

Wastewater treatment plant (wwtp): expected environmental impact and environmental impact caused in the el Tambo wwtp

Planta de tratamiento de aguas residuales (ptar): impacto ambiental esperado e impacto ambiental provocado en la ptar el Tambo

Autores:

Tenemaza-Solórzano, Hólger Fabián
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Egresado
Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas



htenemaza3674@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0003-6393-5962>

Portoviejo- Ecuador

Lloor-Basurto, Wilson Antonio
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Egresado
Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas



wloor1253@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0008-5427-2921>

Portoviejo- Ecuador

Ing. Guerrero-Alcívar, María Shirlendy MgSc.
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Docente Tutor
Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas



maria.guerrero@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0004-4912-5717>

Portoviejo- Ecuador

Fechas de recepción: 22-MAR-2024 aceptación: 22-ABR-2024 publicación: 15-JUN-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>
<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

El artículo examina la problemática de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en Ecuador, ofreciendo una revisión exhaustiva del estado actual en relación con el cumplimiento de las normativas ambientales. Según datos de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios del año 2020, se identificaron 89 PTAR fuera de operación de las más de 500 instaladas en el país. Estos hallazgos revelan incumplimientos en las normas de vertido, falta de mantenimiento en la infraestructura y la susceptibilidad de las plantas ante fenómenos naturales.

El análisis se centra en la normativa ambiental establecida por el Ministerio de Medio Ambiente, Agua y Transición Ecológica, encargado de supervisar y reportar las deficiencias en el tratamiento de aguas residuales. Además, se examinan las áreas más afectadas por los vertidos contaminantes, destacando el incremento de las aguas residuales tanto industriales como domésticas, atribuido al crecimiento industrial y poblacional a nivel nacional.

El artículo también pone de manifiesto la limitada efectividad de los mecanismos de evaluación del impacto ambiental real generado por las PTAR en Ecuador, a pesar de la existencia de regulaciones. Este aspecto subraya la necesidad urgente de mejorar el cumplimiento de las normativas existentes para mitigar los efectos adversos sobre el medio ambiente derivados de la construcción y operación de estas plantas en el país.

Palabras clave: Plantas; Aguas Residuales; Impacto Ambiental

Abstract

The article examines the problems of Wastewater Treatment Plants (WWTP) in Ecuador, offering an exhaustive review of the current state in relation to compliance with environmental regulations. According to data from the Superintendency of Home Public Services from 2020, 89 non-operational WWTPs were identified out of the more than 500 installed in the country. These findings reveal non-compliance with discharge regulations, lack of maintenance in infrastructure and the susceptibility of plants to natural phenomena.

The analysis focuses on the environmental regulations established by the Ministry of Environment, Water and Ecological Transition, in charge of supervising and reporting deficiencies in wastewater treatment. In addition, the areas most affected by polluting discharges are examined, highlighting the increase in both industrial and domestic wastewater, attributed to industrial and population growth at the national level.

The article also highlights the limited effectiveness of the mechanisms for evaluating the real environmental impact generated by WWTPs in Ecuador, despite the existence of regulations. This aspect highlights the urgent need to improve compliance with existing regulations to mitigate the adverse effects on the environment derived from the construction and operation of these plants in the country.

Keywords: Plants; Wastewater; Environmental Impact

Introducción

El tratamiento de aguas residuales emerge como una necesidad imperativa en la gestión ambiental contemporánea, con objetivos fundamentales que trascienden la mera depuración del agua para abarcar la preservación de ecosistemas acuáticos, la protección de la salud pública y la promoción del desarrollo sostenible (Sánchez, 2020).

A pesar de su importancia crucial, la implementación efectiva de este proceso se enfrenta a una serie de desafíos que ponen en tela de juicio su eficacia y su capacidad para cumplir con los estándares ambientales y sanitarios exigidos. Uno de los principales obstáculos radica en la brecha entre la teoría y la práctica en lo que respecta a las normativas y regulaciones establecidas para las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Si bien existen directrices rigurosas y marcos legales destinados a garantizar la correcta operación de estas instalaciones, la realidad muestra una realidad diferente, marcada por el incumplimiento generalizado de las normas ambientales y la falta de aplicación efectiva de los protocolos establecidos. Informes gubernamentales y estudios de monitoreo ambiental revelan una preocupante cantidad de PTAR que no funcionan adecuadamente, con problemas que van desde la falta de mantenimiento de la infraestructura hasta la descarga incontrolada de efluentes contaminantes en cuerpos receptores de agua.

Esta disparidad entre las normativas establecidas y su aplicación efectiva genera una disonancia entre el impacto ambiental previsto y el impacto real causado por estas instalaciones. Para abordar esta discrepancia y evaluar adecuadamente el desempeño ambiental de las PTAR, es esencial comprender el proceso completo de tratamiento de aguas residuales.

Este proceso se compone de varias etapas, que van desde el pretratamiento para la eliminación de sólidos gruesos y materiales flotantes, hasta el tratamiento primario mediante sedimentación para separar sólidos suspendidos, el tratamiento secundario que emplea procesos biológicos para eliminar la materia orgánica disuelta, y el tratamiento terciario que puede incluir procesos avanzados de eliminación de nutrientes y microorganismos patógenos (Alcaraz Amorós, 2017; Gálvez Cubías et al., 2021). Finalmente, se lleva a cabo la desinfección para garantizar la seguridad microbiológica del agua tratada.

Cada una de estas etapas presenta desafíos técnicos y operativos, que requieren una gestión cuidadosa y un monitoreo constante para garantizar resultados efectivos. Además de la implementación adecuada de los procesos de tratamiento, las PTAR deben cumplir con una serie de normativas ambientales y sanitarias establecidas por las autoridades competentes. Estas regulaciones abarcan desde límites máximos permisibles para la descarga de contaminantes hasta requisitos de monitoreo ambiental y estándares de calidad de agua. Sin embargo, la observancia de estas normativas es inconsistente, y muchas PTAR operan por

debajo de los estándares establecidos, lo que pone en riesgo la salud de los ecosistemas acuáticos y de las comunidades que dependen de ellos.

La evaluación del impacto ambiental real de las PTAR implica un análisis integral de múltiples aspectos, que van desde la selección de materiales de construcción hasta el manejo de residuos y la mitigación de impactos en áreas circundantes. Este análisis revela deficiencias significativas en la implementación de las normativas ambientales, así como la necesidad de una supervisión más estricta y una mayor inversión en infraestructura y capacitación del personal (González Carmona et al., 2013).

En última instancia, el tratamiento de aguas residuales emerge como un desafío multifacético que requiere un enfoque holístico y colaborativo, que involucre a gobiernos, empresas, comunidades y sociedad civil en la búsqueda de soluciones sostenibles y efectivas para garantizar la protección de nuestros recursos hídricos y la salud de las generaciones presentes y futuras.

Material y métodos

Tratamiento De Aguas Residuales

El tratamiento de aguas residuales es un proceso esencial para proteger el medio ambiente y la salud pública al eliminar contaminantes y microorganismos dañinos de las aguas utilizadas en actividades humanas. Sin embargo, este proceso también genera subproductos, como los lodos, que requieren manejo adecuado para su disposición final. En lugar de considerarse simplemente desechos, estos lodos pueden transformarse en biosólidos mediante un tratamiento especializado y posterior caracterización, lo que los convierte en recursos valiosos para diversas aplicaciones (Lizarazo Becerra & Orjuela Gutiérrez, 2013; Tibaduiza Avila, 2023).

Los biosólidos son el resultado de procesos de tratamiento de aguas residuales que reducen su contenido de materia orgánica y patógenos, convirtiéndolos en materiales estables y seguros para su uso potencial en actividades agrícolas y no agrícolas. La caracterización de los biosólidos es un paso crucial en su gestión, ya que implica analizar su contenido de nutrientes, metales pesados, patógenos y otros parámetros relevantes para determinar su idoneidad y seguridad para su uso en diferentes aplicaciones (Mejía Vallecilla & Ortega Orozco, 2008).

Uno de los usos principales de los biosólidos es su aplicación en la agricultura como enmiendas del suelo y fertilizantes orgánicos. Estos materiales pueden proporcionar nutrientes esenciales para las plantas, mejorar la estructura del suelo y aumentar su capacidad para retener agua, lo que contribuye a aumentar la productividad agrícola y reducir la dependencia de fertilizantes químicos. Además, los biosólidos pueden ser utilizados en

actividades forestales para mejorar la fertilidad del suelo y promover el crecimiento de árboles y plantas, lo que contribuye a la conservación y restauración de los ecosistemas forestales (Garcia Vera, 2019).

Otro uso importante de los biosólidos es su aplicación en la cobertura de rellenos sanitarios. Al proporcionar una capa protectora sobre los desechos sólidos depositados en los vertederos, los biosólidos ayudan a reducir los olores, minimizar la erosión del suelo y promover la revegetación de las áreas afectadas, lo que mejora la gestión y el rendimiento ambiental de los vertederos.

Es fundamental garantizar que los biosólidos sean manejados y utilizados de manera segura y responsable para proteger la salud humana y el medio ambiente. Esto requiere el cumplimiento estricto de regulaciones y directrices establecidas por las autoridades ambientales, que establecen estándares para la producción, transporte, aplicación y monitoreo de biosólidos. Además, es importante educar y comunicar de manera efectiva a la comunidad sobre los beneficios y riesgos asociados con el uso de biosólidos, promoviendo la aceptación pública y la participación en su gestión adecuada (Rodriguez et al., 2020).

La producción de biosólidos en las grandes Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en Ecuador ha generado un interés creciente en la investigación y el aprovechamiento de estos materiales. Se ha observado que las características de los biosólidos obtenidos en estas plantas muestran concentraciones de metales pesados que se mantienen por debajo de los límites máximos permitidos por las principales regulaciones internacionales. Este hecho es alentador, ya que indica que los biosólidos producidos en Ecuador cumplen con estándares de calidad ambiental (Lopez García)..

La investigación y el desarrollo de formas de aprovechamiento de los biosólidos en Ecuador son fundamentales para garantizar la sostenibilidad ambiental del tratamiento de aguas residuales en el país. Al identificar y promover usos seguros y beneficiosos para los biosólidos, se puede maximizar su valor como recursos, reducir la dependencia de fertilizantes químicos y mejorar la calidad del suelo y la productividad agrícola. Además, el aprovechamiento de los biosólidos puede contribuir a la gestión sostenible de los recursos naturales y a la reducción de la contaminación ambiental (Pérez Zúñiga, 2016).

PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

La descarga de aguas residuales, tanto de origen doméstico como productivo, se ha convertido en uno de los problemas ambientales más críticos en muchas partes del mundo, incluyendo Ecuador. Este fenómeno se debe a varios factores, siendo uno de los principales el aumento constante de la población en los centros urbanos medianos y grandes. El crecimiento demográfico conlleva un aumento en la demanda de servicios básicos,

incluyendo el suministro de agua y el tratamiento de aguas residuales(Dourojeanni & Jouravlev, 1999).

La situación se agrava aún más debido a la situación socioeconómica y de orden público del país. En muchas áreas, la falta de infraestructura adecuada, la pobreza y la inestabilidad social pueden dificultar el establecimiento y mantenimiento de sistemas de tratamiento de aguas residuales eficientes y adecuados. Esto puede dar lugar a descargas de aguas residuales sin tratar o insuficientemente tratadas directamente en los cuerpos de agua, lo que tiene graves consecuencias para el medio ambiente y la salud pública(Solanes & Jouravlev, 2005).

La gravedad de la situación se hace especialmente evidente cuando las aguas residuales contaminadas afectan directamente a cursos de agua utilizados para abastecer actividades específicas, como el consumo humano, la industria, la agricultura o la cría de animales. Estas descargas alteran las condiciones de calidad del agua requeridas para estos usos, lo que puede tener impactos devastadores en la salud humana, la productividad agrícola, la actividad industrial y la vida acuática en general(Escobar, 2002).

La contaminación del agua con aguas residuales puede introducir una variedad de contaminantes, incluyendo patógenos, nutrientes, productos químicos tóxicos y materia orgánica, que pueden causar enfermedades, afectar la calidad del suelo, contaminar los cultivos y los alimentos, y reducir la biodiversidad acuática. Además, la eutrofización, un proceso causado por el exceso de nutrientes en el agua, puede dar lugar a la proliferación de algas y la disminución de oxígeno en el agua, creando zonas muertas que son inhabitables para la vida acuática(Carlos Aguilar, 2023).

Para abordar este problema, es crucial implementar medidas efectivas de gestión de aguas residuales, que incluyan la mejora de la infraestructura de tratamiento de aguas residuales, la promoción de prácticas de uso eficiente del agua, la sensibilización y educación pública sobre la importancia de la gestión adecuada de aguas residuales, y el fortalecimiento de la regulación y el cumplimiento de normativas ambientales. Solo a través de un enfoque integral y colaborativo se podrá mitigar el impacto negativo de las descargas de aguas residuales y garantizar un suministro de agua seguro y sostenible para las generaciones presentes y futura(Buñay Heredia, 2023).

El inventario de sistemas de tratamiento de aguas residuales del Ministerio del Medio Ambiente, Agua y Transición Ecológica revela una situación preocupante en Manabi. Según este informe, solo el 53% de las cabeceras municipales del país cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales en funcionamiento. Esto significa que la gran mayoría de las áreas urbanas manabitas carecen de infraestructura adecuada para tratar las aguas residuales generadas por la población y las actividades productivas(DE ACCESO, 2022).

Además, incluso entre las cabeceras municipales que cuentan con sistemas de tratamiento, se reporta que muchos de ellos funcionan deficientemente. Esto indica que existe una deficiencia en la operación y mantenimiento de estas instalaciones, lo que compromete su eficacia para eliminar contaminantes y proteger la calidad del agua en los cuerpos receptores(Escobar Gordillo).

Las deficiencias en la operación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales pueden deberse a una variedad de factores, incluyendo la falta de capacitación del personal, la escasez de recursos financieros para mantenimiento y reparaciones, la obsolescencia de la infraestructura, y la falta de supervisión y control por parte de las autoridades ambientales.

Esta situación tiene graves consecuencias para el medio ambiente y la salud pública. Las aguas residuales no tratadas o insuficientemente tratadas pueden contaminar los cuerpos de agua receptores, causando daños a los ecosistemas acuáticos, la pérdida de biodiversidad y la propagación de enfermedades transmitidas por el agua. Además, la contaminación del agua puede afectar negativamente a las comunidades que dependen de estos recursos para el abastecimiento de agua potable, la agricultura y otras actividades económicas.

Es necesario tomar medidas urgentes para mejorar la operación y el mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de la planta de tratamiento el Tambo en el cantón de Tosagua. Esto incluye la inversión en capacitación del personal, la asignación de recursos financieros adecuados para el mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones, la implementación de programas de monitoreo y supervisión de la calidad del agua, y el fortalecimiento de la regulación y el cumplimiento de normativas ambientales(Chávez Campuzano & Salvatierra Zambrano, 2018).

Además, es fundamental promover la conciencia pública sobre la importancia de la gestión adecuada de las aguas residuales y fomentar la participación ciudadana en la protección y conservación de los recursos hídricos. Solo a través de un enfoque integral y colaborativo se podrá garantizar un manejo sostenible de las aguas residuales en Tosagua y proteger la salud y el bienestar de las comunidades y el medio ambiente.

PROBLEMAS DE POTABILIDAD Y SANEAMIENTO

Los vertimientos de aguas residuales en cuerpos de agua tienen un impacto significativo en la salud humana. La contaminación bacteriológica en las aguas residuales municipales presenta un riesgo sanitario importante, ya que contiene una alta concentración de microorganismos patógenos. Estos pueden causar una variedad de enfermedades, incluyendo cólera, amebiasis, disentería, gastroenteritis, fiebre tifoidea, hepatitis A, entre otras. La exposición a estas aguas contaminadas puede ocurrir a través del consumo de agua contaminada, el contacto directo con el agua durante actividades recreativas o laborales, o el consumo de alimentos contaminados regados con agua contaminada. Por lo tanto, la

contaminación de las aguas residuales no solo afecta la vida acuática, sino que también representa una amenaza directa para la salud humana. Para abordar este problema, es fundamental mejorar la gestión de las aguas residuales, implementando sistemas de tratamiento efectivos y promoviendo prácticas de higiene adecuadas para proteger la salud pública (García Palacio, 2010).

Las aguas residuales municipales son el resultado del uso humano y productivo del agua, que luego se descarga en los sistemas de alcantarillado o directamente en el medio ambiente. La composición de estas aguas varía según factores como la ubicación, temperatura, origen del agua y el desarrollo socioeconómico de la región. Por lo general, tienen un alto contenido de materia orgánica biodegradable y microorganismos patógenos. En áreas con alto desarrollo industrial, pueden predominar compuestos inorgánicos poco biodegradables, como metales pesados y plaguicidas.

Dependiendo del tipo de alcantarillado (combinado o sanitario), las aguas residuales pueden estar más o menos diluidas. La presencia de material orgánico, como proteínas, grasas y carbohidratos, es común en estas aguas, y puede ser biodegradado por microorganismos, ya sea en condiciones aeróbicas o anaeróbicas. Sin embargo, en condiciones de contaminación extrema, la descomposición de la materia orgánica puede agotar el oxígeno disuelto, afectando la vida acuática y generando olores desagradables (Pariona Hurtado & Saldaña Castillo, 2021).

COMPONENTE	CONCENTRACIÓN		
Detalle	ALTA mg/l	MEDIA mg/l	BAJA mg/l
Sólidos Totales	1000	500	200
Sólidos Suspendidos	500	300	100
Sólidos Sedimentables	12	8	4
Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO ₅	300	200	100
Demanda Química de Oxígeno, DQO	1000	500	250
Nitrógeno total	80	50	25
Fósforo Total	20	15	5
Grasas y Aceites	40	20	0
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1,00E+10	1,00E+08	1,00E+06

Tabla 1. Características típicas del agua residual municipal

Correcto, para eliminar los contaminantes presentes en las aguas residuales se emplean una variedad de procesos y operaciones físicas, químicas y biológicas. Estos métodos se aplican en distintas etapas del tratamiento de aguas residuales para garantizar una eliminación efectiva de los contaminantes y obtener un agua tratada de alta calidad (Oviedo Cuestas et al., 2023; Villacis Proaño, 2011).

Resultados

Preliminares: En esta etapa se realizan operaciones físicas como la eliminación de sólidos gruesos y flotantes mediante rejillas y desarenadores, lo que ayuda a proteger los equipos de tratamiento subsiguientes.

- **Tratamiento primario:** Se emplean procesos físicos como la sedimentación para separar sólidos sedimentables del agua residual, formando lodos primarios que se pueden retirar y tratar posteriormente.
- **Tratamiento secundario:** En esta etapa, se utilizan procesos biológicos como la biodegradación por microorganismos aeróbicos o anaeróbicos para eliminar materia orgánica disuelta y suspendida en el agua residual. Los sistemas de lodos activados, los filtros percoladores y los reactores anaeróbicos son ejemplos de procesos comunes en esta etapa.
- **Tratamiento terciario:** En algunos casos, se emplean procesos físicos y químicos adicionales para eliminar contaminantes específicos, como nutrientes (nitrógeno y fósforo), metales pesados y compuestos orgánicos refractarios. Ejemplos de procesos terciarios incluyen la coagulación-floculación, la filtración de arena, la adsorción en carbón activado y la desinfección con cloro o ultravioleta.
- **Desinfección:** Se utiliza para eliminar o inactivar microorganismos patógenos presentes en el agua tratada, asegurando que sea segura para su descarga en el medio ambiente o su reutilización para fines específicos, como el riego agrícola o el abastecimiento de agua potable.
- Estos procesos y operaciones se diseñan y operan de manera integrada para lograr una eliminación eficiente de los contaminantes y cumplir con los estándares de calidad del agua establecidos por las autoridades ambientales. La selección de los métodos de tratamiento adecuados depende de las características específicas del agua residual y los requisitos de calidad del agua final deseada.

El tratamiento de aguas residuales es crucial para mitigar su impacto ambiental antes de su descarga en cuerpos de agua naturales como ríos, lagos y ciénagas. Dependiendo del tipo de aguas residuales (industriales, domésticas o comerciales) y su mezcla, se requieren sistemas centralizados que incluyan diversas etapas como pre-tratamiento, tratamiento primario,

secundario, tratamientos anaerobios, lagunas de oxidación o estabilización, desinfección y manejo de lodos. Cada etapa de tratamiento contribuye a reducir una variedad de residuos, desde sólidos hasta químicos, y se apoyan en métodos de análisis físico-químicos para evaluar su impacto ambiental. Las plantas de tratamiento, ubicadas en los límites urbanos, siguen un proceso estructurado que incluye cribado de residuos crudos, estabilización biológica, remoción física de lodo y secado de lodos removidos (Santacruz Bastidas).

Preliminares: En esta etapa se realizan operaciones físicas como la eliminación de sólidos gruesos y flotantes mediante rejillas y desarenadores, lo que ayuda a proteger los equipos de tratamiento subsiguientes.

- **Tratamiento primario:** Se emplean procesos físicos como la sedimentación para separar sólidos sedimentables del agua residual, formando lodos primarios que se pueden retirar y tratar posteriormente.
- **Tratamiento secundario:** En esta etapa, se utilizan procesos biológicos como la biodegradación por microorganismos aeróbicos o anaeróbicos para eliminar materia orgánica disuelta y suspendida en el agua residual. Los sistemas de lodos activados, los filtros percoladores y los reactores anaeróbicos son ejemplos de procesos comunes en esta etapa.
- **Tratamiento terciario:** En algunos casos, se emplean procesos físicos y químicos adicionales para eliminar contaminantes específicos, como nutrientes (nitrógeno y fósforo), metales pesados y compuestos orgánicos refractarios. Ejemplos de procesos terciarios incluyen la coagulación-floculación, la filtración de arena, la adsorción en carbón activado y la desinfección con cloro o ultravioleta.
- **Desinfección:** Se utiliza para eliminar o inactivar microorganismos patógenos presentes en el agua tratada, asegurando que sea segura para su descarga en el medio ambiente o su reutilización para fines específicos, como el riego agrícola o el abastecimiento de agua potable.
- Estos procesos y operaciones se diseñan y operan de manera integrada para lograr una eliminación eficiente de los contaminantes y cumplir con los estándares de calidad del agua establecidos por las autoridades ambientales. La selección de los métodos de tratamiento adecuados depende de las características específicas del agua residual y los requisitos de calidad del agua final deseada

Discusión

El tratamiento de aguas residuales es crucial para mitigar su impacto ambiental antes de su descarga en cuerpos de agua naturales como ríos, lagos y ciénagas. Dependiendo del tipo de aguas residuales (industriales, domésticas o comerciales) y su mezcla, se requieren sistemas

centralizados que incluyan diversas etapas como pre-tratamiento, tratamiento primario, secundario, tratamientos anaerobios, lagunas de oxidación o estabilización, desinfección y manejo de lodos. Cada etapa de tratamiento contribuye a reducir una variedad de residuos, desde sólidos hasta químicos, y se apoyan en métodos de análisis físico-químicos para evaluar su impacto ambiental. Las plantas de tratamiento, ubicadas en los límites urbanos, siguen un proceso estructurado que incluye cribado de residuos crudos, estabilización biológica, remoción física de lodo y secado de lodos removidos (Santacruz Bastidas).

NORMAS ESTABLECIDAS SOBRE EL MANEJO DEL IMPACTO AMBIENTAL ESPERADO

El Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica establece normas que exigen un estudio de impacto ambiental para proyectos de construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales. Este estudio debe incluir antecedentes, descripción detallada del proyecto, características bióticas, físicas y sociales relevantes a nivel regional y específico, así como una evaluación de impactos ambientales y riesgos. Se promueve la creación de un Plan de Manejo Ambiental (PMA) que aborde soluciones para las afectaciones generadas por la construcción de las plantas, detallando características técnicas, ubicación, infraestructura y disposición de residuos. El objetivo es identificar y mitigar posibles impactos en aspectos físicos, bióticos y sociales, como el paisaje, la calidad del aire, la flora, fauna, ecosistemas acuáticos, demografía y aspectos productivos, garantizando así una operación de las plantas de tratamiento que respete y proteja el entorno ambiental y social (DE ACCESO, 2022).

INCUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS E IMPACTO AMBIENTAL PROVOCADO

Es crucial cuestionar si las plantas de tratamiento de aguas residuales realmente cumplen con la implementación efectiva de los planes de manejo ambiental, dado que, a pesar de los exhaustivos análisis de impacto durante la construcción, pueden surgir situaciones desfavorables en su funcionamiento. Guillermo León (1995) subraya la complejidad del proceso y la necesidad de considerar no solo criterios normativos, sino también componentes de diversos tipos. Al evaluar costos y beneficios, es esencial tener en cuenta los impactos no cuantificables en los sistemas bióticos, físicos y sociales. Por ejemplo, mientras que la disminución del riesgo de enfermedades representa un impacto social positivo no cuantificable, la pérdida de agua por evaporación o infiltración en lagunas de estabilización puede ser un impacto negativo. Asimismo, la protección de ecosistemas puede considerarse un impacto ambiental positivo no cuantificable, mientras que la generación de malos olores es un impacto negativo. Estas consideraciones revelan la falta de mecanismos efectivos para evaluar el verdadero impacto ambiental de las plantas de tratamiento de aguas residuales, ya que el cumplimiento de la normativa suele estar condicionado principalmente por consideraciones de costos y beneficios de la infraestructura de tratamiento.

Conclusiones

Se recomienda la implementación de un mecanismo de inclusión que promueva la sostenibilidad de los recursos naturales en Tosagua en la PTAR El Tambo, especialmente en relación con las plantas de tratamiento de aguas residuales, con el objetivo de proteger y mejorar el bienestar de los ecosistemas afectados. Esto implica un mayor control y vigilancia periódica de estas plantas para asegurar el cumplimiento de normativas ambientales y contribuir al mejoramiento de los recursos naturales. Asimismo, se sugiere fortalecer la colaboración entre grupos de investigación de universidades, entidades públicas y privadas, centros de investigación y autoridades ambientales, para abordar los desafíos relacionados con las plantas de tratamiento de aguas residuales, incluyendo nuevas normativas y adaptaciones al cambio climático, y facilitar la transferencia de conocimientos entre diferentes organizaciones. Además, se plantea la necesidad de aplicar un control más estricto sobre el uso racional del agua en Manabi, con la imposición de sanciones a los sectores industriales que incrementen el consumo de agua de manera irresponsable.

El proceso de construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales está principalmente orientado hacia la presentación de proyectos que evalúan el impacto ambiental, pero no garantizan su cumplimiento efectivo. Aunque el tratamiento de aguas residuales es una tarea necesaria, su ejecución debe ser rigurosa y estar respaldada por un análisis exhaustivo de impacto ambiental para evitar problemas en los componentes físicos y bióticos del entorno. Sin embargo, existe una falta de inversión en la construcción y operación de estas plantas para que cumplan plenamente con la normativa ambiental vigente.

Los incumplimientos son evidentes en cuanto a las normas de vertimiento de aguas residuales, el desconocimiento de los protocolos de operación, la falta de mantenimiento de la infraestructura y la vulnerabilidad ante fenómenos naturales. Esta problemática ambiental es reconocida por el Ministerio de Medio Ambiente, Agua y Transición Ecológica, que reporta deficiencias en los tratamientos de aguas residuales, especialmente en las zonas más críticas del país en términos de cargas contaminantes generadas por los vertimientos. El aumento de aguas residuales, tanto industriales como domésticas, debido al desarrollo industrial y al crecimiento poblacional, agrava aún más la situación.

Referencias bibliográficas

- Alcaraz Amorós, Y. (2017). Gestión integrada de agua de procesos industriales: monitorización de torres de refrigeración y planta de aguas residuales.
- Buñay Heredia, E. E. (2023). Prácticas ambientales en la gestión de los GADS municipales en el período 2017-2020. Un análisis multivariado.
- Carlos Aguilar, K. D. (2023). La desgarga de aguas servidas y su alteración de la calidad de agua de la fuente hídrica del Río Huallaga.

Chávez Campuzano, F. M., & Salvatierra Zambrano, M. E. (2018). Modelo de gestión de emprendimiento para el desarrollo del turismo rural en la zona centro de Manabí Calceta: ESPAM MFL].

DE ACCESO, Y. P. D. P. (2022). Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

Dourojeanni, A., & Jouravlev, A. (1999). Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos.

Escobar Gordillo, M. J. Elaboración del diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de las veredas: Rionegro, Media Naranja y Chicharronal, municipio de Corinto (Cauca).

Escobar, J. (2002). La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. CEPAL.

Gálvez Cubías, A. A., Larreynaga Matamoros, L. R., & Henríquez Chávez, D. E. (2021). Diseño de programa de mantenimiento para planta de tratamiento de aguas residuales aerobia en industria de procesamiento de aves en El Salvador.

García Palacio, J. A. (2010). Efecto del uso de plantas y configuración de los sistemas en la remoción de organismos patógenos mediante el uso de humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales domesticas en condiciones tropicales.

Garcia Vera, G. A. (2019). Influencia de los abonos organicos sobre las propiedades de los suelos en el cultivo de maiz (*Zea mays* L.) Babahoyo: UTB, 2019].

González Carmona, E., Álvarez, A., Gerardo, E., & García López, I. E. J. N. I. (2013). ALCANCES DE LOS PROGRAMAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL DE LA UAEMéx. EN DIVERSOS CONTEXTOS DE EDUCACIÓN BÁSICA. 29(Suplemento 1), 49.

Lizarazo Becerra, J. M., & Orjuela Gutiérrez, M. I. J. I. d. S. P. (2013). Sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales en Colombia.

Lopez García, G. EXTRACCIÓN SECUENCIAL DE METALES PESADOS EN LODOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA UAAAN.

Mejía Vallecilla, M. L., & Ortega Orozco, J. (2008). Reducción de microorganismos patógenos y metales pesados de los biosólidos de la planta de tratamiento de aguas residuales, Cañaveralejo de la ciudad de Cali, Valle fase II.

Oviedo Cuestas, L. N., Medina Satova, V. A., & Beltran Diaz, M. S. (2023). Tratamiento de aguas residuales en la industria de alimentos en Colombia mediante la electrocoagulación [Ingeniería Química].

Pariona Hurtado, J. A., & Saldaña Castillo, E. M. A. (2021). Propuesta del diseño ingenieril de un sistema de tratamiento de aguas residuales para el Centro de Salud Picota-región San Martín.

Pérez Zúñiga, M. E. (2016). Tratamiento de lodos residuales procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales mediante procesos electroquímicos para la disminución de metales pesados (PB)

Rodriguez, D. J., Serrano, H. A., Delgado, A., Nolasco, D., & Saltiel, G. (2020). From waste to resource.

Sánchez, A. M. (2020). XVI. Comercio internacional y derecho ambiental. VIII CONGRESO NACIONAL DERECHO AMBIENTAL (VULNERABILIDAD AMBIENTAL),

Santacruz Bastidas, D. L. Evaluación de la calidad del agua por vertimientos de aguas residuales en la zona media y baja de la quebrada Miraflores de Pasto-Nariño.

Solanes, M., & Jouravlev, A. (2005). Integrando economía, legislación y administración en la gestión del agua y sus servicios en América Latina y el Caribe. CEPAL.

Tibaduiza Avila, L. (2023). Identificación de los requisitos funcionales para el adecuado tratamiento de aguas residuales industriales y residuos peligrosos sólidos en la PTAR de la empresa de artes gráficas, en cumplimiento a la legislación colombiana en materia de vertimientos.

Villacis Proaño, A. G. (2011). Estudio de un Sistema de Depuración de Aguas Residuales para reducir la contaminación de Río Ambato y los sectores aledaños, en el sector de Pisocucho, de la parroquia Izamba, del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.