

República Dominicana

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL

“Sembrando Oro para Forjar el Futuro”



Escuela de Postgrado y Educación Continuada

Departamento de Postgrado

Trabajo de Grado para Optar por el Título de Magister en Gestión y Auditoría
Ambiental

TÍTULO:

Impacto de los Líquidos Lixiviados del Vertedero del Municipio de Fantino en su Zona
Urbana

SUSTENTANTES:

Eusebio Duran Cornelio
Enrique Concepción Grullón

ASESORA:

Yenny Rodríguez de Estepan

Cotuí, Provincia Sánchez Ramírez.

Año Académico 2024

TÍTULO:

IMPACTO DE LOS LÍQUIDOS LIXIVIADOS DEL VERTEDERO DEL MUNICIPIO
DE FANTINO EN SU ZONA URBANA

DECLARACION DE AUTORIA

Todos los aspectos conceptuales, presentados en este trabajo de investigación
Titulado “IMPACTO DE LOS LÍQUIDOS LIXIVIADOS DEL VERTEDERO DEL MUNICIPIO
DE FANTINO EN SU ZONA URBANA”, son responsabilidad de los sustentantes de este. Por
tanto, se especifica que las citas y consultas bibliográficas se han realizado respetando el derecho
de autor. Por lo que se libera a la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO) de la
responsabilidad en posibles acciones legales. Sin embargo, para la
reproducción total o parcial de esta tesis se requiere pedir permiso a la Universidad.

Eusebio Duran Cornelio

Enrique Concepción Grullón

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso:

Por ser nuestra fuente inagotable de amor y misericordia. Agradecemos la sabiduría y el entendimiento que nos has brindado, así como el conocimiento adquirido y la fortaleza para superar los desafíos que nos han permitido alcanzar esta meta.

A nuestra asesora, Ing. Yenny Rodríguez de Estepan:

Por su invaluable apoyo y orientaciones a lo largo de este proceso de investigación. Su disposición para compartir sus experiencias y conocimientos ha sido fundamental en cada etapa, y su guía se ha convertido en un pilar esencial para la culminación de este proyecto.

A la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO):

Por ofrecernos la oportunidad de formarnos y por el apoyo institucional que ha sido crucial para alcanzar una meta más en nuestras vidas. Su compromiso con la educación ha sido vital para nuestro crecimiento académico y personal.

Al Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCYT):

Por brindarnos la oportunidad de continuar nuestra formación a través de sus programas de becas. Esta oportunidad ha sido clave para mejorar nuestras competencias y nos permitirá ofrecer un servicio profesional de mayor calidad en nuestras respectivas áreas de trabajo.

A la coordinadora, Dra. Glenny Y. López:

Por su constante motivación y dedicación en capacitarnos con su vasto conocimiento, lo cual ha sido esencial en este proceso. Su apoyo ha sido de gran importancia en nuestra trayectoria.

A las autoridades de la Facultad de Postgrado y Educación Continuada de la UTECO, Dionicio Ripoll y Yederka Reyes:

Agradecemos profundamente el apoyo y la motivación que nos han brindado a través de

su gestión. Su acompañamiento ha sido fundamental en este proceso.

Eusebio Duran Cornelio
Enrique Concepción Grullón

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	7
1.1 Antecedentes	7
1.2 Planteamiento del problema.....	10
1.3 Formulación del problema de investigación	13
1.4 Preguntas de investigación	13
1.5 Objetivos	16
1.5.1 Objetivo general.....	16
Objetivos específicos.....	16
1.6 Marco contextual.....	19
1.7 Definición de términos.....	22
1.8 Alcance y limitaciones de la investigación	25
2.1 Vertederos.....	27
2.2 Líquidos Lixiviados.....	28
2.3 Alergia producida por los lixiviados	30
2.4 Malos olores producidos por los lixiviados.....	30
2.5 Medidas de mitigación para los lixiviados	31
2.7 ¿Cómo se forman los lixiviados?.....	34
2.8 Un correcto tratamiento resulta clave.....	34
2.9 Plantas para el tratamiento de lixiviados	35
2.10 ¿Por qué los lixiviados de los vertederos son motivo de preocupación?.....	35
2.11 ¿Cómo los lixiviados contaminan el agua?	36
2.12 ¿Cómo saber si hay lixiviados en el agua?	36
2.13 ¿Cómo mitigar la exposición a lixiviados?.....	37
2.14 Acción legal en torno a la contaminación por lixiviados	38
2.15 ¿Cómo afecta el lixiviado al medio ambiente?.....	38
2.16 ¿Qué problemas causan los lixiviados?	39
2.17 Problemas sociales.....	39
2.18 ¿Cómo evitamos sanciones y daños al ambiente?	39
2.19 Características de los líquidos lixiviados.....	40
3.1 Universo y muestra.....	43

3.2 Enfoque de la investigación.....	43
3.3 Diseño de la investigación.....	44
3.4 Técnicas de selección de la muestra.....	44
3.5 Criterios de inclusión:.....	45
3.6 Criterios de exclusión:.....	45
3.7 Instrumentos utilizados.....	45
3.8 Validación de los instrumentos.....	46
3.9 Métodos y técnicas e instrumentos de investigación.....	46
3.10 Procedimiento de recolección de datos.	47
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	49
4.1 Introducción.....	49
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	67
5.1 Introducción	67
5.2 Fundamentación	67
5.3 Conclusiones	69
5.4 Recomendaciones.....	70
5.5 Aportes.....	72
5.6 Bibliografía	73
5.7 Webgrafía.....	74
5.8 Anexos	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de objetivos, variables e indicadores.....	17
Tabla 2. Resultados parámetros fisicoquímicos muestra de lixiviados del vertedero del municipio Fantino.....	50
Tabla 3. Valores Máximos Permisibles para control de Descargas a Aguas Superficiales, Alcantarillado Sanitario y Aguas Costeras.....	51
Tabla 4. Resultados parámetros fisicoquímicos de una muestra de agua subterránea, de un pozo ubicado en la envasadora Máximo Gas, municipio Fantino.....	53
Tabla 5. Valores de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en aguas subterráneas.....	58
Tabla 6. Evaluación impactos líquidos lixiviados vertedero Fantino.	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del vertedero de Fantino en Imagen Google Earth.	20
Figura 2. Vista de desechos sólidos del vertedero de Fantino.	21
Figura 3. Ubicación punto de muestreo de lixiviados en el vertedero.....	50
Figura 4. Ubicación pozo muestra de agua subterránea.....	54

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Sexo de los participantes.....	60
Gráfico 2. Mal olor en el entorno del vertedero.....	61
Gráfico 3. Frecuencia en la que se percibe el mal olor del vertedero.	61
Gráfico 4. Líquidos lixiviados en el entorno del vertedero.....	62
Gráfico 5. Impacto visual del vertedero en la calidad de vida.....	63
Gráfico 6. Líquidos en el frente del vertedero.	63

Gráfico 7. Impacto visual y/o el olor del vertedero en el bienestar general.....	64
Gráfico 8. Contaminación visual en el vertedero.	64
Gráfico 9. Depósito de desechos hospitalarios en el vertedero de Fantino.	65
Gráfico 10. Medidas por la alcaldía para mitigar el impacto de los líquidos lixiviados. ...	66

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el municipio de Fantino, República Dominicana, un lugar donde el manejo inadecuado de los residuos sólidos en su vertedero a cielo abierto se ha convertido en un problema ambiental crítico. Este vertedero, ubicado cerca de áreas urbanas y rurales, genera líquidos lixiviados que, al no ser tratados correctamente, afectan los recursos naturales, contaminan el agua y el suelo, y afectan la calidad de vida de los habitantes.

El objetivo principal del estudio fue analizar el impacto de los líquidos lixiviados del vertedero en la zona urbana de Fantino, evaluando cómo estos influyen en el suelo, las aguas subterráneas, la flora, la fauna y la percepción de la comunidad. La investigación abordó el problema de la contaminación ambiental causada por la infiltración de lixiviados, que contienen materia orgánica, metales pesados y compuestos tóxicos. Esta situación se agrava debido a la falta de infraestructura y monitoreo adecuado.

Para llevar a cabo el estudio, se utilizó una metodología de enfoque mixto. Se realizaron encuestas a empleados municipales y transeúntes, además de análisis fisicoquímicos de los lixiviados y del agua subterránea. Los parámetros analizados incluyeron pH, demanda biológica de oxígeno, nitrógeno y presencia de metales pesados. La recolección de datos se llevó a cabo entre marzo y agosto de 2024, con el fin de obtener una visión completa de la problemática.

Los resultados fueron contundentes: los líquidos lixiviados contienen altos niveles de contaminantes que exceden los límites permisibles, lo que representa un riesgo significativo para el medio ambiente y la salud pública. Además, los encuestados expresaron su preocupación por los malos olores y la contaminación visual que afectan su bienestar diario. Por otro lado, se constató que la alcaldía no cuenta con medidas efectivas para manejar esta problemática, lo que agrava aún más la situación.

Se concluyó que es urgente tomar medidas concretas para enfrentar este problema. Es fundamental implementar sistemas de tratamiento de lixiviados, como barreras impermeables y tecnologías avanzadas, que ayuden a reducir su impacto. Asimismo, es necesario fortalecer la gestión ambiental en el municipio y promover una mayor concienciación tanto en las autoridades como en la comunidad. Solo con esfuerzos conjuntos será posible proteger los recursos naturales, mejorar la calidad de vida de los habitantes de Fantino y garantizar un desarrollo más sostenible.

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan los aspectos introductorios de esta investigación, el cual incluye los antecedentes, descripción de la problemática, justificación, objetivos, variables e indicadores y el marco contextual.

1.1 Antecedentes

Internacionales

Surco, (2024), en su tesis titulada ‘Evaluación del impacto ambiental del manejo de residuos sólidos del botadero “El Cebollar” del distrito de Paucarpata - Arequipa, 2023’, para optar por el título profesional de ingeniero ambiental en la Universidad Continental de Perú, con el objetivo general de ‘Evaluar el impacto ambiental del manejo de residuos sólidos del botadero “El Cebollar” del distrito de Paucarpata-Arequipa 2023’. El método utilizado en la investigación fue el deductivo, la misma fue trabajada con enfoque mixto, con un diseño no experimental, descriptivo y transversal.

Además, Surco,(2024), concluyo que: “debido a que en el botadero “El Cebollar” no se lleva a cabo ningún tipo de manejo ni control de los residuos sólidos estos generan un impacto negativo en el componente agua, de acuerdo a los resultados obtenidos el impacto más significativo en este componente es la generación de lixiviados debido a la descomposición de los residuos de origen orgánico, los cuales se dirigen hacia la parte baja de la quebrada “El Cebollar” , el cual está en conexión con el río Socabaya, lo que afecta significativamente a este cuerpo de agua alterando su calidad”.

AbtAssociates, (2023), en su estudio titulado Mitigación del Metano del Sector de los Residuos; Una Estrategia Global de Salud’, establece que “si un vertedero no dispone de [revestimientosy sistemas de recogida de lixiviados], pueden entrar

sustancias químicas y agentes biológicos en las aguas subterráneas”.

Chávez, (2011), en su tesis titulada ‘Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. de Chihuahua, México’, para optar por el título de Maestro en Ciencia y Tecnología Ambiental, en el Centro De Investigación En Materiales Avanzados. Con el objetivo general remover la demanda química de oxígeno (DQO) a niveles mayores del 90% con respecto a la concentración inicial presente en los lixiviados sin diluir del relleno sanitario de la Cd. de Chihuahua, México, por medio del tratamiento combinado coagulación/floculación/sedimentación - adsorción - oxidación química – membranas.

Nacionales

Matos y Romero, (2015), en su tesis de grado titulada ‘cuantificación de lixiviado en vertederos para el diseño de tratamiento a bajo costo en República Dominicana, para la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), con el objetivo general ‘Establecer una matriz de cuantificación de lixiviados considerando las condiciones climáticas y de los suelos de cada provincia de la República Dominicana, mostraron la importancia de la investigación y de estudios técnicos en la formulación económica de sistemas de tratamientos apropiados’. Además, en esta investigación se implementó el Método del balance hídrico (EPA) ($L = P - R - \Delta U_s - ET - \Delta U_w$) (m³/día) y el método Suizo ($Q_{lm} = P_m \times A \times K$) (m³/día). Concluyendo que: “la producción promedio de lixiviado por provincia, en 29 provincias (incluyendo el Distrito Nacional) resulta de 0.77 Lps y 1.49 Lps con y sin cobertura respectivamente aplicando el método EPA. Lo que implica 0.80 Lps equivalente a una reducción del 53%, presentándose el valor máximo en la región de Cibao Norte con 1.53 Lps y su valor mínimo en la región Enriquillo con 0.14 Lps”.

En el mismo estudio, Matos y Romero, (2015), recomiendan: “dar prioridad al uso de Lagunas de Evaporación, como sistema de tratamiento e iniciar una política de cobertura con material adecuado en los 310 Vertederos para reducir la producción de Lixiviado en el orden de 50%”.

Ministerio de Economía Planificación y Desarrollo (MEPyD), (2018), en su estudio titulado ‘Contexto actual del agua en la república dominicana’, establece que: “para controlar la contaminación por efectos del lixiviado, es indispensable el tratamiento de este,

ya sea mediante el diseño apropiado de lagunas de evaporación o el uso de plantas convencionales de tratamiento de aguas residuales, aunque se recomienda adoptar como línea general de tratamiento, el uso de lagunas de evaporación”.

De León Álvarez, María A., (2023), en su tesis titulada “Caracterización y Análisis del Manejo de los residuos sólidos en la cuenca baja del río Yuna, para mitigar los impactos de los vertederos municipales”, incluye el vertedero del municipio Fantino, dentro de sus conclusiones evidencia las debilidades institucionales, administrativas y operaciones de las alcaldías en el manejo de los residuos sólidos, resaltando las prácticas de mezclar los residuos urbanos con los biomédicos, representando un peligro para los empleados de la recolección y los buzos. De acuerdo a los resultados se demostró la ausencia de planes de manejo de residuos en todos los ayuntamientos de la zona, la carencia de quipos suficientes y adecuados, personal calificado, e infraestructura para la recuperación de residuos, donde muy pocos ayuntamientos cobran por el servicio, o aplican tarifas justas que hagan autosostenible el sistema.

1.2 Planteamiento del problema

La disposición final de los residuos sólidos es actualmente uno de los problemas ambientales más significativos que afectan a las sociedades modernas, como lo documenta un estudio de la Universidad de Sucre (Sincelejo, 2008). En el municipio de Fantino, este desafío se vuelve crítico debido a la presencia de un vertedero a cielo abierto ubicado junto a la carretera que conecta la zona rural con la zona urbana. Este vertedero, que recibe grandes volúmenes de residuos sólidos urbanos cada día, representa una preocupación creciente para los habitantes, especialmente debido a los líquidos lixiviados generados por la descomposición de residuos orgánicos.

Estos líquidos lixiviados, si no se gestionan adecuadamente, pueden filtrarse hacia el suelo y los cuerpos de agua cercanos, impactando negativamente los recursos hídricos y la calidad del suelo y del aire en el área urbana. Este problema se agrava ante la falta de infraestructura de tratamiento y de un monitoreo continuo que permita evaluar los niveles de contaminación, lo cual imposibilita determinar con precisión el

grado de afectación ambiental y los riesgos de salud pública para los habitantes de la zona.

Actualmente, en el vertedero de Fantino se observa una falta de gestión y tratamiento adecuado de los lixiviados, lo que facilita su infiltración en el entorno, contaminando los recursos naturales que sustentan a la comunidad. Esta situación representa una amenaza latente para la sostenibilidad ambiental del municipio y plantea un riesgo importante para la salud de sus habitantes.

Ante este contexto, es fundamental investigar y evaluar el impacto de los líquidos lixiviados del vertedero de Fantino en su zona urbana. Esta investigación busca generar datos precisos que faciliten una gestión ambiental más efectiva y que respalden la formulación de políticas públicas orientadas a reducir el impacto ambiental y promover un desarrollo urbano sostenible y seguro en el municipio de Fantino.

El tratamiento de lixiviados en un vertedero de RSU puede llevarse a cabo mediante diversas tecnologías, pero hoy en día la evaporación al vacío, combinada o no con ósmosis inversa previa o posterior, se ha revelado como uno de los métodos más eficientes para la minimización del lixiviado y la obtención de un agua depurada y adecuada para vertido.

En visita al vertedero de Fantino y según lo antes escrito se puede decir que el manejo adecuado de los líquidos lixiviados provenientes de vertederos municipales es crucial para prevenir impactos negativos en el medio ambiente y la salud pública. En el caso del vertedero del Municipio de Fantino, se enfrenta a desafíos significativos en la gestión de estos efluentes, lo que plantea un problema ambiental y sanitario de gran relevancia.

Se ha notado que el vertedero de Fantino recibe una cantidad considerable de residuos sólidos diariamente, generando una gran cantidad de líquidos lixiviados como resultado de la descomposición de la materia orgánica presente en los desechos. Estos lixiviados, si no se manejan adecuadamente, pueden filtrarse hacia los suelos y

cuerpos de agua cercanos, contaminando los recursos hídricos y afectando negativamente la calidad del aire y del suelo en la región.

El manejo inadecuado de los líquidos lixiviados en el vertedero de Fantino se ve exacerbado por una serie de factores, entre los que se incluyen la falta de infraestructura adecuada para su tratamiento, la insuficiencia de medidas de prevención de la contaminación y la escasez de recursos financieros y técnicos para implementar soluciones efectivas.

En este contexto, es evidente la necesidad de investigar y proponer estrategias integrales para optimizar el manejo de los líquidos lixiviados en el vertedero municipal de Fantino. Estas estrategias deben abordar aspectos técnicos, financieros, ambientales y sociales, con el objetivo de mitigar los impactos negativos asociados con la gestión inadecuada de los efluentes y promover la sostenibilidad ambiental en la región.

Todo residuo que presente o potencialmente pueda presentar características infecciosas, corrosivas, reactivas, tóxicas, explosivas, inflamables, irritantes o radioactivas y que pueda perjudicar o dañar el medio ambiente, en consecuencia, afectar o dañar el bienestar de la salud o el ambiente debe ser manejado de manera adecuada y se presume que los desechos del vertedero de Fantino se manejan de manera inadecuada.

1.1 Formulación del problema de investigación

Esta investigación busca conocer cuál es el impacto de los líquidos lixiviados del vertedero del Municipio de Fantino en su zona urbana.

1.2 Preguntas de investigación

¿Qué características físicas y químicas poseen los líquidos lixiviados del vertedero del municipio de Fantino?

¿Cuál es el impacto producido por los líquidos lixiviados del vertedero de Fantino

en la calidad de las aguas subterráneas, el suelo, la flora, la fauna y el paisaje?

¿Cuál es la percepción de la población sobre los malos olores y la contaminación visual producidos por los líquidos lixiviados del vertedero de Fantino?

¿Cuáles medidas implementa la alcaldía de Fantino para el manejo de los lixiviados?

Justificación e importancia de la investigación:

La sociedad dominicana está experimentando cambios con el objetivo de lograr transformaciones prioritarias en la protección del medio ambiente para adecuar el país a las exigencias de un mundo moderno en constante avance científico y tecnológico. Por lo tanto, es imperativo que los gestores ambientales y demás actores involucrados en el proceso de protección al ambiente apliquen una gestión ambiental efectiva en todas las alcaldías del país, con el fin de elevar la calidad de vida de sus habitantes.

En este contexto, se llevará a cabo una investigación para determinar el impacto de los líquidos lixiviados del vertedero del municipio de Fantino. Se presume que la alcaldía carece de un plan de gestión ambiental adecuado y que los líquidos lixiviados del vertedero están siendo tratados de manera inadecuada.

Es fundamental aplicar métodos y procedimientos de acuerdo con la Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales No. 64-00 para garantizar un manejo adecuado de los líquidos lixiviados en esta alcaldía. Se requiere una gestión ambiental que cree condiciones propicias para que los empleados municipales sean partícipes activos en el manejo de estos líquidos.

La gestión adecuada de los líquidos lixiviados provenientes del vertedero del Municipio de Fantino es un aspecto crucial para garantizar la protección del medio ambiente, la salud pública y el desarrollo sostenible de la comunidad local. Esta investigación se propone explorar la importancia y los desafíos asociados con el manejo de estos líquidos en el contexto específico de Fantino, contribuyendo así al

conocimiento científico y a la toma de decisiones informadas en materia de gestión de residuos.

La significancia de esta investigación radica en el impacto ambiental que los líquidos lixiviados pueden tener en los ecosistemas locales. La presencia de compuestos químicos y materiales orgánicos en estos líquidos representa una amenaza para la calidad del suelo, las aguas superficiales y subterráneas, así como para la biodiversidad de la zona. Comprender los procesos de generación, transporte y dispersión de los lixiviados es fundamental para implementar estrategias efectivas de prevención y control de la contaminación ambiental.

Además, la gestión inadecuada de los líquidos lixiviados puede tener graves implicaciones para la salud pública de la población de Fantino y sus alrededores. La filtración de contaminantes hacia fuentes de agua potable puede aumentar el riesgo de enfermedades relacionadas con la exposición a sustancias tóxicas. Por lo tanto, es imperativo investigar y proponer medidas de mitigación que protejan la salud de los residentes locales y promuevan un entorno seguro y saludable.

Asimismo, esta investigación aborda la importancia del cumplimiento normativo en materia de gestión de residuos. Esta investigación permitirá identificar los requisitos legales que el Municipio de Fantino debe cumplir en relación con el manejo de los líquidos lixiviados.

Este trabajo de investigación busca contribuir al desarrollo sostenible de Fantino al proponer soluciones innovadoras y viables para el manejo de los líquidos lixiviados. La implementación de prácticas y tecnologías apropiadas no solo reducirá el impacto ambiental y los riesgos para la salud, sino que también fomentará la eficiencia en la gestión de residuos y abrirá oportunidades de crecimiento económico y social para la comunidad.

La importancia del manejo de los líquidos lixiviales del vertedero del Municipio de Fantino es esencial para abordar los desafíos ambientales, sociales y económicos asociados con la gestión de residuos en la región. Los resultados de este estudio proporcionarán una base sólida para la formulación de políticas y la implementación

de acciones concretas orientadas a proteger el medio ambiente, salvaguardar la salud pública y promover el desarrollo sostenible de la comunidad de Fantino.

Esta investigación justifica su importancia en la medida en que los resultados obtenidos contribuirán a la implementación de estrategias y actividades que promuevan la mejora en la calidad gerencial del manejo de los líquidos lixiviados del vertedero del Municipio de Fantino. Dada la importancia que tiene la gestión ambiental en el ámbito de la salud pública, esta investigación encuentra una sólida motivación en su relevancia para el bienestar de la comunidad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar el impacto de los líquidos lixiviados del vertedero del Municipio de Fantino en su zona urbana.

1.3.2 Objetivos específicos

- 1) Caracterizar la composición física y química de los líquidos lixiviados del vertedero del municipio de Fantino.
- 2) Evaluar el impacto de los líquidos lixiviados del vertedero de Fantino en la calidad de las aguas subterráneas, el suelo, la flora, la fauna y el paisaje.
- 3) Evaluar la percepción de la población sobre el mal olor y la contaminación visual producida por los líquidos lixiviados del vertedero de Fantino.
- 4) Identificar las medidas implementadas por la alcaldía de Fantino para el manejo de los líquidos lixiviados producidos por el vertedero.

En la tabla 1 se presenta la Matriz de objetivos, las variables e indicadores de la investigación.

Tabla 1. Matriz de objetivos, variables e indicadores

Objetivos	Variables	Definición	Indicadores
Caracterizar la composición física y química de los líquidos lixiviados del vertedero del municipio de Fantino.	Composición física y química de los líquidos lixiviados	El lixiviado es el líquido producido cuando el agua procedente de la escorrentía superficial, lluvia o la producida por la propia dinámica de descomposición de los residuos, se pone en contacto con los residuos depositados, excediendo su capacidad de absorción, pasando a través de ellos y aumentando la concentración de contaminantes. Este líquido tiene la capacidad de trasladarse a las aguas subterráneas, superficiales y al suelo circundante (Wonner's, 2014).	Potencial de Hidrógeno (pH), Temperatura, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química Nitrógeno Total.
Evaluar el impacto de los líquidos lixiviados del Vertedero de Fantino en la calidad de las aguas subterráneas, el suelo, la flora, la fauna y el paisaje.	Impacto de los líquidos lixiviados en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas	Uno de los impactos ambientales más alarmantes generado por los lixiviados sucede cuando entra en contacto con cuerpos de agua, ya sea por el derrame directo de lixiviados en mares, lagos y ríos, o por la infiltración de los lixiviados en la tierra que los conduce a mantos acuíferos. ("El valor de los residuos", 2022)	Potencial de Hidrógeno (pH), Hierro, Sulfato. Impacto en el suelo, en las aguas subterráneas, en la flora, en la fauna y el paisaje.

Evaluar la percepción de la población sobre el mal olor y la contaminación visual producida por los líquidos lixiviados del vertedero de Fantino.	Percepción del mal olor y contaminación visual	Morales, Goitia, Guillen, & Morales, (2024), establecen que “el proceso de descomposición de la materia orgánica en los vertederos contribuye a la liberación de compuestos químicos y gases tóxicos, como metano, dióxido de carbono, y sulfuro de hidrógeno, que pueden contaminar el aire y generar olores desagradables en las comunidades cercanas”. Forma en que los residentes y transeúntes de las áreas urbanas cercanas al vertedero de Fantino interpretan y reaccionan ante los estímulos visuales y olfativos provenientes del vertedero, y cómo afectan su calidad de vida y bienestar general.	Encuestas a la población. Levantamiento en campo.
Identificar las medidas implementadas por la alcaldía de Fantino para el manejo de los líquidos lixiviados producidos por el vertedero.	Medidas para el manejo de los líquidos lixiviados	Para evitar o minimizar la aparición de los lixiviados, es fundamental un correcto tratamiento de las basuras. Hoy en día, los sistemas de tratamiento más habituales se desarrollan en el mismo lugar en el que	Encuestas a Alcaldía de Fantino. Levantamiento en campo. Recomendaciones de tratamientos fisicoquímicos y biológicos.

se encuentran los
lixiviados. De esta
manera, se reducen
considerablemente los
costes y también los
riesgos del transporte. El
tipo de tratamiento más
adecuado puede variar
dependiendo de aspectos
económicos y técnicos y,
de hecho, en muchas
ocasiones se combinan
varios de ellos.
Principalmente, se
pueden diferenciar los
tratamientos
fisicoquímicos y los
tratamientos biológicos

Fuente propia.

1.4 Alcances y límites de la investigación.

Campo: Gestión y Auditoria Ambiental

Aspecto: “Impacto de los líquidos lixiviados del vertedero del municipio de Fantino en su zona urbana.

Delimitación espacial: Esta investigación se desarrolló en la zona urbana del municipio de Fantino, considerando: la zona del vertedero y el ayuntamiento.

Delimitación temporal: Para la realización de este estudio será necesario agotar un proceso riguroso que abarcara desde el 26 de marzo hasta el 16 de septiembre de 2024, es decir, unos 6 meses de investigación y análisis aproximadamente.

1.5 Marco contextual

El municipio de Fantino se encuentra en la parte oriental del Valle del Cibao y forma parte de la provincia Sánchez Ramírez. Con una extensión de 95,97 km², limita al Norte con la provincia Duarte, al Este con el municipio La Mata, al Oeste con Jima Abajo La Vaga y al Sur con Bonao. En este lugar habitan aproximadamente 30,000 personas, con una demografía altamente concentrada.

La problemática relacionada con los lixiviados del vertedero de Fantino se enmarca en un entorno de falta de gestión ambiental por la alcaldía.

El vertedero de Fantino ha operado durante varias décadas en la zona conocida como Alto del Pino, ubicada en la parte este del municipio de Fantino, en la provincia Sánchez Ramírez, República Dominicana. Este vertedero ha sido una pieza clave en la gestión de residuos del municipio, pero con el paso del tiempo, y debido al crecimiento poblacional y al aumento en la generación de residuos, ha enfrentado desafíos cada vez más complejos.

El crecimiento poblacional de Fantino en las últimas décadas ha sido significativo. A medida que la población ha aumentado, también lo ha hecho el volumen de desechos generados, lo que ha ejercido una presión adicional sobre la capacidad del vertedero. Este aumento en la producción de residuos no solo proviene de los hogares, sino también de las actividades industriales, comerciales y agrícolas que se desarrollan en la región. En particular, las industrias agrícola, ganadera, porcina y minera, que son pilares de la economía local, han contribuido al incremento de desechos, tanto sólidos como líquidos, complicando más la gestión de residuos en la zona.

El vertedero de Fantino, ubicado estratégicamente en un área que combina zonas rurales y urbanas, ha tenido que adaptarse a estos cambios. Sin embargo, el manejo de un volumen creciente de residuos ha planteado serios desafíos. Uno de los principales problemas es la falta de infraestructura adecuada para manejar el aumento en la cantidad de desechos. El vertedero, inicialmente diseñado para un volumen mucho menor, ha comenzado a mostrar signos de saturación, lo que ha generado preocupaciones sobre su capacidad para continuar operando de manera efectiva sin causar daños al medio ambiente. Ver figuras 1 y 2.



Figura 1. Ubicación del vertedero de Fantino en Imagen Google Earth.



*Figura 2.
Vista de
desechos*

sólidos del vertedero de Fantino.

Además, la gestión de residuos sólidos en Fantino se enfrenta a problemas relacionados con la contaminación. La proximidad del vertedero a áreas agrícolas y ganaderas ha despertado inquietudes entre los residentes y agricultores locales, quienes temen que los residuos, si no son manejados adecuadamente, puedan contaminar los suelos y las fuentes de agua. La contaminación del suelo podría afectar la productividad agrícola, lo que tendría un impacto directo en la economía local. Del mismo modo, la contaminación de las fuentes de agua podría tener consecuencias graves tanto para la salud humana como para la cría de ganado y otras actividades productivas.

La mitigación de los impactos ambientales del vertedero se ha convertido en una prioridad. Sin embargo, la implementación de medidas efectivas se ha visto limitada por diversos factores, incluyendo la falta de recursos financieros, la insuficiente planificación y la carencia de tecnologías modernas para el tratamiento de residuos. A pesar de estos desafíos, se han realizado algunos esfuerzos para mejorar la situación, como la implementación de programas de reciclaje y la educación de la población sobre la importancia de la gestión adecuada de los residuos. Sin embargo, estos esfuerzos todavía son insuficientes para contrarrestar los efectos del rápido crecimiento en la generación de desechos.

El vertedero de Fantino desempeña un papel crucial en la gestión de residuos del municipio, pero enfrenta desafíos crecientes debido al aumento en la población y en la producción de desechos. Estos desafíos no solo tienen implicaciones para la gestión de residuos, sino también para la protección del medio ambiente y la sostenibilidad económica de una región que depende en gran medida de la agricultura, la ganadería y la minería. La necesidad de soluciones sostenibles y de una gestión de residuos más efectiva es cada vez más urgente para asegurar el bienestar de la comunidad y la preservación de su entorno natural.

1.6 Definición de términos

Gestión Ambiental: Conjunto de prácticas destinadas a la protección del medio ambiente. <https://www.ferrovial.com/es/recursos/gestion-ambiental/#:~:text=La%20gesti%C3%B3n%20o%20administraci%C3%B3n%20ambiental,la%20protecci%C3%B3n%20del%20medio%20ambiente.>

Líquidos lixiviados: Son sustancias líquidas que circulan entre los residuos que se encuentran principalmente en los vertederos. Su aspecto suele ser bastante desagradable, de color negro o amarillo. Se trata de una sustancia líquida, densa y que produce muy mal olor. A veces, también puede presentar restos de espuma. (Definición de lixiviado, 2022).

<https://telwesa.com/que-es-un-lixiviado/#:~:text=Los%20lixiviados%20son%20sustancias%20l%C3%ADquidas,puede%20presentar%20restos%20de%20espuma.>

Es el líquido producido cuando el agua procedente de la escorrentía superficial, lluvia o la producida por la propia dinámica de descomposición de los residuos se pone en contacto con los residuos depositados, excediendo su capacidad de absorción, pasando a través de ellos y aumentando la concentración de contaminantes. (Wonner's, 2014).

Vertederos: Es una instalación de eliminación de residuos mediante su depósito subterráneo o en superficie, por períodos de tiempo superiores a los considerados para el almacenamiento temporal. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico de España, (2015).

Mitigación: Conjunto de medidas para minimizar el impacto destructivo y perturbador de un desastre. (Diccionario de Acción Humanitaria).

Impacto Ambiental: Modificación del ambiente ocasionado por la acción del hombre o la naturaleza.

<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/impacto-ambiental-y-tipos-de-impacto-ambiental#:~:text=Se%20define%20impacto%20ambiental%20como,hombre%20o%20de%20la%20naturaleza%E2%80%9D>.

Calidad del Aire: Grado en el que el medio aéreo se encuentra libre de sustancias contaminantes.

https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/infografia_1_web_tcm30-564732.pdf

Residuo sólido: Materiales o sustancias inservibles que no tienen un “valor de uso directo” para los generadores y que sienten la necesidad de deshacerse de estos.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1756/cap05.pdf

Ecosistemas: Conjunto de especies que habitan en un espacio determinado y que interactúan mediante diferentes procesos: depredación, competencia, parasitismo y simbiosis.

<https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/que-es-un-ecosistema-tipos-funciones-y-15-ejemplos-de-los-mas-comunes-que-podemos-ver-en-distintos-lugares/#:~:text=es%20un%20ecosistema%3F->

,Un%20ecosistema%20es%20un%20conjunto%20de%20especies%20que%20habitan%20e n,entre%20ellas%20y%20el%20ambiente.

Compuestos químicos: Es la sustancia que resulta de la combinación de dos o más elementos químicos diferentes enlazados bajo cierto arreglo y en ciertas proporciones.

<https://www.ejemplos.co/20-ejemplos-de-compuestos-quimicos/#ixzz8eYsopYtJ>

Residuos: Es cualquier material que se considera sin valor suficiente para ser conservado. Se diferencia de la basura, que son desechos producidos por los humanos y que no pueden ser reutilizados o reciclados.

<https://www.ferrovial.com/es/recursos/residuos/#:~:text=Un%20residuo%20es%20cualq uie r%20material,pueden%20ser%20reutilizados%20o%20reciclados.>

Residuos orgánicos: Todo desecho de origen biológico que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo. Inorgánicos. (Clasificación, reciclaje y valoración de los RSU, 2017.)

Residuos inorgánicos: Todo desecho que no es de origen biológico. (Clasificación, reciclaje. y valoración de los RSU, 2017).

Biodiversidad de especies: Es la diversidad de vida, la variedad de seres vivos que existen en el planeta y las relaciones que establecen entre sí y con el medio que los rodea. Es el resultado de millones de años de evolución. (¿Qué es la biodiversidad?).

<https://www.argentina.gob.ar/ambiente/contenidos/biodiversidad#:~:text=La%20biod iversi dad%20es%20la%20diversidad,millones%20de%20a%C3%B1os%20de%20evoluci %C3%B3n.>

Zonas urbanas: Es en la que se encuentra una gran concentración de población y la

infraestructura propia de una ciudad, como las calles y avenidas, los edificios y los comercios. (Zona urbana, 2024).

<https://humanidades.com/zona-urbana/#:~:text=La%20definici%C3%B3n%20de%20lo%20que,los%20edificios%20y%20los%20comercios.>

1.7 Alcance y limitaciones de la investigación

El alcance de la investigación se corresponde con un estudio exploratorio-descriptivo- cuantitativo. En el orden geográfico se realizará en la ciudad de Fantino, con los empleados del departamento encargado de Gestión de Riesgo de la Alcaldía y la población cercana al vertedero, por lo que tiene un alcance municipal; y en el orden cronológico, abarca el período comprendido entre los meses de marzo-agosto del 2024.

Las limitaciones encontradas en el transcurso de la investigación fueron:

- Empleados de la alcaldía que no estuvieron dispuestos a colaborar y no disponían de tiempo para realizar la encuesta.
- Recursos económicos escasos para realizar análisis físicos-químicos.

CAPITULO II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Vertederos

Según el Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico de España, (2015), un vertedero es una instalación de eliminación de residuos mediante su depósito subterráneo o en superficie, por períodos de tiempo superiores a los considerados para el almacenamiento temporal. Por tanto, se incluyen también las instalaciones internas de eliminación de residuos, es decir, los vertederos en que un productor elimina sus residuos en el lugar donde se producen.

Además, el Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico de España, (2015), establece que “los vertederos son depósitos controlados en los que existen una serie de dispositivos (entre ellos una impermeabilización de la base y de los flancos de los mismos) cuya finalidad es la de evitar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, del suelo y del aire, y la emisión de gases de efecto invernadero, así como cualquier riesgo derivado para la salud de las personas”.

Un vertedero a cielo abierto es un terreno donde se depositan y acumulan los residuos y desechos sólidos en forma indiscriminada, sin recibir ningún tipo de tratamiento sanitario, ambiental ni de control técnico (Caldera, Sulbarán, Márquez, Mendoza, & Fuentes, 2015).

WasteWiseCities, (2020), establece que el metano es el mayor contribuyente del sector de residuos sólidos a las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que lleva al calentamiento global y al cambio climático. El gas metano se libera cuando los desechos orgánicos se descomponen en un ambiente libre / limitado de oxígeno (por ejemplo, un

vertedero), mientras que los contaminantes y las partículas surgen a través del transporte y la quema ineficientes. Los datos de 2010 muestran que la gestión de los desechos sólidos municipales y las aguas residuales contribuyen con alrededor del 3 por ciento a las actuales emisiones antropogénicas mundiales de gases de efecto invernadero, de las cuales aproximadamente la mitad es metano de los vertederos. Un pronóstico sugirió que, sin mitigación, esto podría duplicarse para 2020 y cuadruplicarse para 2050.

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), (2016), todavía en muchas ciudades de América Latina y el Caribe, la disposición de residuos sólidos se ha realizado usando los vertederos no controlados y a cielo abierto, donde, estos métodos no son los más adecuados, ya que no solo han contaminado al medio ambiente, sino que han ocasionado serios impactos ecológicos, paisajísticos y a las poblaciones aledañas.

2.2 Líquidos Lixiviados

El lixiviado es el líquido producido cuando el agua procedente de la escorrentía superficial, lluvia o la producida por la propia dinámica de descomposición de los residuos, se pone en contacto con los residuos depositados, excediendo su capacidad de absorción, pasando a través de ellos y aumentando la concentración de contaminantes. Este líquido tiene la capacidad de trasladarse a las aguas subterráneas, superficiales y al suelo circundante (Wonner's, 2014).

Según la CEPAL, (2016), los lixiviados son líquidos formados por la interacción de un líquido, principalmente agua, sobre un residuo sólido o efluentes líquidos que se generan por la propia dinámica de descomposición del residuo. El agua toma contacto con el residuo y forma lixiviados por los caminos siguientes:

- Agua infiltrada a través del material de recubrimiento.
- Agua que se incorpora al relleno por elevación de los niveles freáticos subyacentes.

- Agua que circulando horizontalmente penetra por los lados del vertedero.
- Agua existente en la zona de vertidos o caída durante las operaciones del vertido.
- Agua incorporada por infiltraciones de redes de alcantarillado que incorporan el líquido al vertedero.

Además, la CEPAL, (2016), plantea que cualquier infiltración del lixiviado, implica riesgo por la alta tasa orgánica y la compleja composición de este líquido, lo que compromete por un largo tiempo cualquier agua superficial o subterránea que se encuentre a su alcance. Además de provocar la contaminación de las aguas subterráneas, el lixiviado también puede transportar sustancias orgánicas disueltas que pueden llegar al suelo subsuperficial no saturado.

La cantidad de lixiviado que genera un vertedero se puede determinar mediante un balance hídrico o de aguas o utilizando modelos como el modelo HELP o Evaluación Hidrológica del rendimiento del vertedero o relleno, proporcionado por la Environmental Protection Agency (EPA)—, entre otros (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2016).

Según (Wonner's, 2014), la composición de un lixiviado está caracterizada por cantidades elevadas de materia orgánica (biodegradable, pero también refractaria a la biodegradación), sales orgánicas e inorgánicas, nitrógeno, metales pesados y otras sustancias químicas diluidas, variando con la edad del vertedero, las características del residuo depositado, la meteorología del lugar y modo de operación.

Según Manzo, et al, (2006), los lixiviados contienen compuestos orgánicos volátiles, tales como: Benceno, Cloroformo, 1-1-dicloroetano, Etilbenceno, Cloruro de Metileno, Tetracloroetileno, Tolueno, Tricloroetileno, 1,1,2- tricloroetileno, Cloruro de vinilo y Xileno. Además, plantean que los lixiviados contienen algunos metales tales como: Arsénico, Cadmio, Cromo, Plomo, Mercurio y Níquel. En ese mismo orden, establecen que los lixiviados pueden contener alcoholes, tales como: 1-propano, 2-propanol y 4-nitrofenol. Por último, sostienen que los lixiviado puede

contener compuestos orgánicos sintéticos, tales como: 2,4-D, Lindano y Pentaclorofenol.

2.3 Alergia producida por los lixiviados

Los compuestos presentes en los lixiviados pueden ocasionar efectos negativos en el sistema inmunológico, gastrointestinal y cardiovascular, en células de la sangre, hígado, embriotóxico, alergias, irritación en ojos, piel, riñón, probable cancerígeno y teratogénico (Manzo, Lozano, Peláez, Peláez, & Carrillo, 2006).

Algunas personas han contraído algunas enfermedades ocasionadas por los lixiviados como conjuntivitis, infecciones en los ojos, alergias, y asma (Mancha & Venegas, 2023).

2.4 Malos olores producidos por los lixiviados

Según, el Ministerio de salud y protección social Colombia & Organización Panamericana de la Salud: OPS/OMS, (2012), “los malos olores generalmente tienen compuestos volátiles de sulfuro (azufre) así como también compuestos aromáticos orgánicos como ácidos grasos. Bastan pequeñas cantidades (bajas o muy bajas concentraciones) para que sean percibidas por la nariz”.

Según la Universidad Miguel Hernández de Elche, (2012), “los malos olores sólo pueden provenir de las zonas de recepción, clasificación y triaje, en menor medida, y de las áreas de compostaje, vertedero de rechazos y tratamiento de lixiviados, en mayor medida, siempre y cuando se den condiciones de un mal funcionamiento o un deficiente mantenimiento de las instalaciones proyectadas”. Este planteamiento indica que si los lixiviados son manejado adecuadamente no deben emitir malos olores.

Morales, Goitia, Guillen, & Morales, (2024), establecen que “el proceso de

descomposición de la materia orgánica en los vertederos contribuye a la liberación de compuestos químicos y gases tóxicos, como metano, dióxido de carbono, y sulfuro de hidrógeno, que pueden contaminar el aire y generar olores desagradables en las comunidades cercanas”.

2.5 Medidas de mitigación para los lixiviados

Según la CEPAL, (2016), “para áreas permeables, el fenómeno de confinamiento es idéntico, existiendo siempre el riesgo de saturación, por lo que es necesario reducir la infiltración o recoger parte del lixiviado producido”.

Además, la CEPAL, (2016), plantea que “para minimizar el movimiento de los lixiviados hacia las aguas subterráneas y la emisión de los constituyentes disueltos, el recubrimiento de sellado se debe construir bajo un estricto programa de seguimiento de la calidad. La cantidad del lixiviado que se va a controlar y tratar después del cierre del vertedero está en función del diseño de la cobertura final, de los tipos de residuos colocados en el vertedero y del clima de la región, especialmente las precipitaciones. Con una capa de sellado adecuado, disminuirá la cantidad del lixiviado”.

Por su parte, AbtAssociates, (2023), establece que “desviar los residuos orgánicos de los vertederos y gestionarlos mediante la captación de gases de vertedero, la recuperación diaria de los residuos y la instalación de revestimientos para evitar la migración de lixiviados a las aguas subterráneas puede mitigar el metano y mejorar la salud general y los medios de vida de las comunidades vecinas a los vertederos”.

Los lixiviados contienen propiedades contaminantes, por esta razón, su contacto directo con el suelo causa la degradación de éste; es decir, que los suelos contaminados por lixiviados pierden la capacidad de sostener sus ecosistemas, ocasionando una gran pérdida de labiodiversidad. <https://gtaambiental.com/lixiviados/#:~:text=sociales%20y%20econ%C3%B3micas.-,Problemas%20ambientales,gran%20p%C3%A9rdida%20de%20la%20biodiversidad.>

2.6 Efectos directos e indirectos que producen los líquidos lixiviados en los vertederos.

Cuando los desechos no son tratados óptimamente y se permite que haya derrames de lixiviados en la transportación o en la disposición final de estos residuos, existen impactos graves en el medioambiente que tienen consecuencias sociales y económicas.

Los lixiviados contienen propiedades contaminantes, por esta razón, su contacto directo con el suelo causa la degradación de éste; es decir, que los suelos contaminados por lixiviados pierden la capacidad de sostener sus ecosistemas, ocasionando una gran pérdida de la biodiversidad. Además, los lixiviados cuando se evaporan liberan gases que generan malos olores, contribuyen a la contaminación atmosférica y al cambio climático.

Uno de los impactos ambientales más alarmantes generado por los lixiviados sucede cuando entra en contacto con cuerpos de agua, ya sea por el derrame directo de lixiviados en mares, lagos y ríos, o por la infiltración de los lixiviados en la tierra que los conduce a mantos acuíferos.

<https://gtaambiental.com/lixiviados/#:~:text=Los%20lixiviados%20contienen%20propiedades%20contaminantes,gran%20p%C3%A9rdida%20de%20la%20biodiversidad.>

Un lixiviado se define como un efluente líquido contaminado que se ha filtrado a través de la masa de residuos depositada en un vertedero cuyas características y carga contaminante son, en la mayoría de las veces, impredecibles, altamente variables y de muy alta peligrosidad para el medio ambiente.

El lixiviado es un compuesto de naturaleza combinada, mineral y orgánica, formada cuando el agua se infiltra a través de la masa de residuos. Esta agua puede proceder de lluvias, deshielo, aguas de regadío, infiltración de aguas subterráneas, aguas de escorrentía, humedad intrínseca de los residuos y residuos líquidos depositados en el vertedero junto a los residuos sólidos.

El agua viaja a través de la masa de residuos extrayendo y disolviendo contaminantes, y sirviendo como medio para diversas reacciones químicas y de descomposición biológica de estos contaminantes. El movimiento del agua está favorecido por la gravedad, es decir, se infiltra desde las capas más exteriores a las más inferiores en la columna de la masa de residuos.

Bajo condiciones normales de funcionamiento de un vertedero adecuadamente diseñado, el lixiviado se drena de la parte más inferior de la masa de residuos mediante la instalación de una capa impermeable y una red de tuberías y canales de colección de lixiviado, que ha de ser dirigido a un punto de almacenamiento y posterior tratamiento.

Si el lixiviado no es tratado de forma correcta, el vertedero del que procede puede convertirse en una fuente muy peligrosa de contaminación hidrogeológica, dado el riesgo de infiltración del lixiviado en el suelo y las aguas superficiales y subterráneas.

<https://aguasigma.com/es/articulos-tecnicos/tratamiento-de-lixiviados-en-vertederos#:~:text=Un%20LIXIVIADO%20se%20define%20como,peligrosidad%20para%20el%20medio%20ambiente.>

2.7 ¿Cómo se forman los lixiviados?

Los lixiviados se forman durante los procesos de fermentación y descomposición de la materia orgánica acumulada, principalmente en vertederos. La filtración del agua procedente de la lluvia circula entre los residuos y arrastra compuestos químicos y materiales biológicos, generando un efluente altamente contaminante.

Es importante tener en cuenta que la composición de los lixiviados puede cambiar dependiendo de la zona en la que se encuentren, según el suelo, la proporción de residuos o la cantidad de lluvia. Sea como sea, tal y como comentamos, los lixiviados pueden contaminar el medio natural, especialmente si se filtran a través de las aguas superficiales o subterráneas.

En relación con el punto anterior, no hay que olvidar que la contaminación del medio natural acarrea graves consecuencias y pone en peligro, tanto a la humanidad como a multitud de especies que hoy en día ya están desapareciendo del planeta por su causa.

2.8 Un correcto tratamiento resulta clave

Para evitar o minimizar la aparición de los lixiviados, es fundamental un correcto tratamiento de las basuras. Hoy en día, los sistemas de tratamiento más habituales se desarrollan en el mismo lugar en el que se encuentran los lixiviados. De esta manera, se reducen considerablemente los costes y también los riesgos del transporte. El tipo de tratamiento más adecuado puede variar dependiendo de aspectos económicos y técnicos y, de hecho, en muchas ocasiones se combinan varios de ellos. Principalmente, se pueden diferenciar los tratamientos fisicoquímicos y los tratamientos biológicos.

2.9 ¿Cómo los lixiviados contaminan el agua?

Los lixiviados son peligrosos porque se filtran a través del suelo hacia las vías fluviales locales, donde contaminan los suministros de agua potable y propagan enfermedades.

De hecho, los lixiviados de los vertederos son una fuente importante de contaminación para el medio ambiente. Además de contener contaminantes orgánicos, los lixiviados pueden contener contaminantes inorgánicos como metales y sales; microorganismos; y parásitos, virus y bacterias causantes de enfermedades. Estos contaminantes pueden propagarse rápidamente a las fuentes de agua cercanas si

los lixiviados ingresan a los pozos locales o al agua subterránea.

El lixiviado es considerado un material peligroso por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Debe manejarse con cuidado para proteger la salud pública y el medio ambiente.

2.10 ¿Cómo saber si hay lixiviados en el agua?

Es difícil saber si hay lixiviados en su agua sin realizar pruebas exhaustivas, aquí hay algunas cosas que debe buscar si cree que su agua no es segura:

Pregunte a los funcionarios locales y a los perforadores de pozos, quienes pueden saber si existe un mayor riesgo de contaminación en el área.

Busque señales de vertederos cercanos, como vapores u olores extraños provenientes de los grifos de agua.

Involucre a un inspector de construcción local para que inspeccione su pozo y el sistema de plomería, si es necesario.

Si se detecta lixiviado en cualquier punto del sistema de plomería o pozo de su hogar, se debe desinfectar todo el sistema de plomería.

2.11 ¿Cómo mitigar la exposición a lixiviados?

Lo más importante que puede hacer para protegerse de la exposición a los lixiviados es evitar beber agua que pueda contener grandes cantidades de contaminantes. Si hay signos de contaminación, hable con su departamento de salud local sobre las formas de asegurarse de que su agua potable sea segura.

Evitar el consumo de agua contaminada disminuirá el riesgo de enfermarse, limitará cualquier efecto a largo plazo sobre la salud y le permitirá reducir los costos asociados con la exposición a los lixiviados.

La mejor manera de evitar los riesgos a corto y largo plazo de los lixiviados es deshacerse de ellos en su origen: los vertederos.

Los lixiviados deben ser manejados y monitoreados por vertederos para no contaminar las aguas subterráneas y otras fuentes de agua cercanas, pero dado que los lixiviados son un contaminante potencial, deben ser manejados cuidadosamente por el vertedero.

La EPA ha establecido estándares para vertederos de residuos sólidos municipales (MSW) que prohíben cualquier liberación de lixiviados de un vertedero al medio ambiente. De hecho, algunos estados exigen la notificación pública de la liberación de lixiviados de un vertedero.

2.12 Acción legal en torno a la contaminación por lixiviados

Hay una serie de acciones legales que se pueden tomar si cree que su suministro de agua ha sido contaminado por lixiviados, pero la forma más efectiva es unirse a una demanda existente contra las partes responsables.

El equipo de abogados ambientales de Napoli Shkolnik se dedica a ayudar a las víctimas de la contaminación por lixiviados a buscar justicia. Si se ha visto afectado por los lixiviados de los vertederos, Ponerse en contacto con Napoli Shkolnik hoy.

https://www.google.com/search?q=el+lixiviado&rlz=1C1GCEU_enDO1088DO1089&oq=que+son+liquidos+lixiviados&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqCggBEAAYgAQYogQyCQgAEEUYORiABDIKCAEQABiABBiiBDIKCAIQABiABBiiBDIKCAMQA BiABBiiBNIBCTI2NTM2ajBqN6gCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8

2.13 ¿Cómo afecta el lixiviado al medio ambiente?

Los lixiviados son los líquidos formados por los residuos, ya sea por la descomposición de desechos orgánicos, el derrame de los líquidos que Los lixiviados son los líquidos formados por los residuos, están dentro de envases, o la mezcla de la

lluvia con residuos solventes y claro, la mayoría de las veces una mezcla de todos los anteriores.

En general, este líquido de mal olor se genera con la acumulación de residuos sin separación y tratamiento. Si los podemos encontrar incluso en nuestras casas cuando olvidamos sacar la basura un día o dos, ¡imagínate cuántos se generan en los vertederos y rellenos sanitarios!

Cabe mencionar que los lixiviados son formados por cualquier tipo de residuo sin importar su origen, desde los residuos urbanos hasta los industriales.

2.14 ¿Qué problemas causan los lixiviados?

Cuando los desechos no son tratados óptimamente y se permite que haya derrames de lixiviados en la transportación o en la disposición final de estos residuos, existen impactos graves en el medioambiente que tienen consecuencias sociales y económicas.

Los lixiviados contienen propiedades contaminantes, por esta razón, su contacto directo con el suelo causa la degradación de éste; es decir, que los suelos contaminados por lixiviados pierden la capacidad de sostener sus ecosistemas, ocasionando una gran pérdida de la biodiversidad. Además, los lixiviados cuando se evaporan liberan gases que generan malos olores, contribuyen a la contaminación atmosférica y al cambio climático.

Uno de los impactos ambientales más alarmantes generado por los lixiviados sucede cuando entra en contacto con cuerpos de agua, ya sea por el derrame directo de lixiviados en mares, lagos y ríos, o por la infiltración de los lixiviados en la tierra que los conduce a mantos acuíferos.

2.15 Problemas sociales

El caso anterior referente a los cuerpos de agua tiene también consecuencias sociales graves, ya que estos cuerpos son fuente de agua potable para muchas poblaciones, y al estar contaminadas representan una amenaza para la salud de comunidades enteras.

2.16 ¿Cómo evitamos sanciones y daños al ambiente?

Afortunadamente, existen soluciones para prevenir los riesgos o disminuir el impacto generado por el mal manejo de los lixiviados. Por un lado, podemos encontrar soluciones para “reparar” los ecosistemas contaminados por lixiviados. Éstas se basan principalmente en absorber los líquidos del suelo o del agua, y realizar un tratamiento con químicos u organismos vivos, que permite remover los sólidos de los lixiviados y obtener un agua con mejor calidad.

<https://gtaambiental.com/lixiviados/#:~:text=Problemas%20ambientales,-Los%20lixiviados%20contienen&text=Uno%20de%20los%20impactos%20ambientales,los%20conduce%20a%20mantos%20acu%C3%ADferos>.

2.17 Características de los líquidos lixiviados

- Aspecto suele ser bastante desagradable.
- Color negro o amarillo.
- Estado de la materia líquida.
- Es densa.
- Produce muy mal olor.

<https://telwesa.com/que-es-un-lixiviado/#:~:text=Los%20lixiviados%20son%20sustancias%20l%C3%ADquidas,puede>

% 20presentar%20restos%20de%20espuma.

Los lixiviados son los resultantes del filtrado lento de agua a través de los materiales del vertedero (percolación). Esta adquiere, por arrastre, materiales de los residuos y productos de la descomposición de estos que quedan suspendidos o disueltos dando lugar a líquidos con diferente agresividad y un alto coste de tratamiento. La presencia de lixiviados suele venir asociada a la presencia de gases producto de la descomposición.

Los residuos, tema que no trataremos en este post pero que deberá tenerse en cuenta cuando se diseñe un vertedero.

Por ello se han de disponer de dos barreras a la hora de diseñar un vertedero. Por un lado, el sellado superficial ya descrito

Por otro lado, una impermeabilización del vaso del vertedero que tendrá dos finalidades: evitar la infiltración de contaminantes al terreno y recoger el líquido resultante para llevarlo a las instalaciones de tratamiento precisas.

Estas barreras dependerán del tipo de vertedero y de si este es de materias inertes, de materias no peligrosas o de materias peligrosas. Concretamente, el RD 1481/2001 establece las siguientes condiciones de espesor y permeabilidad para el vaso en fondo y laterales:

Para el caso de los vertederos de residuos Tóxicos y Peligrosos, además de exigirse un nivel de permeabilidad y un espesor del estrato determinados, se deberá revestir la base con una lámina de polietileno de alta densidad (PEAD), sobre la que se colocará una capa que sirva de drenaje para la recolección de los lixiviados y gases generados.

Hay que tener en cuenta que la composición de los lixiviados es compleja y variada ya que esta va a asociada tanto a los residuos presentes en el vertedero como a los procesos de descomposición de estos que dependen de múltiples factores entre los que se encuentran:

- Las condiciones climáticas y meteorológicas
- Propiedades de los residuos propiamente dichos

- Disposición de estos
- Edad del relleno

Aun así, la composición suele presentar unos aspectos habituales como son la presencia de una serie de sustancias cuyas propiedades y concentraciones son variables en el tiempo. Estas principalmente son:

Materia orgánica: Normalmente este es el contaminante principal. Su biodegradación disminuye con el tiempo.

Amonio u otras formas menos frecuentes de nitrógeno. La concentración de éste va aumentando con el tiempo.

Sales: Principalmente cloruros y sulfatos. Con el tiempo aumenta la concentración de estas.

Metales pesados: Su presencia es baja, pero son muy contaminantes. Los principales tratamientos que se da a este producto son:

Tratamientos térmicos (secado, evaporación,...)

Tratamientos biológicos (digestores, lagunaje, fangos activos,...)

Tratamiento físico-químico (ozono, oxidación, empleo de floculantes,...) Tratamientos con tecnología de membranas (ósmosis inversa, filtrados,...)

Debido a la complejidad de la composición de los lixiviados, normalmente son precisos varios tratamientos combinando las técnicas anteriores.

<https://www.aristegui.info/los-lixiviados-caracteristicas-y-actuaciones/>

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Universo y muestra

La población la conforman todos los empleados del departamento encargado de todo lo relacionado los desechos sólidos desde la recolección hasta su destino final, el departamento de gestión de riesgo de la alcaldía y los transeúntes que pasan frente al vertedero los cuales se han cuantificado en 100, de donde se extraerá una muestra representativa del universo para aplicarle un cuestionario sobre el impacto de los líquidos lixiviados del vertedero del Municipio de Fantino en sus zonas urbana.

3.2 Enfoque de la investigación

El presente trabajo fue diseñado bajo el planteamiento metodológico del enfoque mixto, puesto que éste es el que mejor se adapta a las características y necesidades de la investigación.

El enfoque mixto es una metodología de investigación que consiste en recopilar, analizar e integrar tanto investigación cuantitativa como cualitativa.

Este enfoque se utiliza cuando se requiere una mejor comprensión del problema de investigación, y que no se podría dar cada uno de estos métodos por separado.

Del enfoque mixto se tomará la técnica de cuestionario para determinar el impacto de los líquidos lixiviados del vertedero del Municipio de Fantino en su zona urbana en el período comprendido entre los meses de marzo-agosto del 2024.

3.3 Diseño de la investigación

Según el problema y los objetivos planteados, el presente trabajo es una investigación de tipo no experimental, de campo, descriptiva, donde se determinó cual fue el impacto de los líquidos lixiviados del vertedero del Municipio de Fantino en su zona urbana; y de corte transversal, porque abarca el periodo comprendido en los meses de abarca el período comprendido entre los meses de marzo-agosto del 2024. De fuente primaria mediante la utilización de un cuestionario de preguntas cerradas y de fuente secundaria obteniendo datos de libros, revistas, artículos, jornadas, Internet entre otros.

3.4 Técnicas de selección de la muestra

El tamaño de la muestra se obtuvo mediante fórmula estadística a partir de una población de personas compuesto por empleados del departamento del ornato y el departamento de gestión de riesgo que son los encargados los desechos sólidos desde la recolección hasta su destino final, y los transeúntes que pasan frente al vertedero los cuales se cuantificaremos en 95, El tamaño de la muestra se obtenida mediante fórmula estadística a partir de una población de 95. El tamaño de la muestra resultó igual a 44, por lo que fue el número de personas encuestadas. Para encontrar el tamaño de la muestra, se utilizó la fórmula estadística siguiente:

$$n = N Z^2 P Q / N E^2 + Z^2 P Q$$

En esta p y q representan probabilidades, en este caso equivalentes a 95% y 5%; 95 es la población de personas; Z se refiere al nivel de confianza adoptado, 2.06 y E, el error de estimación, + 5%

$$n = [(95) (2.06)^2 (0.95) (0.05)] / [(95) (0.05)^2 + (2.06)^2 (0.95) (0.05)]$$

$$n = [(95) (4.2436) (0.0475)] / [(95) (0.0025) + (4.2436) (0.0475)]$$

$$n = [19.149245] / [(0.2375) + (0.201571)]$$

$$n = 19.149245 /$$

$$0.439071$$

$$n = 43.61$$

$$n = 44$$

Se empleo el tipo de muestreo probabilístico simple, al azar y para formar parte del estudio se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

3.5 Criterios de inclusión:

1. Empleados del departamento encargado de todo lo relacionado los desechos sólidos desde la recolección hasta su destino final.
2. El departamento de gestión de riesgo de la alcaldía.
3. Transeúnte que pasan frente al vertedero dispuesto a cooperar.

3.6 Criterios de exclusión:

1. Empleado de alcaldía que no estén relacionado los desechos sólidos.
2. Pobladores del municipio que no estén relacionados con el vertedero de Fantino.

3.7 Instrumentos utilizados

Para cumplir con los objetivos planteados, se utilizó un cuestionario previamente elaborado con dos secciones, una de datos demográficos para los empleados de la alcaldía, donde se tomaron en cuenta los aspectos de género y tiempo de ejercicio; y otra sección con un cuestionario de 10 preguntas de selección múltiple, preguntas basadas en el impacto de los líquidos lixiviados del vertedero del Municipio de Fantino en sus zonas urbana.

3.8 Validación de los instrumentos

En esta investigación se aplicó un cuestionario a los empleados del departamento encargado de todo lo relacionado los desechos sólidos desde la recolección hasta su destino final, el departamento de ornato, gestión de riesgo de la alcaldía y los transeúntes que pasan frente al vertedero, el cual fue evaluado y revisado previamente por los asesores, tanto científico como metodológico, los que consideraron que con el mismo se podrían cumplir los objetivos de la investigación.

3.9 Métodos y técnicas e instrumentos de investigación

En esta investigación se utilizó el método deductivo, a fin de tomar datos de los indicadores definidos por las variables para luego concluir sobre el impacto de los líquidos lixiviados del vertedero del municipio Fantino.

Se establece como principio el método inductivo el cual se fundamenta en la obtención de conclusiones o teorías sobre diversos aspectos a través del análisis de casos particulares. Una forma de llevar a cabo el método deductivo es proponer, mediante diversas observaciones de los sucesos u objetos en estado natural, una conclusión que resulte general para todos los eventos de la misma clase. (Hernández, 2010).

3.10 Procedimiento de recolección de datos.

La investigación está desarrollada en varias etapas que se presentan como sigue: Primera etapa: Recopilación de información previa, análisis documental.

Segunda etapa: Trabajo de campo para la recolección de datos relativos a los líquidos lixiviados del vertedero del municipio Fantino.

Tercera Etapa: Toma de muestras para realizar análisis físicos-químicos para analizar la calidad del lixiviado del vertedero de Fantino y la calidad de las aguas subterráneas: potencial de hidrógeno (pH), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Hierro (Fe), Sulfato (SO_4), Nitrógeno Total. Los resultados obtenidos de los análisis que se realizaron a las muestras de los líquidos lixiviados y las aguas subterráneas fueron comparados con los valores máximos aceptables de acuerdo con la Norma Ambiental de Calidad de Aguas Subterráneas y Descargas al Subsuelo, emitida por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en julio del 2004.

Las muestras de aguas lixiviados y aguas subterráneas se obtuvieron directamente de los puntos de muestreo con la colaboración técnica del Laboratorio de Calidad del Agua de la Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santiago (CORAASAN).

La evaluación del impacto de los líquidos lixiviados del vertedero del municipio Fantino en las aguas subterráneas, el suelo, la flora, la fauna y el paisaje se realizó a partir de la metodología desarrollada con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a través de una matriz de identificación de impacto que incluye los elementos del ambiente (medio biótico, perceptual y socioeconómico) y los potenciales impactos.

También se analizaron las características geológicas e hidrogeológicas del área del proyecto, que es una información muy útil para evaluar el impacto de los lixiviados en las aguas subterráneas. Ver figuras 5 y 6.

Se realizaron análisis de laboratorio para determinar la condición actual que presentan los líquidos lixiviados y las aguas subterráneas. Se calculó el Índice de biodegradabilidad, que es la relación DBO_5 / DQO , para la muestra de los líquidos lixiviados del vertedero del municipio Fantino. Ver anexo 5.7.3.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Introducción

En el presente capítulo se presentan los resultados de la investigación titulada “*Impacto de los Líquidos Lixiviados del Vertedero del Municipio de Fantino en su Zona Urbana*”. Para su mejor ilustración las informaciones se presentan atendiendo a las variables objeto de estudio. Los resultados están organizados en función a los objetivos y variables, apoyado en tablas y gráficos según el tipo de datos.

4.2 Características de la composición física y química de los líquidos lixiviados del vertedero del municipio de Fantino.

Los lixiviados se pueden definir como el líquido que se percola a través de los residuos sólidos y que extrae materiales disueltos y en suspensión. En la mayoría de los sitios no controlados el lixiviado se forma por fuentes externas (agua de lluvia, infiltración del nivel freático, entre otros.) aunque una parte de estos se forma por la descomposición anaeróbica de los residuos (Tchobanoglous et al., 1994).

A continuación, en la tabla 2 se presentan los resultados de los parámetros fisicoquímicos para una muestra de lixiviados del vertedero ubicada en las coordenadas decimales 19.1184560, -70.2791780, ver figura 3 y anexo 5.7.1, se obtuvo lo siguiente:

Tabla 2. Resultados parámetros fisicoquímicos muestra de lixiviados del vertedero del municipio Fantino.

PUNTO MUESTREO 434 AGUA RESIDUAL

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD
DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	113.00	mg/l
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	400.00	mg/l
PH	7.80	unidad
NITRÓGENO TOTAL	34.00	mg/l
TEMPERATURA	24.90	°C

Fuente: Laboratorio de Calidad de agua de CORAASAN. Diciembre 2024.



Figura 3. Ubicación punto de muestreo de lixiviados en el vertedero.
Fuente propia

De acuerdo con las medidas de los resultados se comparó si los parámetros se encuentran dentro de los valores máximos permisibles (Tabla 3) estipulados en la Norma Ambiental sobre control de Descargas a Aguas Superficiales, Alcantarillado Sanitario y Aguas Costeras (MIMARENA 2012), la cual establece las características de las descargas de residuos líquidos o aguas residuales a cuerpos de aguas superficiales, alcantarillados sanitarios y aguas costeras.

Los requerimientos contenidos en la norma son de cumplimiento obligatorio en todo el territorio nacional para todas las personas, tanto públicas como privadas responsables de descargas de aguas residuales o residuos líquidos generados por actividades industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias, de servicios, domésticas, municipales, recreativas y de cualquier otro tipo.

Tabla 3. Valores Máximos Permisibles para control de Descargas a Aguas Superficiales, Alcantarillado Sanitario y Aguas Costeras.

Población Hab.Equiv	VALORES MAXIMOS PERMISIBLES								NMP/10 0ml
	-	Mg/L							
	pH	DBO ₅	DQO	SS	N-NH ₄	N-(NH ₄ +NO ₃)	P-PO ₄	Cl.res	C.T
≤5,000	6-8.5	50	160	50	-	-	-	0.05	1000
5,001-10,000	6-8.5	45	150	45	-	-	-	0.05	1000
10,001-100,000	6-8.5	35	130	40	10	18	3	0.05	1000
>100,001	6-8.5	35	130	35	10	18	2	0.05	1000

Nota: La producción de DBO₅ de un habitante equivalente es aproximadamente 60g/hab/d

Demanda biológica de oxígeno DBO₅

Demanda química de oxígeno DQO

Sólidos suspendidos (SS)

Nitrógeno del amonio (N-NH₄)

Nitrogeno amonio y nitratos N-NH₄+NO₃

Fósforo de ortofosfatos (P-PO₄)

Cloro residual (Cl₂. Res) libre

Coliformes totales (C.T)

Fuente: MIMARENA 2012.

Según el IX Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, la población de Fantino es de 22,117 personas, con una densidad poblacional de 249 hab/Km². Basados en esta información se han seleccionado los valores máximos permisibles de pH, DQO y DBO₅ y Nitrógeno Total, para una población Habitante Equivalente entre 10,000-100,000.

Se puede evidenciar que el valor del pH se encuentra dentro de los límites permisibles con un resultado de 7.8, mientras que la DQO con un resultado de 400 mg/l supera el valor máximo permitido que es de 130 mg/l, de igual forma la DBO₅ tiene un resultado de 113 mg/l superando el valor máximo permitido de 35 mg/l, en cuanto al Nitrógeno Total tiene un resultado de 34 mg/l superando el valor máximo permitido de 18 mg/l.

También se han tomado en cuenta los lineamientos establecidos en la Norma Ambiental para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos no Peligros (NA-RS-001-03), que tiene el objetivo de proteger la salud humana y la calidad de vida de la población, así como promover la preservación y protección del ambiente, estableciendo los lineamientos para la gestión de los residuos sólidos municipales no

peligrosos. Especifica los requisitos sanitarios que se cumplirán en los almacenamientos, recolección, transporte y disposición final, así como las disposiciones generales para la reducción, reaprovechamiento y reciclaje.

Según Ardila et al. 2012, los criterios de biodegradabilidad según la relación DBO₅/DQO son los siguientes:

DBO ₅ /DQO	Carácter
> 0.8	Muy biodegradable
0.7 – 0.8	Biodegradable
0.3 – 0.7	Poco biodegradable
< 0.3	No biodegradable

Tomando estos criterios como base se ha calculado esta relación para los líquidos lixiviados del vertedero del municipio Fantino, cuyo resultado fue de 0.28, indicando que estos son “No biodegradables”.

4.3 Impacto de los líquidos lixiviados del vertedero de Fantino en la calidad de las aguas subterráneas, en el suelo, la flora, la fauna y el paisaje.

Los lixiviados de los vertederos son una fuente importante de contaminación para el medio ambiente. Además de contener contaminantes orgánicos, los lixiviados pueden contener contaminantes inorgánicos como metales y sales; microorganismos; y parásitos, virus y bacterias causantes de enfermedades. Estos contaminantes pueden propagarse rápidamente a las fuentes de agua cercanas si los lixiviados ingresan a los pozos locales o al agua subterránea.

El lixiviado es considerado un material peligroso por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Debe manejarse con cuidado para proteger la salud pública y el medio ambiente

A continuación, en la tabla 4 se presentan los resultados de los parámetros fisicoquímicos, para una muestra de agua subterránea ubicada en las coordenadas decimales 19.1198030, - 70.2816120, figura 4 y anexo 5.7.2, se obtuvo lo siguiente:

Tabla 4. Resultados parámetros fisicoquímicos de una muestra de agua subterránea, de un pozo ubicado en la envasadora Máximo Gas, municipio Fantino.

PUNTO MUESTREO : 65 POZO		HORA MUESTREO : 75500	
PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	NORMA
HIERRO	0.2	mg/L	0.3
pH	7.3		6.5-8.5
SULFATO	9.0	mg/L	400.0

OBSERVACION : Parámetros físico químicos dentro de la norma.

Fuente: Laboratorio de Calidad de Agua de CORAASAN. Diciembre 2024.



Figura 4. Ubicación pozo muestra de agua subterránea.

Fuente propia

De acuerdo con las medidas de los resultados se comparó si los parámetros se encuentran dentro de los valores máximos permisibles (Tabla 5) estipulados en la

Norma Ambiental sobre Calidad de Aguas Subterráneas y Control de Descargas al subsuelo (MIMARENA 2004), que tiene por objeto proteger, conservar y mejorar la calidad de los cuerpos hídricos nacionales, en particular de las aguas subterráneas, para garantizar la seguridad de su uso y promover el mantenimiento de condiciones adecuadas para el desarrollo de los ecosistemas asociados a las mismas, en cumplimiento con las disposiciones de la Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ley 64-00).

La clasificación de las aguas subterráneas muestreadas, de acuerdo con el uso actual o potencial es Clase A-1: Aguas aprovechables para abastecimiento doméstico, uso industrial que requiera de agua potable y aguas destinadas para el riego de vegetales de consumo crudo. No requiere tratamiento previo, excepto desinfección.

También se cuenta con la clasificación de acuerdo con la vulnerabilidad intrínseca del acuífero, como se muestra a continuación:

- 1) Vulnerabilidad Extrema.
- 2) Vulnerabilidad Alta.
- 3) Vulnerabilidad Moderada.
- 4) Vulnerabilidad Baja.
- 5) Vulnerabilidad no significativa.

Para evaluar las aguas subterráneas es muy importante contar con información geológica de la zona. En la figura 5 se muestra un extracto de la Hoja Geológica de Fantino 6173 III, donde se puede evidenciar sobre que formación geológica se encuentra el vertedero del municipio de Fantino. Esta consiste en:

29 Glacis. Gravas, arenas y limos

28 Llanura aluvial. Limos, arenas y arcillas con cantos

Desde el punto de vista hidrogeológico el emplazamiento del vertedero está ubicado sobre formaciones del Cuaternario, como se observa en el Esquema Hidrogeológico de la figura 6, de Permeabilidad media por porosidad intergranular. Lutitas, gravas y limos.

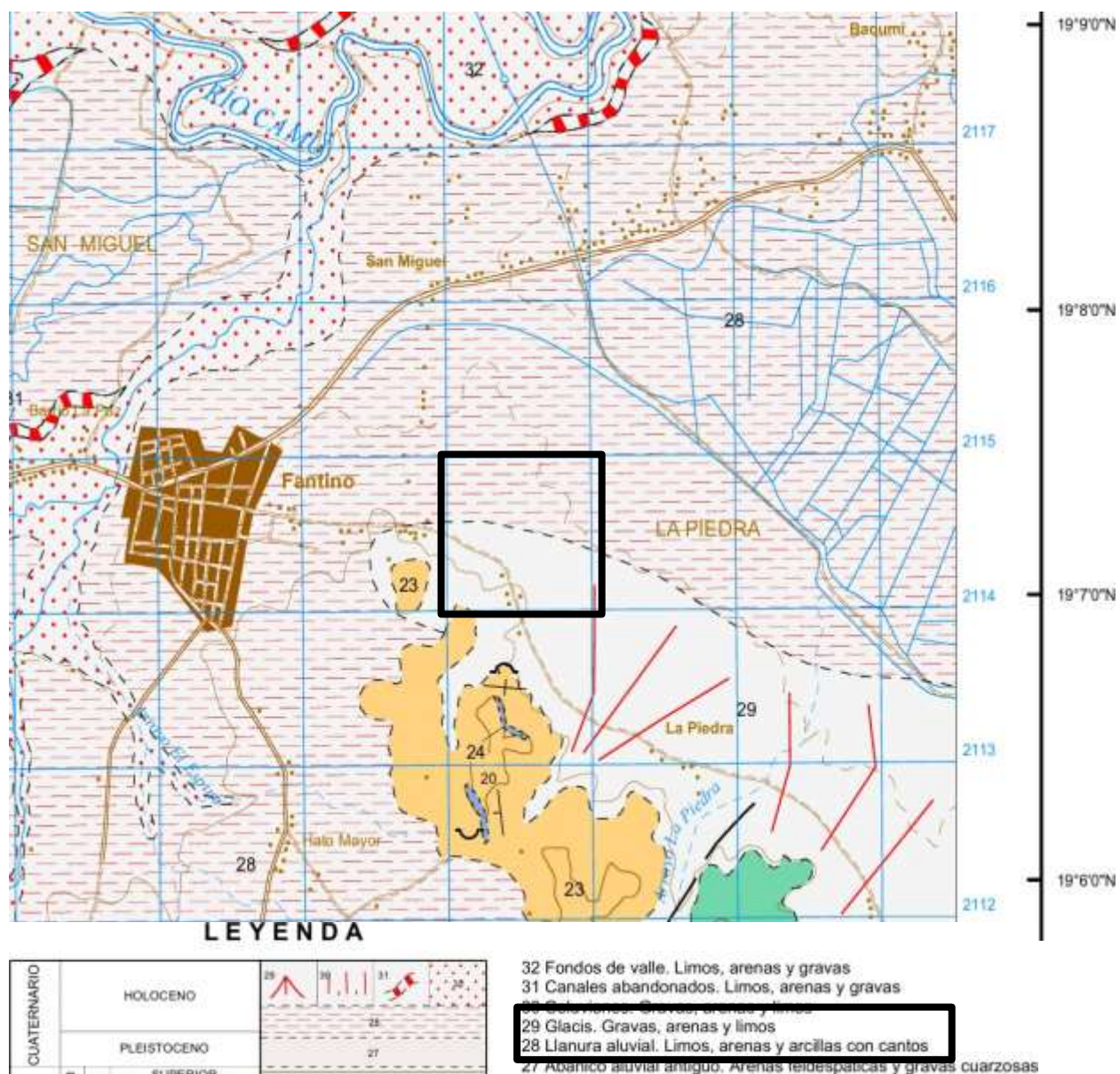
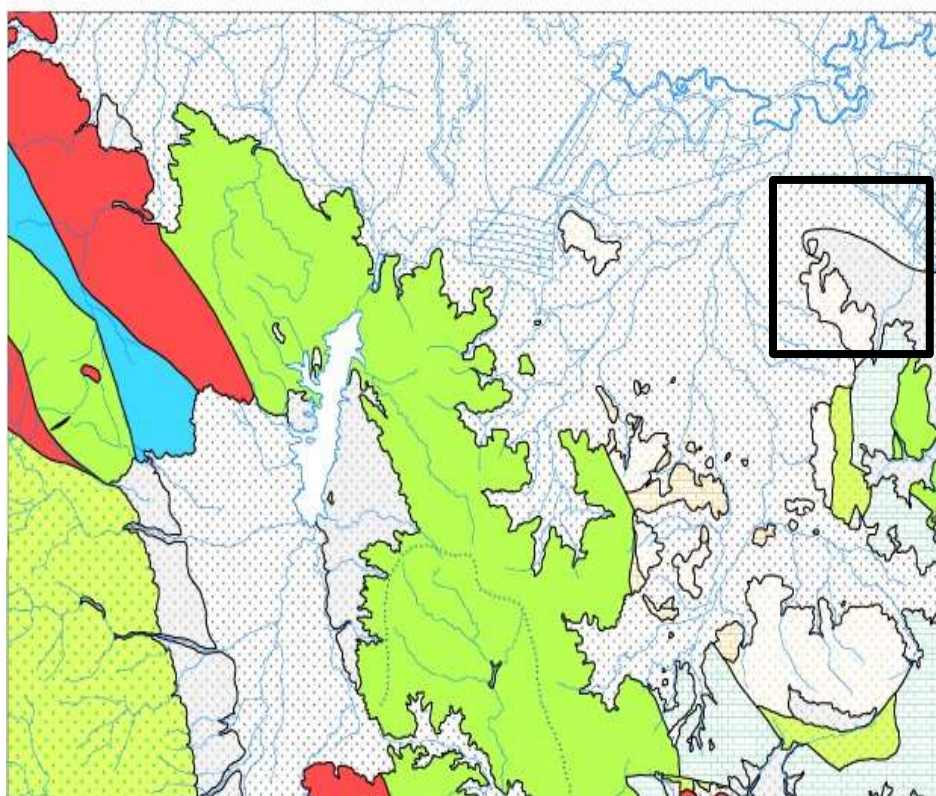


Figura 5. Extracto de la Hoja Geológica Fantino con la geología del área del p proyecto.

ESQUEMA HIDROGEOLOGICO



Escala 1:200.000

CUATERNARIO

- Permeabilidad alta por porosidad intergranular. Gravas, arenas y lutitas
- Permeabilidad media por porosidad intergranular. Lutitas, gravas y limos

PALEÓGENO

- Permeabilidad alta por karstificación y fracturación. Calizas
- Permeabilidad media-baja por fisuración y porosidad intergranular. Congl. y gravacas
- Divisoria de cuencas hidrográficas

CRETÁCICO

- Permeabilidad media-baja por fracturación y porosidad intergranular. Brechas
- Permeabilidad media-baja por fracturación y porosidad intergranular. Areniscas y lutitas
- Permeabilidad muy alta por karstificación y fracturación. Calizas
- Permeabilidad baja. Rocas volcánicas, volcanoclásticas y esquistos

JURÁSICO SUPERIOR

- Permeabilidad baja. Volcanitas básicas

ROCAS INTRUSIVAS

- Permeabilidad baja. Rocas plutónicas

Figura 6. Esquema Hidrogeológico del área de estudio.

Tabla 5. Valores de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en aguas subterráneas.

Valores máximos de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en aguas subterráneas (Primera etapa de implementación de la norma)			
Parámetro	Unidad	Tipos de Aguas Subterráneas	
		Clase A	Clase B
		A-1 A-2	

Orgánicos

Hidrocarburos $\mu\text{g/l}$ Reporte Reporte Reporte
 Totales* obligatorio obligatorio obligatorio

Sustancias y Parámetros que Pueden Provocar Quejas de Consumido

Amoniaco	mg/l	1.5	1.5	No aplica
Cloruro	mg/l	350	350	
Color	U.Pt-Co	5.0	15.0	
Dureza	mg/l	500	500	
Grasas y Aceites	mg/l	Ausentes	Ausentes	
Hierro	mg/l	0.3	0.3	

Sustancias y Parámetros que pueden Provocar Quejas de Consumido

Manganeso	mg/l	0.1	0.1	No aplica	PH	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
Sodio	mg/l	200	200				
Sulfato	mg/l	400	400				
Sólidos Totales							
Disueltos	mg/l	1,000	1,000				
Turbiedad	U.N.T.	5.0	15.0				
Zinc	mg/l	3.0	3.0				

* Este parámetro deberá muestrearse para tener valores de referencia y establecer tendencias.

Fuente: MIMARENA 2004.

Se puede evidenciar que todos los parámetros analizados se encuentran dentro de la norma, según la muestra de agua que fue tomada en el pozo ubicado en la envasadora Máximo Gas, el valor del pH se encuentra dentro de los límites permisibles con un resultado de 7.3, mientras que el hierro tiene un resultado de 0.2 mg/l y el sulfato tiene un resultado de 9 mg/l.

La tabla 6 muestra los resultados del análisis cuantitativo de los impactos producidos por los líquidos lixiviados del vertedero del municipio Fantino. Los indicadores de impactos considerados fueron: Pérdida de suelo fértil, parámetros fisicoquímicos fuera de los estándares, desaparición de especies de flora y fauna, alteración del hábitat, alteración del paisaje, agricultura, contaminación, afecciones a la salud.

Tabla 6. Evaluación impactos líquidos lixiviados vertedero Fantino.

Medio	Factor	Indicadores de impacto	Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad	Impacto total	Valor
Físico	Suelo	Pérdida de suelo fértil	-1	3	3	3	3	3	3	-18	Alto
		Líquidos lixiviados	-1	3	3	3	3	3	3	-18	Alto
Biótico	Agua	Aguas subterráneas	-1	1	3	2	2	2	2	-12	Moderado
		Desaparición de especies	-1	3	3	3	3	3	3	-18	Alto
	Fauna	Desaparición de especies	-1	3	3	3	3	3	3	-18	Alto
		Alteración Hábitat	-1	3	3	3	3	3	3	-18	Alto
Perceptual	Paisaje	Alteración del paisaje	-1	3	3	3	3	3	3	-18	Alto
Socio económico	Económico	Agricultura	-1	3	3	3	3	3	3	-18	Alto
		Afecciones a la salud	-1	3	3	3	3	3	3	-18	Alto
	Social	Afecciones a la salud	-1	3	3	3	3	3	3	-18	Alto

Fuente propia: Tomando como base la metodología desarrollada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

4.4 Percepción de la población sobre el mal olor y la contaminación visual producida por los líquidos lixiviados del vertedero de Fantino.

La fuente de los datos de cada uno de los gráficos es un Formulario de Google que contiene un cuestionario aplicado a los departamentos de Ornato, Gestión de Riesgo de la Alcaldía y los transeúntes que pasan frente al vertedero en el período marzo-agosto 2024.

En el gráfico 1 se muestra el sexo de los participantes en la encuesta realizada.

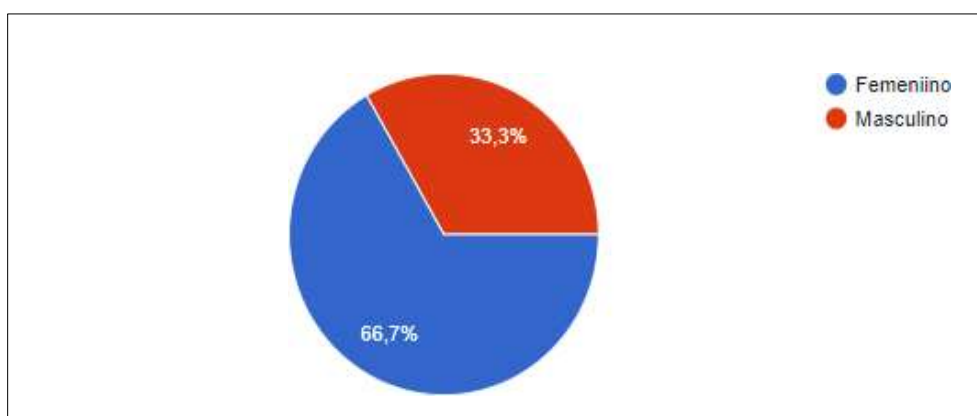


Gráfico 1. Sexo de los participantes.

El **66,7 %** de los encuestados era de sexo femenino, esto indica predominio de dicho género y **33.3%** corresponden al sexo masculino.

En estos datos se pudo reflejar una disparidad de género. Esta disparidad es una tendencia común en muchas instituciones y en las personas que transitan frente al vertedero. Es importante seguir promoviendo la equidad de género.

En el gráfico 2 se presentan las respuestas relacionadas a la siguiente pregunta: ¿Has notado mal olor en el entorno del vertedero que se atribuya a los lixiviados?

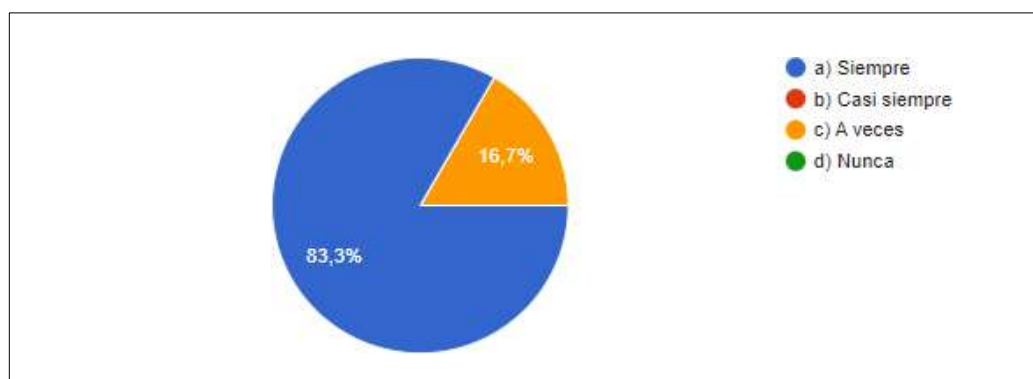


Gráfico 2. Mal olor en el entorno del vertedero.

Las respuestas de las personas encuestadas establecen que el **83,3 %** siempre han notado mal olor en su entorno del vertedero que se atribuya a los lixiviados, el **16,7 %** respondieron que a veces, las respuestas casi siempre y nunca tiene un valor de **0 %**.

Los resultados de la encuesta indican que la gran mayoría de las personas encuestadas siempre perciben mal olor del vertedero.

El gráfico 3 muestra las respuestas sobre la frecuencia con que la población percibe el mal olor del vertedero.

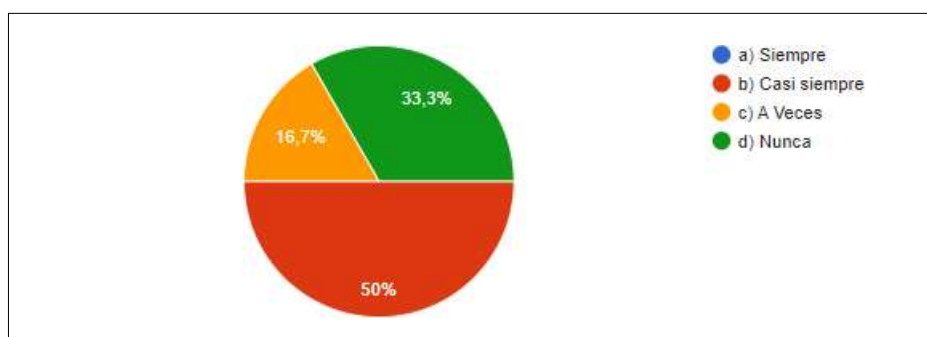


Gráfico 3. Frecuencia en la que se percibe el mal olor del vertedero.

Las respuestas de los encuestados establecen que el **50 %** dicen que casi siempre, un

33,3% dicen que nunca y el **16,7%** dice que a veces.

En estos resultados sugieren que, si bien algunos de los colaboradores no sienten el mal olor del vertedero, la mitad de los transeúntes lo perciben casi siempre.

El gráfico 4 corresponde a la pregunta: ¿Ha notado los líquidos lixiviados en el entorno del vertedero?

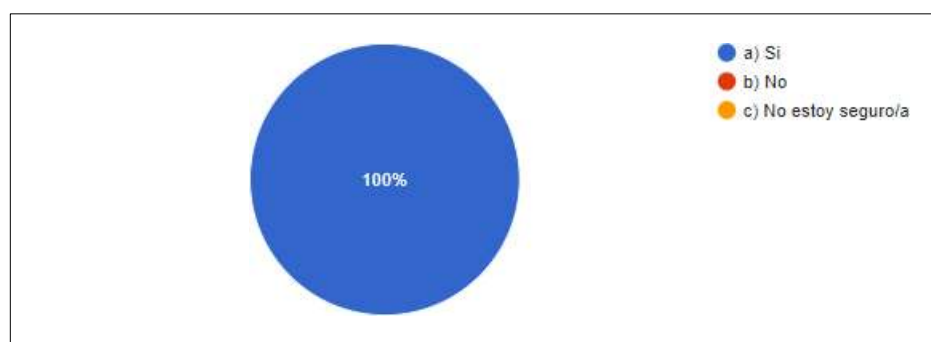


Gráfico 4. Líquidos lixiviados en el entorno del vertedero.

Las respuestas de los encuestados establecen que el **100 %** dicen que sí han notado los líquidos lixiviados en el entorno del vertedero.

Estos resultados indican que todos los encuestados están convencidos de que en el vertedero hay una contaminación causada por los líquidos lixiviados.

El gráfico 5 corresponde a la pregunta: ¿El impacto visual del vertedero afecta en su calidad de vida?

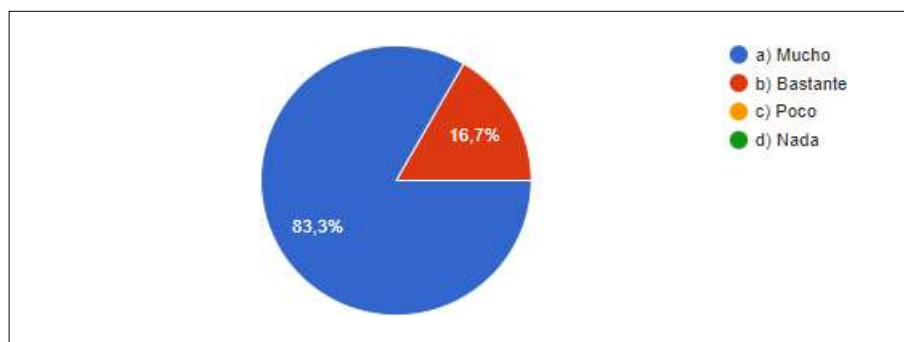


Gráfico 5. Impacto visual del vertedero en la calidad de vida.

El grado de importancia que le atribuyen a la salud visual, la respuesta de los encuestados establece que el **83,3 %** dice que mucho y **16,7%** dicen que bastante, mientras que **0 %** dicen poco y nunca.

Estos resultados indican que el vertedero se encuentra en muy mal estado. Los encuestados, puede tener un efecto negativo.

El gráfico 6 corresponde a la pregunta: ¿Los líquidos que se ven en el frente del vertedero producen mal olor?

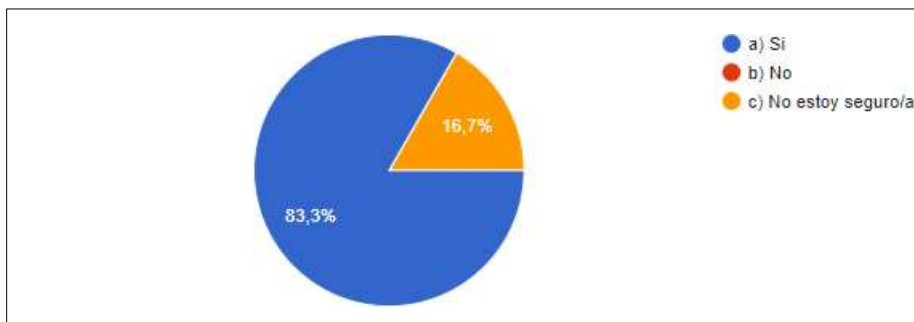


Gráfico 6. Líquidos en el frente del vertedero.

Ante esta pregunta se ha notado que existe un fuerte foco de contaminación con los lixiviados en el frente del vertedero, la respuesta de los encuestados establece que el **83,3 %** dicen que **sí**, el **16,7 %**, dice que **no** mientras que un **0%** dice que no están seguros.

El gráfico 7 muestra las respuestas a la pregunta: ¿El impacto visual y/o el olor del vertedero afecta su bienestar general?

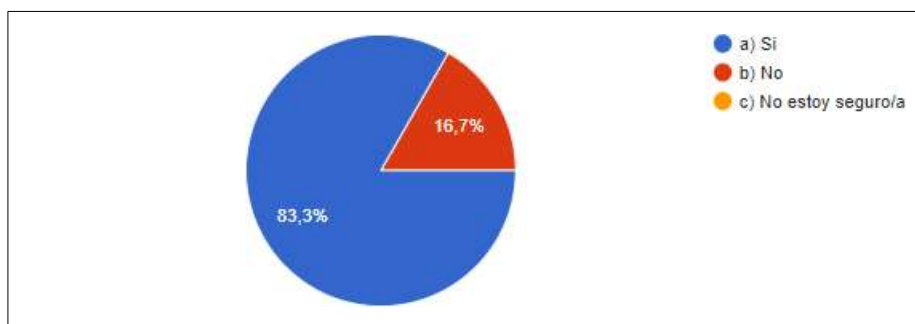


Gráfico 7. Impacto visual y/o el olor del vertedero en el bienestar general.

Ante la pregunta que, si el impacto visual y/o el olor del vertedero afecta su bienestar general, la respuesta de los colaboradores encuestados establece que el **83,3** % dicen que **sí**, el **16,7** %, dice que **no**.

Es importante destacar que ningún colaborador se mostró indeciso o inseguro en su respuesta. En general, la mayoría de los encuestados creen que el impacto visual y/o el olor del vertedero afectan su bienestar general. Sin embargo, un grupo tiene una opinión contraria.

El gráfico 8 corresponde a la pregunta: ¿Ha observado contaminación visual?

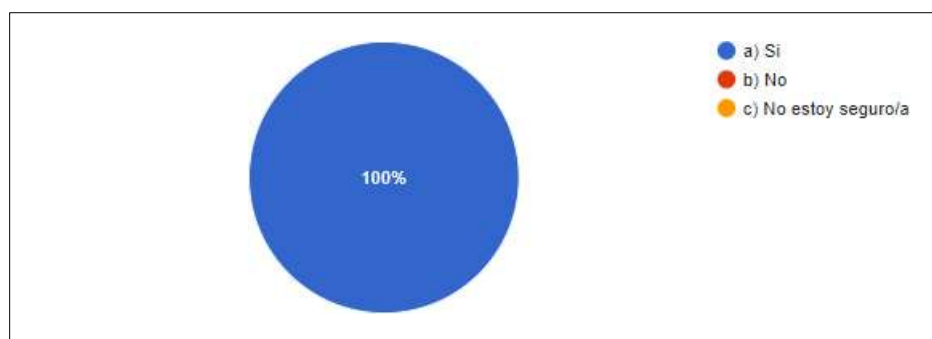


Gráfico 8. Contaminación visual en el vertedero.

Ante la pregunta de que, si ha observado contaminación visual, la respuesta de los encuestados establece que el **100 %** dicen que sí.

Estos resultados indican que todos los encuestados están convencidos de que en el vertedero hay contaminación visual.

El gráfico 9 muestra los resultados de la pregunta: ¿Depositán los camiones del ayuntamiento los desechos hospitalarios en el vertedero juntos con los demás desechos sólidos?

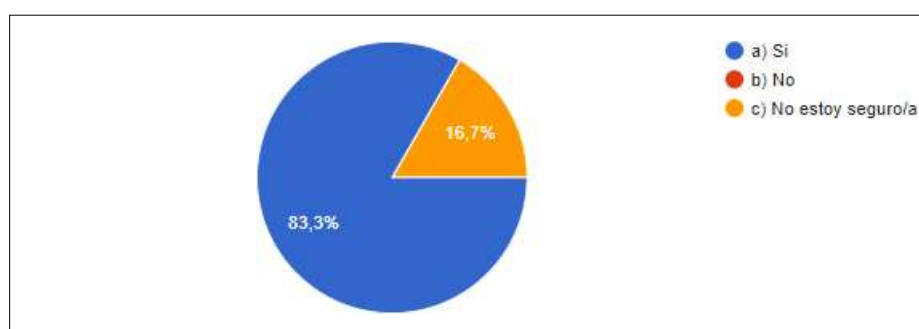


Gráfico 9. Depósito de desechos hospitalarios en el vertedero de Fantino.

Ante esta pregunta se ha notado que existen fuerte foco de contaminación con los lixiviado de los desechos hospitalarios, la respuesta de los encuestados establece que el **83,3 %** dicen que **sí**, el **16,7 %**, dice que **no está seguro**.

4.5 Medidas implementadas por la alcaldía de Fantino para el manejo de los líquidos lixiviados producidos por el vertedero.

El gráfico 10 muestra las respuestas a la siguiente pregunta: ¿Está al tanto de algunas medidas implementadas por la Alcaldía para mitigar el impacto de los líquidos lixiviados?

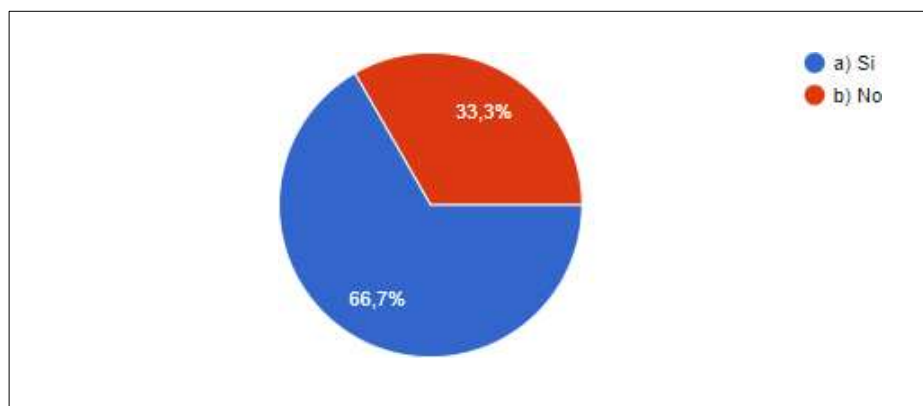


Gráfico 10. Medidas por la alcaldía para mitigar el impacto de los líquidos lixiviados.

Las respuestas de los encuestado establecen que el **66,7%** dicen que **sí**, mientras que el **33,3%** de la muestra dice que **no**. De acuerdo con estos resultados, se puede interpretar que la alcaldía implementa medidas de mitigación para gestionar los lixiviados del vertedero de Fantino.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Introducción

En este capítulo se presenta el análisis de los datos obtenidos en la investigación realizada, con el objetivo de evaluar el impacto de los Líquidos Lixiviados del Vertedero del Municipio de Fantino en su Zona Urbana, para poder dar respuesta a las preguntas de investigación que se presentan en el planteamiento del problema. Las conclusiones y recomendaciones han sido elaboradas a partir de las respuestas a las preguntas ya indicadas.

5.2 Fundamentación

¿Qué características físicas y químicas poseen los líquidos lixiviados del vertedero del municipio de Fantino?

De acuerdo con la caracterización de los parámetros fisicoquímicos analizados durante esta investigación, se obtuvo el índice de biodegradabilidad de la relación DBO_5/DQO igual a 0.28, lo cual indica que los líquidos lixiviados del vertedero de Fantino son “No biodegradable”, por lo que deben emplearse procesos químicos como tratamientos para poder facilitar un postratamiento biológico como el uso de humedales artificiales o biorremediación.

¿Cuál es el impacto producido por los líquidos lixiviados del vertedero de Fantino en la calidad de las aguas subterráneas, el suelo, la flora, la fauna y el paisaje?

Con el uso de la metodología desarrollada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se pudo constatar que los líquidos lixiviados del vertedero de Fantino producen un

“Alto” impactos en el suelo, la flora, la fauna y el paisaje. En cuanto a las aguas subterráneas el impacto resultó “Moderado”, debido a que los parámetros fisicoquímicos que fueron evaluados están dentro de los límites permisibles por la Norma Ambiental de Calidad de las Aguas Subterráneas y Descargas al Subsuelo. Aunque es importante resaltar que el vertedero se ubica sobre formaciones del Cuaternario, de Permeabilidad Media, por lo que un mal manejo de los lixiviados puede poner en peligro la calidad de las aguas subterráneas.

Cabe destacar los resultados de la tesis de maestría de María de León (UNPHU 2023), que incluye el municipio de Fantino, la cual presenta los riesgos e impactos ambientales ocasionados por el emplazamiento de vertederos, entre ellos están: Emisiones de humo, se incendia / fuego, malos olores, polvo, presencia de lixiviados, emisiones de gases, proximidad a cuerpos de agua, presencia de buzos, presencia de animales, contaminación de suelo, contaminación de agua, vectores: moscas, gusanos, mosquitos, ratones, afectación del paisaje, ubicación en zonas vulnerables y presencia de poblaciones cercana a 1 km.

¿Cuál es la percepción de la población sobre los malos olores y la contaminación visual producidos por los líquidos lixiviados del vertedero de Fantino?

Los resultados de las encuestas arrojaron que la población está siendo afectada por los malos olores que se producen debido a la descomposición de la materia orgánica del vertedero y la degradación anaeróbica de los residuos, además de la contaminación visual que causa a toda la población al cruzar por el emplazamiento, donde el 83.3% respondió que este problema está afectando su salud en sentido general. A esto se suma que el vertedero se ubica muy cerca de los asentamientos humanos o comunidades.

¿Cuáles medidas implementa la alcaldía de Fantino para el manejo de los lixiviados?

De acuerdo con las personas que fueron entrevistadas, si existen medidas implementadas por la alcaldía para el buen manejo de los lixiviados, pero presentaron falta de conocimiento para indicar de manera detallada cada una de las actividades que la alcaldía lleva a cabo para la mejora de la gestión de los lixiviados de la zona.

Se debe implementar un Plan de Manejo de Residuos Sólidos y de los Lixiviados, para mitigar los impactos producidos por el vertedero de Fantino.

5.3 Conclusiones

Con los resultados de la caracterización de los líquidos lixiviados en el vertedero del municipio de Fantino, se concluye que el área está altamente impactada, superando los límites establecidos por las normas para los parámetros DBO₅, DQO y Nitrógeno Total.

En cuanto a las aguas subterráneas, el pozo que fue muestreado en la empresa Máximo Gas, no presenta afectación de su calidad para los tres parámetros medidos que fueron el pH, el hierro y el sulfato, todos dentro los límites permisibles por las normas.

La alcaldía de Fantino no cuenta con un sistema de gestión ambiental para manejar de manera adecuada el destino final de los desechos.

Con relación a los desechos no existe una clasificación de estos.

La alcaldía tiene que aplicar métodos y procedimientos de acuerdo con la Ley General de Medio Ambientes y Recursos Naturales No. 64-00, para que este municipio tenga un adecuado manejo de los desechos desde su producción hasta su destino final.

En el hospital de Fantino los desechos del área de odontología y los del área de emergencia son recogidos por los camiones del ayuntamiento y los vierten en el vertedero juntos a todos los desechos del municipio de Fantino sin ningún proceso de eliminación o destrucción de los gérmenes patológicos o los materiales infectados lo cual se convierte en un potencial foco de contaminación ambiental con los lixiviados producido por estos desechos.

Percepción del Mal Olor: Un 83,3% de las personas encuestadas reportan que siempre han notado mal olor en su entorno, lo que indica un problema significativo relacionado con los lixiviados del vertedero. Esto sugiere que el impacto ambiental es evidente y afecta la calidad de vida de los residentes cercanos.

Falta de Conocimiento sobre Medidas: La encuesta también sugiere que podría haber una falta de información sobre las medidas que la alcaldía ha implementado para mitigar este problema, lo que podría generar desconfianza o frustración entre la comunidad.

5.4 Recomendaciones

Realizar una caracterización completa de la composición física, química, biológica y de metales pesados, de los líquidos lixiviados del vertedero del municipio de Fantino y de las aguas subterráneas, ya que este trabajo de investigación se limitó a los parámetros pH, DBO5, DQO, Hierro, Sulfato y Nitrógeno Total.

Identificar las medidas implementadas por la alcaldía de Fantino para el manejo de los líquidos lixiviados producidos por el vertedero.

Basados en los hallazgos de la investigación se hace una serie de recomendaciones dirigidas a la alcaldía del municipio de Fantino, estas son:

Que implemente programas estratégicos, con el fin de mejorar la calidad del manejo de los líquidos lixiviados.

Que implemente un Sistema Gestión Ambiental que dé respuesta a las situaciones

medio ambientales.

Hacer un vertedero tipo relleno sanitario.

Mudarlo a otro lugar donde reduzca los riesgos ambientales (usar un espacio como centro de acopio, donde se viertan los residuos y de ahí sean llevado a una compañía de reciclaje).

Modernizar y perfeccionar el tratamiento de los desechos sólidos.

Adecuarse a los nuevos tiempos para el tratamiento de los desechos sólidos respetando las leyes que regulan el manejo de los desechos sólido.

Responsabilizar a la dirección del Hospital del Municipio de Fantino, para que realice el manejo de los desechos hospitalarios de manera adecuada.

Se deben implementar proyectos dirigidos al buen manejo de los desechos sólidos, de forma tal que no contamine al medio ambiente o que reduzca al mínimo la contaminación de este.

Involucrar a la Comunidad: Fomentar la participación de la comunidad en la identificación de problemas y en la búsqueda de soluciones relacionadas con el vertedero y su impacto ambiental.

Se proponen métodos de remediación químicos como los procesos de oxidación avanzada, la electrodiálisis o la oxidación, debido a que el índice de biodegradabilidad (DBO/DQO) es igual a 0.28, resultaron ser aguas no biodegradables. En adición, se recomienda la clausura inmediata del sitio porque no cumple con las características mínimas para ser un sitio de disposición final, por poner en riesgo el ambiente y la salud de la población, además de estar ubicado sobre formaciones geológicas de mediana permeabilidad

5.5 Aportes

Este trabajo de investigación se realiza con objetivo de aportar al conocimiento sobre el estado actual de los líquidos lixiviados del vertedero del municipio de Fantino y su impacto en la calidad del agua subterránea, el suelo, la flora, la fauna y el paisa.

5.6 Bibliografía

Abt Associates. (2023). Mitigación del Metano del Sector de los Residuos; Una Estrategia Global de Salud.

Caldera, Y., Sulbarán, D., Márquez, Y., Mendoza, I., & Fuentes, L. (2015). Situación ambiental generada por el vertedero a cielo abierto “Pedregalito” en el municipio Cabimas de Venezuela. *Revista Arbitrada Venezolana del Núcleo LUZ-Costa Oriental del Lago*, Vol. 10(Nº1), pp. 9-21.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Santiago, Chile.

Mancha, E., & Venegas, B. (2023). Percepción del riesgo de habitar en las inmediaciones de un sitio de disposición final de residuos sólidos, El Salto, México. *Revista de Ciencias Ambientales*, Vol. 57(No. 2).

Manzo, F., Lozano, L., Peláez, A., Peláez, A., & Carrillo, J. (2006). El impacto negativo sobre la salud humana de los Rellenos Sanitarios Húmedos.

Ministerio de salud y protección social Colombia & Organización Panamericana de la Salud: OPS/OMS. (2012). Lineamiento para la vigilancia sanitaria y ambiental del impacto de los olores ofensivos en la salud y calidad de vida de las comunidades expuestas en áreas urbanas.

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico de España. (2015).

Vertederos de Residuos.

Morales, J., Goitia, C., Guillen, G., & Morales, J. (2024). Lixiviados y Desechos Sólidos; Una inmersión profunda en la gestión ambiental. Ecuador.

Universidad Miguel Hernández de Elche. (2012). ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE MALOS OLORES EN LA ZONA NORTE DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE EL CAMPELLO, ALICANTE.

Waste Wise Cities. (Marzo de 2020). Vertederos. UNOHABITAT (4).

Wonner's, J. (2014). Tratamiento y aprovechamiento integral de los residuos sólidos urbanos: tratamientos de lixiviados y captación de gases. Córdoba: Universidad Católica de Córdoba.

5.7 Webgrafía

Admin. (2024, 5 agosto). *Sistemas y plantas para la gestión de lixiviados de vertederos*. Agua SIGMA. <https://aguasigma.com/articulos-tecnicos-tratamiento-de-lixiviados-en-vertederos/>

Telwesa. (2022, December 9). ¿Qué es un lixiviado? Telwesa. <https://telwesa.com/que-es-un-lixiviado/>

el lixiviado - Buscar con Google. (n.d.). https://www.google.com/search?q=el+lixiviado&rlz=1C1GCEU_enDO1088DO1089&oq=%20que+son+liquidos+lixiviados&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqCggBEAAYgAQYogQyCQgAEE%20UYORiABDIKCAEQABiABBiiBDIKCAIQABiABBiiBDIKCAMQABiABBiiBNIBCTI2%20NTM2ajBqN6gCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Cedeño, I. (2023, March 25). ¿Qué son los lixiviados y por qué deberían preocuparnos?» Proyectos llave en mano para el tratamiento y reciclado de residuos. - GTA Ambiental. *Proyectos llave en mano para el tratamiento y reciclado de residuos*.

- *GTA Ambiental*. <https://gtaambiental.com/lixiviados/>

Nuevoaristegui. (2016, January 8). Los lixiviados: características y actuaciones | AM Group. *Aristegui Maquinaria*. <https://www.aristegui.info/los-lixiviados-caracteristicas-y-actuaciones/>

Ropero, S. (2020, April 30). Lixiviados: definición, ejemplos y tratamiento. *ecologiaverde.com*. <https://www.ecologiaverde.com/lixiviados-definicion-ejemplos-y-tratamiento-2713.html>

Microscopio.Pro. (2023, June 16). Lixiviados: qué son, cómo tratarlos y ejemplos prácticos. . Microscopio.pro. <https://www.microscopio.pro/lixiviados-que-son-como-tratarlos-y-ejemplos-practicos/>

Nuevoaristegui. (2015, December 15). Cinco cosas que no sabías sobre los vertederos y su aislamiento | AM Group. *Aristegui Maquinaria*. <https://www.aristegui.info/cinco-cosas-que-no-sabias-sobre-los-vertederos-y-su-aislamiento/>

colaboradores de Wikipedia. (2020, November 22). *EMAS*. Wikipedia, La Enciclopedia Libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/EMAS>

de Medio Ambiente «BOE» núm., M., & De, de 29 de E. (s/f). *Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero*. Boe.es. Recuperado el 3 de febrero de 2025, de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2002/BOE-A-2002-1697-consolidado.pdf>

Cedeño, I. (2023, March 25). ¿Qué son los lixiviados y por qué deberían preocuparnos? » Proyectos llave en mano para el tratamiento y reciclado de residuos. - *GTA Ambiental*. *Proyectos llave en mano para el tratamiento y reciclado de residuos*. - *GTA Ambiental*. <https://gtaambiental.com/lixiviados/>

Admin. (2024, December 23). *Especialista en todo tipo de soldaduras plásticas*.

Aristegui Maquinaria. <https://www.aristegui.info/>

Gestión ambiental, qué es, principios, prácticas principales - Ferrovial. (2024, May 16). Ferrovial. <https://www.ferrovial.com/es/recursos/gestion-%20ambiental/>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (s. f.). Informe metodológico estandarizado.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (s. f.). Capítulo 5: Economía. En Perú: Compendio Estadístico 2020.

Alcaldía de Medellín. (s. f.). *¿Qué es un ecosistema? Tipos, funciones y 15 ejemplos de los más comunes que podemos ver en distintos lugares.*

Álvarez, D. O. (2024, October 25). 20 Ejemplos de Compuestos Químicos. <https://www.ejemplos.co/20-ejemplos-de-compuestos-quimicos/#ixzz8eYsopYtJ>

Residuos: qué son, cómo se gestionan - Ferrovial. (2022, September 22). Ferrovial. <https://www.ferrovial.com/es/recursos/residuos/>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (s. f.). Clasificación, reciclaje y valoración de los RSU. Gobierno de México. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/clasificacion-reciclaje-y-valoracion-de-los-rsu>

¿Qué es la biodiversidad? - Buscar con Google. (n.d.). <https://www.google.com/search?q=%C2%BFQu%C3%A9+es+la+biodiversidad%3F&oq=%20%C2%BFQu%C3%A9+es+la+biodiversidad%3F&aqs=%20rome..69i57j0i512l9.3389j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

¿Qué es la biodiversidad? (2021, August 17). Argentina.gob.ar.
<https://www.argentina.gob.ar/ambiente/contenidos/biodiversidad>

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU). (s. f.). *Proyecto de instalación de planta de tratamiento de lixiviados sostenible, caso aplicado al vertedero de Duquesa*. Recuperado de:
<https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/811/Proyecto%20de%20instalaci%C3%B3n%20de%20planta%20de%20tratamiento%20de%20lixiviados%20sostenible%2C%20caso%20aplicado%20al%20vertedero%20de%20Duquesa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Banco de la Reserva de la República Dominicana (BVRD). (s. f.). *Vertedero de Duquesa: Informe sobre consecuencias ambientales y de salud*. Recuperado de:
<https://bvearmb.do/bitstream/handle/123456789/5007/Vertedero-de-Duquesa-Informe-Consecuencias-Ambientales-y-de-Salud.pdf?sequence=1>

Ciudad Alternativa. (2020). *De lo establecido a lo percibido: Residuos sólidos en Santo Domingo y el Distrito Nacional*. Recuperado de:
<https://www.ciudadalternativa.org.do/wp-content/uploads/2020/06/De-lo-establecido-a-lo-percibido-residuos-s%C3%B3lidos-en-Santo-Domingo-y-el-Distrito-Nacional.pdf>

Taller-del-lixiviado-2.docx.pdf | College sidekick. (2024, March 6).
<https://www.collegesidekick.com/study-docs/5152629>

Ciudad Alternativa. (2020). *De lo establecido a lo percibido: Residuos sólidos en Santo Domingo y el Distrito Nacional*. Recuperado de:
<https://www.ciudadalternativa.org.do/wp-content/uploads/2020/06/De-lo-establecido-a-lo-percibido-residuos-s%C3%B3lidos-en-Santo-Domingo-y-el-Distrito-Nacional.pdf>

Tuset, S. (2023, November 6). Tratamiento de lixiviados de vertedero | Condorchem Enviro Solutions. Condorchem Enviro Solutions. <https://condorchem.com/es/blog/tratamiento-de-lixiviados-de-vertedero/>

5.8 Anexos

5.8.1 Resultados análisis fisicoquímicos líquidos lixiviados y aguas subterráneas (pozo), laboratorio CORAASAN.



CORPORACION DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE SANTIAGO Pag. 1 de 1

(CORAASAN)

RESULTADOS SERVICIOS LABORATORIO

Av. Circunvalación #123, Nibaje, Santiago, Rep. Dom.

Telf.: 809-582-4343

Solicitud No.	I 450694
Fecha Recepción de Muestra	2024/11/29
Fecha Entrega de Resultado	2024/12/02

Observación

En atención a su solicitud, me permito remitirle los resultados correspondientes a los www.coraasan.gov.do
RNC-402006238

DATOS CLIENTE

Número del Cliente : 8683

Nombre...: EUSEBIO DURAN CORNELIO

Teléfono.: 829-728-6765

Celular....: 809-924-8495

Dirección: PRINCIPAL 50

SIERRA PRIETA COTUI, LAS MATAS DE COTUI

Contacto Empresa : EUSEBIO DURAN

Email: eusebioduran92@gmail.com

TIPO DE SOLICITUD

LABORATORIO: AGUA POTABLE

Clasificación Muestra : AGUA SUBTERRANEAS

TIPO DE ANALISIS

Físicoquímico ☒ Microbiológico ☐

Solicitado Por: La Empresa

Muestra tomada por : LABORATORIO CORAASAN

servicios de su interés, los cuales, están sujetos al reglamento y a las disposiciones legales que rigen estos servicios públicos.

PUNTO MUESTREO : 65 POZO		HORA MUESTREO : 75500	
PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	NORMA
HIERRO	0.2	mg/L	0.3
pH	7.3		6.5-8.5
SULFATO	9.0	mg/L	400.0

OBSERVACION : Parámetros fisico químicos dentro de la norma.



CORPORACION DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE SANTIAGO (CORAASAN)

RESULTADOS SERVICIOS LABORATORIO

Av. Circunvalación #123, Nibaje, Santiago, Rep. Dom.

Telf.: 809-582-4343

www.coraasan.gov.do

RNC-402006238

Solicitud No.	1 450699
Fecha Recepción de Muestra	2024/11/29
Fecha Entrega de Resultado	2024/12/04

DATOS CLIENTE

Número del Cliente : 8683

Nombre...: EUSEBIO DURAN CORNELIO

Teléfono.: 829-728-6765

Celular....: 809-924-8495

Dirección: PRINCIPAL 50

SIERRA PRIETA COTUI, LAS MATAS DE COTUI

Contacto Empresa : EUSEBIO DURAN

Email: eusebioduran92@gmail.com

TIPO DE SOLICITUD

Tipo de análisis : AGUA RESIDUALES

Físicoquímico ☒

Microbiológico ☐

Procedencia Muestra: La Empresa

Muestra tomada por : CLIENTE

En atención a su solicitud, me permito remitirle los resultados correspondientes a los servicios de su interés, los cuales, están sujetos al reglamento y a las disposiciones legales que rigen estos servicios públicos.

PUNTO MUESTREO 434 AGUA RESIDUAL

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD
DEMANDA BIOLOGICA DE OXIGENO	113.00	mg/l
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	400.00	mg/l
PH	7.80	unidad
NITROGENO TOTAL	34.00	mg/l
TEMPERATURA	24.90	°C

Ver los parámetros de referencia en la Norma de Calidad de Agua y Control de Descargas del Ministerio de Medio Ambiente.



5.8.2 Fotos del área de estudio.









5.8.3 Índice de Biodegradabilidad según la relación DBO₅/DQO.

CUADRO II. CRITERIOS DE BIODEGRADABILIDAD SEGÚN LA RELACIÓN DBO₅*/DQO** (Ardila *et al.* 2012)

DBO ₅ /DQO	Carácter
> 0.8	Muy biodegradable
0.7 – 0.8	Biodegradable
0.3 – 0.7	Poco biodegradable
< 0.3	No biodegradable

* Demanda bioquímica de oxígeno transcurridos cinco días de reacción; ** Demanda química de oxígeno

5.8.4 Cuestionario aplicado a empleados del Departamento de Ornato, Departamento de Gestión de Riesgo de la alcaldía y población del entorno.

1. Género:

- ☐ Masculino

- ☐ Femenino

- ☐ Otro

2. ¿Has notado mal olor en el entorno del vertedero que se atribuya a los lixiviados?

Siempre

A veces

Casi siempre

Nunca

3. ¿Está al tanto de alguna medida implementada por la alcaldía para mitigar el impacto de los líquidos lixiviados?

- ☐ Sí

- ☐ No

4. ¿con que frecuencia percibe el mal olor del vertedero?

Siempre

A veces

Casi siempre

Nunca

5. ¿Ha notado los líquidos lixiviados en el entorno del vertedero?

- ☐ Sí

- ☐ No

- ☐ No está seguro

6. ¿El impacto visual del vertedero afecta en su calidad de vida?

- ☐ Mucho

- ☐ Bastante

- ☐ Nada

- ☐ Poco

7. ¿Los líquidos que se ven en el frente del vertedero producen mal olor?

- ☐ Sí

- ☐ No

- ☐ No está seguro

8- ¿El impacto visual y/o el olor del vertedero afecta su bienestar general?

- ☐ Sí

- ☐ No

- ☐ No está seguro

9. ¿Ha observado contaminación visual?

- ☐ Sí

- ☐ No

- ☐ No está seguro

10. ¿Depositán los camiones del ayuntamiento los desechos hospitalarios en el vertedero juntos con los demás desechos sólidos?

- ☐ Sí

- ☐ No

- ☐ No está seguro