

Plan de gestión del riesgo para el manejo del vertimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales del asentamiento humano ubicado en Puerto Leguizamo - Putumayo

Alejandro May Rico

Trabajo de Grado para Optar al Título de Especialista en química ambiental

Director

Sandra Milena Jaimes Bustamante

Especialista Evaluación Ambiental de Proyectos

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Química

Especialización en química ambiental

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

Dedico este trabajo con gran amor a toda mi familia por el apoyo incondicional, a mi madre y esposa por siempre impulsarme a ser mejor y lograr con éxito mi carrera

Agradecimientos

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a cada uno de los participantes que formaron parte de este estudio. Su disposición a compartir no sólo su valioso tiempo, sino también sus profundas y enriquecedoras perspectivas ha sido fundamental para el desarrollo de este trabajo. La generosidad con la que han ofrecido sus experiencias y conocimientos ha permitido que esta investigación no solo fuera posible, sino que alcanzará una profundidad y relevancia que de otro modo no hubiera logrado. Su participación ha sido un pilar esencial en la consecución de los objetivos de esta tesis, y por ello, les estoy profundamente agradecido.

Contenido

	Pág.
1. Introducción	16
1.1 Aspectos conceptuales	17
1.2 Localización	19
2. Objetivos	21
2.1 Objetivo General	21
2.2 Objetivos Específicos.....	21
3. Antecedentes	22
4. Metodología	23
4.1 Proceso de conocimiento del Riesgo	25
4.2 Proceso de Reducción del Riesgo Asociado.....	25
4.2.1 Identificación de amenazas:.....	27
4.2.2 Estimación de probabilidades	28
4.2.3 Estimación de vulnerabilidades	29
4.2.4 Cálculo del Riesgo	29
5. Descripción de actividades y procesos asociados al sistema de gestión del vertimiento	30
5.1 Localización del sistema de gestión del vertimiento	30
5.2 Información general de planta de tratamiento.	31
5.2.1 Materiales utilizados	32
5.2.2 Etapas sistema de tratamiento.....	33
5.2.2.1 Pretratamiento.	33

5.2.2.2 Tratamiento primario.....	33
5.2.2.3 Tratamiento secundario.....	35
5.2.2.4 Tratamiento avanzado.....	37
6. Caracterización área de influencia.....	39
6.1 Área de influencia.....	40
6.1.1 Medio abiótico.....	41
6.1.2 Del medio al sistema.....	41
6.2 Geología.....	41
6.3 Ambiente morfogenético denudacional.....	42
6.3.1 Montículos de cimas redondeadas (Dmcr).....	43
6.4 Ambiente morfogenético fluvial.....	44
6.4.1 Llanura aluvial actual (Fllaa).....	45
6.4.2 Meandros abandonados.....	45
6.4.3 Barras de canal.....	46
6.4.4 Formación Pebas (n2n4p).....	48
6.5 Distribución geográfica y expresión geomorfológica.....	49
6.5.1 Litología.....	49
6.5.2 Formación Caimán (Q1c).....	49
6.6. Hidrología.....	50
6.7 Suelos, Cobertura y Usos del Suelo.....	52
6.7.1 Suelos.....	52
6.7.1.1 Suelos de Superficies Aluviales.....	52
6.8 Superficies de Denudación.....	58

6.9 Bosques y parques nacionales.....	63
6.9.1 Tipos de bosques.....	64
6.9.1.1 Bosques de llanura aluvial.	64
6.9.1.2 Bosques de terrazas y superficies de erosión.....	66
6.9.1.3 Bosques de colinas altas (C).	68
6.10 Áreas de influencia humana (Y)	68
6.10.1 Especies Forestales	69
7. Procesos de conocimiento del riesgo	69
7.1. Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia y/o presencia de una amenaza.....	73
7.1.1 Amenazas Naturales.....	76
7.1.2 Amenazas Operativas.....	77
7.1.3 Amenazas por condiciones Socio Culturares y orden Público.	78
7.2 Identificación y análisis de la vulnerabilidad.....	80
7.3 Consolidación de los escenarios de riesgo.....	86
8. Procesos de reducción del riesgo asociado al sistema de gestión del vertimiento.....	92
9. Proceso de manejo de desastres	93
9.1 Preparación para la respuesta.....	94
9.2 Plan operativo	95
9.3 Plan Informativo	98
9.4 Preparación para recuperación postdesastre	99
9.5 Ejecución de la respuesta y la respectiva recuperación	101
10. Plan de contingencia	104

11. Sistema de seguimiento y evaluación del plan.	106
12. Divulgación del plan.....	109
12.1 Plan de gestión social.....	110
12.1.1 Objeto.....	110
12.1.2 Alcance	111
13. Actualización del plan.....	114
14. Conclusiones	115
Referencias Bibliográficas	117

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Etapas de PGRMV.....	26
Tabla 2. Estimación de las probabilidades.....	28
Tabla 3. Matriz DOFA.....	74
Tabla 4. Elementos DOFA.....	74
Tabla 5. Valoración del riesgo.....	76
Tabla 6. Amenazas naturales.....	77
Tabla 7. Amenazas Operativas.....	78
Tabla 8. Referencias Antrópicas - DOFA.....	78
Tabla 9. Criterios de selección.....	81
Tabla 10. Clasificación.....	81
Tabla 11. Valoración del riesgo.....	82
Tabla 12. Identificación de las Amenazas.....	82
Tabla 13. Valoración de la Amenaza.....	84
Tabla 14. Probabilidades.....	87
Tabla 15. Clasificación por riesgo y prioridad.....	88
Tabla 16. Aceptabilidad del riesgo.....	88
Tabla 17. Priorización de riesgos y amenazas.....	91
Tabla 18. Entidades de apoyo ante un evento de emergencia.....	98
Tabla 19. Preparación básica para la recuperación postdesastre.....	103
Tabla 20. Programa información a la comunidad.....	112

Tabla 21. Programa 4: pedagogía para la sostenibilidad ambiental..... 113

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Metodología PGMRV	24
Figura 2. Sistema de tratamiento asentamiento humano	30
Figura 3. Ubicación planta de tratamiento	31
Figura 4. Diagrama PTAR	32
Figura 5. Pretratamiento.....	33
Figura 6. Tratamiento primario.....	34
Figura 7. Tratamiento secundario	36
Figura 8. Clarificado	38
Figura 9. Relieve.....	44
Figura 10. Mapa hidrográfico	47
Figura 11. Modelo de amenazas y oportunidades.....	71

Lista de Apéndices

Los archivos se encuentran adjuntos y se pueden consultar en el Repositorio Institucional.

Apéndice A. Ficha No 1. Proceso de reducción del riesgo.

Apéndice B. Cronograma de capacitaciones y simulacros.

Apéndice C. Informe materialización evento de emergencia

Apéndice D. Formato post desastre

Apéndice E. Cronograma de actividades

Apéndice F. Programa plan de contingencia

Apéndice G. Registro de eventos generadores de Riesgo

Apéndice H. Riesgo de nuevas amenazas

Apéndice I. Seguimiento plan de gestión del riesgo

Glosario

Conocimiento del riesgo: Es el proceso de la Gestión del Riesgo conformado por la identificación de Escenarios de Riesgo, el Análisis y Evaluación del Riesgo, el Monitoreo y Seguimiento del Riesgo y sus componentes y la comunicación sobre los riesgos existentes para promover una mayor conciencia y alimentar los procesos de Reducción del Riesgo y Manejo del Desastre.

Manejo del desastre: Es el proceso de la Gestión del Riesgo conformado por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación postdesastre, la ejecución de la respuesta y la ejecución de la recuperación.

Plan de gestión del riesgo y manejo del vertimiento: tendrá como objetivo la ejecución de medidas de intervención orientadas a evitar, reducir y/o manejar la descarga de vertimientos a cuerpos de agua o suelos asociados a acuíferos en situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento

Reducción del Riesgo: Es un proceso de la Gestión del Riesgo, conformado por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, así como evitar nuevos riesgos en el área de influencia del Sistema de Gestión del Vertimiento. Corresponde a las medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos naturales renovables, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos. La reducción del riesgo la componen la

intervención correctiva del riesgo existente, la intervención prospectiva de nuevos riesgos y la protección financiera.

Resumen

Título: Plan de gestión del riesgo para el manejo del vertimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales del Asentamiento humano ubicado en Puerto Leguizamo – Putumayo*

Autor: Jose Alejandro May Rico**

Palabras Clave: Evaluación ambiental, manejo del vertimiento, Gestión del riesgo, manejo del desastre.

Descripción:

Para realizar el análisis y priorización de los riesgos que se generen en el Sistema de Gestión del Vertimiento de aguas residuales domésticas del Asentamiento humano ubicado en Puerto Leguizamo Putumayo a la fuente hídrica Río Putumayo se realiza una matriz para identificar los riesgos y priorizarlos mediante la aplicación de acciones de reducción y manejo de desastre, las cuales serán explicadas en detalle por capítulos del presente documento. Se puede decir que se contemplan los riesgos en los recursos suelo y agua, lo anterior con el fin de evitar potenciales afectaciones a la salud de la comunidad y controlar las posibles afectaciones en la calidad a la fuente hídrica Río Putumayo.

Una vez generado el vertimiento podremos determinar nuestra área de influencia tomando como referencia los dos escenarios que se emplean en la simulación; obteniendo como resultado 100 m, aguas abajo corresponderá a el límite del área de influencia. El área de influencia delimitada para el presente PGRMV se definió considerando la posible afectación a los elementos ambientales y sociales por la ocurrencia de un vertimiento sin tratamiento o en condiciones limitadas de tratamiento (Resolución 1514 del 2012).

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias. Escuela de Química. Especialización en química ambiental. Director: Sandra Milena Jaimes Bustamante. Especialista Ambiental de Proyectos.

Abstract

Title: Risk management plan for the management of discharge from the wastewater treatment system of the human settlement located in Puerto Leguizamo - Putumayo*

Author(s): Jose Alejandro May Rico**

Key Words: Environmental evaluation, dumping management, Risk management, disaster management.

Description:

To carry out the analysis and prioritization of the risks generated in the Management System for the Discharge of Domestic Wastewater from the human settlement located in Puerto Leguizamo Putumayo to the Putumayo River water source, a matrix is created to identify the risks and prioritize them through the application. of disaster reduction and management actions, which will be explained in detail by chapters of this document. It can be said that the risks to soil and water resources are considered, in order to avoid potential effects on the health of the community and control possible effects on the quality of the Putumayo River water source.

Once the discharge is generated, we will be able to determine our area of influence taking as reference the two scenarios used in the simulation; obtaining as a result 100 m, downstream will correspond to the limit of the area of influence.

The area of influence delimited for this PGRMV was defined considering the possible impact on environmental and social elements due to the occurrence of discharge without treatment or under limited treatment conditions (Resolution 1514 of 2012).

* Degree work

** Facultad de Ciencias. Escuela de Química. Especialización en química ambiental. Director: Sandra Milena Jaimes Bustamante. Especialista Ambiental de Proyectos.

1. Introducción

El Decreto 3930 de 2010 (MAVDT, 2010), por medio del cual se regulan aspectos relativos a los usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones, determina en el artículo 42 capítulo VII, los requisitos para el permiso de vertimientos entre los cuales se encuentra la Evaluación Ambiental del Vertimiento (EAV). En el artículo 43 se establece que la EAV debe simular las condiciones de calidad de agua en la fuente receptora de vertimientos, garantizando el cumplimiento de los objetivos de calidad en el respectivo tramo establecidos en el ordenamiento del recurso hídrico, que para el caso del río Otún están adoptados en la Resolución CARDER No 3735 de 2015.

El presente informe corresponde a la EAV soportada en modelación del vertimiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales El Paraíso, localizado en la ciudad de Pereira. La EAV se realizó atendiendo los aspectos técnicos establecidos por el Decreto 3930 de 2010 y como insumo del Estudio de Impacto Ambiental que a su vez es requerimiento para el trámite de la licencia ambiental del proyecto y el permiso de vertimientos, otorgados por la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

En virtud de todo lo anterior, con el presente estudio el proyecto PTAR El Paraíso demuestra y soporta técnicamente el cumplimiento a la norma de vertimientos colombiana, tanto en el orden nacional (Resolución 0631 de 2015), como en el regional (Resolución CARDER 3735 de 2015), a fin de que se considere por parte de las autoridades ambientales un cumplimiento total e integral de los mismos

1.1 Aspectos conceptuales

El Plan de Gestión del Riesgo para Manejo de Vertimientos PGRMV, tendrá como objetivo la ejecución de medidas de intervención orientadas a evitar, reducir y/o manejar la descarga de vertimientos a cuerpos de agua o suelos asociados a acuíferos en situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento. Gabriel Campos, E. (2017). El PGRMV se desarrollará a través de tres procesos:

El conocimiento del riesgo, Se define como el proceso mediante el cual se identifican, analizan y evalúan los diferentes escenarios de riesgo, así mismo se requiere del respectivo monitoreo y seguimiento de estos factores." (González, 2023). En este proceso se manejan dos escenarios que permitan evaluar el impacto que pueda generarse si se presenta un falla en el sistema; se analiza un escenario (con la planta de tratamiento en funcionamiento) y otro escenario (sin el tratamiento que genera la planta). En el desarrollo de este documento se realiza un enfoque detallado del seguimiento del riesgo en cada escenario analizado.

La Reducción del riesgo, consiste en la implementación de medidas de mitigación y prevención que puedan efectuarse para reducir los riesgos y sus consecuencias a niveles tolerables y factibles; la reducción del riesgo está dada por la puesta en marcha de acciones, tales como: "la intervención correctiva del riesgo existente, la intervención estratégica ante nuevos riesgos y la protección financiera"(Martínez, 2023). Para la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del Asentamiento humano ubicado en Puerto Leguizamo Putumayo se debe contemplar las acciones tendientes al alistamiento de recursos humanos, físicos, económicos y procedimientos a ejecutar en una emergencia.

El manejo del desastre, en este proceso se enmarca la aplicación de acciones que conllevan a la preparación y ejecución de la respuesta ante una emergencia y a su vez la preparación y ejecución de la recuperación una vez haya ocurrido el suceso. En el sitio objeto del presente documento no se conoce que hayan ocurrido acontecimientos que puedan estar catalogados como emergencias, no obstante es indispensable estar atentos ante la presencia de desastres.

"El Plan de Gestión del Riesgo y Manejo de Vertimientos se fundamenta en la estructuración de acciones preventivas y de preparación administrativas, funcionales y operativas, antes, durante y después de una emergencias, que permita adaptarse a las condiciones reales de amenazas en el Sistema de Tratamiento de Agua Residual - PTAR - , creando condiciones que permitan a las personas que laboran, adquirir los conocimientos y actitudes organizativas necesarias para actuar correctamente en la prevención y el control de la amenaza" (López, 2021).

Al hablar de gestión del riesgo se debe conocer cada término; la palabra gestión hace referencia al conjunto de acciones conducentes al manejo integral del sistema y por otro lado riesgo es la posibilidad de que se produzca un daño o catástrofe en el medio.

"Una vez unificados estos conceptos se procede a definir la gestión del riesgo como la aplicación del proceso de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de acciones permanentes para el conocimiento del riesgo e impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y manejar las situaciones de desastre, para la posterior recuperación" (Pérez, Martínez, & Rodríguez, 2022).

Las actividades propias de la Asentamiento humano Puerto Leguizamo Putumayo son la prestación de apoyo logístico tanto a las Unidades Navales como también a la población Leguizameña, siendo una de las principales fuentes de empleo y generadoras de desarrollo de la

región. Con su personal calificado y equipo técnico contribuyen al mejoramiento del bienestar, mejoramiento de la calidad de vida y a la recreación y sano esparcimiento de los jóvenes, aportando su esfuerzo hacia el crecimiento de la Comunidad. Dentro de las actividades se generan vertimientos provenientes de; baterías sanitarias de alojamientos, duchas, lavamanos, orinales, aguas de lavado de prendas (lavandería) y aguas de cocina (comedor de infantes de marina), esta información es analizada para el tratamiento de las aguas residuales domésticas.

1.2 Localización

La planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de la Asentamiento humano Puerto Leguizamo Putumayo se ubica en el punto de coordenadas geográficas $0^{\circ}12'07.07''N$ $74^{\circ}46'44.49''W$ y consiste en dos módulos compuestos de cinco partes cada uno, las cuales se encargan de dar el adecuado tratamiento a las aguas residuales domésticas que allí llegan. El primero es un tanque Bioselector, seguido de un tanque de Aireación el cual tiene dos etapas que se encargan de dar mayor tratamiento a las aguas antes de ser vertidas a la corriente receptora del Río Putumayo, luego cuenta con dos tanques más de los cuales uno es un Clarificador encargado de la sedimentación y el otro de Contacto encargado de la desinfección.

"En el tratamiento de aguas residuales intervienen procesos físicos, químicos y biológicos los cuales poseen propiedades específicas con el fin de reducir la carga contaminante, de esta manera se crean condiciones ambientales óptimas que permiten la remoción de la materia orgánica. Todas las aguas residuales causan un impacto ambiental a las fuentes por lo que necesitan ser tratadas antes de ser vertidas" (Hernández, Castro, & Vega, 2021).

Las aguas residuales domésticas son esencialmente aquellas aguas de abastecimiento que después de ser utilizadas en las actividades domésticas y productivas son descargadas a alcantarillados domiciliarios o directamente al ambiente. Como se sabe que el impacto que el vertimiento genera en el cuerpo de agua sin ningún tratamiento es de gran magnitud, se debe implementar medidas que eviten que este vertimiento llegue a la fuente sin ningún tratamiento.

Es por esto que se realiza una identificación de los riesgos presentes en sistema de tratamiento de aguas residuales dando lugar a tratar los riesgos antes que se presenten, mirándolo desde el punto de vista como algo que debe evitarse (Ruiz, & López, 2020)., deberían buscarse oportunidades para transformar un evento desfavorable en algo positivo. En el presente proyecto se realiza una identificación de riesgos partiendo de eventos generadores de riesgo por medio de amenazas operativas (Funcionamiento del sistema), Naturales (catástrofes naturales) y antrópicas (generadas por el hombre). Tomando como base en la información del funcionamiento, cálculos e inventario de la planta de tratamiento de aguas residuales, eventos históricos de desastres naturales, y aspectos socio económicos de la zona de interés. Al contar con la información de los riesgos latentes realizamos la respectiva valoración para implementar las medidas de reducción con planes y programas operativos.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Elaborar el Plan de gestión del riesgo para el manejo del vertimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales del Asentamiento humano ubicado en Puerto Leguizamo – Putumayo.

2.2 Objetivos Específicos

Identificar amenazas y vulnerabilidades a través de un estudio primario y recopilación de información preliminar, evaluando y priorizando los riesgos del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, del Asentamiento humano ubicado en Puerto Leguizamo Putumayo.

Formular acciones de prevención, reducción y mitigación de los impactos adversos generados con los riesgos identificados en el sistema, definiendo planes estratégicos y operativos encaminados al manejo del desastre.

Definir acciones y procedimientos para la atención de contingencias generadas por el vertimiento de las aguas residuales, ocasionadas por fallas en el funcionamiento del sistema de tratamiento.

3. Antecedentes

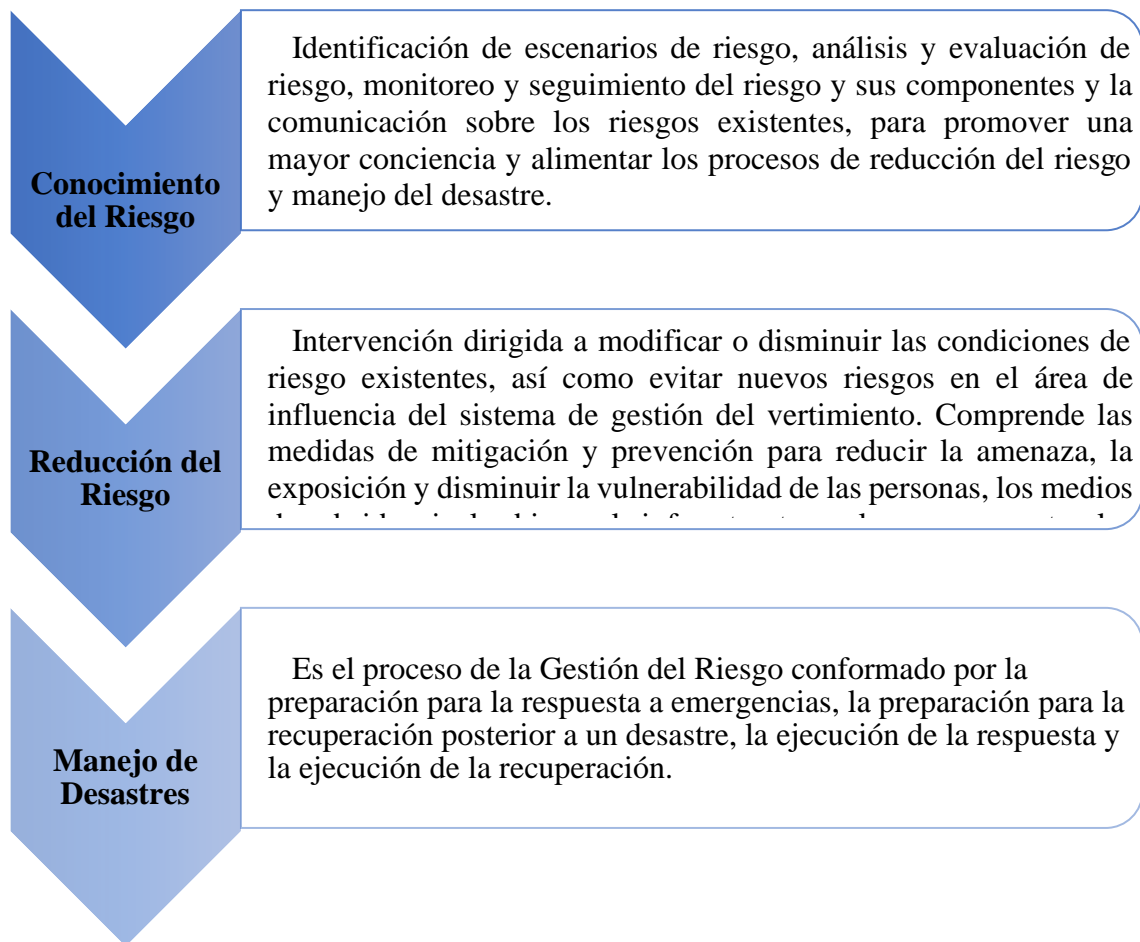
El área en la cual se localiza el sistema de gestión de vertimiento se encuentra en la cuenca del Río Amazonas, subzona hidrográfica Río Putumayo, se ubica al sur de Colombia, tiene una longitud de 1.813 km y cubre una extensión de 148.000 km², tiene como principales afluentes los ríos Guamuez, San Miguel e Igara Paraná "(Gómez, Martínez, & Díaz, 2020). Dentro de la cuenca existe un accidente geográfico de suma importancia para los departamentos de Putumayo, Amazonas y el territorio colombiano; el Río Putumayo, que está ubicado sobre la región amazónica y cuenta con un promedio anual de precipitación en la mayor parte de la cuenca de 3.000 mm. Entre las actividades del sector primario se destacan: la agricultura de subsistencia para suplir las demandas internas; el aprovechamiento forestal; la pesca y en menor proporción la minería, la ganadería, las especies menores, la piscicultura y la cacería de fauna silvestre.

La cuenca alcanza altitudes que varían de 200 a 4000 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas de 24,3 °C, en el regional centro con un régimen de lluvias tipo bimodal, con totales anuales entre 1500 y 3000 mm.

4. Metodología

El PGRMV es una herramienta fundamental del manejo integral del recurso hídrico, el cual permite la ejecución de medidas de intervención orientadas a evitar, reducir y/o manejar la descarga de vertimientos a cuerpos de agua o suelos.

El presente documento se enmarca en el Decreto 3930 de 2010, expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el cual se establecen las disposiciones relacionadas con los usos, ordenamiento y vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados. De acuerdo con lo establecido en el Artículo 44 del Decreto en mención, los términos de referencia para la elaboración de los Planes de Gestión del Riesgo para el Manejo del Vertimiento fueron adoptados mediante la Resolución 1514 de 2012, los cuales se fundamentan en los procesos de Conocimiento del Riesgo, Reducción del Riesgo y Manejo del Desastre, establecidos en la Ley 1523 de 201.

Figura 1.*Metodología PGMRV*

La gestión del riesgo para el manejo vertimientos de ARD desarrollada en el presente documento permitirá dar un manejo adecuado en caso de presentarse fallas en los sistemas conducción tratamiento o descarga y dar respuesta oportuna a emergencias y/o accidentes que se puedan presentar a partir del impedimento o limitación en el cumplimiento de la norma de vertimientos. Así mismo, se presentan acciones y planes en la eventualidad de una situación de emergencia, con el ánimo de enmendar y reparar los daños que se puedan derivar, previo aviso de lo sucedido a la autoridad ambiental competente.

El PGRMV es desarrollado en seis etapas para las cuales se utilizaron metodologías cualitativas y semi-cuantitativas en cuanto a la revisión de información secundaria, recopilación de información primaria, procesamiento de los datos de campo e identificación y valoración de riesgos, con base en la observación tanto del contexto estructural como de las situaciones presentes en el área de estudio. Las etapas de desarrollo se describen a continuación.

4.1 Proceso de conocimiento del Riesgo

A partir de los análisis de información primaria y secundaria se realizó la identificación de las amenazas y las consecuencias en los escenarios de materialización de riesgos de origen natural, operativo y sociocultural y de orden público, la calificación de las amenazas se relacionó con la probabilidad de ocurrencia de un evento inesperado, es decir con mayor probabilidad que se materialice la amenaza (Sánchez, González, & Pérez, 2021). Por otra parte, la frecuencia fue definida teniendo como referencia el tiempo de duración del sistema de vertimiento y eventos asociados a este tipo de tratamiento.

Los escenarios de riesgo se construyeron a partir de los eventos contingentes identificados y su respectiva valoración en términos de probabilidad de ocurrencia y severidad o gravedad de sus consecuencias, basados en los lineamientos de valoración de impactos y riesgos.

4.2 Proceso de Reducción del Riesgo Asociado

En este proceso se proponen las medidas de reducción y control del riesgo, de tipo estructural y no estructural. Las primeras hacen referencia a la modificación del riesgo a través de

la intervención física de la amenaza y la vulnerabilidad, generalmente medidas de tipo ingenieril. Las segundas, hacen referencia a la definición de acciones, medidas y controles para garantizar la funcionalidad, operación y vida útil del sistema bajo las condiciones requeridas que permitan cumplir con la normativa ambiental vigente.

- Plan de preparación para la respuesta.
- Plan preparación para el manejo postdesastre.
- Plan de ejecución de la respuesta y la recuperación

Esta investigación se lleva a cabo, teniendo en cuenta un enfoque cuantitativo y cualitativo, utilizando números y letras para la evaluación e interpretación de resultados y tablas, todo esto apoyado en un análisis estadístico de la información.

La metodología utilizada en el desarrollo del plan de gestión del riesgo para la Asentamiento humano inicia identificando las fuentes generadoras de residuos líquidos, mediante un análisis cualitativo que permite establecer el nivel de influencia de estos en la fuente si no se llega a generar un tratamiento antes del vertimiento.

Tabla 1.

Etapas de PGRMV

Etapa	Definición
Identificación de amenazas	Identificación de actividades o amenazas que impliquen riesgos durante las fases de construcción, operación /mantenimiento y cierre / abandono de la organización.
Estimación de probabilidades	Una vez identificadas las amenazas o posibles aspectos iniciadores de eventos, se debe realizar la estimación de su probabilidad de ocurrencia del incidente o evento, en función a las características específicas
Estimación de vulnerabilidades	Estimación de la severidad de las consecuencias sobre los denominados factores de vulnerabilidad que podrían resultar afectados

Etapa	Definición
Cálculo del riesgo	(personas, medio ambiente, sistemas, procesos, servicios, bienes o recursos, e imagen empresarial). Se debe realizar el cálculo o asignación del nivel de riesgo. el riesgo (r) está definido en función de la amenaza y la vulnerabilidad como el producto entre probabilidad (p) y severidad (s) del escenario.
Priorización de escenarios	Los resultados del análisis de riesgos permiten determinar los escenarios en los que se debe priorizar la intervención. las matrices de severidad del riesgo y de niveles de planificación requeridos, permiten desarrollar planes de gestión con prioridades respecto a las diferentes vulnerabilidades.
Medidas de intervención	Establecer la necesidad de la adopción de medidas de planificación para el control y reducción de riesgos. determinar el nivel de planificación requerido para su inclusión en los diferentes planes de acción.

Nota. Tomado de: Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional, Editada por el Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)

La metodología desarrollada para el análisis de riesgos del presente plan tuvo en consideración los elementos expuestos por la Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional, Editada por el Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). A continuación, se listan las etapas desarrolladas para el análisis de riesgos:

4.2.1 Identificación de amenazas:

Una amenaza se describe como la fuente de daño potencial o situación con potencial para causar una pérdida (ICONTEC I. C., Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional GTC 45, 20 de Junio de 2012). La fuente de dicho

daño puede ser un fenómeno y/o una actividad humana o natural que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (Desastres, 2018). Un evento amenazante se considera cómo la manifestación final de la amenaza, que genera los efectos adversos.

La identificación de las amenazas para el área de influencia del PGRMV se desarrolló mediante la caracterización socioambiental del área y la descripción técnica del proyecto; a través de estas se identificaron las potenciales amenazas externas (del medio hacia el proyecto) e internas (del proyecto hacia el medio) que se puedan presentar durante el desarrollo del proyecto.

4.2.2 Estimación de probabilidades

Se relaciona con la cantidad de veces por unidad de tiempo que el evento amenazante se puede manifestar alterando las condiciones operativas del proyecto. Una vez identificadas las amenazas, se estima la probabilidad de ocurrencia en función de la escala que se muestra en la tabla.

Tabla 2.

Estimación de las probabilidades

Punto	Grado	Probabilidad	Descripción	Ocurrencia casos
5	Muy Alta	Frecuente	Posibilidad de ocurrencia alta reiterativamente	Más de 1 evento al mes
4	Alta	Probable	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces	Hasta 1 evento cada 6 meses
3	Media	Ocasional	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces	Hasta 1 evento al año

Punto	Grado	Probabilidad	Descripción	Ocurrencia casos
2	Baja	Remoto	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta esporádicamente	Hasta 1 caso cada 5 años
1	Muy Baja	Improbable	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta en forma excepcional	Hasta 1 caso cada 10 años o más

Nota. Tomado de. Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional, Editada por el Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)

4.2.3 Estimación de vulnerabilidades

La vulnerabilidad corresponde a la predisposición de sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, ambientales, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos peligrosos (artículo 4º Ley 1523 de 2012). La vulnerabilidad se asocia directamente con las consecuencias que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables.

4.2.4 Cálculo del Riesgo

La consolidación de los escenarios de riesgo tiene como objetivo determinar qué elementos serían vulnerables a sufrir efectos adversos por la manifestación de una amenaza. Para esto se identificaron tanto los elementos vulnerables del sistema de gestión del vertimiento, cómo los elementos vulnerables de los medios afectables por la construcción y operación del sistema.

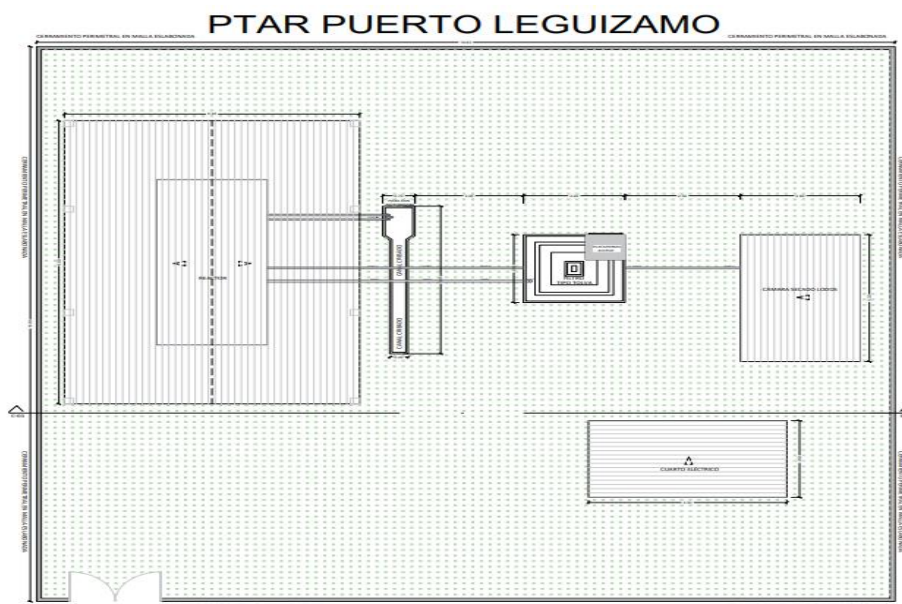
5. Descripción de actividades y procesos asociados al sistema de gestión del vertimiento

5.1 Localización del sistema de gestión del vertimiento

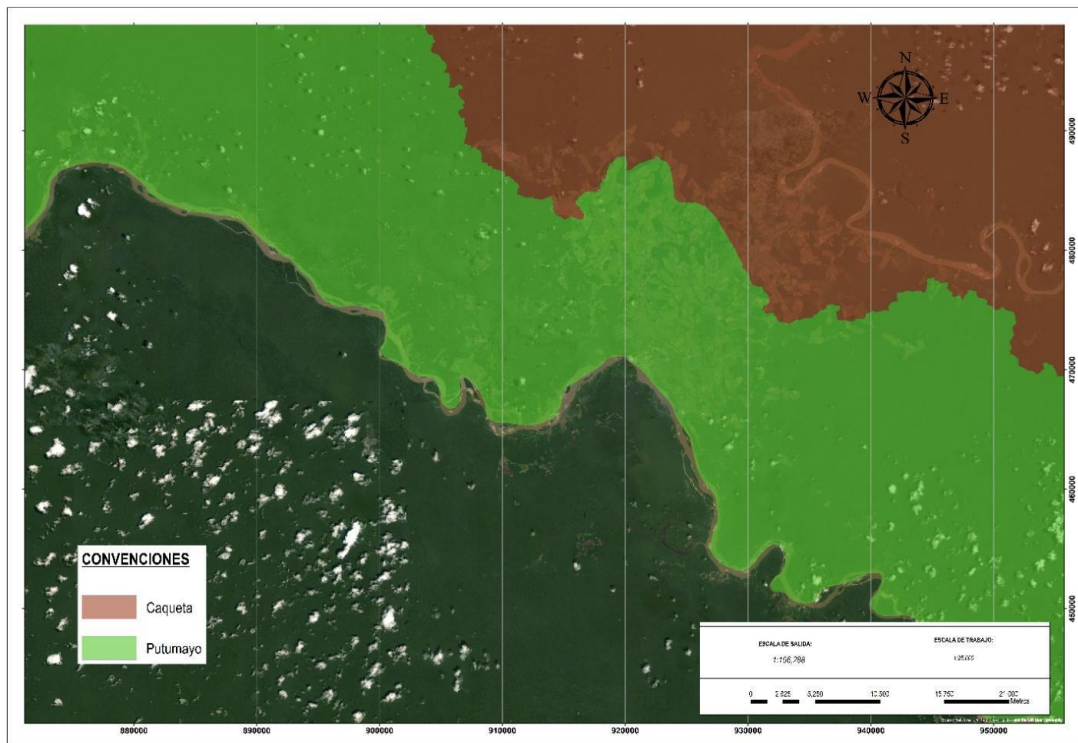
El Asentamiento humano se encuentra ubicado en el Municipio de Puerto Leguizamo Departamento Putumayo, Colombia, en las coordenadas exactas: $0^{\circ}11'29.54''N$ $74^{\circ}47'01.47''W$. La zona del proyecto se encuentra ubicada en la cuenca Río Amazonas, subzona hidrográfica Río Putumayo. El punto del vertimiento se identifica en las coordenadas geográficas $0^{\circ}12'07.07''N$ $74^{\circ}46'44.49''W$. En la ilustración 2 se observa el esquema de la planta de tratamiento, y en la figura 2, se observa la ubicación de la planta de tratamiento en la cartografía IGAC.

Figura 2.

Sistema de tratamiento asentamiento humano



Nota. Tomado de: Asentamiento humano ubicado en Puerto Leguizamo – Putumayo

Figura 3.*Ubicación planta de tratamiento*

Nota. Tomado de. Instituto Colombiano Agustín Codazzi (2024)

5.2 Información general de planta de tratamiento.

La planta de tratamiento se encuentra ubicada en el Municipio de Puerto Leguizamo Departamento de Putumayo, Colombia. Construida dentro de una habitación cubierta totalmente en concreto y acero, los dos sistemas que la componen se encuentran hechos en lámina de acero al carbón con PR-FV, a continuación, se realiza una descripción del funcionamiento de la planta.

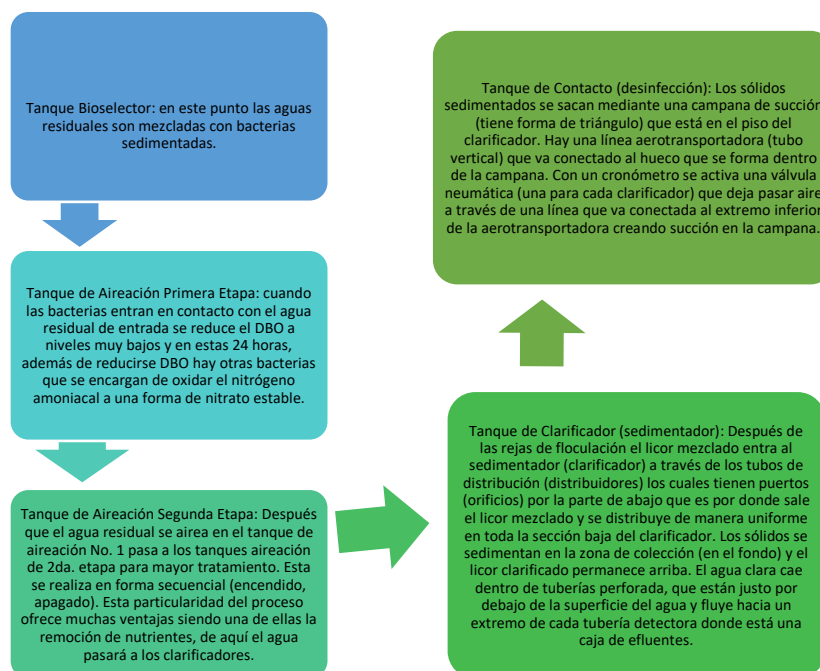
5.2.1 Materiales utilizados

El Asentamiento humano se establece como un campamento capaz de albergar un grupo de personas en el área que brinde apoyo a la ciudadanía Leguizameña por lo cual los vertimientos generados provienen de las baterías sanitarias, duchas, lavamanos, orinales, lavanderías (lavado de ropa) y aguas utilizadas para la preparación de alimentos, esta información es analizada para el tratamiento de las aguas residuales domésticas.

La planta de tratamiento de aguas residuales domesticas del campamento asentamiento humano, se ubica en el punto de coordenadas geográficas $0^{\circ}11'29.54''N$ $74^{\circ}47'01.47''W$ y consiste dos (2) sistemas de tratamiento elaborados en láminas de acero que a su vez se encuentran distribuidos en cinco (5) componentes:

Figura 4.

Diagrama PTAR



5.2.2 Etapas sistema de tratamiento.

5.2.2.1 Pretratamiento. En esta etapa las aguas residuales provenientes del emisario final en tubería de 10 pulgadas con cota batea de llegada 174.35 m.s.n.m descarga a la estación de bombeo (pozo eyector) construido en mampostería de dimensiones 1,5 x 1,5 m en la que se instala un sistema de cribado que permite separar los sólidos grandes que se asocian a las aguas residuales, en la parte inferior de la estación de bombeo se instale una bomba sumergible que bombea el agua cruda hasta la unidad de tratamiento biológico.

Figura 5.

Pretratamiento



Nota. Tomado de: Asentamiento humano ubicado en Puerto Leguizamo – Putumayo

5.2.2.2 Tratamiento primario. Etapa en la que se logra biodegradar la materia orgánica, a través de un proceso aeróbico desatrollado por bacterias que se cultivan del mismo influente que

llega a la planta; el agua residual entra al primer tanque llamado bioselector donde es mezclada con bacterias aeróbicas, las cuales son removidas u obtenidas del fondo del clarificador. A este material se le asigna el término de retorno de lodos activados. Este retorno de lodo se mezcla con las aguas residuales en condiciones anóxicas (sin oxígeno libre). Con este método se seleccionan en forma natural las bacterias que están mejor adaptadas al proceso y se restringe el crecimiento de las sedimentosas (bacilos) las cuales podrían interferir negativamente en la sedimentación.

planta; el agua residual entra al primer tanque llamado bioselector donde es mezclada con bacterias aeróbicas, las cuales son removidas u obtenidas del fondo del clarificador. A este material se le asigna el término de retorno de lodos activados. Este retorno de lodo se mezcla con las aguas residuales en condiciones anóxicas (sin oxígeno libre). Con este método se seleccionan en forma natural las bacterias que están mejor adaptadas al proceso y se restringe el crecimiento de las sedimentosas (bacilos) las cuales podrían interferir negativamente en la sedimentación.

Figura 6.

Tratamiento primario



Nota. Tomado de: Asentamiento humano ubicado en Puerto Leguizamo – Putumayo

Del tanque bio-selector la mezcla de aguas residuales con el retorno de los lodos activados entra al tanque de aireación a través de un puerto u orificio. El complejo total de tanques de aireación provee un tiempo de retención de 24 horas. En los tanques de aireación es donde se desarrolla el cultivo de bacterias y se le suministrará el oxígeno por medio de unos difusores a la suspensión de las bacterias se le llama licor mezclado y maneja una concentración en el rango de 2500 mg/l.

Cuando las bacterias entran en contacto con el A agua residual de entrada se reduce el DBO a N niveles muy bajos y en estas 24 horas, además de reducirse DBO hay otras bacterias que se encargan de oxidar el nitrógeno amoniacal a una forma de nitrato estable.

5.2.2.3 Tratamiento secundario. Después que el agua residual se airea en el tanque de aireación No. 1 pasa a los tanques de aireación de 2da. etapa para mayor tratamiento. Esta se realiza en forma secuencial (encendido, apagado). Esta particularidad del proceso ofrece muchas ventajas siendo una de ellas la remoción de nutrientes, de aquí el agua pasará a los clarificadores. El licor mezclado de los tanques de aireación entra al clarificador a través de rejillas de filtrado y floculación.

Por medio de estas rejillas se evita la entrada de basuras (hojas de árboles, al clarificador a través de rejillas de y floculación. etc.) al clarificador. En este punto de la planta ocurre un mezclado suave, que permite que el floculo bacteriano se forme en partículas más grandes, dando como resultado una mejor sedimentación y por lo tanto una excelente clarificación.

Figura 7.*Tratamiento secundario*

Nota. Tomado de: Asentamiento humano ubicado en Puerto Leguizamo – Putumayo

Después de las rejillas de floculación el licor mezclado entra al sedimentador (clarificador) a través de los tubos de distribución (distribuidores) los cuales tienen puertos (orificios) por la parte de abajo que es por donde sale el licor mezclado y se distribuye de manera uniforme en toda la sección baja del clarificador. Los sólidos se sedimentan en la zona de colección (en el fondo) y el licor clarificado permanece arriba. El agua clara cae dentro de tuberías perforadas, que están justo por debajo de la superficie del agua y fluye hacia un extremo de cada tubería colectora donde está una caja de efluentes. De esta caja el agua clarificada pasa a la etapa de desinfección.

Los sólidos sedimentados se sacan mediante una campana de succión (tiene forma de triángulo) que está en el piso del clarificador. Hay una línea aerotransportadora (tubo vertical) que va conectada al hueco que se forma dentro de la campana. Con un cronómetro se activa una válvula neumática (una para cada clarificador) que deja pasar aire a través de una línea que va conectada al extremo inferior de la aerotransportadora creando succión en la campana.

Por medio de esta succión se sacan los lodos que se han acumulado en el fondo del clarificador, suben por la línea aerotransportadora y se descargan a un canal de drenado que está por arriba del nivel del agua. Luego fluyen libremente hacia el tanque selector donde se mezcla con el agua residual de entrada volviendo a reiniciar el proceso. La materia flotante y las grasas salen a la superficie, donde se colectan con desnatadoras flotantes que aerotransportan este material al mismo canal de drenado donde descargan los lodos del clarificador. El clarificador, no tiene partes móviles y se opera con válvulas simples y líneas de aerotransportación. El diseño ofrece una operación óptima y no requiere mantenimiento; solo limpieza rutinaria e inspección visual.

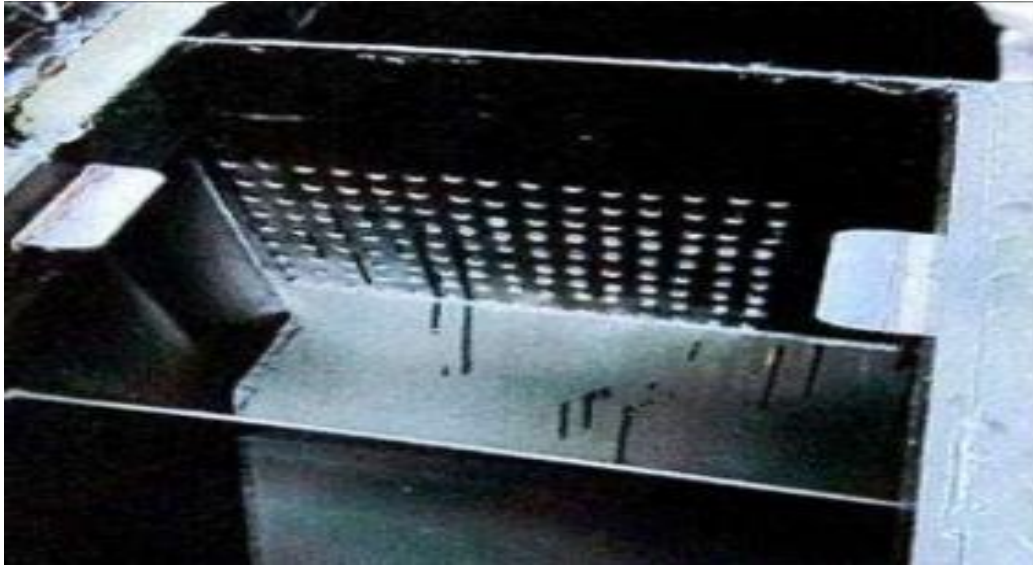
5.2.2.4 Tratamiento avanzado. El agua obtenida del clarificador a logrado porcentajes de remoción por encima del 90 % en DBOS y SS, con esto se puede verter el agua en condiciones más favorables a las de ley, sin embargo, el sistema de la PTAR instalada mejora la calidad del tratamiento garantizando la eliminación de los elementos patógenos y coliformes fecales con el fin de dar un mejor uso al efluente final. La desinfección se produce agregando el producto químico (cloro). Después de desinfectar el agua se procederá a su disposición final la cual se puede utilizar para riego agrícola, riego de áreas verdes, descarga de sanitarios, descarga en un cuerpo receptor, etc.

El tratamiento avanzado también requiere el manejo de los lodos que se generan en el sistema, para ello la planta cuenta con un digestor aeróbico en el que se concentran los lodos de exceso para su evacuación del sistema activado. Como las bacterias se producen dentro del sistema, se alcanza un punto de equilibrio en el proceso (población óptima de microorganismos). Por lo

tanto, para mantener este equilibrio se debe sacar los sólidos, biológicos en la misma cantidad en que se van produciendo cada día (el exceso dentro de la población óptima).

Figura 8.

Clarificado



Nota. Tomado de: Asentamiento humano ubicado en Puerto Leguizamo – Putumayo

El secado de lodo se controla automáticamente con un cronómetro programado de la siguiente manera:

Una vez al día se cierra la válvula neumática que controla el aire del digestor, durante 2 horas se deja que los sólidos sedimenten y el agua clara quede en la parte superior, al final de éstas, con el aire apagado se activan 2 líneas aerotransportadoras que succionan el licor mezclado del tanque de aireación y lo descarga en el digestor, este licor mezclado que está entrando al digestor empuja el agua clara provocando que se derrame sobre una compuerta (que están en un extremo

del digestor) de regreso al tanque de aireación. Una vez que termina el tiempo programado de sacado de lodo las líneas aerotransportadoras se apagan.

El aire del digestor permanece apagado por 15 minutos más y luego se vuelve a encender el aire del digestor y el sistema en general vuelve a su estado normal. Con el tiempo los lodos se acumulan en el digestor al grado en que también se deben sacar de ahí. Las bacterias del digestor se airean por muchos días sin suministrarles alimentos, dando como resultado una degradación natural de muchas ellas, disminuyendo su actividad y la cantidad de sólidos. Los lodos están ahora en forma más estable y se puede proceder a su disposición final.

6. Caracterización área de influencia

Esta caracterización está orientada a la identificación de las amenazas que ofrece el medio al proyecto (amenazas naturales, socioculturales y de orden público), las resultantes de la operación del sistema (amenazas operativas) y sus efectos sobre los elementos sociales y ambientales que sean vulnerables (Resolución 1514 del 2012).

La delimitación del área de influencia se realizó con base en los dos escenarios simulados, en el primero se tuvo en cuenta los valores de calidad del agua después del tratamiento de la planta, el segundo escenario tenido en cuenta el estado crítico del vertimiento, para determinar la verdadera incidencia y los riesgos que puede ocasionar el vertimiento al llegar a la fuente hídrica sin ningún tratamiento preliminar.

El área de influencia del sistema de gestión del vertimiento pretende la definición de un área en la cual se podrían presentar efectos sobre alguno de los componentes del medio abiótico, biótico y/o socioeconómico a causa de situaciones de riesgo que limiten o impidan el tratamiento de los vertimientos de ARD residuales. El cual se realizó una evaluación cualitativa y cuantitativa de impactos ambientales mediante la aplicación de modelos de simulación sobre el medio receptor.

6.1 Área de influencia

La delimitación del área de influencia del Plan de Gestión del Riesgo se basa en los resultados del Análisis de Riesgos y los impactos ambientales que se manifiesten como resultado de situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento. El área de influencia se contempla desde el inicio del sistema de gestión de vertimientos desde los generadores de residuos de la entidad, teniendo en cuenta las redes de conducción hasta la planta de tratamiento, pasando por los elementos de conducción del vertimiento hacia la fuente receptora, en la fuente hídrica se tiene en cuenta un margen de 150 metros a cada lado de la corriente y después de la entrega del vertimiento de la planta, 50 metros aguas abajo.

El sistema de gestión del vertimiento del que trata el presente documento es un sistema descentralizado que contemplan la conducción, tratamiento y disposición final de aguas residuales domésticas generadas en áreas residenciales, administrativas, educativas, operativas y de seguridad física, así como la gestión de los residuos asociados.

6.1.1 Medio abiótico

Delimitada el área de influencia del plan de gestión del Riesgo del sistema de tratamiento del campamento Asentamiento humano Puerto Leguizamo Putumayo, se plasma dentro de esta todo aquello que forme parte o no sea producto de los seres vivos, o abiótico presente en el medio donde se desarrolla el proyecto. Para identificar las amenazas provenientes del medio, y que pueden generar un riesgo en el sistema.

6.1.2 Del medio al sistema

Realizando mapas temáticos identificaremos el medio abiótico y sus características dentro del área de influencia del plan de gestión de riesgo de la Asentamiento humano Puerto Leguizamo Putumayo.

6.2 Geología

Puerto Leguizamo se encuentra en la parte sur de la geomorfoestructura conocida como Mega cuenca de Sedimentación del Amazonas (Villota, 1997), en la provincia fisiográfica denominada Peneplanicie del Amazonas (Carvajal, 2011), esta última se caracteriza por un relieve bajo a muy bajo definido por montículos de menos de 50 m de altura limitados por llanuras aluviales recientes que han sido formados por el río Putumayo y otros drenajes menores de la zona. La geomorfología de la zona es una de las bases fundamentales para delimitar las unidades litoestratigráficas, ya que como se comprobó a partir de los trabajos de campo, los estratos su

horizontales, la cobertura vegetal, los escasos afloramientos de algunas formaciones y las restricciones propias del área, dificultan el proceso de cartografía y por lo tanto se hace necesario fortalecer la herramienta de interpretación de imágenes de sensores remotos para refinar con mayor precisión los contornos de las unidades.

Para cumplir con este propósito, las geoformas identificadas en la región funcionaron como una guía de reconocimiento, especialmente para las áreas que no fueron cubiertas en campo. Para definir las unidades geomorfológicas se combinaron elementos como la interpretación de imágenes de sensores remotos DEM 30 y 12,5 m, descripciones de las libretas de campo y fotografías representativas de cada geoforma. Uno de los insumos básicos fue el modelo digital de terreno a partir del cual se generaron mapas de sombras para resaltar y agrupar características como tonalidad, textura, red de drenajes, forma del relieve y topografía, entre otros; la agrupación de áreas con características similares permitió generar los polígonos de cada unidad. En la Plancha 496 – Puerto Leguizamo se identificaron dos unidades geomorfológicas, las cuales se definieron de acuerdo con los parámetros de Carvajal (2011); la primera de ellas es la unidad de Montículos de cimas redondeadas que se genera por procesos denudacionales y la segunda es la unidad Llanura aluvial actual formada por procesos agradacionales. La distribución y extensión de dichas unidades.

6.3 Ambiente morfogenético denudacional

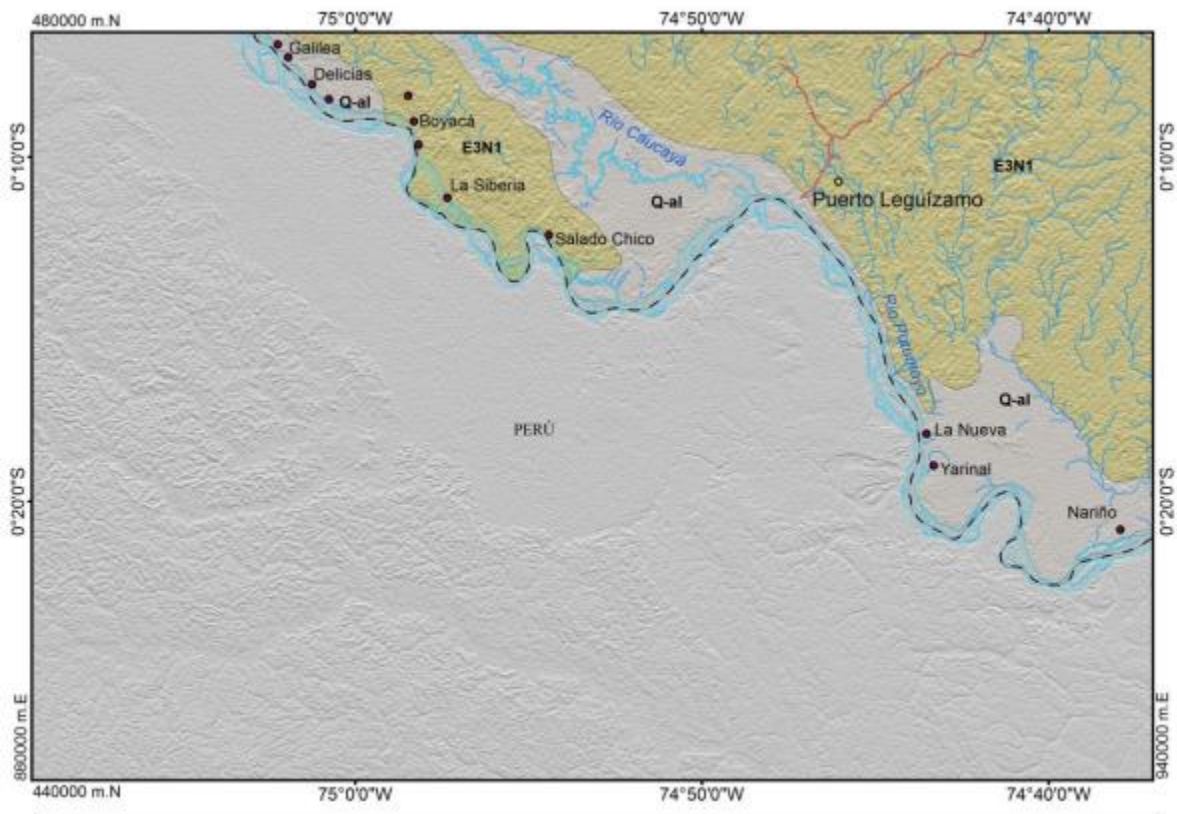
Las unidades de origen denudacional se encuentran en el sector NE de la plancha (desde A3 hasta E12) y se reconocen porque tienen topografía baja a muy baja. Las formaciones Pebas y Caimán a partir de las cuales se generan los montículos iniciaron su formación en el Mioceno en

un ambiente de transición mar-continente relativamente somero; luego de una moderada a baja litificación se vieron sometidas a un proceso de meteorización que permitió la aparición de un relieve positivo de colinas y montículos. El levantamiento de la Cordillera Oriental generó una serie de flujos aluvio-torrenciales que rellenaron las zonas bajas invirtiendo la topografía preexistente.

Este conjunto de materiales también se vio sometido a procesos de meteorización y erosión que transformaron un paisaje de planicie aluvial a uno de montículos y llanuras aluviales y que dejaron el perfil de meteorización que se observa hoy en día.

6.3.1 Montículos de cimas redondeadas (Dmcr)

Este nombre se le asigna a una serie de montículos de relieve muy bajo, con alturas menores de 25 m que se caracterizan por tener cimas redondeadas (Fotografía 1) y laderas cortas, de menos de 200 m de longitud, suavemente inclinadas a inclinadas, con menos de 10°, ocasionalmente muestran pendientes hasta de casi 20°. Los valles tienen forma de “V” muy abierta y a veces de artesa, con caudales efímeros y drenaje dendrítico de alta densidad.

Figura 9.*Relieve*

Nota. Tomado de. Instituto Colombiano Agustín Codazzi (2024)

6.4 Ambiente morfogenético fluvial

El bajo relieve y la alta pluviosidad estacional de la Amazonia Colombiana generan un paisaje fluvial característico de la zona, donde son comunes las llanuras de inundación asociadas a los cauces de los ríos principales, estas presentan un solo nivel de deposición o agradación. Dicho nivel consiste en un área inundable periódicamente (anual o bianual) como respuesta a los períodos lluviosos del año. Los pocos asentamientos humanos que existen en estas zonas se caracterizan

por sus construcciones palafíticas que se ocupan básicamente en la temporada seca para actividades agrícolas.

6.4.1 Llanura aluvial actual (Fllaa)

Esta geoforma tiene una topografía plana y baja formada por la deposición multianual de arenas, limos y arcillas durante las épocas de inundación y que provienen de la cordillera transportados por los principales ríos de la zona; las quebradas o caños que nacen en la provincia amazónica presentan un depósito aluvial que se combina con los productos de escorrentía superficial para formar una especie de artesa de constitución lodosa. La extensión de la unidad es de aproximadamente 280 km² distribuidos en ambas márgenes de los ríos Putumayo y Cauca y de otros drenajes menores de la zona.

6.4.2 Meandros abandonados

Esta subunidad se genera por efecto de la migración lateral del cauce del río Putumayo, el cual ocupa áreas de la llanura aluvial en épocas de alto caudal y que luego abandona dejando la característica forma semicircular de los meandros, los cuales se observan con morfología plana y cubiertos por vegetación. Estas zonas son inundables en épocas de máximas precipitaciones.

6.4.3 Barras de canal

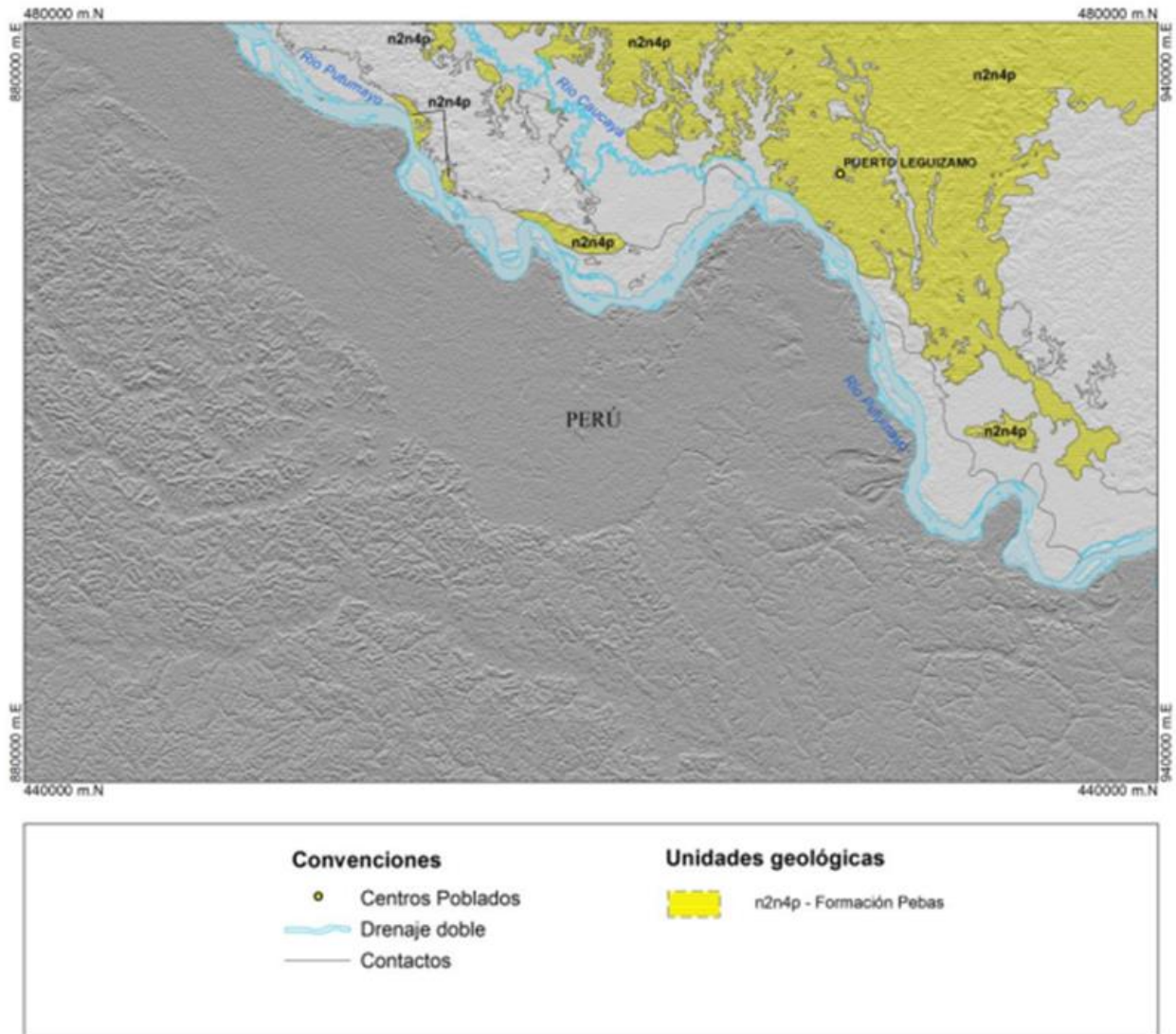
Estos elementos son producidos por las acumulaciones de material que se localizan a lo largo y en las márgenes del cauce del río Putumayo; por lo cual se diferencian en barras de punto, barras laterales y barras longitudinales. La morfología corresponde a playas planas con escasa o nula vegetación.

El área de la Plancha 496 – Puerto Leguízamo se encuentra en la Cuenca Caguán Putumayo (Barrero et al., 2007), considerada como la prolongación hacia el NW de las cuencas Oriente y Marañón de Ecuador y Perú, denominada por Higley (2001) como la “Provincia Putumayo-Oriente-Marañón de Colombia, Ecuador y Perú”. La Cuenca Caguán-Putumayo hace parte del sistema de cuencas subandinas que se extiende paralelo al costado oriental de la Cordillera de Los Andes a lo largo de Suramérica. La secuencia estratigráfica en la cuenca incluye rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias del Precámbrico hasta el Neógeno, cubiertas por extensos y espesos depósitos sedimentarios del cuaternario. Parte de la nomenclatura estratigráfica utilizada en esta memoria se basa en las publicaciones de Cucalón & Camacho (1966), Govea & Aguilera (1980) y Cáceres & Teatín (1985) quienes reconocen que se trata de la nomenclatura litoestratigráfica establecida por los geólogos de Texaco, con base en las observaciones de superficie y subsuelo y que fue suministrada al Ministerio de Minas y Petróleos como información para soportar las actividades de exploración para hidrocarburos; sin embargo, esta información es privada e inédita y por lo tanto no fue posible verificar dicha nomenclatura, la cual es de uso común en publicaciones relacionadas con la cuenca Caguán-Putumayo, como lo atestiguan las publicaciones de Mathews & Portilla (1994), Higley (2001), Núñez (2003), Rosello et al. (2008), ANH & UPTC (2009), García et al. (2010), Montenegro & Barragán (2011) y Wolaver et al. (2015), entre otras.

Adicionalmente se consultó la estratigrafía de los territorios vecinos, pertenecientes a las Repúblicas de Ecuador y Perú, especialmente la publicación de Sánchez et al. (1999).

Figura 10.

Mapa hidrográfico



6.4.4 Formación Pebas (n2n4p)

La denominación original de Pebas se debe a Gabb (1868, en Sánchez et al., 1999), quien describió los micromoluscos presentes en algunos afloramientos cercanos al poblado de Pebas, en la margen izquierda del río Amazonas y la desembocadura del río Ampicayu, 85 km al noreste de la ciudad de Iquitos (Perú).

Sánchez et al. (1999) indican que estas sedimentitas se describieron como formación en la literatura geológica, a pesar de que inicialmente no se precisaron características litológicas. Seminario & Guizado (1973, en Sánchez et al., 1999) fueron los primeros en definir litológicamente la Formación Pebas con base en datos de pozos en el área de los ríos Tigre y Corrientes como “lutitas verdes con interestratificaciones de margas, calizas con estratos de coquina hacia la base; mientras al techo aparecen lodolitas rojas y niveles de lignito en toda la secuencia”.

En Colombia la primera referencia a la Formación Pebas se debe a Montoya et al. (2011), quienes cartografiaron la unidad en el denominado “Trapecio Amazónico”. Nuttal (1990) había incluido las “Capas de La Tagua”, localidad a orillas del río Caquetá, al estudiar fauna de moluscos de la Formación Pebas y otros estratos no marinos del NW de Suramérica, como pertenecientes a esta unidad, dato que fue confirmado por Wesselingh et al. (2002, en Wesselingh & Macsotay, 2006). En la Plancha 496 – Puerto Leguízamo la sucesión sedimentaria que aflora en el río Putumayo, constituida por arcillolitas y lodolitas de colores gris a gris azulado, fue definida como Formación Pebas con base en la similitud litológica y la continuidad cartográfica con las áreas vecinas (planchas 485 y 497). En este trabajo se utiliza la denominación de Formación Pebas en el sentido de Seminario & Guizado (1973, en Sánchez et al., 1999).

6.5 Distribución geográfica y expresión geomorfológica

Los mejores afloramientos se encuentran en las veredas Salado Grande (Campoalegre) (B5) y Salado Chiquito (C6) (Figura 10), en la margen izquierda del río Putumayo, donde se observa la secuencia de lodolitas y arcillolitas de forma casi continua en disposición subhorizontal, en una longitud de 1 km y un espesor promedio de 4 m. La extensión de la unidad en la plancha es de 275,9 km². La morfología asociada a la Formación Pebas es una sucesión de montículos con una base muy amplia de crestas redondeadas y laderas cortas de pendiente moderada a baja.

6.5.1 Litología

La Formación Pebas en la Plancha 496 – Puerto Leguízamo está constituida por intercalaciones de lodolitas, limolitas y arcillolitas de color gris verdoso a gris amarillento, con presencia de restos vegetales carbonizados. Las capas son gruesas y muy gruesas, tabulares, masivas y en contactos netos; desarrollan un perfil de suelo lodoso de colores moteados marrones y rojizos. Los afloramientos son aislados y se localizan en cortes de los ríos Putumayo y Caucajá, por lo tanto, la descripción litológica de esta unidad se realiza por sectores.

6.5.2 Formación Caimán (Q1c)

La primera referencia publicada sobre la Formación Caimán se debe a Govea & Aguilera (1980) quienes la describieron constituida por areniscas tipo “sal y pimienta”, conglomerados y

arcillolitas abigarradas, con espesor variando entre 0 y 200 m, depositada en un ambiente típicamente continental. Cáceres & Teatín (1985) describen afloramientos de la Formación Caimán “hacia el extremo sur de Mocoa, siguiendo el pie de monte de la cordillera y sectores algo llanos, fosiliza sedimentos más antiguos. Integrada principalmente por abanicos aluviales y conos, con un espesor que oscila de 10 a 200 m, conformados por arenas sucias, gravas y conglomerados”. Cucalón & Camacho (1966) reportaron rocas pliocénicas de la Formación San Miguel, correlacionable con la Formación Caimán, como areniscas de grano fino a grueso y arcillolitas de colores rojizo, verde a canela, con esporádica presencia de conglomerados constituidos por guijarros de horsteno.

Estas rocas reposan discordantemente sobre la Formación Ospina, se encuentran en posición horizontal, alcanzan espesores de 160 m y no se observan signos de perturbación tectónica. Afloran en la parte oeste del río Putumayo y en las estribaciones de la Cordillera Oriental. Cáceres et al. (2003) referencian el dominio sedimentario continental de la Formación Caimán dado por enormes abanicos aluviales con su máximo desarrollo en el Plioceno-Pleistoceno.

6.6. Hidrología

La región del Plan es privilegiada desde el punto de vista de los recursos hídricos con importantes cursos de agua tributarios del río Amazonas, como el Caquetá, el Putumayo, el Napo y el Yavarí. Los ríos y caños que nacen dentro de la región en general se caracterizan por sus aguas de coloración oscura. Se les conoce con el nombre genérico de ríos negros, a diferencia de los ríos que nacen en la Cordillera de los Andes que son de coloración amarillenta debido a la gran cantidad de sedimentos que transportan.

El río Putumayo, siendo limítrofe entre Colombia y Perú, recibe por la margen izquierda, entre otros, los ríos Caucaya, Caraparaná, Sabaloyacu, Buri-Buri, Igara-Paraná y Pupuña. Por la margen derecha desembocan los ríos Gueppí, Angusilla, Yubineto, Campuya, Ere, Algodón, Yaguas, entre otros. El Putumayo se forma en territorio colombiano, en las alturas del Nudo de Pasto, y desemboca en territorio brasileño, a la altura de Puerto San Antonio. Tiene una longitud de aproximadamente 1.560 km. Su ancho promedio es de 700 m, alcanzando los 1.200 m en territorio brasileño. Su lecho es arenoso, arcilloso desde su desembocadura en el Amazonas hasta puerto Ospina (Colombia), volviéndose luego mayormente pedregoso. Las riberas del Putumayo son en general bajas e inundables.

Las crecientes del río ocurren entre los meses de mayo y octubre presentándose los mayores caudales en el mes de junio. En época de crecientes, es totalmente navegable por embarcaciones de hasta 3 pies de calado. Embarcaciones de 4 pies de calado pueden llegar hasta Gueppí y de 12 pies de calado hasta Tarapacá. La navegación nocturna es recomendable sólo hasta la desembocadura del río Campuya.

La morfología del Putumayo cambia en tiempos muy cortos por la aparición y desaparición de islas y la erosión de sus riberas, siendo el canal de navegación muy variable. Las "quirumas" (estacas de árboles) constituyen el mayor peligro de navegación. El nivel del río sube y baja con frecuencia, pero por lo regular esta variación de nivel es menor de 0,5 metros al día; sin embargo, ocasionalmente supera el metro.

El comportamiento hídrico de la región es de tipo monomodal correspondiendo los mayores valores para los meses de abril a octubre y los menores valores para los meses restantes. El mes más húmedo corresponde al mes de julio para las cuencas del río Caquetá y Putumayo, mientras que para los ríos Amazonas y Napo corresponde al mes de mayo. El mes con menor

lluviosidad es enero en las cuencas de los ríos Putumayo y Caquetá, mientras que en el Amazonas y en el Napo corresponde al mes de septiembre (Figura 3).

Para el río Putumayo en la Zona Alta o Andina, el rendimiento es de 65,9 l/s/km² medido en Sibundoy Putumayo. En la zona del pie de monte en la estación de Puente Texas cerca de Orito Putumayo presenta el mayor rendimiento con 163,2 l/s/km². En la Zona Baja, el rendimiento calculado es de 57,6 l/s/km² en base a la estación del Brasil llamada Iça-Vila Bittencourt, ubicada cerca de la frontera Colombo-Brasileña.

6.7 Suelos, Cobertura y Usos del Suelo

6.7.1 Suelos

Los suelos de la región han sido descritos en base al estudio "La Amazonía Colombiana y sus Recursos" realizado por el grupo técnico del Proyecto Radargramétrico del Amazonas en el período 1974 a 1979. Se caracterizan por presentar, en general, un nivel de fertilidad muy bajo, alto grado de acidez, pobre saturación de bases, contenidos muy bajos de calcio y magnesio intercambiables, marcada pobreza en fósforo y toxicidad por altos contenidos de aluminio.

De acuerdo con el paisaje fisiográfico, los suelos se agrupan en tres grandes grupos: suelos aluviales, suelos de las superficies de denudación y suelos de las estructuras rocosas.

6.7.1.1 Suelos de Superficies Aluviales. Las superficies aluviales están constituidas por los planos aluviales de los ríos de origen andino y amazónico, por sus respectivos valles menores, por las terrazas antiguas y por los abanicos.

Suelos de las superficies aluviales de los ríos de origen andino.

Estos suelos se han desarrollado en las llanuras aluviales de los ríos que nacen en la Cordillera Oriental. La llanura aluvial presenta 3 planos: el plano bajo, plano medio, y plano alto, de acuerdo con su posición respecto al nivel del río. Se describen las asociaciones Garamani, Mareta y Sabaloyaco, correspondientes a los suelos del plano bajo, plano medio y plano alto, respectivamente:

Asociación GARAMANI (GRa): está constituida por los suelos desarrollados en el plano más bajo de la llanura de inundación de los ríos Caquetá, Putumayo y Amazonas, principalmente. Se presentan en terrenos de alturas aproximadas entre 100 y 300 m; de relieve plano y plano-cóncavo con pendiente de 0-3%, en los que se observan lagunas, diques y orillares. Los suelos sufren fuertes inundaciones, por lo que predomina el drenaje pobre. Son superficiales, con limitantes debidas al nivel freático alto y a la presencia de plintita. Estos suelos, desarrollados a partir de sedimentos aluviales heterogéneos son de texturas finas y medias; varían de ácidos a muy ácidos, con problemas de toxicidad por aluminio y fertilidad entre baja y moderada. Uso actual: bosque primario, pequeñas áreas con cultivos de subsistencia, y/o rastrojos.

Asociación **MARETA (MLa)**; esta asociación comprende el plano medio aluvial de los ríos Amazonas y Putumayo. Son suelos formados por las acumulaciones de materiales heterogéneos, provenientes de la Cordillera Oriental, depositados por la acción del agua. El proceso de acumulación originó un relieve plano, con pendientes no mayores del 3%. Según la posición que ocupan en la asociación, los suelos varían de superficiales a profundos; los primeros están limitados por la presencia de un nivel freático fluctuante, con contenidos altos de plintita y ligera toxicidad por aluminio para plantas sensibles. Los suelos profundos generalmente se localizan en los diques naturales. El drenaje natural fluctúa entre pobre y moderado. En esta unidad

se aprecia acumulación de sedimentos depositados por las inundaciones. El límite de la asociación es gradual con las unidades aluviales de origen andino y abrupto con la superficie de denudación y terrazas antiguas. La mayor parte de los suelos de esta Unidad están en el bosque primario y en pequeños sectores en cultivos de subsistencia como maíz, yuca y arroz y algunos cultivos perennes (cacao, plátano, cítricos)

Asociación SABALOYACO (SPa): los suelos que forman esta asociación ocupan el nivel más alto de la llanura de inundación de los ríos de origen andino. Tienen relieve plano, con pendientes inferiores al 3%; generalmente están libres de inundaciones regulares y sufren encharcamientos por aguas de lluvias o inundaciones cada 3 o 4 años, que en la región se llaman "conejas". El nivel freático varía de superficial a muy profundo, dependiendo de la época del año y del relieve. Los límites son graduales con las asociaciones Garamaní (GRa) y Maretá (MLa) de los otros niveles de la llanura de inundación y, abruptos con las asociaciones de las superficies de denudación y de las terrazas antiguas. En general, estos suelos están en bosque primario, de regular desarrollo, con dominio de palmas; pequeñas áreas son utilizadas para cultivos transitorios (maíz y arroz) o para potreros con gramas naturales.

Suelos de las formas aluviales de los ríos de origen Amazónico. Estos suelos están ubicados en las llanuras aluviales de los ríos que nacen aguas abajo de la Cordillera Oriental, como son: el Igaraparaná, Cahuinarí, Puré, la Quebrada Blanca y otros de menor importancia. Los planos aluviales están formados por sedimentos muy meteorizados, constituidos por arenas cuarzosas y arcillas caoliníticas muy ácidas, provenientes de la superficie de denudación y depositados posteriormente por la acción del agua. Se describe la asociación Miriti que es representativa de estos suelos.

Asociación MIRITI (MIa): comprende las partes más bajas y planas de la llanura aluvial de los ríos de origen amazónico. Geomorfológicamente corresponde a la posición de plano aluvial o nivel más bajo con respecto al río. En estos planos se observan diques, varios niveles de pequeñas terrazas, basines y antiguos cauces abandonados. Los suelos han sido formados por la acumulación de materiales provenientes de la superficie de denudación, que fueron depositados indistintamente por la acción del agua de la gravedad. Este proceso de acumulación originó un relieve plano y ligeramente plano, con pendientes no mayores de un 3 %. Los suelos son superficiales debido al nivel freático fluctuante a la presencia de plintita y de horizontes inferiores poco permeables; tienen alta saturación de aluminio (> 80%). El drenaje natural varía de muy pobre a moderado y se manifiesta porque los horizontes de los suelos presentan manchas grisáceas. Estas condiciones de drenaje se deben principalmente al período largo en que los suelos permanecen saturados de agua y a la presencia de horizontes impermeables. Se aprecia acumulación de sedimentos dejados por las diferentes inundaciones. El límite de la asociación es gradual con el plano aluvial alto y abrupto en la zona de superficie de denudación. Los suelos de esta unidad están cubiertos de un bosque primario, constituido por una vegetación de árboles poco desarrollados y de palmas; pequeñas áreas han sido taladas para la implementación de cultivos de yuca brava y dulce, maíz y algunos cítricos.

En otras áreas amazónicas en los planos más altos se encuentra la asociación Nare que se encuentra cubierta por bosques primarios de mediano desarrollo.

Suelos de los Valles Menores con influencia coluvio-aluvial. Son suelos que se han desarrollado en las márgenes de los pequeños valles que cortan las superficies de denudación, las terrazas antiguas, y, en ocasiones las estructuras rocosas. Estos se localizan en terrenos planos y/o

planocóncavos, con pendientes de hasta 7% en los que se han depositado sedimentos recientes de origen coluvio aluvial. En ellos se delimita la asociación Unilla, dentro del área del estudio.

Asociación UNILLA (ULa): estos suelos se han desarrollado en terrenos donde crece una vegetación arbórea de regular tamaño, palmas, epífitas y bejucos. Se caracterizan porque varían entre muy superficiales a superficiales, sus texturas son finas y medias; el drenaje fluctúa entre pobre y moderado; son suelos muy ácidos, de baja fertilidad y con problemas de toxicidad por aluminio. La profundidad efectiva está limitada por las fluctuaciones del nivel freático y la plintita. La asociación tiene límite abrupto con los suelos de las superficies de denudación y de las estructuras rocosas y límite gradual con los de las terrazas antiguas. En la actualidad la mayor parte de estos suelos está bajo bosque primario y/o secundario, con pequeñas áreas en cultivos bajo subsistencia y rastrojos.

Suelos de Terrazas. Estos paisajes corresponden a restos de antiguas llanuras de inundación de los ríos principales, que al encajonarse o cambiar de curso dejaron en el paisaje terrazas que se caracterizan por mostrar restos de meandros abandonados y de complejos de orillares antiguos, sin influencia directa actual de los ríos. El relieve varía de plano a ligeramente ondulado, no presentan inundaciones, pero existen grandes áreas encharcables en las que crece una vegetación de palmas (cananguchales).

De acuerdo con la altura respecto al nivel del río y al grado de disección, hay tres niveles de terrazas: bajo, medio y alto, en los que predominan las asociaciones Pamá, Aeropuerto y Matraca, respectivamente.

Asociación PAMA (PMa): esta asociación corresponde al nivel más bajo de las terrazas antiguas de los ríos de origen andino y amazónico. Su relieve fluctúa entre plano y ligeramente plano, con pendientes de 0-3% y no sufren inundaciones. La profundidad efectiva de los suelos

varía de superficial a moderadamente profunda, dependiendo del nivel freático. Existen suelos encharcados que corresponden a los cananguchales y suelos entre moderados y bien drenados en el resto del paisaje. En general, no se observa erosión o solamente una erosión laminar ligera en algunas áreas. El límite es gradual con las otras asociaciones de las terrazas o de las superficies de denudación y abrupto con las asociaciones de la llanura de inundación. La mayoría de los suelos de esta unidad está en bosque primario y pequeñas áreas en cultivos de subsistencia.

Asociación AEROPUERTO (ABab): esta asociación comprende las terrazas antiguas del nivel medio, situadas en las márgenes de los ríos de origen andino y amazónico. Son formaciones con relieve desde ligeramente plano hasta ligeramente ondulado, con disección entre ligera y moderada y pendientes 1-3%. En algunas de estas terrazas se observan varios subniveles y antiguos cauces abandonados. Los suelos de esta asociación son superficiales, con presencia de un nivel freático fluctuante y contenidos de aluminio en todo el perfil. Según su posición, el drenaje natural varía de bueno a pobre; es bueno en las cimas planas y pobre en el microrelieve plano-cóncavo, lo que impide los movimientos laterales del agua, ocasionando saturación temporal en las épocas de mayor precipitación, lo que se conoce como "cananguchales".

En los taludes y las zonas de desmontes (chacras), se observa una erosión ligera laminar, cosa que no ocurre en donde hay bosque. El límite de la asociación es claro con las llanuras aluviales de los ríos de origen andino y amazónico y abrupto con la superficie de denudación. La mayor parte de los suelos de esta unidad está cubierta por bosque primario, bien desarrollado, con bosque denso y presencia de palmas; pequeños sectores están dedicados a cultivos de yuca, piña, cacao, maíz y pastos.

Asociación MATRACA (MAab): esta asociación está constituida por los suelos de las terrazas antiguas de nivel alto, caracterizadas por presentar relieve de cimas entre planas y

ligeramente ondulados, con disección entre moderada y fuerte. Los suelos están localizados en las márgenes de ríos de origen andino y amazónico, en donde hay, aluviones antiguos de texturas medias y finas, con predominio de las primeras, su drenaje fluctúa entre bueno y pobre; varían de muy ácidos a ácidos y presentan graves problemas de toxicidad por aluminio. Estos suelos varían en profundidad, de escasa hasta moderada; se han desarrollado en pendientes de hasta el 7% y en ellos se observan procesos de acumulación, erosión, disección y posibles movimientos tectónicos. La Asociación tiene límite difuso con los planos aluviales de inundación y abrupto con las superficies de denudación y las formaciones rocosas.

6.8 Superficies de Denudación

Suelos de las superficies de origen sedimentario. Se trata de los suelos desarrollados en la superficie de denudación de origen sedimentario, conocida como paisaje de "lomeríos". Las superficies de origen sedimentario se caracterizan por presentar un relieve que varía de acuerdo con el grado de disección, desde plano y ligeramente ondulado, hasta muy ondulado y quebrado, con alturas de 10 m a 50 m, con respecto al nivel de los ríos. Estos suelos, que abarcan la mayor parte del área amazónica, se han derivado a partir de sedimentos arcillosos de terciarios y muestran características de oxisoles e inceptisoles óxicos principalmente.

Formas planas. Asociación EL DORADO (DTa): los suelos se localizan en terrenos planos y ligeramente planos muy poco disectados, con pendientes de 1-3%; se han desarrollado a partir de sedimentos predominantemente finos, aunque en los sitios cercanos a los afloramientos de areniscas, existen materiales de textura franco-arenosa. Los suelos son desde muy superficiales a moderadamente profundos; en el primer caso están limitados por la presencia de concreciones

petroféricas, plintita y en algunos sectores por nivel freático. Las capas superficiales del perfil del suelo son de colores pardos y las subsuperficiales rojo-amarillentas y rojas, los pH varían de muy ácidos a ligeramente ácidos, la fertilidad es muy baja. En general son suelos bien drenados, aunque en las depresiones se localizan algunos con drenaje pobre. La asociación tiene límite abrupto con los planos aluviales y estructuras rocosas; claro con las terrazas y gradual con el paisaje de superficie de denudación. Esta asociación está cubierta por bosque húmedo tropical denso.

Formas ligeramente planas. Asociación PEÑAS BLANCAS (Psab): esta asociación comprende las formas ligeramente planas y ligeramente disectadas de la superficie de denudación de origen sedimentario, localizadas principalmente al norte de la Amazonía. Los suelos se han derivado de sedimentos del plio-pleistoceno (Terciario Superior) y están constituidos por materiales finos y medios, y en ocasiones gruesos, muy intemperizados y áridos. En general, el relieve es ligeramente plano, con pendientes hasta del 7%. La profundidad efectiva se ve afectada por contenidos de aluminio tóxico para plantas sensibles, y el drenaje fluctúa entre bueno y moderado. Debido a la topografía relativamente plana de la unidad y a su vegetación de bosque, no se presenta erosión; sin embargo, en áreas desmontadas (chacras) se observan escurrimientos ligeros o erosión laminar en los taludes y en las áreas de mayor pendiente. El límite de la asociación es difuso con las otras unidades de las formas planas y de gradual a claro con las demás unidades vecinas. La unidad está principalmente bajo una vegetación densa, con árboles poco desarrollados y presencia de palmas.

Formas ligeramente onduladas. Asociación TOMACHIPAN (TZbc): esta asociación comprende las formas ligeramente onduladas de cimas planas y redondeadas con disección e incisiones moderadas de la superficie de denudación de origen sedimentario. Los suelos se han formado a partir de sedimentos del pilo-pleistoceno, constituidos por materiales finos y medios

muy intemperizados y ácidos. El relieve predominante es ligeramente ondulado, con pendientes hasta el 12%. Hay erosión ligera de tipo laminar en las áreas de mayor pendiente y ocurren deslizamientos suaves en zonas taladas o "chacras" muy antiguas. Los suelos de esta asociación varían de superficiales a moderadamente profundos, dependiendo de la concentración de aluminio, que podría afectar el normal crecimiento de plantas sensibles a este elemento. Su drenaje, en general, es bueno, con excepción de pequeñas áreas de relieve plano cóncavo que tienen drenaje imperfecto. El límite de la asociación es gradual con formas ligeramente planas y claro con las demás unidades vecinas. La mayor parte de las tierras está bajo bosque primario, formado por una vegetación densa, con árboles regularmente desarrollados y presencia de palmas. Pequeñas áreas han sido dedicadas a cultivos de subsistencia.

Formas onduladas. Asociación PUERTO CALDERON (PCcd): esta asociación comprende los suelos de terrenos ondulados con pendientes de 3-7-12% y 25%, desarrollados a partir de sedimentos predominantemente finos y medios no consolidados del plio-pleistoceno, bajo una vegetación densa, con árboles bien desarrollados y distribuidos. La profundidad efectiva varía de muy superficial a moderada, de acuerdo con la presencia de concreciones petroféricas y corazas. La fertilidad natural fluctúa entre baja y muy baja. El drenaje natural de los suelos de esta unidad varía de bueno a imperfecto, correspondiendo la segunda situación a áreas depresionales. El perfil presenta en los horizontes superficiales colores pardo-oscuros y grises, en los subsuperficiales, rojo amarillentos y rojos. Son muy susceptibles a la erosión y en la actualidad se observa, que en general, los suelos están en bosque primario. La Asociación tiene límite difuso con las formas de superficies fuertemente onduladas, quebradas y ligeramente onduladas, gradual con las formas ligeramente planas, claro con las formas planas y abrupto con las terrazas antiguas y el gran paisaje aluvial.

Formas fuertemente onduladas. Asociación YI (YCde): esta asociación comprende los suelos localizados en los inter-fluvios de los ríos Caquetá y Putumayo, desarrollados a partir de sedimentos finos y medios del plioleistoceno, en terrenos fuertemente ondulados, con pendientes de 7-12-25% y más. Son de profundidad efectiva entre muy superficial y moderada debido a la presencia de concreciones petroféricas y de aluminio que afecta las plantas sensibles; de texturas finas y medias; entre bien e imperfectamente drenados; entre muy ácidos y ligeramente ácidos de colores pardo-oscuros, pardo-grisáceos, pardo-oliváceos y pardo-fuertes en los estratos superiores y colores rojizos y pardo-fuertes en los estratos profundos. Son muy susceptibles a la erosión.

Formas ligeramente quebradas. Asociación LA TAGUA (Tae): esta asociación corresponde a los paisajes más disectados dentro del plano de denudación de origen sedimentario. El relieve característico del paisaje ocupado por la unidad varía de fuertemente ondulado a quebrado y las pendientes dominantes son de 12-25-50%. En general, la asociación abarca suelos bien drenados, aunque existen algunos imperfectamente drenados en las depresiones. Su profundidad efectiva es escasa por causa del alto contenido de aluminio, el cual llega a ser tóxico para el desarrollo de algunas plantas. Estas tierras presentan erosión ligera debido al escurrimiento difuso y a algunos deslizamientos y desprendimientos debidos a las fuertes pendientes. Su uso actual es bosque primario. La unidad tiene límite gradual con las asociaciones de las superficies de denudación y límite claro con aquellas de las terrazas antiguas o de las llanuras de inundación.

Suelos de estructuras rocosas de origen sedimentario. Corresponden a aquellos suelos desarrollados sobre las formaciones de rocas areniscas que se localizan en la parte central del Amazonas y presentan formas diferentes de relieve.

Formas Tabulares. Asociación CORONCORO (CRab): está ubicada en formas geológicas con cimas planas que semejan mesetas, con incisiones profundas. Estas formas han

estado sometidas a procesos de erosión y movimientos tectónicos que explican el relieve entre plano y ligeramente ondulado que las caracteriza. Los suelos se han desarrollado a partir de materiales de texturas gruesas y medias y sostienen una vegetación generalmente raquílica y de arbustos y gramíneas de sábanas. Son suelos entre muy superficiales y superficiales limitados por la roca madre y la presencia de gravillas. El drenaje natural de la unidad varía de bueno a excesivo, aunque en algunos sitios de la zona plana ocurren encharcamientos que ocasionan suelos con drenaje pobre. En las tierras de esta asociación se observan ligeros procesos de erosión laminar, que en sitios localizados llegan a ser más graves. En las pendientes y taludes de las incisiones se depositan sedimentos coluviales transportados desde las cimas del macizo de arenisca. Estos sedimentos originan suelos arenosos y franco-arcillo-arenosos de colores pardos y menos ácidos que los de las áreas planas; allí crece un tipo de vegetación más desarrollada. Los límites de la unidad cartográfica son abruptos con todas las demás unidades fisiográficas estudiadas con la sola excepción de los coluvies, en cuyo caso el límite varía de gradual a difuso.

Formas Complejas. Asociación ASTILLERO (ASef): esta asociación comprende los suelos de las formas complejas de las estructuras rocosas de origen sedimentario, que corresponden a colinas o cerros quebrados que sobresalen en el paisaje amazónico. Los suelos por consiguiente se presentan en relieve quebrado, con topografía irregular e incisión fuerte y fallas con posible influencia tectónica. En general, los perfiles son poco evolucionados y muy superficiales debido a la presencia de roca muy cerca de la superficie. En algunos sectores aflora la roca, pero en sitios de relieve plano-cóncavo (pequeños valles) los suelos son un poco más profundos y ricos en materia orgánica. Hacia las laderas y en las zonas transicionales del piedemonte, los suelos son más evolucionados; estos últimos son de poca extensión, en comparación con los suelos poco evolucionados.

El drenaje natural varía de bueno a excesivo, aunque en algunas áreas de pequeños valles, los suelos son mal drenados. Debido a que la unidad presenta pendientes fuertes, se detectó erosión entre ligera y moderada en algunos sitios. En la actualidad, la unidad está en bosque constituido por una vegetación raquílica y hay también pequeñas áreas en sábanas. El límite de la asociación con las unidades vecinas fluctúa entre claro y abrupto; el contraste fisiográfico es alto.

6.9 Bosques y parques nacionales

La alta precipitación y la temperatura en la región favorecen el desarrollo de una masa arbórea exuberante, siempre verde, muy heterogénea en cuanto a la composición florística, que se desarrolla en uno, dos o tres estratos y con alturas de hasta 40 m.

La región en estudio está dentro de un gran área región fitogeográfica caracterizada por presentar la vegetación compuesta en su gran extensión, por un bosque en estado clímax, con gran profusión de parásitas y epífitas; con árboles emergentes que pueden alcanzar hasta 40 m de altura y diámetros superiores a 40 cm. En el estrato superior predominan especies de las familias Lecythidaceae, Caesalpinaceae, Mimosaceae, Papilionaceae y Myristicaceae, principalmente.

La masa boscosa es muy heterogénea, y ocasionalmente se presentan áreas en donde predominan palmas, como la canangucha o aguaje (*Mauritia flexuosa*), especie que caracteriza sitios mal drenados. Las especies más importantes encontradas en la región son: cabo de hacha o cumala colorada (*Iryanthera laevis*), amarillo o canela moena (*Nectandra* sp), comino real (*Ocotea costulata*), sangretoro (*Virola carinata*), guamo (*Inga acrocephala*), carguero (*Eschweilera amazonica*), caimarón (*Pourouma cecropiaefolia*), dormilón (*Parkia multijuga*) y siringa (*Hevea guianensis*).

Las áreas de influencia de los grandes ríos son las de mayor aprovechamiento forestal, el cual es de tipo selectivo, ya que se extraen solamente especies de valor comercial, como el cedro (*Cedrela* sp) y algunas lauráceas y lecythidaceas que son comercializadas en Puerto Leguízamo, Florencia, y Leticia.

6.9.1 Tipos de bosques

La vegetación en la región también está condicionada a la fisiografía, por ello se describen los distintos tipos de bosques con referencia a la misma (Mapa 4).

Llanura aluvial con influencia de inundación: Son áreas planas, aledañas a los ríos y sometidas a inundación. Varían en magnitud, dimensión e importancia, según su ubicación geográfica, geomorfológica y material del suelo. Bosques de llanura aluvial.

Terrazas y superficies sin influencia de inundación: Son áreas de terreno firme, libre de inundación; su relieve varía de plano a quebrado. Dentro de esta región se desarrollan dos formaciones vegetales: una de bosques densos y heterogéneos; y otra, de sabanas y bosques de sabana. Bosques de terrazas y superficies de erosión.

Colinas altas: Son zonas de relieve muy quebrado, con suelos pobres y vegetación arbustiva (sabanas), o con árboles de fustes delgados y mal formados. Bosques de colinas altas.

A continuación se describen los tipos de bosque presentes en estas regiones fisiográficas:

6.9.1.1 Bosques de llanura aluvial. Bosque de diques naturales y complejo de orillares (A0): se presenta en fajas angostas, a ambos lados de los ríos, en lugares donde por deposición de materiales transportados se forman diques naturales; ocupa una superficie de 7.770 km². Se

caracteriza por lineamientos curvos y cauces abandonados, fácilmente diferenciables en la imagen de radar. Los suelos son fértiles, más o menos bien drenados, inundables en épocas de grandes crecientes. La vegetación que crece sobre el dique está constituida por árboles bien desarrollados, en algunos casos con diámetros superiores a 50 cm; con alturas comerciales y totales de 10 a 25 m respectivamente. El bosque presenta abundancia de lianas, bejucos y epífitas, que contribuyen a la formación de un dosel superior cerrado. En los diques naturales, recientes o en la formación (sometidos a inundaciones frecuentes), la vegetación es menos densa, con árboles de fustes delgados y alturas de hasta 15 m.

Bosque de vega baja permanentemente inundado (A1): se localiza en el área de cuencas situada detrás de un dique natural; ocupa una superficie aproximada de 8.350 km². Los suelos son pesados y mal drenados, por lo que permanecen inundados la mayor parte del año. La vegetación está constituida por árboles dispersos con diámetros de hasta 30 cm y alturas de 17 m. Los fustes generalmente son mal formados. Presenta un sotobosque ralo. En áreas pantanosas, aparecen asociaciones casi homogéneas de palma canangucha o aguaje (*Mauritia flexuosa*).

Bosque de vega alta inundable (A2): está localizado sobre las vegas altas inundables. Ocupa una superficie aproximada de 2.720 km². Los suelos, aunque tienen mejor drenaje que los del tipo A1, son pobremente drenados y permanecen inundados en las épocas de desbordamiento de los ríos. La vegetación está compuesta por árboles con diámetros de hasta 40 cm y alturas totales de hasta 25 m; hay abundancia de bejucos y lianas con sotobosque poco denso.

Bosque de terrazas bajas esporádicamente inundables (A3): está localizada en la zona de transición de la llanura aluvial a la superficie de erosión (región fisiográfica B). Ocupa una superficie total aproximada de 3.630 km². El suelo de este bosque es más o menos bien drenado, afectado muy esporádicamente por inundaciones. La vegetación está compuesta por árboles

dominantes, con alturas de hasta 30 m y diámetros que llegan a 40 cm con fustes bien conformados. Algunas especies presentan raíces tablares; también dentro del sotobosque se encuentran bejucos, lianas, epífitas y palmas.

6.9.1.2 Bosques de terrazas y superficies de erosión. Bosque de vega de los ríos pequeños y quebradas (B0): este tipo de bosque se presenta sobre los valles de los ríos pequeños, quebradas o caños; ocupa una superficie total de 3.710 km². Está localizado sobre los suelos aluviales recientes, de materiales finos, de arcillas y limos, y sedimentos de materiales finos arcillo-arenosos pobremente drenados. Estos valles sufren inundaciones por efecto del aumento del caudal de los ríos principales en épocas de lluvias. La vegetación es rala, con predominio de herbáceas; se encuentran árboles aislados con diámetros que varían entre 25 y 50 cm y con alturas superiores a 25 m; presentan fustes rectos, con bejucos y lianas, el sotobosque es bajo y poco denso, con presencia de palmas.

Bosque denso y heterogéneo de superficies planas o ligeramente disectadas (B1): ocupa una superficie de 12.160 km², y comprende:

a) Bosque bajo, poco desarrollado que se presenta en terrenos planos o ligeramente ondulados, mal drenados o pantanosos en sitios localizados. Los suelos varían de superficiales a moderadamente profundos, y están formados por aluviones finos y medios; este tipo de bosque aparece generalmente sobre antiguos cauces de ríos. La vegetación está compuesta por árboles bien desarrollados, que alcanzan alturas de hasta 30 m y con diámetros que varían entre 25 y 60 cm. Presentan fustes bien formados, aunque algunas veces con raíces zancos o muy superficiales, razón por la cual se presentan volcamientos frecuentes de los árboles en el área. Se observan

palmas, como la mil pesos, bombonaji y canangucha; esta última forma asociaciones casi puras en sitios mal drenados,

b) Bosque bajo, desarrollado en superficies de erosión planas o ligeramente disectadas: Los suelos varían entre superficiales a moderadamente profundos, con drenaje relativamente bueno, aunque algunas áreas presentan encharcamientos temporales. La vegetación dominante está compuesta por árboles que alcanzan diámetros superiores a los 40 cm y alturas que oscilan entre 25 y 30 m; los fustes son bien desarrollados, con abundancia de bejucos, lianas y epífitas. En un gran número de árboles se observan aletones o bambas que alcanzan alturas algunas veces de hasta 3 metros.

Bosque denso y heterogéneo alto, bien desarrollado en superficies de erosión disectadas (B2): este bosque está localizado en áreas disectadas con abundancia de caños afluentes secundarios; ocupa una superficie de 100.320 km². Los suelos varían de superficiales a moderadamente profundos, son bien drenados y con textura mediana y fina. La vegetación dominante está compuesta por árboles de un metro de diámetro, con alturas hasta de 40 m, los fustes son rectos y cilíndricos, con presencia de lianas, bejucos y epífitas.

Bosque alto, denso, y heterogéneo bien desarrollado en superficies de erosión profundamente disectadas (B3): se desarrolla sobre superficies con disección abundante y profunda, ocasionada por la erosión hídrica, en suelos fácilmente erosionables que varían de muy superficiales a moderadamente profundos y bien drenados; con texturas que varían de medias a finas y pendientes entre el 15% y el 40 %. La vegetación, en su mayoría está compuesta por especies arbóreas con diámetros superiores a 1 m y alturas hasta de 40 m. Los árboles presentan fustes rectos, cilíndricos, con abundancia de lianas, bejucos y epífitas; el dosel superior es cerrado,

con un sotobosque alto y denso. Este tipo de bosque, junto con el B2, contienen un alto potencial maderable. El bosque B3 ocupa una superficie de 19.400 km².

6.9.1.3 Bosques de colinas altas (C). Este tipo de vegetación es característico de las zonas de cerros y colinas; ocupa una superficie de 740 km². Los suelos son arenosos, pedregosos y pobres en materia orgánica; en su mayoría derivadas de areniscas y cuarcitas resistentes a la alteración; son muy susceptibles a la erosión hídrica y cólica. La vegetación es arbustiva, de tipo achaparrada, con especies que presentan diámetros de 3 a 10 cm y alturas de hasta 8 m. Las especies más comunes son: laurel o moena (*Nectandra* sp), lacre o pichirina (*Vismia* sp), carguero o machimango blanco (*Lecythis* sp); chicle o quinilla (*Manilkara* sp), Juan soco (*Couma macrocarpa*); siringa o chiringa (*Hevea* sp) y sangre toro o cumala (*Virola* sp). En general, las cimas de las colinas están casi desprovistas de vegetación arbórea.

6.10 Áreas de influencia humana (Y)

Bajo esta clasificación, se han agrupado las zonas en donde el bosque natural ha sido parcial o totalmente removido por efecto de la acción antrópica para establecer cultivos agrícolas. Estas han recibido la denominación de superficies no forestales, por estar desprovistas de bosques primarios en su gran mayoría o, en el caso de zonas abandonadas, ocupadas por bosques secundarios en sus primeras etapas de sucesión. La influencia humana dentro del área es de una superficie aproximada de 680 km² y está localizada sobre terrazas altas y superficie de erosión.

6.10.1 Especies Forestales

Especies de interés maderable

Algunas de las especies de interés maderable presentes en la región son:

Especies Comerciales: Sangre Toro o Cumala Cabo de Hacha, Siringa, Vaco, Comino Real, Apacharama, Anime, Capinurí, Chapapillo, Arenillo, Costillo, La Tape de Altura, Vara Santa, Amarillo, Madre de Agua, Achapo, Caraño, Costillo de Danta, Cafetavana, Cedro, Tornillo, Lagarto Caspi, Castaño.

Especies Potenciales: Guamo, Carguero, Caimarón, Dormilón, Acapú, Palo Pintura, Invira, Incienso, Barbasco, Zapato (yevaro), Huesito.

7. Procesos de conocimiento del riesgo

El PGRMV se fundamenta en 3 procesos de gestión del riesgo establecidos por la Ley 1523 de 2012 (artículo 6): Proceso de Conocimiento del riesgo, Proceso de Reducción del riesgo y Proceso de Manejo de Desastres.

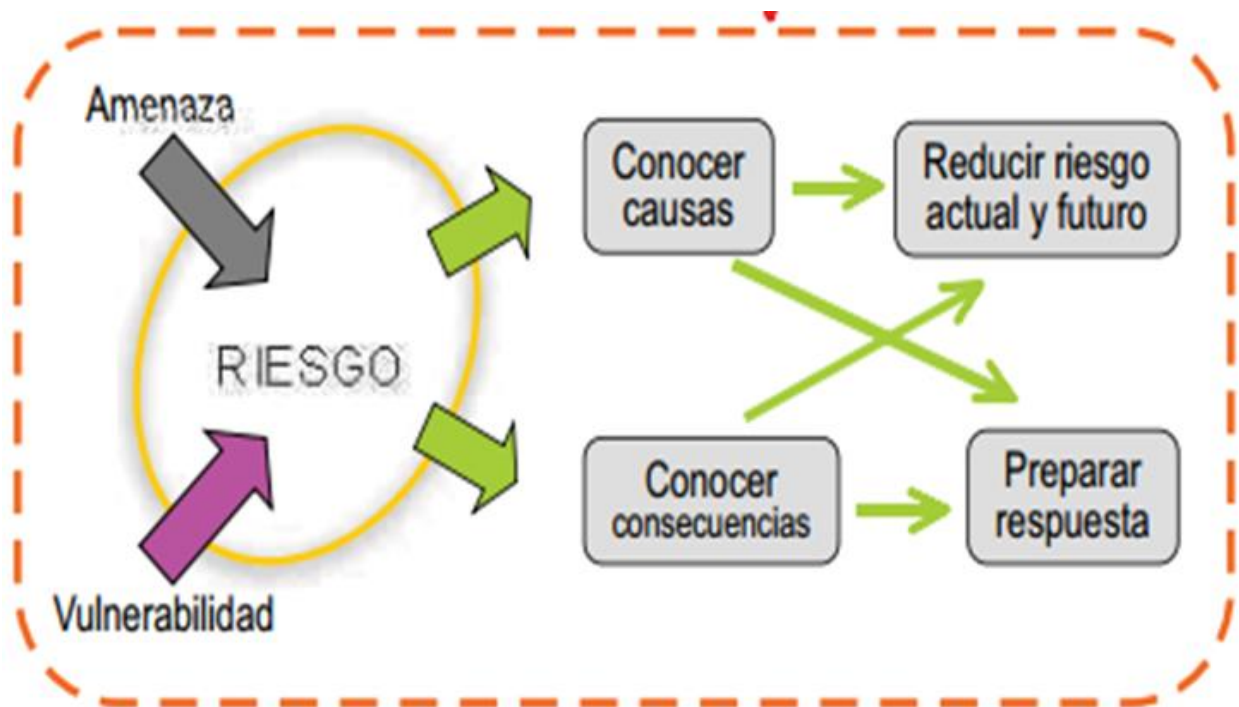
Mediante el proceso de conocimiento del riesgo se identificaron y evaluaron las condiciones de riesgo a través de sus principales factores: amenaza y consecuencia, con el fin de identificar la probabilidad de materialización y la magnitud de los efectos.

La identificación de amenazas exógenas se realizó a partir de revisión de información secundaria y los hallazgos de los recorridos realizados en campo, mientras que las amenazas

endógenas fueron definidas a partir de los componentes y las actividades del sistema de gestión de vertimiento.

Una vez definida la relación entre amenaza y vulnerabilidad se identificaron y valoraron los riesgos en términos de los daños y las pérdidas potenciales con el objeto jerarquizar su prioridad y establecer los tipos de intervención, las acciones de reducción y la definición del plan para la respuesta y la recuperación. Como se mencionó anteriormente, el proceso de conocimiento del riesgo comprende la identificación y análisis del riesgo, “el cual implica la consideración de causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir.

Es el modelo mediante el cual se relacionan la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades de ocurrencia. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir los tipos de intervención y el alcance de la reducción del riesgo y la preparación para la respuesta y la recuperación” (artículo 4° Ley 1523 de 2012).

Figura 11.*Modelo de amenazas y oportunidades*

El procedimiento que se llevara a cabo para generar el Plan de Gestión del Riesgo del Vertimiento del campamento Asentamiento humano será por medio de la metodología de análisis de riesgos por colores, que de una forma general y cualitativa permite desarrollar análisis de amenazas y análisis de vulnerabilidad de personas, recursos y sistemas y procesos, con el fin de determinar el nivel de riesgo a través de la combinación de los elementos anteriores, Metodología de Colores, análisis preliminar de riesgos basado en la metodología APELL, Método semicuantitativo GHA, metodología ICONTEC ISO 31000.

Así mismo, es posible identificar una serie de observaciones que se contribuye en la base para formular las acciones de prevención, mitigación y respuesta que contemplan los planes de emergencia. Esta metodología nos permite realizar un primer acercamiento que permite establecer

si debido a las amenazas o a la posible magnitud de las consecuencias, es necesario profundizar el análisis utilizando Metodologías semicuantitativas o cuantitativas.

Las debilidades del sistema serán las primeras valoraciones que se realizan en la matriz DOFA, las amenazas serán analizadas a cada uno de los procesos del sistema las cuales se relacionan a continuación:

Naturales	Operativas	Antropicas
Sismo	Rompimiento	derrames
Remoción en mas	obstrucción	explosiones
Inundación	quema de equipos	Accidentes de Vehículos
Tormentas Eléctricas	apagado de equipos	Hurtos
Incendios Forestales	aumentos de caudal	Revueltas
deslizamientos	mala operación, fugas	Requerimiento Químicos
	Incendios, fisuras	Atentados terroristas
	daños de infraestructura	Paros y revueltas
	Fallas mecánicas	
	Sobre carga hidráulica	
	Fallas en la remoción de cargas	

Para cada intensidad analizada se podrán generar diferentes tipos de amenazas todo relacionado con la actividad que presente.

Para identificar los riesgos presentes en el sistema se toma como base la información existente de los procesos de tratamiento del sistema, la documentación en general de procesos generadores de vertimientos, registro de mantenimiento del sistema, antecedentes históricos de amenazas naturales, operativas y antrópicas del área de influencia, las amenazas presentes en el medio establecida en la información secundaria del área de influencia. Relacionando la información anterior, generamos intenciones y objetivos del sistema de Gestión de Riego con el

fin de valorar cada uno de estos puntos en una matriz DOFA, y así relacionarlo con el evento o incidente, consecuencia, causas controles actuales, cuando y donde se puede materializar el riesgo.

7.1. Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia y/o presencia de una amenaza

Se realiza una valoración de contexto interno y externo del sistema de Gestión del Riesgo del Vertimiento del Asentamiento humano . La primera actividad realizada hace parte las intenciones que se quieren lograr con el sistema de tratamiento para reducción de la carga contaminante y el análisis de sus objetivos.

La identificación de las amenazas se presenta para el área de influencia del punto de descarga teniendo en cuenta su localización y los sistemas de conducción, tratamiento y disposición, así como los medios receptores. Las amenazas fueron clasificadas en 3 categorías: Naturales, Operacionales y Antrópicas; identificando aquellas que puedan incidir directamente sobre el sistema de gestión del vertimiento impidiendo o limitando el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente y aquellas que puedan generar afectaciones directas sobre los medios receptores.

Analizados los objetivos y dando responsable en los procesos se valoran cada uno de estos con la matriz DOFA para identificar las amenazas y debilidades en los procesos del sistema.

Tabla 3.

Matriz DOFA

Interno	Fortalezas	Identificación de puntos de descarga, Cajas de inspección y de aforo, Depósito de grasas y aceites, Remoción de sólidos sedimentables y suspendidos.
		Asesoría ambiental, Compromiso ambiental, Vida Útil de estructuras existentes
		Documentación de materiales utilizado en las estructuras existentes.
Externo	Debilidades	Sistema de Cribado, conducción por gravedad, sectorización de los vertimientos, dos sistemas de tratamiento independientes, Memorias de cálculo sistema de tratamiento
		Independencia aguas lluvias, Inventario tubería actual del sistema, Documentación estado de tubería y accesorios, Transporte adecuado, Fácil obtención de materiales,
	Oportunidades	Profesionales cercanos, vial en estados aceptables, servicio de energía en la zona.
	Amenazas	Movimientos sísmicos Crecientes e Inundaciones Incendios forestales Accidentes de vehículos, Hurto, Revueltas, Paros, carencia de educación ambiental

Tabla 4.

Elementos DOFA

Elemento	
Fuente (DOFA)	Movimientos sísmicos Crecientes e Inundaciones Accidentes de vehículos, Hurto, Revueltas, Paros
Evento/Incidente	Rotura de tuberías Rotura de Estructuras existentes Fisura de Tubería Fisura de estructuras existentes Obstrucción de componentes del sistema de conducción, tratamiento o disposición Obstrucción de estructuras existentes Aumento de Caudal al sistema

Elemento	
Consecuencias	Daños de Infraestructura Infiltración de agua residual Efluente si tratamiento Colapso del sistema de tratamiento Afectación del recurso naturales Contaminación agua subterránea Afectación socioeconómica Alteración económica Afectación de imagen institucional Colmatación de unidades
Causas (internas)	Falta de información de planos y diseños del sistema de tratamiento Estudios de estabilidad de estructuras
Controles Actuales (M's)	Creación del Plan de gestión del Riesgo
Cuando/Donde (materializar este riesgo)	En todo momento-/Sistema de Tratamiento ASENTAMIENTO HUMANO .

Identificadas y detalladas las amenazas del sistema se califica la amenaza basados en la fuente generadora, registros históricos, o estudios que sustenten la posibilidad de ocurrencia del evento. En las siguientes tablas se identifican los criterios utilizados para la calificación de la amenaza y la probabilidad.

Las amenazas identificadas en la matriz DOFA hacen parte de los eventos evidenciados en la zona, adicionalmente se evalúan las demás amenazas con el fin de registrar la posibilidad de ocurrencia respecto a la ubicación.

La calificación de las amenazas se relaciona con la probabilidad de ocurrencia de un evento inesperado. Esta probabilidad depende de las características del evento, de la operación del sistema de vertimiento y de su interacción con el medio. La determinación de la probabilidad de ocurrencia utiliza 6 categorías, donde la posibilidad de ocurrencia oscila entre 0 y 5, obteniendo el máximo valor (5) aquellos eventos que se presentan con mayor frecuencia, es decir con mayor probabilidad

de materialización. Los valores y definiciones utilizados para la calificación del grado de amenaza se observan en la Tabla 20.

Tabla 5.

Valoración del riesgo

Descripción	Frecuencia	Categoría de amenaza	Valoración	Grado de amenaza
Posibilidad de ocurrencia alta. Sucede en forma reiterada.	1 vez al mes	Frecuente	5	Muy Alto
Posibilidad de ocurrencia media. Sucede algunas veces.	1 vez entre 6 y 12 meses	Moderado	4	Alta
Posibilidad de ocurrencia limitada. Sucede pocas veces.	1 vez entre 1 y 5 años	Ocasional	3	Media
Posibilidad de ocurrencia baja. Sucede en forma esporádica.	1 vez entre 6 y 10 años	Remoto	2	
Posibilidad de ocurrencia muy baja. Sucede en forma excepcional.	1 vez entre 11 y 19 años	Improbable	1	Muy Baja
Difícil ocurrencia; no se ha presentado	1 vez en 20 años o más	Imposible	0	Nula

7.1.1 Amenazas Naturales

Las amenazas naturales generalmente están asociadas con aspectos geológicos (amenaza sísmica, volcánica), aspectos geomorfológicos (remoción en masa), aspectos hidrológicos (crecidas, inundaciones, avalanchas, avenidas torrenciales), aspectos climáticos (tormentas eléctricas), aspectos geotécnicos (asentamientos diferenciales del terreno). Para evaluar la amenaza, se partirá de la consulta de información histórica sobre la ocurrencia de estos eventos en la zona y la caracterización del nivel de amenaza. Es importante tener en cuenta que estas amenazas

se valorarán con respecto al Sistema de Gestión del Vertimiento, es decir, partiendo del hecho de que su manifestación y ocurrencia puede afectar la correcta operación del sistema.

En el siguiente cuadro se relaciona las amenazas naturales en cada uno de los procesos del sistema identificados en la matriz DOFA y las amenazas contempladas por la ubicación del área de influencia, se tuvo en cuenta el análisis de eventos que se han presentado en la zona identificando las amenazas que puedan afectar al sistema en una posible materialización del evento.

Tabla 6.

Amenazas naturales

Amenazas naturales	Movimientos sísmicos Crecientes e Inundaciones
--------------------	---

7.1.2 Amenazas Operativas

Teniendo en cuenta que los sistemas de Gestión de Vertimientos requieren el uso de diferentes equipos, energías e insumos, así como el desarrollo de procesos que pueden generar condiciones de riesgo. Se realiza la identificación y el análisis de las amenazas del sistema, partiendo del proceso existente. En el siguiente cuadro se relaciona las amenazas operativas y las debilidades del sistema las cuales generan incidentes que se convierten en amenazas, en cada uno de los procesos del sistema

Tabla 7.*Amenazas Operativas*

Amenazas Operativas	Fallas Mecánicas. (taponamiento de equipos, corrosión de equipos de procesos del sistema) Obstrucción de componentes del sistema de conducción, tratamiento o disposición Cambios abruptos en las características fisicoquímicas y microbiológicas de ARD Fugas o rupturas en los sistemas de conducción, tratamiento y disposición.
---------------------	---

7.1.3 Amenazas por condiciones Socio Culturales y orden Público.

Para abordar este tipo de situaciones, se deberá, de igual manera, caracterizar esas condiciones y referenciar si se han presentado eventos que hayan afectado el normal funcionamiento del Sistema de Gestión del Vertimiento, y valorar la probabilidad de ocurrencia y su nivel de amenaza. En el siguiente cuadro se relaciona las amenazas antrópicas en cada uno de los procesos del sistema

Tabla 8.*Referencias Antrópicas - DOFA*

Amenazas Antrópicas (DOFA)	Accidentes de vehículos Hurto - sabotajes Revueeltas Paros de trabajadores atentados terroristas Hábitos inapropiados de disposición de residuos sólidos
----------------------------	---

Tabla 9. Evaluación del riesgo

Amenazas (evento generador)			Probabilidad (P)	Grado	Elemento de riesgo o elemento expuesto		
Análisis de riesgos internos (tecnológico) del sistema de vertimiento	Falta de documentación (Tubería, Redes de distribución)	Fallas Estructurales	Rotura de tuberías	4	Alta	Condiciones Ambientales y Sociales (agua, suelo)	
			Rotura de estructuras	3	Media		
			Fisura de tuberías	3	Media		
			Obstrucción de Tuberías	4	Alta		
			Cristalización de estructuras	2			
			Obstrucción de Estructuras	4	Alta		
			Fisura de estructuras	2			
	Naturales		Sismos de alta intensidad	3	Media		
			Movimientos sísmicos	5	Muy Alto		Sistema de Gestión del Vertimiento
			Inundación	3	Media		
Análisis riesgos externos (socio-naturales) del sistema de tratamiento	Antrópicas		lluvias intensas	4	Alta		
			Inundación deficiencias infraestructura hidráulica	3	Media		
			Explosiones	3	Media		
			colapso de estructuras	4	Alta	Sistema de Gestión del Vertimiento	
			Incendios (estructurales, eléctricos, gases inflamables.)	2			
			Atentados terroristas	1	Muy Baja		
			Accidentes de Vehículos	2			
					Revueltas / Asonadas;	3	Media
		Atentados Terroristas					

7.2 Identificación y análisis de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad de los recursos socioambientales frente a las amenazas identificadas en el área de influencia del sistema de gestión del vertimiento fue asociada con la gravedad de las consecuencias sobre el entorno y las personas. La vulnerabilidad, según lo establecido en el Artículo 4 de la Ley 1523 del 2012 es la “Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos”.

La vulnerabilidad entendida como la susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en el caso de que un evento físico peligroso se presente, corresponde a la predisposición de sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos (artículo 4° Ley 1523 de 2012).

El análisis de vulnerabilidad contempla cinco elementos expuestos, dándoles un porcentaje a cada uno de estos elementos expuestos, para realizar la debida calificación de la vulnerabilidad ponderando para cada uno de los procesos.

Los elementos expuestos analizados en vulnerabilidad en el Plan de Gestión del Riesgo para el vertimiento del campamento asentamiento humano

Afectación a Persona 40%

Daño Ambiental 30%

Perdida Económicas 10%

Imagen empresarial 20%

Los criterios de calificación se basan en la materialización del evento y la afectación que pueda causar en los elementos expuestos, sin importar su grado de probabilidad.

Tabla 9.

Criterios de selección

Nivel	Criterio	Calificación	Grado
Insignificante	Sin lesiones ni afecciones	1	Muy Baja
Marginal	Lesión temporal (sin incapacidad) a trabajadores y/o comunidad	2	
Crítico	Lesión con incapacidad permanente de trabajador y/o comunidad	3	Media
Desastroso	Lesión con muerte en el grupo de los trabajadores o a la población	4	Alta
Catastrófico	Lesión con muerte en la comunidad	5	Muy Alto

Tabla 10.

Clasificación

Nivel	Criterio	Calificación	Grado	
Improbable	Sin afectación al medio Ambiente	No favorece ninguna alteración a la corriente	1	Muy Baja
Remoto	Impactos localizados, remediables	Se favorecen cambios en características organolépticas de la corriente hídrica	2	
Ocasional	Impactos dispersos con limitada remediación	debido a la carga orgánica, se alteración la concentración bacteriológica	3	Media
Moderado	Impactos dispersos no remediables	se presenta modificación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos	4	Alta

Nivel	Criterio	Calificación	Grado	
Frecuente	Daño permanente	Pérdida de organismos biológicos indicadores de buena calidad	5	Muy Alto

Tabla 11.*Valoración del riesgo*

Nivel	Criterio	Calificación	Grado	
Insignificante	Hasta \$ 1.000.000	Ninguna	1	Muy Baja
Marginal	Desde \$1.000.001 hasta \$ 10.000.000	Elemental < 100.000.000	2	
Critico	Desde \$ 10.000.001 hasta \$50.000.000	Trascendental 100.000.000 a 500.000.000	3	Media
Desastre	Desde \$ 50.000.001 hasta \$ 100.000.000	Significativo 500.000.000 a 1.000.000.000	4	Alta
Catastrófico	Más de \$ 100.000.000	Muy Importante >1.000.000.000	5	Muy Alto

Tabla 12.*Identificación de las Amenazas*

Nivel	Criterio	Calificación	Grado
Improbable	Se identifica la afectación de manera interna y puntual	1	Muy Baja
Remoto	Se identifica la afectación de manera local	2	
Ocasional	Identificación de afectación por medio de organizaciones locales	3	Media
Moderado	Identificación de medios de comunicación regionales.	4	Alta
Frecuente	Conocimiento de Autoridad Ambiental regional y a nivel nacional	5	Muy Alto

Una vez identificadas, descritas y analizadas las amenazas y para cada una, desarrollado el análisis de vulnerabilidad a personas, recursos, ambiente y empresa se procede a determinar el nivel de riesgo que para esta metodología es la combinación de la probabilidad y las vulnerabilidades.

Tabla 13.

Valoración de la Amenaza

Amenazas (evento generador)		Afectaciones a personas (40%)	Daños ambientales (30%)	Pérdidas Económicas (10%)	Imagen empresarial (20%)	Vulnerabilidad ponderada (V)	Rango
Falta de documentación (Tubería, Redes de distribución)	Rotura de tuberías	1	2	1	1	1.3	Muy Baja
	Rotura de estructuras	1	2	1	1	1.3	Muy Baja
	Fisura de tuberías	1	2	1	1	1.3	Muy Baja
	Obstrucción de Tuberías	1	1	1	1	1	Muy Baja
	Cristalización de estructuras	1	1	1	1	1	Muy Baja
	Obstrucción de Estructuras	1	1	1	1	1	Muy Baja
	Fisura de estructuras	1	1	1	1	1	Muy Baja
Naturales	Sismos de alta intensidad	4	2	3	1	2.7	Baja
	Movimientos sísmicos	3	2	3	1	2.3	Baja
	Inundación	3	2	3	1	2.3	Baja
	lluvias intensas	2	2	1	1	1.7	Muy Baja
	Inundación deficiencias infraestructura hidráulica	1	4	1	1	1.9	Muy Baja
Antrópicas	Explosiones	4	2	3	2	2.9	Baja
	colapso de estructuras	2	2	2	2	2	Baja
	Incendios (estructurales, eléctricos, por líquidos o gases inflamables, etc.)	3	2	2	2	2.4	Baja
	Atentados terroristas	3	2	3	3	2.7	Baja
	Accidentes de Vehículos	3	1	3	2	2.2	Baja

Amenazas (evento generador)	Afectaciones a personas (40%)	Daños ambientales (30%)	Pérdidas Económicas (10%)	Imagen empresarial (20%)	Vulnerabilidad ponderada (V)	Rango
Revueltas / Asonadas; Atentados Terroristas	2	1	2	2	1.7	Muy Baja

7.3 Consolidación de los escenarios de riesgo

Un escenario de riesgo corresponde a un análisis presentado en forma escrita, cartográfica o diagramada, utilizando técnicas cuantitativas y cualitativas, de las dimensiones del riesgo que afecte o pueda afectar al Sistema de Gestión del Vertimiento. Significa una consideración pormenorizada de las amenazas y la vulnerabilidad, y como metodología ofrece una base para la toma de decisiones sobre la intervención. Los escenarios de riesgo se pueden definir como la probabilidad de manifestación de una amenaza durante el desarrollo de las actividades propias de la operación del Sistema de Gestión del Vertimiento, dicha manifestación tiene el potencial de generar impactos ambientales, económicos o sociales. Para la consolidación de los escenarios de riesgo, se elaboró una matriz de doble entrada en la cual se plasman las amenazas identificadas de acuerdo con la caracterización realizada y las actividades a desarrollar en el transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de las aguas provenientes del sistema.

En la consolidación del riesgo se toma como base el escenario crítico vertimiento sin tratar, a continuación, se describen las amenazas encontradas en cada uno de los sistemas con la valoración del riesgo, adicionalmente para la generación de actividades y programas de mitigación se realiza la priorización del riesgo dependiendo de la urgencia y tendencia de repetición del evento. Los escenarios de riesgo se construyeron a partir de los eventos contingentes identificados y su respectiva valoración en términos de probabilidad de ocurrencia y severidad o gravedad de sus consecuencias, basados en los lineamientos de valoración de impactos y riesgos, Para efectos de valorar y priorizar los escenarios de riesgo como base para la definición de acciones en el proceso de reducción del riesgo, se utiliza la relación directa entre amenaza y consecuencia descrita a continuación:

$$R = P \times C$$

Dónde:

$R =$ Valor del riesgo.

$P =$ Probabilidad de ocurrencia del evento.

$C =$ Consecuencia del evento (Gravedad)

Tabla 14.

Probabilidades

Vulnerabilidad	Probabilidad				
	1	2	3	4	5
1	Bajo (1)	Bajo (2)	Bajo (2)	Bajo (4)	Bajo-medio (5)
2	Bajo (2)	Bajo (4)	Bajo-medio (6)	Bajo-medio (8)	medio (10)
3	Bajo (3)	Bajo-medio (6)	medio (9)	medio (12)	Alto (15)
4	Bajo (4)	Bajo-medio (8)	medio (12)	Alto (16)	Alto (20)
5	Bajo-medio (5)	medio (10)	Alto (15)	Alto (20)	muy alto (25)

Los valores de riesgo se agrupan en escalas con diferentes niveles de aceptabilidad, tal como se muestra en la **tabla 16**. Teniendo en cuenta esta clasificación, se construye la matriz de niveles que permite visualizar los riesgos para determinar la aceptabilidad de cada uno y establecer el nivel de planeación requerido para su prevención y atención (Tabla 17.). Esta metodología se base en la matriz de valoración de riesgos (RAM), la cual es utilizada como herramienta de decisión para el manejo de riesgos que provoquen consecuencias sobre cada uno de los aspectos tenidos en cuenta.

Tabla 15.*Clasificación por riesgo y prioridad*

Clasificación de riesgo	Clasificación por prioridad	Clasificación	Descripción
(0 - 4)	(0 - 36)	1	No presentan un riesgo significativo, lo que no amerita la inversión inmediata de recursos y no se requieren acciones específicas sobre los elementos vulnerables considerados en el escenario.
(05 - 08)	(37 - 72)	2	Corresponde a amenazas tolerables, por permitir su atención a largo plazo en cuanto al cumplimiento de los objetivos de calidad.
(09 - 14)	(73 - 126)	3	Se presenta una alerta indicando que se deben tomar medidas de desarrollo de actividades que disminuyan el riesgo. Se requiere definir estrategias y procedimientos para atender emergencias ocasionados por estos eventos
(15 - 20)	(127 - 180)	4	Nivel de riesgo inaceptable, se presentan importantes afectaciones al agua y al suelo y por lo tanto es necesario que se direccionen esfuerzos en atender estas amenazas.
		5	Riesgo intolerable, donde se deben tomar las medidas inmediatas en atender las amenazas y adelantar la ejecución de programas tendientes a minimizar o mitigar las amenazas. Se recomienda suspender todo aporte por parte de vertimientos.

Tabla 16.*Aceptabilidad del riesgo*

Aceptabilidad del Riesgo	Inaceptable	Tolerable	Aceptable
Valoración del Riesgo	>72	37-72	0-36
Plan de Manejo	Detallado	General	No Plan

Los criterios de aceptabilidad presentados en la tabla 17 se describen a continuación:

Aceptable: un escenario situado en esta región de la matriz significa que la combinación de probabilidad-consecuencia no representa una amenaza significativa, por ello no amerita la inversión inmediata de recursos, es decir, no requiere una acción específica para gestionar el factor de vulnerabilidad considerado en el escenario.

Tolerable: un escenario situado en esta región de la matriz significa que la combinación de probabilidad-consecuencia representa un riesgo no prioritario, que requiere del desarrollo de medidas para la reducción y control del riesgo asociado, siendo estas de carácter general y no prioritarias

Inaceptable: un escenario situado en esta región de la matriz significa que se requiere siempre desarrollar acciones prioritarias e inmediatas para su gestión, definido dentro de un plan detallado; esto debido al alto impacto que tendrían sobre el sistema.

Así mismo los criterios de los niveles de planeación son:

Detallada: Un escenario situado en esta región de la matriz, significa que se requiere siempre diseñar una respuesta detallada a las emergencias, y que amerita realizar inversiones particulares para cada uno de los escenarios.

General: Un escenario situado en esta región de la matriz, significa que aunque debe diseñarse una respuesta para ese escenario, éste debe ser de carácter general.

No Plan: Los escenarios localizados en esta región de la matriz, significa que la combinación Probabilidad – Gravedad no representa una amenaza significativa para el proyecto, por lo que no amerita la inversión de recursos especiales de preparación.

No se identificó ningún escenario de riesgo Muy Alto; se identificaron un escenario en el cual se podría presentar un nivel de riesgo alto con relación a lesiones personales, correspondiendo el fenómeno de sismos.

Los riesgos en su gran mayoría se encuentran en la categoría aceptable y en menor proporción en riesgo Tolerable corresponden principalmente a las posibles afectaciones sobre el medio receptor a causa de: i) Mala operación de la planta por el responsable, ii) sismos, lluvias intensas, para estos riesgos debe definirse un plan general que permita la atención oportuna y pertinente en caso de materializarse.

En cuanto a los riesgos derivados de amenazas socioculturales y de orden público, estos fueron calificadas como Aceptables en 100%.

La priorización de riesgos para el planteamiento medidas de reducción, disminución o control del riesgo se concentran en:

Afectación de las comunidades hidrobiológicas (perdida de diversidad y resiliencia)

Modificación del uso del recurso hídrico por afectación la calidad

Percepción de olores ofensivos

Incumplimiento de normatividad ambiental aplicable al permiso de vertimientos.

Cambio en el relacionamiento con las comunidades

Tabla 17.*Priorización de riesgos y amenazas*

Amenazas (evento generador)				Riesgo (P x V)	Calificación Riesgo	Urgencia (U)	Tendencia (T)	Priorización	Clasificación de la Priorización
ANÁLISIS DE RIESGOS INTERNOS (TECNOLÓGICO) DEL SISTEMA DE VERTIMIENTO	Falta de documentación	Fallas Estructurales	Rotura de tuberías	5.2	Bajo-Medio	3	2	31.2	Aceptable
			Rotura de estructuras	3.9	Bajo	3	2	23.4	Aceptable
			Fisura de tuberías	3.9	Bajo	3	2	23.4	Aceptable
	Redes de distribución)		Obstrucción de Tuberías	4	Bajo	3	2	24	Aceptable
			Cristalización de estructuras	2	Bajo	3	2	12	Aceptable
			Obstrucción de Estructuras	4	Bajo	3	2	24	Aceptable
			Fisura de estructuras	2	Bajo	3	2	12	Aceptable
ANÁLISIS RIESGOS EXTERNOS (SOCIO- NATURALES) DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	Naturales		Sismos de alta intensidad	8.1	Bajo-Medio	3	2	48.6	Tolerable
			Movimientos sísmicos	11.5	medio	3	2	69	Tolerable
			Inundación	6.9	Bajo-Medio	2	2	27.6	Aceptable
			Remoción en masa	2.3	Bajo	2	2	9.2	Aceptable
			lluvias intensas	6.8	Bajo-Medio	3	2	40.8	Tolerable
	Antrópicas		Inundación deficiencias infraestructura hidráulica	5.7	Bajo-Medio	3	2	34.2	Aceptable
			Explosiones	8.7	Bajo-Medio	3	2	26.1	Aceptable
			colapso de estructuras	8	Bajo-Medio	3	1	24	Aceptable
			Incendios (estructurales, eléctricos, gases inflamables.)	4.8	Bajo	3	1	14.4	Aceptable
			Atentados terroristas	2.7	Bajo	1	1	2.7	Aceptable
		Accidentes de Vehículos	4.4	Bajo	1	1	4.4	Aceptable	
		Revueltas / Asonadas;	5.1	Bajo-Medio	3	1	15.3	Aceptable	
		Atentados Terroristas							

8. Procesos de reducción del riesgo asociado al sistema de gestión del vertimiento

La reducción del riesgo constituye la ejecución de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo existente, se presentan y describen las medidas para prevenir, evitar, corregir y controlar los riesgos identificados, analizados y priorizados, comprende la implementación de estrategias y la ejecución de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo existente. En muchas circunstancias no es posible, ni factible, controlar totalmente el riesgo existente, sin embargo, puede ser reducido a niveles aceptables (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012):

Las medidas de intervención y reducción del riesgo asociados con el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Residual industrial busca evitar o reducir los daños o en su defecto volverlos a niveles aceptables y factibles para la protección del ambiente. Para el desarrollo de las fichas se tiene en cuenta dos tipos de medidas: Estructural y no estructural que según los términos de referencia quieren decir:

Estructural: Es la modificación del riesgo a través de la intervención física de la amenaza y la vulnerabilidad generalmente mediante medidas de ingeniería.

No estructural: Hace referencia a la definición de políticas, acciones de información, captación, conformación y entrenamiento de equipos para la respuesta a las emergencias entre otras.

Al hablar de procesos de reducción del riesgo se hace referencia a la implementación de estrategias y/o medidas de intervención encaminadas a prevenir, evitar, corregir, controlar y

reducir el riesgo existente con base en la identificación, análisis y priorización realizada del mismo, logrando así una aceptación tolerable por parte del medio.

Para el PGRMV se desarrollan medidas de tipo estructural y de tipo no estructural con el fin de prevenir, evitar, corregir y controlar los riesgos. Las medidas estructurales hacen referencia a la modificación del riesgo a través de la intervención física de la amenaza y la vulnerabilidad generalmente mediante medidas de ingeniería para el caso del presente estudio no se identifica la necesidad de realizar medidas estructurales. Las medidas no estructurales hacen referencia a la definición de políticas, acciones de información, capacitación, conformación y entrenamiento de equipos para la respuesta a las emergencias entre otras.

Apéndice 1. Ficha No 1. Proceso de reducción del riesgo.

9. Proceso de manejo de desastres

De acuerdo con lo establecido en la Ley 1523 de 2012, está conformado por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación posdesastre, la ejecución de la respuesta y su respectiva recuperación.

La planificación de la respuesta a desastres y eventos contingentes permite que la organización esté preparada para atender una situación de emergencia que se presente, y en este caso en particular, la relacionada con el Sistema de Gestión de Vertimientos. La preparación abarca la gestión de recursos humanos y financieros, la disponibilidad de suministros de emergencia y el desarrollo de los procedimientos de comunicación.

9.1 Preparación para la respuesta

La preparación de la respuesta deberá contemplar las acciones tendientes al alistamiento previo de recursos humanos, físicos, económicos y los procedimientos que se ejecutarán en el caso de que se presente una emergencia, este incluye:

Plan Estratégico:

Estructura organizacional. Conformado por la administración de la ASENTAMIENTO HUMANO . Conformación de la brigada de respuesta. Con un campo de acción total asumiendo la máxima responsabilidad el personal encargado de la administración.

Funciones de los participantes. Para que un plan alcance su objetivo es indispensable que cada uno conozca su función dentro del sistema.

a. Representante Legal:

Actuar representante y enlace general del comité.

Ejercer las funciones de liderazgo estratégico en la conducción del Comité.

Vigilar el cumplimiento de los acuerdos y compromisos.

b. Supervisor de la planta:

Funcionará como Coordinador de Simulacros, el cual deberá:

Capacitar al personal en la realización de Ejercicios de simulación y simulacros

Realizar primero ejercicios de simulación los más apegados a la realidad posible y probando las diversas amenazas analizadas (sismos, inundaciones, remoción en masa e incendios forestales)

Realizar simulacros de evacuación parcial que involucren solo una planta de producción, los cuales deberán realizarse dos veces al año.

Cronograma de capacitaciones. Es indispensable contar con personal calificado al momento de dictar las charlas de capacitación y entrenamiento, para lo cual se propone contactar con personal de la Defensa Civil al momento de realizar esta etapa del plan.

Ver **Apéndice 2. Cronograma de capacitaciones y simulacros.**

9.2 Plan operativo

En esta etapa se procede a definir el nivel de emergencia de acuerdo con los riesgos evaluados. Conato de emergencia (nivel 1): Situación en la que el riesgo o accidente que la provoca puede ser controlado de forma sencilla y rápida, con los medios y recursos disponibles presentes en el momento y lugar del incidente.

Emergencia local (nivel 2): Situación en la que el riesgo o accidente requiere para ser controlado la intervención de equipos designados e instruidos expresamente para ello; afecta a una zona afectada y puede ser necesaria la "evacuación " o desalojo de la zona.

Emergencia general (nivel 3): Situación en la que el riesgo o accidente pone en peligro la seguridad e integridad física de las personas y es necesario proceder al desalojo o evacuación, abandonando el recinto. Requiere la intervención de equipos de alarma y evacuación y ayuda externa.

✓ Suspensión de actividades de vertimiento

Las principales causas para la suspensión de las actividades de vertimiento son:

- Obstrucciones en los sistemas de conducción
- Precipitaciones muy altas
- Sismos

- Inundaciones
- Altos niveles de lodos
- Sobrecargas de caudales al sistema
- Conatos de incendios
- Explosiones en el área de trabajo
- ✓ No realización del vertimiento (menor a 3 horas)

Mantener un caudal de entrada controlado; si se presentan fallas y se suspende la operación se debe restringir el ingreso de aguas residuales al sistema hasta que se supere la situación. En caso de que la suspensión se extienda o se estime que se excederá la capacidad de almacenamiento de esas unidades, se utilizarán los servicios de un tercero autorizado para el retiro y disposición de estas aguas.

Revisar los niveles de las unidades de tratamiento; durante la atención a la emergencia, importante verificar constantemente el comportamiento de los niveles en las unidades de tratamiento del sistema y alertar al equipo sobre la necesidad de reparar el elemento afectado si este es el caso.

Mantener el control sobre el efluente, mediante la realización de monitoreos previos al vertimiento;

Las fallas en la conducción de la tubería deben ser atendidas con prontitud; en caso de retardarse en la atención de estas se suspenderá el envío de flujo hasta que se logre superar la emergencia.

Las fallas generadas por mantenimientos al sistema se deben relacionar en listas de chequeo para que queden identificados y registrados, con miras a evitar nuevos eventos similares.

- ✓ Informe de reportes sobre eventualidades y emergencias

Se deberá realizar un informe al detalle sobre las situaciones que produjeron el evento para ser presentado a la autoridad ambiental en jurisdicción (CDMB), en el cual se describa el evento, causas, efectos sobre el medio circundante y las acciones implementadas para el control de la eventualidad o emergencia.

El tiempo estimado para el envío del informe es de 48 horas una vez ocurrido el evento para su presentación a la autoridad ambiental.

De presentarse la materialización de un evento de riesgo se debe realizar o elaborar un informe a la Autoridad Ambiental Competente la cual deberá ser informada de manera inicial realizando una descripción del evento presentado, la causa, el procedimiento operativo realizado, plan de acción ejecutado, informe de evaluación de daños, y efectos directos e indirectos causados en el medio.

Este informe deberá ser enviado máximo 48 horas después de ocurrido el evento. Una vez se tengan los resultados de los monitoreos a los medios afectados, se deberá elaborar un informe más detallado en el que se describa el impacto del evento, los resultados de las acciones adelantadas, las acciones propuestas para mitigar los efectos, el tiempo durante el cual se ejecutarán las medidas y los mecanismos de seguimiento adoptados. Este informe se deberá entregar al área indicada por la corporación, máximo un mes después de la fecha inicial de ocurrido el evento y tendrá un carácter de informe intermedio. Es importante aclarar que cualquier volumen de descarga que se presente que afecte el agua o el suelo dentro o fuera de las instalaciones del usuario, generado por fallas en la operación del sistema deberá ser reportado a la autoridad ambiental competente.

9.3 Plan Informativo

Será necesario contar con el listado actualizado de las empresas gestoras de residuos líquidos peligrosos y especiales de la zona y equipos disponibles con el fin de determinar los apoyos aptos para situaciones de derrames.

Establecer los medios de comunicación con las autoridades locales y ambientales de la zona para comunicar eventualidades presentadas en el sistema de tratamiento; Capacitar a los operadores para la atención de emergencias; realizar simulacros periódicamente de las emergencias que se pueden presentar y elaborar informes y minutas para registrar detalladamente los eventos ocurridos.

Es necesario que se cuente con información de las entidades que podrán apoyar al momento de presentarse una emergencia, así mismo se debe contar con los elementos necesarios para responder de manera rápida y efectiva ante una emergencia. También formarán parte de este plan los mapas de riesgo y de recursos disponibles y potencialmente afectables, como insumo clave para la toma de decisiones. Se debe llenar la siguiente tabla y ubicar en un lugar visible con el fin de utilizar de apoyo ante la materialización del evento.

Tabla 18.

Entidades de apoyo ante un evento de emergencia.

Entidad	Dato de contacto	Persona de Contacto
Cruz Roja		
Autoridad Ambiental		
Alcaldía		
Defensa civil		
Policía Nacional		
Bomberos		

Entidad	Dato de contacto	Persona de Contacto
ARL Ejército Nacional		

En caso de que llegase a ocurrir un evento se deberá elaborar un informe y enviarse en máximo 48 horas, a la Autoridad Ambiental Competente, la cual deberá ser informada de: el evento ocurrido, causa, efectos directos e indirectos generados en los diferentes medios y acciones de control adelantadas. Realizar monitoreos a los medios afectados y a su vez elaborar un informe en el que se describa el impacto del evento, los resultados de las acciones adelantadas, las acciones propuestas para mitigar los efectos, el tiempo durante el cual se ejecutarán las medidas y los mecanismos de seguimiento adoptados; este se entregara al área indicada por la corporación, máximo un mes después de la fecha inicial de ocurrido el evento.

Una vez se pongan a prueba estas acciones de preparación durante la respuesta a una emergencia, se deberán elaborar los documentos de informe de la emergencia, las acciones implementadas, y los resultados obtenidos, tal como se solicitó en el numeral anterior, los cuales servirán para complementar, actualizar y mejorar el plan. El usuario del permiso de vertimiento deberá mantener un registro de las emergencias o contingencias. Como ayuda para la elaboración del informa se debe llenar el siguiente formulario:

Ver Apéndice 3. Informe materialización evento de emergencia

9.4 Preparación para recuperación postdesastre

Teniendo en cuenta que una vez se presente un riesgo, este puede ser medido solo una vez ocurrido; para ello se implementará un formato único post desastre, el cual permitirá inicialmente

identificar si el evento ocurrido está definido como un riesgo identificado o no se había estimado la ocurrencia de este.

✓ Mecanismos para la evaluación de las áreas y sistemas afectados

Una vez ocurrida la emergencia y atendida se recurrirá a la evaluación de la activación del plan, los elementos que intervinieron y los alcances obtenidos. Esta valoración cuantitativa y cualitativa permitirá determinar las opciones de mejora del plan como conclusiones, ya que así es posible establecer las medidas que más se ajusten a suplir las emergencias de este tipo.

✓ Rediseño del sistema de vertimiento

Una vez ocurrida la emergencia, se determinará el estado de los componentes del sistema y la viabilidad de continuar con los mismos o la necesidad de reemplazarlos, con el fin de dar cumplimiento con los objetivos del tratamiento de las aguas residuales domésticas y evitar afectaciones al medio ambiente.

✓ Ajustes y modificaciones al plan de gestión del riesgo

Se efectuarán los ajustes pertinentes al plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos -PGRMV de acuerdo con los resultados y/o registros de información referentes al funcionamiento del sistema de tratamiento.

✓ Desmantelamiento y Recuperación de las áreas intervenidas

En caso de clausurar alguno de los sistemas de tratamiento, se deberá presentar previamente ante la autoridad ambiental competente, el plan de desmantelamiento y restauración ambiental de las áreas intervenidas, garantizando la revegetalización y restablecimiento de las condiciones ambientales del ecosistema circundante.

En el formato generado se establecerá el evento ocurrido, la fecha en la cual se presenta, las medidas adoptadas y el protocolo que se empleó durante el suceso, a su vez se deberá establecer

las medidas de mitigación que tuvieron en cuenta para evitar que se presentara y los controles efectuados.

Una vez recopilada toda la información inicial se procede a realizar la valoración del desastre, teniendo en cuenta los daños que fueron contemplados en el presente documento, **los cuales son: daños económicos, ambientales, afectaciones a personas e institucionales, estos serán contemplado por rangos y teniendo presente los procesos que se vieron afectados.**

Ver Apéndice 4. Formato post desastre.

9.5 Ejecución de la respuesta y la respectiva recuperación

En la etapa de ejecución de la respuesta, el comité de manejo del desastre juega un papel fundamental, ya este estará encargado de coordinar las acciones a implementar para mantener el control y atender la emergencia. Tomando como punto de referencia la información recolectada en el formato post desastre, se tendrá conocimiento de los daños generados, para lograr con base en el presupuesto de la institución y en la colaboración del personal, mitigar los efectos y recuperar el funcionamiento óptimo del sistema; ya que si llegase a tardar la respuesta se requerirá suspender la producción con el fin de no generar vertimiento sin previo tratamiento.

La ejecución de la respuesta está conformada por las acciones que se deben implementar para controlar y atender la emergencia. Comprende la activación de brigadas, la asignación de recursos y la aplicación de procedimientos de respuesta entre otros. Las acciones de recuperación corresponden a las medidas que se deban implementar con base en los monitoreos y la estimación de los daños, para mitigar los efectos y recuperar las condiciones normales de las zonas afectadas.

Finalmente se procede a la realización de un informe final que deberá ser presentado a la Autoridad Ambiental, y el cual incluye:

- Descripción del evento
- La Causa
- Los efectos generados directos e indirectos generados en los diferentes medios.
- Las acciones de control adelantadas.
- Los resultados de los monitoreos realizados al medio receptor inmediatamente

después de ocurrido el evento.

- El plan de monitoreos en el corto (semanas y hasta dos meses después) y mediano plazo (seis meses que permitan garantizar la correcta evaluación y verificación de la afectación.

- Las medidas necesarias para implementar para recuperar las zonas afectadas.
- Los costos.
- Las acciones para implementar para evitar la ocurrencia de situaciones similares

En este ítem se definen de manera general las acciones a desarrollar, en relación con los efectos que se puedan ocasionar sobre el recurso suelo, agua y sus recursos hidrobiológicos, y los efectos sobre la población usuaria de la misma. En el caso de manifestarse un evento amenazante, se deberán analizar, de acuerdo con la evaluación de daños, las acciones a desarrollar para afrontar la situación postdesastre. En la tabla. 20 se presentan los lineamientos básicos para la preparación recuperación postdesastre.

Tabla 19.*Preparación básica para la recuperación postdesastre*

Recurso	Descripción																		
Suelo asociado a un acuífero	<p>De presentarse un vertimiento no controlado de agua residual en suelo, se deberán realizar los monitoreos correspondientes para determinar los parámetros de calidad del agua vertida y los procedimientos requeridos para realizar los procesos de descontaminación y limpieza.</p> <p>En la tabla se presenta las medidas o tratamientos enfocados a la recuperación del suelo, se determinan los tratamientos que aplican exclusivamente para un tipo de agua residual.</p> <p>Técnicas de recuperación de suelos contaminados por aguas residuales</p> <table border="1" data-bbox="500 716 1365 1031"> <thead> <tr> <th data-bbox="500 716 760 800">Tratamiento</th> <th data-bbox="764 716 971 800">Lugar de aplicación</th> <th data-bbox="976 716 1365 800">Clasificación de aguas residuales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="500 806 760 842">Barreras físicas</td> <td data-bbox="764 806 971 842"><i>in situ</i></td> <td data-bbox="976 806 1365 842">Domésticas</td> </tr> <tr> <td data-bbox="500 848 760 884">Enmiendas</td> <td data-bbox="764 848 971 884"><i>in situ</i></td> <td data-bbox="976 848 1365 884">Domésticas</td> </tr> <tr> <td data-bbox="500 890 760 926">Compostaje</td> <td data-bbox="764 890 971 926"><i>in situ</i></td> <td data-bbox="976 890 1365 926">Domésticas</td> </tr> <tr> <td data-bbox="500 932 760 968">Biodegradación</td> <td data-bbox="764 932 971 968"><i>in situ</i></td> <td data-bbox="976 932 1365 968">Domésticas</td> </tr> <tr> <td data-bbox="500 974 760 1010">Lavado de suelos</td> <td data-bbox="764 974 971 1010"><i>in situ</i></td> <td data-bbox="976 974 1365 1010">Domésticas</td> </tr> </tbody> </table>	Tratamiento	Lugar de aplicación	Clasificación de aguas residuales	Barreras físicas	<i>in situ</i>	Domésticas	Enmiendas	<i>in situ</i>	Domésticas	Compostaje	<i>in situ</i>	Domésticas	Biodegradación	<i>in situ</i>	Domésticas	Lavado de suelos	<i>in situ</i>	Domésticas
Tratamiento	Lugar de aplicación	Clasificación de aguas residuales																	
Barreras físicas	<i>in situ</i>	Domésticas																	
Enmiendas	<i>in situ</i>	Domésticas																	
Compostaje	<i>in situ</i>	Domésticas																	
Biodegradación	<i>in situ</i>	Domésticas																	
Lavado de suelos	<i>in situ</i>	Domésticas																	
Agua y sus recursos hidrobiológicos	<p>Cuando se construya en sitio el sistema de gestión de vertimiento, se pueden establecer para la atención y recuperación posdesastre, los siguientes elementos:</p> <p>Evaluar, y de ser necesario, redefinir las líneas de acción para la atención emergencias</p> <p>De presentarse el cruce de líneas de flujo de agua residual sobre cuerpos de agua, se deberá identificar las medidas de protección a comunidades y acueductos aguas abajo de las posibles rutas de derrame.</p> <p>De presentarse el cruce de líneas de flujo de agua residual sobre cuerpos de agua, definir y mantener actualizada la base de datos requerida para activar los mecanismos de alerta a los acueductos aguas abajo de los potenciales puntos de derrame, con el fin de cerrar bocatomas de ser necesario.</p>																		

Recurso	Descripción
	Durante todo el proceso de la atención de emergencias, se deberán realizar monitoreos de calidad del agua y registrar los resultados con el fin de evaluar la evolución de los parámetros de calidad de agua.

10. Plan de contingencia

Tomando como base el análisis de riesgos y los procesos de manejos de los desastres, se estructura el Plan de Contingencia con el fin de concientizar y educar al personal responsable del adecuado funcionamiento de la planta, el conocimiento de las amenazas, vulnerabilidades y riesgo que se presentan y las acciones que se debe tomar ante la materialización del riesgo. Adicionalmente el plan de contingencia debe contar con un plan de prevención para diversos eventos de tipo mecánico y técnico del funcionamiento de la planta los cuales en el momento de efectuarse pueden impedir el funcionamiento de esta.

Como inicio del plan de contingencia se debe delegar un comité el cual tiene la responsabilidad de ejecutar y actualizar las actividades preventivas, predictivas y reactivas que contiene el plan.

Estructura organizacional. Todo Plan de Emergencias debe contar con un soporte organizacional que permita su implementación y adecuado funcionamiento, por tal motivo se deben constituir y capacitar grupos (comité, brigada) con funciones y responsabilidades específicas. Conformado por la administración de la ASENTAMIENTO HUMANO .

Funciones de los participantes. Para que un plan alcance su objetivo es indispensable que cada uno conozca que función desempeña dentro del mismo.

Representante Legal:

- Actuar representante y enlace general del comité.
- Ejercer las funciones de liderazgo estratégico en la conducción del Comité.
- Vigilar el cumplimiento de los acuerdos y compromisos y la actualización del plan de contingencia.

Supervisor de la planta:

- Realizar las actividades contempladas dentro del plan
- Realizar registro, control y seguimiento al debido funcionamiento de las actividades contempladas dentro del plan.
- Realizar la actualización del plan cada 6 meses, basado en el análisis de las actividades del plan; implementación de nuevas actividades que permitan la debida ejecución del plan.

Partiendo de la identificación de los riesgos y las actividades a realizar en la materialización del riesgo, y la designación de los responsables, se genera el plan de contingencia el cual en este caso en específico deberá ser actualizado cada 6 meses de acuerdo con los eventos ocurridos durante la operación de la planta, también en esta modificación se debe tener en cuenta el análisis de los resultados obtenidos en las actividades mencionadas a continuación.

- Realizar monitoreo del vertimiento para determinar la eficiencia del sistema cada 6 meses como medida preventiva.
- Realizar monitoreo del vertimiento después del desastre y verificar los resultados con la normatividad vigente, lo amerita realizar ajustes al sistema.
- Estabilización del suelo con especies vegetales en la zona donde se encuentra ubicada la planta de tratamiento con el fin de prevenir deslizamientos.

- Uso adecuado de kit anti derrames, si el derrame se realizó en el suelo directamente éste debe ser removido y almacenado de acuerdo a las características de las sustancias y/o residuos.
- Instalación de extintores en las instalaciones de la planta de tratamiento de agua residual
- Capacitación al personal que maneja la operación de la planta de tratamiento en el tema de manejo y sofoco de incendios y activación de alarmas.
- Contar con un sistema de alarmas y alertas tempranas en el momento de la materialización de un evento.
- Capacitar y brindar atención a los visitantes y trabajadores, en el tema del manejo de amenazas

Cronograma de capacitaciones. Es indispensable contar con personal calificado al momento de dictar las charlas de capacitación y entrenamiento, para lo cual se propone contactar con personal de la Defensa Civil al momento de realizar esta etapa del plan.

Ver **Apéndice 5. Cronograma de actividades**

Apéndice 6. Programa plan de contingencia.

11. Sistema de seguimiento y evaluación del plan.

El seguimiento a la implementación de las acciones para la reducción del riesgo y las medidas propuestas para el manejo del desastre deben ser verificadas y analizadas con el fin de

determinar su viabilidad y aplicabilidad en eventos de este tipo. Se propone la ejecución de los siguientes programas:

- Revisión y mantenimiento preventivo de las unidades y elementos que componen el sistema de tratamiento
- Capacitación e instrucción al personal profesional y operativo sobre el funcionamiento y operación integral del sistema de tratamiento
- Atender los programas de monitoreo ambiental y velar por el cumplimiento y aplicación de la legislación ambiental vigente.
- Monitoreo de los efluentes para estimar el rendimiento de los sistemas de tratamiento una vez se reanuden actividades.

Como mínimo, el PGRMV debe ser evaluado anualmente para determinar si la información consignada corresponde a las condiciones actuales de la infraestructura y equipos de tratamiento utilizados. Adicionalmente, se deben actualizar los datos de los recursos disponibles (personas, equipos e insumos disponibles, el estado en el que se encuentran) para la atención de las emergencias.

En relación con este tema la Resolución 1514 del 2012 establece:

“Con el objetivo de verificar el cumplimiento del plan, se deberá realizar el seguimiento de la implementación de las acciones de reducción del riesgo y las medidas propuestas para el manejo del desastre. Por lo tanto, el usuario deberá elaborar y mantener un registro de las medidas propuestas y ejecutadas para dar cumplimiento al plan.

La Autoridad Ambiental competente podrá solicitar soportes que demuestren la implementación del plan, así como la aplicación de los procedimientos de respuesta, para

lo cual se deberá presentar el listado de fichas para el registro de los eventos y la revisión en la aplicación de los protocolos de emergencia definidos y sus resultados.”

El programa de seguimiento y evaluación del Plan esta creado con el objetivo de dar cumplimiento a lo propuesto en las fichas de las medidas de prevención y mitigación de riesgos y las constantes actualizaciones y ajustes de los escenarios de riesgo, identificando y analizando nuevos riesgos.

Se contemplan los indicadores tenidos en cuenta para la evaluación continua del plan. Los encargados de la ejecución del plan de gestión del Riesgo realizaran revisiones continuas para realizar las mediciones del desempeño del sistema en la institución.

A continuación, se muestran las fichas a tener en cuenta para el registro de eventos generadores de riesgos, revisión en la aplicación de los protocolos de emergencia y contingencia y sus resultados (identificación de riesgo residual). Adicionalmente se tiene un formato donde se identifiquen nuevas amenazas en el sistema para su incorporación al plan de gestión del riesgo para evaluar su consecuencia en el mismo

ver Apéndice 7. Registro de eventos generadores de Riesgo,

Apéndice 8. Riesgo de nuevas amenazas

Apéndice 9. Seguimiento plan de gestión del riesgo

12. Divulgación del plan

Una vez formulado el Plan, deberá ser divulgado a los diferentes actores que tendrán a cargo su implementación y seguimiento. Dentro de estos actores deberán estar el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo, así como las entidades y/o empresas especializadas en el manejo de los riesgos, que hayan sido involucradas por parte del usuario en el plan.

Para obtener resultados aceptables del plan de gestión del Riesgo en el campamento asentamiento humano, se hace de obligatorio cumplimiento la divulgación del plan a todos los actores interesados, con el fin de dar un mejoramiento continuo al plan.

El proceso de divulgación debe incluir el campamento asentamiento humano, contratistas, autoridades regionales, comités locales y regionales para la prevención y atención de emergencias.

La temática para abordar en los procesos de divulgación podrá considerar el siguiente contenido:

- Presentación institucional.
- Descripción de las actividades del campamento asentamiento humano, enfocado a la generación de aguas residuales.
- Análisis de riesgos y estrategias de respuesta ante la manifestación de amenazas.
- Aclaración de inquietudes.
- Lectura, aprobación del acta y firma de asistencia.

Los soportes del proceso de divulgación son:

- Oficios de convocatoria.
- Actas de reuniones.

- Registro de asistencia.
- Evidencia fotográfica.

12.1 Plan de gestión social

El Plan de Gestión Social es un conjunto de actividades interinstitucionales y comunitarias que identifican los posibles cambios y transformaciones del entorno ambiental, social y económico de los habitantes, generados como resultado de la ejecución de un determinado proyecto. Define las estrategias de acción para crear las condiciones que permitan interrelación en las comunidades y en las administraciones locales y regionales dentro de un contexto de creación participativa y sostenibilidad ambiental, potenciando los beneficios socioeconómicos esperados con ocasión del proyecto y generando bienestar para la gente.

12.1.1 Objeto

Contribuir a la reducción y mitigación de los impactos generados por los vertimientos generados en la hacienda las mercedes en sus áreas de influencia, y demás actores que participan, mediante procedimientos de acompañamiento a la comunidad y de herramientas sociales adecuadas.

12.1.2 Alcance

El presente documento establece los requisitos mínimos para prevenir, reducir, controlar y/o mitigar de manera oportuna y eficiente el impacto que generan las actividades del campamento Asentamiento humano Puerto Leguizamo Putumayo.

Los programas contenidos dentro del plan de gestión social se encuentran:

Programa 1 – Información a los diferentes actores

Programa 2 – Pedagogía para la sostenibilidad ambiental

La formulación y posterior ejecución del Plan de Gestión Social (PGS), debe obedecer al cumplimiento de la normatividad ambiental existente, en relación con el manejo de los impactos ocasionados a la población y al entorno. El PGS plantea las recomendaciones que se deben tener en cuenta para el manejo adecuado y la mitigación de los impactos socioeconómicos causados en las comunidades por los vertimientos realizados.

Programa 1: Información a los diferentes actores

La falta de información genera problemas sociales. Es importante que la población del área de influencia se encuentre bien informada sobre los vertimientos realizados a las fuentes hídrica, los tratamientos que se realizan y las amenazas que se identifican. Por lo anterior, se hace necesario diseñar estrategias donde se emplearán diferentes espacios y medios de comunicación, para permitir la difusión de una información clara y precisa entre los diferentes actores. La información y el manejo adecuado de la misma son factores indispensables, por medio de los cuales, se instituye una relación directa entre las entidades que lideran el proyecto, las autoridades locales y las comunidades vecinas, por ser la información uno de los primeros requerimientos solicitados. Es

por ello por lo que los programas de Información y Divulgación son pilares fundamentales y transversales para la ejecución y desarrollo de todo Plan de Gestión Social.

Tabla 20.

Programa información a la comunidad

Objetivo	Ofrecer información clara, oportuna y continua sobre los vertimientos realizados y sus tratamientos.
Actividades generadoras del impacto	Vertimiento de la PTAR ASENTAMIENTO HUMANO .
Impactos	Malestar por alteración de la calidad del agua.
Medidas de manejo	<p>Realización de reuniones en la unidad con el fin de dar a conocer las características del plan de gestión del riesgo para manejo de vertimientos de los sistemas de tratamiento de la ASENTAMIENTO HUMANO con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se realizará explicación detallada de las actividades, especificaciones técnicas, los beneficios e impactos negativos a la población, presentación y funciones del personal. En esta reunión se recogerán inquietudes, sugerencias, quejas y reclamos de los asistentes para darles su debida atención y solución. - Las reuniones restantes, serán de seguimiento al plan con el fin de evaluar el plan implementado y hacer modificaciones en caso de considerarse necesario. - Todas las reuniones se realizarán en auditorios de la entidad. Estos espacios deben cumplir con el acondicionamiento necesario para el éxito de la reunión. La logística requerida y la consecución de los salones de reunión será responsabilidad del generador del vertimiento. Se realizará un acta y listado de asistencia de cada reunión, llenando los Formatos. - La presentación de las reuniones se realizará en Power Point. Las presentaciones deben adaptarse a las características de la población de la zona y a sus necesidades.
Responsable	El personal responsable del manejo ambiental será los encargados de la ejecución y seguimiento del plan.

Programa 2: Pedagogía para la sostenibilidad ambiental

La sostenibilidad hace referencia básicamente a la capacidad de permanencia en el tiempo de los efectos de un proyecto. Específicamente en lo ambiental se plantea la sostenibilidad como la búsqueda de una convivencia armónica entre la comunidad y el medio socio ambiental que la circunda, humanizando las relaciones de los hombres y mujeres con su hábitat natural y las obras que se desarrollen en este. Por lo tanto, se plantea la necesidad de desarrollar actividades pedagógicas en cuanto al tema ambiental para brindar conocimientos, herramientas, habilidades aptitudes, valores y actitudes ambientales que correspondan con la construcción de una sociedad sustentable. Es importante hacer partícipes a las comunidades en las decisiones que los afectan y en la planificación concertada de su entorno y futuro. Para esto se debe adelantar una propuesta pedagógica que actúe sobre los problemas ambientales que tengan mayor significación, para el desarrollo sostenible y de la nueva cultura con relación al uso, cuidado de los bienes y su relación con el entorno.

Tabla 21.

Programa 4: pedagogía para la sostenibilidad ambiental

Objetivo	Contribuir a la sostenibilidad socioambiental de la obra mediante el diseño e implementación de estrategias educativas dirigidas al personal que vive a bordo de la unidad y generar conciencia acerca de la importancia ambiental de la PTAR como un bien público y de interés colectivo.
Actividades generadoras del impacto	Vertimiento de la ASENTAMIENTO HUMANO .
Impactos	Prácticas inapropiadas de las comunidades en contra de la preservación del ambiente.
Medidas de manejo	- Conformación del Comité de Orientación y Atención Ciudadana (COAC). El comité de orientación y atención al ciudadano se reunirá, como mínimo una

Objetivo	Contribuir a la sostenibilidad socioambiental de la obra mediante el diseño e implementación de estrategias educativas dirigidas al personal que vive a bordo de la unidad y generar conciencia acerca de la importancia ambiental de la PTAR como un bien público y de interés colectivo.
	<p>vez cada tres meses. En cada reunión se diligenciarán los Formatos establecidos. En las reuniones se presentarán informes, cambios ocurridos y se recibirán también las quejas y reclamos que se traigan a la reunión, para lo cual se diligenciará el Formato.</p> <p>- Se coordinarán talleres pedagógicos con énfasis en sostenibilidad, Los talleres se realizarán, tanto con los miembros del comité COAC, como con los grupos seleccionados de actores del área de influencia. Los talleres serán:</p> <p>Taller 1- compromisos ambiental de la entidad. Taller 2: Cuidado de nuestro entorno y Medio Ambiente. Taller 3: Uso y Cuidado del recurso hídrico. Taller 4: Cultura Ciudadana.</p>
Responsable	El personal responsable del manejo ambiental será os encargados de la ejecución y seguimiento del plan.

13. Actualización del plan.

La vigencia del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos será la misma del permiso de vertimiento o licencia ambiental, según el caso.

Los encargados de la ejecución del Plan deberán actualizar el Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos periódicamente atendiendo a los cambios en procesos o actividades o eventos externos al sistema y lo registrado en el plan de manejo del desastre, y en los hallazgos identificados en la evaluación y seguimiento de plan. Generando así nuevas medidas estructurales y no estructurales según sea el caso. Todo cambio que se genere en el plan de gestión

del riesgo debe documentarse y llevarse en los formatos existentes y presentarlos ante la autoridad ambiental para su conocimiento.

El Plan deberá ser actualizado cuando se identifiquen cambios en las condiciones del área de influencia en relación con las amenazas, los elementos expuestos, el Sistema de Gestión del Vertimiento, o cuando se presenten cambios significativos en la estructura organizacional, los procesos de notificación internos y externos, los niveles de emergencia y/o los procedimientos de respuesta.

1. Conclusiones

Las medidas a implementar dentro del plan de gestión del riesgo para el manejo del vertimiento se refieren principalmente a medidas de tipo no estructural, debido a que la planta cuenta con buenas características estructurales para el manejo de los vertimientos.

El plan de gestión del Riesgo para el manejo de vertimiento es un sistema de retroalimentación, con base en el seguimiento y monitoreo del mismo se deben evaluar constantemente los riesgos existentes, los riesgos residuales y las amenazas nuevas del sistema, en el cual se deben generar nuevas medidas de control y mitigación.

En caso de presentarse un evento o desastre en cual no se puede mitigar el impacto en el ambiente, se debe suspender las actividades generadoras de vertimiento hasta no retomar el debido tratamiento.

En caso de presentarse la materialización del evento amenazante, se debe generar un informe que contenga la descripción del evento, las causas, los procedimientos realizados durante el evento y las medidas de mitigación con sus respectivos costos, ante la autoridad ambiental competente.

Referencias Bibliográficas

- Gómez, P., Martínez, J., & Díaz, S. (2020). *Gestión de Vertimientos en la Cuenca del Río Putumayo*. Instituto de Estudios Hidrográficos.
- González, L. (2023). *Evaluación de Riesgos en Plantas de Tratamiento: Análisis de Escenarios y Seguimiento*. Instituto de Ingeniería Ambiental.
- Hernández, M., Castro, L., & Vega, R. (2021). *Procesos en el Tratamiento de Aguas Residuales*. Editorial Técnica de Medio Ambiente.
- López, R. (2021). *Plan de Gestión del Riesgo y Manejo de Vertimientos en el Sistema de Tratamiento de Agua Residual (PTAR)*. Empresa de Servicios Públicos de Saneamiento.
- Martínez, A. (2023). *Plan de Gestión de Riesgos para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales: Caso Asentamiento humano Puerto Leguizamo Putumayo*. Ministerio de Defensa.
- Pérez, J., Martínez, A., & Rodríguez, M. (2022). *Gestión del Riesgo: Conceptos y Aplicaciones en el Manejo Integral del Sistema*. Editorial Técnica de Ingeniería.
- Ruiz, P., López, C. (2020). *Gestión de Riesgos en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales*. Instituto de Estudios Ambientales.
- Sánchez, A., González, M., & Pérez, R. (2021). *Análisis de Riesgos en Sistemas de Vertimiento*. Instituto de Estudios Ambientales.