

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EL GAVILÁN Y SU IMPACTO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE OLORES DE LOS HABITANTES DE MANTA, PROVINCIA DE MANABÍ, ECUADOR

* Hugo Miguel Cobeña Navarrete ¹
Carlos Ricardo Delgado Villafuerte ¹
Johnny Manuel Navarrete Álava ¹
Francisco Javier Velásquez Intriago ¹
Nancy T. Hernández de Guerrero ²
Randi J. Guerrero-Ríos ³

EVALUATION OF THE EL GAVILÁN WASTEWATER TREATMENT PLANT AND ITS IMPACT ON THE ODOR PERCEPTION OF THE RESIDENTS OF MANTA, MANABÍ PROVINCE, ECUADOR

Recibido el 15 de enero de 2025. Aceptado el 26 de agosto de 2025

Abstract

The main objective of wastewater treatment plants (WWTP) is to contribute to the quality of life of the inhabitants by preserving the resource and the landscape. However, when these are poorly managed, they become urban stressors and affect the health of citizens. For this reason, it is desired to evaluate the impact of the El Gavilán WWTP on the adjacent population. To assess the impact, unstructured interviews and surveys were conducted with different sectors of society, in order to know the impact caused by the El Gavilán WWTP and their area of influence. It was determined that the El Gavilán WWTP is causing a negative impact on society, the main one being bad odors with a level 4 intensity and a generalized radius with a of more than 1 kilometer. Uncontrolled growth and the incorporation of industries into the drainage system, coupled with sewage system collapse due to garbage dumping, have caused complications in the management of the wastewater treatment plant, resulting in unpleasant odors and, consequently, a deterioration in the quality of life and health of residents. It is recommended that odor mitigation measures be incorporated.

Keywords: bad odors, quality life, unplanned growth

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Ecuador.

² Laboratorio de Ecología, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia (LUZ), Maracaibo, Venezuela.

³ Laboratorio de Zoología de invertebrados, Facultad de Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia (LUZ), Maracaibo, Venezuela.

*Autor correspondiente: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL). 10 de agosto #82 y Granda Centeno. Campus Calceta, Cantón Bolívar, Manabí. Ecuador. Email: hugoc28@espam.edu.ec

Resumo

Las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) tienen como principal objetivo contribuir a la calidad de vida de los habitantes al preservar el recurso y el paisaje. Sin embargo, cuando la gestión de estas es deficiente, se convierten en estresores urbanos y afecta la salud de los ciudadanos. Por esta razón, se desea evaluar el impacto de la PTAR El Gavilán en la población adyacente. Para evaluar el impacto se realizaron entrevistas no estructuradas y encuestas a distintos sectores de la sociedad, con la finalidad de conocer el impacto causado por la PTAR El Gavilán y el área de influencia de los mismos. Se determinó que la PTAR El Gavilán está causando un impacto negativo sobre la sociedad, siendo el principal de ellos malos olores con un nivel 4 de intensidad y un radio generalizado con más 1 kilómetro. El crecimiento descontrolado y la incorporación de industrias al sistema de drenaje, aunado al colapso del alcantarillado por el vertido de basura ha causado complicaciones en la gestión de la PTAR lo que ha ocasionado malos olores, y por ende, el deterioro de la calidad de vida de los habitantes, y por ende, de la salud. Se recomienda incorporar medidas de mitigaciones para los malos olores.

Palabras clave: malos olores, calidad de vida, crecimiento no planificado.

Introducción

En América Latina y el Caribe solo se tratan el 20% de las aguas residuales municipales, mientras que, en Europa se trata el 71% de las aguas residuales municipales e industriales (UNESCO, 2017). La gestión de las áreas urbanas y la formación de ciudades más sostenibles, es uno de los retos más importantes para la región (Pelorosso 2020). En América Latina, el tratamiento de las aguas residuales es por medio de lagunas de estabilización, debido al bajo costo de inversión implicado. Sin embargo, las investigaciones refieren que en la mayoría de los países abandonan las PTAR debido a los altos costos operativos (Hernández-Padilla *et al.*, 2017), que aunado al aumento poblacional, supone un riesgo para mantener en buen estado los recursos hídricos de la región.

La Provincia de Manabí es la segunda provincia más grande de la costa ecuatoriana luego del Guayas y se espera un crecimiento del 8.5% para el 2030 (INEC, 2023). Este aumento poblacional es debido al crecimiento económico por las actividades industriales y portuarias, siendo la principal ciudad en producción atunera de Ecuador (Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta, 2021). Esta tasa poblacional se ve incrementada temporalmente por el turismo. En enero del 2022, Manta poseía la cuarta parte de los establecimientos turísticos de Manabí, siendo uno de los centros turísticos más importantes del país gracias a sus 14 playas (MINTUR, 2022).

En el pasado se han realizado diagnósticos en los cuerpos de agua, en lo que se ha determinado que existe contaminación de los recursos hídricos por vertimiento de aguas residuales, siendo necesario el control de la calidad para un manejo sustentable del agua (SENPLADES, 2017). Por esta razón, las autoridades de Manabí han priorizado el cumplimiento de los ODS con el fin de abordar

desafíos críticos, buscando un desarrollo sostenible e inclusivo (Prefectura de Manabí, 2023). En Manta aún falta un 17% de cobertura de servicios de agua potable y alcantarillado, resaltando que actualmente el territorio se encuentra ocupado en un 25 % aproximadamente (Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta, 2021).

En Manta cuentan con una planta de tratamientos de aguas residuales (PTAR) llamada El Gavilán. La misma entró en funcionamiento en 1973 con una capacidad de carga inicial para 40.000 habitantes. En 1990 se adicionan dos lagunas facultativas aumentando la capacidad de carga para tratar 30.798 m³/día de agua residual domésticas, provenientes de 160.000 habitantes. En los años 2016 y 2017 se incluye una etapa de pretratamiento que consiste en filtración de sólidos en suspensión, contención de grasa, captación de odorantes y dosificación automática de microorganismo, sin embargo, la captación de olores no fue terminada (EPAM, 2020).

El acelerado crecimiento poblacional, la obra inconclusa de la PTAR El Gavilán y las construcciones de industrias han ocasionado deficiencia en el tratamiento de aguas residuales. Por esta razón, se plantea evaluar el impacto ambiental que ocasiona sobre las comunidades vecinas, con la finalidad de generar la información científica necesaria que sirva como base para la elaboración de planes de acción, así como las condiciones de operatividad de la planta El Gavilán, con respecto a las normativas ecuatorianas actuales.

Metodología

Ubicación geográfica.

En la parte occidental de la provincia de Manabí, se encuentra la ciudad de Manta. La ciudad está ubicada en una altiplanicie, entre cerros y lomas. En Manta se encuentra uno de los puertos internacionales más importantes de Latinoamérica, por lo que la actividad comercial y los desechos que esto implica es alta, con respecto a otras localidades. Para el tratamiento de estos desechos, la ciudad de Manta cuenta con una PTAR piloto llamada El Gavilán. Esta planta se ubica geográficamente al sur-occidente de la ciudad, en el valle del río Manta, sector San Juan de Manta.

Metodología del estudio

Una de las principales fuentes de malos olores en las zonas urbanas son las PTAR siendo la detección esencial para evaluar el impacto sobre las poblaciones (Giuliani *et al.*, 2015). La evaluación de estos odorantes se realizó por medio de la percepción de los olores empleando el olfato humano. La ventaja de esta técnica radica en que recoge información sobre el nivel de desagrado que pueden tener determinados olores en las comunidades afectadas (Giraldo y Lozada, 2019), así como identificar las zonas afectadas (Sáenz *et al.*, 2016). En este sentido, se utilizó la escala de intensidad de olores de Giraldo y Lozada (2019): 1 Olor no detectable, 2 Débil

(es necesario inhalar frente al viento), 3 Moderado (fácilmente detectable y posiblemente desagradable), 4 Fuerte (olor desagradable pero soportable) y 5 muy fuerte (olor muy desagradable y puede causar náuseas).

El levantamiento de los datos se realizó mediante talleres, entrevistas no estructuradas y encuestas con preguntas abiertas. La identificación de los principales temas se utilizó la herramienta prospectiva de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). Esta herramienta es una matriz que sistematiza la percepción de los actores (Tabla 1). Para el análisis de la información, se enfatizó en la percepción de los actores claves, como son los vecinos de la PTAR o líderes barriales, administradores de las urbanizaciones; los funcionarios públicos con poder en la implementación de la política pública y técnicos con responsabilidad en la gestión.

Tabla 1. Instrumento percepción de actores. Identificación de problemáticas desafíos y potencialidades

Tipo	Problemática		Desafíos		Potencialidades	
	Identifique y describa los tres (3) problemas.		Identifique y describa los tres (3) desafíos.		Identifique y describa las tres (3) potencialidades.	
Directriz	¿Qué es un problema? Se refiere a los aspectos negativos que se presentan y que dificultan su desarrollo		¿Qué es un desafío? Se refiere a los retos en los cuales se deben centrar los esfuerzos.		¿Qué es una potencialidad? Se refiere a los elementos que pueden ser soporte para alcanzar el desarrollo del territorio.	
Temáticas	Problemática	Descripción	Desafío	Descripción	Potencialidad	Descripción

Una vez obtenida la percepción de la población por medio del instrumento, se procedió a realizar un análisis semántico. Este método facilita la categorización y agrupación de las palabras más usadas por la población muestreada (Hernández, 2015). Para el análisis semántico se empleó la herramienta *online Word Cloud Generator* (Davies, 2023). Esta herramienta permitió obtener una imagen conocida como nube semántica, la cual categoriza las principales palabras recogidas en las encuestas. En dicha nube el tamaño de las palabras indica proporcionalmente la frecuencia de aparición de cada palabra o término usado por la población.

Análisis de resultados

Durante el recorrido en la comunidad se evaluaron aspectos socioeconómicos y demográficos para comprender la organización del sector. Con la información obtenida se realizaron dos categorías de influencia de la planta; áreas de influencia directa (AID) y áreas de influencia indirecta (AII). Las AID y las AII fueron categorizados según: la cercanía a las lagunas de oxidación, las corrientes de viento y el cauce de las aguas tratadas (el río Manta). Conocida el área de

influencia, se categorizó la escala de afectación de los olores según Giraldo y Lozada (2019), la cual consta de 5 niveles: 1 en el sitio o en sus límites solamente, 2 a corta distancia < 25 m de la PTAR, 3 en las cercanías < 250 m, 4 en una amplia localización < 500 m o 5 generalizada, que afecta grandes áreas.

Diagnóstico de la planta de tratamientos de aguas residuales.

El diagnóstico de la PTAR se llevó *in situ* con el fin de comprobar y verificar el grado de cumplimiento de la normativa ambiental. Para obtener la información se desarrollaron entrevistas con los encargados de la operación y mantenimiento de la planta, en la que se consideraron los procesos que se manejan, estado de las instalaciones, equipamientos utilizados y manejo de desechos. Los hallazgos se clasificaron en conformidades y no conformidades según los criterios establecidos en las leyes y normativas ecuatorianas.

Resultados

Se identificaron 15 comunidades afectadas por la PTAR, de las cuáles, 9 comunidades son AID (Tabla 2). Se observó heterogeneidad dentro de los sectores de las AID y AII en aspectos sociodemográficos, económicos, sociales y cobertura de servicios. Esto evidencia una estructura urbana con distintos niveles de segregación. En la zona de estudio se observan barrios pobres como Jacobo Vera, Abdón Calderón, San Carlos y Jesús de Nazareth. Los barrios de clase media baja, como Santa Marta, tienen un déficit del 50% de alcantarillado, viéndose obligados a utilizar quebradas para verter las aguas servidas. Por otro lado, todas las urbanizaciones responden a un segmento social de clase media y media alta con disponibilidad de servicios PTAR.

Tabla 2. Áreas de influencia negativa de la PTAR El Gavilán.

Área de Influencia Directa	Área de Influencia Indirecta
Urb. Terrazas del Conde	Urb. Sariland
Urb. Villavventura	Urb. Loma Dorada
Urb. Ciudad del Sol	Barrio Los Eléctricos
Urb. Manta 2000	Barrio 5 de junio
Barrio San Juan de Manta	Barrio 8 de enero
Barrio Jesús de Nazareth	Barrio 24 de mayo
Barrio Abdón Calderón	
Barrio San Carlos	
Barrio Jacobo Vera	

Durante el estudio se entrevistaron 21 líderes comunitarios de los barrios, 5 administradores de urbanizaciones, 12 funcionarios públicos y 155 habitantes. Durante las entrevistas con los líderes

y administradores se contabilizó un total de 3.466 familias, lo que sumarian 17.415 habitantes solo en las ADI, sin incluir la urbanización de Manta 2000 y los barrios de San Carlos y Jacobo Vera, además de todos los barrios y urbanizaciones de las AII. Es probable que entre 25 mil a 30 mil habitantes están siendo afectados por la PTAR.

De los habitantes encuestados, el 96% coinciden que el principal efecto de la PTAR son los malos olores. Las opiniones recolectadas en las encuestas indican que los malos olores pueden percibirse fácilmente y en ocasiones son desagradables, sin evidencia de daños fisiológicos en los habitantes. En cuanto a la escala espacial, la afectación del área es generalizada (>500 m), con un radio de influencia directa aproximada de 1.341 km, y una afectación indirecta > 3.000 km (Figura 1). Las encuestas señalan que el 32% considera que la PTAR afecta el paisaje al contaminar el Río Manta, mientras que, el 31% percibe que afecta la playa.

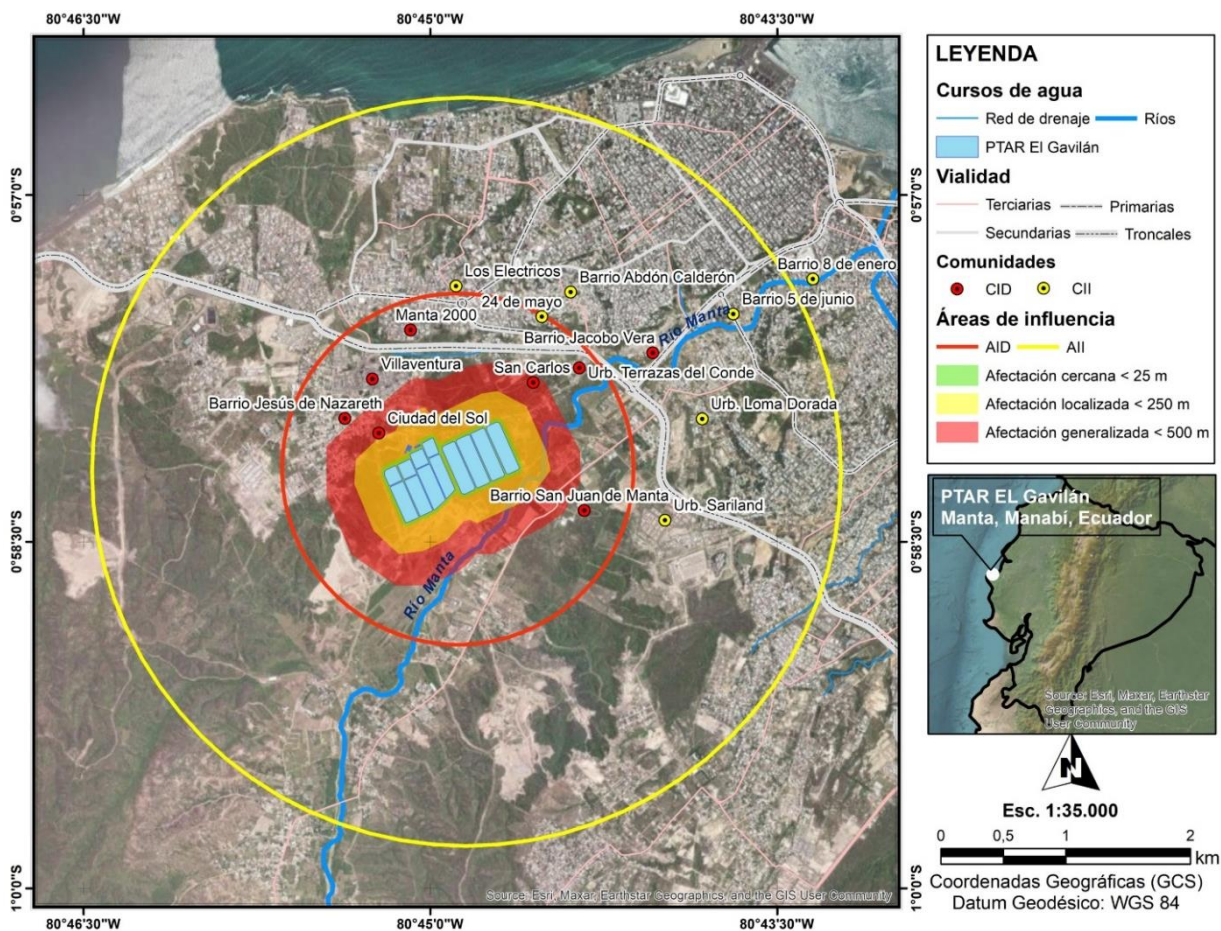


Figura 1. Áreas afectadas por la PTAR de Manta. Se muestra la comunidad impactada directamente (CID), comunidad impactada indirectamente (CII), área impactada directamente (AID) y área impactada indirectamente (AII)

La matriz de diagnóstico identificó diversos aspectos, entre los más relevantes referidos por los entrevistados, fueron la infraestructura de la PTAR. Las principales sugerencias y propuestas sobre la PTAR fueron: continuar con las mejoras del sistema de tratamiento con inversión pública, y reducir la presencia de sulfatos; desazolvar el río Manta para evitar estancamiento del agua. El segundo aspecto fue sobre la EPAM, resaltando el crecimiento urbano no planificado, falta de inversión pública y problemas de gobernanza como: falta de autonomía en la gestión ambiental, desorganización institucional, tarifas no acordes al tipo caudal y mala administración de la PTAR por el manejo deficiente de desechos sólidos y líquidos y pobre tecnificación, coincidiendo con investigaciones previas (Velasco *et al.*, 2019).

La nube semántica permitió identificar la opinión de la comunidad. Se aprecia que el principal problema de la comunidad son los malos olores, el tratamiento aguas residuales, alcantarillado y basura. Sin embargo, se reflejan otros términos que puedan denotar preocupación por la salud y el medio ambiente (Figura 2a). Las encuestas dirigidas a los empleados de la PTAR destacan los temas de alcantarillado, tratamiento de las lagunas de oxidación y la responsabilidad ciudadana ante la contaminación con basura, adicionando los términos de pescado y grasa; a igual que el grupo anterior (Figura 2b). En cuanto a las encuestas dirigidas a los funcionarios de la EPAM la constante es alcantarillado y tratamiento, también se hicieron evidentes otros elementos técnicos como: ordenanzas, recursos, manejo, control, proyectos, normativa, procesos, suelo, gestión; es decir, factores que pueden afectar el desempeño óptimo de la PTAR (Figura 2c).



Figura 2. Nube de descriptores semánticos de las encuestas realizadas a los distintos actores involucrados en la problemática de la PTAR El Gavilán. figura 2a. componente social; figura 2b. empleados de PTAR y figura 2c. funcionarios públicos de la EPAM. Word Cloud Generator (Davies, 2023)

El diagnóstico a la planta permitió verificar el cumplimiento de 7 aspectos legales relacionados con el que los empleados tengan equipos de protección al trabajador; realizan monitoreo de las variables, mantienen las instalaciones en buen estado, con señalizaciones y limpias, y por último, realizan sus análisis de calidad en laboratorios acreditados por el SAE. Sin embargo, existen 6 no conformidades de un total de 15 aspectos evaluables que se encuentran dentro de las normativas

y vinculadas directamente con ambiente. Las inconformidades observadas se encuentran en el incumplimiento del Código Orgánico del Ambiente, el Reglamento al código orgánico del ambiente y el Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios (Tabla 3).

Durante el diagnóstico se pudo documentar que el tratamiento para mitigar los olores en la PTAR el Gavilán consiste en inocular las piscinas diariamente con microorganismo biorremediadores que ayuden a degradar los compuestos orgánicos, ya que las lagunas anaeróbicas son las principales emisoras de olores desagradables. El proyecto de la construcción de la PTAR El Gavilán contemplaba el aislamiento de las piscinas con una geomembrana para la captura y quema de los gases emitidos para reducir los malos olores, sin embargo, esta etapa del proyecto no ha sido construida.

Tabla 3. Lista de normativas incumplidas de la PTAR el Gavilán.

Marco Legal	Normativa y descripción	Observación
Código Orgánico del Ambiente	Art. 181. De los Planes de Manejo Ambiental. -. El plan de manejo cronológico debe verificar y solventar problemas ambientales causados por la planta.	El proyecto no dispone de Plan de Manejo Ambiental
	Art. 484, Inciso 3: Los operadores deberán reportar los resultados de los monitoreos de forma anual a la Autoridad Competente.	Los reportes no son constantes
Reglamento al código orgánico del ambiente	Art. 587, Inciso 2: Los residuos y desechos sólidos no peligrosos deberán ser clasificados en orgánicos, reciclables y peligrosos.	No realiza el manejo correcto de los desechos no peligrosos.
	Art. 600, Literal a: Disponer de instalaciones para el almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos, con fácil accesibilidad para el traslado	No dispone de bodega para los desechos.
Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios	Art. 19.- Todo establecimiento de trabajo deben contar con extintores de incendio adecuado a la clase de riesgo.	No dispone de extintores contra incendio en las áreas.
	Art. 51.- La edificación deben contemplar un sistema eléctrico sujeto a lo dispuesto en el artículo 45 de la Ley de Defensa Contra Incendios, el Código Eléctrico Ecuatoriano y por normas INEN	Cables del sistema eléctrico del proyecto se encuentran expuestos.

Discusión

Percepción de malos olores en PTAR

La percepción y la tolerancia de un determinado odorante se encuentra relacionado con las experiencias asociadas a este. Mientras que, la sensibilidad a ciertos odorante puede estar vinculado al tiempo de exposición (Lehtinen y Veijanen, 2010). En este sentido, las PTAR son susceptibles de

emitir malos olores por los procesos vinculados a dicha actividad. Sin embargo, el mal diseño de la planta de tratamiento o un manejo deficiente de las aguas residuales puede agravar la emisión de los olores. Entre los factores que pueden influir en la emisión de malos olores, se encuentran el pH, la temperatura, el tiempo de retención; las condiciones meteorológicas como la humedad y temperatura altas y los cambios atmosféricos (Lehtinen y Veijanen, 2010; Stellacci *et al.*, 2010).

Los principales odorantes emitidos son de origen anaeróbicos como sulfuro de hidrógeno y el amoníaco (Cheng *et al.*, 2005). Las PTAR que reciben descargas industriales con alto contenido de desechos orgánicos emiten olores más intensos por la alta demanda bioquímica de oxígeno (DBO) que poseen esta clase de desechos (Giraldo y Lozada, 2019). En este sentido, la formación de sulfuros se da por la degradación de los tejidos orgánicos con alto contenidos de aminoácidos azufrados. Estos residuos degradados en ambientes anóxicos y a pH bajo generan sulfuros los cuales tienen un olor característico a huevos podridos (Calderón y Calderón, 2020). También puede haber presencia de aldehídos, escatol, inodol y ácidos grasos (Lebrero *et al.*, 2011) y en menor cantidad, mercaptanos como: metil tiol, dimetil sulfuro y el dimetil disulfuro (Dincer y Muezzinoglu, 2007).

Las inhalaciones de estos gases suponen efectos negativos sobre el bienestar físico, mental y moral que deben ser estudiados. En este sentido, los malos olores derivados de las PTAR repercuten directamente en la salud humana y calidad de vida (Demircan, 2018). Los olores emanados de la PTAR El Gavilán tienen un impacto sobre salud de nivel 3 según la escala de (Schiffman *et al.*, 2008). La misma se refiere a olores causante de incomodidad y desagrado más no existe una reacción física relacionada con estos. En este sentido la topografía de la zona influye en la dispersión de los olores. Elevaciones que van desde 60 m.s.n.m al noroeste y sureste de la planta, forman una depresión en sentido noreste desde la PTAR El Gavilán con una elevación de 17 m.s.n.m hacia el centro de la ciudad, específicamente hasta barrio 8 de enero con una elevación 8 m.s.n.m (Topographic-map, s.f.), haciendo que el olor tenga una escala generalizada. En este sentido, Sáenz *et al.*, (2016), estimaron un radio de escala generalizada, con una influencia de 800 m, donde el 83% percibió un olor fecal indicativo de compuestos nitrogenados como indol y escatol. Sin embargo, aunque las PTAR siempre emitirán algún tipo de olor es recomendable una distancia mínima de amortiguamiento de 300 m (Giraldo y Lozada, 2019).

En la actualidad se conocen de diversos métodos para mitigar las emisiones de odorantes de las PTAR. En las piscinas de tratamiento anaeróbicos deben cubrirse y reutilizar los gases, evitar turbulencias, acumulación de espumas en la superficie y lodos en las paredes, también se debe remover los lodos sedimentados y transferidos a tanques de aireación y disminuir la DBO por medio de la recirculación (Giraldo y Lozada, 2019). Otros métodos consisten en la disminución de la biomasa bacteriana al aumentar el pH a 8 empleando el óxido de calcio (CaO) con lo se puede reducir hasta un 90% de las emisiones de H₂S. Por otro lado, el vertimiento del agua ya tratada se recomienda la canalización completa hasta el sitio de desembocadura, esto reduciría un 90% los malos olores emitidos (Calderón y Calderón, 2020).

Las barreras vegetales también son un mecanismo eficiente para la disminución de la percepción de malos olores. Esta consiste en hileras estratificadas de arbustos y árboles de follaje denso con el propósito de elevar la corriente de aire y sus odorantes por encima de la copa de los árboles. Esta barrera mitiga los malos olores al minimizar la dispersión de los olores al controlar los vientos, aunado a beneficios adicionales como: cortinas rompevientos, sistemas de absorción de partículas, captan parte del CO₂ emitidos por la planta, regulan las condiciones microclimáticas, mientras que, mejora el paisajismo y delimita las áreas alrededor de la planta de tratamiento, lo que impide la cercanía de la población. Sin embargo, para la aplicación de las barreras vegetales debe tenerse en cuenta que la barrera debe estar ubicada perpendicular a los vientos predominantes, usar especies de rápido crecimiento, frondoso y de buena capacidad de rebrote para evitar huecos en la barrera, así como especies aromáticas nativas (Betancur, 2017; Loaiza, 2020).

Problemática ambiental

Las aguas residuales están compuestas por una mezcla de diversos efluentes de origen domésticos, comerciales, institucionales, industriales; a su vez, escorrentías que drenan por el alcantarillado. La alta carga de nutrientes en forma de materia orgánica, compuestos nitrogenados y su alto contenido de fósforos crean ambientes eutróficos y anóxicos desfavorable para la vida y producción acuática, y proporciona ambientes idóneos para la proliferación de organismos patógenos para el ser humano. En este sentido, Spellman (2009) menciona que el objetivo de una PTAR debe ser el garantizar la salud pública al abastecer y preservar el uso del agua, así como proteger la vida acuática. Es por esto que en el marco de desarrollo sostenible de las ciudades se considera importante el saneamiento de las aguas residuales.

El proceso deficiente de las aguas residuales en los países en desarrollo representa un problema para los ecosistemas acuáticos, mala calidad del aire y problemas de salud pública. La existencia de antibióticos y microorganismos resistentes a estos es un factor que no ha sido evaluado en este estudio, sin embargo, su consideración es necesaria ya que las PTAR son un reservorio de estos. La confluencia de aguas con alta carga bacteriana y concentraciones de antibióticos subinhibitorias producen genes de resistencia que en un ambiente rico en nutrientes favorecen la aparición de cepas microbianas con genes resistentes a antibióticos. Sin embargo, a pesar de la importancia de este tema y los riesgos que supone para la salud pública, son pocas las investigaciones desarrolladas en los países en desarrollo (Oliveira *et al.*, 2020).

El alto contenido de nutriente en las aguas residuales y en los lodos biológicos los convierte en una opción para el desarrollo agrícola, gracias al reciclaje de nutrientes y remediación suelos erosionados con abono orgánico. Sin embargo, es necesario lagunas de estabilización para las aguas residuales y posteriormente tratadas con un sistema de lagunas de maduración en serie para mejorar la calidad del agua (Tauzene *et al.*, 2018), así como el uso de pacas biogestoras para los lodos biológicos (Pulgarín-Muñoz y Wills-Betancur, 2019). Estos sistemas permiten disminuir el riesgo inherente a estas aguas por

su contenido de virus entéricos, bacterias y protozoarios patogénicos (García-Salazar, 2019). Estas son posibles soluciones que pueden ser implementadas para contribuir con un desarrollo sostenible en la región y mitigar los daños ocasionados por las PTAR.

Problemática social y planificación urbana

En América Latina existe ruptura de poder, siendo este asimétrico con una gestión de tipo *Top-down*. Aunado a esto, se ha resaltado que las empresas locales movilizan sus recursos para modificar las estrategias de gobernanzas y predominar sobre las necesidades comunitarias. En este sentido, es necesario legitimar representantes comunitarios y ofrecer la educación necesaria para una adecuada planificación territorial y evitar el detrimento de la calidad de vida de los sectores más vulnerables. De esta forma, la asimetría de poder que existe en las regiones periurbanas de América Latina pudiera equilibrarse y que las estrategias locales llevadas a cabo favorezcan a las comunidades locales (Ubilla-Bravo, 2020).

La heterogeneidad socioeconómica observada en el estudio es un fenómeno común en las poblaciones periféricas de latinoamericanas. Esta heterogeneidad trae problemas de convivencia entre las partes, ya que crea un tejido sociocultural fragmentado, donde habrá ciudadanos con sentido de pertenencia y sensibilidad ambiental, mientras que, también habrá ciudadanos cuyo principal objetivo es el propio a expensa del ambiente (Birche y Jensen, 2019). Esta configuración urbana no contribuye con la integración paisajística, ni mitigación de los problemas comunes, por esta razón, una de las herramientas para lograr la integración de ambos sectores es por medio de la educación ciudadana.

Los factores que impulsaron el crecimiento incontrolado de la Parroquia Manta pudieron ser el crecimiento económico y la industrialización (Bernal *et al.*, 2022). El crecimiento incontrolado conlleva a la administración pública a solventar las consecuencias puntuales y no a planificar un crecimiento urbano más estructurado y sostenible, por lo que deriva en un aumento de los costos de gobernanza (Xie *et al.*, 2020). La ausencia de una adecuada gestión territorial, antes el crecimiento poblacional acelerado, genera la ocupación de territorios pocos apropiados como los próximos a las lagunas de oxidación, convirtiéndose así en una problemática social y ambiental, incrementado el índice de pobreza y afectando la calidad de vida (Jordán y Simioni, 2003; Benavides y Mejía, 2022). Por estas razones, debe ser abordada por medio de cinco dimensiones: social, económica, política, ecológica y física (Rahman, 2016).

La vulnerabilidad de los pobladores ante las agencias inmobiliarias o empresas que no valoran el anclaje social para imponer cambios en el paisajismo (Serenó, 2020) y los malos olores producto de la mala gestión de la PTAR que afecta el ambiente; reducen la calidad de vida, y por ende, afectan la salud, y representan los principales estresores de la comunidad de la Parroquia de Manta (Vinje *et al.*, 2022). Por esta razón, es necesario construir un modelo de gestión de tipo *Botton-up* que permita la creación de entornos favorables y que generen bienestar social (Eriksson, 2016; Molina y Martínez 2022).

En este sentido, la Carta de Ottawa reconoce la necesidad de generar procesos de empoderamiento social para ejercer control sobre los determinantes de la salud. El modelo salutogénico, es una gestión de tipo *Bottom-up* basado en la equidad ciudadana en la toma de decisiones que afectan la salud en la comunidad (Eriksson y Lindström, 2008; Mittelmark *et al.*, 2016). Esto plantea nuevos escenarios para la política pública en América Latina, que tengan como prioridad la calidad de vida y la salud colectiva sobre la economía y acumulación de riquezas. (Torres-Tovar, 2019) y que le permitan superar la dificultad para mantener un equilibrio entre las políticas ambientales y las estrategias de desarrollo económico y sociales (Benavides y Mejía, 2022).

Conclusiones

La PTAR El Gavilán está afectando la calidad de vida y, por ende, la salud de la población de Manta al emitir olores desagradable en la zona. Existe una escala generalizada de afectación mayor a 1 kilómetro de forma directa e indirecta, donde las AID son afectadas con olores en una intensidad de nivel 4 sin evidencia de afectación física, y con consecuencias paisajísticas a más de 3 kilómetros en las AII. Estos problemas fueron ocasionados por el incremento no planificado de la población, la incorporación de desechos industriales con alta materia orgánica al sistema de tratamiento de aguas residuales, la fragmentación del tejido social, así como diversas inconformidades en la gestión de la PTAR. Es necesario la implementación de medidas de mitigación a mediano plazo como barreras vegetales o captura de los gases odorantes que afecta a las comunidades aledañas y a largo plazo adecuar el sistema de tratamiento para recibir aguas de origen industrial, así como implementar medidas para reutilización de los nutrientes que contribuyan a la disminución del impacto ambiental percibidos por la comunidad de Manta.

Referencias bibliográficas

- Tauzene M, Candian L, Sanchez I. (2018) Quantitative microbial risk assessment for crops irrigated with wastewater from the WWTP of Ilha Solteira (SP) *Ingeniería y Desarrollo*, **36**(2), 359–377. <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v36n2/2145-9371-inde-36-02-359.pdf>
- Benavides AM, Mejía N. (2022) Factores que obstaculizan la gestión urbana sostenible: estudio de un municipio en Colombia. *Estudios Demográficos y Urbanos*, **37**(1), 157–199. <https://doi.org/10.24201/edu.v37i1.2012>
- Bernal AM, Hernández YT, Beltrán JE. (2022) Reflexiones en torno a los factores que influyen en la expansión urbana: revisión de metodologías e instrumentos de investigación. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, **31**(2), 434–449. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v31n2.89742>
- Betancur DM. (2017) *Implementación de sistemas de tratamiento básico, para el manejo y control de olores ofensivos en la planta de tratamiento de aguas residuales, municipio del Retiro–Antioquia*. (Tesis pregrado) Programa de tecnología en saneamiento ambiental, Universidad Nacional Abierta y a distancia UNAD, Medellín, Colombia. 89 pp.
- Birche ME, Jensen K. (2019) La integración paisajística en el crecimiento urbano. Transformaciones en la periferia platense. *Bitácora Urbano Territorial*, **29**(3), 145–154. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v29n3.70121>

- Calderón DA, Calderón JS. (2020) *Desodorización de planta de tratamiento de agua residual de Barrio Villas del Nuevo Siglo, en la Mesa-Cundinamarca*. (Tesis de Ingeniería) Programa de Ingeniería civil, Universidad Piloto de Colombia, Cundinamarca, Colombia. 74 pp.
- Cheng X, Peterkin E, Burlingame GA. (2005) A study on volatile organic sulfide causes of odors at Philadelphia's Northeast Water Pollution Control Plant. *Water Research*, **39**(16), 3781-3790. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2005.07.009>
- Demircan G. (2018) Effects of the odour from wastewater treatment plants on resident's living comfort and property values: Case of Narlıdere-İzmir (Thesis of Master) School of Engineering and Sciences of İzmir Institute of Technology, Izmir, Turkey. 107 pp.
- Davies, J. (2023) How the Word Cloud Generator Works1. Recuperado el 18 de julio de 2023. Desde: <https://www.jasondavies.com/wordcloud>
- Dincer F, Muezzinoglu A. (2007) Odor Determination at Wastewater Collection Systems: Olfactometry versus H₂S Analyses. *CLEAN - Soil, Air, Water*, **35**(6), 565-570. <https://doi.org/10.1002/clen.200700057>
- Empresa pública de aguas manta (EPAM) 2020. Proyecto planta de tratamiento de aguas residuales El Gavilán: línea base socioeconómica. Manabí, Ecuador
- Eriksson M. (2016) The Sense of Coherence in the Salutogenic Model of Health. *The Handbook of Salutogenesis*, 91–96. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04600-6_11
- Eriksson M, Lindström B. (2008) A salutogenic interpretation of the Ottawa Charter. *Health promotion international*, **23**(2), 190-199. <https://doi.org/10.1093/heapro/dan014>
- García-Salazar EM. (2019) El agua residual como generadora del espacio de la actividad agrícola en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, **29**(54) <https://doi.org/10.24836/es.v29i54.741>
- Giraldo EA, Lozada DL. (2019) Origen de los olores en plantas de tratamiento de aguas residuales. Consultado el 1 de agosto. Desde: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/981>
- Giuliani S, Zarra T, Naddeo V, Belgiorno V. (2015) A novel tool for odor emission assessment in wastewater treatment plant. *Desalination and Water Treatment*, **55**(3), 712–717. <https://doi.org/10.1080/19443994.2014.942383>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta. (2021) Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Manta 2020-2035, Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial con especial énfasis en la gestión del riesgo Manta.
- Hernández C. (2015) Nuevos recursos para la investigación cualitativa: Software gratuito y herramientas colaborativas. *Opción*, **31**(5), 453-471.
- Hernández-Padilla F, Margini M, Noyola A, Guereca-Hernandez L, Bulle C. (2017) Assessing wastewater treatment in Latin America and the Caribbean: Enhancing life cycle assessment interpretation by regionalization and impact assessment sensibility. *Journal of Cleaner Production*, **142**(4), 2140-2153. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.068>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (2023) Proyecciones Poblacionales. Consultado el 15 de julio de 2023. Desde: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales>
- Jordán R, Simioni D. (2003) *Gestión urbana para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe (CEPAL)* 252 pp.
- Lebrero R, Bouchy L, Stuetz R, Muñoz R. (2011) Odor Assessment and Management in Wastewater Treatment Plants: A Review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, **41**(10), 915-950. <https://doi.org/10.1080/10643380903300000>
- Lehtinen J, Veijanen A. (2010) Odour monitoring by combined TD–GC–MS–Sniff technique and dynamic olfactometry at the wastewater treatment plant of low H₂S concentration. *Water, Air, and Soil Pollution*, **218**: 185-196. <https://doi.org/10.1007/s11270-010-0634-3>
- Loaiza E. (2020) Barreras Vegetativas para la Mitigación de Olores de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. *Revista Científica Investigación Andina*, **20**(1) <https://doi.org/10.35306/rev.%20cien.%20univ.%20v1i1.878>
- Ministerio de Turismo del Ecuador (MINTUR) (2022) Turismo en Cifras - Portal Servicios MINTUR. Turismo.gob.ec. Consultado el 20 de julio. Desde: <https://servicios.turismo.gob.ec/index.php/turismo-cifras/>

- Mittelmark MB, Bull T, Bouwman L. (2016) Emerging Ideas Relevant to the Salutogenic Model of Health. The Handbook of Salutogenesis, 45–56. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04600-6_6
- Molina JC, Martínez E. (2022) Sentido Comunitario de la Coherencia en asentamientos informales: aprendizajes y reflexiones desde Medellín (Colombia) *Hacia La Promoción de La Salud*, **27**(1), 52–66. <https://doi.org/10.17151/hpsal.2022.27.1.5>
- Oliveira SL, Silveira RM, Rodrigues IC, Lima WG, Rodrigues LG, Paiva MC. (2020) Domestic wastewater treatment plants as sources of macrolide-lincosamide-streptogramin B- and penicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in Brazil. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, **49**(2) <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v49n2.88854>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2017) *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017, Aguas residuales: El recurso desaprovechado*. 12 pp.
- Pelorosso R. (2020) Modeling and Urban Planning: a Systematic Review of Performance-Based Approaches. *Sustainable Cities and Society* **52**: 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101867>
- Pulgarín-Muñoz CE, Wills-Betancu BA. (2019) Estabilización de lodos biológicos provenientes de una planta de tratamiento de agua residual mediante pacas biodigestoras. *Producción + Limpia*, **14**(1), 33–45. <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v14n1/1909-0455-pml-14-01-33.pdf>
- Prefectura de Manabí. (2023) Informe Local Voluntario 2023. Prefectura de Manabí. Recuperado el 10 de julio de 2025 de https://gold.uclg.org/sites/default/files/field-document/manabi_2024_es.pdf
- Rahman AU. (2016) "Sostenibilidad urbana a través de la planificación estratégica: un caso de planificación metropolitana en la ciudad de Khulna, Bangladesh." *Journal of Urban Management* **5**(1), 16-22. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2016.06.001>
- Schiffman JD, Schauer CL. (2008) A review: electrospinning of biopolymer nanofibers and their applications. *Polym Rev*, **48**, 317–352. <https://doi.org/10.1080/15583720802022182>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) (2017) Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021. Disponible en: <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Plan-Nacional-para-el-Buen-Vivir-2017-2021.pdf> 159 p.
- Sereno CA. (2020) Anclajes territoriales en un espacio de borde: el caso del rururbano de la ciudad de Bahía Blanca (Buenos Aires, Argentina) *Perspectiva Geográfica*, **25**(2), 56–79. <https://doi.org/10.19053/01233769.11032>
- Stellacci P, Liberti L, Notarnicola M, Haas CN. (2010) Hygienic sustainability of site location of wastewater treatment plants. *Desalination*, **253**(1-3), 51-56. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2009.11.034>
- Spellman, F. (2009) Handbook of water and wastewater treatment plant operations. (2da. ed.) United States of the America: Lewis Publishers.
- Topographic-map (s.f.) Mapa topográfico Manta. Recuperado el 10 de julio de 2025 de <https://es-ec.topographic-map.com/map-r1g3q/Manta/?center=-0.9696%2C-80.72715&zoom=14&base=2&popup=-0.98049%2C-80.73802>
- Torres-Tovar CA. (2019) Territorio, sostenibilidad y planeación. *Bitácora Urbano Territorial*, **29**(2), 7–10. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-79132019000200007
- Ubilla-Bravo G. (2020) Relaciones de poder entre los actores del periurbano en torno al Plan Regulador Comunal: analizando la gobernanza territorial. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, **29**(2), 455–472. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v29n2.75249>
- Velasco G, Moncayo J, Chuquer D. (2019) Diagnóstico del sistema de tratamiento de aguas residuales de manta. *infoANALÍTICA*, **7**(1), 27–39. <https://doi.org/10.26807/ia.v7i1.93>
- Vinje HF, Langeland E, Bull T. (2022) Aaron Antonovsky's Development of Salutogenesis, 1979–1994. The Handbook of Salutogenesis, 29–45. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79515-3_5
- Xie H, Zhang Y, Duan K. (2020) Evolutionary overview of urban expansion based on bibliometric analysis in Web of Science from 1990 to 2019. *Hábitat Internacional*, **95**, 102100. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2019.102100>