



Impacto ambiental de las lagunas de tratamiento de aguas residuales. Sector Colinas San José, Ciudad de Rocafuerte

Environmental impact of the sewage treatment lagoons. San José hills sector. Rocafuerte city

Impacto ambiental das lagoas de tratamento de esgoto. Setor de colinas de San José. Cidade de Rocafuerte

Dayanne María Cedeño-Muñoz¹
dayannecm93@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9944-0131>

Correspondencia: dayannecm93@gmail.com

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

***Recibido:** 18 de noviembre de 2019 ***Aceptado:** 20 de diciembre de 2019 * **Publicado:** 17 de enero 2020

¹ Ingeniera Hidráulica, Universidad Técnica de Manabí, Programa de Maestría en Gestión y Prevención de Riesgo de Desastres, Portoviejo, Ecuador.

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar el impacto ambiental de las lagunas de tratamiento de aguas residuales del sector colinas San José de la ciudad de Rocafuerte, Ecuador. Metodología: tipo de investigación fue descriptiva experimental, diseño de campo. La población estuvo conformada por 15 familias habitantes del sector. La técnica de recolección de datos fue la entrevista y el instrumento cuestionario con opciones de respuesta dicotómicas (Si o No). Los resultados señalan que el 87% está afectada por las aguas residuales; el 80% usa la laguna como basurero; el 100% indicó que no utiliza el agua con fines domésticos; el 67% de las familias usa el agua para riego de cultivos y 100% manifiesto no haber recibido capacitación para el uso adecuado de la laguna. Se concluyó de acuerdo a los análisis de fisicoquímicos y biológicos que: se cumple con los parámetros de calidad según la norma, pero los resultados están en el límite inferior, por tanto, se deben tomar medidas para su saneamiento.

Palabras clave: Análisis fisicoquímicos; formación; saneamiento.

Abstract

The objective of the investigation was to determine the environmental impact of the sewage treatment lagoons of the San José hills sector of the city of Rocafuerte, Ecuador. Methodology: type of research was descriptive, experimental, field design. The population was made up of 15 families living in the sector. The data collection technique was the interview and the questionnaire instrument with dichotomous response options (Yes or No). The results indicate that 87% is affected by wastewater; 80% use the lagoon as a dump; 100% indicated that they do not use water for domestic purposes; 67% of families use water for crop irrigation and 100% say they have not received training for the proper use of the lagoon. It was concluded according to the physicochemical and biological analyzes that: the quality parameters according to the standard are met, but the results are in the lower limit, therefore measures must be taken for their sanitation.

Keywords: Physicochemical analysis; training; sanitation.

Resumo

O objetivo da investigação foi determinar o impacto ambiental das lagoas de tratamento de

esgoto do setor das colinas de San José, na cidade de Rocafuerte, Equador. Metodologia: o tipo de pesquisa foi descritivo, experimental, delineamento de campo. A população era composta por 15 famílias residentes no setor. A técnica de coleta de dados foi a entrevista e o instrumento de questionário com opções de resposta dicotômica (Sim ou Não), cujos resultados indicam que 87% são afetados pelas águas residuais; 80% usam a lagoa como lixeira; 100% indicaram que não usam água para fins domésticos; 67% das famílias usam água para irrigação das lavouras e 100% afirmam não ter recebido treinamento para o uso adequado da lagoa. Concluiu-se, de acordo com as análises físico-químicas e biológicas, que: os parâmetros de qualidade de acordo com o padrão são atendidos, mas os resultados estão no limite inferior, portanto, medidas devem ser tomadas para o seu saneamento.

Palavras-chave: Análise físico-química; treinamento; saneamento.

Introducción

A escala global, el crecimiento demográfico de población es una realidad, por lo que el consumo de agua a nivel mundial va cada día en aumento. De acuerdo con las estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2003) “los seis mil millones de habitantes del planeta ya se han adueñado del 54% del agua dulce disponible en ríos, lagos y acuíferos subterráneos. En el 2025, el hombre consumirá el 70% del agua disponible.” De igual forma, el informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos hídricos en el mundo (2006) señala que: “el 48% de la población mundial actual vive en pueblos y ciudades. En el 2030 la proporción será de alrededor del 60%.” Por tanto, el consumo de agua per cápita aumenta, debido al incremento demográfico de la población. En consecuencia, la buena gestión del agua es una tarea compleja que requiere, por un lado, la gestión integrada de los suministros de agua tanto para necesidades domésticas como industriales, el control de la contaminación y el tratamiento de las aguas residuales. De acuerdo con este mismo informe (2006:p.10):

Se estima que la producción global de aguas residuales es de aproximadamente 1.500 km³. Asumiendo que un litro de aguas residuales contamina 8 litros de agua dulce, la carga mundial de contaminación puede ascender actualmente a 12.000 km³. Como siempre, las poblaciones más pobres resultan las más afectadas, con un 50% de la población de los países en desarrollo expuesta a fuentes de agua contaminadas.

En relación con estas afirmaciones, los recursos de agua apta para el consumo humano cada día, se ven reducidos por la contaminación causada por las actividades humanas, millones de desechos a nivel global son arrojados en aguas receptoras que incluyen residuos domésticos, industriales, químicos y agrícolas.

A tal efecto, existe una gran presión sobre los recursos hídricos a nivel mundial. Según la UNESCO (2003) “el 69% del agua dulce disponible en el planeta se destina a la agricultura, el 23% a la industria y el 8% al consumo doméstico.” Esta situación representa un desequilibrio entre el gasto de este recurso hídrico para las actividades agrícolas y la creciente demanda poblacional.

En este sentido, el agua residual se constituye en una fuente alternativa importante para el riego de los cultivos, previo un adecuado tratamiento, que contribuye a disminuir el uso del agua dulce en actividades del sector agrícola.

Sin embargo, la disposición final de las aguas residuales producidas por las diferentes actividades humanas (principalmente usos domésticos e industriales) constituye un problema cuya magnitud está en constante incremento y que se ve agravado cuando se trata de grandes urbes.

De acuerdo al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) (2014:p.2), las aguas residuales: “Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado.” A este respecto, la forma de gestión inadecuada del agua residual hace que se convierta en una potencial fuente de contaminación ambiental. En esta misma línea, Moscoso, Egocheaga y Ramírez, M. (2005) señalan que:

De los 52.000.000 m³/día de aguas residuales que se recolectan en América Latina, se estima que solamente 3.100.000 m³/día, o 6%, reciben tratamiento adecuado antes de ser dispuestas en cuerpos de agua o campos agrícolas. Encima de este problema serio, hay una tendencia en todo América Latina de usar para riego agua residual sin tratar (uso directo) o diluida con otra fuente de agua (uso indirecto); en toda América Latina hay un mínimo de 981.445 hectáreas regadas con agua residual cruda o diluida.

En efecto, la situación descrita conlleva a la generación de varios problemas de salud para la población, y de contaminación del medio ambiente, los suelos y la degradación de diversos cuerpos de agua.

En cuanto a Ecuador, el país no escapa a la situación descrita anteriormente, la contaminación de los recursos hídricos debido a los desperdicios generados por las actividades agrícolas, minería, petróleo y los desechos domésticos e industriales a los cuerpos de agua, confieren un marco perjudicial para la salud de la población y tiene una influencia negativa en los recursos hidrológicos superficiales y en el agua subterránea de la nación.

Con relación a la disposición final del agua residual no tratada, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (2015) de Ecuador señala lo siguiente:

De los 133 municipios que tratan el agua residual, 53 lo realizan de forma parcial y 82 no realizan ningún tipo de tratamiento, de éstos el 59,26% de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) Municipales disponen el agua residual no tratada en los ríos, el 25,19% en quebradas y el restante 15,56% se disponen en otros sitios. En la Región Insular el 100% del agua residual no tratada se dispone en otros sitios (mar).

Por tanto, el tratamiento de las aguas residuales constituye un factor importante en la protección de la salud pública y del medio ambiente, puesto que verter aguas residuales sin tratamiento previo en un cuerpo receptor, es una fuente de contaminación que ocasiona numerosos problemas al medio ambiente y a la salud del ser humano.

Por otro lado, De Jonge (2002) con respecto al tratamiento de los desechos líquidos domésticos e industriales señala que:

La magnitud de los problemas de contaminación por aguas residuales depende, por un lado, de las fuentes de aguas residuales, los volúmenes vertidos, tasa de residencia, tipos y cargas de contaminantes, y, por otro lado, de la resiliencia del cuerpo receptor, es decir de la capacidad para diluir y asimilar aquellos nutrientes tanto alóctonos como autóctonos en función de su hidrodinámica y estratificación del sistema, presentando a su vez variabilidad regional, espacial y estacional.

Sobre este particular, el ecosistema se ha venido convirtiendo en medios vulnerables de estas aguas residuales, las cuales poseen una alta carga de materia orgánica e inorgánica, medios como ríos, lagos, lagunas, mares y cuerpos de agua, se constituyen en fuentes receptoras naturales, que ya no están teniendo la capacidad natural de absorber y minimizar las altas concentraciones de contaminación que reciben, generando un desequilibrio en la biodiversidad del lugar, y en las condiciones físicas, químicas y biológicas del medio ambiente determinado.

Ante estos hechos, buscar alternativas al tratamiento actual de las aguas residuales es un tema de

gran importancia, por lo cual, uno de los métodos más simples que existe para tal fin, son las lagunas de estabilización que son excavaciones poco profundas cercadas por taludes de tierra, abiertas al sol y al aire, generalmente tienen forma rectangular o cuadrada. Según Mendonça (2000), las principales ventajas de los sistemas de estabilización son: “Bajo costo; Nulo consumo energético; Simples de construir y operar; Confiables: Pueden absorber aumentos bruscos de cargas hidráulicas u orgánicas y Elevada estabilización de la materia orgánica.”

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CNA) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) (2007a) “Las lagunas de estabilización tienen tres objetivos principales: a) la eliminación de coliformes fecales; b) la remoción de la materia orgánica, también llamada demanda bioquímica de oxígeno (DBO), y c) de nutrientes: nitrógeno y fósforo.”

En general, los sistemas lagunares se pueden clasificar en relación con la presencia de oxígeno: “en anaerobias, facultativas y de maduración.” Metcalf y Eddy (1991). En cuanto a las lagunas Anaerobias: “las bacterias presentes no requieren oxígeno disuelto necesario para la descomposición de la materia orgánica; al proceso descrito también se le conoce como digestión anaerobia.” Rolim (2000). Por su parte, en las lagunas facultativas, según Mara (2004):

El mecanismo se lleva a cabo en el estrato superior, es decir, el comensalismo de bacterias aerobias y algas. La materia orgánica es descompuesta por las bacterias heterotróficas, lo anterior genera compuestos inorgánicos. El oxígeno necesario para realizar la simbiosis es suministrado principalmente por el proceso de fotosíntesis.

Por otro lado, el CNA e IMTA, (2007b) señalan que las lagunas de maduración: “Reciben el efluente de las lagunas facultativas y se utilizan para pulir el efluente de patógenos de acuerdo con la calidad requerida. Sólo existe una zona: aerobia.” En este propósito, “las lagunas de maduración suelen constituir la última etapa del tratamiento, por medio de una laguna facultativa primaria o secundaria o de una planta de tratamiento convencional, debido a la eliminación de agentes patógenos, si se reutiliza el agua depurada.” (Rolim, 2000).

Cabe destacar que, en la ciudad de Rocafuerte, Ecuador, el principal sistema de tratamiento de las aguas residuales es el método de las lagunas de estabilización, el tratamiento del agua residual doméstica se realiza en un solo sistema de tratamiento, el mismo que cuenta con tres lagunas: aerobia, facultativa y de pulimiento, las cuales están construidas a lado del botadero municipal, en el cual a pocos metros existe un sector poblado y gran cantidad de sembríos.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, la presente investigación tuvo como objetivo

determinar el impacto ambiental de las lagunas de tratamiento de aguas residuales del sector colinas San José de la ciudad de Ciudad de Rocafuerte, Ecuador.

Metodología

Esta investigación se desarrolló bajo la metodología propia del paradigma positivista cuantitativo de carácter experimental, bajo el diseño de un estudio descriptivo, el cual consiste en el análisis de las variables teóricas que están dentro de esta investigación, por lo que se describirá, revisará y analizará de manera sistemática las fuentes bibliográficas correspondientes al método de las lagunas de estabilización para el tratamiento de las aguas residuales. La recolección de datos se realizó en dos fases. En la primera fase se realizó una entrevista a 15 familias habitantes de las colinas San José del cantón Rocafuerte. El instrumento de recolección de datos consistió en un cuestionario especialmente elaborado para la investigación, el cual contenía preguntas con opciones de respuesta: Si o No, relativas al funcionamiento de las lagunas de tratamiento de aguas servidas en el sector. Para validar el instrumento fue realizado un estudio piloto con cinco familias distintas a la población objeto de estudio, para su posterior aplicación a la población definitiva.

En una segunda fase se realizó el análisis de los parámetros fisicoquímicos y biológicos de las aguas residuales de la laguna de pulimento del sector de las colinas San José del cantón Rocafuerte; la valoración del impacto ambiental que generan las lagunas de tratamiento de aguas residuales, mediante la metodología de Leopold (1971) y para la determinación de los posibles impactos ambientales derivados del tratamiento por lagunas de estabilización se utilizó como herramienta de trabajo una Matriz de Leopold modificada, en la que se cruzan las principales acciones del emprendimiento (en columnas) con las variables que definen los elementos de los medios físicos y antrópico (en líneas).

Para la recolección de la información y por ende la obtención de los resultados finales de la presente investigación se emplearon los siguientes materiales y equipos: trabajo de campo: mascarillas, botas de agua, guantes quirúrgicos, guantes de caucho, overol impermeable, frascos plásticos, frascos de vidrio, marcador indeleble, apoya manos, hieleras portátiles y materiales de aforo y cámara digital. Con respecto, a los instrumentos usados en el trabajo de laboratorio, se señalan los siguientes: Reactivos para análisis de aguas, Espectrofotómetro, Placas Petri, Cámara de flujo Laminar, Digestor para DQO, Respirometro para DBO5 e Incubadora para DBO5. Por su

parte para el trabajo de oficina los materiales usados fueron: Computadora y útiles de oficina.

En lo referente los procesamientos e interpretación de los resultados de las encuestas aplicadas a los habitantes del sector objeto de estudio, se generó una base de datos que fue analizada con el software científico EpiInfo 2000, for Windows, versión 3.

Resultados

Luego de la aplicación del instrumento se logró obtener los siguientes resultados en cuanto a la pregunta: ¿Usted se ve afectado por el funcionamiento de la Laguna de tratamiento de aguas residuales? El 87% de las familias entrevistadas indicó que se sienten afectados por las aguas residuales de las lagunas de tratamiento en detrimento de su calidad de vida; el 13% manifiesta que no se siente afectado por el funcionamiento de la laguna de aguas residuales (Ver tabla 1)

Tabla 1. Distribución porcentual de familias entrevistadas del sector habitantes de las colinas San José del cantón Rocafuerte, según información recibida sobre: ¿Usted se ve afectado por el funcionamiento de la Laguna de tratamiento de aguas residuales?



Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz (2014)

En cuanto al ítem ¿Ha utilizado la Laguna de Oxidación como basurero? el 80% de las familias entrevistadas afirman haber usado las lagunas de tratamiento como basurero por su cercanía al mismo; mientras que el 20% señala que no hace uso indebido de la laguna de oxidación para depositar desechos sólidos. (Ver tabla 2)

Tabla 2. Distribución porcentual de familias entrevistadas del sector habitantes de las colinas San José del cantón Rocafuerte, según información recibida sobre: ¿Ha utilizado la Laguna de Oxidación como basurero?



Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz.(2014)

Con respecto a la interrogante: ¿Ha utilizado el agua de la Laguna de Oxidación para uso doméstico? El 100% de las familias participantes del estudio indicó que no usa el agua de la laguna de oxidación con fines domésticos, lo que evidencia conocimiento sobre los peligros que implica para la salud el uso de agua contaminada. (Tabla 3)

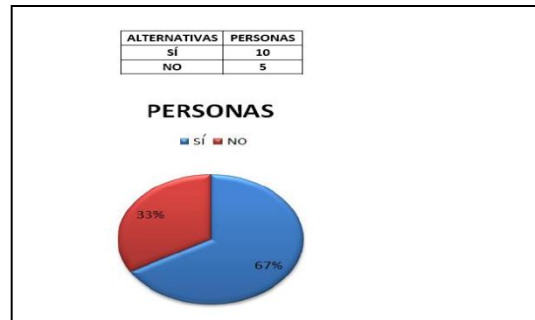
Tabla 3. Distribución porcentual de familias entrevistadas del sector habitantes de las colinas San José del cantón Rocafuerte, según información recibida sobre: ¿Ha utilizado el agua de la Laguna de Oxidación para uso doméstico?



Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz (2014)

De acuerdo con los datos arrojados del ítem: ¿Ha utilizado el agua de la Laguna de Oxidación para uso agrícola? se aprecia que el 67% de las familias encuestadas afirman que han usado el agua para el riego de sus sembríos, y el 33% afirman que no lo hacen son porque no cuentan con terrenos para desempeñar esta actividad. (Ver tabla 4)

Tabla 4. Distribución porcentual de familias entrevistadas del sector habitantes de las colinas San José del cantón Rocafuerte, según información recibida sobre: ¿Ha utilizado el agua de la Laguna de Oxidación para uso agrícola?



Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz.(2014)

En relación a la pregunta: ¿Han recibido algún tipo de capacitación por parte de las autoridades competentes? El 100% de las familias entrevistadas manifiesta que nunca han sido capacitadas para tomar las medidas pertinentes que les permita la protección de la salud y el medio ambiente dado la cercanía de sus viviendas a esta obra de saneamiento de aguas residuales, lo cual es considerado un hecho grave dado que la capacitación de estas personas debe constituirse en un hecho periódico para evitar problemas de salud en la población y de contaminación ambiental. (Ver tabla 5)

Tabla 5. Distribución porcentual de familias entrevistadas del sector habitantes de las colinas San José del cantón Rocafuerte, según información recibida sobre: ¿Han recibido algún tipo de capacitación por parte de las autoridades competentes?



Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz (2014)

Análisis de laboratorio

A continuación, se presentan los promedios, de los resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica y microbiológica de las muestras de aguas residuales obtenidas del muestreo.

PH

El pH óptimo de los efluentes de agua dulce debe estar entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9, los datos promediales indican que no existe alteración alguna. (Ver tabla 1)

Tabla 1. Resultados del pH del agua de la Laguna de Oxidación del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

UNIDADES	#1	#2	#3
	7.8	8.1	8
	8	8.1	8

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz (2014)

Conductividad

Los resultados promedios de conductividad no están establecidos, pero cuando sobrepasan los 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ están considerados como altamente elevados, estos resultados indican que existe gran cantidad de sales inorgánicas, no podrían ser utilizadas sin un tratamiento previo el cual no se le está brindando de la manera correcta. (Ver tabla 2)

Tabla 2. Resultados de la Conductividad del agua de la Laguna de Oxidación del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

UNIDADES	#1	#2	#3
$\mu\text{S}/\text{cm}$	3190	4230	4030
	2240	1712	2290

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz (2014)

Oxígeno disuelto

El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. El límite mínimo para el agua es 5 mg/l, es decir en toma número 2 es la única que cumple con los parámetros. (Ver tabla 3)

Tabla 3. Resultados del Oxígeno Disuelto del agua de la Laguna de Oxidación del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

UNIDADES	#1	#2	#3
mg/L	4,5	5,1	4,7
	4,5	5,1	4,7

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz (2014)

Sólidos totales disueltos

Este parámetro tiene gran similitud con la conductividad en lo que a medición se refiere ya que nos indica la cantidad de sales disueltas. En las aguas residuales estas, contienen una gran cantidad por ser aguas en su mayoría de origen orgánico. El límite permisible es de 1600 mg/l, es decir no cumple con los parámetros establecidos. (Ver tabla 4)

Tabla 4. Resultados de los Sólidos Totales Disueltos del agua de la Laguna de Oxidación del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

UNIDADES	#1	#2	#3
mg/L	1888	2100	2010
	1510	1420	1180

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz. (2014)

Sulfuros de hidrógeno

El sulfuro de hidrógeno es un gas incoloro con un fuerte olor a huevo podrido, respirar este gas puede irritar la nariz, la garganta, pulmones, etc. El límite permisible es hasta 0,5 mg/l, por lo cual el agua del muestreo está dentro del rango. (Ver tabla 5)

Tabla 5. Resultados del Sulfuro de Hidrógeno del agua de la Laguna de Oxidación del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

UNIDADES	#1	#2	#3
mg/L	0,057	0,014	0,044
	0,086	0,139	0,193

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz (2014)

Nitrógeno amoniacal

El nitrógeno es un elemento importante en las aguas residuales ya que es necesario para el crecimiento de los microorganismos. Si el agua residual no contiene suficiente nitrógeno pueden ocurrir problemas por deficiencia de nutrientes durante el tratamiento secundario. Pero también el nitrógeno es un contribuyente especial para el agotamiento del oxígeno y la eutrofización de las aguas cuando se encuentra en elevadas concentraciones. Los límites permisibles son en el rango de 2-40 mg/L, en la muestra #1 hecha en la mañana se sobrepasó el rango permisible. (Ver tabla 6)

Tabla 6. Resultados del Nitrógeno Amoniacal del agua de la Laguna de Oxidación del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

UNIDADES	#1	#2	#3
mg/L	41	32	37
	41	32	37

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz (2014)

Nitritos

Los nitritos pueden estar presentes en las aguas residuales y casi es seguro que su presencia se deba a contaminación reciente, se evidencia en la Tabla que los resultados de las descargas son bajos esto se debe a que los mismos por oxidación se transforman en amoniacado y eso explica su bajo contenido en las aguas residuales. El rango es de 0.7 – 1 mg/L para descargas de agua dulce. (Ver tabla 7)

Tabla 7. Resultados de los Nitritos del agua de la Laguna de Oxidación del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

UNIDADES	#1	#2	#3
mg/L	0.114	0.104	0.284
	0.104	0.004	0.084

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz (2014)

Nitratos

En las aguas residuales los nitratos pueden encontrarse por oxidación bacteriana de las materias orgánicas principalmente de las eliminadas por los animales. En las aguas superficiales la concentración de nitratos tiende a aumentar, como consecuencia del incremento del uso de fertilizantes y el aumento de la población. El rango esta 3-7 mg/l. (Ver tabla 8)

Tabla 8. Resultados de los Nitratos del agua de la Laguna de Oxidación del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

UNIDADES	#1	#2	#3
mg/L	3.8	1.2	2.2
	5.8	3.2	2.2

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz. (2014)

Cobre y cromo

Los efectos que provocan sobre el medio ambiente son los siguientes: mortalidad de los peces, envenenamiento de ganado, mortalidad de plancton, acumulaciones en el sedimento de peces y moluscos. El límite permisible de cobre para el agua de descarga a efluentes de agua dulce es 1.5 – 2.0 mg/l. El límite permisible de cromo es de 0.05-0,1 mg/l. (Ver tabla 9 y 10)

Tabla 9. Resultados de la presencia de Cobre (Cu) en el agua de la Laguna de Oxidación del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

UNIDADES	#1	#2	#3
mg/L	2.99	0.07	1.07
	3.75	2.76	3.24

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz. (2014)

Tabla 10. Resultados de la presencia de Cromo (Cr) en el agua de la Laguna de Oxidación del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

UNIDADES	#1	#2	#3
mg/L	0.026	0.022	0.024
	0.007	0.030	0.044

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz (2014)

Fósforo

El fósforo total es la suma de los compuestos de las tres formas de fósforo. Las aguas residuales tienen una concentración de fósforo total de aproximadamente 5-15 mg/L. La gran cantidad de fósforo provoca el crecimiento de algas en los cuerpos receptores. (Ver tabla 11)

Tabla 11. Resultados de la presencia de Fósforo (P) en el agua de la Laguna de Oxidación del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

UNIDADES	#1	#2	#3
mg/L	3	5.1	4.5
	7.5	6.1	8.9

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz (2014)

Demanda química de oxígeno

La Demanda Química de Oxígeno indica la cantidad que necesitan las bacterias para degradar materia orgánica e inorgánica oxidables en las aguas residuales, su límite máximo debe de estar en 250,0 mg/l. (Ver tabla 12)

Tabla 12. Resultados de la Demanda Química de Oxígeno en el agua de la Laguna de Oxidación del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

UNIDADES	#1	#2	#3
mg/L	113	63	85
	146	200	155

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz. (2014)

Cloruros

Una gran cantidad de cloruros puede ser índice de contaminación ya que las materias residuales de origen animal siempre tienen considerables cantidades de estas sales. Los cloruros son inocuos de por sí, pero en cantidades altas dan sabor desagradable. Valor máximo aceptable: 500 mg/l. (Ver tabla 13)

Tabla 13. Resultados de la presencia de Cloruros en el agua de la Laguna de Oxidación del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

UNIDADES	#1	#2	#3
mg/L	210	230	220
	704	849	770

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz (2014)

Demanda bioquímica de oxígeno

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es una prueba que mide la cantidad de oxígeno consumido en la degradación bioquímica de la materia orgánica mediante procesos biológicos aerobios, y es un parámetro orientador en el diseño de una planta de tratamiento mediante procesos biológicos, el límite permisible es 100 mg/l. (Ver tabla 14)

Tabla 14. Resultados de la presencia de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el agua de la Laguna de Oxidación del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

UNIDADES	#1	#2	#3
mg/L	45	57	47
	46	53	45

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz (2014)

Coliformes Fecales

Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los

coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por lo tanto, en este tipo de aguas que son residuales es lógico encontrar cantidades excesivamente altas como se evidencia en la tabla, es decir, no cumple con los límites establecidos por la ley, ya que no remueven el 99% de estos. (Ver tabla 15)

Tabla 15. Resultados de la presencia de Coliformes Fecales en el agua de la Laguna de Oxidación del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

UNIDADES	#1	#2	#3
NMP/100ml	>1100	>1100	>1100
	>1100	>1100	>1100

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz (2014)

Discusión de resultados

Los análisis realizados a la laguna de pulimiento indican que, si bien cumplen con la mayoría de los parámetros de descargas, exceptuando los de cobre, conductividad, oxígeno disuelto, cloruros, coliformes fecales, y sólidos disueltos que sobrepasan el rango permisible, las cifras tienen un rango muy alto de descarga es decir están produciendo gran afectación al cuerpo receptor, cultivos de ciclo corto y al terreno. Por tanto, se debería tomar correctivos como practicarle análisis periódicos al agua de la laguna de pulimiento (descarga) para así identificar el alto grado de contaminantes fisicoquímicos y determinar los lugares de incidencia, tener un monitoreo constante.

Valoración de impactos

Una vez aplicada la metodología descrita anteriormente, fueron observados los siguientes impactos ambientales. Con relación a las acciones sobre las lagunas de tratamiento de aguas servidas del sector colinas San José del cantón Rocafuerte. (Ver tabla 1)

Tabla 1. Acciones sobre las lagunas de tratamiento de aguas servidas del sector colinas San José del cantón Rocafuerte

ACCIONES DE LAS LAGUNAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS	
PRESENCIA DE INSTALACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Afecta la calidad de aire porque genera malos olores. • El suelo es perjudicado porque las lagunas no cuentan con un buen diseño, además erosiona el suelo ya que no cuenta con protección en sus taludes y su fondo. • Las aguas subterráneas son afectadas por la infiltración. • Las condiciones sanitarias se ven afectadas por la generación de olores y mosquitos que causan enfermedades. • Se generan impactos positivos en el saneamiento de la población, y se generan empleos a las personas del sector.

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz (2014)

FUNCIONAMIENTO DE LA LAGUNAS	<p>El paisaje y la geomorfología del terreno ha sufrido un gran cambio por el mal diseño de las lagunas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genera un impacto negativo en las aguas superficiales y subterráneas porque no cuentan con un buen diseño. • El bienestar de la población se está gravemente afectado porque se generan malos olores e infiltraciones. • El saneamiento básico sigue siendo beneficioso, además da mejores condiciones sanitarias y se crean manglares en los terrenos aledaños que mitigan los olores.
VERTIDO DE AGUA A LOS EFLUENTES NATURALES	<p>Cambia en su totalidad y generan un impacto negativo a la geomorfología del suelo y dañan el paisaje dándole un aspecto de contaminación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erosionan el terreno porque la ruptura de taludes que ha afectado a los sembríos aledaños. • Afecta negativamente a los cursos fluviales es decir altera el agua del canal cercano y por lo consiguiente afecta a los sembríos del sector. • La población se ve afectada porque esa agua es utilizada para el riego de sus alimentos.
BOMBEO DE LAS AGUAS DE LA LAGUNA DE PULIMIENTO	<p>No produce ruidos significativos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afecta a las aguas superficiales y a los cursos fluviales porque el bombeo se lo realiza al canal cercano.
UTILIZACIÓN DE RECURSOS	<p>Afecta a las aguas superficiales negativamente porque el recurso fluvial es contaminado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las personas que habitan las viviendas aledaños son afectadas negativamente porque sus recursos están siendo vulnerados.

TAREAS DE MANTENIMIENTO Y CONTROL DE LAS INSTALACIONES	Controlar la calidad de aire para generar un impacto bueno al aréa. • Crean plazas de trabajo para el sector.
INCORPORACIÓN DE USUARIOS Y MEJORAS DEL SERVICIO	• La población del sector es beneficiada en gran medida porque el servicio se mejoró ya que no se tienen que utilizar pozas de oxidación. • La incorporación de nuevos usuarios ayudara a mejorar el servicio.

Fuente: Datos proporcionados del proyecto. **Elaborado por:** Dayanne María Cedeño Muñoz. (2014)

Discusión de resultados

Las variables del medio más afectadas por estas acciones son: la calidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, la estructura del suelo y la calidad de vida de la población. En este sentido, se puede afirmar que no se está cumpliendo con las normas ambientales vigentes, lo cual es negativo porque no existe una preservación del medio ambiente.

Conclusiones

Los análisis del agua de la laguna de pulimiento dejaron evidenciar que en su mayoría esta cumple con la legislación de descarga, pero con los índices más bajos de calidad, lo cual provoca contaminación a los cuerpos receptores.

Existe gran cantidad de cobre, conductividad, oxígeno disuelto, cloruros, coliformes fecales, y sólidos disueltos en la laguna de pulimiento, por lo cual no deberían arrojar el agua al efluente natural (canal), sin el tratamiento correspondiente.

Ambientalmente se está afectando principalmente a la calidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, la estructura del suelo y la calidad de vida de la población.

Las lagunas cuentan con un mal diseño, por lo que no existe una protección sintética de los taludes y del fondo, tampoco existen medidores de caudales y además el tratamiento no está cumpliendo sus fines ya que la calidad del agua no es óptima.

La ubicación de las lagunas en un principio cuando el medio no había sido afectado no era la correcta, pero por el grado de afectación que ha sufrido el sitio deberían seguir funcionando en el sector.

Referencias

1. CNA e IMTA. Comisión Nacional del Agua (CNA) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). (2007b). Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Manual de diseño de lagunas de estabilización (234 pp.). Jiutepec, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
2. CNA e IMTA. Comisión Nacional del Agua (CNA) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). (2007a). Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Paquetes tecnológicos para el tratamiento de excretas y aguas residuales en comunidades rurales (pp. 56-83). Jiutepec, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
3. De Jonge, V, Elliott M y Orive E. (2002). Causes, historical development, effects and future challenges of a common environmental problem: eutrophication. *Hydrobiologia*, 475/476, 1-19.
4. INEC. Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2015). Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GAD). (agua y alcantarillado). Dirección Responsable de la Información y Contenido. Dirección de estadísticas agropecuarias y ambientales. Asociación de municipalidades ecuatorianas. [Documento en línea] Disponible en: www.ecuadorencifras.gob.ec.
5. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo (2006). Agua para Todos. Agua para la Vida. [Documento en línea] Disponible en: <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>
6. Mara, D. (2004). *Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries*. London: Earthscan Publications.
7. Mendonça, S. (2000). *Sistemas de lagunas de estabilización: Como utilizar aguas residuales tratadas en sistemas de regadío*. Mc. Graw Hill, Santafé de Bogotá.
8. Metcalf y Eddy, Inc. (1991). *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse*. New York: McGraw-Hill.
9. Moscoso, J, Egocheaga, L y Ramírez, M. (2005). *Proyecto Regional Validación de Lineamientos para formular Políticas sobre Gestión del Agua Residual Doméstica en América Latina*. Organización Panamericana de la Salud y Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC) de Canadá. Lima. Perú.

10. Objetivos de Desarrollo Sostenible, (2016). [Documento en línea] Disponible en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
11. OEFA (2014). Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. La fiscalización ambiental en Aguas Residuales. Ministerio del Ambiente. Perú.
12. Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. Construyendo un Estado Plurinacional e Intercultural. Quito, Ecuador .SENPLADES (2013).
13. Rolim, M. (2000). Sistemas de Lagunas de estabilización. Cómo utilizar aguas residuales tratadas en sistemas de regadío. McGraw Hill, Institute Of Technology, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
14. UNESCO (2003). World Water Assessment Programme, People and the Planet. [Documento en línea] Disponible en: www.wateryear2003.org

References

1. CNA and IMTA. National Water Commission (CNA) and the Mexican Institute of Water Technology (IMTA). (2007b). Design manual for drinking water, sewerage and sanitation. Manual of design of stabilization lagoons (234 pp.). Jiutepec, Mexico: Mexican Institute of Water Technology.
2. CNA and IMTA. National Water Commission (CNA) and the Mexican Institute of Water Technology (IMTA). (2007a). Design manual for drinking water, sewerage and sanitation. Technological packages for the treatment of excreta and wastewater in rural communities (pp. 56-83). Jiutepec, Mexico: Mexican Institute of Water Technology.
3. De Jonge, V, Elliott M and Orive E. (2002). Causes, historical development, effects and future challenges of a common environmental problem: eutrophication. *Hydrobiology*, 475/476, 1-19.
4. INEC. National Institute of Statistics and Censuses. (2015). Statistical of Economic Environmental Information in Autonomous Municipal Decentralized Governments (GAD). (water and sewer). Directorate Responsible for Information and Content. Management of agricultural and environmental statistics. Association of Ecuadorian municipalities. [Online document] Available at: www.eficienterencifras.gob.ec.

5. United Nations Report on the Development of Water Resources in the World (2006). Water for everybody. Water for Life [Online document] Available at: <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556e.pdf>
6. Mara, D. (2004). Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries. London: Earthscan Publications.
7. Mendonça, S. (2000). Stabilization lagoon systems: How to use treated wastewater in irrigation systems. Mc. Graw Hill, Santafé de Bogotá.
8. Metcalf and Eddy, Inc. (1991). Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse. New York: McGraw-Hill.
9. Moscoso, J, Egocheaga, L and Ramírez, M. (2005). Regional Project Validation of Guidelines to formulate Policies on Domestic Wastewater Management in Latin America. Pan American Health Organization and International Development Research Center (IDRC) of Canada. Lima. Peru.
10. Sustainable Development Goals, (2016). [Online document] Available at: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
11. OEFA (2014). Environmental Assessment and Control Agency. Environmental control in Wastewater. Ministry of Environment Peru.
12. National Plan for Good Living 2013-2017. Building a Plurinational and Intercultural State. Quito, Ecuador. SENPLADES (2013).
13. Rolim, M. (2000). Lagoon stabilization systems. How to use treated wastewater in irrigation systems. McGraw Hill, Institute Of Technology, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
14. UNESCO (2003). World Water Assessment Program, People and the Planet. [Online document] Available at: www.wateryear2003.org

Referências

1. CNA e IMTA. Comissão Nacional da Água (CNA) e Instituto Mexicano de Tecnologia da Água (IMTA). (2007b). Manual de design para água potável, esgoto e saneamento. Manual de projeto de lagoas de estabilização (234 pp.). Jiutepec, México: Instituto Mexicano de Tecnologia da Água.

2. CNA e IMTA. Comisión Nacional da Água (CNA) e Instituto Mexicano de Tecnologia da Água (IMTA). (2007a). Manual de design para água potável, esgoto e saneamento. Pacotes tecnológicos para o tratamento de excrementos e águas residuais nas comunidades rurais (pp. 56-83). Jiutepec, México: Instituto Mexicano de Tecnologia da Água.
3. De Jonge, V, Elliott M e Orive E. (2002). Causas, desenvolvimento histórico, efeitos e desafios futuros de um problema ambiental comum: eutrofização. *Hydrobiology*, 475/476, 1-19.
4. INEC. Instituto Nacional de Estatística e Censos. (2015). Estatística da Informação Ambiental Econômica nos Governos Municipais Descentralizados Autônomos (GAD). (água e esgoto). Direção Responsável pela Informação e Conteúdo. Gerenciamento de estatísticas agrícolas e ambientais. Associação de municípios equatorianos. [Documento online] Disponível em: www.eficienterencifras.gob.ec.
5. Relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Mundo (2006). Água para Todos Água para a vida [Documento online] Disponível em: <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556e.pdf>
6. Mara, D. (2004). Tratamento de águas residuais domésticas em países em desenvolvimento. Londres: Publicações Earthscan.
7. Mendonça, S. (2000). Sistemas de lagoa de estabilização: Como usar águas residuais tratadas em sistemas de irrigação. Mc. Graw Hill, Santafé de Bogotá.
8. Metcalf e Eddy, Inc. (1991). Engenharia de Águas Residuárias: Tratamento, Descarte, Reutilização. Nova York: McGraw-Hill.
9. Moscoso, J. Egocheaga, L. Ramírez, M. (2005). Validação de projeto regional de diretrizes para formular políticas de gerenciamento de águas residuais domésticas na América Latina. Organização Pan-Americana da Saúde e Centro de Pesquisa em Desenvolvimento Internacional (IDRC) do Canadá. Lima Peru
10. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, (2016). [Documento online] Disponível em: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
11. OEFA (2014). Agência de Avaliação e Controle Ambiental. Controle ambiental em águas residuais. Ministério do Meio Ambiente Peru

12. Plano Nacional de Boa Vida 2013-2017. Construindo um Estado Plurinacional e Intercultural. Quito, Ecuador, SENPLADES (2013).
13. Rolim, M. (2000). Sistemas de estabilização de lagoas. Como usar águas residuais tratadas em sistemas de irrigação. McGraw Hill, Instituto de Tecnologia, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
14. UNESCO (2003). Programa Mundial de Avaliação da Água, Pessoas e o Planeta. [Documento online] Disponível em: www.wateryear2003.org

©2019 por el autor. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).