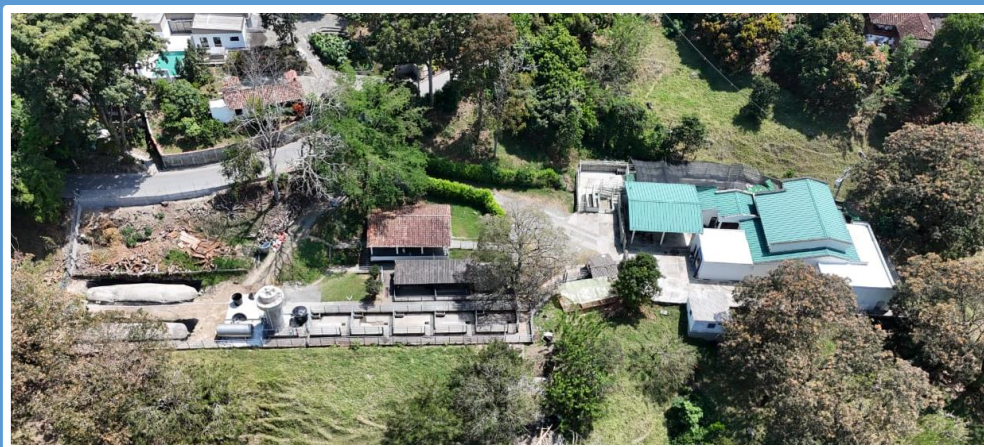


PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DEL VERTIMIENTO

FORTALECIMIENTO DE LA CADENA CÁRNICA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS GENERADOS EN LA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL DEL MUNICIPIO DE EBEJICO, ANTIOQUIA



2024



ALCALDÍA DE
EBÉJICO



CORANTIOQUIA

PRISM
E.S INGENIERIA SAS

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	4
2	OBJETIVOS	5
2.1	OBJETIVO GENERAL	5
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3	MARCO CONCEPTUAL.....	5
3.1	ZONA DE ESTUDIO	8
3.2	MARCO NORMATIVO	12
4	METODOLOGÍA.....	13
4.1	CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	14
4.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO IMPLEMENTADO	14
4.3	EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS	17
4.4	ANÁLISIS DE LOS DATOS Y VALORACIÓN AMBIENTAL	20
5	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN	21
5.1	EVALUACIÓN CUANTITATIVA	21
5.2	Evaluación cualitativa.....	22
6	METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO.....	32
6.1	PLANIFICACIÓN DEL PROCESO DE EVALUACIÓN	32
6.2	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	32
6.3	ANÁLISIS DE RIESGOS.....	32
6.4	EVALUACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE RIESGOS	33
6.5	FORMULACIÓN DE PLANES DE RESPUESTA A RIESGOS	33
6.6	DOCUMENTACIÓN Y COMUNICACIÓN.....	33
7	PLAN DE MANEJO DE DESASTRES	34
7.1	ALCANCE	34

7.2	DEFINICIONES CLAVE	34
7.3	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	34
7.4	PROCEDIMIENTO GENERAL DE RESPUESTA	35
7.4.1	Identificación y evaluación inicial	35
7.4.2	Activación del plan de emergencia	35
7.4.3	Contención y control	35
7.4.4	Evacuación	36
7.4.5	Notificación y coordinación externa	36
7.4.6	Comunicación de la situación	36
7.5	RECUPERACIÓN Y SEGUIMIENTO	36
7.6	EQUIPOS Y RECURSOS NECESARIOS	37
8	CONCLUSIONES	37
9	Referencias	39

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Aporte de carga orgánica por etapa del proceso de sacrificio	7
Tabla 2	Zonas de vida Ebéjico	12
Tabla 3	Parámetros de evaluación, matriz de aspecto e impactos ambientales (MAIA)	17
Tabla 4	Parámetros para la evaluación cuantitativa del impacto	17
Tabla 5	Valoración cualitativa de los impactos	20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de Ebéjico	8
Figura 2	Temperaturas promedio Ebéjico	9
Figura 3	Precipitación promedio Ebéjico	10
Figura 4	Humedad promedio Ebéjico	11

Figura 5 Vientos promedio Ebéjico	11
Figura 6 Esquema del sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	15
Figura 7 Mapa de riesgo de movimientos en masa, Ebéjico	19
Figura 8 Presencia de comunidades étnicas en zona de influencia de la planta	19

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ONU	Organización de las Naciones Unidas
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
SINA	Sistema Nacional Ambiental
CAR	Corporación Autónoma Regional
SGA	Sistema de Gestión Ambiental
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
PGRV	Plan de Gestión de Riesgo del Vertimiento
PBA	Planta de Beneficio Animal
DQO	Demanda Química de Oxígeno
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket (reactor anaeróbico de lodos de flujo ascendente)

1 INTRODUCCIÓN

Los impactos que las sociedades humanas estamos causando en el planeta son sin precedentes y han venido con altos costos ambientales. La demanda y extracción de recursos naturales superan la capacidad del planeta para reponerlos, y la producción de desechos excede la capacidad de la naturaleza para absorberlos, lo que ha resultado en la degradación de hábitats, disminución de especies y contaminación del aire, agua y suelo. Es crucial reevaluar nuestras prácticas y adoptar enfoques sostenibles para asegurar un futuro equilibrado y próspero para la humanidad y la naturaleza (Carabias, 2019).

En la actualidad una forma de medir el avance de un país u organización es a través de indicadores que permitan dilucidar el desarrollo sostenible, con este nuevo pensamiento se busca adoptar un enfoque más consiente de los recursos naturales que se usan en los procesos y en disminuir los impactos asociados a los procesos productivos. Como consecuencia de esta visión, muchas organizaciones han recurrido a la implementación de estrategias y programas que los ayuden a identificar y minimizar los impactos de su operación al medio ambiente y la sociedad (Leal, 2005).

El manejo adecuado de los vertimientos provenientes de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) es fundamental para garantizar la protección del medio ambiente, el cumplimiento de la normativa vigente y la sostenibilidad de los recursos ambientales. El Plan de Gestión de Riesgo de Vertimiento (PGRV) constituye una herramienta estratégica que permite identificar, evaluar y mitigar los riesgos asociados con los vertimientos de la planta. Este plan busca no solo prevenir emergencias ambientales, sino también garantizar que las operaciones de la PTAR se realicen bajo estándares óptimos de seguridad y sostenibilidad.

A través de un enfoque preventivo y correctivo, el PMRV integra acciones de monitoreo, control y respuesta ante posibles fallas en los sistemas de tratamiento, asegurando que los efluentes cumplan con los límites permisibles establecidos por la normatividad ambiental. Además, promueve la implementación de buenas prácticas operativas, el uso eficiente de los recursos y la capacitación del personal para responder de manera efectiva ante contingencias.

En conclusión, el Plan de Manejo de Riesgo de Vertimiento no solo es una obligación normativa, sino una oportunidad para que las PTAR operen de manera responsable, asegurando la preservación de los ecosistemas y promoviendo una gestión sostenible del agua. Este

documento servirá como guía para prevenir impactos adversos, gestionar eficazmente los riesgos y garantizar la continuidad de las operaciones bajo los más altos estándares ambientales.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar el Plan de Gestión de Riesgo de Vertimiento para la Planta de Beneficio Animal del municipio de Ebéjico Antioquia, para evitar las afectaciones de las condiciones ambientales y sociales del área de influencia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener un diagnóstico ambiental de la planta de tratamiento de agua residual de la PBA del municipio de Ebéjico, haciendo uso de la Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales
- Identificar los riesgos que se pueden presentar en el entorno debido al funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de la PBA del municipio de Ebéjico, y proponer un plan de manejo de desastres
- Definir acciones de prevención y reducción de riesgos que pueden afectar las condiciones ambientales del área de influencia de la PBA.
- Detallar acciones y procedimientos en el proceso de manejo de desastres para las posibles contingencias identificadas, con base en la priorización de riesgos.

3 MARCO CONCEPTUAL

Los Impactos Ambientales, son la alteración ya sea favorable o desfavorable de una acción humana, estas alteraciones se pueden dar de forma directa o indirecta en el entorno en donde se realiza la acción. Los impactos dependen en gran medida de la actividad que se realice como del entorno en donde se produzca: estos impactos siempre están asociados a actividades de tipo antropogénico, por lo cual alteraciones producidas por fenómenos naturales no son considerados impactos ambientales como tal (Rojo et al., 2023).

El impacto al ambiente que causan los humanos abarca una gran cantidad de efectos (en su mayoría negativos); estos impactos alteran la naturaleza, ecosistemas y en consecuencia la

vida de millones de personas en el mundo. Los efectos de estas alteraciones hacen cada vez más difícil la adaptación a cambios de ecosistemas sensibles, generando problemas a diferentes escalas, locales o globales (Organización de las Naciones Unidas, 2022). Debido a estos cambios, se hace necesaria la creación e implementación de propuestas, planes que traten de forma prioritaria el ambiente y su manejo, en consecuencia, de esto nace la evaluación ambiental como el instrumento usado por gobiernos e instituciones para la toma de decisiones y creación de planes, programas y políticas en pos del cuidado del ambiente a la par del desarrollo de proyectos de diversa índole (Viña et al., 2016).

En Colombia la Evaluación del Impacto Ambiental es un proceso fundamental para el desarrollo de proyectos que puedan tener un impacto sobre el medio ambiente en el territorio, para esto el país cuenta con regulaciones como lo son la Ley 99 de 1993, con la cual se crea el Ministerio de Ambiente y organiza el SINA y define como será el ordenamiento ambiental en el territorio nacional, y establece a las CAR como la máxima autoridad y administradoras de los recursos naturales en cada una de sus jurisdicciones (Ley 99, 1993). Adicionalmente otra norma guía en asuntos ambientales en el país es la norma ISO 14001-2015, esta es un estándar internacional que establece los requisitos necesarios para un SGA en una organización; esta norma ayuda a las empresas a identificar, priorizar y gestionar los impactos que se presenten y cómo manejarlos de una forma ordenada y sostenible (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones [ICONTEC], 2015).

Las actividades de sacrificio animal tienen un impacto ambiental significativo debido a los diversos procesos involucrados, que incluyen el manejo del ganado, el sacrificio, el procesamiento y la disposición de los residuos. Estos impactos pueden afectar el agua, por el vertimiento de sangre, grasas y aguas residuales con altas cargas de materia orgánica y nutrientes, lo que lleva a un incremento de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en cuerpos de agua receptores, lo que afecta la vida acuática. El suelo, por derrames y filtraciones en las áreas de proceso, lo que puede llevar a la aparición de vectores (ratas, moscas) y generar malos olores; contaminación al aire, por la liberación de olores desagradables (compuestos sulfurados y amoniacales), emisión gases de efecto invernadero (GEI) como el metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂) por la descomposición de residuos orgánicos. También se puede ver afectada la biodiversidad por la contaminación que afecta ecosistemas adyacentes generando la pérdida de hábitats y especies locales.

Tanto en el sacrificio de reses como de cerdos la mayoría de las salidas del proceso son reutilizables y tienen un valor económico; la carga orgánica que aportan los residuos del sacrificio de reses y cerdos varía en función de sus pesos y los subproductos del sacrificio que pueden ser reutilizados. En las siguientes tablas se puede ver el aporte de DBO5 que aporta el sacrificio de una res de 400 Kg en promedio y el aporte por cada kilogramo de carne de cerdo.

Tabla 1 Aporte de carga orgánica por etapa del proceso de sacrificio

Área proceso	de	Kg DBO5/Kg del cadáver		Gramos de DBO5/Kg en pie		Gramos de DBO5/ cabeza		Observación
		Reses	Cerdos	Reses	Cerdos	Reses	Cerdos	
Corrales		0,00025	0,00025	0,2	0,210	79	18,9	Cuando se saca el estiércol seco
Sangre		0,01	0,01	8	3,000	3160	270	Toda la sangre drenada durante actividades de matanza
Escaldado y depilado		X	0,00015	X	0,130	X	11	Desborde del tanque
		X	0,0004	X	0,340	X	30	Descarga del tanque
		X	0,0007	X	0,001	X	0,05	Lavado de la recuperación de pelo
Estómagos		0,0025	0,0025	1,98	1,980	790	790	Lavado total con agua
		0,0002	0,0002	0,16	0,160	63	63	En caso de descarga seca
Manejo de intestinos		0,0006	0,0006	147	0,500	190	45	
División y lavado de canales		0,003	0,003	2	1,000	948	8,1	Depende de las prácticas de limpieza y del equipamiento para las operaciones de lavado.
Procesamiento subproductos no comestibles		0,002	0,002	1,58	1,680	632	151,2	
Limpieza en general		0,003	0,003	2,37	2,520	948	226,8	Depende de los procedimientos de limpieza.

Nota: Adaptado de Manual de Gestión del Recurso Hídrico, Corantioquia

Al final del proceso los kilogramos de DBO5 aportados en el sacrificio de una res de 400 Kg son de 6,8 y para un cerdo es de 0,970 por kilogramo de cerdo.

representando el 24,2% restante. Esta diferencia en la distribución poblacional entre las áreas rural y urbana indica una predominancia significativa de la población rural en el municipio de Ebéjico, por lo cual los productos resultantes del tratamiento en la planta de sacrificio, son productos que pueden ser aprovechados por la población rural en sus cultivos.

El municipio de Ebéjico tiene una extensión de 238 km² y está constituido por cinco corregimientos: El Brasil, El Zarzal, Guayabal, La Clara y Sevilla, y 32 veredas. Las principales bases económicas del municipio las componen los sectores agrícolas y pecuarios. Siendo los principales renglones la producción de café, panela, el cultivo del plátano y la ganadería, además maíz, hortalizas, frutales y otros elementos importantes de la producción agrícola. Ebéjico es productor de café y según la Unidades Municipales de Asistencia Técnica (UMATA), el inventario bovino corresponde a un total de 15.667 cabezas, número significativo con respecto al área del municipio (Devimar, s.f.)

Al interior del municipio La quebrada La Clara, que corre paralela al río Cauca en dirección sur-norte, conforma una cuenca hidrográfica que cubre la mayor parte del territorio municipal, y está enmarcada por la cuchilla de Quirimará al occidente y una línea divisoria de aguas que como prolongación de la cuchilla del Romeral se extiende sobre la margen izquierda de la quebrada La Sucia, quebrada que marca límites con los municipios de Medellín y San Jerónimo. La cuchilla de Quirimará remata en el Alto del Retiro y el Cerro Guayabal.

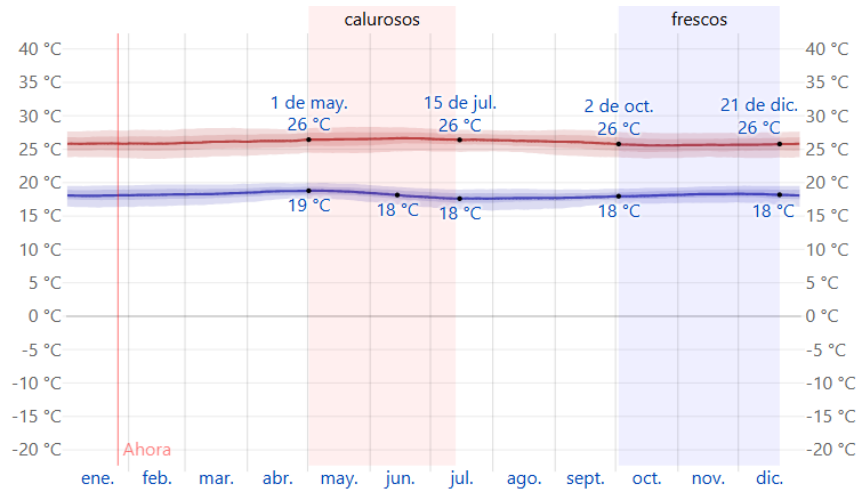
Dentro de esta configuración natural tienen lugar la mayoría de las actividades sociales y económicas del municipio, aprovechando las zonas de menores pendientes que ofrece la cuenca de la quebrada La Clara. La línea divisoria de aguas de la quebrada La Clara al sur, marca a su vez límites con el municipio de Heliconia, y determina una estrella de aguas de gran importancia para ambos municipios.

Características principales del clima en Ebéjico:

Ebéjico, Antioquia, tiene un clima caracterizado por su posición en la subregión del Occidente antioqueño, que incluye condiciones tropicales de montaña. Su altitud promedio, alrededor de 1,200 metros sobre el nivel del mar, y su ubicación geográfica, generan un clima templado-húmedo que es típico en esta parte de la cordillera.

Temperatura promedio: Oscila entre los 18 °C y 26 °C durante el año, lo que lo hace un lugar agradable y con temperaturas moderadas. Las noches suelen ser frescas.

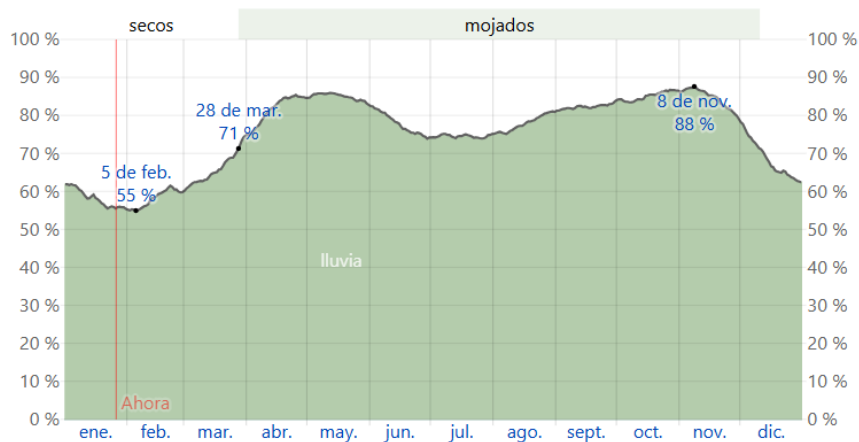
Figura 2 *Temperaturas promedio Ebéjico*



Tomado de: weatherspark. <https://acortar.link/eWuCrX>

Precipitación: Cuenta con lluvias abundantes distribuidas a lo largo del año, aunque tiende a seguir el patrón bimodal de lluvias característico de Antioquia. Las temporadas más lluviosas suelen ser en abril-mayo y octubre-noviembre, mientras que enero-febrero y julio-agosto son relativamente más secos.

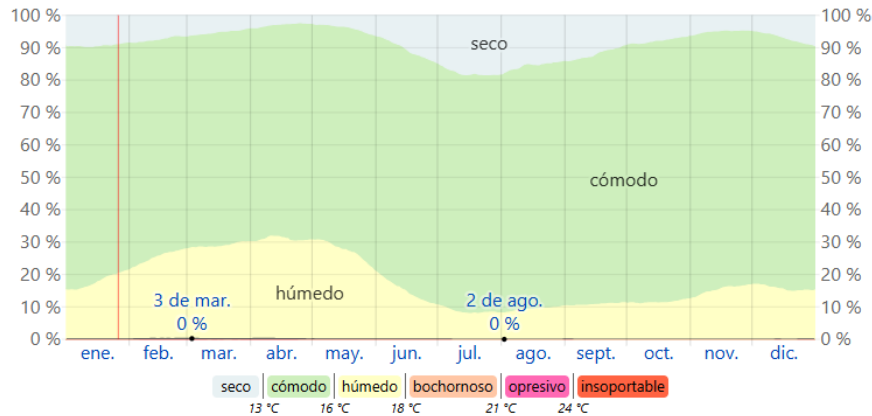
Figura 3 Precipitación promedio Ebéjico



Tomado de: weatherspark. <https://acortar.link/eWuCrX>

Humedad: Debido a la presencia de bosques y suelos ricos en vegetación, la humedad relativa suele ser alta, contribuyendo al desarrollo de cultivos agrícolas y una biodiversidad destacada.

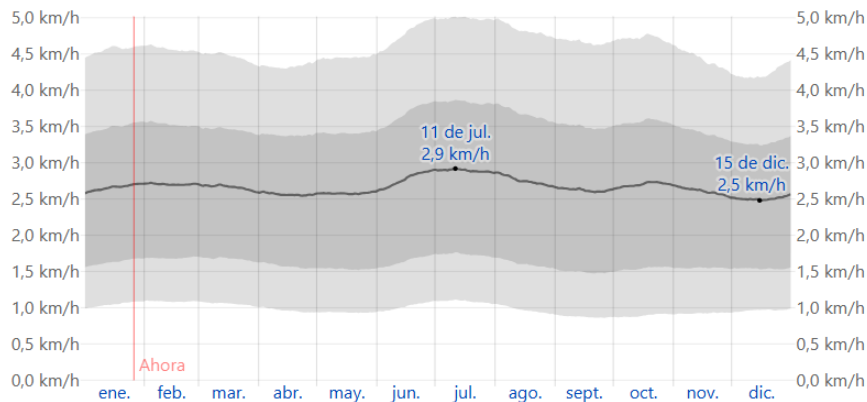
Figura 4 Humedad promedio Ebéjico



Tomado de: weatherspark. <https://acortar.link/eWuCrX>

Vientos: Su ubicación en la cordillera genera vientos suaves, especialmente en la temporada seca, que ayudan a mantener la frescura del ambiente.

Figura 5 Vientos promedio Ebéjico



Tomado de: weatherspark. <https://acortar.link/eWuCrX>

La combinación de estas condiciones climáticas hace de Ebéjico un lugar propicio para actividades agrícolas como el cultivo de café, plátano, yuca y frutas, así como para el desarrollo de proyectos ecoturísticos en sus áreas naturales.

Ebéjico, Antioquia, se encuentra en una región montañosa con diversas características ecológicas que favorecen la presencia de diferentes zonas de vida. Estas zonas son clasificaciones ecológicas basadas en la interacción entre el clima, la altitud y la vegetación

predominante. Según el sistema de clasificación de Holdridge, La cabecera municipal de Ebéjico se localiza en las tierras perhúmedas del premontano (800 y 1.800 m.s.n.m) el relieve es montañoso, quebrado con pendientes fuertes y largas, predominan los cultivos de café y pastos, los cuales han sustituido casi totalmente la vegetación natural. Presenta altas concentraciones poblacionales en el área rural debido a la potencialidad para la producción agrícola, igualmente son tierras productoras de agua (Zapata Marín, 2011). El Municipio presenta 3 zonas de vida, así:

Tabla 2 Zonas de vida Ebéjico

Zonas de vida	Temperatura	Precipitación año	m.s.n.m	Km ²	%
Bs-T (Cálido)	Mas de 24°C	Max. 1800 mm	< 1000	79	33,6
bh-PM (Medio)	24°C -18°C	Max, 1900 mm	1000 - 2000	139	59,1
bh-MB (Frio)	18°C - 12°C	Max. 2000 mm	> 2000	17	7,3
TOTAL				235	100

Nota: Adaptado de (Zapata Marín, 2011)

3.2 MARCO NORMATIVO

En Colombia, la normativa para los Planes de Gestión del Riesgo (PGR) para el manejo de vertimientos está relacionada con la regulación de las actividades que generan aguas residuales, o cualquier otro tipo de vertimiento o fugas y su impacto en el medio ambiente. Estas normativas buscan garantizar que los vertimientos cumplan con estándares de calidad ambiental y prevengan riesgos asociados a su manejo. A continuación, se detallan las principales normativas relacionadas:

- Decreto 1076 de 2015: Este decreto compila las normas del sector ambiental en Colombia y regula el manejo de vertimientos en cuerpos de agua superficiales, aguas subterráneas y sistemas de alcantarillado. Incluye disposiciones para prevenir y mitigar los riesgos asociados a vertimientos.
- Resolución 631 de 2015: Establece los límites máximos permisibles para los vertimientos puntuales en aguas superficiales y sistemas de alcantarillado público. Define parámetros como la DBO, DQO, sólidos suspendidos totales, grasas, aceites y otros contaminantes específicos según la actividad generadora.
- Ley 1523 de 2012: Crea la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PNGRD), que aplica a todos los sectores, incluidos los relacionados con actividades de

manejo de vertimientos. Establece que las empresas deben identificar y gestionar los riesgos asociados a sus operaciones, incluidos los vertimientos.

- Decreto 4741 de 2005: Regula la gestión integral de residuos peligrosos, incluidos aquellos generados como lodos y desechos del tratamiento de aguas residuales. Los residuos peligrosos derivados del manejo de vertimientos deben gestionarse según las disposiciones de este decreto, incluyendo su almacenamiento, transporte y disposición final.
- Resolución 1207 de 2014: Regula el uso de lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales en suelos agrícolas y otros usos. Cuando el manejo de vertimientos genera lodos, el PGR debe incluir estrategias para su aprovechamiento o disposición conforme a esta normativa.
- Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Decreto-Ley 2811 de 1974): Declara que los recursos naturales, incluidos los cuerpos de agua, son bienes de uso público y su contaminación está prohibida. Los planes deben garantizar la protección de los recursos hídricos mediante la prevención de vertimientos contaminantes.
- CONPES 3177 del 15 de julio del 2002 – documento por el cual se establecen los lineamientos y se definieron las acciones prioritarias para elaborar el PLAN NACIONAL DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES – (PMAR), constituye la guía para el desarrollo de las actividades Municipales y regionales dirigidas a la adecuada planeación, formulación, ejecución y seguimiento del manejo de las aguas residuales, sean de origen doméstico, agrícola, pecuario e industrial.
- Resolución 2145 de 2005” Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, Autorizaciones y Licencias Ambientales”.
- Directrices de las Autoridades Ambientales Regionales: Cada Autoridad Ambiental Regional (CAR) puede emitir resoluciones y guías técnicas específicas para los PGR en su jurisdicción.

4 METODOLOGÍA

Para el análisis de los impactos ambientales que generan las actividades de una obra o proyecto una de las herramientas más usadas son las Matrices de Aspectos e Impactos Ambientales - MAIA; estas matrices permiten conocer cuales partes del ambiente serán afectadas por los procesos llevados a cabo por el proyecto y cuales acciones de este son los que las están causando (Sánchez, 2008)

Existen diferentes tipos de matrices para la evaluación de los impactos ambientales, las cuales se adaptan según el contexto y necesidad; entre las matrices más populares están: Matriz de Leopold, matriz de Conesa, matriz de Columbus. La elección de una matriz sobre otra depende de la finalidad del proyecto a evaluar, su magnitud, los aspectos ambientales a tener en cuenta entre otros. El uso de estas matrices ofrece ciertos beneficios como lo son: identificación temprana de impactos, toma de decisiones informada, planificación sostenible, mejor reputación y cumplimiento de la norma (Arboleda, 2005).

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

Se realizó un muestreo compuesto durante 2 días de operación, esta forma de muestreo refleja los posibles cambios en la generación de residuos que se pudieran presentar; se tomaron muestras de la entrada y la salida del sistema de manejo de aguas residuales.

Los resultados obtenidos muestran que las condiciones de entrada son típicas de este tipo de sustratos, sin embargo, las condiciones de salida indican que el tratamiento tiene poca efectividad, ya que no se registran remociones significativas de carga orgánica cuando se analizan los flujos de salida en la planta de tratamiento de aguas residuales.

La carga orgánica expresada en términos de la demanda química de oxígeno de la mezcla de excretas porcícolas y bovinas de los corrales, percolado del rumen que se genera en la planta, aguas de lavado y aguas sangre de la operación de la planta medida en el laboratorio, es de DQO 1800 mg/l. y el nivel de sólidos volátiles se midió en 1200 mg/l

4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO IMPLEMENTADO

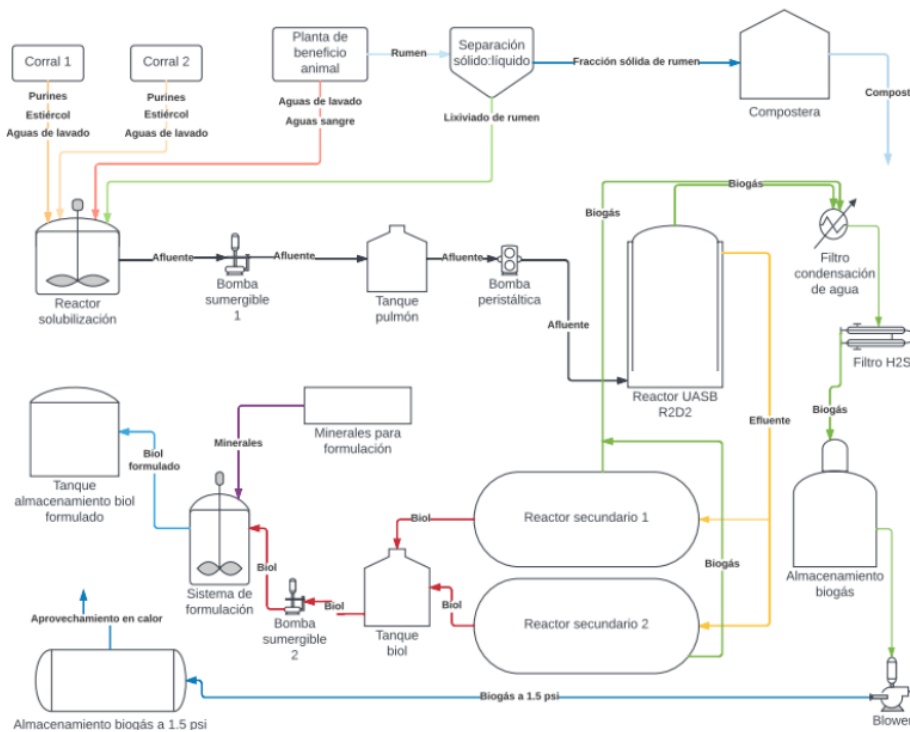
El sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos construido en la planta de beneficio animal del municipio de Ebéjico en el departamento de Antioquia se planteó como un sistema multietapa, basado en el proceso de digestión anaerobia.

Un sistema multietapa de tratamiento es una estrategia utilizada en el manejo de aguas residuales que combina varias etapas de procesos físicos, químicos y biológicos para eliminar contaminantes de manera eficiente. Este enfoque es particularmente útil en aplicaciones donde

las aguas residuales contienen unas altas cargas de materia orgánica, sólidas, nutrientes o compuestos difíciles de tratar, como lo son las generadas en plantas de sacrificio animal. En sistemas de este tipo las aguas residuales y materia orgánica resultante pasan por varias etapas, cada una diseñada para eliminar un tipo específico de contaminante o reducir su concentración. Al dividir el tratamiento en varias fases, se maximiza la eficiencia del sistema y se minimizan los costos operativos con esta distribución del sistema

El sistema de aprovechamiento se diseñó para realizar el aprovechamiento de 300 m³/mes de residuos orgánicos, a razón de 10 m³/día. Estos residuos orgánicos corresponden a excretas porcícolas y bovinas de los corrales, percolado del rumen, aguas de lavado y aguas sangre, de la operación de la planta de beneficio animal.

Figura 6 Esquema del sistema de Tratamiento de Aguas Residuales



Nota: Tomado de Manual de Operación y Mantenimiento, GIEM

- Captación y conducción: Red se utiliza para conducir las excretas porcícolas y bovinas de los corrales, aguas de lavado y aguas sangre de la operación de la planta, y la salida del percolado del rumen que se genera en la planta.

- Sistema de Solubilización-Hidrólisis: Tanque cúbico que tiene 20 m³ de volumen de trabajo en donde se mezclan y homogeneizan los flujos residuales. Cuenta con un sistema de agitación.
- Sistema de Bombeo I (bomba sumergible): sistema de bombeo con una bomba sumergible robusta de 2HP, esta permite regular la alimentación al tanque pulmón.
- Tanque pulmón: Es un tanque cónico en polietileno de alta densidad de 5000 Litros. Este tanque recibe el material orgánico solubilizado e hidrolizado en la etapa anterior.
- Sistema de bombeo II (bomba peristáltica): Mediante una bomba peristáltica, se hace un bombeo controlado al reactor metanogénico primario. Para este proceso se tiene una bomba peristáltica de desplazamiento positivo con capacidad de alimentación de 300 Litros /hora.
- Reactor metanogénico primario: El reactor metanogénico primario es un reactor UASB modificado, diseñado con geometría variable y 2 cuerpos con un volumen de trabajo de 30 m³. La entrada del influente es por la parte inferior y la salida del efluente es por una tubería en el lateral que conecta con los reactores secundarios.
- Reactores Metanogénicos Secundarios: Reactores cilíndricos tipo pistón. La planta se concibe como un sistema híbrido, pues estos reactores metanogénicos secundarios cumplen 2 funciones; terminar de estabilizar el efluente del reactor UASB (reactor principal) y complementar la producción y almacenamiento del biogás.
- Filtros de limpieza del biogás: Se tiene un filtro para retención de ácido sulfhídrico H₂S y filtro de recuperación de agua (sistema condensador).
- Almacenamiento del biogás: El biogás producido en el sistema se dirige por medio de tubería y se almacena en un tanque horizontal de almacenamiento de biogás a baja presión
- Sistema de pre impulsión: Se usa un pre-impulsor para darle presión al biogás almacenado y para conectar con las necesidades energéticas de la planta de sacrificio. Usa el biogás producido en el sistema.
- Tanque de almacenamiento de efluente estabilizado (tanque Biol): Es un tanque cónico de 5000 litros Rotovel, para el almacenamiento de efluente estabilizado.

Hay que tener en consideración, que si por algún problema de coordinación entre la planta y las entidades encargadas de la recolección de los efluentes para su aprovechamiento en las zonas rurales del municipio, no lo hacen en los días y fechas pactadas, se debe recurrir a la recirculación de los efluentes, para así evitar derrames por el sobre lleno de estos en los recipientes que los contienen, esto se debe hacer para evitar derrames y posibles contaminaciones por a fuentes de aguas cercanas debido a los derrames.

4.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS

Para el procesamiento de la información recolectada se hizo uso de la MAIA antes descrita, esta es el resultado de un análisis previo de diferentes metodologías, por lo que MAIA no está basada en un modelo específico, sino que se trata de una compilación de parámetros, acorde a las necesidades puntuales que se tienen; esta matriz está compuesta por 19 parámetros mostrados en la tabla 3.

Tabla 3 *Parámetros de evaluación, matriz de aspecto e impactos ambientales (MAIA)*

PROCESO	ACTIVIDAD	ESTADO DE OPERACIÓN	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	N	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	IMPORTANCIA	TIPO DE IMPACTO
---------	-----------	---------------------	-------------------	-------------------	-------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------	-----------------

En esta matriz se encuentran como encabezados, procesos que son los procesos principales que garantizan el adecuado funcionamiento de la obra, actividad desarrollada en cada proceso, estado de la operación la cual puede ser normal, anormal o potencial depende de cómo se esté desarrollando la actividad en el momento; aspecto ambiental resultante de la actividad, impacto ambiental asociado a ese aspecto, componente ambiental afectado, seguida de los parámetros encargados de realizar la valoración cuantitativa de los impactos y por ende su importancia, estos parámetros son tomados principalmente de la guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental de Vicente Conesa, que se muestra en la tabla 4.

Tabla 4 *Parámetros para la evaluación cuantitativa del impacto*

Naturaleza (NA): Hace alusión al carácter perjudicial o beneficioso que tiene un impacto		Intensidad (IN): Grado de incidencia del impacto sobre el factor ambiental	
Impacto Positivo	+	Baja	1
		Media	2
Impacto Negativo	-	Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	12
Extensión (EX): Área de influencia del impacto en relación con entorno en que se da la actividad		Momento (MO): Tiempo que transcurre entre la aparición o inicio de la acción y el comienzo de afectaciones sobre el factor ambiental	
Puntual	1	Largo Plazo	1
Parcial	2	Medio Plazo	2
Amplio o Extenso	4	Corto Plazo	3
Total	8	Inmediato	4
Crítico	12	Crítico	8
Persistencia (PE): Tiempo que permanecería el efecto desde la aparición hasta que el factor afectado retorne a sus condiciones iniciales por medios naturales o medidas correctivas.		Reversibilidad (RV): Posibilidad de retornar a condiciones iniciales el factor afectado por medios naturales	
Fugaz	1	Corto Plazo	1
Momentáneo	1	Medio Plazo	2
Temporal	2	Largo Plazo	3
Persistente	3	Irreversible	4
Permanente	4		
Sinergia (SI): Manifestación de dos o más efectos simples, generado por acciones que actúan simultáneamente		Acumulación (AC): Incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera	
Sin Sinergismo o Simple	1	Simple	1
Sinergismo Moderado	2	Acumulativo	4
Muy Sinérgico	4		
Efecto (EF): Relación causa-efecto, como se manifiesta el efecto sobre un factor, gracias a una acción		Periodicidad (PR): Regularidad con la que ocurre manifestación del efecto.	
Indirecto o Secundario	1	Irregular	1
Directo o Primario	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC): Posibilidad de reconstrucción del factor afectado por medios humanos		Importancia (I): Estimación del impacto según grado de manifestación cualitativa y cuantitativa.	
Recuperable de Manera Inmediata	1	I= ±(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)	
Recuperable a corto plazo	2		
Recuperable a medio plazo	3		
Recuperable a largo plazo	4		

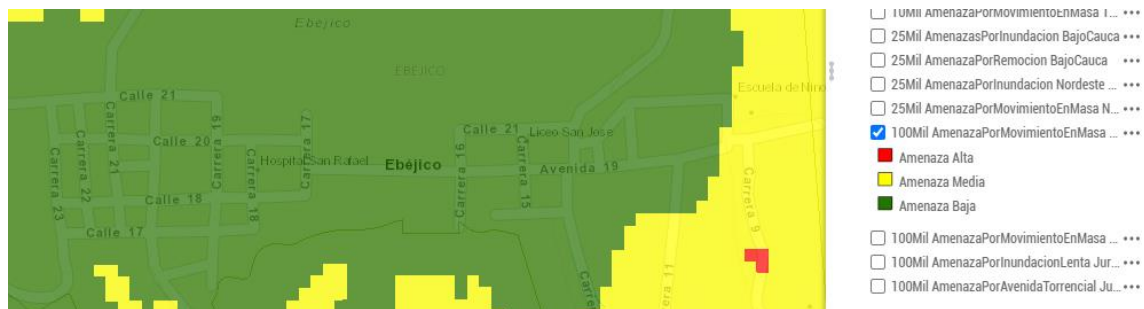
Mitigable, Compensable	4
Irrecuperable	8

Nota: Adaptado de la tabla de Vicente Conesa.

Es importante antes de iniciar el análisis, identificar qué aspectos ambientales y por ende que componente ambiental tiene influencia sobre el proyecto u obra, esto para descubrir si son relevantes para el estudio o pueden ser dejados de lado ya que carecen de relevancia para el análisis.

Para la PBA del municipio de Ebéjico, se pudo identificar que esta está ubicada en un lugar que tiene un nivel de amenaza por movimientos en masa bajo, por lo cual la planta no debería presentar emergencias relacionadas al componente ambiental suelo y no habría aspectos ambientales a estudiar.

Figura 7 Mapa de riesgo de movimientos en masa, Ebéjico



Nota: Tomado de Mapgis Corantioquia

También se realizó la búsqueda en el área de influencia de la planta, de comunidades étnicas que se pudieran ver afectadas, sin embargo, no se encontró presencia de ninguna de ellas en la zona.

Figura 8 Presencia de comunidades étnicas en zona de influencia de la planta



Nota: Tomado de Mapgis Corantioquia

También se pudo comprobar que la ubicación de la planta no presenta riesgo de inundaciones o avenidas torrenciales que pudieran afectar la PBA y generar una emergencia por los derrames de las aguas y residuos que se están tratando en esta.

Finalmente se hizo un análisis de todas las partes del proceso, para así identificar cuáles son las que pueden causar impactos al ambiente y realizarles la respectiva valoración y determinación de medidas para corregirlas, compensarlas o mitigarlas.

4.4 ANÁLISIS DE LOS DATOS Y VALORACIÓN AMBIENTAL

Seguidamente al procesamiento de los datos, se procedió al análisis de los resultados de estos con lo cual se realizó la toma de decisiones sobre si el control y manejo de los aspectos ambiental más significativos tenían alguna estrategia con la cual estos se pudieran mitigar o si era necesario la formulación de una nueva estrategia que permitiera su control.

Para la determinación de que tan relevante es el impacto se hizo uso de una tabla con diferentes rangos que abarcan los posibles resultados y así poder realizar el análisis. Los resultados de la evaluación de los impactos se obtiene un valor de forma cuantitativa; estos pueden tomar valores tanto positivos como negativos como se observa en la tabla 5; a partir de estos valores se puede tener un análisis cualitativo que nos puede ayudar a tener una mejor comprensión de la relevancia de este impacto al momento de realizar los análisis de resultados (Conesa, 2010).

Tabla 5 Valoración cualitativa de los impactos.

Rango	Tipo de Impacto
Inferior a -75	Crítico
Entre -75 y -50	Severo
Entre -50 y -25	Moderado
Entre -25 y 0	Leve
Entre 0 y 25	Irrelevante
Entre 25 y 50	Compatible con el Ambiente
Entre 50 y 75	Bueno
Superior a 75	Muy Bueno

Nota: Adaptado de la matriz de Vicente Conesa

5 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN

5.1 EVALUACIÓN CUANTITATIVA

Para la realización de esta es necesario realizar análisis de laboratorio a las aguas y materia orgánica que ingresa al sistema, esto para tener claridad de las condiciones de ingreso y que elementos tiene mayor presencia en estas; adicionalmente, también realizar análisis a los productos de salida, para así realizar cálculos de eficiencia en el tratamiento y evaluar su efectividad o posibles mejoras que permitan incrementar los resultados positivos en el tratamiento que se hace en el sistema.

5.2 Evaluación cualitativa

IMPACTOS AL MEDIO ABIOTICO						
MATRIZ	SUELO					
IMPACTO	Modificación De Las Propiedades Químicas Y Físicas Del Suelo					
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	Disposición de los lodos compostados			TIPO MEDIDA	DE	Prevención, control
DESCRIPCION	DESCRIPCION DEL EFECTO	LUGAR DONDE SE DA EL IMPACTO	CALIFICACION DEL IMPACTO	INDICADORE(S)	OBSERVACION	
Durante el proceso de tratamiento de las aguas y residuos sólidos producidos en la planta, se obtiene material aprovechable en forma de lodos que, serán libres de metales pesados y contaminantes, y serán de gran valor por su alto contenido de compuestos nitrogenados y nutrientes provenientes de los restantes de material tratados. Estos lodos pueden ser utilizados para aplicar a los suelos como fertilizantes o acondicionadores.	El manejo de los lodos resultantes, se puede dar usándolos como fertilizantes o acondicionadores para los suelos agrícolas o para la recuperación de suelo degradados, esto teniendo en cuenta que el municipio de Ebéjico tiene una extensión rural considerable por lo que todo el material resultante encontraría sitios para su disposición y utilización. Sin embargo, antes de su disposición se debe asegurar que estos lodos cumplan las normas sanitarias (como el contenido de metales pesados y patógenos). Un manejo eficiente de los lodos no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también puede generar beneficios económicos y sociales significativos.	Lotes donde se apliquen los lodos	63	Kg de lodos aplicado / m ² de terreno Fertilidad de los suelos receptores Kg de lodos aplicado / m ² de terreno recuperado	Es importante realizar análisis periódicos que permitan conocer la composición de los lodos resultantes y las medidas que se deben tomar según los resultados	

PROCESO	ACTIVIDAD	ESTADO DE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	N	A	I	E	M	P	R	S	A	E	P	M	IMPORTANCIA	TIPO DE IMPACTO
---------	-----------	-----------	-------------------	-------------------	----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------	-----------------

		OPERACIÓN			AL AFECTADO																
Tratamiento de residuos sólidos de la planta	Disposición de los lodos compostados	Normal	Generación de residuos sólidos	Aumento en la presión sobre los suelos	Suelo	+1	8	8	2	3	3	1	4	4	2	4	63				Bueno

IMPACTOS AL MEDIO ABIOTICO

MATRIZ	SUELO				
IMPACTO	Modificación De Las Propiedades Químicas Y Físicas Del Suelo				
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	Disposición de los lixiviados			TIPO MEDIDA	DE Prevención, control
DESCRIPCION	DESCRIPCION DEL EFECTO	LUGAR DONDE SE DA EL IMPACTO	CALIFICACION DEL IMPACTO	INDICADORE(S)	OBSERVACION
Al final de proceso de tratamiento se obtendrán lixiviados resultantes de la transformación en los reactores de los residuos sólidos y aguas ingresados inicialmente. Estos líquidos serán libres de metales pesados y contaminantes, y serán de gran valor por su alto contenido de compuestos nitrogenados y nutrientes provenientes de los restantes de material tratados. Estos lixiviados pueden ser utilizados para aplicar a los suelos y cultivos como fertilizantes naturales	El manejo de los lixiviados resultantes, se puede dar usándolos como fertilizantes para los suelos agrícolas y para los cultivos, o para la recuperación de suelo degradados, esto teniendo en cuenta que el municipio de Ebéjico tiene una extensión rural considerable por lo que todo el material resultante encontraría sitios para su disposición y utilización. Sin embargo, antes de su disposición se debe asegurar que estos líquidos cumplan las normas sanitarias (como el contenido de metales pesados y patógenos).	Lotes y cultivos donde se apliquen los lixiviados	59	L de lixiviado aplicado / m ² de terreno Fertilidad de los suelos y cultivos receptores L de lixiviado aplicado / m ² de cultivos	Es importante realizar análisis periódicos que permitan conocer la composición de los lixiviados resultantes y las medidas que se deben tomar según los resultados Evaluar los cultivos receptores y documentar si la medida es efectiva o desfavorable.

IMPACTOS AL MEDIO ABIOTICO						
MATRIZ	AIRE					
IMPACTO	Generación de gases de efecto invernadero (GEI)					
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	Operación de la planta			TIPO MEDIDA	DE	Prevención, control
DESCRIPCION	DESCRIPCION DEL EFECTO	LUGAR DONDE SE DA EL IMPACTO	CALIFICACION DEL IMPACTO	INDICADORE(S)	OBSERVACION	
Dados los procesos que se dan en la planta para el tratamiento de los residuos, en algunos módulos se generan gases de efecto invernadero y almacenamiento de estos para después ser usados en las necesidades energéticas de la planta	Algunos rectores de la planta de tratamiento generaran gases de efecto invernadero, que son perjudiciales para el ambiente; a pesar de que estos serán recolectados y llevado a un tanque para su almacenamiento y posterior uso para las necesidades energéticas de la planta, existe el riesgo de fugas o sobre acumulación que obligue a la liberación de los gases a la atmosfera sin ningún tratamiento previo. Esta liberación de gases puede generar malos olores que afectara al área inmediata a la planta.	Alrededores de la planta	-30	Percepción de olores ofensivos Reporte de olores ofensivos en los alrededores de la planta.	Si la planta, sus procesos y estructuras que la conforman funcionan correctamente no debería presentarse fugas de gases en los tanques por lo que el impacto se vería reducido al mínimo.	

PROCESO	ACTIVIDAD	ESTADO DE OPERACIÓN	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	NA	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	TIPO DE IMPACTO
Transformación de los residuos en la planta	Generación de gases de efecto invernadero	Normal	Generación de olores ofensivos	Contaminación del aire por la producción de olores ofensivos	Aire	-1	4	1	3	1	1	1	4	4	1	1	-30	Modera do

IMPACTOS AL COMPONENTE SOCIAL					
MATRIZ	SOCIAL				
IMPACTO	Movilidad de la población				
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	Operación de la planta, llegada de ganado para sacrificio		TIPO MEDIDA	DE Prevención, control y mitigación	
DESCRIPCION	DESCRIPCION DEL EFECTO	LUGAR DONDE SE DA EL IMPACTO	CALIFICACION DEL IMPACTO	INDICADORE(S)	OBSERVACION
Para la operación de la planta es necesario que se pueda hacer el ingreso de vehículos con los animales que serán sacrificados, esto puede causar afectaciones a la movilidad en las vías aledañas a la PBA.	Los vehículos que ingresan los animales para el sacrificio pueden generar interrupciones en la movilidad de las vías aledañas a la PBA, además algunos animales son movilizados a pie, por lo cual el tránsito se ve ralentizado, para evitar accidentes por choques con los animales. Esta actividad implica la necesidad de contar con un control de tráfico en las horas que se realicen los ingresos de animales a la planta.	Vías alrededor de la PBA	-30	Número de vehículos que ingresan a la PBA en cada jornada Accidentes registrados en las vías alrededor de la PBA Tiempo de circulación (día sin faena) / Tiempo de circulación (Día de funcionamiento).	Para evitar incidentes en los alrededores de la PBA se puede implementar estrategias de comunicación para informar los días de faena, además de programar contar con personal de tránsito que haga más fácil la movilidad en la zona en los momentos de ingreso y salida de los vehículos

PROCESO	ACTIVIDAD	ESTADO DE OPERACIÓN	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	NA	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
---------	-----------	---------------------	-------------------	-------------------	-------------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-------------

Ingreso de vehículos a la PBA	Uso de las vías de entrada a la PBA	Normal	Generación de obstrucción vial	Afectaciones a la movilidad	Social	-1	4	2	4	1	1	1	4	1	1	1	-30
-------------------------------	-------------------------------------	--------	--------------------------------	-----------------------------	--------	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

IMPACTOS AL COMPONENTE SOCIAL						
MATRIZ	SOCIAL					
IMPACTO	Generación de empleo					
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	Operación de la planta, llegada de ganado para sacrificio			TIPO MEDIDA	DE	Control
DESCRIPCION	DESCRIPCION DEL EFECTO	LUGAR DONDE SE DA EL IMPACTO	CALIFICACION DEL IMPACTO	INDICADORE(S)	OBSERVACION	
La operación de la planta de sacrificio así como la planta de tratamiento, necesita de personal calificado y no calificado para su funcionamiento	El funcionamiento de la PBA implica la contratación de personal que en su mayoría se buscara que sea personal propio del municipio, esto buscando generar un impacto positivo en la economía del municipio por cuenta de las personas que serán contratadas. También se buscara que el personal sea de las zonas más cercanas a la planta para que esto sea retribución por cualquier afectación que puedan presentar por el funcionamiento d esta.	Zonas cerca de la planta de beneficio	36	Número de empleos generados en la PBA Número de trabajadores de la zona / Número de trabajadores totales de la PBA	Se priorizara la mano de obra del municipio especialmente para los trabajos no calificados que exijan cierto grado de tecnicidad.	

PROCESO	ACTIVIDAD	ESTADO DE OPERACIÓN	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	NA	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANC
---------	-----------	---------------------	-------------------	-------------------	-------------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----------

Contratación de personal	Personal necesario para operación PBA	Normal	Generación de empleo	Aumento de ingresos	Social	1	4	2	3	2	2	2	4	1	4	2	36
--------------------------	---------------------------------------	--------	----------------------	---------------------	--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

IMPACTOS AL COMPONENTE SOCIAL						
MATRIZ		SOCIAL				
IMPACTO		Dinamización de la economía local				
ACTIVIDAD QUE LO GENERA		Operación de la planta, llegada de ganado para sacrificio		TIPO MEDIDA	DE	Control
DESCRIPCION	DESCRIPCION DEL EFECTO	LUGAR DONDE SE DA EL IMPACTO	CALIFICACION DEL IMPACTO	INDICADORE(S)	OBSERVACION	
La operación de la PBA convocara a un gran número de personas, además de que el comercio de los animales que serán sacrificados provoca un efecto dinamizador en la economía local, traducido en una mayor demanda de bienes y servicios, mejorando los ingresos de los habitantes del sector y el crecimiento de los negocios	Los empleos generados por las faenas de sacrificio, así como la compra y venta de animales para ser llevado a la planta generan un movimiento de recursos en el municipio, creando ingresos para la población.	Zonas cerca de la planta de beneficio y comercio cercano y en línea con las actividades de la planta	36	Ingresos percibidos por actividades comerciales / Ingresos reales	Con las actividades de faena se espera que los comercios cercanos y los que estén asociados a las actividades de la planta, perciban un aumento en sus ingresos los días que la planta este en funcionamiento	

PROCESO	ACTIVIDAD	ESTADO DE OPERACIÓN	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	NA	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTA
Funcionamiento de la PBA	Circulación de dinero	Normal	Dinamización de la economía	Aumento de ingresos	Social	1	4	2	3	2	2	2	4	1	4	2	36

IMPACTOS AL COMPONENTE SOCIAL						
MATRIZ		SOCIAL				
IMPACTO		Generación de expectativas en la población				
ACTIVIDAD QUE LO GENERA		Operación de la planta, llegada de ganado para sacrificio		TIPO MEDIDA	DE	Control
DESCRIPCION	DESCRIPCION DEL EFECTO	LUGAR DONDE SE DA EL IMPACTO	CALIFICACION DEL IMPACTO	INDICADORE(S)	OBSERVACION	
Los proyectos nuevos generan diferentes expectativas en una población, especialmente los que están directamente relacionados con las actividades que se desarrollaran en la obra. Las expectativas que puede generar son tanto positivas como negativas según cual sea la percepción de la comunidad vea en el desarrollo del proyecto.	La inserción de un proyecto en un territorio específico genera expectativas, curiosidad, interés, temor o rechazo de los residentes y diferentes pobladores del área de influencia del proyecto, por los posibles impactos, tanto negativos como benéficos que se puedan provocar, sobre todo en zona urbana donde está ubicado el proyecto, esta obra que atenderá necesidades económicas de campesinos y ganaderos de la zona.	El área abarca todo el municipio, así como municipios vecinos que se pueden ver beneficiado	37	Encuestas de percepción de la PBA Encuestas realizadas / Encuestas contestadas satisfactoriamente	Se pueden emplear estrategias de comunicación con la comunidad en donde se de claridad de la obra y como esta es beneficiosa para el municipio.	

		s del uso de la PBA			
--	--	------------------------	--	--	--

PROCESO	ACTIVIDAD	ESTADO DE OPERACIÓN	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	NA	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTA
Funcionamiento de la PBA	Inicio de labores en la PBA municipal	Normal	Generación de expectativas	Especulación alrededor de la PBA	Social	1	2	4	2	2	2	2	4	4	4	3	37

De los siete aspectos ambientales evaluados, se encontró que dos de ellos tienen calificaciones de importancia de 63 y 59 lo que les da que son un tipo de impacto bueno; otros dos tienen calificaciones importancia de -30 y -30, teniendo que son un impacto de tipo moderado y los últimos tres aspectos evaluados, tienen calificación de importancia de 36, 36 y 37 y su tipo de impacto es compatible con el ambiente.

Realizar estos análisis son de gran importancia ya que nos permite evidenciar que aspectos están generando mayor afectación al ambiente y que tan grave es esta; ya que los aspectos que tienen valores negativos no están en la peor calificación nos permite tener más espacio de maniobra para implementar estrategias que lleven a que estos valores se reduzcan y se disminuyan los impactos generados sobre el aspecto ambiental correspondiente.

6 METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO

La evaluación de los factores de riesgo en un proyecto es un proceso estructurado que permite identificar, analizar y priorizar riesgos para implementar medidas que minimicen su impacto. A continuación, se detallará la metodología general para evaluar los riesgos que se pueden tener al momento del funcionamiento de la PBA y su planta de tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos orgánicos generados en el desarrollo de las actividades en la planta

6.1 PLANIFICACIÓN DEL PROCESO DE EVALUACIÓN

En esta se define cómo se llevará a cabo la evaluación de riesgos considerando unas actividades clave:

- Identificar objetivos del proyecto.
- Establecer el equipo responsable de la evaluación. Se debe definir el personal de la planta o externos que serán los encargados de esta evaluación.
- Seleccionar métodos y herramientas
- Determinar criterios de aceptación de riesgos (tolerables, inaceptables).

6.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

En esta etapa se identifican todos los posibles factores de riesgo que puedan afectar el proyecto, según algunos métodos como:

- Lluvia de ideas: Reunir al equipo para identificar riesgos con base en experiencias y conocimientos previos.
- Entrevistas: Consultar expertos, interesados y partes involucradas.
- Revisión documental: Examinar estudios previos, normas, informes técnicos y planes del proyecto.
- Análisis de procesos: Identificar riesgos asociados a actividades específicas.

También se deben tener en consideración algunos factores para la identificación de riesgos

- Técnicos: Fallos en diseño, tecnología o especificaciones.
- Económicos: Costos imprevistos, cambios en precios, financiamiento.
- Ambientales: Impactos en ecosistemas, normatividad ambiental.
- Sociales: Conflictos con comunidades, percepción pública.
- Legales: Incumplimientos normativos, permisos, litigios.

Esta es una de las etapas más importantes ya que los riesgos identificados son los que se vendrían a prevenir y dejar alguno por fuera implica no estar preparados en caso de presentarse el hecho.

6.3 ANÁLISIS DE RIESGOS

Esta etapa evalúa la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los riesgos identificados, para esto se puede hacer uso de varios métodos simples que nos dan herramientas para tomar decisiones.

- Análisis cualitativo: Usar escalas subjetivas para valorar probabilidad e impacto (por ejemplo: bajo, medio, alto). Herramientas a usar: Matriz de riesgos.

- Análisis cuantitativo: Usar datos numéricos y modelos matemáticos para calcular la probabilidad e impacto económico o temporal. Herramientas a usar: Árboles de decisión, Análisis de sensibilidad.
- Criterios de análisis: Probabilidad de ocurrencia del riesgo (frecuencia estimada). Impacto del riesgo (en costos, tiempo, calidad, seguridad, ambiente).

6.4 EVALUACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE RIESGOS

Para esta etapa se clasifican los riesgos según su criticidad para priorizar su gestión. En esta fase las herramientas más comunes para usar son:

- Matriz de probabilidad e impacto: Clasifica los riesgos en niveles de criticidad (bajo, moderado, alto, crítico).
- Diagrama de Pareto: Identifica los riesgos más significativos (80/20).

Según los resultados del método elegido, se deben tomar decisiones para intervenir o no, y con qué intensidad hacer la intervención. Es importante clasificar los riesgos y darles una categoría de importancia y atención en base a los resultados del análisis, para así saber cómo debo prepararme y cómo debo atender las emergencias en caso de presentarse varios de los riesgos identificados a la vez.

6.5 FORMULACIÓN DE PLANES DE RESPUESTA A RIESGOS

Esta etapa define las estrategias para prevenir, mitigar, transferir o aceptar riesgos que se presenten, las estrategias más comunes son:

- Prevención: Modificar el diseño de ser posible o el plan del proyecto para evitar riesgos.
- Mitigación: Reducir la probabilidad o impacto del riesgo.
- Transferencia: Delegar la gestión del riesgo (contratos, seguros).
- Aceptación: Estar preparado para asumir el impacto del riesgo residual.

En caso de la ocurrencia de alguno de los riesgos identificados se debe recurrir a un Plan de Contingencia, en el que deben estar definidas las acciones a tomar y así poder asignar recursos y responsabilidades para su gestión.

6.6 DOCUMENTACIÓN Y COMUNICACIÓN

En caso de la ocurrencia de un evento de riesgo, es importante el mantener registros claros y asegurar que todos los involucrados estén informados para usar esto como una fuente de información y mejora para la presencia de un evento futuro, para estar preparados para esto es importante contar con:

- Registro de riesgos: Lista consolidada de riesgos, con su análisis, prioridades y planes de respuesta.
- Informar regularmente al equipo del proyecto y a las partes interesadas sobre los riesgos actuales y las acciones tomadas.
- Usar diagramas, informes y presentaciones para facilitar la comprensión.

Esta metodología permite gestionar los riesgos de manera proactiva, para así asegurar un manejo adecuado, además de procurar el crear mejoras que eviten la repetición en un futuro y en caso

de una nueva ocurrencia saber cómo actuar más rápidamente ante esta y darle un manejo que minimice los impactos negativos sobre la planta.

7 PLAN DE MANEJO DE DESASTRES

Se presenta un protocolo para la respuesta oportuna y eficaz en situaciones de emergencia, para controlar y/o reducir el impacto al medio ambiente. En este caso, se presenta un plan de contingencia en caso de que ocurra algún evento que impida el tratamiento de las aguas residuales no domésticas provenientes de las actividades realizadas en la planta de beneficio.

Cabe resaltar que para mejorar los tiempos de respuesta en situaciones de emergencia se hará necesario una vez esté en operación la PTAR, que el personal de operación y mantenimiento cuente con la correcta instrucción y capacitación para el desarrollo de estos protocolos, además de contar con todos los contactos telefónicos necesarios, tanto para la rápida atención del incidente como para pronta reparación de las posibles averías presentadas y que imposibiliten la correcta operación de la PTAR. El propósito de este plan es establecer las acciones necesarias para responder de manera oportuna, segura y eficaz ante situaciones de emergencia en una PTAR, minimizando los impactos ambientales, económicos y operativos, y garantizando la seguridad del personal y la comunidad.

7.1 ALCANCE

Aplica a todo el personal de la planta, contratistas y visitantes en caso de emergencias como derrames de productos químicos, fallos en equipos críticos, incendios, explosiones, inundaciones o eventos de contaminación.

7.2 DEFINICIONES CLAVE

- Emergencia: Evento inesperado que amenaza la operación segura de la planta, el medio ambiente o la seguridad de las personas.
- Equipo de Respuesta a Emergencias (ERE): Personal capacitado para actuar en caso de emergencia.
- Zonas críticas: Áreas de alto riesgo en la PTAR, como tanques de almacenamiento de productos químicos, generadores de biogás, sistemas eléctricos o estaciones de bombeo.

7.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

- Coordinador de emergencias: Responsable de liderar la respuesta, tomar decisiones y coordinar con autoridades externas. Se debe establecer entre el personal de la planta quien será el responsable y encargado de liderar al equipo al momento de la ocurrencia de una emergencia. Se recomienda que esta persona sea personal de alto rango que ya sea identificado por los otros como un líder en el manejo de los procesos en la planta.

Se recomienda formar una brigada de emergencias compuesta por:

- Equipo de primeros auxilios: Atiende lesiones o afectaciones a la salud del personal.
- Equipo de control de incendios: Gestiona fuego o explosiones.

- Equipo de contención de derrames: Controla derrames de productos químicos o residuos peligrosos.
- Personal de soporte: Apoya en la evacuación, comunicación y registro de incidentes. Este personal pueden ser los bomberos municipales y personal de gestión del riesgo del municipio.

7.4 PROCEDIMIENTO GENERAL DE RESPUESTA

7.4.1 *Identificación y evaluación inicial*

Detectar el tipo de emergencia mediante:

- Alarmas automáticas (detección de gases, humo, fugas, etc.).
- Observación directa por parte del personal.
- Reportes de sistemas de monitoreo.

Es importante realizar con frecuencia la revisión de estas alarmas y confirmar su buen funcionamiento en la planta, se aconseja la revisión cada tres (3) meses de estas.

Evaluar:

- Gravedad de la situación.
- Áreas afectadas.
- Personal y equipos en riesgo.

7.4.2 *Activación del plan de emergencia*

- Activar la alarma general para alertar a todo el personal.
- Notificar al Coordinador de Emergencias
- Comunicar a las autoridades competentes (bomberos, gestión del riesgo, policía, autoridad ambiental) si es necesario.
- Registrar el incidente en el sistema de gestión.

7.4.3 *Contención y control*

En el caso de derrames de productos químicos o contaminantes:

- Usar kits de derrames (barreras absorbentes, neutralizantes).
- Evitar que el derrame alcance cuerpos de agua o sistemas de drenaje.
- Identificar y cerrar válvulas o puntos de fuga.

En el caso de fallas en equipos críticos:

- Detener operaciones en la zona afectada.
- Activar sistemas de respaldo, como generadores o equipos alternos.
- Realizar inspecciones para identificar la causa del fallo.

Si se presentan incendios o explosiones:

- Activar sistemas de supresión (rociadores, extintores).
- Evacuar personal a zonas seguras.
- Desconectar equipos eléctricos en áreas afectadas.

- Comunicar a las autoridades competentes (bomberos, gestión del riesgo, hospital)

En el caso de una inundación:

- Despejar obstrucciones en desagües.
- Usar bombas de achique para drenar agua acumulada.
- Proteger equipos eléctricos elevándolos o desconectándolos

Es importante que el personal tenga conocimiento de la ubicación de los elementos de protección y de manejo de la emergencia según corresponda, para tener una mejor respuesta al evento de riesgo; se recomienda realizar una capacitación sobre esto al momento de vincularse como trabajador en la planta y realizar repeticiones cada tres (3) meses a todo el personal.

7.4.4 Evacuación

- Ordenar la evacuación en caso de riesgo para la seguridad del personal.
- Seguir las rutas de evacuación previamente señalizadas.
- Reunirse en los puntos de encuentro designados.
- Realizar un conteo del personal evacuado para asegurar que nadie quede atrapado.

Todos los trabajadores y visitantes de la planta deben conocer estas rutas, se debe enseñar los logos y carteles de identificación para saber cómo reaccionar al momento de una emergencia en la planta

7.4.5 Notificación y coordinación externa

Informar a las autoridades competentes según la emergencia presentada

- Bomberos (incendios, explosiones).
- Autoridad ambiental (derrames, contaminación).
- Policía (emergencias de seguridad).

Se debe contar los números de contacto de cada institución para ser notificados según el tipo de emergencia, la comunicación con estos debe ser lo más rápida posible después de iniciado el evento de riesgo; la responsabilidad del llamado está a cargo del coordinador de emergencias designado, sin embargo, todos los trabajadores deben estar en competencia de realizar el llamado en caso de que el primero no pueda hacerlo.

7.4.6 Comunicación de la situación

Es importante mantener una comunicación clara y precisa:

Uso de radios, teléfonos o sistemas de megafonía para evitar rumores o desinformación. Para esto es importante designar un portavoz oficial para manejar la comunicación con la comunidad.

7.5 RECUPERACIÓN Y SEGUIMIENTO

Después de la ocurrencia de un evento de riesgo es importante seguir un protocolo que permita recuperar el orden y retomar las actividades normales de la planta; para esto es importante seguir una serie de pasos:

- Limpiar y restaurar las áreas afectadas.

- Realizar muestreos y análisis para verificar la calidad ambiental.
- Reparar o sustituir equipos dañados.

Se debe tener un registro de lo sucedido y realizar una evaluación post-emergencia, para esto se puede elaborar un informe detallado que incluya:

- Descripción del evento.
- Acciones realizadas.
- Impactos y daños.
- Recomendaciones para evitar futuros incidentes.
- Evaluar la efectividad del protocolo y actualizarlo si es necesario.

Para que se dé un correcto manejo de la situación es importante realizar capacitación y simulacros varias veces al año para asegurar que los empleados conozcan cómo comportarse en las situaciones de emergencia; se debe capacitar al personal en:

- Uso de equipos de respuesta (extintores, kits de derrames).
- Procedimientos de evacuación.
- Realizar simulacros periódicos para probar el protocolo y mejorar la coordinación.

Se recomienda realizar estas capacitaciones cada tres (3) meses, con todo el personal de la planta para que tengan conocimiento de los protocolos a seguir.

7.6 EQUIPOS Y RECURSOS NECESARIOS

Para tener un correcto manejo de la situación de emergencia es necesario contar con ciertos recursos para la protección del personal y equipos para manejar la emergencia.

- Equipos de protección personal (EPP): Cascos, guantes, mascarillas, botas.
- Kits de respuesta: Kits de derrames, extintores, botiquines de primeros auxilios.
- Sistemas de respaldo: Generadores eléctricos, bombas auxiliares.
- Sistema de monitoreo: Alarmas, detectores de gases, cámaras de seguridad.

Estos equipos deben recibir una revisión periódica para garantizar el buen estado de estos y que estén en condiciones óptimas para su uso en caso de ser necesario. Se recomienda realizar revisiones semestrales y en caso de la presentación de un evento de riesgo que implicó su uso, realizar la reposición inmediata de los elementos que hayan sido usados para la contención del incidente.

Este protocolo permite una respuesta estructurada que protege al personal, el medio ambiente y la infraestructura de la PTAR frente a emergencias.

8 CONCLUSIONES

La elaboración de un Plan de Gestión del Riesgo de Vertimientos es de gran utilidad ya que permite identificar de forma clara los riesgos y si estos generan impactos significativos al ambiente y la población que vive cerca de la PBA. Adicionalmente, un PGRV bien diseñado asegura el cumplimiento de la normativa vigente y reduce riesgos legales y sanciones por parte de las autoridades ambientales.

La elaboración de este plan también mejora la gestión del riesgo, impulsa mejoras operativas, como el uso eficiente de recursos y la implementación de sistemas de monitoreo automatizados, lo que minimiza errores y reduce costos relacionados con fallos o emergencias. También, fortalece la cultura de la prevención y fomenta una cultura de responsabilidad ambiental dentro de la organización. La capacitación constante del personal y la realización de simulacros mejoran la preparación ante emergencias y promueven prácticas responsables.

9 REFERENCIAS

- Carabias, J. (2019). Políticas económicas con sustentabilidad ambiental. *Economía UNAM*, 16(46), 118-125. <https://www.scielo.org.mx/pdf/eunam/v16n46/1665-952X-eunam-16-46-118.pdf>
- Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2015). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14001*. Bogotá.
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA. (s.f.). *Mapgis*. Tomado de https://geografico.corantioquia.gov.co/mapgis9/mapa.jsp?aplicacion=1&css=css/app_corantioquia.css
- Devimar. (s.f.). *Ebéjico*. Tomado de: <https://www.devimar.co/ebejico>
- Grupo Interdisciplinario de Estudios Moleculares – GIEM. (2023). *Manual de operación y mantenimiento. Sistema de Aprovechamiento Energético y Material de Residuos Orgánicos, Planta de Beneficio Animal del municipio de Ebéjico*.
- Leal, J. (2005). *Ecoeficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias*. Santiago: CEPAL - SERIE Medio ambiente y desarrollo.
- Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. 22 de diciembre de 1993. D.O. N° 41146
- Municipio de Ebéjico, Antioquia. (2024). *Plan de Desarrollo Territorial 2024-2027*. https://ebejicoantioquia.micolombiadigital.gov.co/sites/ebejicoantioquia/content/files/000518/25885_97_pdtunebejicomejor20242027_final.pdf
- Organización de las Naciones Unidas. (28 de Febrero de 2022). ONU. *Programa para el medio ambiente*. Obtenido de <https://www.unep.org/es/resources/informe/sexta-informe-de-evaluacion-del-ipcc-cambio-climatico-2022>
- Rojo Azaceta, N., Gallastegui Ruiz de Gordo, G. J., Encinas Malagón, M. D., & Gómez de Balugera López de Alda, Z. (2023). *Gestión y evaluación de impacto ambiental*.
- Viña Vizcaíno, G. Amaya Navas, O. D. (2016). *Las Evaluaciones Ambientales Estratégicas como instrumentos para el desarrollo sostenible de Colombia*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

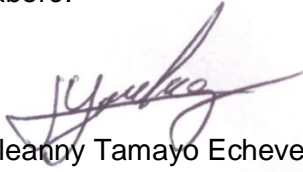
Zapata Marín, O. L. (2011). Plan de Educación Ambiental para el municipio de Ebéjico Antioquia.

Tomado

de:

<https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/21471/25586-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Elaboró:



Yirleanny Tamayo Echeverri

▣ Ingeniera Sanitaria

TP: 011281-0741051 ANT