

**SOCIEDAD AGUAS DEL HUILA, SERVICIOS INTEGRALES,
INFRAESTRUCTURA, CONSULTORIA Y ADMINISTRACION S.A. E.S.P.**

**EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO URBANO DEL MUNICIPIO DE TARQUI - HUILA**



**NEIVA - HUILA
MARZO DE 2025**

ALCALDE MUNICIPAL
CARLOS ANTONIO TOLE CALDERON

GERENTE
SOCIEDAD AGUAS DEL HUILA, SERVICIOS INTEGRALES, INFRAESTRUCTURA,
CONSULTORIA Y ADMINISTRACION S.A. E.S.P.
GENARO LOZADA MENDIETA

EQUIPO TÉCNICO OFICINA DE SERVICIOS PÚBLICOS

NORMA CONSTANZA SALAS VARGAS
Profesional Especializado

ANDRÉS ALBERTO CHARRY GONZÁLEZ
Profesional Universitario



TABLA DE CONTENIDO

1.	Localización del proyecto.	7
2.	Memoria detallada del proyecto.....	9
2.1	Componentes y funcionamiento del sistema de gestión del vertimiento.....	9
2.1.1	Red de recolección y conducción	10
2.1.2	Sistema de tratamiento de las aguas residuales.....	10
2.1.3	Estructura de entrada	11
2.1.4	Rejillas de cribado	12
2.1.5	Desarenadores.....	13
2.1.6	Canaleta parshall	13
2.1.7	Laguna anaerobia	14
2.1.8	Estructura de interconexión de flujo entre lagunas	15
2.1.9	Laguna facultativa	15
2.1.10	Estructura de salida.....	17
2.1.11	Lecho de secado	17
2.1.12	Vertimiento final.....	18
3.	Insumos y productos químicos	19
3.1.	Naturaleza de insumos o productos químicos	19
3.2.	Uso de óxido de calcio en el tratamiento de lodos.....	20
3.3.	Consumo de energía eléctrica en el tratamiento de lodos	20
3.4	Procesos de tratamiento de agua residual doméstica	200
4.	Predicción y valoración de impactos derivados de vertimientos generados por la PTAR....	23
4.1.	Características generales de la fuente receptora	23
4.2	Características generales del vertimiento.....	24
4.2.1	Vertimiento PTAR zapatero.....	24
4.2.2	Características típicas del vertimiento para proyección de cargas contaminantes	25
4.3	Matriz de identificación y valoración de impactos ambientales.....	25
4.3.1.	Identificación de aspectos ambientales.....	26
4.3.2	Identificación de impactos ambientales	26
4.4	Metodología para la valoración de impactos ambientales	27
4.5	Análisis de impactos ambientales	29

5.	Predicción y valoración de impactos derivados de vertimientos generados por la PTAR....	31
5.1	Modelos de simulación Streeter and Phelps	¡Error! Marcador no definido.
5.2	Modelación con escenario caudal medio y remoción actual de la PTAR.....	35
5.3	Resultados Modelo Streeter and Phelps	42
6.	Manejo de residuos asociados a la gestión del vertimiento	44
6.1	Manejo y disposición final de residuos sólidos asociados al vertimiento	44
6.2	Origen de los residuos líquidos	45
6.3	Disposición final y manejo de los residuos líquidos	45
6.4	Residuos asociados directamente al vertimiento.....	455
7.	Descripción y valoración de los impactos generados por el vertimiento y medida para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos.	477
8.	Incidencia del proyecto en la calidad de vida, condiciones económicas, sociales y culturales de los habitantes de tarqui.	511
	Bibliografía	52

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características Generales de la Laguna Facultativa. -----	16
Tabla 2. Valores representativos de DBO. SST y Caudal quebrada El Hígado Aguas Arriba. ---	23
Tabla 3. Resultados de los análisis fisicoquímicos en el punto de monitoreo Afluyente PTAR Tarqui en el Municipio de Tarqui-Huila. -----	24
Tabla 4. Valores representativos de DBO y SST sobre el vertimiento sin tratamiento -----	25
Tabla 5. Aspectos ambientales según NTC-ISO 14001-2015-----	26
Tabla 6. Impactos ambientales potenciales para el vertimiento según Conesa 1997 -----	27
Tabla 7. Atributos para evaluar impactos según Conesa 1997 -----	28
Tabla 8. Categorías para la valoración de impactos ambientales según Conesa 1997.-----	29
Tabla 9. Valoración de impactos ambientales generados por el sistema de tratamiento. -----	30
Tabla 10 Valores de Deficit y OD para distintos tiempos y distancia; Error! Marcador no definido.	
Tabla 11. Parametros para la modelacion DBO -----	40
Tabla 12. Modelación DBO -----	41
Tabla 13. Residuos asociados directamente al vertimiento – Fuente Propia 2024 -----	446
Tabla 14. Manejo y disposición final de los residuos sólidos – Fuente Propia 2024-----	48
Tabla 15. Residuos asociados directamente al vertimiento – Fuente Propia 2024 -----	46
Tabla 16 Ficha de manejo ambiental para manejo de Agua Residual Domestica en PTAR Zapatero del Municipio de Tarqui. -----	Error! Marcador no definido.48
Tabla 17 Ficha de manejo ambiental para control de olores en PTAR Zapatero del Municipio de Tarqui. -----	Error! Marcador no definido.49
Tabla 18 Ficha de manejo ambiental para manejo al control de plagas en PTAR Zapatero del Municipio de Tarqui. -----	Error! Marcador no definido.50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del Municipio de Tarqui, Huila -----	8
Figura 2. Ubicación Geográfica del Sistema del Vertimiento PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila.-----	8
Figura 3. Sistema de tratamiento de Aguas Residuales en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila.-----	11
Figura 4. Estructura de entrada en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila. -----	12
Figura 5. Rejillas de cribado en paralelo en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila. -----	12
Figura 6. Unidades para desarenado en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila-----	13
Figura 7. Aforador de caudal- Canaleta Parshall en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila	14
Figura 8. Laguna Anaerobia en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila -----	14
Figura 9. Interconexión de flujo entre lagunas en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila --	15
Figura 10. Laguna Facultativa en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila-----	16
Figura 11. Estructura de Salida en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila -----	17
Figura 12. Lecho de secado en PTAR Zapatero- Municipio Tarqui Huila. -----	18
Figura 13. Vertimiento final en PTAR Zapatero- Municipio Tarqui Huila. -----	18
Figura 14- Proyección de población municipio de Tarqui (2024-2034);	Error! Marcador no definido.
Figura 15. Proyección de Caudales de agua residual doméstica en Tarqui (2024-2034);	Error! Marcador no de
Figura 16. Proyección de CC-DBO de agua residual doméstica en Tarqui (2024-2034);	Error! Marcador no def
Figura 17. -----	¡Error! Marcador no definido.
Figura 18. -----	¡Error! Marcador no definido.

EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO

La Sociedad Aguas del Huila, Servicios Integrales, Infraestructura, Consultoría y Administración S.A. E.S.P. se encarga de la prestación del servicio en el municipio de Tarqui Huila, de acueducto, alcantarillado y aseo, los cuales a la fecha cuentan con una cobertura del 100%.

Dicha entidad realiza el mantenimiento preventivo y correctivo a los sistemas cuando estos presenten taponamientos o por la colmatación de alguna estructura generada por los desechos sólidos. En este documento se presenta la predicción y valoración del impacto generado por los vertimientos ARD al cuerpo de agua receptor, provenientes de la PTAR del municipio de Tarqui.

Con la necesidad de cumplir con la protección de los sistemas hídricos y realizar la gestión adecuada de los residuos domésticos, en la Sociedad Aguas del Huila, Servicios Integrales, Infraestructura, Consultoría y Administración S.A. E.S.P. se realiza el tratamiento biológico de agua residual doméstica para su respectiva descarga en la quebrada El Hígado, que recoge el agua de diferentes descargas residuales de la zona. Mediante la visita de campo se pudo observar que, en los predios de cercanos al río, se realizan diversas actividades artesanales, manejo de productos agropecuarios, viviendas.

1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

El municipio de Tarqui se encuentra ubicado en el departamento del Huila, corresponde la parte sur occidental, entre la ramificación de la cordillera Central y la margen izquierda del río Magdalena entre la quebrada Oporapa y las de Lagunilla, Minas y Tinco al norte. El municipio de Tarqui se encuentra a 2° 25'35" al norte de la línea ecuatorial y a 1° 27'36" al occidente de Bogotá. Los límites del área territorial de Tarqui son: Por el norte con el Municipio del Pital; Al sur los municipios de Altamira y Elias; Al oriente los municipios de Garzón y Altamira; Por el occidente los municipios de Oporapa y La Argentina. La zona urbana tiene una extensión de 0,2280 Km² y se encuentra en una depresión, al pie del Cerro de San Joaquín, a la orilla de la quebrada del Hígado, a una distancia de 2 kms del río Magdalena.

El casco urbano de Tarqui posee dos zonas bien definidas topográficamente, así: La primera constituida por terreno ondulado que se define en la margen norte del Zanjón del Toro; la segunda ubicada hacia el sur del zanjón mencionado hasta el límite perimetral del casco urbano, su relieve es plano que pudo ser parte inundada por el río Magdalena.

Tarqui es uno de los 37 municipios del departamento de Huila, Colombia. De acuerdo con las proyecciones del DANE, en 2023 Tarqui tenía 18,783 habitantes: 9,249 mujeres (49.2%) y 9,534 hombres (50.8%). Los habitantes de Tarqui representaban el 1.6% de la población total de Huila en 2023.

Figura 1. Localización geográfica del Municipio de Tarqui, Huila



Fuente: Red Huila Tarqui (2024)

El sistema de tratamiento del vertimiento se encuentra localizado en las coordenadas planas N:725015 y E:807250, a una distancia aproximada de 1.730 metros desde el perímetro urbano. Se encuentra en suelo rural de la vereda Zapatero.

Figura 2. Ubicación Geográfica del Sistema del Vertimiento PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila.



Fuente: Google Earth Pro (2024)

Punto 1 – Fuente Receptora – Quebrada El Hígado aguas arriba

Latitud N:
2° 6' 48,86"
Longitud W:
75° 48' 26,14"
Altitud: 798 msnm

Punto 2 – Vertimiento PTAR Zapatero, Tarqui

Latitud N:
2° 6' 50,27"
Longitud W:
75° 48' 21,38"
Altitud: 796 msnm

Punto 3 – Fuente Receptora – Quebrada El Hígado aguas abajo

Latitud N:
2° 6' 51,38" Longitud
W: 75° 48' 20,63"
Altitud: 795 msnm.

2. MEMORIA DETALLADA DEL PROYECTO

2.1 Componentes y Funcionamiento del Sistema de Gestión del Vertimiento

El Sistema de Gestión del Vertimiento del casco urbano del Municipio de Tarqui está compuesto por conexiones domiciliarias, redes de recolección y conducción de aguas residuales y una planta de tratamiento de aguas residuales de tipo lagunas de estabilización. El sistema no posee en su composición topológica estaciones de bombeo de aguas residuales y en toda su extensión opera por gravedad. En la actualidad todos los vertimientos son llevados a la planta de tratamiento de aguas residuales, es decir, no existen descargas a las fuentes receptoras sin tratamiento alguno.

Cabe destacar que, haciendo un inventario de los cuerpos de agua atravesados por la red de recolección y conducción del sistema de alcantarillado hasta la PTAR, existe conocimiento del Zanjón El Toro que escurre por todo el centro del casco urbano, pero además, aunque toda la red en ningún punto atraviesa la Quebrada El Hígado, este si amenaza de manera permanente la red de recolección y conducción.

En concordancia con lo anterior, vale la pena destacar la llanura de inundación de la Quebrada El Hígado, la cual está comprendida por una franja de pocos metros de ancho al lado de la quebrada El Hígado, pero que se amplía a la altura del matadero, extendiéndose hacia el sur y oriente. Esta zona tiene menos de un metro de altura sobre el cauce de la quebrada y es la zona que se ve afectada por inundaciones en las crecientes normales de la misma. También se destaca la llanura de inundación del Zanjón El Toro el cual socava la terraza media del Parque Central entre las carreras 8 y 9, en donde prácticamente no existe la llanura de inundación, pero a la altura del Barrio Santa Marta se amplía, llegando a tener más de 30 metros de ancho, dejando una zona de inundación bien definida hasta su desembocadura en la Quebrada El Hígado.

A continuación, se describe el estado de las unidades que conforman el sistema de gestión del vertimiento.

2.1.1 Red de Recolección y Conducción

Según información suministrada por Aguas del Huila S.A. E.S.P. como ente prestador en el casco urbano del Municipio de Tarqui, la cantidad de conexiones domiciliarias en la actualidad es de 1239 conexiones a usuarios de tipo residencial, 55 conexiones a usuarios de tipo comercial, 3 conexiones a usuarios de tipo industrial y 26 conexiones a usuarios de tipo oficial, para un total de 1323 acometidas domiciliarias. Las acometidas domiciliarias son en su totalidad tubería Gres de 8" en buen estado de funcionamiento y con una cobertura del 100%.

La red de recolección y conducción del alcantarillado en la actualidad comprende aproximadamente 7,69 km de longitud en tubería de Gres de 8" y 10" de diámetro, predominantemente de 8" con cerca de 5,82 km y de 10" con cerca de 1,87 Km. El tubo de conducción que transporta el agua residual domestica hasta la PTAR escurre solamente en la Jurisdicción del Municipio de Tarqui, por las Veredas Llano del Hato y Zapatero. El municipio de Tarqui cuenta con un alcantarillado sanitario y no posee alcantarillado de aguas lluvias independientes. El sistema de alcantarillado del municipio fue construido hace más de 40 años.

2.1.2 Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales

El sistema de tratamiento de aguas residuales del municipio de Tarqui fue construido en el año 2000, con recursos de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena y recursos del Municipio. Son dos lagunas de oxidación con estructuras de entrada y salida. Las aguas servidas son conducidas a las lagunas a través de un emisario final construido a partir del pozo No. 54 con 1.730 metros de tubería de 10" entre materiales de gress y PVC y 16 pozos.



Figura 3. Sistema de tratamiento de Aguas Residuales en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila.

2.1.3 Estructura de entrada

El ingreso del agua residual al sistema de tratamiento de aguas residuales, se realiza por medio de tubería en PVC de 10", la cual empalma con el canal de entrada, la cual es una estructura de forma rectangular, de 11 metros de largo y 1 metro de ancho. Este canal cuenta con un vertedero lateral para evacuar los excesos de agua y restringir el ingreso de caudales superiores a los de diseño.



Figura 4. Estructura de entrada en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila.

2.1.4 Rejillas de cribado

Componente que impide el paso de material grueso. Son dos unidades, cada reja tiene un ancho de 40 cm y una altura de 40 cm, en perfil de aluminio de 3/16", con barrotes espaciados cada 1 1/2". En la entrada de cada reja, se ha instalado una compuerta manual que impide el paso del agua y permite realizar labores de limpieza y mantenimiento.



Figura 5. Rejillas de cribado en paralelo en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila.

2.1.5 Desarenadores

Son dos módulos de 1,6 metros de longitud, 40 cm de ancho y una profundidad de 60 cm, que permite trabajar con un módulo mientras en el otro se realizan labores de limpieza y mantenimiento. Cada módulo dispone de una tolva para la acumulación de arenas, que consiste en una depresión en el fondo de 30 cm de profundidad; además existen dos compuertas manuales (una a la entrada y otro a la salida) que permiten sacarlos de operación para efectos de limpieza y mantenimiento.



Figura 6. Unidades para desarenado en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila

2.1.6 Canaleta Parshall

Sistema de aforo en concreto ciclópeo con garganta de 3 pulgadas. Su principal función, es conocer el caudal de entrada al sistema de tratamiento en cualquier momento, gracias a su rejilla graduada. A la salida de la Canaleta Parshall se tiene una caja distribuidora del flujo que permite alimentar y sacar de servicio el sistema de tratamiento primario por medio de compuertas manuales.



Figura 7. Aforador de caudal- Canaleta Parshall en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila

2.1.7 Laguna Anaerobia

Todas las aguas residuales llegan a la laguna anaerobia (primera laguna), donde se llevan a cabo procesos naturales en ausencia de oxígeno. Aquí existen comunidades de bacterias, microorganismos que no necesitan de aire para poder vivir y que se encargan de eliminar el material flotante como las grasas y los sólidos más pesados.

Existe alta actividad metano génico, evidenciado por la ascensión de lodos a la superficie, por efecto del metano producido y la presencia de malos olores.



Figura 8. Laguna Anaerobia en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila

2.1.8 Estructura de Interconexión de flujo entre Lagunas

La estructura que sirve como interconexión entre las dos lagunas y que tiene la función de recibir el caudal efluente de la laguna Anaerobia para que descargue a la laguna facultativa, se encuentra construido en concreto con 1.7 metros de ancho y 3 de largo. Esta cámara de interconexión, cumple la función de comunicar las dos lagunas y permitir el paso del flujo del agua residual hacia la laguna facultativa dentro del proceso de tratamiento.



Figura 9. Interconexión de flujo entre lagunas en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila

2.1.9 Laguna Facultativa

Por diferencia de nivel, el agua de la laguna anaerobia pasa a la facultativa, donde aún se realizan en el fondo procesos anaerobios y en la superficie, procesos aerobios, es decir, con presencia de oxígeno. Debido al fenómeno de la fotosíntesis, nacen algas, generando oxígeno y contribuyendo al desarrollo de flora y fauna diversa.



Figura 10. Laguna Facultativa en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila

Es un sistema de tratamiento bioquímico de crecimiento suspendido, sin recirculación de sólidos sedimentados. A pesar de constituir el sistema más simple y sencillo de tratamiento de aguas residuales, es de una naturaleza muy compleja desde el punto de vista de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos responsables de su eficiencia. En esta laguna se lleva a cabo la mayor labor de depuración de las aguas residuales del municipio de Tarqui, de acuerdo a sus características:

Tabla 1. Características Generales de la Laguna Facultativa.

Parámetro	Valor	Unidad
Ancho base inferior	28	m
Longitud base inferior	61	m
Ancho base superior	30	m
Longitud base superior	63	m
Profundidad	1.25	m
Volumen Total	2.210	m ³
Área Total	1.890	m ²
Tiempo de retención 2012	3.7	Días
Producción de lodo per cápita	0,04	m ³ /hab/día

Fuente. Equipo técnico aguas del Huila (2024)

2.1.10 Estructura de Salida

La estructura de salida de las aguas residuales está constituida por un vertedero rectangular de 2 m de longitud, disponiéndose además de una válvula que permite el control del efluente según la variación de niveles, así como de una tubería para la descarga del agua residual en la quebrada El Hígado.



Figura 11. Estructura de Salida en PTAR Zapatero- Municipio de Tarqui Huila

2.1.11 Lecho de Secado

El Lecho de Secado es una estructura simple y permeable, para la lixiviación, percolado y deshidratación del lodo proveniente de las lagunas anteriormente descritas. El proceso es natural, el agua contenida en los lodos filtra, por efecto de la gravedad, a través de un lecho filtrante de arena y grava, y es recogida por ductos perforados para ser conducida nuevamente al sistema de tratamiento. Otra parte del agua contenida en los lodos se evapora, por acción de la radiación solar. Una vez seco, el lodo se retira y se evacúa para ser utilizado como acondicionador de suelos, por propietarios de predios privados.

El lecho de secado del sistema de tratamiento del municipio de Tarqui, presenta la ausencia de lecho filtrante y cubierta, el estado actual del lecho de secado es bueno. Una característica de la estructura existente es que se dificulta la disposición de lodos en su interior, pues, los muros de dicha unidad tienen una altura, desde el nivel del terreno, de 1.60 m.



Figura 12. Lecho de secado en PTAR Zapatero- Municipio Tarqui Huila

2.1.12 Vertimiento Final

Está compuesto por una tubería en PVC de 8" de diámetro, en una longitud de 100 metros; hasta llegar a la quebrada El Hígado en dónde se depositan las aguas servidas del casco urbano del municipio de Tarqui.



Figura 13. Vertimiento final en PTAR Zapatero- Municipio Tarqui Huila

2.1.12.1 Puntos de vertimiento.

Actualmente en el casco urbano del municipio de Tarqui se tiene identificado un vertimiento de tipo puntual y directo.

Se encuentra sobre la misma quebrada El Hígado, proveniente del sistema de tratamiento de aguas residuales, el cual está localizado en la vereda Zapatero en las coordenadas Latitud: 2°6'50,27" N Longitud -75°48'21,38" E y un caudal promedio de 15 L/s

La frecuencia del vertimiento de agua residual en el municipio de Tarqui, es permanente (24 horas), por ello se puede catalogar este vertimiento como constante; Se efectúa todos los días de la semana (7 días); estimando una cantidad diaria de 910m³ de agua residual descargada sobre la fuente quebrada El Hígado.

3. INSUMOS Y PRODUCTOS QUÍMICOS

3.1. Naturaleza de insumos o productos químicos

La PTAR está ubicada en zona rural del municipio de Tarqui fue diseñada y construida bajo el concepto tecnológico de lagunas de oxidación, de muy bajo costo operativo y con altos niveles de eficiencia en la remoción de materia orgánica. Dentro de la combinación de recursos en el tren de tratamiento se configuran los siguientes componentes:

- Pre tratamiento: se utilizan procesos físicos, sin la adición de insumos químicos y/o biológicos y sin requerimientos energéticos.
- Tratamiento secundario: se utilizan procesos biológicos, sin la adición de insumos químicos y/o biológicos y sin requerimientos energéticos.
- Tratamiento complementario: tratamiento de lodos – subproducto de la digestión anaerobia del tratamiento biológico. En este tratamiento existen requerimientos de tipo energético y de insumos químicos.

Las frecuencias de uso, del óxido de calcio y del consumo de energía eléctrica para la evacuación de lodos, se refieren a rutinas trimestrales, lo cual hace que el costo operativo sea muy bajo.

3.2. Uso de óxido de calcio en el tratamiento de lodos

En la PTAR Zapatero de la zona rural del municipio de Tarqui, se utiliza óxido de calcio como agente alcalinizante de la torta húmeda de lodo, lo cual tiene como propósito principal reducir la cantidad de material patógeno presente en el biosólido a formar, esto se consigue llevando el pH de la torta húmeda hasta un nivel mínimo de 11 unidades de pH. Lo anterior, trae como beneficio adicional al momento de realizar el desenlode de los biorreactores, la reducción de olores ofensivos y la disminución en la proliferación de moscas en el entorno, además de generar tortas de lodo susceptible de resquebrajamiento de una forma más rápida, haciendo que los tiempos de secado disminuyan en un 30% aproximadamente.

En la PTAR de la zona rural del municipio de Tarqui, se tiene un (1) lecho de secado de lodos con área de 24 m², el cálculo de cal utilizada en cada desenlode y uso de un lecho de secado, corresponde a 10 bultos x 50 Kg de óxido de calcio, es decir que en el año se utilizan 2000 Kg de cal (40 bultos x 50 Kg).

3.3. Consumo de energía eléctrica en el tratamiento de lodos

En la PTAR del municipio de Tarqui, no hay consumo de energía eléctrica, puesto que no hay instalaciones eléctricas en la misma PTAR.

3.4. Procesos de tratamiento de agua residual doméstica

El sistema de tratamiento de aguas Residuales del municipio de Tarqui (Huila), que vierte sus aguas tratadas directamente a la quebrada el Hígado, se encuentra ubicado en el costado sur de la cabecera municipal, en inmediaciones de la zona conocida como vía a zapatero; está constituida actualmente por un tratamiento primario o físico de rejillas de cribado, aliviaderos, desarenado, canaleta parshall, cajilla con vertedero, trampas de grasas, lagunas anaerobias, y lagunas facultativas presentando los siguientes procesos:

Aliviadero

El Agua residual al entrar a la planta por una sección que tiene una estructura de tipo aliviadero hidráulica destinada a permitir el paso, libre o controlado, siendo el aliviadero en exclusiva para el desagüe es decir como medida de seguridad en caso de Aumentos excesivos caudales.

Rejillas de cribado

Después de entrar a la planta, son conducidas hasta una estructura de entrada compuesta por dos módulos; cada uno de ellos consta de una estructura de rejillas de cribado donde el agua pasa a través de un canal rectangular y allí atraviesa una rejilla metálica, donde quedan retenidos los sólidos gruesos, los cuales son removidos manualmente hacia un escurridor para los residuos.

Desarenador y canaleta parshall

De la zona de cribado el agua pasa a la unidad de desarenado compuesta por dos cámaras de flujo horizontal, donde se retienen las partículas pesadas, estos módulos de desarenado están compuestos por dos canaletas parabólicas de velocidad constante y disposición en paralelo, provistas de caja de fondo en donde se recolectan las arenas para su evacuación manual mediante palas y carretillas.

Cajilla con vertedero

De la zona de la canaleta Parshall pasando a una cámara con vertederos para regular el caudal a entrar a las lagunas anaerobias. No contaba con las compuertas.

Laguna anaerobia

Esta laguna se utiliza como primera fase en el tratamiento de aguas residuales de la zona de cámara con vertederos es conducida mediante una tubería con control a la entrada por una válvula de cortina pasando a la laguna anaerobia que tiene cuatro metros de profundidad, de forma rectangular con un ancho aproximado de 10 metros y un largo aproximado de 15 metros.

Las lagunas anaerobias realizan tratamiento secundario, su forma es rectangular y su sección trapezoidal, la construcción se realizó en extensiones grandes de terreno de 5 hectáreas de terreno excavaciones. Realiza un proceso de auto purificación o estabilización natural en el que tiene lugar fenómenos de tipo físico, químico y biológico donde su función de biológica es por microorganismos fermentativos que presentan ausencia de Oxígeno, y su reacción química por medio de fermentación de ácidos como ácido acético, ácido sulfhídrico ($C_2H_4O_2$ y H_2S) y fermentación de gases como dióxido de Carbono y Gas metano (CO_2 y CH_4). En las lagunas anaerobias una gran parte de las partículas coloidales están bajo coalescencia formando natas y lodos que aceleran la remoción hasta un 70% de DBO, están lagunas por lo general reciben alta carga orgánica. En esta fase el PH, que tiende a disminuir en la primera etapa, tiende a aumentar; a esta fase se la conoce como de “fermentación alcalina”. El efluente de lagunas anaerobias no contiene oxígeno disuelto, es frecuentemente turbio, ligeramente grisáceo y, salvo casos muy particulares, debe ser sometido posteriormente a un tratamiento, llevado a cabo habitualmente por lagunas facultativas.

Trampa de grasas

Las lagunas anaerobias se interconectan con las lagunas facultativas por medio de tuberías de 10”, con estructuras de trampa de Grasa, este tanque es de forma rectangular con una pantalla transversal creando un falso fondo, para retener las grasas y evitar que pasen por la tubería de salida. Su función es remover las grasas, aceites y natas de las aguas provienen de la cocina, lavaderos, lavamanos y duchas. Esta unidad forma parte del tratamiento preliminar, realiza procesos físicos, donde las grasas por cambio de temperatura se solidifican y por tener menor densidad que el agua suben y flotan sobre la superficie del agua, y son retenidas por la pantalla donde deben ser retiradas; el agua pasa por debajo de la pantalla y por la tubería de salida a la siguiente unidad de tratamiento.

Laguna facultativa

Estas lagunas tienen una profundidad de dos metros, forma rectangular. Los efluentes provenientes de las lagunas anaerobias se interconectan por medio de tubería de 10" de diámetro

En las lagunas facultativas pueden reconocerse tres zonas de descomposición: Una zona con oxígeno disuelto en la que predominan bacterias aerobias, especialmente en la parte superior de la laguna por la cantidad de algas que consumen el dióxido de carbono convirtiéndolo en oxígeno.

Una zona con total ausencia a de oxígeno disuelto donde el proceso biológico lo hacen las bacterias anaerobias en el fondo de la laguna, donde sedimenta gran parte de los sólidos suspendidos en el líquido.

Una tercera zona intermedia en que el contenido de oxígeno disuelto puede ser muy variable y aun estar ausente.

Lecho de secado de lodos

Los barros generados durante el tratamiento de un agua residual, generalmente no pueden ser dispuestos directamente. Esto se debe a dos características principales: el alto contenido de materia orgánica (susceptible de putrefacción) y el elevado contenido de agua, según el RAS la humedad debe ser inferior al 70% (líquidos libres).

Los barros generados durante el tratamiento de un agua residual, generalmente no pueden ser dispuestos directamente. Esto se debe a dos características principales: el alto contenido de materia orgánica (susceptible de putrefacción) y el elevado contenido de agua, según el RAS la humedad debe ser inferior al 70% (líquidos libres).

El tratamiento de lodos permite minimizar o evitar el impacto de características adversas, conservar nutrientes y preservarla salud y el medio ambiente, mediante la disminución del contenido de agua de los barros primarios y secundarios generados durante el tratamiento de los líquidos residuales. El espesamiento puede realizarse mediante:

Previamente durante la decantación natural que sucede en las lagunas, la concentración de los sólidos es tan elevada que el proceso se produce por la acción del peso de los sólidos ubicados sobre las partículas consideradas. Durante este proceso, el barro aumenta su concentración por migración del agua intersticial hacia la zona de clarificación, productos del movimiento de las partículas sólidas debido a la acción de la gravedad.

Estos lodos se depositan en el fondo de las lagunas y son evacuadas mediante un sistema de bombeo electromecánico hacia el lecho de secado de lodos y son sometidos a un proceso de estabilización, el cual busca controlar que la materia orgánica presente no entre en putrefacción (evitar la generación de malos olores y la atracción de vectores) Procesos químicos o biológicos.

4. PREDICCIÓN Y VALORACION DE IMPACTOS DERIVADOS DE LOS VERTIMIENTOS GENERADOS POR LA PTAR

La predicción y valoración de los impactos ambientales se hará con base al vertimiento generado por los sistemas de tratamiento con el que cuenta actualmente el municipio de Tarqui y de allí soportar la necesidad de la gestión del vertimiento.

4.1. Características generales de la fuente receptora

La mejor descripción de la calidad del agua del Sistema de PTAR y vertimiento del alcantarillado del casco urbano de Tarqui, está consignado en el Informe de Resultados del Monitoreo Realizado en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, el Vertimiento PTAR Zapatero y Fuente Receptora la quebrada El Hígado los días 7 y 8 de Diciembre de 2023 en el Municipio de Tarqui como se muestra en la Tabla 2.

Sin embargo, para efectos de predecir y valorar impactos sobre la fuente receptora – Quebrada El Hígado (aguas arriba), se tuvieron en cuenta valores típicos representativos a partir de los promedios medidos durante las campañas de monitoreo de la fuente receptora durante los años 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023. Estos valores se muestran en la Tabla 2.

CAMPAÑAS DE MONITOREO ARD TARQUI					
AÑO	FECHA	LABORATORIO	ESTACION AGUAS ARRIBA QUEBRADA EL HÍGADO		
			DBO (mg/L)	SST (mg/L)	CAUDAL (L/s)
2019	11,12 Dic	AQUATEKNICA	7.09	53.6	399.28
2020	16-dic	AMBILAB	<10	<15	11.373
2021	9,10 Nov	AQUATEKNICA	<5	48	309.2
2022	Nov	CONSTRUCSUELOS	5.7	121.4	11.11
2023	7,8 Dic	AGUALIMSU	81.4	18	78.11
PROMEDIO			31.396	60.25	161.814

Tabla 2. Valores representativos de DBO. SST y Caudal quebrada El Hígado Aguas Arriba-Fuente propia

4.2 Características generales del vertimiento

De la misma manera, la mejor descripción actual de la calidad del agua residual domestica de los vertimientos de la PTAR en zona rural de Tarqui, está contenida en el Informe de Resultados del monitoreo realizado a los vertimientos PTAR Zapatero, y fuente receptora quebrada El Hígado, realizados durante los días 7 y 8 de diciembre de 2023.

4.2.1 Vertimiento PTAR Zapatero

Los resultados del monitoreo en el vertimiento PTAR Zapatero se resumen en la Tabla 3, de acuerdo con estos resultados todos los parámetros de análisis Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Grasas y Aceites (GYA), Sólidos Sedimentables (SSed) y pH cumplen la norma de vertimiento (Resolución 631 de 2015), pues se encuentran en los valores y rangos permisibles.

Tabla 3. Resultados de los análisis fisicoquímicos en el punto de monitoreo Afluente PTAR Tarqui en el Municipio de Tarqui-Huila.

Vertimiento Agua Residual Doméstica (PTAR)				
PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDADES	VALORES ACEPTABLES SEGÚN LA RESOLUCIÓN 0631 DE 2015, Art 08	INTERPRETACIÓN
FISICOQUÍMICOS				
Demanda Bioquímica de Oxígeno	81.4	mg O ₂ /L	<90,00	CUMPLE
Demanda Química de Oxígeno	172	mg O ₂ /L	<180	CUMPLE
Fósforo total*	1.09	mg P/ L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Grasas y aceites	<10.0	mg / L	<20	CUMPLE
Hidrocarburos Totales*	<10.0	mg/l	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Ortofosfatos	7.86	mg PO ₄ / L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Nitratos	19.02	mg N-NO ₃ /L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Nitritos	<0.01	mg N-NO ₂ /L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal*	55.96	mg N-NH ₃ /L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Nitrógeno Total*	92.70	mg N/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
pH	6.83	Unidades pH	6,00 - 9,00	CUMPLE
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)*	3.60	mg SAAM/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Temperatura	26.35	°C	N.E	N.A
Turbiedad	164	NTU	N.E	N.A
Sólidos disueltos	362.0	mg NaCl/L	N.E	N.A
Sólidos suspendidos totales	18.00	mg / L	<90,00	CUMPLE
Sólidos sedimentables	0.71	mL / L	<5,00	CUMPLE
Coliformes Termotolerantes	350000	NMP/100mL	N.E	N.A

Fuente: Agualimsu S.A.S. Informe de Resultados de Monitoreo PTAR y fuente receptora Quebrada El Hígado, en el municipio de Tarqui, Diciembre 2023.

4.2.2 Características típicas del vertimiento para proyección de cargas contaminantes

Para efectos de realizar la proyección de cargas contaminantes en la simulación hidráulica del vertimiento, los valores típicos de DBO y SST sobre el vertimiento, se estiman a partir del promedio de mediciones de cada uno de los parámetros (DBO y SST) en los vertimientos sin tratamiento, es decir en los afluentes de cada PTAR, como los medidos durante las campañas de monitoreo de los vertimientos durante los años 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023.

Estos valores se muestran en la Tabla 4.

CAMPAÑAS DE MONITOREO ARD TARQUI				
AÑO	FECHA	LABORATORIO	DBO (mg/L) MEDIDA EN EL AFLUENTE DE LA PTAR ZAPATERO- TARQUI	SST (mg/L) MEDIDA EN EL AFLUENTE DE LA PTAR ZAPATERO-TARQUI
2019	11-12 dic	AQUATEKNICA	245.95	336.67
2020	16-dic	AMBILAB	860.74	400
2021	9-10 nov	AQUATEKNICA	317.7	288.6
2022	30-nov	CONSTRUCSUELOS	54.9	27.78
2023	7-8 dic	AGUALIMSU	181.5	165
PROMEDIO			332.15	243.61

Tabla 4. Valores representativos de DBO y SST sobre el vertimiento sin tratamiento – Fuente Propia 2024

4.3 Matriz de identificación y valoración de impactos ambientales

El decreto 2041 en el artículo 1° define como impacto ambiental, cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido a un proyecto, obra o actividad. Teniendo en cuenta este concepto, la matriz de identificación y valoración de impactos ambientales es un instrumento para la toma de decisiones de forma cualitativa y cuantitativa y permite gestionar las medidas de control ambiental para la compensación, prevención, mitigación y/o corrección necesaria para evitar daños en los en ambiente natural.

Para llevar a cabo, esta identificación y valoración se debe tener en cuenta los diferentes usos de la quebrada El Hígado aguas abajo del punto de vertimiento hasta su desembocadura al río Magdalena.

4.3.1. Identificación de aspectos ambientales

La NTC-ISO 14001 de 2015 define un aspecto ambiental como un elemento de las actividades, productos o servicios de un proyecto obra o actividad. Un aspecto ambiental puede causar uno o varios impactos ambientales. Un aspecto ambiental significativo es aquel que tiene o puede tener uno o más impactos ambientales significativos. En la Tabla 5 se desarrolla una lista con los aspectos ambientales producto de las unidades de tratamiento existentes.

ACTIVIDAD / ACCIÓN	ASPECTOS AMBIENTALES
OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	Generación de residuos de lodos
	Emisión de olores
	Descarga de vertimiento tratado

Tabla 5. Aspectos ambientales según NTC-ISO 14001-2015

4.3.2. Identificación de impactos ambientales

Luego de identificar los aspectos ambientales, se procede a determinar los impactos dentro de una relación causa-efecto sobre los componentes ambientales, de esta manera un aspecto puede generar uno o más impactos ambientales según sus atributos.

Con los impactos identificados y los aspectos que los generan se construyó una matriz de doble entrada, donde se puede leer cómo un aspecto impacta el entorno o cuáles aspectos generan un mismo impacto.

La identificación de impactos se realizó para las etapas de operación e inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento en el marco de las actividades de construcción, rehabilitación, optimización y/o ampliación de cada uno de sus elementos constitutivos en el municipio de Tarqui. Los impactos ambientales se presentan sobre los componentes biótico, abiótico y socioeconómico; se analizaron y determinaron mediante el juicio del equipo técnico encargado de la formulación; apoyados por expertos en el tema; de acuerdo con la información consignada en los capítulos anteriores, con esto, se realizó la identificación de los impactos ambientales arrojando los siguientes resultados.

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTOS										
	COMPONENTE ABIÓTICO Y BIÓTICO								COMPONENTE SOCIOECONÓMICO		
	Calidad del agua superficial	Calidad del agua subterránea	Calidad del suelo	Calidad del aire	Ruido	Diversidad y abundancia de especies de flora	Diversidad y abundancia de especies de fauna	Alteración del hábitad	Afectación de la salud del personal	Molestias para el personal y vecinos	Generación de empleo
OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO											
Generación de residuos de lodos											
Emisión de olores											
Descarga de vertimiento tratado											

Tabla 6. Impactos ambientales potenciales para el vertimiento según Conesa 1997

4.4 Metodología para la valoración de impactos ambientales

Luego de identificar los aspectos e impactos ambientales, se evalúan los impactos ambientales; a través de una relación causa (aspecto) y efecto (impacto). La metodología para llevar a cabo esta valoración será la propuesta por Conesa Fernández Vítora (1997), siendo uno de los métodos más utilizado en Colombia en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental-EIA; según este autor la importancia del impacto se mide "en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad"

Carácter (CA): Naturaleza de impacto.		Efecto (EF): Impacto de una acción sobre el medio.	
Positivo	+1	Indirecto	1
Negativo	-1	Directo	4
Magnitud (MG): Representa la incidencia de la acción causal sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto.		Extensión (EX): Tiene en cuenta la superficie espacial afectada por una acción determinada. Se refiere al área de influencia teórica del efecto en relación con el entorno del proyecto.	
Baja	1	Puntual	1
Media	3	Parcial	2
Alta	8	Extenso	4
Total	12	Total	8
Momento (MO): Se refiere al tiempo transcurrido entre la acción y la aparición del impacto.		Persistencia (PE): Se refiere al tiempo que el efecto se manifiesta hasta que se retorne a la situación inicial en forma natural o a través de medidas correctoras.	
Largo plazo (+ 5 años)	1	Fugaz	1
Mediano plazo (1 a 5 años)	2	Temporal (entre 1 y 10 años)	2
Corto plazo (<1 año)	4	Permanente (duración mayor a 10 años)	4
Inmediato	8		
Reversibilidad (RV): La persistencia y la reversibilidad son independientes. Este atributo está referido a la posibilidad de recuperación del componente del medio o factor afectado por una determinada acción.		Recuperabilidad (MC): Mide la posibilidad de recuperar (total o parcialmente) las condiciones de calidad ambiental iniciales como consecuencia de la aplicación de medidas correctoras.	
Corto plazo (menos de 1 año)	1	Recuperable	1
Mediano plazo (1 y 5 años)	2	Mitigable	4
Irreversible (más de 10 años)	4	Irrecuperable	8
Sinergia (SI): Reforzamiento de dos o más efectos simples.		Acumulación (AC): Incremento progresivo de la manifestación del efecto.	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Periodicidad (PR): Regularidad de manifestación del efecto.		$I = \pm CA \times (3MG + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Irregular	1		
Periódico	2		
Continuo	4		

Tabla 7. Atributos para evaluar impactos según Conesa 1997

De acuerdo con los valores asignados a cada criterio, la importancia del impacto puede variar entre 13 y 100 unidades que de acuerdo con el reglamento de EIA español, se establece la siguiente significancia, mostrada en la tabla 8.

<u>Valor I (13 y 100)</u>	<u>Calificación</u>	<u>Significado</u>	<u>Categoría</u>
<u><25</u>	<u>Irrelevantes o compatibles</u>	<u>La afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del Proyecto en cuestión.</u>	
<u>≥25 y <50</u>	<u>Moderado</u>	<u>La afectación del mismo, no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.</u>	
<u>≥50 y <75</u>	<u>Severo</u>	<u>La afectación de este, exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado.</u>	
<u>≥75</u>	<u>Crítico</u>	<u>La afectación del mismo, es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. NO hay posibilidad de recuperación alguna.</u>	

Tabla 8. Categorías para la valoración de impactos ambientales según Conesa 1997.

4.5 Análisis de impactos ambientales

Teniendo en cuenta la visita realizada a campo, se evidenciaron los aspectos presentados en la matriz de identificación de impactos (Ver Tabla 9); es importante manifestar que según el último monitoreo realizado en el año 2023 los valores de pH, temperatura, sólidos sedimentables, la DBO5, DQO, grasas y aceites y los sólidos suspendidos totales del vertido cumplen con los parámetros permisibles de la normatividad ambiental vigente Resolución 631 de 2015.

En términos generales, se puede evidenciar en la Tabla 9 que la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Tarqui genera impactos ambientales Irrelevantes o compatibles, sin embargo, genera un impacto positivo severo con respecto a la generación de empleo.

Tabla 9. Valoración de impactos ambientales generados por el sistema de tratamiento.

Actividad	Aspecto ambiental	Impacto ambiental		CA	MG	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia del impacto
OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	Generación de residuos de lodos	Cambio en la calidad del suelo		-1	1	1	8	1	1	1	1	4	1	1	-23
	Emisión de olores	Afectación de la salud del personal		-1	3	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-23
		Molestias para el personal y vecinos		-1	3	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-23
	Descarga de vertimiento tratado	Alteración de la Calidad del agua superficial		-1	1	2	8	1	1	1	1	1	1	1	-22
		Alteración de la Calidad del agua subterránea		-1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	4	-23
		Alteración de la Calidad del suelo		-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	-19
		Generación de empleo		1	12	1	8	1	1	1	4	4	4	1	+62

$$I = \pm CA \times (3MG + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

5. PREDICCIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS DERIVADOS DE LOS VERTIMIENTOS GENERADOS POR LAS PTAR.

La generación de aguas residuales es uno de los aspectos ambientales con mayor relevancia en la actualidad dado el potencial impacto que generan sobre las fuentes hídricas y su contribución al deterioro de la calidad y la disponibilidad del recurso para usos prioritarios. Con el propósito de mitigar los efectos adversos que tiene la disposición inadecuada de efluentes en las fuentes superficiales, el suelo y fuentes subterráneas, se ha llevado a cabo un desarrollo reglamentario importante en torno al cumplimiento de parámetros máximos permisibles para vertimientos puntuales a fuentes hídricas y alcantarillado, el cual se encuentra establecido en la Resolución 0631 de 2015. Adicionalmente, el Decreto 3930 de 2010, compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente, establece el procedimiento para el trámite y obtención de permiso de vertimientos, instituyendo los términos de referencia y la necesidad de implementar modelos de mezcla para la determinación de impactos ambientales potenciales como consecuencia de la descarga de agua residual, cualquiera que sea su naturaleza.

En este sentido, la modelación de vertimientos se constituye como un instrumento que permite, a partir de escenarios hipotéticos, determinar el efecto de un vertimiento sobre la fuente receptora, considerando las condiciones fisicoquímicas e hidráulicas tanto de la descarga como del cuerpo receptor, teniendo como insumo principal los monitoreos de calidad de agua efectuados por laboratorio acreditado. Atendiendo a estas particularidades y con los resultados del modelo, es posible tomar determinaciones acerca de las condiciones de funcionamiento del sistema de gestión del vertimiento y alimentar la evaluación de impactos mediante información fiable y contextualizada.

El presente informe contiene la modelación de calidad de agua del vertimiento proveniente de la Planta de Tratamiento de Agua Residual del municipio de Tarqui - Huila, empleando como base conceptual los principios de la degradación de sustancias no conservativas y el modelo matemático de Streeter y Phelps. La información para alimentar el modelo proviene del monitoreo de calidad de agua realizado al vertimiento y a la fuente hídrica receptora por el laboratorio AGUALIMSU SAS, el día 07 de noviembre de 2023.

5.1 Modelo de simulación Streeter and Phelps

Consiste en la predicción del comportamiento a través de modelos matemáticos en los cuales se involucran las variables más significativas en la degradación de la materia orgánica en una fuente hídrica a la cual se le incorpora la descarga de un agente contaminante.

Para la fuente receptora se implementó el modelo de simulación *Streeter and Phelps*, el cual considera las características hidráulicas de la fuente y la cinética de la degradación de la materia orgánica, representadas por dos constantes K_r y K_d . La reaireación describe la velocidad con la que la fuente se reabastece de O_2 , y es función de la velocidad de flujo y profundidad del lecho. La reaireación también depende del déficit de oxígeno, mientras mayor

sea éste, la velocidad de reaeración será mayor. La degradación, por su parte, es inherente a la temperatura del agua y la degradabilidad de la materia orgánica presente en ella.

El modelo Streeter y Phelps es unidimensional y modela la concentración de oxígeno disuelto y DBO_5 en sentido longitudinal de flujo, en función del tiempo y la distancia, determinando en primera instancia el déficit crítico y el tiempo crítico, que son respectivamente, el máximo descenso de OD y el tiempo al cual se presenta.

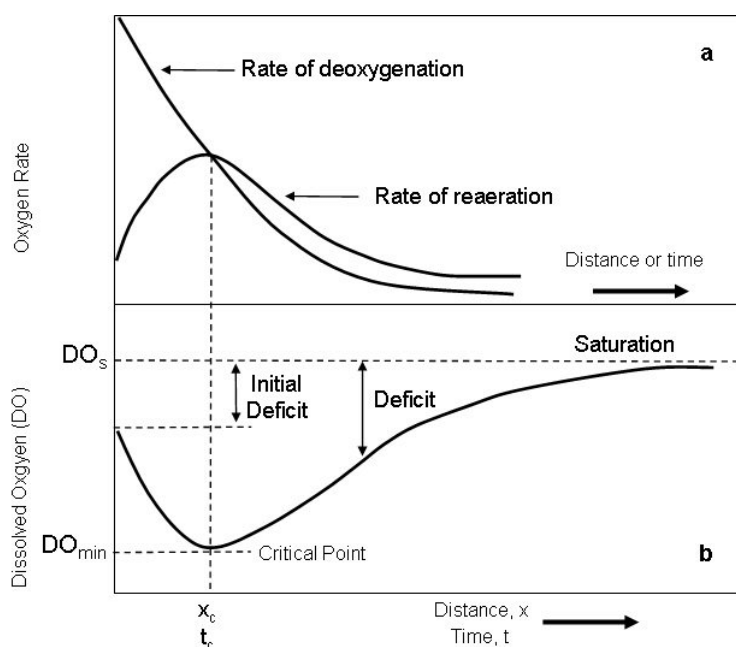


Figura 14. Curva característica de déficit de oxígeno disuelto en una corriente de agua

Los escenarios planteados corresponden a caudal máximo y caudal medio del vertimiento según lo reportado por el informe del monitoreo realizado por el laboratorio de la empresa AGUALIMSU SAS.

Información Básica

Parámetro	Unidades	Fuente	Vertimiento
Caudal	Lps	78.11	14.32
DBO	mg/L	10	81.4
OD	mg/L	7.15	1.09
Temperatura	°C	28.1	26.35

CONSTANTE DE REAIREACIÓN K_R :

La reaireación de una fuente hídrica depende directamente de sus características hidráulicas, tales como velocidad, pendiente y profundidad. Existen diversas metodologías para su determinación, a saber, Texas, O'Connor y Dobbins, Churchill, Owens, entre otras. Para este caso particular, se optó por la ecuación de reaireación de Texas, la cual es aplicable a ríos con profundidad de 0.2 m a 1.0 m de profundidad y velocidad de 0.01 m/s a 0.30 m/s, condiciones similares a las de la fuente hídrica.

Los valores de profundidad y velocidad de flujo corresponden a los promedios determinados a partir del aforo con molinete de la fuente receptora aguas abajo del vertimiento y consignados en el informe de laboratorio elaborado por la empresa AGUALIMSU SAS.

Parámetro	Unidades	Fuente
Caudal	Lps	78.11
Velocidad media (v)	m/s	0.055
Profundidad media (h)	m	0.14

En este orden de ideas, la constante de reaireación k_r se calcula de la siguiente manera:

$$k_r = \frac{1.923 v^{0.273}}{H^{0.894}}$$

$$k_r = \frac{1.923 * 0.055^{0.273}}{0.14^{0.894}}$$

$$k_r = 5.05 \, d^{-1}$$

Corrección por temperatura de k_r :

$$K_{rT} = k_{20^\circ C} * \theta^{T^\circ C - 20^\circ C}$$

Donde:

K_{rT} = Constante de cinética de reacción k a una temperatura $T(^{\circ}C)$

θ = Coeficiente de corrección de temperatura (1.024)

$T^{\circ}C$ = Temperatura del agua superficial medida

Aplicando la ecuación se tiene:

$$K_{r21.4^\circ C} = 5.05 * 1.024^{28.1 - 20}$$

$$K_{r21.4^\circ C} = 6.122 \, d^{-1}$$

CONSTANTE DE DESOXIGENACIÓN

La constante de desoxigenación (K_d) depende de la velocidad de degradación de la materia orgánica y describe una reacción de primer orden afectada por la temperatura. Para un agua residual doméstica típica, a 20°C, el valor de la tasa es de **$K=1.839 \text{ d}^{-1}$** (Valor tomado del libro *Tratamiento de Aguas Residuales: Teoría y Principios de Diseño*, pág. 900).

Calculando la constante de desoxigenación se tiene:

$$k_d = k + \frac{u}{h} * n$$

Dónde: k = Coeficiente de la DBO a 20°C (d^{-1})

u = Velocidad promedio de la corriente (Longitud/tiempo)

h = Profundidad promedio de la corriente (Longitud)

n = Coeficiente de actividad béntica (6.9×10^{-6} para ríos rápidos)¹

$$k_d = 1.839 + \frac{0.055}{0.14} * 6.9 \times 10^{-6}$$

$$k_d = 1.839 \text{ d}^{-1}$$

Teniendo en cuenta que la temperatura del agua, de acuerdo al monitoreo realizado por laboratorio acreditado, arrojó 32.3°C, es necesario realizar un ajuste por temperatura de la constante.

$$K_T = k_{20^\circ\text{C}} * \theta^{T^\circ\text{C}-20^\circ\text{C}}$$

Donde:

K_T = Constante de cinética de reacción k a una temperatura T (°C)

θ = Coeficiente de corrección de temperatura (1.135)

$T^\circ\text{C}$ = Temperatura del agua superficial medida

Aplicando la ecuación se tiene:

$$K_{d21.4^\circ\text{C}} = 1.839 * 1.135^{28.1-20}$$

$$K_{d21.4^\circ\text{C}} = 5.1292 \text{ d}^{-1}$$

¹ Romero, Jairo. "Tratamiento de aguas residuales: Teoría y Principios". Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá D.C.1999. pág. 990.

5.2. Modelación con escenario caudal medio y remoción actual de la PTAR

OXÍGENO DISUELTO EN EL PUNTO DE MEZCLA:

La descarga de agua residual a la fuente hídrica genera una mixtura que se asume homogénea y cambia las características de la fuente. El oxígeno disuelto resultante de la mezcla entre el vertimiento y la quebrada, se obtiene a partir de un balance de masas que tiene en cuenta la concentración de ambos y su caudal. La concentración del vertimiento se establece en **1.00 mg/L**, de acuerdo a lo reportado en la literatura como el valor típico para aguas residuales domésticas.

Efectuando el balance de masas se tiene:

$$OD_M = \frac{OD_{vert} * Q_{vert} + OD_{rio} * Q_{rio}}{Q_{vert} + Q_{rio}}$$

Donde;

OD_M = Oxígeno disuelto de mezcla (mg/L)

OD_{vert} = Oxígeno disuelto del vertimiento (mg/L)

OD_{rio} = Fuente receptora

Q_{vert} = Caudal vertimiento (L/s)

Q_{rio} = Caudal fuente receptora (L/s)

Entonces;

$$OD_M = \frac{1.0 * 14.32 + 7.15 * 78.11}{14.32 + 78.11}$$

$$OD_M = 6.20 \frac{mg}{L}$$

DBO EN EL PUNTO DE MEZCLA:

De igual manera, se realiza balance de masas para determinar la DBO de mezcla en el punto del vertimiento:

$$DBO_M = \frac{DBO_{vert} * Q_{vert} + DBO_{rio} * Q_{rio}}{Q_{vert} + Q_{rio}}$$

$$DBO_M = \frac{81.4 * 7.15 + 10 * 78.11}{7.15 + 78.11}$$

$$DBO_M = 21.06 \frac{mg}{L}$$

TIEMPO CRÍTICO:

Es el tiempo en que el oxígeno disuelto es mínimo y, en consecuencia, el déficit de oxígeno es máximo en el cuerpo de agua.

$$tc = \frac{1}{k_r - k_d} * \ln \left[\frac{k_r}{k_d} \left(1 - Da * \frac{k_r - k_d}{k_r * Lu} \right) \right]$$

Dónde: $Lu = DBO_{última}$

Da = Déficit inicial de oxígeno = $OD_s - OD_{mezcla}$

K_r = Constante de reaireación

K_d = Constante de desoxigenación

OD_s = Oxígeno disuelto de saturación (mg/L)

Para agua a temperatura de 28.1°C, el oxígeno de saturación equivale a 7.80 mg/L²

$$D_a = 7.80 \text{ mg/l} - 6.20 \text{ mg/L}$$

$$D_a = 1.6 \text{ mg/L}$$

$$tc = \frac{1}{6.122 - 5.1292} * \ln \left[\frac{6.122}{5.1292} \left(1 - 1.6 * \frac{6.122 - 5.1292}{6.122 * 21.06} \right) \right]$$

$$tc = 0.163 \text{ d} = 3.91 \text{ h}$$

DÉFICIT CRÍTICO:

El déficit crítico es la máxima diferencia que presenta el oxígeno disuelto en la fuente, posterior a la descarga del vertimiento, con respecto al oxígeno de saturación, es decir, el máximo decaimiento de oxígeno en la fuente.

$$Dc = \frac{k_d * L_u}{k_r - k_d} * (e^{-k_d * tc} - e^{-k_r * tc}) + Da(e^{-k_r * tc})$$

² Romero, Jairo. "Tratamiento de aguas residuales: Teoría y Principios". Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá D.C.1999. Apéndice C., pág. 1029.

$$D_c = \frac{5.1292 * 21.06}{6.122 - 5.1292} * (e^{-5.1292 * 0.163} - e^{-6.122 * 0.163}) + 1.6e^{-6.122 * 0.163}$$

$$D_c = 7.64 \text{ mg/L OD}$$

Por lo tanto, el oxígeno disuelto crítico, entendido como el valor más bajo de oxígeno disuelto que presentará la fuente posterior a la descarga, estará dado por:

$$OD_c = OD_s - D_c$$

$$OD_c = 7.80 - 7.64$$

$$OD_c = 0.163 \text{ mg/L}$$

En la tabla 9 se presenta el resumen de los parámetros de la quebrada con datos del laboratorio acreditado y para el vertimiento valores teóricos asumidos a partir de la literatura ya mencionada.

Luego de ingresar los insumos necesarios para correr el modelo de Streeter - and Phelps para OD y DBO se obtuvo los siguientes resultados:

A continuación, se puede apreciar la información resultante de la modelación y su descarga puntual para las diferentes concentraciones de oxígeno disuelto, déficit de oxígeno a lo largo de la corriente. Para el cálculo se emplea la ecuación de cálculo de déficit y se reemplazan los tiempos en la variable t_i :

$$D = \frac{k_d * L_u}{k_r - k_d} * (e^{-k_d * t_i} - e^{-k_r * t_i}) + Da(e^{-k_r * t_i})$$

Tabla 10. Valores de Déficit y OD para distintos tiempos y distancias.

Tiempo horas	Distancia	Tiempo (días)	Dt	OD
0	0.00	0	1.60	6.20
0.024	0.00	0,001	1.70	6.10
0.048	0.01	0,002	1.80	6.00
0.12	0.02	0,005	2.08	5.72
0.24	0.05	0,01	2.53	5.27
0.36	0.07	0,015	2.95	4.85
0.48	0.10	0,02	3.35	4.45
0.96	0.19	0,04	4.71	3.09
1.44	0.29	0,06	5.74	2.06
1.92	0.38	0,08	6.49	1.31

EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO MUNICIPIO DE TARQUI HUILA



2.4	0.48	0,1	7.03	0.77
2.88	0.57	0,12	7.37	0.43
3.36	0.67	0,14	7.57	0.23
3.84	0.76	0,16	7.64	0.16
4.32	0.86	0,18	7.61	0.19
4.56	0.90	0,19	7.56	0.24
4.8	0.95	0,2	7.50	0.30
5.04	1.00	0,21	7.42	0.38
6.24	1.24	0,26	6.85	0.95
6.72	1.33	0,28	6.57	1.23
7.2	1.43	0,3	6.27	1.53
9.6	1.90	0,4	4.72	3.08
12	2.38	0,5	3.35	4.45
14.4	2.85	0,6	2.29	5.51
16.8	3.33	0,7	1.53	6.27
19.2	3.80	0,8	1.00	6.80
21.6	4.28	0,9	0.64	7.16
24	4.75	1	0.41	7.39
26.4	5.23	1,1	0.26	7.54
28.8	5.70	1,2	0.16	7.64
31.2	6.18	1,3	0.10	7.70
33.6	6.65	1,4	0.06	7.74
36	7.13	1,5	0.04	7.76
38.4	7.60	1,6	0.02	7.78
40.8	8.08	1,7	0.01	7.79
43.2	8.55	1,8	0.01	7.79
45.6	9.03	1,9	0.01	7.79
48	9.50	2	0.00	7.80
50.4	9.98	2,1	0.00	7.80
	10.45	2,2	0.00	7.80

Fuente: Este estudio

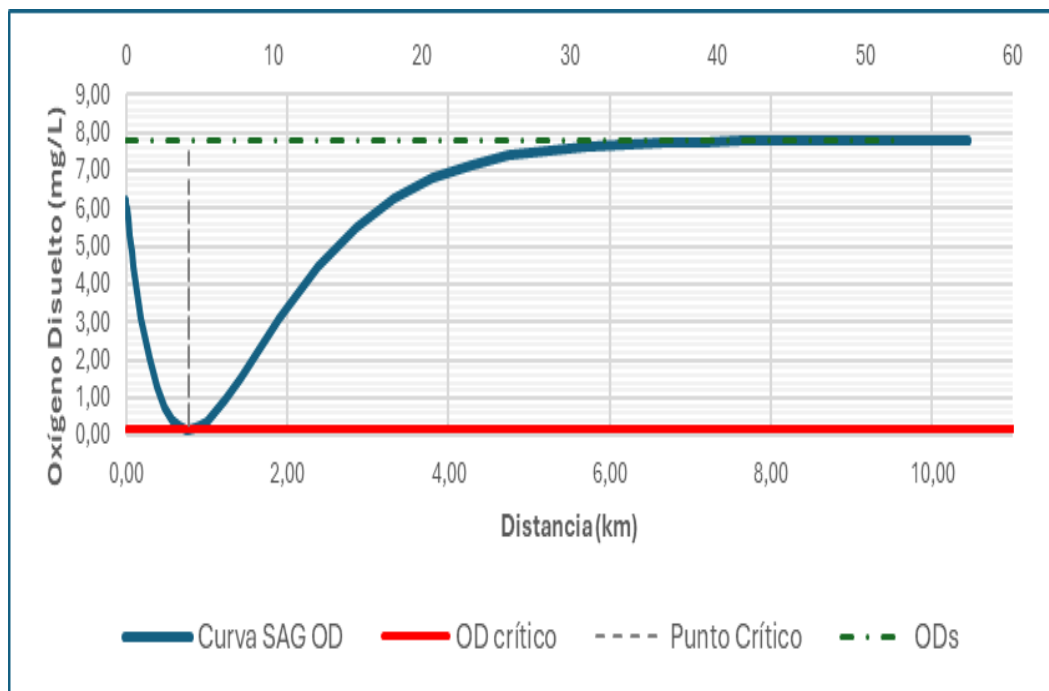


Gráfico 1. Comportamiento Oxígeno Disuelto vs Distancia

Fuente: Este estudio

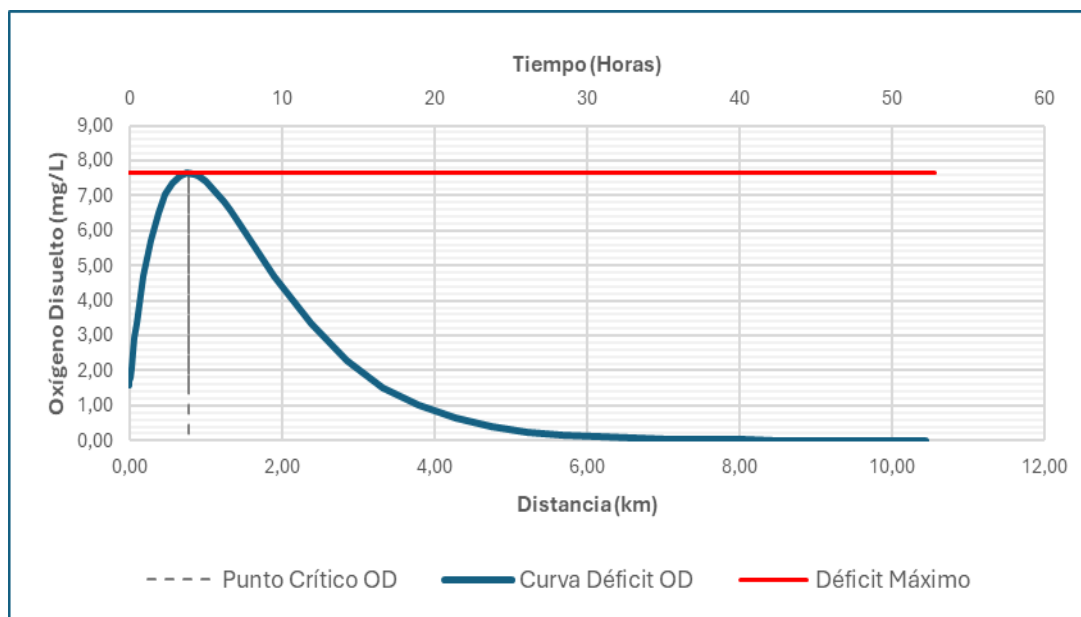


Gráfico 2. Comportamiento Oxígeno Disuelto vs Distancia

Fuente: Este estudio

La ecuación que describe el comportamiento de sustancias no conservativas en medio acuoso para un vertido continuo, despreciando el factor de dispersión y para una constante cinética k , se presenta a continuación:

$$C_A = \frac{Q_D * C_D}{A * U_x} * e^{-\left(\frac{k * x}{U_x}\right)}$$

Dónde: C_A = Concentración del compuesto A (mg/L) en un punto x

Q_D = Caudal de la descarga (L/s)

C_D = Concentración de la descarga (mg/L)

A = Área transversal de la fuente superficial (m²)

U_x = Velocidad del agua en la dimensión x (m/s)

k = Constante cinética de reacción (d⁻¹)

En la tabla 5, se presenta los parámetros empleados para el comportamiento de la descarga puntual para las diferentes concentraciones de DBO, a lo largo de la corriente. Estos coinciden con los utilizados previamente para la modelación de oxígeno disuelto.

Tabla 11. Parámetros para la modelación DBO.

Parámetros	Valores
Caudal descarga (m ³ /s)	0.01432
DBO ₅ Descarga (mg/L)	81.4
Velocidad media fuente (m/s)	0.055
A (m ²)	0,26
Ks (s ⁻¹)	2.37x10 ⁻⁵
DBO ₅ fuente (mg/L)	10.0

Fuente: Este estudio

El cálculo tipo para la DBO en un tiempo t y un punto x es equivalente a la degradación de la materia orgánica aportada por el vertimiento sumada a la carga de fondo de la fuente receptora:

$$C_A = 10 + \frac{0.01432 * 81.4}{0.26 * 0.055} * e^{-\left(\frac{2.37 \times 10^{-5} * 4.72}{0.055}\right)}$$

$$C_A = 91.35 \text{ mg/L}$$

Tabla 12. Modelación DBO.

Tiempo (días)	Tiempo (seg)	x (m)
0.0006	55	62.95
0.0013	110	44.40
0.0019	165	32.34
0.0025	220	24.52
0.0032	275	19.43
0.0038	330	16.13
0.0045	385	13.98
0.0051	440	12.58
0.0057	495	11.68
0.0064	550	11.09
0.0127	1100	10.01
0.0191	1650	10.00
0.0255	2200	10.00

Fuente: Este estudio

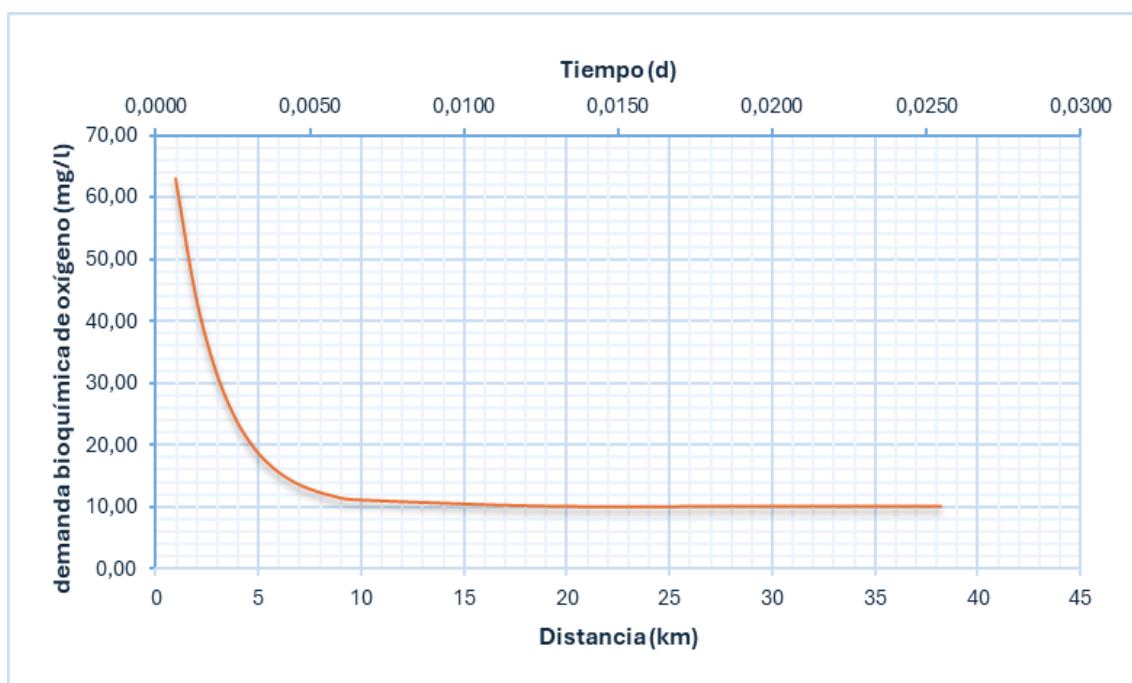


Gráfico 1. Comportamiento DBO5 vs distancia/tiempo

Fuente: Este estudio

5.3. Resultados Modelo Streeter and Phelps

OXÍGENO DISUELTO Y DÉFICIT CRÍTICO

El oxígeno disuelto en una fuente receptora depende de la temperatura y el comportamiento ante el vertimiento. En términos de interpretación a partir de modelos teóricos se describe una curva semiparabólica que representa la caída del oxígeno (O_2). Aguas abajo del punto de descarga, donde el OD alcanza un valor mínimo denominado punto crítico, llega un punto de inflexión donde la curvatura cambia y el oxígeno inicia un ascenso hasta retornar a condiciones favorables. Por otra parte, el oxígeno de saturación OD_s , es el valor máximo de oxígeno que puede contener una masa de agua a la temperatura dada; la diferencia entre el OD_s y OD de la fuente, es el Déficit de Oxígeno D, denominando también como Déficit crítico.

La aplicación de las ecuaciones descritas implica la utilización de hojas de cálculo para la iteración de variables cuyo fin es la obtención de valores numéricos que representen el oxígeno disuelto y el déficit en varios tramos de la fuente a distintos tiempos. Los resultados para la gráfica 1 muestran que, para el estado actual de remoción con el que cuenta la PTAR, el punto crítico se localiza a 3.84 horas del punto de descarga, que a velocidad media de la fuente (0.055 m/s) representa 0.76 km, donde el oxígeno disuelto desciende al punto mínimo correspondiente a un valor de 0.16 mg/L. La concentración de oxígeno disuelto se mantiene en su nivel mínimo hasta que la fuente inicia un proceso de recuperación debido a la reincorporación de oxígeno y la degradación de la materia orgánica remanente, permitiendo una recuperación gradual hasta alcanzar el valor inicial de oxígeno disuelto en el agua y permaneciendo constante en el tiempo.

El máximo déficit presentado es de 7.64 mg/L, es decir, la diferencia máxima entre el oxígeno de saturación y la mínima concentración en el punto crítico. Este descenso se debe a las características virtualmente anóxicas del vertimiento, sin embargo, es contrarrestada por el abundante caudal de la fuente hídrica y su capacidad de autodepuración.

Con respecto a la concentración de DBO_5 , se tiene un incremento de la DBO en el punto de mezcla que llega hasta 62.95 mg OD, lo cual es de esperarse debido al aporte de la descarga, sin embargo, debido a los efectos de dilución y acción de degradación microbológica se observa un descenso prácticamente inmediato en la DBO, retornando a la concentración de fondo en 18 minutos y una distancia de 20 km.

CONCLUSIONES

- Las características hidráulicas de la fuente hídrica receptora y la naturaleza doméstica del vertimiento permiten una recuperación acelerada del oxígeno disuelto en el cuerpo de agua, alcanzando un valor de oxígeno disuelto que no excede el límite inferior de 0.16 mg/L.
- El caudal y la baja concentración de DBO_5 del vertimiento determinan una alteración imperceptible en la calidad de agua de la fuente receptora.
- No se identifica la persistencia de condiciones anóxicas en la fuente receptora de la descarga que puedan originar afectaciones a la fauna íctica.
- El sistema de tratamiento de agua residual de la PTAR del municipio de Tarqui, provee un efluente cuyas características cumplen con la norma de vertimientos y la modelación permite concluir que el aporte de una descarga de esta naturaleza no se traduce en el deterioro de la calidad de agua de la fuente receptora.

6. MANEJO DE RESIDUOS ASOCIADOS A LA GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

Para la gestión de los residuos, se describe mediante información detallada sobre la naturaleza de los insumos, productos y los procesos utilizados en la zona de la PTAR; Los residuos orgánicos son la principal clase de residuos que se generan en la PTAR del municipio de Tarqui, provenientes principalmente del tratamiento preliminar de cribado a través de rejillas, los cuales son lavados y compactados. No obstante, en la zona de mantenimiento se generan otros residuos como plástico, aluminio, cartón y papel en cantidades susceptibles que necesitan un adecuado manejo para evitar problemas e impactos ambientales que se puedan generar.

Los residuos asociados al vertimiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del municipio de Tarqui, son generados en la operación como se describe en la Tabla teniendo en cuenta el manual de operación establecido para dicho sistema.

ACTIVIDAD	ETAPA	TIPO DE RESIDUOS	MANEJO
Operación del sistema de tratamiento.	Rejillas de cribado.	Plásticos, cáscaras, animales muertos, vísceras, trapos, papeles, preservativos, toallas, palos, etc.	Tratamiento químico con cal y disposición final al relleno sanitario.
	Desarenadores en paralelo.	Arenas.	Tratamiento químico con cal y disposición final al relleno sanitario.
	Aliviadero de agua pluvial	Lodos.	Lechos de secado.

Tabla 10. Residuos asociados al vertimiento- Fuente propia 2024

6.1 Manejo y disposición final de residuos sólidos asociados al vertimiento

El manejo de los residuos asociados a la operación de la PTAR Zapatero de Tarqui se realiza con el fin de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente.

ORIGEN DE LOS RESIDUOS	MANEJO	DISPOSICION FINAL
Provenientes del sistema de alcantarillado	Lavado y compactación	Relleno sanitario o centro de acopio de material residual
Arenas	Son sacadas del terreno	Zonas de recuperación de relleno de quebradas
Biosólidos	Traslado del material	Relleno sanitario o centro de acopio de material residual
Plástico, bolsas, papel, residuos especiales	Separación de residuos	Disposición a los fabricantes y empresa de aseo
Envases, escobas, trapeadores, toallas de limpiar	Separación de residuos	Relleno sanitario o centro de acopio de material residual
Residuos vegetales y arenas y polvo	Traslado del material	Relleno sanitario o centro de acopio de material residual

Tabla 11. Manejo y disposición final de los residuos sólidos – Fuente Propia 2024

6.2 Origen de los residuos líquidos

Los residuos generados en la PTAR Zapatero del municipio de Tarqui, tienen origen doméstico y agrícola, teniendo en cuenta que existen residuos líquidos de menos proporción que ingresan a la planta de tratamiento como consecuencia de las actividades domésticas realizadas en el área administrativa y de mantenimiento.

6.3 Disposición final y manejo de los residuos líquidos

El agua residual se realiza a través de toda la estructura que compone la PTAR Zapatero del municipio de Tarqui, esta tendrá como lugar de descarga la quebrada El Hígado, cumpliendo con la normatividad referente a los usos del agua, objetivos de calidad establecidos por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM de Neiva –Huila y concentraciones de los parámetros fisicoquímicos definidos en la resolución 0631 de 2015.

6.4 Residuos asociados directamente al vertimiento

Para la gestión de los residuos, se describe mediante información detallada sobre la naturaleza de los insumos, productos y los procesos utilizados en la zona de la PTAR; Los residuos orgánicos son la principal clase de residuos que se generan en la PTAR Zapatero, provenientes principalmente del tratamiento preliminar de cribado a través de rejillas, los cuales son lavados y compactados. No obstante, en la zona de mantenimiento se generan otros residuos como

plástico, aluminio, cartón y papel en cantidades susceptibles que necesitan un adecuado manejo para evitar problemas e impactos ambientales que se puedan generar.

Los residuos asociados al vertimiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del municipio de Tarqui, son generados en la operación como se describe en la Tabla 13 teniendo en cuenta el manual de operación establecido para dicho sistema.

ACTIVIDAD	ETAPA	TIPO DE RESIDUOS	MANEJO
Operación del sistema de tratamiento.	Rejillas de cribado.	Plásticos, cáscaras, animales muertos, vísceras, papeles, preservativos, toallas, palos, etc.	Tratamiento químico con cal y disposición final al relleno sanitario.
	Desarenadores en paralelo.	Arenas.	Tratamiento químico con cal y disposición final al relleno sanitario.
	Cámaras de sedimentación de los reactores UASB y cámaras FAFA	Lodos.	Lechos de secado.

Tabla 12. Residuos asociados directamente al vertimiento – Fuente propia 2024

7. DESCRIPCION Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL VERTIMIENTO Y MEDIDAS PARA PREVENIR, MITIGAR, CORREGIR Y COMPENSAR LOS IMPACTOS.

Con el objetivo de ofrecer un manejo adecuado de los impactos ambientales identificados y generados por el vertimiento de las aguas residuales al cuerpo de agua quebrada El Hígado, se mencionan y describen de forma general, una serie de medidas dirigidas a la prevención, control, mitigación, protección, recuperación o compensación de los impactos mencionados.

La formulación de las medidas de manejo ambiental surge de la evaluación de los aspectos e impactos ambientales, en la que se identificaron efectos negativos irrelevantes, con base en los resultados arrojados en la evaluación de impactos.

Los programas de manejo para compensar los impactos sobre el agua están compuestos de fichas para cada aspecto ambiental:

- Ficha de manejo ambiental 1, Aspecto ambiental – Manejo de agua residual doméstica (Tabla 16).
- Ficha de manejo 2 ambiental, Aspecto ambiental – Control de olores (Tabla 17).
- Ficha de manejo ambiental 3, Aspecto ambiental – Manejo al control de plagas (Tabla 18).

Tabla 13. Ficha de manejo ambiental para Manejo de Agua Residual Doméstica en PTAR Zapatero Municipio de Tarqui.

FICHA DE MANEJO AMBIENTAL 1						
ASPECTO AMBIENTAL – MANEJO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA						
OBJETIVO Realizar un manejo adecuado de las aguas residuales domésticas del sistemas de tratamiento de la zona rural de Tarqui, minimizando el riesgo de no cumplimiento de los criterios de calidad de acuerdo a lo exigido por la normatividad colombiana referente a vertimientos y la calidad del agua de la quebrada El Hígado.						
META: Cumplir con los parámetros y los valores máximos permisibles en los vertimientos a la Quebrada El Hígado, de acuerdo a la Resolución 0631 de 2015						
ETAPA: OPERACIÓN.						
IMPACTOS A CONTROLAR: Alteración de la calidad del agua superficial, del agua subterránea y de la calidad del suelo, generación de empleo.						
ENTORNO FISICO: PTAR Zapatero Municipio de Tarqui-Huila.						
TIPO DE MEDIDA						
PREVENCIÓN		CONTROL	X	RESTAURACIÓN		COMPENSACIÓN
PROTECCIÓN		MITIGACIÓN	X	RECUPERACIÓN		
CONSIDERACIONES GENERALES						
METAS	INDICADOR		RESPONSABLE		TIPO DE REGISTRO	
Realizar mantenimiento a los sistemas según requerimientos.	Mantenimiento mensual de los sistemas de tratamiento.		Operador de PTAR.		Informe de mantenimiento mensual del sistema.	
Verificar el estado actual de cada etapa del sistema de tratamiento.	Reporte diario de daños.		Operador de PTAR.		Reporte diario en la bitácora.	
Realizar monitoreo y/o caracterización de agua residual del municipio de Tarqui.	Monitoreo y/o caracterización anual.		Empresa de servicios públicos con laboratorio certificado.		Informe de monitoreo y/o caracterización de agua residual del municipio de Tarqui.	
Cumplir con la normatividad ambiental legal vigente, Resolución 631 de 2015.	Cumplimiento de parámetros según Resolución 631 de 2015.		Empresa de servicios públicos.		Resultados de los análisis.	
ACCIONES A DESARROLLAR						
• Capacitaciones al personal operativo de la planta en el mantenimiento y limpieza adecuada de cada unidad de tratamiento. • Contratar laboratorio acreditado para la elaboración del monitoreo y/o caracterización del agua residual. • Realizar mantenimientos de las diferentes etapas del sistema de tratamiento.						

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

El Coordinador Local de Aguas del Huila en Tarqui deberá garantizar la ejecución de las actividades de mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales, la verificación de reportes diarios de daños, y el monitoreo de agua residual y cumplimiento de los parámetros según la Resolución 631 de 2015.

Tabla 14. Ficha de manejo ambiental para Control de olores en PTAR Zapatero Municipio de Tarqui.

FICHA DE MANEJO AMBIENTAL 2						
ASPECTO AMBIENTAL – CONTROL DE OLORES						
OBJETIVO: Realizar un tratamiento de olores ofensivos generados por la operación de la PTAR Zapatero, e implementar un protocolo de quejas por olores.						
META: Cumplir con los parámetros y los valores máximos permisibles en los vertimientos a la quebrada El Hígado, de acuerdo a la Resolución 0631 de 2015						
ETAPA: OPERACIÓN.						
IMPACTOS A CONTROLAR: Perturbación por olores y generación de conflictos.						
ENTORNO FISICO: PTAR Zapatero-Municipio de Tarqui.						
TIPO DE MEDIDA						
PREVENCIÓN		CONTROL	X	RESTAURACIÓN		COMPENSACIÓN
PROTECCIÓN		MITIGACIÓN	X	RECUPERACIÓN		
CONSIDERACIONES GENERALES						
METAS	INDICADOR		RESPONSABLE		TIPO DE REGISTRO	
Realizar mantenimiento a los sistemas según requerimientos.	Mantenimiento mensual de los sistemas de tratamiento.		Operador de PTAR.		Informe de mantenimiento mensual del sistema.	
Verificar el estado actual de cada etapa del sistema de tratamiento.	Reporte diario de daños.		Operador de PTAR		Reporte diario en la bitácora.	
ACCIONES A DESARROLLAR						
• Capacitaciones al personal operativo de la planta en el mantenimiento y limpieza adecuada de cada unidad de tratamiento. • Utilizar constantemente y adecuadamente los elementos de protección personal. • Realizar tratamiento adecuado de lodos y residuos generados en las diferentes etapas del sistema.						
SEGUIMIENTO Y MONITOREO						
El Coordinador Local de Aguas del Huila en Tarqui deberá garantizar la ejecución de las actividades de mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales y la verificación de reportes diarios de daños						

Tabla 15. Ficha de manejo ambiental para Manejo al control de plagas en PTAR Zapatero Municipio de Tarqui.

FICHA DE MANEJO AMBIENTAL 3						
ASPECTO AMBIENTAL – MANEJO AL CONTROL DE PLAGAS						
OBJETIVO: Realizar el control de especies plaga (artrópodos y roedores) que se puedan proliferar a causa del manejo de residuos sólidos y biosólidos en la operación de la PTAR Zapatero.						
META: - Prevenir y/o evitar la presencia de aves atraídas debido a factores o actividades relacionadas con la operación de la PTAR. - Controlar especies de plagas y roedores dentro de las instalaciones de la PTAR Zapatero. - Cumplir con los parámetros y los valores máximos permisibles en los vertimientos a la quebrada El Hígado, de acuerdo a la Resolución 0631 de 2015						
ETAPA: OPERACIÓN.						
IMPACTOS A CONTROLAR: Proliferación de vectores biológicos, generación de conflictos con la comunidad.						
ENTORNO FISICO: PTAR Zapatero-Municipio de Tarqui.						
TIPO DE MEDIDA						
PREVENCIÓN		CONTROL	X	RESTAURACIÓN		COMPENSACIÓN
PROTECCIÓN		MITIGACIÓN	X	RECUPERACIÓN		
CONSIDERACIONES GENERALES						
METAS	INDICADOR		RESPONSABLE		TIPO DE REGISTRO	
Realizar mantenimiento a los sistemas según requerimientos.	Mantenimiento mensual de los sistemas de tratamiento.		Operador de PTAR.		Informe de mantenimiento mensual del sistema.	
Verificar el estado actual de cada etapa del sistema de tratamiento.	Reporte diario de daños.		Operador de PTAR		Reporte diario en la bitácora.	
ACCIONES A DESARROLLAR						
- Capacitaciones al personal operativo de la planta en el mantenimiento y limpieza adecuada de cada unidad de tratamiento. - Evitar focos de proliferación de plagas y condiciones que puedan atraer aves y/o vectores. - Evitar que los residuos sólidos generados durante las etapas de construcción del proyecto estén expuestos en zonas abiertas						
SEGUIMIENTO Y MONITOREO						
El Coordinador Local de Aguas del Huila en Tarqui deberá garantizar la ejecución de las actividades de mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales y la verificación de reportes diarios de daños						

8. INCIDENCIA DEL PROYECTO EN LA CALIDAD DE VIDA, CONDICIONES ECONÓMICAS, SOCIALES Y CULTURALES DE LOS HABITANTES DE TARQUI.

Dado el alcance que el sistema de gestión del vertimiento contempla en su operación, su incidencia en la calidad de la vida o en las condiciones económicas, sociales y culturales de los habitantes del casco urbano del municipio de Tarqui, es muy alta debido al servicio que brinda a sus pobladores.

Estos temas incluyen, aspectos como:

- A. Mejoramiento de la salud y el saneamiento básico de los habitantes de Tarqui y de sus visitantes, a través de la efectiva y oportuna recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales.
- B. Reducción y disminución de la contaminación por el vertimiento de aguas residuales mediante tratamiento adecuado.
- C. En el componente socioeconómico se identificó la generación de empleo en el aspecto de descarga de vertimiento tratado empleando personal constante en la Planta de tratamiento de agua residual y así lograr controlar un vertimiento que cumpla con la normatividad Colombiana legal vigente.

BIBLIOGRAFÍA

Agualimsu S.A.S . Informe de Resultados de Monitoreo PTAR y fuente receptora Quebrada El Hígado, en el municipio de Tarqui, Diciembre 2023.

Municipal, P. d. (2020-2023). Plan de Desarrollo del Municipio de Tarqui Huila. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.sirhuila.gov.co/wp-content/uploads/2021/03/TARQUI-Acuerdo-No.-006-de-2020-Tarqui-nos-une.pdf](https://www.sirhuila.gov.co/wp-content/uploads/2021/03/TARQUI-Acuerdo-No.-006-de-2020-Tarqui-nos-une.pdf)

Aguas Del Huila SA ESP. Plan Departamental de Aguas. Consorcio Zonal Aguas del Huila. 2009

Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM y Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental ACODAL. Rediseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas del Municipio Tarqui (Huila).

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. Proyecciones de Población por sectores. 2020.

Inpro – Hidrotec. Mapa base del estudio de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Alta del Magdalena, , 1996, escala 1:100000

Municipio de Tarqui. Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Tarqui. 2001.

Organización Panamericana de la Salud. Guía para la Operación y Mantenimiento de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización. Lima 2005. Pág. 47

Presidencia de la República de Colombia. Decreto Número 3930 de 2010 Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.