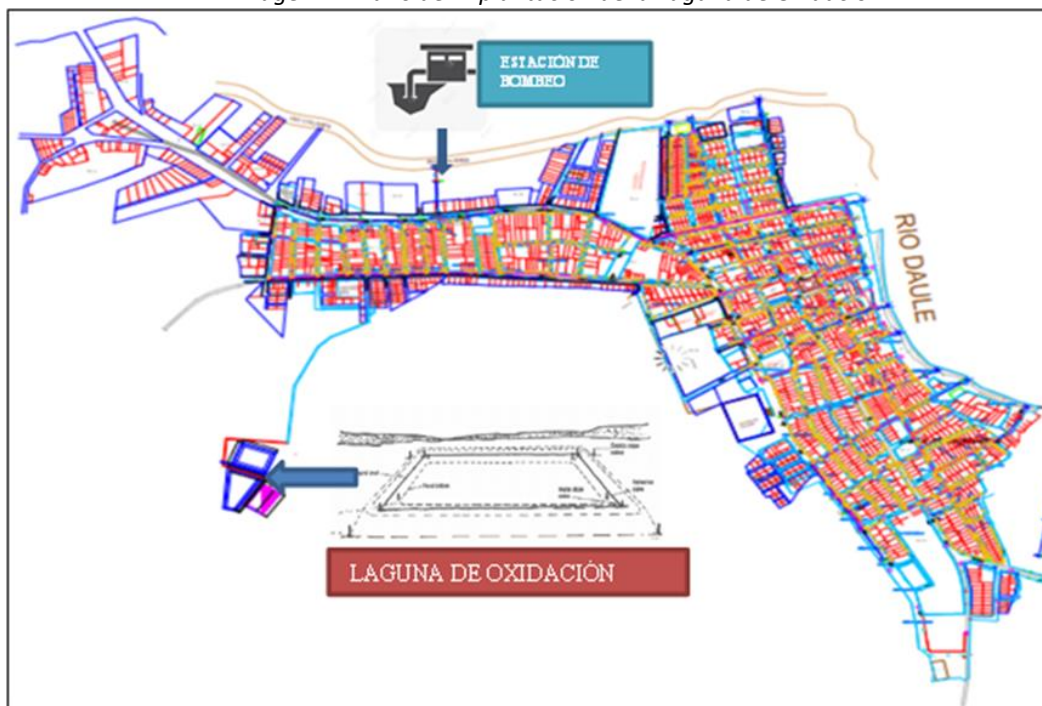
Construcción de redes colectores

Estación de bombeo

Línea de impulsión

Estructura de la Laguna de Oxidación

Imagen 1. Plano de implantación de la Laguna de Oxidación



Fuente: Gobierno Municipal Autónomo de Cantón Colimes
Elaboración: Propia

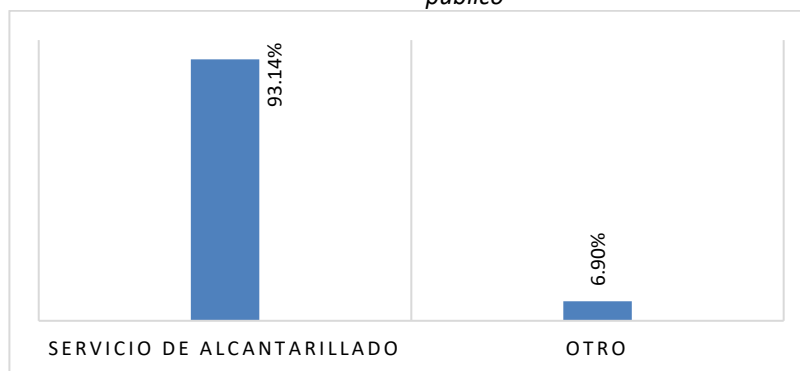
Imagen 2. Mapa de alcantarillado de Colimes



Fuente: Gobierno Municipal Autónomo de Cantón Colimes
Elaboración: Propia

En la primera visita de campo realizada en el mes de agosto, se pudo observar que varios barrios cuentan con redes de alcantarillado, cámaras de Aguas Servidas (AA.SS), rejillas de Aguas lluvias; el 93,14% en la parte urbana se encuentra conectado al sistema público, y el restante utiliza pozos sépticos, pozos ciegos o letrinas, y que algunas viviendas aunque cuentan con redes de alcantarillado no se han conectado aún al sistema público.

Gráfico 5. Porcentaje de viviendas que se encuentran conectadas al servicio de alcantarillado público



Fuente: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL, CÓRDOVA 2015

Elaboración: Propia.

También se observó que ciertas alcantarillas de aguas servidas se “desbordan”

ocasionando molestias a los habitantes como malos olores, y un problema ambiental, pues por la pendiente del terreno van a desembocar al afluente más cercano que es el río Daule.

Imagen 3. Vista de cámara de aguas servidas



Fuente: Tomada en sitio por el autor

Imagen 4. Vista de Caja de aguas servidas



Fuente: Tomada en sitio por el autor

1.2 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: LAGUNA DE OXIDACIÓN DE COLIMES

Las lagunas de oxidación se caracterizan por su bajo costo y viabilidad para operar, con determinadas características, que consiste básicamente en tres lagunas que se conectan en serie, considerando el caudal medio de tratamiento de aguas servidas obtenido en el cálculo de la red de acantarillado, de tal forma que permitiría un nivel de eficiencia de remoción de coliformes fecales del 99,9%.

Tabla 1. Características de un sistema lagunar

Especificación	Profundidad (m)	Característica	Periodo de retención (días)	Área máxima (Ha)	Forma	Desalzo ve
Laguna Anaeróbica	2,50 – 5,00	Ausencia de oxígeno, no hay algas	1-4	0,1 – 1	Cuadrada o ligeramente rectangular	2 – 4 años
Laguna Facultativa	1,50 . 2,00	Capa superior aerobia y capa inferior anaerobia	5 – 20	1 – 4	Alargada	10 años
Laguna de Maduración	< 1,00 (0,3 – 0,45)	Carga orgánica baja con permanente presencia de oxígeno disuelto	5-20	1 – 1,5	Alargada	28 días

Fuente: Yanez (1993). INEN (1992), CONAGUA (2015).

Elaboración: Propia

Por ello es que Colimes realiza su tratamiento de aguas residuales domésticas mediante una Laguna de Oxidación, ubicada a un costado sur de la ciudad, en las coordenadas -1,551462; -80.020902, en el sector conocido como Lamedero, en un terreno de topografía irregular. Según información del Estudio de Impacto Ambiental² y del técnico responsable de EPAPA-COLI, la laguna de construcción “se construyó al costado sur de la ciudad a unos 1.500 m de distancia”, para abastecer a una población de 12.578 hab. (la población inicial era de 7.061 hab), proyectando una vida útil de 30 años y un caudal sanitario medio de 1.760,92 m³/día. Las dimensiones totales del sistema lagunar son: 63,00 m de largo, 40,00 m de ancho y 2,50 de altura, área 1,13 Ha.

² Ver CÓRDOVA. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO “AMPLIACIÓN AL ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN COLIMES EN SU SEGUNDA FASE, PARA LAS FASES DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO” 2015.

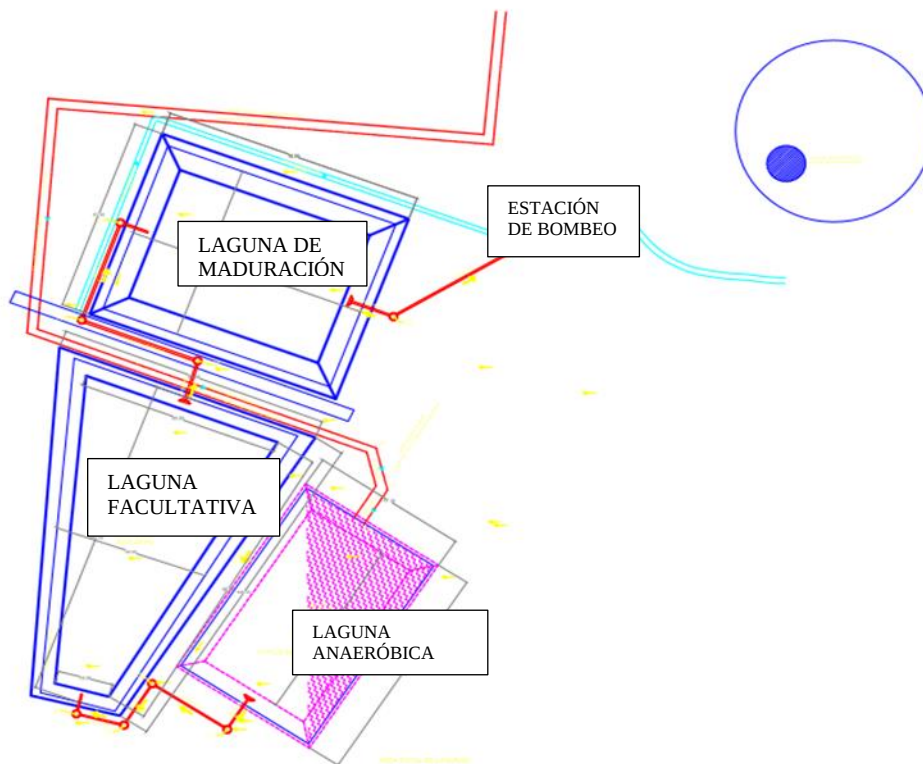
Tabla 2. Dimensiones de la Laguna de Oxidación de Colimes y su sistema lagunar.

Componente	Largo Área (m)	Ancho (m)	Área (Ha)	Altura (m)
Laguna Anaeróbica	63,00	40,00	0,25	2,5
Laguna Facultativa	102,22	46,65	0,48	1,50
Laguna de Maurción	55,50	72,00	0,40	1,4

Fuente: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL, CÓRDOVA 2015.

Elaboración: Propia.

Imagen 5. Esquema de sistema lagunar de la ciudad de Colimes

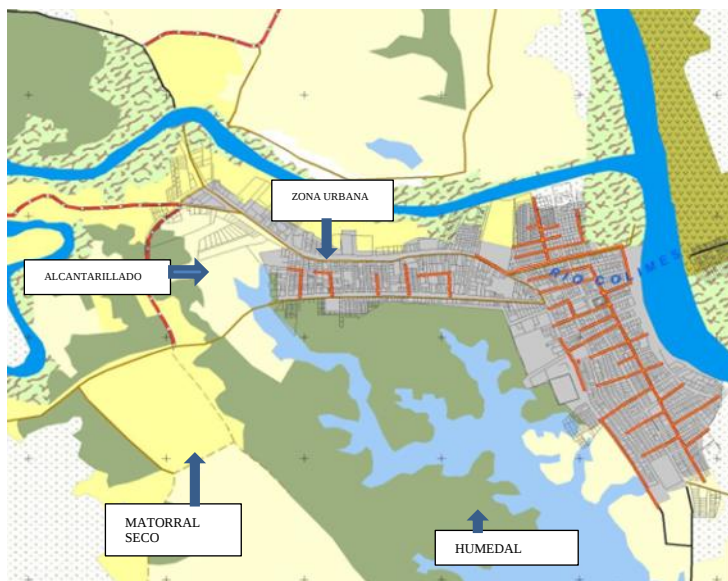


Fuente: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL, CÓRDOVA 2015

Según Mapa Hidrológico y Mapa de uso de suelo contenido en el Estudio de Impacto ambiental. Córdoba 2015; la laguna de oxidación está ubicada en zona de

matorral seco, con un suelo árido.

Imagen 6. Plano de Uso de Suelo



Fuente: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO COLIMES, CÓRDOVA 2015.

1.2.1.1 PROBLEMÁTICAS DETECTADAS

A partir de las diferentes características que posee la ciudad de Colimes en lo referente a su sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, se ha considerado conveniente realizar un análisis del funcionamiento del sistema laguna para poder identificar las problemáticas que presenta y la repercusión ambiental.

El sistema de la laguna de oxidación empieza a operar en el año 2008 y en el año 2015 es intervenido para que responda al crecimiento poblacional de la ciudad de Colimes.

De lo observado, se puede deducir que la laguna de oxidación tiene un deficiente mantenimiento y control de operación, por la falta de presupuesto para su mantenimiento, que trae como consecuencias la presencia de sedimentos, malos olores,

daños en las geomembranas, vegetación dentro de las lagunas y en el talud, suelo erosionado de la berma de protección, cerca de protección en mal estado; generando impactos ambientales negativos y afectando la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Colimes.

Adicionalmente, el crecimiento de la población sin control ni regulación específica, pone en riesgo la laguna de oxidación, pues inicialmente ésta se encontraba a 1.500m de distancia a la vivienda más próxima y actualmente está a 403,15 m cuando las especificaciones del INEN establecen una distancia mínima de 1.000 m.

Imagen 7. Problemas observados

ITEM	PROBLEMA	FOTOGRAFÍA
1	Formación de costras y natas en la superficie y en sus esquinas	

2	Especies vegetales dentro de las lagunas	
3	La coloración del agua de gris o verde.	
4	Generación de malos olores	

5	Protuberancias en las lagunas	
6	Crecimiento de vegetación sin control en los taludes	
7	Cerca de protección de las lagunas en mal estado	

8	Surcos erosivos en la berma de separación de lagunas	
9	Geomembrana de los taludes en pésimo estado (rotura)	
10	Proximidad de vegetación arbórea a la laguna	

11	Proximidad de la laguna a menos de 1.000 m (403,15 m vivienda más próxima)	
----	--	--

Fuente: Ficha de observación, visita técnica en septiembre del 2022

Elaboración: Propia

Por lo expuesto y observado, el presente trabajo de investigación **“ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE COLIMES Y SU REPERCUSIÓN AMBIENTAL EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL”** propone soluciones viables, para mejorar las condiciones ambientales, problemas de operación y control; considerando aprovechar su utilidad en actividades agrícolas.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo está afectando al ambiente el deficiente funcionamiento y control de la laguna de oxidación de Colimes?

¿Cuáles son las consecuencias para la micro flora y la micro fauna por el mal funcionamiento de la laguna?

¿Cuáles son los problemas técnicos que tiene el funcionamiento de la laguna de oxidación y cómo afecta el medio ambiente y la calidad de vida de la población?

¿El crecimiento desordenado de la ciudad de Colimes afecta a la laguna de oxidación?

1.3 FORMULACIÓN DEL OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el funcionamiento de la Laguna de Oxidación de la ciudad de Colimes, identificando los problemas de operación y mantenimiento así como su afectación ambiental, para proponer correctivos que ayuden a mejorar su sistema de tratamiento.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar la afectación ambiental generada por el mal funcionamiento de la laguna de oxidación.
2. Analizar cómo afecta el crecimiento desordenado de la ciudad de Colimes a la laguna de oxidación.
3. Generar una propuesta con soluciones y recomendaciones de mejora de la laguna de oxidación para minimizar la afectación ambiental y mejorar la calidad de vida de la población.

HIPÓTESIS

La Laguna de oxidación de Colimes por su deficiente mantenimiento y operación, y su ubicación en el territorio está afectando al ambiente y a la población cercana.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

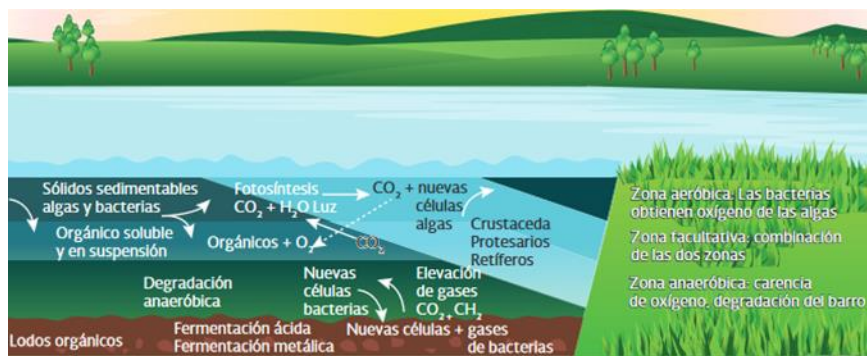
2.1 MARCO CONCEPTUAL

Las Lagunas de Oxidación es el método más simple de tratamiento de aguas residuales que existe, constituido por excavaciones poco profundas cercada por taludes de tierra que generalmente tienen un forma rectangular o cuadrada.

Es un proceso de tratamiento de las aguas residuales domésticas basado en una combinación de “sedimentación, digestión y conversión de desechos orgánicos por bacterias y algas, así como de su propia reproducción, que puede ser anaerobia, aerobia o una combinación de ambas” (CONAGUA, 2015). Siendo su objetivo principal la remoción de aguas residuales de materia orgánica, eliminación de micro organismos patógenos y la utilización de su efluente para reutilizarse por ejemplo en la agricultura.

Su sistema de tratamiento consiste en una combinación de lagunas anaeróbicas caracterizada por la remoción de sólidos y materia orgánica, laguna facultativa caracterizada por la remoción de materia orgánica y micro organismos patógenos, y laguna de maduración caracterizada por la emoción de patógenos.

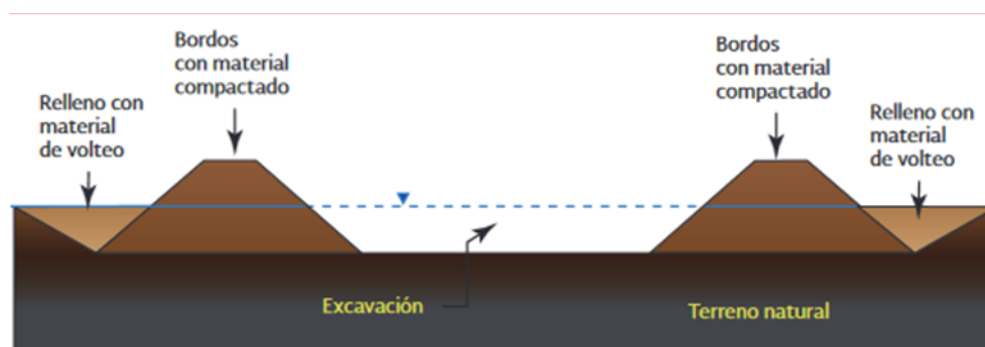
Imagen 8. Esquema del sistema lagunar.



Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), 2015.

El sitio para su construcción debe considerar varios aspectos tales como: capacidad de tratamiento y de almacenamiento requerido, disponibilidad y costo del terreno. La topografía y geología del sitio son factores importantes, ya que se debe procurar que la descarga llegue por gravedad, y además deben estar alejadas de la población para evitar molestias por malos olores, considerando la orientación y velocidad de los vientos., por lo que expertos recomiendan que debe existir una distancia mínima de 1.000m a las zonas residenciales (Arthur, 1990).

Imagen 9. Esquema de a sección transversal de la laguna de oxidación construida por excavación y formación de taludes.



Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), 2015.

Uno de los cuidados que se debe tener en las lagunas de oxidación, es evitar la contaminación de los acuíferos cercanos o del suelo, por lo que se debe seleccionar un buen sitio para su construcción, que tenga un suelo impermeable y compactado, de preferencia arcilloso y tomando en cuenta el nivel freático del lugar.

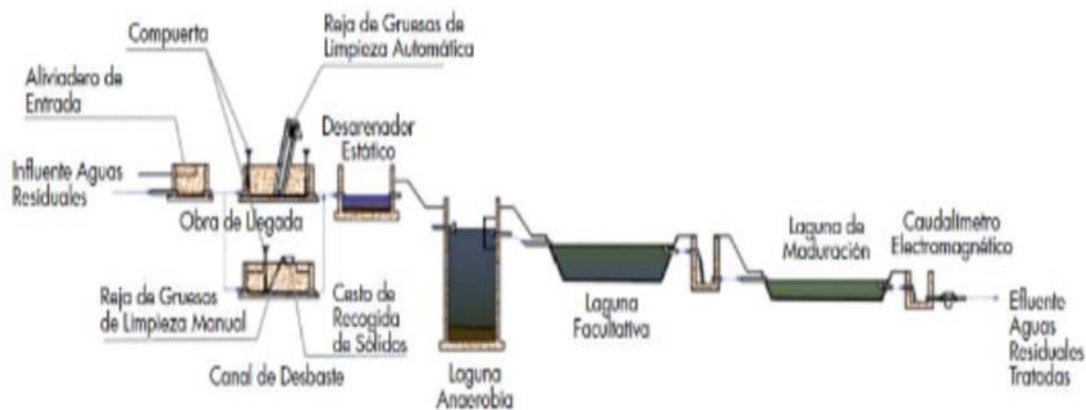
Los taludes deben estar protegidos con una capa de grava para mantener la geomembrana, y deben tener una pendiente de 3:1, no mayor de 1 sobre la horizontal y 3 sobre la vertical.

El revestimiento de los taludes debe ser con geomembranas sintéticas para

evitar totalmente las filtraciones, debiendo elegirse un producto de buena calidad. Actualmente en las obras de ingeniería de mayor importancia se está utilizando Geomembrana HDPE³ o de PVC.

La vida útil de la geomembrana deberá ser mínimo de 20 años, y sus características técnicas debe responder a lo siguiente: resistencia a la abrasión, punzonamiento, variaciones de temperatura y condiciones ambientales. Inmunidad al ataque de bacterias y hongos. Alta resistencia a la tensión, flexibilidad y elongación sin fallas. Color negro para resistir la acción de los rayos ultravioletas. Espesor mínimo de 0.4 mm. Fácil reparación.

Imagen 10. Esquema de flujo de la laguna de oxidación.



Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), 2015.

³ HDPE es una Geomembrana de polietileno de alta densidad y resistencia, con una larga vida útil. Se utiliza en proyectos de impermeabilización. El PVC es una lámina impermeable de cloruro de polivinilo de alta calidad, recubierta de un plastificante, agente anti-uv, agente anti-envejecimiento y otros aditivos en resina PVC.

2.1.1 LAGUNA ANAERÓBICA

Tiene como función la “sedimentación de sólidos y la remoción de materia orgánica en ausencia de oxígeno”. Por las características de su diseño requieren de un área menor, mayor profundidad y tiempos de residencia hidráulica cortos, llegando a admitir cargas orgánicas mayores a las de las otras lagunas”. (CONAGUA, 2015).

El proceso es sensible a factores ambientales y operativos (temperatura, variaciones pH y variaciones bruscas de carga orgánica). Adicionalmente, presenta acumulación normal de natas, generar burbujas por la liberación del biogás, y el efluente puede presentar una coloración del agua tono gris con variaciones a amarillo, café oscuro y gris oscuro.

Tienen una profundidad de 2,5 a 5,0 m, y sus dimensiones están en una relación mínima del volumen para que pueda tener una retención calorífica máxima (ECKENFELDER J. 1989).

Imagen 11. Esquema de la Laguna Anaeróbica



Fuente: Manual de agua Potable, alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), 2015

El tratamiento se lleva a cabo por la acción de bacterias anaerobias según las etapas siguientes:

- Hidrólisis
- Formación de ácidos
- Formación de metano

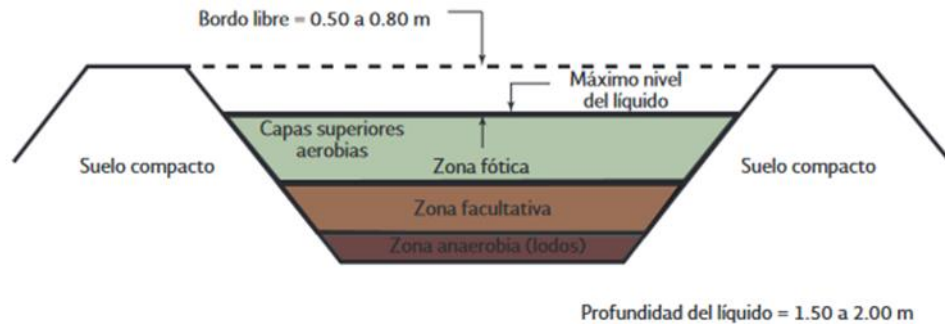
Si recibe una carga orgánica insuficiente presenta una coloración del agua roja o rosada, lo que es un indicador de presencia de bacterias fotosintéticas. Si recibe una sobrecarga, es decir carga mayor para la que proyectada presentará un fuerte olor a huevo podrido.

El desazolve se debe realizar cada 2 a 4 años de operación, sin embargo, experiencias diversas recomiendan secar la laguna en vez de remover el lodo, empleando las tuberías de dragado para el desazolve. El lodo extraído se debe depositar en otro espacio.

2.1.2 LAGUNA FACULTATIVA

Pueden ser un primer tratamiento o un tratamiento posterior a las lagunas anaeróbicas. Regularmente tienen una profundidad entre 1.5 y 2.0 m. y el tiempo de retención hidráulica varia de 5 a 30 días. Expertos recomiendan mantener un borde libre de 0,5 a 0,8 para “minimizar los efectos del viento y el oleaje, así como absorber sobrecargas hidráulicas”. (CONAGUA, 2015).

Imagen 12. Esquema de la Laguna Facultativa



Fuente: Manual de agua Potable, alcantarillado y Saneamiento (MAPAS).

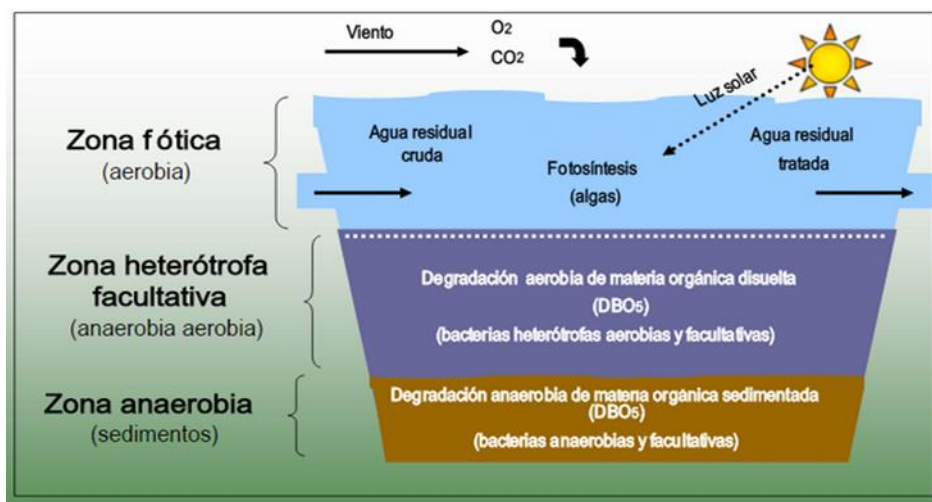
El proceso de degradación se lleva a cabo en tres zonas:

Zona anaerobia o de sedimentos: En el fondo de la laguna se genera biogás por las condiciones anaeróbicas, y se produce un ligero mezclado donde los sólidos se acumulan y son descompuestos fétidos.

Zona heterótrofa o facultativa: La etapa intermedia representa la transición entre las condiciones anaeróbicas y aerobias por la descomposición de la materia orgánica.

Zona fótica o aerobia. corresponde a la zona superficial, produciendo oxígeno por la acción de las algas que utilizan como fuente de energía la luz solar. El color del agua es un verde oscuro brillante, lo que evidencia una alta concentración de ODB y pH, no presenta malos olores.

Imagen 13. Esquema del proceso de degradación de la laguna facultativa.



Fuente: Manual de agua Potable, alcantarillado y Saneamiento (MAPAS).

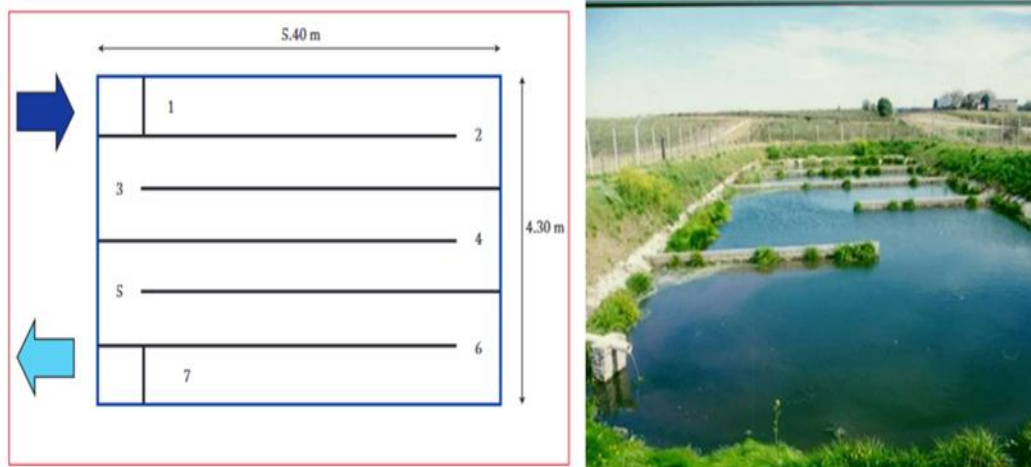
La sobrecarga en las Lagunas Facultativas se ve reflejado en “la inhibición del desarrollo de microalgas por la presencia del sulfuro de hidrógeno, ácidos volátiles o un ambiente fuertemente reductor. La ausencia de luz debido al contenido de materia suspendida en el cuerpo de agua y la absorción de la radiación solar por las natas formadas (generalmente de color negro) fomenta la generación de sulfuro ferroso, limitando también la producción fotosintética de oxígeno”. (CONAGUA, 2015). Eso evidencia un mal funcionamiento, generándose malos olores, presencia de insectos y una pobre eficiencia.

Algunas lagunas facultativas cuentan con un sistema de mamparas para incrementar la eficiencia del proceso, lo que da un comportamiento de flujo pistón al fluido.

La instalación de mamparas ha sido propuesta por investigadores (CIGANA e. al., 1998; MUTTANA Y PUETPAIBOON, 1997) para aminorar las zonas muertas e

incrementar el tiempo de retención real. La implementación de este sistema puede favorecer el funcionamiento de la laguna facultativa en un 45%.

Imagen 14. Ejemplo de laguna facultativa con mamparas (0 canteros)



Fuente: CONAGUA, 2015.

2.1.3 LAGUNA DE MADURACIÓN.

La Laguna de Maduración es la última del sistema lagunar antes de verter las aguas tratadas al receptor final (acuífero) o de ser reutilizadas, teniendo un aumento de la depuración de las aguas residuales, purificando la carga orgánica, y tiene “como objetivo fundamental la eliminación de bacterias patógenas, cumpliendo con la nitrificación del nitrógeno amoniacal, cierta eliminación de nutrientes, clarificación del efluente y consecución de un efluente bien oxigenado”. (CONAGUA, 2015).

“Presentan concentraciones de oxígeno disuelto mayores a las de las lagunas facultativas, su color es verde oscuro brillante y están libres de olores. El tiempo de retención es de 5 – 20 días. Tienen profundidades menores que las facultativas y van de 1 – 1,5 m, para que el sol y la radiación ultravioleta puedan entrar hasta el fondo, eliminando microorganismos y bacterias. La retención del agua es de 8 días y la

superficie no debe sobrepasar a 2 ha. La presencia de larvas o insectos es un indicador de un pobre mantenimiento y mala circulación". (CONAGUA, 2015).

Imagen 15. Esquema de Laguna de Maduración.



Fuente: CONAGUA, 2015.

2.1.4 NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE LAGUNAS DE OXIDACIÓN. INEN

Las normas para estudio y diseño de disposición de aguas residuales expedidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 1992), tiene como “objetivo que los diseños de las lagunas de oxidación se realicen dentro de marco técnico adecuado a la realidad ecuatoriana”, cuya aplicación hasta la fecha es obligatorio para las instituciones públicas o privadas, así como en contratos o fiscalización de los diseños de saneamiento básico.

A continuación, se citan los criterios más relevantes acordes al trabajo investigativo:

Ubicación: el sitio debe escogerse “aguas debajo de la cuenca hidrográfica, en un área suficientemente extensa y fuera de la influencia de cauces sujetos a torrentes y avenidas, y en el caso de no ser posible se deberán proyectar obras de protección. El área deberá estar lo más alejada de urbanizaciones con viviendas ya existentes,

recomendándose las siguientes distancias:

1.000 m como mínimo para lagunas anaeróbicas.

500 m como mínimo para lagunas facultativas, y

100 m como mínimo para sistemas con lagunas aireadas.”

Periodo de diseño: debe estar comprendido entre 20 y 30 años, considerando etapas de implementación de alrededor de 10 años. Se debe concebir por lo menos dos unidades en paralelo para permitir la operación en una de las unidades durante condiciones de limpieza.

Formas: Las lagunas primarias se recomiendan que tengan una forma cuadrada o ligeramente rectangular. Las lagunas secundarias se recomiendan que tengan una forma alargada, sin que la relación largo/ancho supere el valor de 10.

Consideraciones generales: la interconexión entre lagunas puede ser a través de simples tuberías. Las esquinas de los taludes deben ser ligeramente redondeadas para minimizar la acumulación de natas y facilitar la limpieza.

Ancho de taludes: El ancho de berma de los taludes debe ser por lo menos de 2,5 m de tal forma que permita la circulación de vehículos para la remoción de lodos.

Borde libre recomendado: Es de 0,5 m, esto en función de la velocidad de vientos que si llegan a producir oleajes se podrá considerar una altura mayor.

Inclinación de taludes: La inclinación recomendada es de 1:1,5 y 1:2 (vertical: horizontal).

Cota de fondo: deberá estar por lo menos 20 cm por encima del nivel freático.

Tiempo de retención de lodos: según la siguiente tabla.

Tabla 3. Tiempo de retención de lodos según temperatura ambiente

Temperatura (°C)	Tiempo de retención (d)
18	28
24	20
30	14
35	10
40	10

Fuente: Yanez (1993). INEN (1992), CONAGUA (2015).
Elaboración: Propia

2.1.5 TRATAMIENTO DE LODOS: LECHO DE SECADO

“El lecho de secado consiste depositar los lodos para que sean secados con energía solar y con la ayuda de la infiltración del agua a través de las capas de arena y grava. El agua contenida en los lodos filtra, por efecto de la gravedad, a través de un lecho filtrante de arena y grava, y es recogida por ductos perforados para ser luego conducida al cuerpo receptor final. Otra parte del agua contenida en los lodos se evapora. Una vez seco el lodo, se retira y se evacúa a vertederos controlados o se utiliza como acondicionador de suelos”. (CONAGUA, 2015).

Los lodos de zanjas de oxidación no requieren otro proceso de tratamiento que es el desaguado, generalmente en lechos de secado. Para el procesamiento de lodos estabilizados se considerarán las siguientes opciones (INEN. 5.7.3.3):

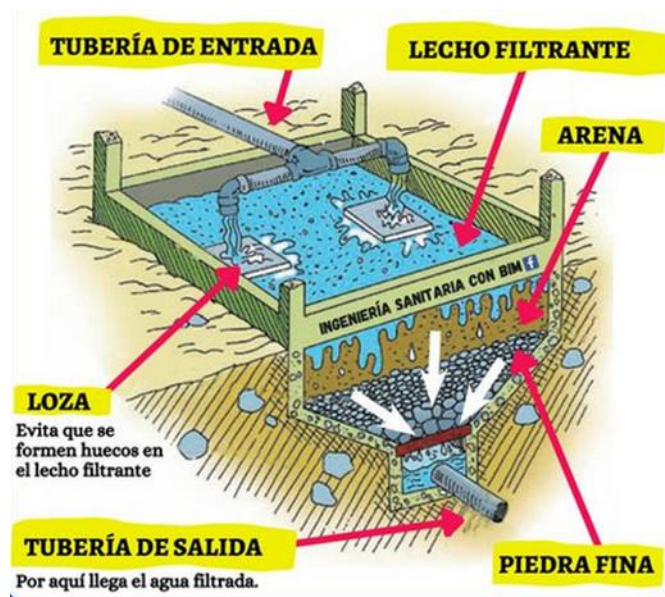
Los diques y fondo de estas lagunas son preferiblemente diseñadas con recubrimiento de losetas de hormigón.

Los taludes de los diques pueden ser de mayor pendiente que para las lagunas de oxidación.

Deberán incluir facilidades para limpieza y circulación de vehículos, rampas de acceso, etc.

Terreno con pendiente inferior al 6% y su suelo deberá tener una tasa de infiltración entre 1cm/h y 6cm/h, estar bien drenado, de composición alcalina o neutro. Con nivel freático ubicado a por lo menos 10 m de profundidad.

Imagen 16. Esquema de lecho de lodos



Fuente: CONAGUA (2015).

Los lodos estabilizados tienen un valor como abono. El lodo debe dejarse secar a la intemperie. El tiempo de secado es entre 4 a 6 semanas formando grietas. Debe ser removido de forma manual o con ayuda de un equipo pesado. Debe almacenarse en pilas hasta 2 m.

2.2 MARCO LEGAL

2.2.1 CONSTITUCIÓN DEL 2008

El Ecuador es un estado soberano de derechos y justicia social que se fundamenta en la soberanía del pueblo. Los derechos de la naturaleza, sus recursos son bienes patrimoniales, inalienables, irrenunciables e imprescriptibles, como lo prescribe la norma suprema. Título I Elementos Constitutivos del Estado. Capítulo Primero Principios Fundamentales. Constitución de 2008, habla de los Principios Fundamentales, ambientales. Art. 1 (Const. 2008).

CAPÍTULO SEGUNDO Biodiversidad y Recursos Naturales

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

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

éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Lo que establece la constitución como norma suprema considerando el derecho del buen vivir, *sumak kawsay*; con medidas de precaución los deberes, derechos, sin la discriminación de raza, religión, cultura, la interculturalidad, precautelar la dignidad de las personas, y cuidar la naturaleza para vivir en ambiente sano, se prevalecerá la acción de protección cuando exista los devaneos entre las partes por omisión de cualquier autoridad no judicial reconocidos en la constitución.

2.2.2 LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL

La autoridad competente rectora a nivel nacional la ejerce el ministerio de ambiente establece que la Autoridad Ambiental Nacional la ejerce el Ministerio del Ambiente; participa en la coordinación y regulación del sistema nacional descentralizado marcado las atribuciones de acuerdo con sus competencias respetando sus leyes y códigos que ejerzan otras instituciones del estado. Es importante conocer la política ambiental, en: responsabilidades, obligaciones, la participación de público y lo privado, dado a conocer sus límites permitidos en sanciones y controles en esta materia:

Art. 1.- Principios: Principios Fundamentales Universales. Art. 3.- de esta ley. (Ley de Gestión Ambiental, Codificación)

Esta Ley de gestión Ambiental es un instrumento legal secundario de lo que prescribe la norma máxima que es la constitución, donde prevalece los derechos a la naturaleza esta ley de Gestión Ambiental de carácter precautorio que garantiza un desarrollo sustentable. El tratado de Rio de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992, la declaración de las naciones unidas se da la lectura la ratificación sobre el medio ambiente aprobada en Estocolmo el 16 de junio de 1972, con los objetivos de alcanzar una alianza mundial de cooperación para las personas y sociedades para precautelar sus

derechos en sistema ambiental en el desarrollo mundial de buscar un equilibrio entre hombre y naturaleza.

2.2.3 CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE

En este código establece:

El objetivo es de garantizar el derecho de las personas, derechos de la naturaleza, para que se cumpla lo que establece del buen vivir o sumak kawsay. Se prevalece la sostenibilidad, protección, conservación, restauración del ambiente, con la relación naturaleza y hombre, del sector público y privado.

El ámbito es regular los derechos, garantías y principios, con el ambiente sano. La ratificación de convenios y tratados internacionales ratificados por el estado ecuatoriano respetando los principios y lineamientos ambientales que se orienten a las políticas públicas de estado ecuatoriano.

Fines se cumple con la constitución de los derechos, con garantías y principios que está en armonía con un ambiente sano y saludable, orientada a las políticas públicas del Estado Ecuatoriano.

2.3 MARCO INSTITUCIONAL

Normativa Municipal.

El GAD de Colimes, en su normativa interna cuenta con Ordenanzas que rigen la planificación del territorio, tales como:

Registro Oficial No. 218 de 12 de diciembre del 2011, referido a la denominación de la organización municipal; la formulación, elaboración y ejecución

del presupuesto participativo; la organización del Consejo Municipal; y la Constitución de Consejo de Planificación Cantonal.

Registro Oficial No 333 de 14 de septiembre del 2012, referido a la Ordenanza de aprobación del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Municipal.

Estructura Orgánico Funcional

Su estructura orgánica funcional, cuenta entre otros, de una Dirección de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, compuesta por: Gestión de Riesgos, Avalúos y Catastros y Comisaria Municipal.

La Dirección de Gestión Ambiental está compuesta por la Unidad de Servicios Públicos.

Como entidades públicas adscritas, tenemos entre otras, la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Colimes EPAPA-COLI.

Cuenta con un Departamento de Planificación, cuya función es el desarrollar procesos técnicos, políticos y sociales de participación e integración.

Plan de Ordenamiento Territorial 2020-2023

Entre los problemas priorizados en el PDOT 2020-2023 se ha considerado lo siguiente:

Mayor porcentaje de territorio que no dispone de sistemas de riego para la producción.

Deficiente y obsoleto sistema de alcantarillado.

“No existe planta de tratamiento de aguas residuales” (aunque el sistema lagunar fue construido en el 2008 e intervenido en el año 2015), el Plan no lo visibiliza.

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

La investigación aplicada en el trabajo de investigación es cualitativa (se evaluó las afectaciones ambientales de la laguna, la operatividad y mantenimiento mediante indicadores y datos estadísticos, la recogida de datos, su tabulación, así como el análisis e interpretación; desde un enfoque descriptivo (se resumió características de diseño y características de afectaciones ambientales); diseño No experimental para comprender la problemática de la laguna de oxidación de la ciudad de Colimes y proponer soluciones a los problemas importantes.

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque descriptivo permite reconocer la situación de la Laguna de Oxidación de Colimes, relacionándola con lo permitido por el INEN, las afectaciones al medio ambiente, la percepción de la comunidad y la observación en sitio.

Los datos se exponen y se analizan en base a una hipótesis, a fin de lograr propuestas y conclusiones que contribuyan a la solución de la problemática, para lo cual se recurrió a:

Fuentes primarias: Ficha de Observación, encuestas, fichas ambientales.

Visita de observación al sistema lagunar (agosto 2022)

Visita técnica a la Laguna de Oxidación (septiembre 2022): Técnica de observación, Evaluación de afectación ambiental

Aplicación de encuestas a la población (septiembre 2022): Cuestionario

Fuentes secundarias: Otros trabajos de investigación de temas similares, revistas,

artículos. Plan de Ordenamiento territorial de Colimes 2019-2023, Imágenes de Google Earth Pro.

3.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en las siguientes fases.

Fase 1. Revisión de documentación bibliográfica sobre el tema de investigación: documentos, textos, artículos, entre otros.

Fase 2. Recolección de la información primaria: ficha de observación, ficha ambiental, matriz de Leopold, encuesta a la población.

Fase 3. Análisis e interpretación de los datos obtenidos.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se aplicó la investigación correlacional: datos obtenidos de documentos (investigación bibliográfica), datos obtenidos de encuestas y fichas de observación.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la recolección de datos de la encuesta a la población, se seleccionó una muestra de 224 viviendas que se encuentran en un radio de acción de hasta 1.000 m de la Laguna de Oxidación.

Aplicando la fórmula para población finita se obtuvo una muestra de 107 viviendas.

$$n = \frac{N * Z^2\alpha * p * q}{d^2(N - 1) + Z^2\alpha * p * q}$$

Datos:

N= tamaño de la población: 224 viviendas.

$Z^2\alpha$ = nivel de confianza es del 95,0 %: $(1,96)^2 = 3,84$

p=proporción esperada en este caso es de 5%: 0,05 que es la opción más segura.

q= 1-p (en este caso 1-0,05) es de 0,95

d^2 = grado de precisión :0,0009

N-1= (224-1): 223

$$n = \frac{224 * 3,84 * 0,05 * 0,95}{0,0009(224 - 1) + 3,84 * 0,05 * 0,95}$$

n= Número de encuestas que se van a realizar: **107 viviendas**

3.4.1 UNIDAD DE ANÁLISIS

1. Laguna de Oxidación de Colimes, sobre la que se realizó la Lista de Chequeo Ambiental, La Matriz de Leopold y la Ficha de observación.
2. Habitantes que están en viviendas cuya distancia a la laguna de oxidación es hasta de 1.000 m, considerando que esta es la distancia normada por el INEN.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Laguna de oxidación de la ciudad de Colimes

3.5.2 VARIABLES DEPENDIENTES

Afectación ambiental

Crecimiento poblacional

Operatividad y Mantenimiento de la laguna

3.5.3 CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 4. Conceptualización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Laguna de Oxidación	Excavación de poca profundidad en la cual se desarrolla una población microbiana compuesta por bacterias, algas y protozoos que conviven en forma simbiótica y eliminan en forma natural los patógenos relacionados con la materia orgánica	Sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Colimes conformado por Laguna Anaeróbica, Laguna Facultativa y Laguna de Maduración,
Afectación Ambiental	Es la alteración o modificación que causa una acción humana sobre el medio ambiente.	Conjunto de factores ambientales que se ven afectados por las actividades antrópicas de las viviendas que se encuentran cerca del sistema lagunar y por problemas en el control y mantenimiento
Crecimiento poblacional	Cambio en el número de pobladores de una región geográfica determinada en cierto plazo.	Número de habitantes y viviendas que se han incrementado en las inmediaciones a la Laguna de oxidación
Operatividad y mantenimiento de la Laguna de Oxidación	Proceso mediante el cual se trata las aguas residuales para su purificación y posterior vertido	Procedimiento empleado por la Municipalidad de Colimes para operación y mantenimiento requerido para el tratamiento de las aguas residuales.

Elaboración: Propia

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Las técnicas de investigación que se utilizaron en el trabajo investigativo se describen a continuación:

3.6.1 METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Lista de Chequeo, es una metodología cualitativa basándonos en la observación. Es la aplicación de un formato con una serie de preguntas, valores y lista ordenada de actividades y componentes del ambiente

Los resultados se obtienen a partir de la descripción de los hechos particulares del proyecto, permite identificar los impactos de las actividades sobre los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos.

Se realizó una visita técnica, identificando los problemas de funcionamiento de la laguna de oxidación de Colimes, recopilando información del medio biótico y abiótico y de cada uno de sus componentes. Estos recogidos en la Lista de Chequeo fueron plasmados en una hoja de Excel para poder identificar aquellos impactos con su causa y efecto en el medio ambiente.

Matriz de Leopold, es una metodología cualitativa basada en causa – efecto, ya que los resultados parten de una descripción o juicio de valor. Evalúa las interacciones entre actividades y elementos del ambiente, estimando la magnitud y la importancia de los impactos, obteniendo resultados de valoración numérica. El análisis del impacto ambiental define dos aspectos de las actividades que pueden tener un impacto sobre el medio ambiente como aire, agua, suelo y factores socioeconómicos. Un aspecto es la

Magnitud (grado, tamaño o escala) y el otro aspecto es la **Importancia** de las

actividades en las condiciones ambientales específicas. Los valores de la Magnitud son cuantitativos y los de la Importancia son cualitativos, y reflejan una estimación de los impactos de las actividades en los factores ambientales.

Se aplicó una herramienta de información cualitativa para la evaluación de los impactos en un entorno natural, que es la Matriz de Leopold, caracterizada por información de columnas que representa actividades, y filas que representan aspectos ambientales como aire, agua, suelo y factor socioeconómico.

La matriz de Leopold tiene un eje horizontal donde se identifican las acciones, y que causan el impacto ambiental; y el eje vertical conformada por las condiciones ambientales existentes que están siendo afectadas por esas acciones.

Tabla 5. Ponderación de Impactos

IMPACTOS NEGATIVOS						IMPACTOS POSITIVOS					
MAGNITUD			IMPORTANCIA			MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación	Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1	Baja	Baja	1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2	Baja	Media	2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3	Baja	Alta	3	Permanente	Puntual	3
Media	Media	-5	Media	Local	5	Media	Media	5	Media	Local	5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6	Media	Alta	6	Permanente	Local	6
Alta	Media	-8	Media	Regional	8	Alta	Media	8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9	Alta	Alta	9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	10	Muy alta	Alta	10	Permanente	Nacional	10

Elaborado: por el autor

Al relacionar las actividades y los factores ambientales se muestran dos valores que identifican la magnitud y la importancia.

Para analizar el valor de cada casilla se debe multiplicar el valor de la magnitud por la importancia, luego se suman los valores por la filas y columnas para llegar a la síntesis por componentes y subcomponentes.

3.6.2 ENCUESTA DE PERCEPCIÓN A LA COMUNIDAD ACERCA DEL SISTEMA DE ACANTARILLADO Y LA LAGUNA DE OXIDACIÓN

Para poder conocer si la laguna de oxidación afecta a la población que vive en las inmediaciones de la laguna (sector urbano y sector rural), se aplicó una encuesta el 10 y 12 de septiembre del 2022, que contiene preguntas mixtas (respuesta cerrada y se agregó "otros"), de elección múltiple (variedad de respuestas a elegir), dicotómicas (si, no), politómicas (elección más conveniente), y de elección múltiple (elección de a mejor opción)⁴.

Es importante conocer la distancia a la que se encuentra la vivienda respecto a la laguna de oxidación. Para poder conocer este dato se ubicó un punto GPS para posteriormente ubicarla en Google Earth Pro.

La pregunta 1. permite conocer el número de personas que habitan la vivienda y el número de personas vulnerables: 1. ¿Cuántas personas habitan la vivienda?

Las preguntas de 2 a la 4 permiten conocer datos acerca del servicio de alcantarillado: 2. ¿El tramo de calle dónde se encuentra esta vivienda dispone de servicio de alcantarillado?, 3. ¿Esta vivienda, a que sistema de drenaje se encuentra

⁴ Ver en anexo de la encuesta

conectada, 4. ¿Si existen redes de alcantarillado en su sector, por qué no se ha conectado al servicio público?.

La pregunta 5 mide el conocimiento de la población respecto a la entidad municipal encargada el sistema de alcantarillado.

Las preguntas de 6 a 10 permiten conocer la percepción de posibles afectaciones de la laguna de oxidación a la población encuestada: 6. De las siguientes problemáticas ¿Cuál considera que es la más importante?, 7. El tipo de olor percibido es constante o temporal?, 8. ¿Conoce ud. la existencia de la laguna de oxidación?, 9. ¿Considera que los malos olores están relacionados por la laguna de oxidación?, 10. ¿Ha habido algún caso de presencia de vectores?.

Las preguntas de 11 a 13 permiten conocer la percepción de los posibles beneficios de la laguna de oxidación y si consideran que la Municipalidad debe intervenir en su mejoramiento: 11. ¿Conoce ud. que las aguas servidas tratadas adecuadamente se pueden utilizar en la agricultura, producción de energía, abonos u otros?, 12. Si la laguna de oxidación permitiera obtener algún beneficio adicional al tratar las aguas servidas, ¿cuál de las sgtes opciones escogería?, 13 ¿Cuáles considera que son las principales obras de mejoramiento que se debe hacer el cantón?.

3.6.3 METODOLOGÍA DE OBSERVACIÓN IN SITU: FICHA DE OBSERVACIÓN

Son instrumentos de investigación que mediante recolección de datos y realizando su respectivo análisis, se puede emitir recomendaciones para la mejora correspondiente.

Esta técnica demanda de determinar los objetivos de la observación, la forma con que se van a registrar los datos, observar cuidadosa y críticamente para registrar los datos observado en la ficha correspondiente, luego elaborar conclusiones.

Mediante la ficha de observación se registraron referentes a las condiciones y características técnicas de la laguna de oxidación:

Distancia de la laguna de oxidación a la vivienda más próxima

Componentes del sistema lagunar

Presencia de natas y costras en el interior de las lagunas

Estado de los taludes de las lagunas

Presencia de vegetación en el interior de la laguna

Forma geométrica de las lagunas

Color de las aguas de las lagunas

Malos olores

Estado de las geomembranas

Presencia de vegetación en los borde o taludes

Estado de la cerca de protección

Proximidad de vegetación arbórea a la laguna

Se aplicó la encuesta a los habitantes de las viviendas que se encuentran hasta 1.000 m de distancia de la Laguna de Oxidación, considerando la recomendación del INEN respecto de distancia que se debe observar entre viviendas y lagunas.

3.6.4 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Para la aplicación de la encuesta se realizó una prueba piloto, con la finalidad de analizar la validez y confianza, realizando los ajustes pertinentes.

Se codificaron las respuestas para poder elaborar los resultados. La probabilidad de veracidad de los resultados de la investigación es de 95,0% de confianza, con probabilidad de error del 5%.

3.7 PLAN PARA PROCESO DE INFORMACIÓN

Se consideraron los siguientes pasos:

Visita de campo a la Laguna de Oxidación para determinar la problemática existente.

Definición de los instrumentos de recolección de datos

Recopilación de datos, tabulación y representación en gráficos que ayuden a la comprensión de los mismos.

3.7.1 METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Diseño de la Lista de Chequeo y aplicación en la visita técnica

Interpretación de datos

Diseño de la Matriz de Leopold y aplicación en la visita técnica

Interpretación de datos

3.7.2 ENCUESTA DE PERCEPCIÓN A LA COMUNIDAD ACERCA DEL SISEMA DE ACANTARILLADO Y LA LAGUNA DE OXIDACIÓN

Recolección de datos aplicando el cuestionario

Crítica codificación de datos

Tabulación de datos según variables del cuestionario

Elaboración de cuadros estadísticos

Análisis de resultados

3.7.3 METODOLOGIA DE OBSERVACIÓN IN SITU: FICHA DE OBSERVACIÓN

Diseño de Ficha de observación

Aplicación en visita técnica de campo

Interpretación de datos y elaboración de resultados

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1.1 ANÁLISIS DE LA AFECTACIÓN AMBIENTAL

a. LISTA DE CHEQUEO

Para el análisis de la afectación ambiental de la laguna de oxidación se aplicó la Lista de Chequeo que contiene preguntas referidas a la afectación ambiental tanto del medio biótico (aire, suelo, agua), como abiótico (flora, paisaje, fauna), considerando según observación in situ el grado de intensidad (alta, media, baja).

Las preguntas que corresponde al medio biótico son:

¿Existe contaminación de aire?

¿Se observa evidencia de procesos de erosión?

¿Se observa evidencia de que hay mal drenaje de suelos?

¿Se sospecha de la existencia de contaminación de suelos por agroquímicos, químicos, bacterias u otros?

¿Se observa evidencia de contaminación de aguas superficiales?

¿Se observa evidencia de contaminación de agua subterránea?

¿Se percibe agua con mal olor?

Tabla 6. Lista de chequeo de Impactos ambientales

COMPONENTE	IMPACTO IDENTIFICADO	CAUSA
AIRE	Mal olor con intensidad media de la Laguna Facultativa	Las lagunas facultativas por su proceso natural que se produce en el fondo (descomposición de lodos)
	Gases en la laguna facultativa	La descomposición de lodos, produce gases como CO ₂ , H ₂ S, CH ₄ , y son liberados a la atmósfera
	Humo por quema de basura	Los propietarios de las fincas próximas queman basura en las inmediaciones de la Laguna de oxidación, llegando a poner en riesgo la flora
CLIMA	Inundaciones de las inmediaciones de la laguna de oxidación	Las lluvias se presentan de Febrero a Junio, y en condiciones de estación invernal atípicas, en que se presentan lluvias intensas o Fenómenos del Niño, las lagunas pueden llegar a desbordarse y llega a contaminar suelos y acuíferos
SUELO	Suelo erosionado, mal drenaje de suelo, contaminación por agroquímicos	La escasez de lluvias en los meses de estación seca el suelo se agrieta
AGUA	Presencia de agua con mal olor en la laguna facultativa	Mal funcionamiento de la laguna por ausencia de mantenimiento periódico
MEDIO ACUÁTICO	En la Laguna Anaeróbica se puede observar: bacteroides, bafidobacterium, Clotridium, Lactobacillus, Streptococcus. Se observa la presencia de detergentes (intensidad media), así como residuos sólidos en intensidad media, agroquímicos en intensidad baja, presencia de algas.	Por actividades naturales de la laguna anaeróbica se observa la presencia de bacterias y otros. Los detergentes son producto de las actividades humanas en aseo. Los residuos sólidos corresponden a actividades domésticas. Las algas se debe al escaso mantenimiento de las lagunas de oxidación
PAISAJES	Especies arbustivas que se encuentran en las inmediaciones de la laguna se encuentran en situación de vulnerabilidad por actividades como quema de basura	Quema de basura y uso de agroquímicos sin control
FLORA	Especies arbustivas que se encuentran en las inmediaciones de la laguna se encuentran en situación de vulnerabilidad por actividades como quema de basura	Quema de basura y uso de agroquímicos sin control
FAUNA	No existen especies en peligro de extinción, sin embargo, por las actividades humanas la fauna nativa están riesgo.	Quema de basura

Fuente: datos tomados en sitio por el autor

Elaboración: propia

b. MATRIZ DE LEOPOLD

La matriz que se ha utilizado para analizar la Laguna de Oxidación tiene 18 factores ambientales y 13 actividades significativas, por lo que resultan 234 interacciones. Aplicando la de lo observado en la visita técnica se obtuvo el siguiente resultado:

Imagen 17- Resultados Matriz de Leopold

FACTORES AMBIENTALES				ACCIONES										INTERACCIONES			Impacto Subcomponentes	Impacto por componente	Impacto Total
				PROCESO DE PRETRATAMIENTO			LAGUNAS		ACUMULACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS										
				Calidad de ingreso	Manejo de residuos sólidos	Desarenado	Mantenimiento	Maduración	Residuos bióticos	Residuos de desbroce	Sedimentación	Efluentes	Arrastre de sólidos	Promedios Positivos	Promedios Negativos	Promedios Aritméticos			
IMPACTO AMBIENTAL	ABIÓTICO	SUELO	Contaminación del suelo	-2	0	0	-27	0	0	0	-10	0	0	0	3	-39	-104	-323	-738
			Erosión	-2	0	0	-24	0	0	0	0	0	0	2	-26				
			Calidad del suelo	-6	0	0	-27	0	0	0	-6	0	0	0	3	-39			
		AGUA	Aguas subterráneas										0	0		-162			
			Calidad del agua	-30	-30	0	0	0	-30	0	-30	-12	0	6	-162				
		ATMÓSFERA	Nivel de olores	-6	0	0	0	-6	-9	0	-9	-9	0	0	5	-39	-57		
	Calidad del aire (gases, material particulado)		-6	0	0	0	-6	-1	0	-1	-4	0	0	5	-18				
	BIÓTICO	FLORA	Árboles, arbustos	-3	0	0	-3	0	0	0	0	0	0	0	2	-6	-6	-411	
			Cultivos											0	0				
		FAUNA	Aves	-9	0	0	-25	0	-25	0	0	-25	-25	0	5	-109	-256		
			Cadenas tróficas	-1	0	0	-20	0	-20	0	0	-20	-20	0	5	-81			
			Microfauna	-6	0	0	-15	0	-15	0	0	-15	-15	0	5	-66			
		PAISAJE	Paisaje	-1	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	2	-5	-149		
			Proliferación de vectores	-48	0	0	0	-48	0	0	0	-48	0	0	3	-144			
	POBLACIÓN	Calidad de Vida y salud		0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	0	1	-4	-4	-4	
Promedios Positivos				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47		-738			
Promedios negativos				12	1	0	8	4	6	0	5	7	4						
Promedios aritméticos				-120	-30	0	-145	-64	-100	0	-56	-151	-72						

4.1.2 ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DE LA COMUNIDAD ACERCA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y LA LAGUNA DE OXIDACIÓN

Opinión acerca del servicio de alcantarillado⁵

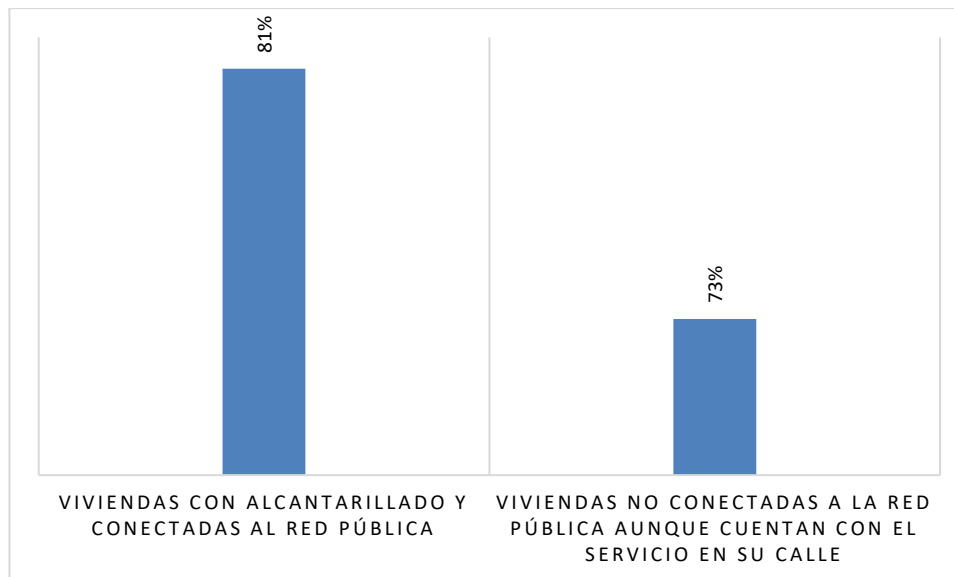
VIVIENDAS QUE TIENEN REDES DE ALCANTARILLADO EN EL TRAMO DE CALLES DONDE ESTÁ UBICADA: El 81% de las viviendas cuentan con disponibilidad de servicio de alcantarillado en el tramo de calle donde están ubicadas, y 19% no lo tienen.

VIVIENDAS QUE CUENTAN CON REDES DE ALCANTARILLADO, PERO NO SE HAN CONECTADO A LA RED PÚBLICA: El 73% de las viviendas encuestadas se encuentran conectadas a la red pública de alcantarillado, el 24% están depositan sus excretas en pozos sépticos a pesar de que en su tramo de calle si existen redes de alcantarillado público, y el 3% usan letrinas.

MOTIVOS POR LOS QUE NO SE HA CONECTADO A LA RED PÚBLICA DE ALCANTARILLADO: De las viviendas encuestadas que tienen disponibilidad de servicio de alcantarillado público, pero no se han conectado al mismo, el 71% manifiesta que no ha tenido dinero para hacerlo y el 29% considera que es muy costoso.

⁵ Ver ANEXO en el que se presenta los resultados con su gráfico de cada pregunta

Gráfico 6. Servicio de alcantarillado: viviendas que tienen el servicio y viviendas que no han conectado, aunque tienen la red en su calle



Fuente: Encuesta a hogares de viviendas cercanas a la Laguna de Oxidación 2022, realizada por el autor
Elaboración: propia

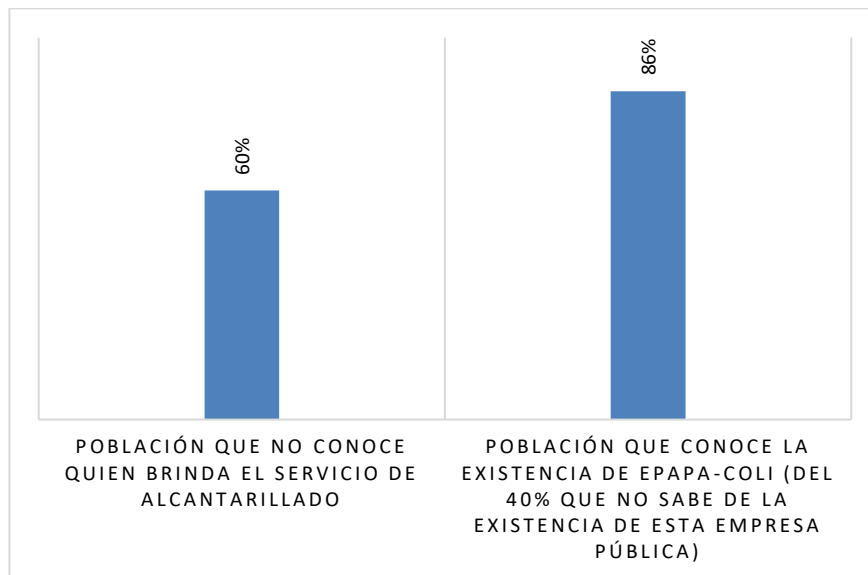
Identificación de la comunidad respecto a la entidad municipal que otorga el servicio de alcantarillado⁶

CONOCIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE LA ENTIDAD PÚBLICA QUE PRESTA EL SERVICIO DE ALCANTARILLADO EN EL CANTÓN: El 60% desconoce qué entidad pública les otorga el servicio de alcantarillado, y el 40% restante manifiesta conocerla.

NOMBRE DE LA ENTIDAD PÚBLICA QUE OTORGA EL SERVICIO DE ALCANTARILLADO EN EL CANTÓN: De los encuestados que manifestaron conocer a entidad pública que otorga el servicio de alcantarillado, el 86% indicó que es la Empresa Pública EPAPA COLI, y el 14% lo atribuye a la Municipalidad de Colimes.

⁶ Ver ANEXO en el que se presenta los resultados con su gráfico de cada pregunta

Gráfico 7. Conocimiento de la Empresa Pública EPAPA-COLI como proveedora del servicio de alcantarillado



Fuente: Encuesta a hogares de viviendas cercanas a la Laguna de Oxidación 2022, realizada por el autor
Elaboración: propia

Percepción de posibles afectaciones de la laguna de oxidación a la población encuestada

PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN RESPECTO A PROBLEMÁTICAS MÁS SENTIDAS: El 67% de los encuestados considera a las aguas servidas domiciliarias, el 21% que es el tratamiento de aguas servidas, y el 12% que es la contaminación del suelo.

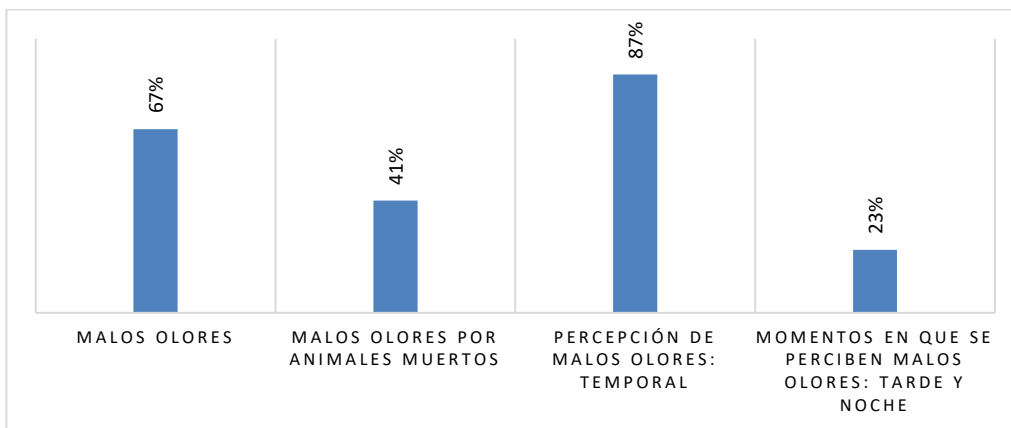
ATRIBUCIÓN DE LOS MALOS OLORES PERCIBIDOS: De los encuestados que manifestaron como una problemática los malos olores, el 41% lo atribuyen a animales muertos, el 32% a la basura, el 15% a las aguas servidas, y el 11% a pozos ciegos o sépticos.

PERCEPCIÓN DE MALOS OLORES: De las personas encuestadas que

manifestaron como un problema los malos olores, el 87% indicaron que la molestia es temporal y el 13% que es constante.

MOMENTOS EN QUE SE PERCIBE CON MAYOR INTENSIDAD LOS MALOS OLORES: Los momentos en que más se perciben los malos olores corresponde a lo siguiente: 23% en la tarde y noche; 23% mañana, tarde y noche; 18% mañana y noche; 15% mañana y tarde; 10% en la noche; 8% en la tarde; y 5% en la mañana.

Gráfico 8. Percepción de molestias en la población



Fuente: Encuesta a hogares de viviendas cercanas a la Laguna de Oxidación 2022, realizada por el autor
Elaboración: propia

CONOCIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE LA EXISTENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN: El 65% de los encuestados manifestaron conocer la Laguna de Oxidación, y el 35% restante desconocen su existencia.

PERCEPCIÓN DE LOS MALOS OLORES Y SU RELACIÓN CON LA LAGUNA DE OXIDACIÓN: El 93% de los encuestados opinan que los malos olores percibidos no están relacionados con la laguna de oxidación, y el 7% lo atribuye a la existencia de ésta.

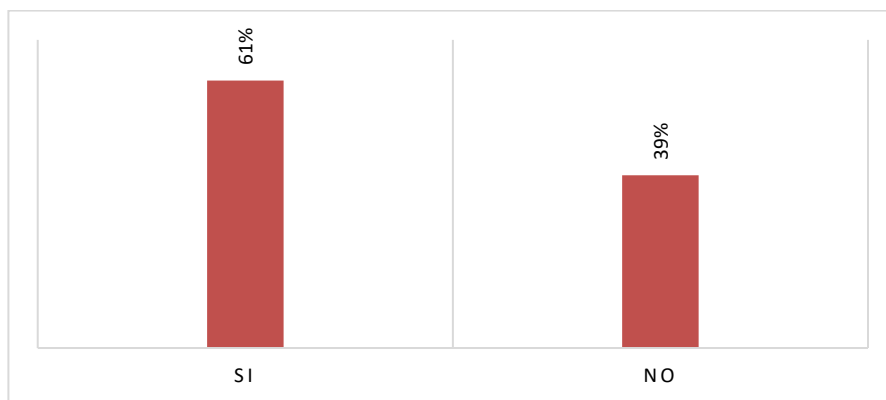
Gráfico 9. Conocimiento de existencia de Laguna de Oxidación y si los malos olores están relacionados con ésta



Fuente: Encuesta a hogares de viviendas cercanas a la Laguna de Oxidación 2022, realizada por el autor
Elaboración: propia

PRESENCIA DE VECTORES EN LAS VIVIENDAS EN EL ÚLTIMO MES: El 61% de los encuestados manifestaron que si han tenido presencia de vectores en su vivienda y el 39% restante manifestaron que no.

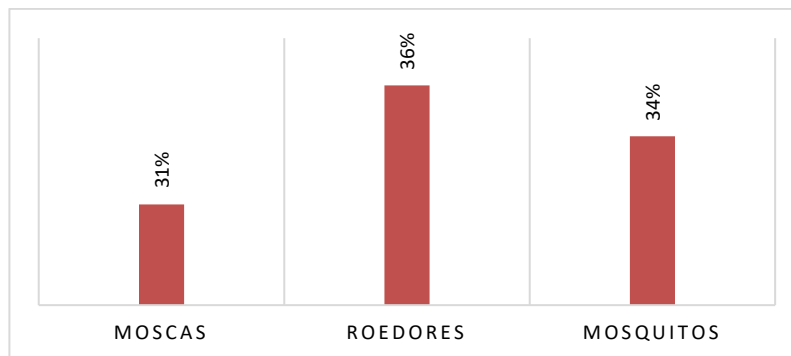
Gráfico 10. Ha tenido la presencia de vectores en el último mes en su vivienda



Fuente: Encuesta a hogares de viviendas cercanas a la Laguna de Oxidación 2022, realizada por el autor
Elaboración: propia

TIPO DE VECTORES EN LAS VIVIENDAS: De los encuestados que manifestaron la presencia de vectores en sus viviendas, el 36% manifestaron la presencia de roedores, el 34% de mosquitos y el 31% de moscas.

Gráfico 11. Tipo de vectores en las viviendas



Fuente: Encuesta a hogares de viviendas cercanas a la Laguna de Oxidación 2022, realizada por el autor
Elaboración: propia

Percepción de los posibles beneficios de la laguna de oxidación y obras de mejoramiento⁷

CONOCIMIENTO DE LA POBLACIÓN ACERCA DE LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES: El 70% de los encuestados manifestaron desconocer que el agua residual ya tratada se puede reutilizar, y el 30% restante manifestó que si conoce de esta utilidad.

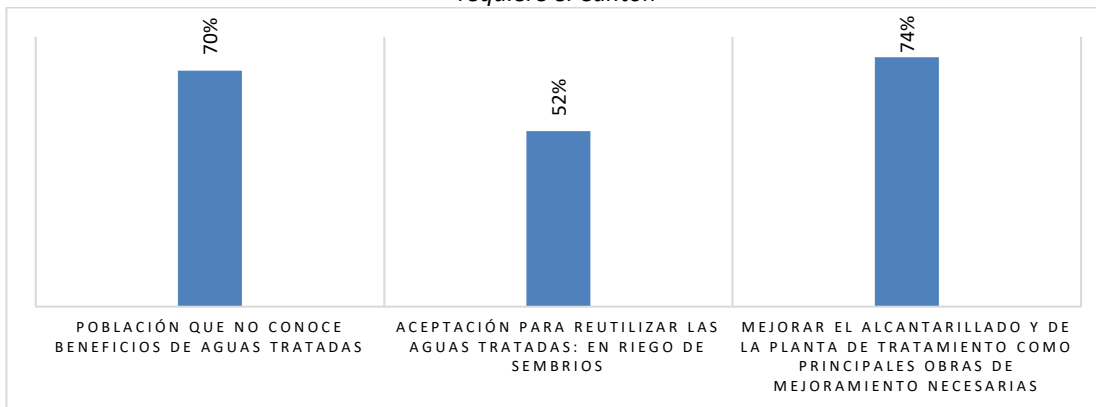
DISPONIBILIDAD DE REUTILIZAR LAS AGUAS REDIDUALES TRATADAS: De los encuestados que manifestaron conocer la utilidad de reusar las aguas residuales ya tratadas, el 52% manifestaron que estarían dispuestos a utilizarlas en el riego de sembríos, el 9% en aprovecharla como energía para gas domésticos, el 4% como abonos y fertilizantes, y el 35% manifestó no tener interés en reutilizarlas.

OBRAS PRINCIPALES DE MEJORAMIENTO QUE NECESITA EL CANTÓN: El 44% de los encuestados manifestaron que el Cantón Colimes requiere mejorar el alcantarillado, el 30% que se debe mejora la planta de tratamiento de Aguas servidas

⁷ Ver ANEXO en el que se presenta los resultados con su gráfico de cada pregunta

(Laguna de Oxidación), el 14% que se debe mejorar el ambiente, y el 12% que se debería sembrar árboles.

Gráfico 12. Percepción de beneficios de aguas tratadas y principales obras de mejoramiento que requiere el Cantón



Fuente: Encuesta a hogares de viviendas cercanas a la Laguna de Oxidación 2022, realizada por el autor
Elaboración: propia

4.1.3 PROBLEMAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para la observación in situ se empleó una Ficha de observación, que permitió registrar algunos problemas que presenta la laguna de oxidación en cuanto a la operación y mantenimiento, así como en el diseño según normativa INEN.

Tabla 7. Cumplimiento de parámetros de diseño, operación y mantenimiento según normativa

LAGUNA	PARÁMETRO NORMATIVA		PARÁMETRO OBSERVADO	CUMPLE
Sistema lagunar: Anaeróbica+Facultativa+Maduración	Vegetación en taludes, berma o interior de la laguna	Inspección semanal o quincenal	Crecimiento de maleza en taludes, berma y en el interior de las lagunas	NO
	Geomembrana	Inspección y mantenimiento periódico	Rotura de la geo membrana de los taludes. Protuberancia en las lagunas	NO
	Cerca perimetral, setos y caminos de acceso	Trimestral	Cerca en mal estado	NO
	Ancho de berma de separación	2,5 m	3,00 m	SI
	Berma de separación	Inspección y mantenimiento	Surcos en la berma de separación	NO

		periódico	de lagunas (desarrollo de grietas y agujeros)	
	Distancia a la vivienda más próxima	1.000 m	403,15 m	NO
	Periodo de diseño	20 y 30 años	30 años	SI
	Control rutinario	Una vez al día (medición de oxígeno)	Cada 2 semanas	NO
	Personal de operación y mantenimiento	6 personas (1 técnico de laboratorio, 1 asistente del jefe, 2 trabajadores, 1 chofer, 1 vigilante)	2 personas (Jefe de área y 1 asistente)	NO
Anaeróbica	Periodo de retención	3 - 5 días	15 días	NO
	Profundidad	2,5 - 5,00 m	2,5 m	SI
	Distancia respecto a viviendas	1000 m	403,15 m	NO
	Forma	Cuadrada o ligeramente alargada	Alargada	SI
	Ancho de taludes	2,50 metros	3,00 metros	SI
	Olores	Si (mediano olor a huevo podrido)	SI (fuerte olor a huevo podrido)	NO
	Coloración de agua	Amarillo a café oscuro con sólidos suspendidos blancos	Gris	SI
Facultativa	Periodo de retención	15 - 20 días	Cada dos meses aproximadamente	NO
	Profundidad	1,5 - 2,0 m	1,50 m	SI
	Distancia respecto a viviendas	500 m	403,15 m	NO
	Forma	Alargada	Trapezoidal	SI
	Ancho de taludes	2,50 metros	3,00 metros	SI
	Olores	No	Si se percibe medianamente mal olor	NO
	Coloración de agua	Verde oscuro brillante	Verde opaco	NO
Maduración	Periodo de retención	20 días	Cada dos meses	NO
	Profundidad	0,9 - 1,5 m	1,4 m	SI
	Distancia respecto a viviendas	100 m	403,15 m	NO
	Forma	cuadrada o rectangular	Cuadrada	SI
	Ancho de taludes	2,50 metros	2, 00 metros	NO
	Olores	NO	Si se percibe medianamente mal olor	NO
	Coloración de agua	Verde claro	verde oscuro	NO

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.2.1 IDENTIFICACIÓN DE AFECTACIÓN AMBIENTAL

Para determinar como la laguna de oxidación está afectando al medio ambiente se utilizó: 1. Lista de Chequeo, 2. Matriz de Leopold.

a. LISTA DE CHEQUEO

Según esta Lista de Chequeo, la Laguna de Oxidación presenta varias afectaciones al ambiente:

Medio Abiótico.

Afectación al aire: Aunque la formación de gases en la laguna facultativa es producto de la naturaleza de su función por el proceso de descomposición de lodos que se produce en el fondo, existe una afectación ambiental de impacto medio. A esto se suma las actividades humanas que ciertos vecinos de la laguna de oxidación llevan a cabo como es la quema de basura y maleza, llegando a producir una afectación ambiental de impacto bajo, que de no controlarse podría incrementarse.

Imagen 18. Malas prácticas agrícolas (quema de basura y maleza) que causan afectación ambiental al aire.



Fuente: Tomada en sitio por el autor

Afectación al suelo: Por la devastación de bosques primarios de manera indiscriminada (el cantón está ubicado en escala de 8 a 9 de deforestación), el suelo presenta características desérticas; esto agregado al mal manejo de la laguna en el procedimiento de mantenimiento, agregando el uso de agroquímicos en las prácticas agrícolas de los vecinos de la laguna de oxidación, producen una afectación ambiental de impacto medio.

Imagen 19. Observación de uso de agroquímicos



Fuente: tomada en sitio por el autor

Afectación al agua: La laguna de oxidación se encuentra ubicada muy próxima al humedal. El mal estado de los taludes de las lagunas y de geomembranas, más la presencia de detergentes y químicos por mal manejo en el mantenimiento; se convierte en un problema a considerar, ya que existe un riesgo de desbordamiento ante la presencia de lluvias intensas (estación lluviosa atípica) o Fenómenos del Niño, que llegan a subir el nivel del agua del sistema lagunar; lo que representa una afectación ambiental baja, ya que el suelo permite que por escorrentía se pueda afectar dicho humedal y se puede presentar solo por la probabilidad de desbordamiento.

Imagen 20. La proximidad al humedal afecta al recurso agua.



Fuente: Tomada en sitio por el autor

Medio Biótico.

Afectación a la flora: La flora característica del lugar, presenta pequeños espacios donde se puede apreciar algunas especies como Guayacán, Samán, Teca; las malas prácticas agrícolas como es la quema de basura y el uso de agroquímicos sin control, ponen en peligro la flora existente, lo que representa una afectación ambiental media.

Imagen 21. La presencia de detergentes y químicos afectan a la flora de lugar.



Fuente: Tomada en sitio por el autor.

Afectación a paisajes: Las inmediaciones de la laguna de oxidación presenta pequeñas manchas verdes, pues por falta de conciencia ambiental se han ido devastando los recursos naturales, entre estas la flora afectando el paisaje natural, correspondiendo sus características a una zona de bosque seco.

No existe un plan de reforestación con especies nativas que ayuden a minimizar la afectación al paisaje, por lo que las pocas especies arbóreas están siendo afectada por las actividades humanas como quema de basura que la realizan los vecinos de la laguna de oxidación, lo que lo que modificaría y alteraría significativamente el paisaje en caso de que la quema de la basura no pudiese controlarse, por lo que representa una afectación ambiental media.

Imagen 22. Las pequeñas manchas de vegetación arbórea se ven afectadas por las acciones humanas



Fuente: Tomada en sitio por el autor

Afectación a la fauna: En Colimes muchas especies nativas han migrado como consecuencia de la deforestación, incendios, ampliación del límite urbano que ha ido invadiendo los espacios naturales. sin embargo, por las actividades humanas la fauna nativa están riesgo. No hay especies en peligro de extinción. Aves, mamíferos, reptiles e insectos de la zona están siendo afectados por las malas prácticas agrícolas y la

irresponsabilidad de los vecinos de la laguna que queman constantemente la basura y maleza del sitio. Por lo que la afectación ambiental es media.

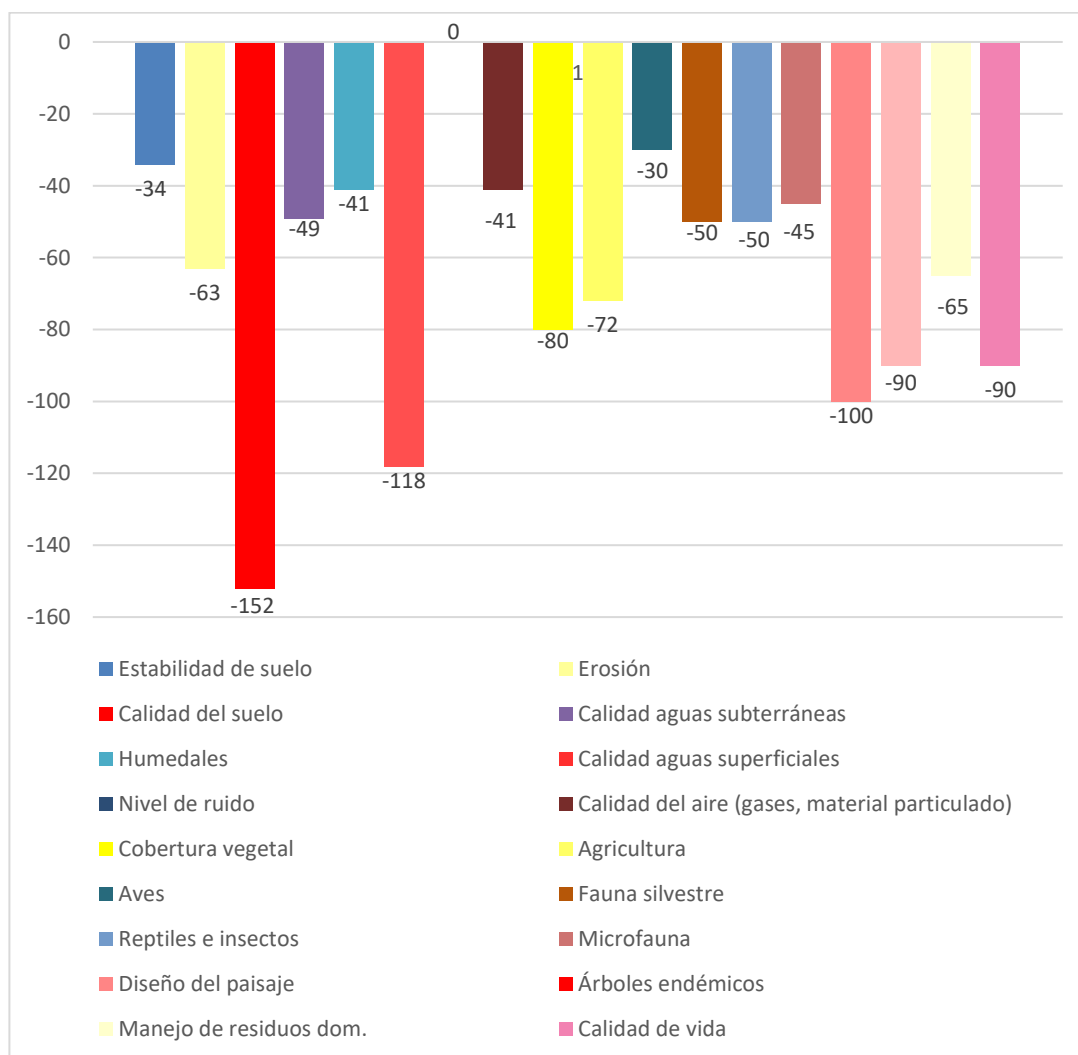
Imagen 23. La fauna del sitio se ve afectada por las actividades



Fuente: Tomada en sitio por el autor

b. MATRIZ DE LEOPOLD

Los factores ambientales que se ven afectados se reflejan en el siguiente gráfico:



Calidad del suelo con – 152 unidades, debido al mal estado de las geomembranas principalmente, que por infiltración afectan a la calidad del suelo, así como el mantenimiento periódico de la laguna.

Calidad de las aguas superficiales con -118 unidades, debido al mal estado de las geomembranas que por infiltración afectan a los acuíferos cercanos e incluso

cultivos; esto es por el poco mantenimiento que recibe el sistema lagunar.

Diseño del Paisaje con -100 unidades y Árboles endémicos con -90 unidades, debido a la falta de mantenimiento del sistema lagunar y a las malas prácticas agrícolas que amenazan las especies arbóreas del lugar.

Calidad de vida con -90 unidades, debido al mal manejo y operación de la laguna, que afecta a los cultivos de las fincas próximas a la laguna.

Cobertura vegetal con -80 unidades, debido al mal estado de los taludes y al mal manejo y operación de la laguna.

Agricultura con -72 unidades, debido a mal manejo en el mantenimiento y operación de la laguna, el mal estado de los taludes.

Los factores ambientales menos afectados son:

Manejo de residuos con -65 unidades, debido al mal estado de los taludes, mal estado de la geomembrana y mal manejo en el mantenimiento y operación de la laguna.

Erosión con -63 unidades, debido al mal estado de los taludes y mal manejo de en el tratamiento y operación de la laguna

Fauna silvestre con -50 unidades, debido al mal mantenimiento y operación de la laguna.

Calidad de aguas subterráneas con -49 unidades, debido al mal estado de los taludes y condicionadas a la eventualidad de fuertes lluvias que inunden las lagunas.

Microfauna con -45 unidades, debido al mal mantenimiento de la laguna.

Humedales con – 41 unidades, debido al arrastres de sólidos por el mal

mantenimiento y operación de la laguna.

Calidad de aire con -41 unidades, debido al mal manejo de los lodos, siendo su percepción baja.

Estabilidad del suelo con -34 unidades, debido al mal mantenimiento y operación de la laguna, el estado de las geomembranas, que ocasionan un deterioro del suelo especialmente observándose un suelo agrietado.

Aves con – 30 unidades por el mal manejo de la laguna, que al afectar la flora afecta el hábitat de las aves.

El resultado de las interacciones se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 8. Resultado de las interacciones del factor ambiental con las actividades

FACTOR AMBIENTAL				RESULTADO DE LA INTERACCIONES
IMPACTO AMBIENTAL	ABIÓTICO	SUELO	Estabilidad el suelo	Mal estado de la geomembrana
				Mal manejo en el mantenimiento y operación de la laguna.
				Sedimentación
		SUELO	Erosión	Mal estado de los taludes
				Mal manejo en el mantenimiento y operación de la laguna.
IMPACTO AMBIENTAL	ABIÓTICO	SUELO	Calidad del suelo	Deterioro del afluente y efluente de las lagunas.
				Mal estado de geomembranas.
				Mantenimiento y operación de las lagunas (uso de químicos y poco control)
		AGUA	Calidad de aguas superficiales	Mal estado de geomembranas.
				Mantenimiento y operación de las lagunas (uso de químicos y poco control)
				Mal estado de taludes

				Deterioro del afluente y efluente de las lagunas.
			Humedales	Mantenimiento y operación de las lagunas (uso de químicos y poco control)
		AIRE	Nivel de ruido	No hay afectación
			Calidad del aire (gases, material particulado)	Mal manejo en el mantenimiento y operación de la laguna.
		FLORA	Cobertura vegetal	Mal estado de taludes Mal manejo en el mantenimiento y operación de la laguna.
			Agricultura	Mal estado de taludes Mal manejo en el mantenimiento y operación de la laguna.
		FAUNA	Aves	Mal manejo en el mantenimiento y operación de la laguna.
			Fauna silvestre, reptiles e insectos, microfauna	Mal manejo en el mantenimiento y operación de la laguna.
		PAISAJE	Diseño del paisaje y Árboles endémicos	Malas prácticas agrícolas. Mantenimiento y operación de las lagunas (uso de químicos y poco control)
		POBLACIÓN	Manejo de resid., y prácticas agrícolas	Mal estado de la geomembrana Mal estado de taludes Mal manejo en el mantenimiento y operación de la laguna.
			Calidad de vida	Mal manejo en el mantenimiento y operación de la laguna.

En resumen, tenemos que el Impacto ambiental de la Laguna de Oxidación de Colimes es MEDIO.

Tabla 9. Valoración del Impacto Ambiental de la Laguna de Colimes.

VALORACIÓN DE IMPACTOS	
Impacto Bajo	1 – 30

Impacto Medio	31 - 60
Impacto Severo	61 - 92
Impacto Crítico	> 93

4.2.2 PERCEPCIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO Y DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN

Opinión acerca del servicio de alcantarillado

El 81% de las viviendas cuentan con disponibilidad del servicio de alcantarillado, y de este porcentaje el 73% se encuentran conectadas a la red pública, el 24% que no se ha conectado al sistema público, aduciendo que no ha podido hacerlo porque "no ha tenido dinero para hacerlo" (71%), porque considera que conectarse al sistema público les resulta muy costoso (29%). Según información del funcionario público de EPAPA-COLI el costo de conexión bordea los \$ 300.00. Al no conectarse a la red pública, estas viviendas depositan sus excretas en pozos sépticos o letrinas, construidas sin especificaciones técnicas y por lo tanto están ocasionando contaminación de suelos y en algunos casos emanan malos olores que perjudican al vecindario. Adicionalmente por escorrentía van contaminado a los acuíferos cercanos.

Imagen 24. Vista del sistema de alcantarillado: alcantarilla de aguas servidas y alcantarilla de aguas lluvias.



Fuente: Tomada en sitio por el autor

Identificación de la comunidad respecto a la entidad municipal que otorga el servicio de alcantarillado

El 60% de los encuestados desconoce que la Empresa Municipal EPAPA-COLI es la encargada del sistema de alcantarillado público, y el 40% que conoce de la empresa municipal confunde a EPAPA-COLI con la Municipalidad, que, aunque EPAPA-COLI es adscrita a la Municipalidad, al no tener claro quién es el responsable directo del otorgar el servicio de alcantarillado, no pueden acudir a hacer una consulta o reclamo.

Percepción de posibles afectaciones por la laguna de oxidación a la población encuestada.

El 88% de los encuestados opina que el mayor problema en el cantón son las aguas servidas domiciliaria y su tratamiento, 12% restante considera que es la contaminación del suelo, considerando también que hay problemas de malos olores, atribuyendo esto a la presencia de animales muertos en ciertos barrios de la ciudad (24 de mayo, La Dolorosa, Santa Rosa), otros (32%) a la basura, el 15% a aguas servidas (esta atribuible a los pozos ciegos y a alcantarillas que se rebosan).

Los problemas de malos olores son temporales en su mayoría de casos, siendo percibidos con mayor intensidad en la tarde y noche. Cabe anotar que el 93% de los encuestados no atribuyen los malos olores a la laguna de oxidación y que están conscientes que se debe a la presencia de basura, y que la presencia de roedores, moscas y mosquitos se debe a eso.

Esto da una lectura de que no hay un buen servicio de basura o que la mala conducta de ciertos pobladores lleva a que existe basura en horas prolongadas sin que tomen en consideración los horarios de recolección.

El 65% de los encuestados no conocen que existe una laguna de oxidación, pesar que la distancia entre ésta y las viviendas es de 200 m a 1000 m aproximadamente (las encuesta se aplicaron considerando la distancia de incidencia de la laguna).

El 50% de las viviendas a las que se aplicó a encuesta se encuentran a más de 1.000 m, el 45% ubicadas entre 501 m y 1.000 m, y el 6% restante a menos de 500 m.

Percepción de los posibles beneficios de la laguna de oxidación y obras de mejoramiento

El 70% de los encuestados no conocen que las aguas servidas si son tratadas adecuadamente pueden ser reutilizadas, sin embargo, el 30% de los que, si conocen que hay beneficios de las aguas servidas tratadas, opinan que podría usarse para riego de sembríos, quizás por ello es que el 74% considera que es prioridad que la Municipalidad atienda los problemas de alcantarillado y de la planta de tratamiento.

4.2.3 PROBLEMAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

OBSERVACIÓN	PROBLEMA	CAUSA/AFECCIÓN
Material flotante	<i>Formación de costras y natas en la superficie y en sus esquinas, esto impide el paso de la Luz solar perjudicando el proceso de tratamiento, y pueden generar malos olores</i>	Desarrollo excesivo de algas, que forman natas de color verdosa, lo que podría llevar a la aparición de malos olores. Esto se debe al poco mantenimiento de la laguna
Vegetación en taludes o bordes de la laguna y en el interior	Desarrollo de especies vegetales dentro de las lagunas. Crecimiento de vegetación sin control en los taludes y bordes de las lagunas	Por mantenimiento inadecuado, falta de periodicidad en la limpieza. La vegetación ocasiona daños en la geomembrana y por infiltración afecta al humedal cercano, afectando también a os cultivos próximos.
Coloración de las lagunas*	La coloración del agua de las lagunas es verde azulada (laguna Facultativa)	El color de las aguas en las lagunas corresponde a características de su funcionamiento.

Olores	Generación de malos olores en la laguna anaeróbica, facultativa y maduración de intensidad moderado	Por deficiente operación y mantenimiento de la laguna, en la periodicidad de la limpieza de material flotante
Berma de separación	Surcos en la berma de separación de lagunas (desarrollo de grietas y agujeros)	Los surcos erosionan el suelo, crean inestabilidad y obstaculizan el ingreso de vehículos (cuando se requieren del ingreso de vehículos para evacuación de natas y lodos)
Cerca perimetral, setos y caminos de acceso	Mal estado de la cerca de protección de las lagunas	Mantenimiento inadecuado. El mal estado de la cerca de protección permite que animales y persona indeseables ingresen al área de la laguna.
Geomembrana	Rotura de la geomembrana de los taludes. Protuberancia en las lagunas	Mantenimiento inadecuado. Se presentan roturas y desprendimiento de las uniones de la geomembrana, y por infiltración se contaminan el suelo, humedal cercano y los cultivos próximos.
Vegetación arbustiva	Presencia de árboles en la berma	Mantenimiento inadecuado. Las recomendaciones indican que la distancia a la que deben estar los árboles del borde de las lagunas de oxidación es de 100 m. para evitar que las raíces afecten la estructura de la laguna.
Surcos en la berma de separación de lagunas	Surcos en la berma de separación de lagunas (desarrollo de grietas y agujeros)	Los surcos pueden causar inestabilidad del suelo y erosión de los bordes
Distancia de la laguna a viviendas	La laguna se encuentra a 403,15 m de la vivienda más cercana, la recomendación técnica es de 1.000 m	Inexistencia de Ordenanzas municipales para controlar el crecimiento urbano sin control.

CAPÍTULO V

5 PROPUESTA

5.1 PERTINENCIA DE LA PROPUESTA O APOORTE DE LA INVESTIGACIÓN

Las lagunas de oxidación son cuerpos de agua que son aplicados para el proceso de tratamiento de las aguas residuales domésticas, en una combinación que comprende la sedimentación, digestión y conversión de desechos orgánicos.

La Laguna de Oxidación del Cantón Colimes, de acuerdo con el diseño para el que fue creada, está compuesta de un sistema lagunar: Anaeróbica+Facultativa+Maduración.

Imagen 25. Vista del sistema lagunar de la Laguna de Oxidación de Colimes



Fuente: Google Earth 2022

Actualmente, presenta problemas en su mantenimiento y operación, o que ha

llevado a que se presenten algunas afecciones ambientales, por lo que se propone algunas soluciones, que se describen en el numeral 5.6 PROPUESTA.

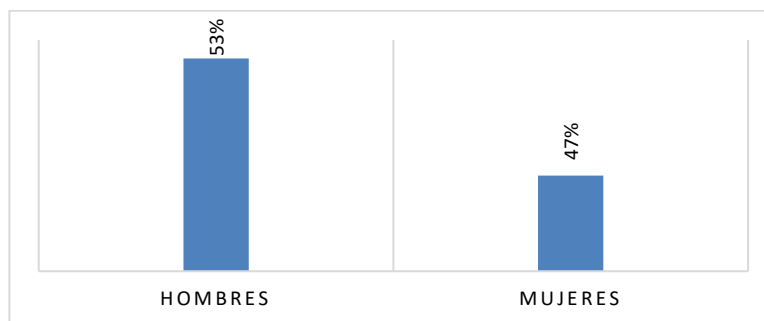
La reutilización de las aguas residuales en la actualidad es una práctica habitual en varias ciudades del mundo, ya que, al ser tratadas de forma eficiente, tienen una utilidad diversa, siendo el riego el mayor uso: riego agrícola, riego de parques y jardines urbanos, para aplacar incendios, limpieza de calles, entre otros.

El más común lo constituye el riego agrícola, pues el agua tratada contiene nutrientes para las plantas, y esto representa un ahorro en gastos de fertilización.

5.2 BENEFICIARIOS

Como beneficiarios directos tenemos los 7.410 habitantes de la ciudad de Colimes, cuya estructura por grupos de edad según Censo de Población y Vivienda INEC 2010 es la siguiente:

Gráfico 13. Colimes: Población por género al 2010.



5.3 UBICACIÓN

Geográficamente, el cantón Colimes encuentra ubicado en la parte norte de la Provincia del Guayas, limita al Norte con Balzar (coordenadas geográficas 1°20'55" latitud Sur y 80°3'38" longitud occidental), al Sur los cantones Santa Lucía, Pedro

Carbo y Palestina (coordenadas geográficas 1°38'40" latitud Sur y 80°4'7" longitud occidental), al Este con la provincia de los Ríos (Cantón Vinces, coordenadas geográficas 1°31'55" latitud sur y 79°52'2" longitud occidental), y al Oeste con la provincia de Manabí⁸ (Cantón Paján, coordenadas geográficas 1°34'8" de latitud Sur y 80°17'3" de longitud occidental); con una extensión de 755 Km². La cabecera cantonal es la ciudad de Colimes. Cuenta con solo una Parroquia rural llamada San Jacinto y 75 recintos.

Imagen 26. Colimes, limite cantonal



Tomado de Sistema Nacional de Información-SIN.

El territorio presenta una topografía irregular, con elevaciones de poca altura, destacándose las cordilleras de Los Palmares y Flor María. Su principal fuente hidrográfica es el río Daule cuyos afluentes son los ríos Perinao, Sequel y Colimes.

⁸ <https://guayas.gob.ec/cantones-2/colimes/>

Imagen 27. Vista de la cabecera cantonal



Tomado de Google Earth 2022

Colimes, tiene un relieve plano ligeramente ondulado con pendientes que van de 5% a 12% de altura, que pueden llegar al 40% con un desnivel de 50 m en la mayor superficie del cantón. Su clima tropical con temperatura promedio entre 25° C y 26°C, con precipitaciones anuales de 1.200 a 1700 mm⁹.

Presenta remanentes boscosos que en su mayoría están en propiedades privadas, siendo su cobertura vegetal correspondiente a bosque seco tropical. Se caracteriza por poseer varias especies representativas como Guayacán, Guachapelí, Pechiche, Samán,

⁹ Tomado de ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO "AMPLIACIÓN AL ALCANTARILLADO SANTARIO DEL CANTÓN COLIMES, EN SU SEGUNDA FASE, PARA LAS FASES DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO". CORDOVA 2015.

Laurel Teca, Bototillo, Amarillo, Fernán Sánchez, Guasmo, entre otras.

Los meses más secos son agosto, septiembre, octubre y noviembre, los de mayor precipitación enero y febrero con promedio de 226 mm.

5.4 EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE

Autor: Arq. Ángel Felipe Condo Vimos

Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Colimes - EPAPA COLI,

5.5 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El Ecuador es uno de los países que aceptaron el compromiso de los ODS, estableciendo la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, cuya meta que forma parte del Objetivo 6, establece *“mejorar la calidad de agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación del vertimiento y la reducción a mínimo de la descarga de materiales y productos químicos peligrosos, la reducción a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y un aumento sustancial el reciclado y la reutilización en condiciones de seguridad a nivel mundial”*¹⁰.

En virtud del cumplimiento de lo anteriormente expresado, el Ecuador formuló la Estrategia Nacional de la Calidad del Agua-ENCA, cuya finalidad es la de *“mejorar y proteger la calidad de los recursos hídricos, sus ecosistemas, la calidad de vida de la población, la seguridad alimentaria, así como el control y vigilancia de los agentes contaminantes de las fuentes naturales a nivel nacional”*.

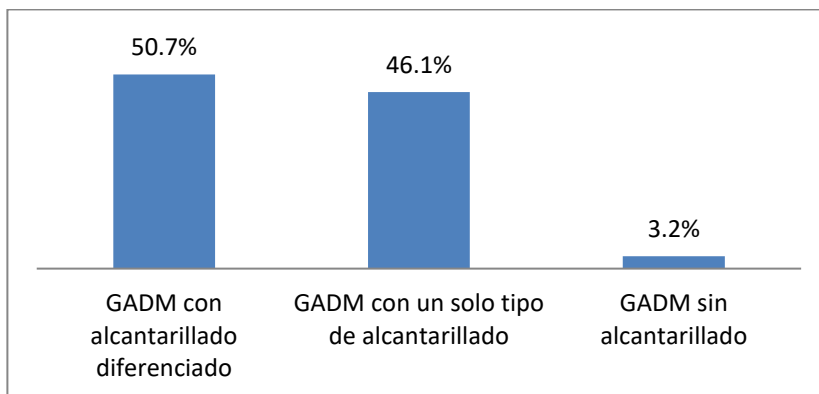
El problema de la contaminación del agua proviene principalmente de las descargas de aguas residuales, sean domésticas o industriales, que no son tratadas correctamente antes de su descarga o reutilización, constituyéndose en un peligro para

¹⁰ Naciones Unidas 2016.

la salud pública en el punto de descarga, lo que lleva a considerar un análisis técnico de las plantas de tratamientos y su cobertura.

De acuerdo a cifras del Boletín Técnico No. 004-2020-GAD Municipales del INEC¹¹, a nivel nacional el 96,8% cuenta con algún tipo de alcantarillado, (50,7% de GADM tienen alcantarillado diferenciado¹² y 46,1% cuentan con alcantarillado de un solo tipo¹³; el 3,2% restante corresponde a GADM que no cuentan con alcantarillado.

Gráfico 14. Tipos de alcantarillado con los que cuentan los GADM en el Ecuador



Fuente: INEC. ecuadorencifras.gob.ec. Boletín Técnico No 04-2020-Gad Municipales
Elaboración: Propia

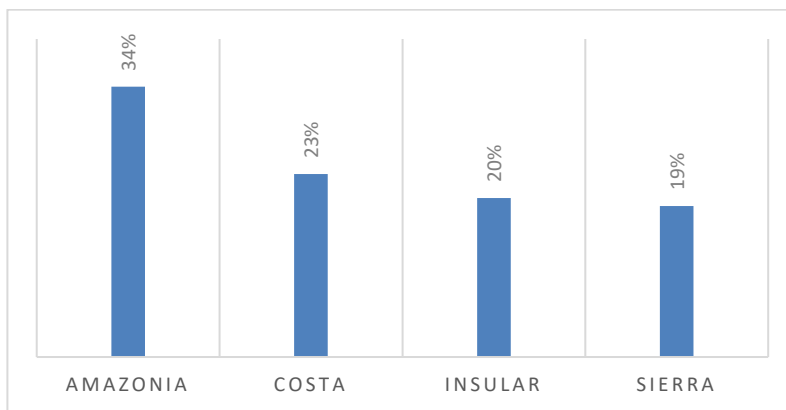
De este 96,8% de GADM que optaron por tratar las aguas residuales con plantas de tratamiento, el 34% corresponde a la Amazonía, seguido de 23% que corresponde a la costa, el 20% corresponde la región insular y el 19% restante a la sierra.

¹¹ El INEC publica datos estadísticos referentes entre otros, Gestión de Agua y Saneamiento a nivel País. Ver https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-Inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2020/Agua_potable_alcantarillado_2020/Boletin_tecnico_APA_2020_

¹² Alcantarillado diferenciado=alcantarillado sanitario y pluvial

¹³ Alcantarillado de un solo tipo=alcantarillado sanitario o pluvial

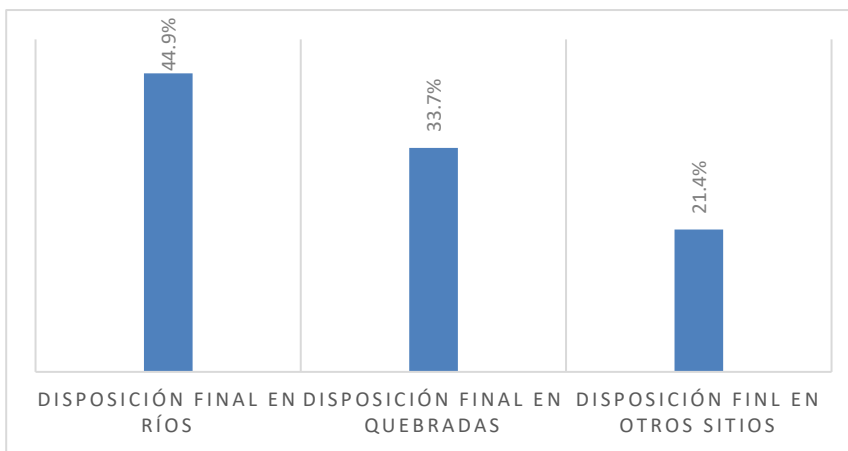
Gráfico 15. Aguas residuales domésticas captadas por Municipios en Ecuador según región (2020).



Fuente: INEC. ecuadorencifras.gob.ec. Boletín Técnico No 04-2020-Gad Municipales
Elaboración: Propia

En lo que respecta a la disposición de agua residual tratada, el 44,9% es vertida finalmente a los ríos cercanos, el 33,7% la vierten en quebradas próximas y el 21,4% restante en otros sitios como acequias de riego.

Gráfico 16. Municipios en Ecuador según disposición final de tratamiento de aguas residuales domésticas



Fuente: INEC. ecuadorencifras.gob.ec. Boletín Técnico No 04-2020-Gad Municipales
Elaboración: Propia

Esto determina una posibilidad de contaminación principalmente de acuíferos, y que, si no se observan los tratamientos adecuados, se genera una seria afectación a las poblaciones que están situadas aguas abajo.

El vertido a las quebradas también involucra una afectación a otras poblaciones, ya que generalmente el agua de las quebradas busca un caudal natural hasta llegar al acuífero más próximo.

5.6 JUSTIFICACIÓN

El aumento de la población en la parte urbana de Colimes, trajo como consecuencia el aumento del número de viviendas, por lo que se tuvieron que considerar aumentar la cobertura de los servicios básicos, entre ellos el alcantarillado.

Como parte del sistema de alcantarillado está la Laguna de Oxidación, que responde a un proceso físico, químico y biológico; empleando un sistema lagunar compuesto por combinaciones de las lagunas Anaeróbica, Facultativa y de Maduración, que presenta varios problemas:

- Mantenimiento inadecuado y control de la laguna de oxidación, lo que trae como consecuencia: Generación de malos olores, Fallos en la geo membrana de protección del sistema lagunar, Coloración de las lagunas atípicas, Vegetación en taludes y en interior de las lagunas, Surcos en el suelo de la berma de separación, Mal estado de la ceca perimetral.
- Proximidad de las viviendas al sistema lagunar.
- Viviendas que en su tramo de calle cuentan con redes de aguas servidas y no se han conectado al sistema de aguas servidas,
- Inexistencia de medidas que eviten la invasión del crecimiento urbano en las inmediaciones de la Laguna de Oxidación (ordenamiento territorial),
- Escaso personal que se encargue de la operación y el mantenimiento del sistema lagunar.
- Afectación ambiental media: aire por malos olores, suelos por los surcos y

grietas de los bordes y berma de separación de lagunas, agua por proximidad de la laguna al humedal, afectación a la flora por quema de basura, afectación a paisajes, afectación a la fauna.

El trabajo investigativo propone conocer el funcionamiento de la laguna de oxidación de la ciudad de Colimes, que forma parte del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, sobre la base de análisis de diversas problemáticas que permitan identificar la afectación al medio ambiente, además de conocer el cumplimiento de la normativa respecto a Lagunas de oxidación especificada por el INEN.

5.7 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

5.7.1 FACTIBILIDAD ORGANIZACIONAL

La Laguna de Oxidación de Colimes, cuenta con un Departamento de Mantenimiento y control conformado por el Jefe del área y un ayudante.

5.7.2 FACTIBILIDAD AMBIENTAL

La población no está conectada al sistema de aguas servidas en el 100%, 19% emplea pozos sépticos, lo que implica un problema ambiental por los malos olores que en determinadas horas del día se perciben, y que afecta al entorno, además de la contaminación de suelos.

Los impactos ambientales están basados en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, misma que basándose en la oxidación de la materia orgánica se puede obtener un bajo impacto ambiental, a más de que existe la posibilidad de utilizar las aguas tratadas para el riego, como fuente de energía u otro uso.

De acuerdo a lo expresado anteriormente, la laguna de oxidación requiere de

una mejora en su mantenimiento y tratamiento para que las aguas tratadas puedan ser devueltas al acuífero que es el río Colimes, así como el aprovechamiento del líquido en riego de cultivos.

5.7.3 FACTIBILIDAD SOCIO-CULTURAL

La laguna de oxidación, al tratar las aguas residuales, permite que los residuos no ocasionen daños ambientales, repercutiendo esto en un beneficio social. Con la reutilización del agua tratada, reduce el consumo de agua para riego, ayudando a la población que se encuentra en las inmediaciones a bajar sus costos de agua potable.

De los encuestados que manifestaron conocer la utilidad de las aguas residuales, el 52% de están dispuestos a aprovecharlas en riego de sembríos), expresa una respuesta positiva.

5.7.4 FACTIBILIDAD ECONÓMICO FINANCIERA

La implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas a través de la laguna de oxidación, representa una ventaja económica, ya que se puede aprovechar la biomasa generada.

Adicionalmente, este sistema de tratamiento presenta bajo costo tanto de construcción e instalación como de mantenimiento.

5.7.5 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

El empleo de las lagunas de oxidación para el tratamiento de aguas residuales data de hace más de 3.00 años atrás, y el principal objetivo es justamente tratar los residuos mediante procesos de auto purificación que “implican actividad bacteriana y relaciones simbióticas ente algas y otros organismos”¹⁴.

Su eficiencia está basada en varios factores como la radiación solar, condición climática, temperatura ambiente, fuerza de los vientos.

El proceso fundamental se realiza de la siguiente manera.

Proceso natural de autodepuración

- Estabilización de materia orgánica mediante actividad simbiótica de algas, bacterias y otros organismos que intervienen en la oxidación de la materia orgánica.
- Proceso físico de remoción y sedimentación de sólidos suspendidos.
- Cambios químicos de la calidad del agua para que los organismos puedan realizar a “estabilización, transformación y remoción de contaminantes orgánicos biodegradables”.
- Cadenas tróficas y redes de competencia para “eliminar gran cantidad de micro organismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales”.

5.8 PROPUESTA

La propuesta de mejora de la Laguna de Oxidación de la ciudad de Colimes, requiere de actividades fundamentales para mejorar la calidad del agua tratada y mitigar aquellos impactos ambientales negativos que se identificaron y cuantificaron en el capítulo 4.

¹⁴ <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/definicion-y-caracteristicas-de-las-lagunas-de-oxidacion/>

5.8.1 ESTRATEGIAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

La ciudad de Colimes en los últimos años ha tenido una significativa transformación, cuenta con una población proyectada al 2022 de 28.064 habitantes, considerando la tasa de crecimiento anual de 1,19%.

Tiene alrededor de 154 manzanas, según datos del PDOT 2020-2023, cuyos planos manzaneros no están georeferenciados.

La mayor concentración de la población se ubica en la parte sur este del cantón, siendo la superficie de la cabecera cantonal de 544,10 Km² con una densidad poblacional de 31,81 habitantes/km².

Una de las obras importantes es el sistema de tratamiento de aguas residuales, que en el año 2015 dio paso al mejoramiento de la red de alcantarillado para lo cual se realizó la contratación de ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO "AMPLIACIÓN AL ALCANTARILLADO SANTARIO DEL CANTÓN COLIMES, EN SU SEGUNDA FASE, PARA LAS FASES DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. Actualmente quien es responsable del manejo de laguna de oxidación en el cantón es EPAPA COLI.

El sistema cuenta con tres lagunas ubicadas a sur-este de la ciudad con una distancia de 413,15 m a la vivienda más cercana, y su punto de vertimiento es el río Colimes, que a su vez desemboca en el río Daule. Cuando se construyó la laguna, la distancia a la vivienda más cercana se encontraba a 1.500 m, por lo que, en su momento cumplía con las Normas INEN, pero al no existir normativa urbana que regule los asentamientos regulares e irregulares, se ha visto afectada por las actividades humanas.

Para podrá frenar el crecimiento urbano y que esto llegue a afectar a la laguna de oxidación, se propone la creación de una **zona de amortiguamiento**, que funcione como zona de recuperación forestal municipal.

Las zonas de amortiguamiento sirven para la protección de recursos naturales como suelo, mejorar la calidad del aire, y agua, así como embellecer el paisaje. Atrapan contaminantes en la escorrentía superficial. Atrapan contaminantes en el flujo subsuperficial. Estabilizan y mejoran la calidad del suelo, Reducen la erosión en bordes. Aumenta el área de hábitat de fauna silvestre.

Imagen 28. Ejemplo de una zona de amortiguamiento



Tomado de USDA Lineamientos para diseño de zonas de amortiguamiento y vías verdes.

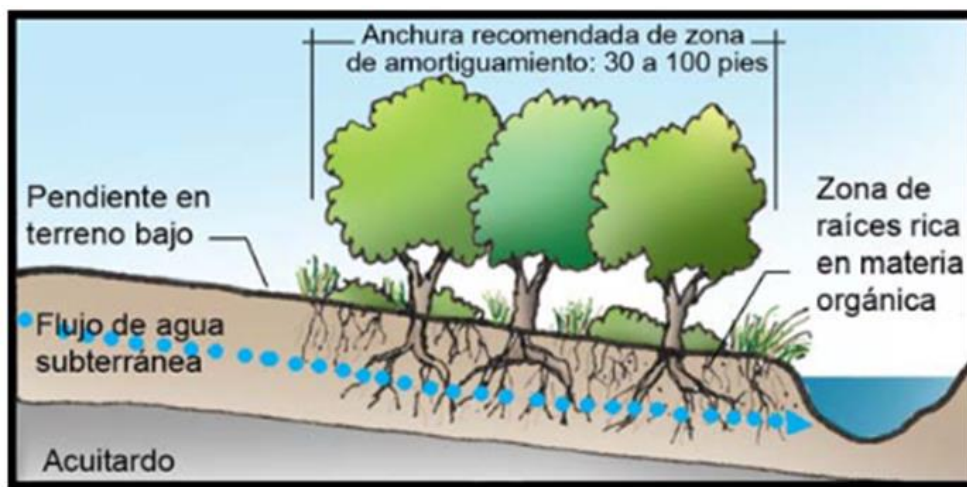
5.8.2 ESTRATEGIAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

Considerando la cercanía de las viviendas con la Laguna de Oxidación (413,15 m) que no llega a cumplir con lo establecido por el INEN (1.000 m.), se proponen estrategias que van encaminadas al mejoramiento del medio ambiente y que son las siguientes:

Dar mantenimiento a los diques y taludes para evitar amenazas de inundaciones en épocas invernales fuertes o fenómenos del Niño, así como evitar la erosión del suelo. Procesos de educación ambiental en la población que está ubicada muy cerca de la Laguna de Oxidación.

Manejar bajo la figura de **zona de protección forestal** como un espacio de recuperación y restauración ecológica, en la que se plantea la reforestación con especies vegetales representativas de lugar (Guayacán, Samán, entre otras); recuperando así a cobertura vegetal y aprovecharlo como potencial atractivo turístico al usarlo como sendero recreativo.

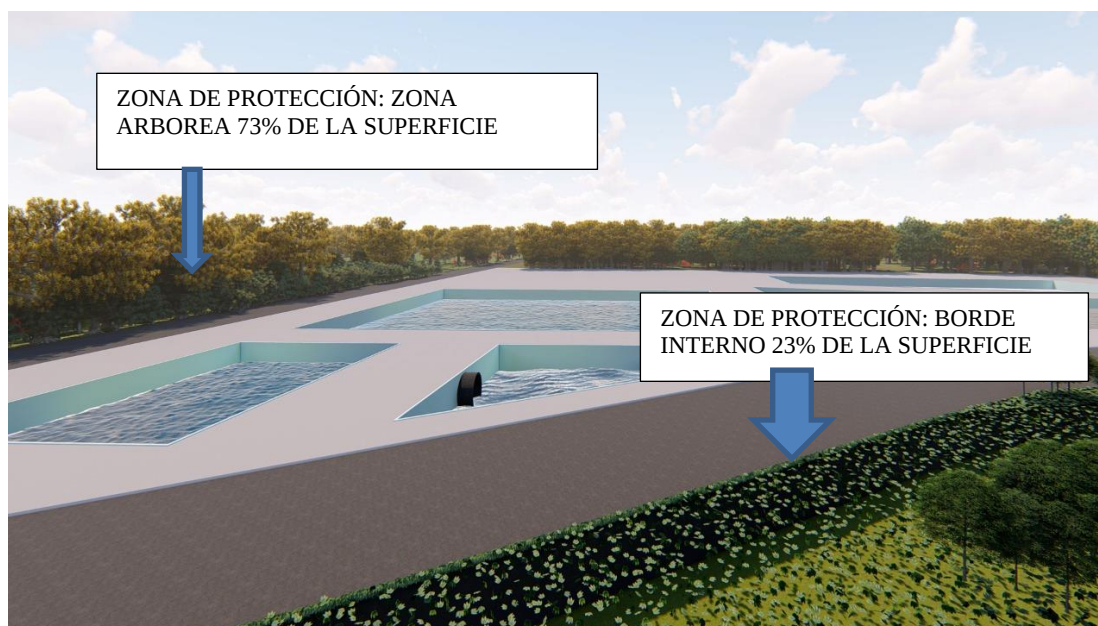
Imagen 29. Ejemplo de zona de amortiguamiento: recuperación de la cobertura vegetal



Tomado de USDA Lineamientos para diseño de zonas de amortiguamiento y vías verdes.

La zona de protección estará compuesta por 27% de borde en el que se deben colocarse plantas de altura hasta 0.90 m, éstas serán un cinturón de aislamiento entre las viviendas y a franja arbórea que ocupará el 73% de la superficie.

Imagen 30. Esquema de la zona de amortiguamiento



Elaboración propia

5.8.3 CRITERIOS Y CARACTERÍSTICAS DE SISTEMA LAGUNAR PARA MEJORAR SU OPERATIVIDAD

El escaso presupuesto, asignación de personal, y poco o escaso control y mantenimiento en la operación y control de la laguna de oxidación, considerando los problemas detectados, lleva a plantear o siguiente:

1. Medidas correctivas

Tabla 10. Propuesta de medidas correctivas a problemas de la laguna de oxidación

OBSERVACIÓN	PROBLEMA	CAUSA/AFECCIÓN	MEDIDA CORRECTIVA
Material flotante	Formación de costras y natas en la superficie y en sus esquinas, esto impide el paso de la Luz solar perjudicando el proceso de tratamiento, y pueden generar malos olores	Desarrollo excesivo de algas, que forman natas de color verdosa, lo que podría llevar a la aparición de malos olores. Esto se debe al poco mantenimiento de la laguna	En las lagunas anaeróbicas la capa de nata es normal, no requiere ninguna medida. En las lagunas facultativa y de maduración, romper las natas con chorros de agua o con un rastrillo, removerlas para depositarlas en el lecho de secado y luego depositarla en la fosa sanitaria.
Vegetación en taludes o bordes de la laguna y en el interior	Desarrollo de especies vegetales dentro de las lagunas. Crecimiento de vegetación sin control en los taludes y bordes de las lagunas	Por mantenimiento inadecuado, falta de periodicidad en la limpieza. La vegetación ocasiona daños en la geomembrana y por infiltración afecta al humedal cercano, afectando también a los cultivos próximos.	Remoción de la vegetación del interior de la laguna para evitar el bloque de la penetración de la luz solar en las lagunas facultativas y de maduración. Operar las lagunas con un nivel superior a 90 cm. Cortar la vegetación de los bordes internos, evitando que se caiga en la laguna.
Coloración de las lagunas*	La coloración del agua de las lagunas es verde azulada (laguna Facultativa)	El color de las aguas en las lagunas corresponde a características de su funcionamiento.	Aplicar sulfato de cobre
Olores	Generación de malos olores en la laguna anaeróbica, facultativa y maduración de intensidad moderado	Por deficiente operación y mantenimiento de la laguna, en la periodicidad de la limpieza de material flotante	Mejorar la distribución de afluente a la laguna anaeróbica (distribución por tubos perforados) Realizar un análisis fisicoquímico completo del afluente, para identificar los posibles compuestos tóxicos. Convertir la laguna facultativa en un humedal artificial. En la laguna de maduración remover los lodos con rastrillo y disolver con chorro de agua con manguera Construcción de una laguna de secado de lodos y una Piscina de aguas tratadas con conexión a canal de riego

Berma de separación	Surcos en la berma de separación de lagunas (desarrollo de grietas y agujeros)	Los surcos erosionan el suelo, crean inestabilidad y obstaculizan el ingreso de vehículos (cuando se requieren del ingreso de vehículos para evacuación de natas y lodos)	Reparación del suelo colocando una capa de cascajo y compactando
Cerca perimetral, setos y caminos de acceso	Mal estado de la cerca de protección de las lagunas	Mantenimiento inadecuado. El mal estado de la cerca de protección permite que animales y persona indeseables ingresen al área de la laguna.	Inspección y reparación de la cerca perimetral que se encuentra en mal estado
Geomembrana	Rotura de la geomembrana de los taludes. Protuberancia en las lagunas	Mantenimiento inadecuado. Se presentan roturas y desprendimiento de las uniones de la geomembrana, y por infiltración se contaminan el suelo, humedal cercano y los cultivos próximos.	Reparación de la geomembrana utilizando material resistente
Surcos en la berma de separación de lagunas	Surcos en la berma de separación de lagunas (desarrollo de grietas y agujeros)	Los surcos pueden causar inestabilidad del suelo y erosión de los bordes	Reparación del suelo colocando una capa de cascajo y compactando
Distancia de la laguna a viviendas	La laguna se encuentra a 403,15 de la vivienda más cercana, la recomendación técnica es de 1.000 m	Inexistencia de Ordenanzas municipales para controlar el crecimiento urbano sin control.	Expedir Ordenanzas que controlen el crecimiento urbano desordenado. Incluir en el PDOT medidas para proteger la laguna
Vegetación arbustiva	Presencia de árboles en la berma	Mantenimiento inadecuado. Las recomendaciones indican que la distancia a la que deben estar los árboles del borde de las lagunas de oxidación es de 100 m. para evitar que las raíces afecten la estructura de la laguna.	Remover las especies arbóreas que están próximas a la berma y taludes de las lagunas

Elaboración propia

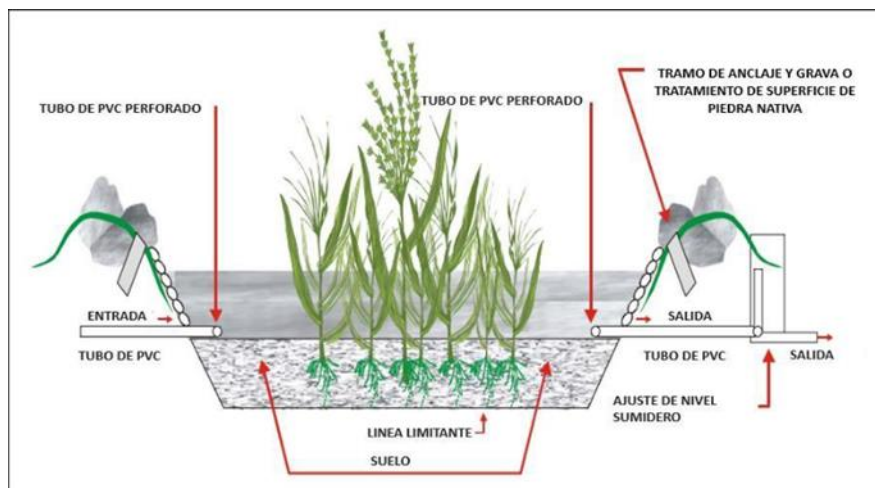
2. Adaptación de la Laguna Facultativa en Humedal artificial.

Los humedales artificiales, son obras de ingeniería que presentan varios beneficios, entre ellos está que ayudan a que la laguna no genere lodos ni olores, y mejoran la calidad ambiental del sistema lagunar. Adicionalmente en los humedales reaparecen fauna en vías extinción y se crean nuevos nichos ecológicos.

Para adaptar la laguna facultativa en humedal artificial se debe considerar: 1. La superficie de la laguna debe ser recubierta con vegetación, 2. La elección de la vegetación a sembrar que serán especies nativas tales como: junco, totora o carrizo, 3. Mantener el nivel de agua alrededor de 2 a 5cm por debajo de la superficie del lecho.

Se debe considerar un sistema de plantas de diferentes especies, para asegurar la resistencia a ataques de plagas. Existen tres tipos de diseño de humedales: 1. Flujo libre superficial, 2. Flujo sumergido, 3. Sistemas híbridos. El diseño que se recomienda es el de **Flujo Libre Superficial**.

Imagen 31. Humedal Libre Superficial



Tomado de Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales, Centro AGUA.

Los humedales de flujo superficial son aquellos en los que el agua proveniente de la laguna anaeróbica, circula a través de los tallos de las plantas. La vegetación se planta en el medio de la laguna, y debe tener un lecho de grava o arena para que las plantas puedan sostenerse, cuya altura oscila entre 0,45 a 1,00 m.

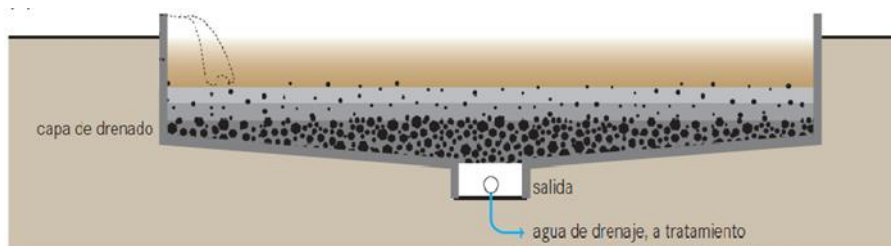
3. Construcción de un lecho de lodos y Laguna de aguas depuradas

Los lechos de secado de lodos se constituyen en el método más simple y económico para deshidratar los lodos provenientes del tratamiento de las aguas residuales, son espacios poco profundos que contienen un lecho de arena y grava para recoger las aguas tratadas en la parte baja y un tubo perforado para llevar el agua tratada su uso o disposición final que puede ser el compostaje.

El secado de lodos se realiza por la evaporación del agua. El lodo no puede almacenarse en capas muy gruesas, máximo debe ser de 20 cm. Una vez seco el lodo, debe separarse de la capa de arena y llevarlo a su uso que se estima debe ser para abono de cultivos. Su forma de diseño debe ser rectangular para permitir el acopio del lodo, así como facilitar el retiro. Las dimensiones recomendadas son: 4,5 a 18 m de ancho, de 15 a 45 m de largo, pendiente de 1%. La capa de arena debe tener 25 cm a 30 cm de espesor, y su tamaño granular de 0,1 a 0,5 m- La capa de grava debe tener un espesor entre 30 y 46 cm. Los lechos deben estar divididos en franjas de 7,5 m de ancho. (CONAGUA 2015).

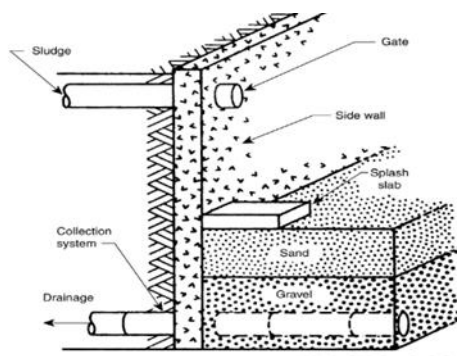
La remoción de los lodos deshidratado se estima de 10 a 15 días. Se debe mantener y un control de malezas. Este lodo obtenido se usará como abono para sembríos.

Imagen 32. Lecho de lodos, corte en el que se aprecia la salida (tubo perforado)



Tomado de EVALUACIÓN DE DIMENSIONAMIENTO DE LOS LECHOS DE SECADO, LINA ALZATE 2021.

Imagen 33. Detalle del lecho de lodos



Tomado de EVALUACIÓN DE DIMENSIONAMIENTO DE LOS LECHOS DE SECADO, LINA ALZATE 2021.

Imagen 34. Perspectiva de Lecho de secado de lodos



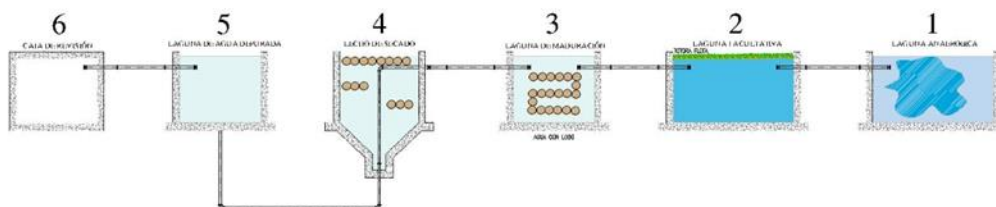
Tomado de Lechado de Lodos. <https://www.youtube.com/watch?v=1ce8BDgR6JI>

Luego del lechado de lodos, el agua es vertida a la **Laguna de aguas depuradas**, que deberá contener el agua con sus cualidades básicas: inodora, incolora e insípida, mediante ozonización, rayos ultravioleta y otros. Esta agua es la que usará para el riego de cultivos.

Características técnicas:

1. Dimensión del lecho de lodos: 60,00 m x 48,00 m, h= 1,20 m
2. Dimensión de la laguna de aguas tratadas: 20,00 m x 20,00 m, h= 1,20m

Imagen 35. Sección del sistema lagunar propuesto: 1. Anaeróbica + 2. Facultativa (Humedal Artificial) + 3. Maduración + 4. Lechado de lodos (abono para cultivos) +5. Laguna de aguas tratadas+6. Caja de distribución (aguas para riego...)



Elaboración propia

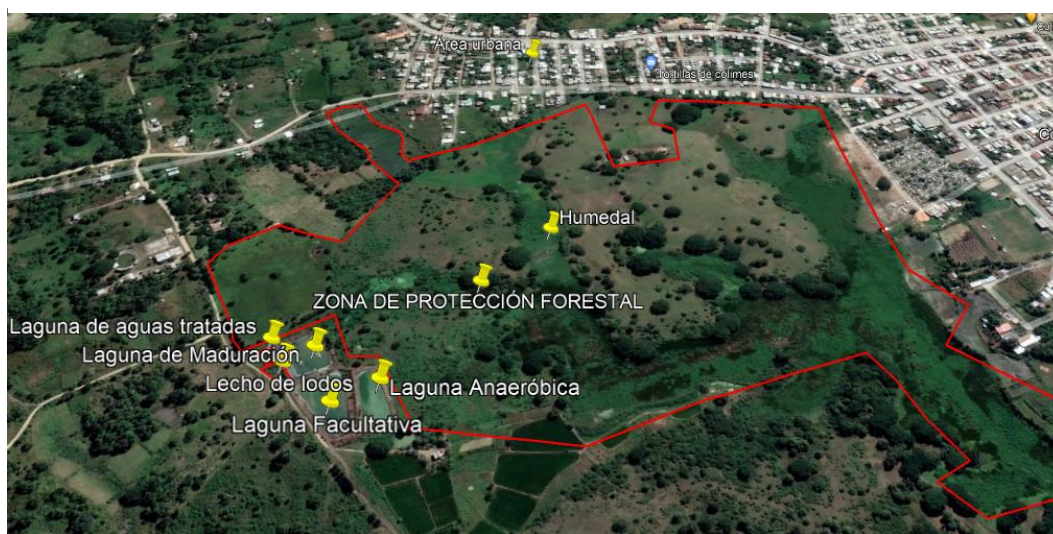
5.8.4 PLAN DE MANTENIMIENTO

EPAPA-COLI como empresa responsable del sistema de tratamiento de aguas residuales de Colimes, debe hacer un plan de mejora para el correcto funcionamiento con propuestas de mantenimientos preventivos y correctivos, del sistema lagunar, evitando los malos olores, aparición de vectores como moscas y mosquitos. Adicionalmente se debe conformar un equipo de control y mantenimiento.

Como parte del Plan se debe considerar que el Dpto. de Control y Mantenimiento deba tener: 1 técnico de laboratorio, 1 asistente del jefe, 2 trabajadores, 1 chofer, 1 vigilante). Este equipo deberá formar parte de la Empresa Pública Municipal EPAPA COLI, responsable del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas de Colimes.

5.8.5 PROYECTO: MEDIDAS CORRECTIVAS PARA EL MEJORAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL CANTÓN COLIMES PARA MINIMIZAR LA AFECTACIÓN AMBIENTAL EN BENEFICIO DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN

Imagen 36. Vista del sistema lagunar propuesto en imagen de Google Earth



Fuente: Google Earth Pro
Elaboración propia

En resumen, se propone:

1. Estrategias de Ordenamiento territorial: Creación de una **zona de amortiguamiento** para evitar que la laguna sea invadida por la urbanización.
2. Estrategias de Gestión Ambiental: Manejar la Zona de Amortiguamiento como **Zona de Protección Forestal**, planteando especies arbóreas representativas del lugar, aprovecharlo como potencial atractivo turístico, embellecer el paisaje y minimizar la afectación ambiental.
3. Implementar medidas correctivas para mejorar su operatividad:
 - a. Medidas correctivas a problemas detectados.

- b. Adaptación de la Laguna Facultativa en Humedal Artificial
 - c. Construcción de un lecho de lodos y de laguna de aguas depuradas
4. Plan de mantenimiento

Imagen 37. Propuesta de Mejoramiento de Laguna de Oxidación de la ciudad de Colimes



Elaboración propia

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

La laguna de oxidación de la ciudad de Colimes no responde a condiciones adecuadas de operatividad y control, por lo que la descarga del agua residual afecta el ambiente. Los aportes ambientales que aportan las plantas de tratamiento de agua residual son significativos, siempre y cuando se consideren algunas medidas que garanticen el adecuado manejo del sistema lagunar, por luego de investigaciones podemos resumir que se requiere lo siguiente:

Aplicar medidas correctivas y mejorar el control y mantenimiento al sistema lagunar, tendientes a favorecer la operatividad de la laguna de oxidación.

Contar con ordenanzas municipales tendientes a proteger el sistema lagunar, y frenar el crecimiento desordenado de la población.

Programas de capacitación de concientización ambiental a niños, jóvenes y adultos, para que la población de Colimes aprenda a vivir en armonía con la naturaleza,

Crear una zona de protección forestal proponiendo la siembra de plantas y árboles nativos como un modelo de desarrollo sustentable y armónico.

Aprovechar la laguna de oxidación como un aporte a la agricultura del lugar, canalizando las aguas tratadas para riego de cultivos y los lodos como abono por sus ricos nutrientes. Esto representaría ingresos a las arcas municipales, por lo que el proyecto se convierte en sustentable.

6.2 RECOMENDACIONES

Para poder garantizar que la propuesta presentada pueda llegar ser una solución de los problemas de afectación ambiental y mantenimiento de la laguna, es necesario que las autoridad Municipal competente, es decir el GAD de Colimes, considere lo siguiente:

1. Actualmente no existe una cartografía digital (GIS) del cantón, por lo que es recomendable que la Municipalidad realice un levantamiento de catastro en Sistema de Información Georeferenciado: planos manzaneros actualizados en los que se pueda tener divisiones de lotes, linderos y mensuras. Cabe señalar que, la información más reciente corresponde a año 2011.
2. En el último PDOT (2019) no se ha considerado el riesgo del sistema de tratamiento de las aguas residuales ante la proximidad de las viviendas, por lo que es necesario que las autoridades responsables, consideren en sus planes de Ordenamiento y Desarrollo Territorial la importancia que tiene la Laguna de Oxidación.
3. Las ordenanzas municipales deberán considerar el crecimiento urbano de la ciudad y que no interfiera en la ubicación del sistema de depuración de las aguas residuales de Colimes, de tal forma que se eviten conflictos socioambientales por la aproximación de viviendas; lo que conlleva a emitir ordenanzas que fijen una franja de protección de la Laguna en la que se incentive la recuperación forestal.
4. El nuevo modelo de ordenamiento territorial debe considerar lineamientos para procesos de prevención, precaución y protección de los derechos de la

naturaleza sean una prioridad.

5. Es necesario despertar en la población la conciencia ambiental, para que interioricen la observancia a ordenanzas y reglamento, así como el respeto de los horarios de recolección de basura.
6. Las autoridades deben encontrar una solución ante la resistencia de ciertos pobladores que se niegan a conectarse al sistema público de aguas servidas, para que la laguna funcione al 100%.

7 ANEXOS

7.1 ANEXO 2. ESQUEMA DE LA LISTA DE CHEQUEO AMBIENTAL

LISTA DE CHEQUEO AMBIENTAL

La presente información permitirá identificar los factores ambientales para perfilar el Diagnóstico Ambiental.

Fecha

MEDIO FÍSICO biótico

1. AIRE

¿Existe contaminación de aire?

CAUSA	SI	NO	FUENTE	INTENSIDAD		
				Alta	Media	Baja
Partículas (polvo)						
Mal olor						
Gases						
Ruidos						
Otros (especificar)						

¿Existen fuertes vientos?

SI	NO	SIEMPRE (especifique)	A VECES (especifique)	INTENSIDAD		
				Alta	Media	Baja

2. CLIMA

¿Llueve?

NO	SI	Durante los meses												INTENSIDAD		
		E	F	M	A	M	J	JL	AG	S	O	N	D	Alta	Media	Baja

¿Se registran tormentas eléctricas?

NO	SI	Durante los meses												INTENSIDAD		
		E	F	M	A	M	J	JL	AG	S	O	N	D	Alta	Media	Baja

El clima predominante normalmente es:

Muy frío	Frío	Templado	Cálido	Muy cálido	Seco	Húmedo	Muy húmedo

3. SUELO

	SI	NO	INTENSIDAD		
			Alta	Media	Baja
¿Existen procesos de erosión?					
¿Existe mal drenaje de suelos?					
¿Se sospecha de la existencia de contaminación de suelos por agroquímicos, químicos, bacterias u otros?					

4. AGUA

	SI	NO	INTENSIDAD		
			Alta	Media	Baja
¿Existe evidencia de contaminación de aguas supeficiales?					
¿Existe evidencia de contaminación del agua subterránea?					
¿Existen zonas con problemas de inundación?					
¿se percibe agua con mal olor?					

5. PAISAJES

	SI	NO	INTENSIDAD		
			Alta	Media	Baja
¿Existen bosques naturales o protegidos en el área circundante?					
¿Estos bosques se encuentran intervenidos o deteriorados?					
¿Existe algún atractivo ntural de uso tuístico (laguna, catarata, etc)? En caso de ser afirmativo especificar					

7.2 ANEXO 3. ESQUEMA DE LA ENCUESTA

ENCUESTA DIRIGIDA A HABITANTES DE LAS VIVIENDAS DEL ÁRAE CIRCUNDANTE (RADIO DE 1KM) A LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE COLIMES

OBJETIVO: Conocer si perciben alguna contaminación ambiental los habitantes de la viviendas circundantes a la laguna de oxidación en Colimes, con la finalidad de proponer los respectivos correctivos.

FECHA

UBICACIÓN DE A VIVIENDA

BARRIO O SECTOR

DISTANCIA A LA LAGUNA DE
OXIDACIÓN (tomar coordenadas GPS)

MÁS DE 1000 M	DE 501 A 1000 M	DE 100 A 500 M	MENOS DE 100 M

1. ¿CUÁNTAS PERSONAS HABITAN LA VIVIENDA?

Total habitantes de la vivienda	Número de hombres	Número de mujeres	no. De niños	No. De adultos mayores	no. de personas con discapacidad

2. ¿ EL TRAMO DE CALLE DONDE SE ENCUENTRA ESTA VIVIENDA DISPONE DE SERVICIO E ALCANTARILLADO?

SI

NO

NO SABE

3. ¿ESTA VIVIENDA, A QUÉ SISTEMA DE DRENAJE SE ENCUENTRA CONECTADA? Si posee servicio de alcantarillado y no se ha conectado realizar la pregunta 4

red pública

pozo séptico
o ciego

Letrina

Ninguno

4. Si existen redes de aguas alcantarillado en su sector, ¿Por qué no se ha conectado al servicio público?

Es muy
costoso

No ha tenido
dinero

No es
necesario

Otro

5. ¿CONOCE USTED CUAL ES LA ENTIDAD ENCARGADA DE LA ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO?

SI	NO	Especificar en caso de ser afirmativo

6. DE LAS SGTES PROBLEMÁTICAS, ¿CUÁL CONSIDERA QUE ES LA MÁS IMPORTANTE? SI LA RESPUESTA ES LA OPCIÓN DE MALOS OLORES CONTINUAR CON LA SGTE PREGUNTA, CSO CONTRARIO PASE A LA PREGUNTA 10

Tratamiento
de aguas
servidas

Contaminación
de suelos

Malos
olores

Otra
(especificar)

7. ¿ EL TIPO DE OLOR PERCIBIDO ES CONSTANTE O TEMPORAL?

Constante

Temporal

M=mañana T= tarde N= noche. Pueden ser
combinados: M-T o M-T-N o T-N o M-N

A qué hora los siente
con mayor intensidad

8. ¿ CONOCE USTED DE LA EXISTENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN, y QUE ES USADA PARA TRATAR LAS AGUAS SERVIDAS DEL CANTÓN?

SI

NO

9. ¿ CONSIDERA QUE LOS MALOS OLORES ESTÁN RELACIONADOS CON EL VERTIMIENTO DE LAS AGUAS SERVIDAS (LAGUNA DE OXIDACIÓN)?

SI

NO

10. ¿HA HABIDO ALGÚN CASO DE PRESENCIA DE VECTORES (animales transmisores de enfermedades) EN SU VIVIENDA EN EL ÚLTIMO MES?

SI	NO	Especificar en caso de ser afirmativo			
		Moscas	Roedores	presencia de vectores (moscas, mosquitos)	otro (especificar)

11. ¿CONOCE UD. QUE LAS AGUAS SERVIDAS TRATADAS ADECUADAMENTE SE PUEDEN UTILIZAR EN LA AGRICULTURA, PRODUCCIÓN DE ENERGÍA, ABONOS Y OTROS USOS?

SI

NO

12. SI LA LAGUNA DE OXIDACIÓN LE PERMITIERA OBTENER ALGÚN BENEFICIO ADICIONAL AL TRATAR LAS AGUAS SERVIDAS, ¿CUÁL DE LAS SIGUIENTES OPCIONES ESCOGERÍA?

Producir abonos y
fertilizantes

Producir
energía para
gas

Reutilizar el agua tratada
en riego de sembríos

13. ¿CUÁLES CONSIDERA QUE SON LAS PRINCIPALES OBRAS DE MEJORAMIENTO QUE SE DEBE HACER EN EL CANTÓN?

Mejoramiento de las
redes de alcantarillado

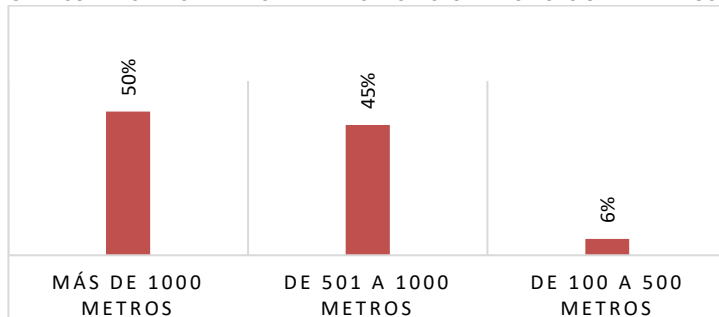
Mejoramiento
del medio
ambiente

Mejoramiento de la
planta de tratamiento
(Laguna de Oxidación)

GRACIAS POR SU TIEMPO

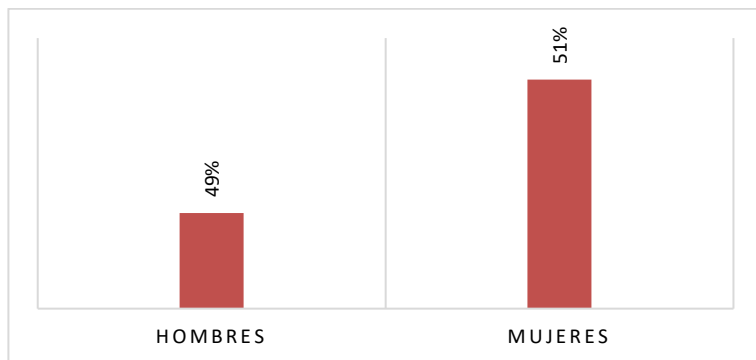
7.3 GRÁFICOS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA

GRÁFICO 1. DISTANCIA DE LAS VIVIENDAS RESPECTO A LA UBICACIÓN DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN



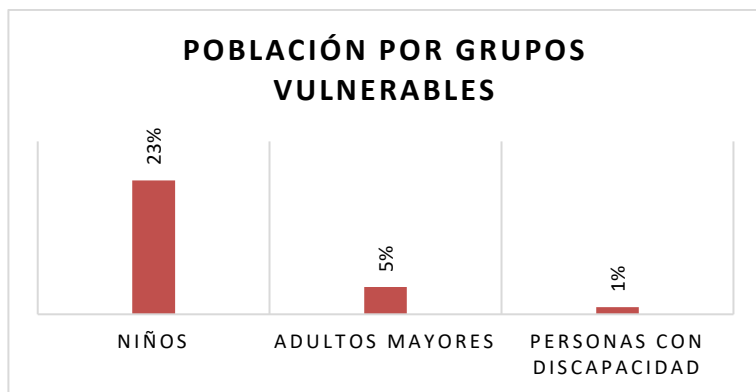
El 50% de las viviendas encuestadas se encuentran a más de 1.000 metros de la Laguna de Oxidación, seguido del 45% que corresponde a viviendas que están entre 501 y 1.000m, y el 6% se encuentra entre 100 y 500 m de distancia.

GRÁFICO 2. NÚMERO DE PERSONAS QUE HABITAN LA VIVIENDA



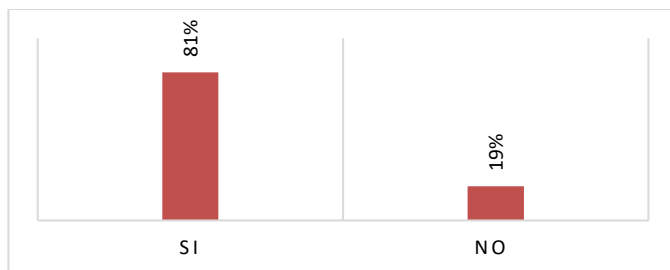
En lo que respecta a la habitabilidad de las viviendas por género, el 51% corresponde a mujeres y el 49% a hombres.

GRÁFICO 3. PERSONAS VULNERABLES QUE HABITAN LA VIVIENDA



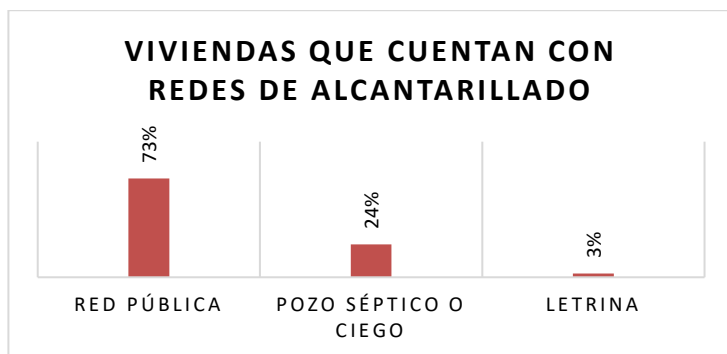
La población vulnerable que habita en las viviendas encuestadas está desglosada de la siguiente manera: 23% corresponde a niños, el 5% a adultos mayores y una minoría del 1% a personas con discapacidad.

GRÁFICO 4. VIVIENDAS QUE TIENEN REDES DE ALCANTARILLADO EN EL TRAMO DE CALLES DONDE ESTÁ UBICADA



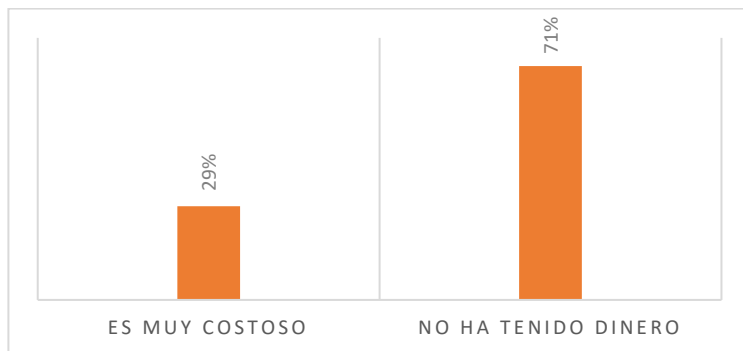
El 81% de las viviendas cuentan con disponibilidad de servicio de alcantarillado en el tramo de calle donde están ubicadas, y 19% no lo tienen.

GRÁFICO 5. VIVIENDAS QUE CUENTAN CON REDES DE ALCANTARILLADO PERO NO SE HAN CONECTADO A LA RED PÚBLICA



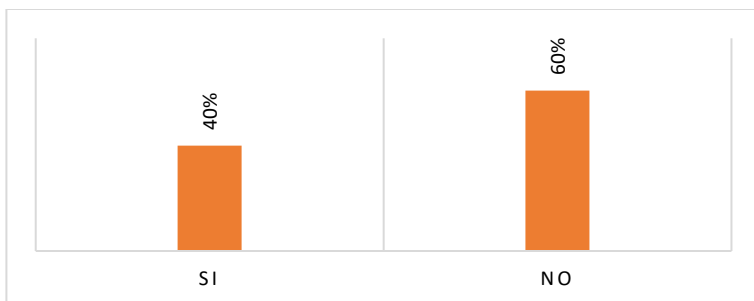
El 73% de las viviendas encuestadas se encuentran conectadas a la red pública de alcantarillado, el 24% están depositando sus excretas en pozos sépticos a pesar de que en su tramo de calle si existen redes de alcantarillado público, y el 3% usan letrinas.

GRÁFICO 6. MOTIVOS POR LOS QUE NO SE HA CONECTADO A LA RED PÚBLICA DE ALCANTARILLADO



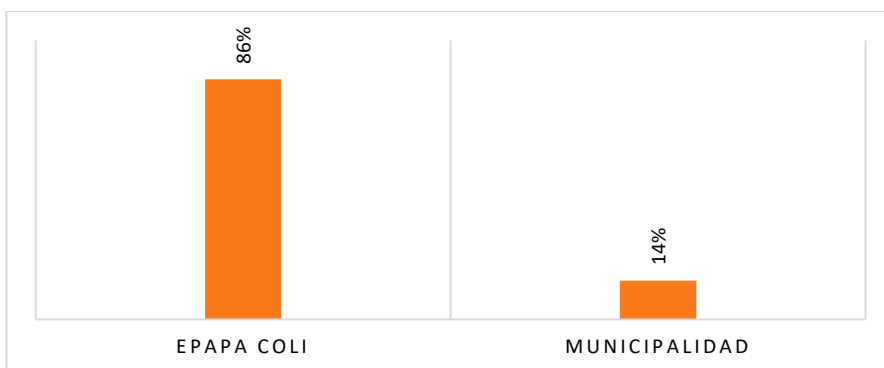
De las viviendas encuestadas que tienen disponibilidad de servicio de alcantarillado público pero no se han conectado al mismo, el 71% manifiesta que no ha tenido dinero para hacerlo y el 29% considera que es muy costoso.

GRÁFICO 7. CONOCIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE LA ENTIDAD PÚBLICA QUE PRESTA EL SERVICIO DE ALCANTARILLADO EN EL CANTÓN



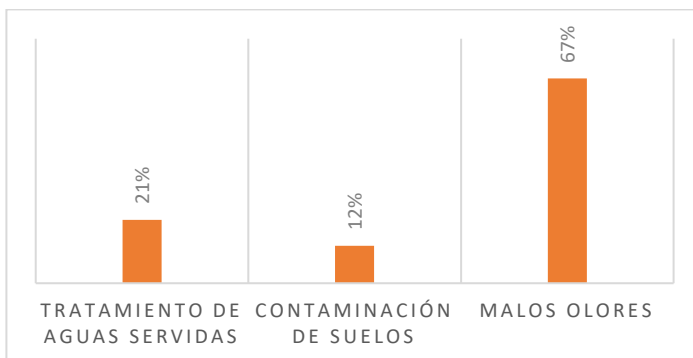
El 60% desconoce que entidad pública les otorga el servicio de alcantarillado, y el 40% restante manifiesta conocerla.

GRÁFICO 8. NOMBRE DE LA ENTIDAD PÚBLICA QUE OTORGA EL SERVICIO DE ALCANTARILLADO EN EL CANTÓN



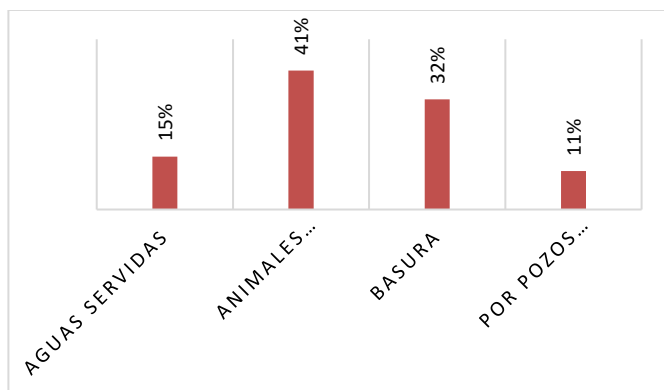
De los encuestados que manifestaron conocer a entidad pública que otorga el servicio de alcantarillado, el 86% indicó que es la Empresa Pública EPAPA COLI, y el 14% lo atribuye a la Municipalidad de Colimes.

GRÁFICO 10. PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN RESPECTO A PROBLEMÁTICAS MÁS SENTIDAS



El 67% de los encuestados considera a las aguas servidas domiciliarias, el 21% que es el tratamiento de aguas servidas, y el 12% que es la contaminación del suelo.

GRÁFICO 11. ATRIBUCIÓN DE LOS MALOS OLORES PERCIBIDOS



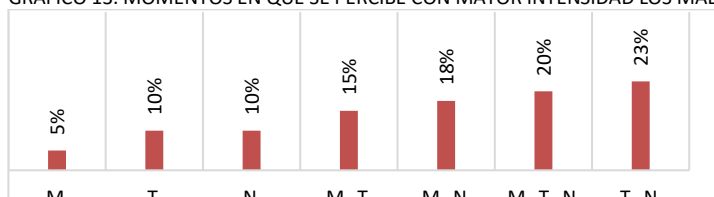
De los encuestados que manifestaron como una problemática los malos olores, el 41% lo atribuyen a animales muertos, el 32% a la basura, el 15% a las aguas servidas, y el 11% a pozos ciegos o sépticos.

GRÁFICO 12. PERCEPCIÓN DE MALOS OLORES



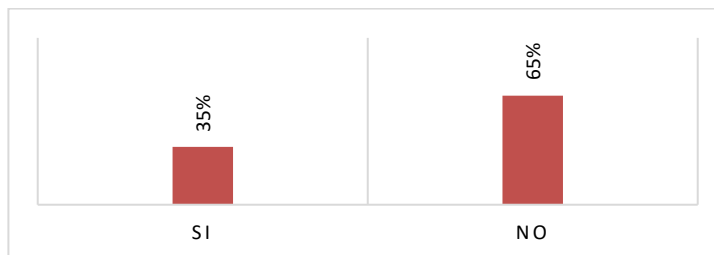
De las personas encuestadas que manifestaron como un problema los malos olores, el 87% indicaron que la molestia es temporal y el 13% que es constante.

GRÁFICO 13. MOMENTOS EN QUE SE PERCIBE CON MAYOR INTENSIDAD LOS MALOS OLORES



Los momentos en que más se perciben los malos olores corresponde a lo siguiente: 23% en la tarde y noche; 20% mañana, tarde y noche; 18% mañana y noche; 15% mañana y tarde; 10% en la noche; 10% en la tarde; y 5% en la mañana.

GRÁFICO 14. CONOCIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE LA EXISTENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN



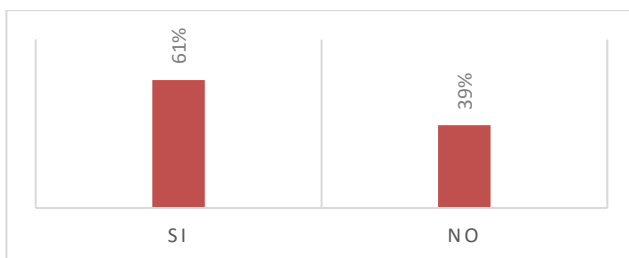
El 65% de los encuestados manifestaron conocer la Laguna de Oxidación, y el 35% restante desconocen su existencia.

GRÁFICO 15. Percepción de los malos olores y su relación con la laguna de oxidación



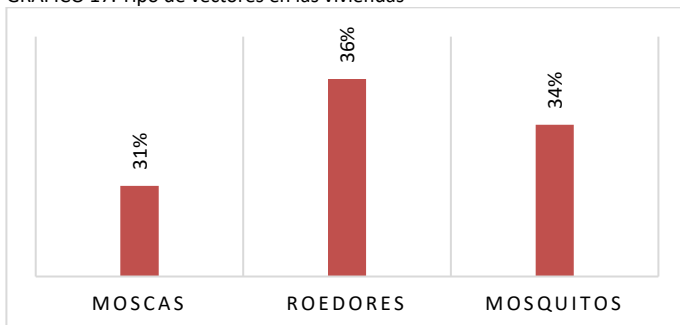
El 93% de los encuestados opinan que los malos olores percibidos no están relacionados con la laguna de oxidación, y el 7% atribuye a la existencia de ésta.

GRÁFICO 16. Presencia de vectores en las viviendas en el último mes



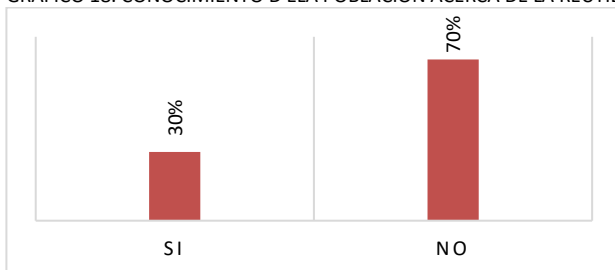
El 61% de los encuestados manifestaron que si han tenido presencia de vectores en su vivienda y el 39% restante manifestaron que no.

GRÁFICO 17. Tipo de vectores en las viviendas



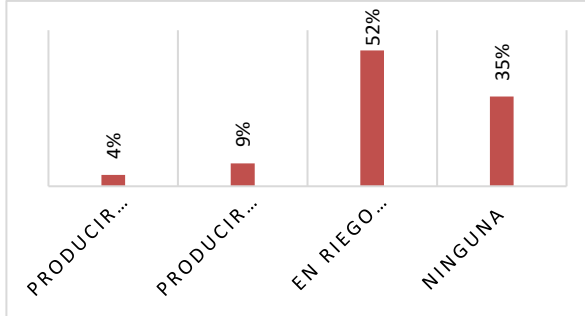
De los encuestados que manifestaron la presencia de vectores en sus viviendas, el 36% manifestaron la presencia de roedores, el 34% de mosquitos y el 31% de moscas.

GRÁFICO 18. CONOCIMIENTO D ELA POBLACIÓN ACERCA DE LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES



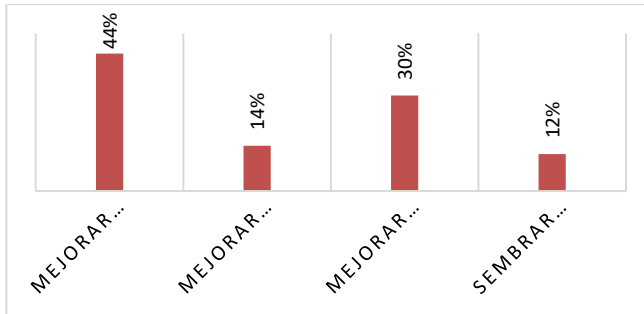
El 70% de los encuestados manifestaron desconocer que el agua residual ya tratada se puede reutilizar, y el 30% restante manifestó que si conoce de esta utilidad.

GRÁFICO 19. DISPONIBILIDAD DE REUTILIZAR LAS AGUAS REDIDUALES TRATADAS



De los encuestados que manifestaron conocer la utilidad de reusar las aguas residuales ya tratadas, el 52% manifestaron que estarían dispuestos a utilizarlas en el riego de sembríos, el 9% en aprovecharla como energía para gas domésticos, el 4% como abonos y fertilizantes, y el 35% manifestó no tener interés en reutilizarlas.

GRÁFICO 20. OBRAS PRINCIPALES DE MEJORAMIENTO QUE NECESITA EL CANTÓN



El 44% de los encuestados manifestaron que el Cantón Colimes requiere mejorar el alcantarillado, el 30% que se debe mejorar la planta de tratamiento de Aguas servidas (Laguna de Oxidación), el 14% que se debe mejorar el ambiente, y el 12% que se debería sembrar árboles.

7.4 ANEXO 5. FICHA DE OBSERVACIÓN

FICHA DE OBSERVACIÓN: DISEÑO Y OPERACIÓN DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL CANTÓN COLIMES

FECHA:

UBICACIÓN

INEN: Debe escogerse aguas abajo e la cuenca hidrográfica, en un área suficientemente extensa y fuera de la influencia de cauces sujetos a torrentes y avenidas, y en el caso de no ser posible se deberán proyectar obras de protección. El área debe esta lo más alejada posible de urbanizaciones con viviendas ya existentes



INEN. Distancias mínimas 5.5.2.6:
1000 m como mínimo para lagunas anaeróbicas
500 m como mínimo para lagunas facultativas
100 m como mínimo para sistemas con lagunas aireadas

Cumple con la Norma CPE INEN 5 NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES

		SI	NO
DISTANCIA DE LA LAGUNA ANAERÓBICA RESPECTO A LA VIVIENDA MÁS CERCANA	M		
DISTANCIA DE LA LAGUNA FACULTATIVA RESPECTO A LA VIVIENDA MÁS CERCANA	M		
DISTANCIA DE LA LAGUNA DE MADURACIÓN RESPECTO A LA VIVIENDA MÁS CERCANA	M		
TIEMPO DE VIDA ÚTIL INEN 5.5.2.6: entre 20 y 30 años	años		

COMPONENTES DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN (de acuerdo a secuencia de unidades de tratamiento)

FOTOGRAFÍA	CUENTA CON:	SI	NO	ESTADO
------------	-------------	----	----	--------

				BUENO	REGULAR	MALO
	Laguna anaeróbica: recibe el agua residual cruda					
	Laguna facultativa: recibe el agua residual de un estanque primario					
	Laguna de maduración: disminuye la concentración de coliformes fecales y son la última etapa de tratamiento					

LAGUNA ANAERÓBICA: requiere de pequeñas áreas, no se generan algas y tampoco existe un proceso fotosintético. INEN 5.5.2.2 profundidad entre 2,5 y 5m.

FOTOGRAFÍA	¿SE OBSERVA LA PRESENCIA DE NATAS EN EL INTERIOR DE LA LAGUNA?					
	SI	☐				
	NO	☐				
	¿HAY INSTALADAS TRAMPAS DE GRASA?					
	SI	☐	DESCRIBIR			
	NO	☐				
	DIMENSIONES DE LA LAGUNA					
	LARGO (M)		ANCHO (M)	M	PROFUNDIDAD: de 2.5 a 5.0 metros (INEN)	M
	PERIODO DE LIMPEZA DE LA LAGUNA La acumulación de lodo se calculará con un aporte de 40 l/hab. Año, Determinándose el año de limpieza de las lagunas, al alcanzar el 50% de tirante de agua (INEN 5.5.2.2)					AÑOS
	ESTADO DE LOS TALUDES		NÚMERO DE UNIDADES EXISTENTES. INEN 5.5.2.2 De deberán diseñar un número mínimo de dos unidades en paralelo para permitir la operación en una de las unidades mientras se remueve el lodo de la otra			
BUENO	☐					
REGULAR	☐					
MALO	☐					
					Unidades	

LAGUNA FACULTATIVA: se establecen tres zonas. 1. condiciones aerobias, 2. la parte facultativa donde se lleva la descomposición, 3. zona aerobia en el inferior de la laguna donde los sólidos se descomponen

FOTOGRAFÍA	¿SE OBSERVA LA PRESENCIA DE ALGAS EN EL INTERIOR DE LA LAGUNA? En climas cálidos y con buena insolación se observa un apreciado crecimiento de algas en la superficie de la laguna					
	SI	☐	DESCRIBIR			
	NO	☐				
	¿HAY INSTALADAS TRAMPAS DE GRASA?					
	SI	☐	LOCALIZACIÓN			
	NO	☐				
	DIMENSIONES DE LA LAGUNA					
	LARGO (M)	M	ANCHO (M)	M	PROFUNDIDAD: de 1.5 a 2.5 metros (INEN)	M
	FORMA DE LA LAGUNA: cuadrada, rectangular, redonda. La relación largo-ancho es de 2 a 3					
	PERIODO DE LIMPIEZA DE LA LAGUNA. INEN 5.5.2.2. acumulación de lodos entre periodos de limpieza de alrededor de 10 años.					
	AÑOS		RELACIÓN LARGO-ANCHO			
ESTADO DE LOS TALUDES						
BUENO	☐	REGULAR	☐	MALO	☐	

LAGUNA DE MADURACIÓN: disminuye la concentración de coiformes fecales y son la última etapa de tratamiento

FOTOGRAFÍA	¿SE OBSERVA LA PRESENCIA DE NATAS EN LA LAGUNA?			
	SI	☐	DESCRIBIR	
	NO	☐		
	¿HAY INSTALADAS TRAMPAS DE GRASA?			
	SI	☐	LOCALIZACIÓN	

	NO			
	DIMENSIONES DE LA LAGUNA			
	LARGO (M)	M	ANCHO (M)	M
			PROFUNDIDAD: de 2.5 a 5.0 metros (INEN)	M
	PERIODO DE LIMPIEZA DE LA LAGUNA			AÑOS
ESTADO DE LOS TALUDES				
BUENO				
REGULAR				
MALO				

8 BIBLIOGRAFIA

- CENTRO AGUA, (2010). *“Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales”*.
- CÓRDOVA (2015). *“ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO “AMPLIACIÓN AL ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN COLIMES EN SU SEGUNDA FASE, PARA LAS FASES DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO”*
- CONAGUA, (2015). *“Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento. MAPAS”*.
- ARTHUR J. 1990 "Notes on the design and operation of waste stabilization ponds in warm climates of developing countries", World Bank Technical, No.7, pp. 106. Estados Unidos de América.
- ECKENFELDER JR. (1989) "Industrial water Pollution Control. Chapter 7 Biological wastewater-treatment processes". Mc Graw-Hill,: 2' Edition, pp. 189-210.
Estados Unidos de América.
- AUVINET G. Y ESQUIVEL R. (1986) *“Impermeabilización de lagunas artificiales” Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, pp.77”*. México.
- CNA e IMTA (1994) *“Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento”*.

- GAVIRIA J. (1994). *“Tratamiento de aguas residuales por lagunaje. Master en Contaminación Ambiental, Universidad Politécnica de Madrid”*, pp. 229.
- IMTA (1995). Curso Internacional “Las lagunas de estabilización como alternativa de tratamiento para reúso agrícola”, Centro de Capacitación IMTA, Jiutepec, Morelos México.
- YÁNEZ F. (1993). *“Lagunas de estabilización. Teoría, diseño, evaluación y mantenimiento”*.
- ALZATE (2021), *“Evaluación de dimensionamiento de los lechos de secado en diferentes plantas de tratamiento de aguas residuales del oriente antioqueño”*.
- MAPAS (2015) *“Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento”*
- USDA (2008). *“Zonas de Amortiguamiento para conservación: Lineamientos para diseño de zonas de amortiguamiento, corredores y vías verdes”*