

**DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
DE LA PTAR DE LA CABECERA MUNICIPAL DE EL TAMBO CAUCA.**



CORPORACION UNIVERSITARIA  
**AUTONOMA**  
DEL CAUCA

**JORGE SOTELO SERRATO**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE  
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
POPAYAN  
FEBRERO DE 2019**

**DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
DE LA PTAR DE LA CABECERA MUNICIPAL DE EL TAMBO CAUCA.**



CORPORACION UNIVERSITARIA  
**AUTONOMA**  
DEL CAUCA

**JORGE SOTELO SERRATO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO**

**Director**

**Ingeniero Ambiental**

**Ronald E. Cerón**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE  
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
POPAYAN  
FEBRERO DE 2019**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

Una vez terminado el documento final del trabajo de grado “Diagnostico del sistema de tratamiento de aguas residuales de la PTAR cabecera municipal de El Tambo Cauca”, se autoriza la sustentación del mismo, para así realizar la gestión administrativa correspondiente para optar al título de: profesional en ingeniería ambiental y sanitaria.

---

Director

---

Jurado

---

Jurado

## Dedicatoria

A mi familia principalmente a mis padres que con su motivación y amor siempre estuvieron apoyándome.

A mis hermanos que de una u otra manera estuvieron presentes en esta etapa tan importante de mi vida.

A mi novia por apoyarme en los momentos más difíciles, y por brindarme un poco de su experiencia.

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente a Dios por permitirme la salud y el conocimiento necesario para dar cumplimiento a los objetivos trazados al empezar esta etapa de mi vida profesional.

A la Corporación Universitaria Autónoma de Cauca y a sus profesores, que con su experiencia y buenos consejos me hicieron crecer tanto en lo profesional como en lo personal.

Al Ingeniero Ronald Cerón por su colaboración e incondicional apoyo como asesor de tesis, que con su experiencia y dedicación pudo ofrecerme la ayuda necesaria durante todo este proceso.

Al Arquitecto Leandro Vivas Gerente de la empresa de servicios públicos EMTAMBO E.S.P. que permitió la ejecución de este proyecto, ofreciendo la ayuda necesaria para poder dar cumplimiento a los objetivos fijados inicialmente.

A mis compañeros de universidad con los que vivimos momentos tanto de felicidad como de frustración que pudimos solventar.

A toda mi familia que es el eje principal de este proyecto de vida, con sus buenos consejos y empuje hoy puedo decir gracias.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>pág.</b>
1. CAPITULO I: PROBLEMA	18
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
2. JUSTIFICACION	20
3. OBJETIVOS	23
3.1 Objetivo general	23
3.2 Objetivos específicos	23
4. MARCO TEÓRICO O REFERENTES CONCEPTUALES	24
4.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO	24
4.1.1 Actividades económicas productivas.	25
4.1.2 Servicios	26
4.1.2.1 <i>Salud.</i>	26

4.1.2.2	<i>Educación.</i>	27
4.1.2.3	<i>Energía.</i>	28
4.1.2.4	<i>Telefonía.</i>	28
4.1.2.5	<i>Acueducto.</i>	28
4.1.2.6	<i>Alcantarillado..</i>	28
4.1.2.7	<i>Residuos sólidos.</i>	28
4.2	LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO EMTAMBO E.S.P.	29
4.3	ANTECEDENTES	31
4.4	BASES TEÓRICAS	32
4.4.1	Tipos de sistemas de tratamiento de aguas residuales	33
4.4.1.1	<i>Por tipo de proceso:</i>	33
4.4.1.2	<i>Por el grado de tratamiento:</i>	33
4.4.2	Plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos.	37
4.5	BASE LEGAL	39

5.	METODOLOGIA	42
5.1	FASE I. IDENTIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS Y DE EFICIENCIA DE LA PTAR.	42
5.1.1	Actividad 1: Revisión bibliográfica.	42
5.1.2	Actividad 2 Reconocimiento de la zona de estudio.	43
5.1.3	Actividad 3 Trabajo de campo y laboratorio.	45
5.1.3.1	<i>Medición de caudal.</i>	46
5.1.3.2	<i>Parámetros fisicoquímicos.</i>	48
5.2	FASE 2. ANÁLISIS DE LAS DOS MUESTRAS RECOLECTADAS	52
5.3	FASE 3. FORMULACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA VERTIMIENTOS DE LA PTAR.	53
5.3.1	Actividad 1. Recolección de información.	53
5.3.2	Actividad 2. Elaboración del Plan de Gestión de Riesgo Para Vertimientos de la PTAR.	53
6.	RESULTADOS	55
6.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.	55



6.2	CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.	56
6.2.1	Tiempo de funcionamiento.	57
6.2.2	Caracterización del área de estudio.	58
6.3	TRABAJO DE CAMPO Y EFICIENCIA DE LA PTAR.	63
6.3.1	Medición de Caudal.	63
6.4	PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO Y MANEJO VERTIMIENTO	68
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
7.1	CONCLUSIONES	72
7.2	RECOMENDACIONES	74
8.	BIBLIOGRAFÍA	75
9.	ANEXOS	81

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Cinco primeras causas de morbilidad en el municipio	26
Tabla 2. Cinco primeras causas de muerte en el municipio	27
Tabla 3. Marco normativo	39
Tabla 4. Material fondo del canal	47
Tabla 5. Método estándar empleado	51
Tabla 6. Parámetros y valores máximos permitidos	52
Tabla 7. Localización de la PTAR.	56
Tabla 8. Matriz de diagnóstico	59
Tabla 9. Porcentaje de problemas en la PTAR	62
Tabla 10. Medición de Caudal y temperatura	63
Tabla 11. Resultados de parámetros analizados	65
Tabla 12. Comparación normatividad de vertimientos.	67

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Municipio de El Tambo en el Departamento	24
Figura 2. Municipio de El Tambo Cauca	29
Figura 3. Ubicación geográfica	55
Figura 4. Diagrama de flujo PTAR Emtambo E.S.P.	57
Figura 5. Plano PTAR	58
Figura 6. Grafica de cumplimiento	63
Figura 7. Caudales	64
Figura 8. Datos de pH de entrada y salida de la PTAR	65
Figura 9. Datos de DBO de entrada y salida de la PTAR	66
Figura 10. Datos de SST de la entrada y salida de la PTAR	66

## LISTA DE IMÁGENES

	<b>pág.</b>
Imagen 1. Reconocimiento zona de estudio	43
Imagen 2. Componentes del sistema	45
Imagen 3. GPS	45
Imagen 4. Medición del caudal	46
Imagen 5. Muestreo	49

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
Anexo 1. Formato de laboratorio SENA	81
Anexo 2. Resultado de laboratorio	82
Anexo 3. Rotulo	83
Anexo 4. Programa de gestión de riesgo de vertimientos	84

## RESUMEN

El proyecto se realizó en la planta de tratamiento de agua residual del municipio de El Tambo Cauca, ubicado 1,3 km de la cabecera municipal, cuyo efluente es vertido a la quebrada Rio Chiquito. El principal objetivo de este proyecto fue presentar un diagnóstico de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) para lo cual, inicialmente se recopiló la información necesaria para entender el modo de operación y las especificaciones de cada una de las estructuras; posterior a esto, se realizó la verificación de cumplimiento normatividad Resolución 0330 de 2017, por la cual se modifica el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), y el cumplimiento de la resolución 0631 de 2015, por el cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público, y finalmente, se elaboró el Plan de gestión del riesgo y manejo de vertimientos.

De esta manera, en el diagnóstico realizado se encontró que la planta de tratamiento tiene la capacidad de tratar el caudal total generado en la actualidad, en cuanto diagnóstico del estado estructural se presentan problemas en el lecho de secado, el tanque séptico y filtro anaerobio de flujo ascendente antiguos lo que representa un riesgo para el operador y las comunidades de la zona de influencia.

Finalmente, teniendo en cuenta las características de la planta y su estado actual, se recomendó una nueva ampliación que permita el tratamiento de aguas residuales futuras teniendo en cuenta la demanda del tanque séptico y el filtro anaerobio que se encuentra en mal estado siendo esta una prioridad para solucionar la problemática existente.

**Palabras clave:** Vertimiento, Agua Residual, Saneamiento.

## SUMMARY

The project was carried out in the wastewater treatment plant of the municipality of El Tambo Cauca, located 1.3 km from the municipal capital, whose effluent is discharged into the Rio Chiquito stream. The main objective of this project was to present a diagnosis of the wastewater treatment plant (WWTP) for which, initially, the necessary information was gathered to understand the operation mode and the specifications of each of the structures; After this, verification of regulatory compliance Resolution 0330 of 2017 was carried out, by which the Technical Regulation for the Drinking Water and Basic Sanitation Sector (RAS) is modified, and compliance with resolution 0631 of 2015, by which the parameters and the maximum permissible limit values are established in the punctual discharges to surface water bodies and to the public sewage systems, and finally, the Risk Management and Discharge Management Plan was elaborated.

In this way, in the diagnosis made it was found that the treatment plant is in optimal conditions to treat the total flow generated at present. As soon as diagnosis of the structural state, the old septic tank and anaerobic filter of upward flow present bad state.

Finally, taking into account the characteristics of the plant and its current state, a new extension was recommended that allows the treatment of future wastewater taking into account the demand of the septic tank and the anaerobic filter that is in poor condition, this being a priority to solve the existing problem.

**Keywords:** Shedding, Residual Water, Sanitation.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento de la naturaleza, integrante de los ecosistemas naturales, fundamental para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta ya que constituye un factor indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos que la hacen posible. Contribuye a la estabilidad del funcionamiento del entorno y de los seres y organismos que en él habitan, es por tanto, un elemento indispensable para la subsistencia de la vida animal y vegetal del planeta. El líquido vital constituye más del 80% del cuerpo de la mayoría de los organismos e interviene en la mayor parte de los procesos metabólicos que se realizan en los seres vivos; además interviene de manera fundamental en el proceso de fotosíntesis de las plantas y es el hábitat de una gran variedad de seres vivos.(Ministerio de Salud y Protección Social -MINSALUD-, 2016).

Las aguas residuales domésticas producto de la utilización del líquido en las diferentes actividades del hogar producen un nivel de contaminación que puede manifestar la presencia de sólidos, desechos orgánicos, detergentes, jabones y grasas, lo que hace necesario llevar a cabo un proceso para su eliminación, los sistemas de tratamiento de aguas residuales utilizan agua para mover los desechos por las redes de alcantarillado.

Las aguas residuales albergan microorganismos que causan enfermedades como diarrea y gastroenteritis, incluyendo virus, protozoos y bacterias, que pueden originarse en individuos infectados o en animales domésticos. Para disminuir los índices de contaminación, es indispensable brindar un tratamiento adecuado a las aguas residuales por medio de sistemas de tratamiento de agua residual minimizando el impacto del vertimiento a las fuentes de agua.(Rocha, 2011).

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en



el agua efluente del uso humano. La solución más extendida para el control de la polución por aguas residuales, es tratarlas en plantas donde se hace la mayor parte del proceso de separación de los contaminantes, dejando una pequeña parte que completará la naturaleza en el cuerpo receptor.

El presente documento se realizó con el fin de evaluar el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) del Municipio de El Tambo Cauca que tiene una cobertura del 89% de los habitantes del centro poblado y que se construyó para contribuir a la descontaminación de la quebrada río Chiquito ubicada en la periferia de la cabecera Municipal de El Tambo.(EMTAMBO, 2016)

Teniendo en cuenta la información que se adquirió de la empresa a cargo de la PTAR se procedió a verificar el cumplimiento de los parámetros de diseño, estado de la PTAR y a la realización del plan de gestión del riesgo para manejo de vertimientos.

## **1. CAPITULO I: PROBLEMA**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La mayoría de las actividades humanas en las que se utiliza el agua, genera residuos líquidos. A medida que crece la demanda global, el volumen generado y su nivel de contaminación aumenta significativamente. En la mayoría de países, excepto los más desarrollados, la mayor parte de las aguas residuales se vierte directamente al medio ambiente sin un tratamiento adecuado. Esto tiene repercusiones negativas en la salud humana, la productividad económica, la calidad de los recursos de agua dulce y los ecosistemas. (UNESCO, 2017).

En Colombia se han realizado esfuerzos para construir sistemas de tratamiento de aguas residuales pero debido a las condiciones de relieve se hace imposible tener una conexión del 100% de la población que construye un sistema de tratamiento. La población que no está conectada a la red de saneamiento depende principalmente de sistemas de eliminación in situ, como las letrinas y fosas sépticas. En estos sistemas, las aguas residuales se eliminan por escorrentía o percolación directa hacia los cursos de agua y acuíferos cercanos, lo cual generalmente contamina el agua.

La generación de aguas residuales de una población impacta de manera directa en la salud reduciendo la calidad del agua potable y aumentando el riesgo de morbilidad cuando se habita en un área irrigada por aguas residuales. En cuanto al medio ambiente disminuye la biodiversidad degradando los ecosistemas acuáticos (eutrofización y zonas muertas), presencia de olores desagradables, aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, aumento de la

temperatura del agua y bioacumulación de toxinas; y de manera económica por la reducción de la productividad agrícola.

En el Municipio del El Tambo solo el 89% de la cabecera municipal cuenta con servicio de alcantarillado, el otro 11% de la población realiza vertimientos sobre otra quebrada y en fosas sépticas rudimentarias, lo que genera una problemática debido a que se están contaminando las fuentes hídricas cercanas y el vertimiento directo, generando una proliferación de vectores y roedores que puede traer consigo enfermedades cutáneas respiratorias y gastrointestinales, por no disponer en las redes de alcantarillado. (EMTAMBO, 2016)

De acuerdo al diagnóstico de la PTAR en las estructuras se pudo evidenciar fracturas estructurales, lo cual genera el riesgo de infiltración sobre el suelo y la permeabilidad sobre el nivel freático y acuíferos cercanos, y consecuentemente los cuerpos cercanos de aguas por escorrentía directa.

Teniendo en cuenta que la empresa de servicios públicos EMTAMBO no cuenta con un Plan de Gestión del Riesgo para el manejo de Vertimientos, caso que pone en alto riesgo la operación del sistema ya que este realiza la evaluación de los riesgos implícitos en el tratamiento de las descargas generadas por la comunidad en general.

## 2. JUSTIFICACION

Ante una demanda en constante crecimiento, las aguas residuales están cobrando impulso como una fuente alternativa y confiable de agua. Se aprecia un cambio de paradigma en la gestión de aguas residuales, la cual pasa de ser un simple proceso de tratamiento y eliminación, a contemplar la reutilización, reciclado y recuperación de recursos. En este sentido, las aguas residuales ya no se consideran un problema que necesita solución, sino que son parte de la solución ante las dificultades que hoy enfrentan las comunidades. Las aguas residuales también pueden ser fuentes rentables y sostenibles de energía, nutrientes y materia orgánica, entre otros subproductos útiles. Los potenciales beneficios de la extracción de dichos recursos van más allá de la salud humana y medioambiental, con posibles repercusiones en la seguridad alimentaria y energética, así como también en la mitigación del cambio climático.

Las inversiones en tratamientos de aguas residuales en el país se justifican no solo en términos de los beneficios medioambientales y de salud que traen consigo, sino también gracias a los efectos positivos que genera en cuanto al desarrollo socioeconómico. Por ejemplo, en Bogotá el tratamiento de aguas residuales fomentó el sector turismo y las actividades acuáticas y recreativas. A nivel general, tratar las aguas residuales en el país generó beneficios como la disponibilidad de agua limpia para miles de hectáreas de tierras de regadío y producción de cultivos.

las autoridades gubernamentales por medio de la constitución política de 1991, específicamente en el artículo 80 se establece que el estado “deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados”; en el artículo 5 de la ley 99 de 1993 establece que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible debe “regular las

condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración, y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural” y “dictar regulaciones de carácter general tendientes a controlar y reducir las contaminaciones geosférica, hídrica, del paisaje, sonora y atmosférica, en todo el entorno nacional”. (Congreso de Colombia., 1991)

El Estado colombiano encargado de proteger la integridad ambiental, decide crear la Resolución 0631 de 2015, con la cual busca controlar los parámetros de contaminación de los vertimientos realizados en los sistemas de alcantarillado, de acuerdo a esto, la empresa de servicios públicos y domiciliarios EMTAMBO S.A E.S.P, tiene el deber de cumplir y ajustar los parámetros de vertimientos según la resolución.

El tratamiento de aguas residuales tiene una alta importancia en el saneamiento básico, debido a que luego del uso del agua en las actividades domésticas, agrícolas e industriales, su composición biológica se altera. Dependiendo del sistema de tratamiento que se tenga implementado la adecuada depuración de las mismas aporta numerosos beneficios, reduce los riesgos de la salud de una comunidad evitando enfermedades, conserva las condiciones básicas de medio ambiente y permite la reutilización del agua para distintos fines.

Una vez enmarcados los beneficios que otorga el tratamiento de las aguas residuales de una comunidad, se ve la necesidad de elaborar el Plan de Gestión del Riesgos para el manejo de Vertimientos, con lo cual se permite conocer la actividades de control en el tratamiento y disposición de estos residuos líquidos en la quebrada Río Chiquito Municipio de El Tambo Cauca. Seguidamente permitirá tomar medidas necesarias para la prevención, corrección y mitigación de los impactos producidos por el funcionamiento del sistema de tratamiento. Este

estudio servirá como base para la evaluación de las metas de reducción de cargas contaminantes establecidas por la empresa, permitiendo realizar acciones correctivas para mejorar la calidad de vida de las comunidades siendo estas las más afectadas.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diagnosticar el sistema de tratamiento de aguas residuales de la PTAR de la cabecera municipal de El Tambo Cauca.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las condiciones hidráulicas y de eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales de la PTAR.
- Determinar mediante el análisis de resultados los problemas evidenciados, causas y soluciones para el mejoramiento de la operación de la PTAR.
- Formular el Plan de Gestión de Riesgo de Vertimientos de la PTAR.

## 4. MARCO TEÓRICO O REFERENTES CONCEPTUALES

### 4.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO

Según la información suministrada por el SISBEN el Municipio de El Tambo Cauca, cuenta con una población total de 43.298 habitantes, de los cuales 2.407 personas se encuentran en la Cabecera Municipal y 40.891 en la zona rural y centros poblados.

Figura 1. Municipio de El Tambo en el Departamento



(Google Earth, 2018)

El Municipio de El Tambo, es uno de los 42 municipios que conforman el Departamento del Cauca, ubicado al suroccidente del País, en la denominada Región Pacífico. El Tambo se halla empotrado sobre la cordillera occidental y es el segundo Municipio con mayor área territorial del Departamento del Cauca, con una extensión de 3.280 Km<sup>2</sup>, los cuales representan el 8,9% del total del área Departamental. Limita al norte con el Municipio de López de Micay, al sur con los municipios de Patía, La Sierra y Argelia, al oriente con los municipios de Morales, Cajibío, Popayán, Timbío y Rosas y al occidente con el Municipio de Guapi. En él



convergen comunidades Mestizas, Afrodescendientes e Indígenas, con dedicación campesina, siendo entonces las actividades agropecuarias las de mayor vocación.(Alcaldía del Municipal de El Tambo, 2016).

**Climatología.** Altura promedio de 1.745 metros sobre el nivel del mar, cuenta con tres de los cuatro pisos térmicos, cálido: 1117 km<sup>2</sup>, templado: 1593 km<sup>2</sup> y frío: 670 km<sup>2</sup> y temperatura promedio de 18°C con valores máximos de 32°C y mínimos de 5°C y una humedad relativa alta de 80%.(Alcaldía del Municipal de El Tambo, 2016).

**4.1.1 Actividades económicas productivas.** El Municipio de El Tambo Cauca, es considerado zona potencial de producción agropecuaria del Sur Occidente Colombiano, donde se destaca un aporte importante con las cadenas productivas que contribuyen a la economía Local, Regional, Nacional, e Internacional; entre los cuales se cuentan con aportes considerables a la producción determinados así: El Tambo es el primer productor a nivel Nacional de Chontaduro (*Bactris gasipaes*), primer productor Nacional de granadilla de Quijo (*Passiflora sp*), primer productor a nivel Departamental de Fique (*Furcraea sp*), primer productor en producción y área a nivel departamental de café (*Coffe arabigas*), primer productor de aguacate (*Persea americana*) a nivel Departamental, primer productor en área y segundos en producción de Cacao (*Theobroma cacaco*) y segundo productor de caña panelera (*Saccharum officinarum*) a nivel Departamental. Es de considerar que, gracias a la calidad de los productos, se han realizado exportaciones de café y aguacate, con posibilidad de abrir mercados Nacionales e Internacionales con otros productos, lo cual le ha generado al productor un valor agregado y al Municipio un realce económico en un gran porcentaje en pro del mejoramiento de la calidad de vida de las familias que dependen de ello. Sin desconocer que se requiere seguir fortaleciendo al sector y particularmente el componente de comercialización. (Alcaldía del Municipal de El Tambo, 2016)

#### 4.1.2 Servicios

**4.1.2.1 Salud.** La prestación y garantía de servicios de salud se ofrecen en la Empresa Social del Estado Hospital de El Tambo Cauca Institución Prestadora de Servicios de Salud IPS de primer nivel, la cual atiende el 100% de la población afiliada al régimen subsidiado, y 4 IPS privadas. En el municipio se cuenta con 18 puestos de salud y un centro de salud ubicados en la zona rural, los cuales se encuentran en regular estado y se utilizan para la realización de actividades de atención primaria y para el desarrollo de las brigadas de salud o salidas rurales. (Alcaldía del Municipal de El Tambo, 2016)

**4.1.2.1.1 Perfil epidemiológico.** La estadística del Servicio de Salud del Tambo Cauca. Correspondiente al año 2016. Reporta los registros de Morbilidad – Mortalidad.

Tabla 1. Cinco primeras causas de morbilidad en el municipio

N°	CAUSAS
1	RINOFARINGITIS AGUDA (RESFRIADO COMÚN)
2	PARASITOSIS INTESTINAL, SIN OTRA ESPECIACIÓN
3	VAGINITIS AGUDA
4	COLITIS ENTERITIS GASTROENTERITIS DE PRESUNTO ORIGEN INFECCIOSO
5	GASTRITIS NO ESPECIFICADA

(Alcaldía del Municipal de El Tambo, 2016).

Tabla 2. Cinco primeras causas de muerte en el municipio

N°	CAUSAS
1	DX DE CONSULTA EXTERNA
2	INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO
3	HIPERTENSIÓN ARTERIAL
4	ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRONICA
5	INSUFICIENCIA CARDIACA CONGESTIVA

(Alcaldía del Municipal de El Tambo, 2016)

Otras causas se deben a la pobreza que conlleva a un hábito alimenticio bajo en proteínas sumado a la mala calidad de las viviendas y a los escasos hábitos higiénicos de los habitantes.

**4.1.2.2 Educación.** El servicio educativo en el municipio de El Tambo se presta a través de 20 Instituciones educativas 24 Centros, de estos establecimientos 4 son privados, 5 están ubicados en la cabecera municipal y las otras en el sector rural. Las Instituciones que mayor población albergan son públicas desarrollando sus labores en la cabecera municipal.

La matrícula para el año lectivo 2017 distribuidos 615 preescolar, 5935 Básica primaria, 2743 Básica secundaria, 845 Educación media la mayor población está asentada en el sector rural con población por etnias bien diferenciados, en la zona sur, rivera del Rio Micay y vereda las Botas, los afrocolombianos, los indígenas en el resguardo Alto del Rey, y el resto población mayoritaria discriminada en la zona norte, centro, cordillera y colonización.

**4.1.2.3 Energía.** La cobertura del servicio de energía en la cabecera municipal del Tambo es de 100%, siendo prestado el servicio por la Compañía Energética de Occidente S.A.S. ESP. Actualmente a nivel municipal se ejecutó el proyecto de construcción de redes eléctricas para la vereda El Hoyo donde se beneficiaron 34 familias ubicadas en la zona sur del Municipio y el proyecto de estudios y diseños para la Electrificación de 1.379 usuarios / familias de 125 Veredas del Municipio.

**4.1.2.4 Telefonía.** El servicio de telefonía móvil alcanza una cobertura del 100% en la cabecera municipal del Tambo.

**4.1.2.5 Acueducto.** El acueducto de la Cabecera Municipal, aunque se encuentra funcionando, necesita inversiones en su estructura de captación, tanque desarenado y la ampliación en la zona de La Laguna que permitirá abastecer de agua a Nuevo Tambo. La cobertura en el casco urbano de El Tambo es del 100%. Este servicio es prestado por la empresa EMTAMBO ESP.

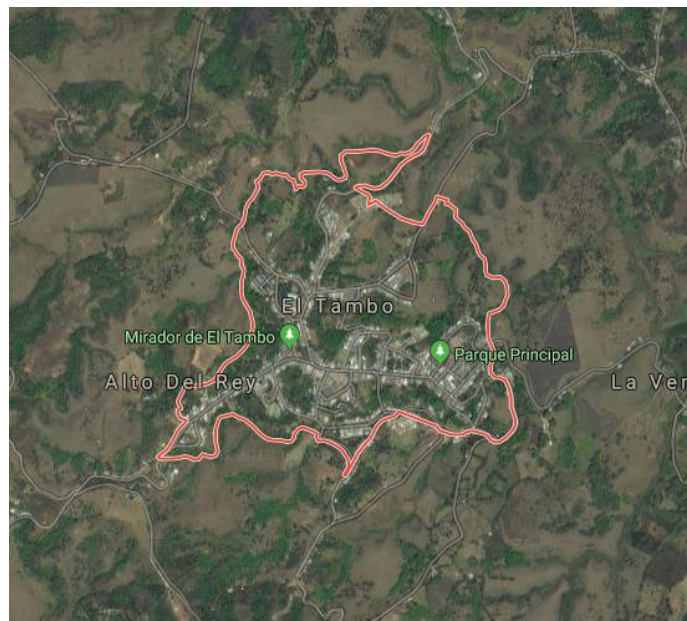
**4.1.2.6 Alcantarillado.** El servicio de alcantarillado sanitario se presta a 89% de la población de la cabecera municipal, haciendo falta los sectores de Villa del Sol y Nueva Esperanza. Se realizó la reposición del alcantarillado en 4 barrios (Obrero, La Capilla, Rivera Escobar, Centro) lo que permite un mejor funcionamiento del sistema y la mitigación de algunos riesgos que se podían presentar por la infiltración de aguas servidas, alcanzando casi el total de reposición.

**4.1.2.7 Residuos sólidos.** El manejo de residuos sólidos indica que se producen al mes 64 toneladas en la Cabecera Municipal, el manejo de los residuos sólidos producidos en el casco urbano es manejado por EMTAMBO ESP y tiene cobertura del 100%.

## 4.2 LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO EMTAMBO E.S.P.

En el municipio de El Tambo, específicamente en la cabecera municipal el tratamiento del sistema de alcantarillado, se realiza a través de la Planta de tratamiento de aguas residuales PTAR, que está ubicada en el sector de Ríochiquito en la zona de periferia del municipio de El Tambo-Cauca, a 1.3 Km de distancia de la cabecera municipal.

Figura 2. Municipio de El Tambo Cauca



Fuente:(Google Earth, 2018).

El objeto es prestar los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo tanto en el área rural como urbana y como objetivos prioritarios a su cargo la de organizar, planear, dirigir, administrar, coordinar dicho servicios, así como todas las

actividades encaminadas a su conservación, mantenimiento, estudios, diseños, renovación, ensanche, explotación y desarrollo. La duración de la empresa es indefinida.

La empresa de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo EMTAMBO E.S.P., está inscrita ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios NUIR 1-19256000-2 y se rige por las disposiciones emanadas del Ministerio de Desarrollo Económico, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) y todas las demás establecidas por la Ley 142 de 1994 y sus decretos reglamentarios para la prestación de servicios públicos domiciliarios

### **Misión**

La misión de la Empresa de Servicios Públicos EMTAMBO E.S.P. es la de garantizar a la comunidad de El Tambo la continuidad y cobertura de los servicios de Acueducto, alcantarillado, aseo y tratamiento de aguas residuales, en condiciones de calidad y mejoramiento continuo, con énfasis en el desarrollo sostenible y a la conservación del medio ambiente.

### **Visión**

EMTAMBO E.S.P. Será una empresa competitiva, mejorando los índices de gestión administrativa, comercial, financiera y operativa con criterios de eficiencia y transparencia en empresas de Servicios Públicos Domiciliarios con menos de 2500 suscriptores en nuestro departamento, con tarifas económicas, garantizando calidad, continuidad y cobertura del servicio comprometidos en el uso racional de los recursos hídricos y en la conservación del medio ambiente.

### 4.3 ANTECEDENTES

Con las nuevas tendencias de Ordenamiento Territorial y la creación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, estipuladas por la Ley 99 de 1993, se obliga a los Municipios a tomar medidas de mitigación a favor de la protección de los ecosistemas y del medio ambiente en general. El tratamiento de los residuos líquidos, provenientes de viviendas e industrias debe ser una prioridad para la conservación y descontaminación de las fuentes hídricas. (Congreso de Colombia, 1993)

Dentro de los planes de ordenamiento territorial se contemplan sectores de expansión para la zona urbana, los cuales deben contar con sistemas adecuados de acueducto y alcantarillado. Con base en las normas nacionales se prohíbe que se realicen vertimientos de aguas servidas directamente en las fuentes, sin un tratamiento previo, creándose la necesidad de implementar plantas de tratamiento de agua residual en los Municipios (PTAR).

Por estas razones los Municipios deben presentar a la CRC proyectos relacionados con construcción de redes de Alcantarillado Sanitario, que recojan un porcentaje considerable de las aguas residuales y las transporten a través, de colectores interceptores hasta sus plantas de tratamiento.

En el año 2014 se ejecutó la optimización, rehabilitación y puesta en funcionamiento de varias PTAR (Inzá, Piendamó y Padilla) las cuales se encontraban fuera de servicio y adicionalmente se contrató para el 2015, la adecuación de las PTAR de Toribio, Caldon y Caloto.

Así mismo, dentro de la actividad monitoreo y evaluación de la calidad del agua en las Subzonas Cauca y Patía, se realizaron 55 monitoreos a Plantas de

Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas e Industriales y como resultado de estos visitas, se generaron veintinueve (29) Informes Técnicos Sancionatorios, por incumplimiento a los requerimientos enviados. Actualmente estos informes técnicos se encuentran en trámite por parte de la Oficina Asesora Jurídica, quien se encarga de abrir los respectivos procesos sancionatorios. (CRC, 2016).

EMTAMBO E.S.P., presta el servicio de alcantarillado a 776 suscriptores ubicados en la cabecera municipal de El Tambo Cauca. El tratamiento del sistema de alcantarillado, se realiza a través de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR, que se ubica en el sector de Ríochiquito en la zona de periferia del municipio de El Tambo-Cauca, a 1 Km de distancia, la cual trata un caudal promedio de 11 a 13 l/s mediante el proceso de pozo séptico y filtros anaerobios, logrando un porcentaje de remoción de 85%.(EMTAMBO, 2016)

Las aguas residuales llegan a la Planta de Tratamiento De Aguas Residuales PTAR, las cuales entran a la cámara de alivio, seguidamente a una cámara de cribado, donde se realiza la separación de sólidos, para continuar al desarenador y luego a la cámara de reparto, para pasar al pozo séptico, a la galería de válvulas y luego a los filtros, para finalmente entregar el agua tratada a la quebrada; es de anotar que al extraer los lodos de los filtros, que llegan a los lechos de secado por bombeo y por medio del proceso de filtración se hace un ciclaje de las aguas que retornan a la cámara de llegada.

#### **4.4 BASES TEÓRICAS**

Tratamiento de aguas residuales. Consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano. El propósito fundamental para el control de la



contaminación por aguas residuales ha sido tratar las aguas residuales en plantas de tratamiento que hagan parte del proceso de remoción de los contaminantes y dejar que la naturaleza lo complete en el cuerpo receptor.

Para lo anterior, el nivel de tratamiento requerido es función de la capacidad de auto purificación natural del cuerpo receptor. A la vez, la capacidad de auto purificación natural es función, principalmente, del caudal del cuerpo receptor, de su contenido en oxígeno, y de su habilidad para re oxigenarse. Por lo tanto el objetivo del tratamiento de las aguas residuales es producir efluente reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango, convenientes para su disposición o reutilización. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables. (Romero-Aguilar, Colín-Cruz, Sánchez-Salinas, & Ortiz-Hernández, 2009)

#### **4.4.1 Tipos de sistemas de tratamiento de aguas residuales**

##### **4.4.1.1 Por tipo de proceso:**

- Procesos físicos: Remoción de Material en suspensión, rejillas, trituradores, sedimentador primario, espesadores y filtración.
- Procesos químicos: Aplicación de productos químicos para la eliminación o conversión de los contaminantes. Precipitación, adsorción y desinfección.
- Procesos biológicos: Se llevan a cabo gracias a la actividad biológica de los microorganismos. Eliminación de las sustancias orgánicas biodegradables presentes, eliminación del N y P y producción de gases. (Becerra. & Gutiérrez., 2013)

##### **4.4.1.2 Por el grado de tratamiento:**

- Tratamientos preliminares

Cribado: Rejas o rejillas de barras metálicas paralelas e igualmente espaciadas. Su función es retener sólidos gruesos que floten o que se encuentren suspendidos en el agua. Pueden ser de limpieza manual (gruesas) o de limpieza mecánica (finas). (Becerra. & Gutiérrez., 2013)

Tamices estáticos: Es un filtro utilizado para la separación sólido-líquida en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (E.D.A.R.). Este equipo se instala como pre tratamiento en aguas industriales, con luces de 0,5 a 1 mm, para eliminar los gruesos en industrias papeleras, textiles, de curtidos, lavaderos, conserveras, mataderos y lácteas. El tamiz estático también se emplea como tratamiento primario en aguas urbanas, con luces de malla de 1 a 1,5 mm. . (Becerra. & Gutiérrez., 2013)

Trituradores de canal: Reduce los sólidos de aguas servidas con sus poderosos trituradores dobles y una avanzada tecnología de barrido. Se emplean para triturar los sólidos gruesos con objeto de mejorar las operaciones y procesos que se llevan luego a cabo y para eliminar los problemas que producen los diferentes tamaños de los sólidos presentes en el agua residual. Los sólidos se Trituran para conseguir partículas de tamaño menor y más uniforme. Su empleo resulta especialmente ventajoso en las estaciones de bombeo para la protección de las bombas frente a problemas de obstrucciones producidas por objetos de gran tamaño, y para evitar tener que manejar y eliminar manualmente residuos. . (Becerra. & Gutiérrez., 2013)

Homogenización o tanques de igualación: Son tanques que sirven para regular o disminuir los efectos de la variación del flujo o de la concentración de las aguas residuales. Estos tanques son indispensables en el tratamiento de las aguas residuales industriales y a veces se utilizan en las instalaciones municipales. Un tanque de igualación es un depósito con capacidad suficiente para contener el flujo de agua que sobrepasa un determinado valor.

Desarenadores: Estructuras destinadas a remover arenas y otros guijarros presentes en las aguas residuales. Los desarenadores pueden ser rectangulares o circulares; de flujo horizontal o helicoidal; aireados o no; de limpieza manual o mecánica. Tienen como función prevenir la abrasión de equipos mecánicos, evitar la sedimentación de arenas en tuberías, canales y tanques ubicados aguas abajo.

- Tratamientos primarios: Reducen los sólidos en suspensión del agua residual.

Sedimentación: La sedimentación es un proceso físico que aprovecha la diferencia de densidad y peso entre el líquido y las partículas suspendidas. Los sólidos, más pesados que el agua, se precipitan produciéndose su separación del líquido. La sedimentación primaria aplica para partículas floculentas (con o sin coagulación previa). Los sedimentadores pueden ser circulares o rectangulares.

Flotación: Es un proceso utilizado para la separación de partículas sólidas o líquidas en un medio líquido. En el tratamiento de las aguas residuales se utiliza para remover aceites y grasas y también para aglutinar sólidos suspendidos. La separación se consigue por flotación simple o introduciendo burbujas muy finas de aire en la masa líquida para que arrastren las partículas suspendidas hacia la superficie. (Becerra. & Gutiérrez., 2013)

Coagulación: Es el proceso por el que los componentes de una suspensión o dilución estables son desestabilizados por suspensión de las fuerzas que mantienen su estabilidad, por medio de coagulantes químicos. . (Becerra. & Gutiérrez., 2013)

- Tratamientos secundarios: Remoción de la DBO soluble y de sólidos suspendidos que no son removidos en los procesos anteriores; aproximadamente el 85% de DBO y SS, aunque la remoción de nutrientes, nitrógeno, fósforo, metales pesados y patógenos es baja. Las reacciones que generan estos procesos son generalmente biológicas. . (Becerra. & Gutiérrez., 2013)

Sistema de biomasa en suspensión Lodos activados: Desarrollado por Ardern y Lockett en Inglaterra en 1914. El nombre del proceso se deriva de la formación de una masa de "microorganismos activos" capaz de estabilizar un desecho orgánico bajo en condiciones aerobias. El ambiente aerobio se logra mediante aireación difusa o mecánica en un tanque de aireación. Después de tratado el residuo en el tanque de aireación, la biomasa es separada en un sedimentador secundario. . (Becerra. & Gutiérrez., 2013)

En esencia es la agitación y aireación de una mezcla de agua residual y lodos biológicos, a medida que las bacterias reciben el oxígeno, consumen la materia orgánica del agua residual y la transforma en sustancias más simples. Este caldo bacteriano recibe el nombre de lodo activado. La mezcla de lodos activados y agua residual recibe el nombre de licor mezclado que se lleva a un tanque de sedimentación para su purga. . (Becerra. & Gutiérrez., 2013)

Sistema de biomasa adherida: Los microorganismos se encuentran pegados a un medio de soporte que puede ser de plástico, piedra o cualquier otro material inerte. Dependiendo de las condiciones ambientales que rodean el medio de soporte, los sistemas de biomasa adherida pueden ser aerobios o anaerobios. (Becerra. & Gutiérrez., 2013)

El documento que se presenta a continuación corresponde a los Términos de Referencia para la formulación del "Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos", de que trata el artículo 44 del Decreto número 3930 de 2010. El plan deberá enmarcarse en los procesos de Conocimiento del Riesgo, Reducción del Riesgo y Manejo del Desastre de acuerdo con lo establecido en la Ley 1523 de 2012.

Estos términos tienen un carácter genérico y en consecuencia deben ser adaptados a las particularidades del sistema de Gestión del Vertimiento, así como

a las características ambientales del área de influencia donde se pretende desarrollar.

En caso de presentarse fallas en los sistemas de tratamiento, labores de mantenimiento preventivo o correctivo o emergencias o accidentes que limiten o impidan el cumplimiento de la norma de vertimiento, de inmediato el responsable de la actividad industrial, comercial o de servicios que genere vertimientos a un cuerpo de agua o al suelo, deberá suspender las actividades que generan el vertimiento, exceptuando aquellas directamente asociadas con la generación de aguas residuales domésticas.

Adicionalmente, si su reparación y reinicio requiere de más de tres (3) horas diarias se le debe informar a la autoridad ambiental competente de la suspensión de actividades y/o de la puesta en marcha del Plan de Gestión del Riesgo.

**4.4.2 Plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos.** El Plan de Gestión del Riesgo para Manejo de Vertimientos PGRMV, tiene 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.

El PGRMV se desarrollará a través de tres procesos:

#### 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.

## 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.

## 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 pos desastre, la ejecución de la respuesta y la ejecución de la recuperación. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012)

## 4.5 BASE LEGAL

Tabla 3. Marco normativo

<b>NORMA</b>	<b>CONCEPTO GENERAL</b>	<b>ENTIDAD QUE DECRETA</b>
Decreto 2811 de 1974.	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	Presidente de la República.
Decreto 1541 De 1978.	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.	Presidente de la República
LEY 9 DE 1979.	Por la cual se dictan medidas sanitarias para la protección del medio ambiente.	Congreso de Colombia.
Decreto 2857 de 1981	Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto- Ley 2811 de 1974 sobre Cuencas Hidrográficas y se dictan otras disposiciones.	Presidente de la República de Colombia
Decreto 1594 De 1984.	Derogado por el art. 79, Decreto Nacional 3930 de 2010, salvo los arts. 20 y 21. (Derogado)	Presidente de la República de Colombia.
Ley 99 de 1993.	Por la cual se crea el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental -SINA y se dictan otras disposiciones	Congreso de Colombia.

Ley 142 de 1994.	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.	Congreso de la República.
LEY 373 DE 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.	Congreso de Colombia
Resolución 0372 de 1998.	Por la cual se actualizan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos y se dictan disposiciones.	Ministerio del Medio Ambiente.
Resolución NO. 1096 de 2000.	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.	Ministerio de Desarrollo Económico.
Conpes 3177 de 2002.	Acciones prioritarias y lineamientos para la formulación del plan nacional de manejo de aguas residuales.	Departamento Nacional de Planeación.
Decreto 3100 De 2003.	Por la cual se reglamentan las tasas retributivas por utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras decisiones.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible.
Resolución 1433 De 2004.	Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
Decreto 3930 De 2010.	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.



	líquidos y se dictan otras disposiciones.	
Decreto 2667 De 2012.	Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones.	Presidente de la República de Colombia.
Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Resolución 0631 de 2015.	Por el cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Resolución 330 de 2017	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

## 5. METODOLOGIA

Para el diagnóstico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la cabecera municipal de El Tambo Cauca, se realizó el trabajo desarrollado en tres fases con sus respectivas actividades, lo cual permitió determinar el cumplimiento de la normatividad y el desarrollo del plan de gestión del riesgo y manejo de vertimientos.

### 5.1 FASE I. IDENTIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS Y DE EFICIENCIA DE LA PTAR.

**5.1.1 Actividad 1: Revisión bibliográfica.** Dentro de esta actividad se realizó una revisión bibliográfica de documentación científica, el libro “TRATAMIENTO DE AGUAS DEL MUNICIPIO DE EL TAMBO CAUCA”, bases de datos como la EBSCO, SCIENCE DIRECT, memorias existentes en la empresa de servicios públicos EMTAMBO, alcaldía municipal específicamente el plan de desarrollo 2016 – 2019. CRC revisiones y mantenimiento que se ha realizado en los últimos años, planos de estructuras de la planta de tratamiento, tesis de grado y demás relacionados con el funcionamiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y revisión de la documentación existente de plantas de tratamiento con sistemas de tanque séptico + filtro anaerobio de flujo ascendente, información sobre los diferentes estudios que se han realizado para el tratamiento de aguas residuales, normatividad, leyes y demás información necesaria para el desarrollo del presente trabajo.

**5.1.2 Actividad 2 Reconocimiento de la zona de estudio.** Se realizó el reconocimiento de la zona de estudio con el acompañamiento del operador de la planta de tratamiento en el mes de junio de 2018, evidenciando inicialmente problemas estructurales en la cámara de entrada del tanque séptico y el daño total de la cubierta del lecho de secado de lodos.

Imagen 1. Reconocimiento zona de estudio



Fuente: propia

***Caracterización de la zona de estudio.***

Para el desarrollo de esta actividad se realizaron visitas técnicas en los meses de junio hasta septiembre de 2018, con el fin de revisar el estado actual de la planta de tratamiento desde el ingreso del efluente hasta la salida del vertimiento, en donde se verificó mediante la matriz de elaboración propia basada en la publicación “MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS” de la Corporación autónoma del Cauca C.R.C. El mantenimiento y operación de la planta, inspeccionando cada uno de los componentes del sistema con el fin de contribuir con el diagnóstico a la elaboración del Plan de Gestión de Riesgo para el Manejo de Vertimientos.

Las estructuras que componen la PTAR de Emtambo E.S.P., se dividen según los tratamientos de la siguiente forma:

#### Tratamiento preliminar

- Cámara de inspección inicial
- Cámara de alivio de caudal
- Cámara de cribado
- Cámara de distribución de caudal

#### Tratamiento primario

- Caja de inspección de entrada
- Tanque séptico1
- Tanque séptico2
- Cámara seca

#### Tratamiento secundario

- Filtro anaerobio de flujo ascendente FAFA1
- Filtro anaerobio de flujo ascendente FAFA2
- Caja de inspección de salida

#### Estructuras complementarias

- Lecho de secado para lodos
- Caseta para el operario
- Cerramiento perimetral

#### Obras para el manejo de escorrentía superficial

Imagen 2. Componentes del sistema



Fuente: propia

**5.1.3 Actividad 3 Trabajo de campo y laboratorio.** Inicialmente se realizó la georeferenciación con un GPS Garmin eTrex 10, en los puntos de entrada y salida de la PTAR y para el programa de gestión del riesgo y manejo de vertimientos aguas arriba y aguas abajo del vertimiento puntual efluente de la PTAR.

Imagen 3. GPS



Fuente: propia



**5.1.3.1 Medición de caudal.** Para el desarrollo de esta actividad se seleccionaron dos puntos del sistema de tratamiento, el primer punto está ubicado en la cámara de alivio y el segundo en el canal de salida para determinar el caudal determinados por método de aforo con flotadores, su elección dependió del tipo de fuente superficial o vertimiento, características del sitio y condiciones al momento de su realización.

Imagen 4. Medición del caudal



Fuente: propia

### **Aforo con flotadores**

Para determinar el caudal efluente y afluente se utilizó el método de flotadores, se escogió una sección de cada canal y se demarcó una distancia determinada, posteriormente se colocó suavemente en la superficie del agua una pelota flotante y simultáneamente se activó el cronometro para medir el tiempo transcurrido hasta que la pelota terminara de recorrer la distancia demarcada.

### **Descripción del proceso**

Primero se determina el punto de muestreo, este será tomado como el punto 1 ya que es el punto donde se puede determinar con mayor facilidad el caudal de entrada al sistema.

Seguidamente se observa el punto 2 donde se determinó el caudal de salida del sistema.

Se demarca la longitud de una sección de la recta y en el punto de inicio se toma la altura de la lámina de agua cada hora para determinar el caudal promedio.

Se verifico el tipo de material del fondo del canal para identificar el factor (n) de acuerdo a la tabla que se presenta a continuación.

Tabla 4. Material fondo del canal

<b>MATERIAL DEL FONDO DEL CANAL</b>	
<b>FACTOR (n)</b>	<b>TIPO DE FONDO</b>
0,4- 0,52	Poco áspero
0,46 - 0,75	Grava con hierba y caña
0,58 - 0,7	Grava gruesa y piedras
0,7 - 0,9	Madera, hormigón o pavimento
0,62 - 0,75	Grava
0,65 - 0,83	Arcilla y arena

Posteriormente se procede a verificar que el cronometro esté en ceros, y que la pelota no presente ningún agujero, la pelota es colocada en el agua suavemente para evitar que éste no le imprima una fuerza adicional que pueda afectar la medición, simultáneamente se activa el cronometro, y se toma el tiempo que

transcurre la pelota en la longitud demarcada, éste proceso termina una vez la pelota llegue al final y a su vez se detiene el cronometro.

El procedimiento se realizó con repeticiones de 4 tomas para evitar margen de error, para determinar el caudal con los datos obtenidos se realiza teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$V = \frac{x}{t} \quad \frac{m}{s}$$

V: velocidad superficial (m/s)

X: longitud recorrida por el elemento flotante (m)

t: Tiempo recorrido por el elemento flotante (s)

El caudal se determina de la siguiente manera

$$Q = n * V * a$$

Q= Caudal en metro cubico por segundo

V= Velocidad superficial

Factor (n)

**5.1.3.2 Parámetros fisicoquímicos.** Para revisar el estado actual en que se encuentra el agua residual fue necesario realizar una serie de muestras, las cuales fueron tomadas en dos puntos estratégicos, la entrada (cámara de alivio) y en la salida (punto de vertimiento) de la planta de tratamiento, con el fin de realizar un análisis de acuerdo a la normatividad existente.



### **Descripción del procedimiento**

Antes de iniciar el muestreo fue importante tener claramente definido la forma de cómo serán tomadas las muestras, para ello se tuvo en cuenta la guía de caracterización de los vertimientos recomendada por el IDEAM. (IDEAM, 2007)

### **Tipo de muestreo**

El tipo de muestreo corresponde al muestreo manual ya que fue un sitio de fácil acceso y permite la toma de muestras sin ningún inconveniente, tanto en el punto de entrada como en el de salida de la planta.

### **Descripción del muestreo**

En el plan de muestreo, se recolectaron 2 muestras para el análisis de laboratorio donde cada muestra compuesta se creó a partir de 5 muestras puntuales para el punto 1 (entrada) y para el punto 2(salida). Donde para cada muestra simple se procede a realizar mediciones in situ de pH, Temperatura y Caudal como se muestra a continuación.

Imagen 5. Muestreo



Fuente propia.

Para el análisis de laboratorio se utilizó la muestra compuesta mezclando en un recipiente los volúmenes de cada porción necesarios según la siguiente fórmula:

$$V_i = \frac{V \cdot Q_i}{n \cdot Q_p}$$

Donde:

$V_i$  = volumen de cada alícuota o porción de muestra

$V$  = volumen total a componer

$Q_i$  = caudal instantáneo de cada muestra

$Q_p$  = caudal promedio durante el muestreo

$n$  = número de muestras tomadas

Una vez tomadas las muestras y siguiendo con los protocolos de conservación adecuados para la confiabilidad de los resultados por cuestiones económicas se enviaron a los laboratorios del SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA REGIONAL CAUCA CENTRO DE TELEINFORMÁTICA Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL, laboratorio de análisis ambientales, que no se encuentra certificado. El método y técnica de medida implementada se muestra a continuación:

Tabla 5. Método estándar empleado

Parámetro	Símbolo	Técnica Analítica	Unidad de medida
Demanda Biológica de Oxígeno DBO.	DBO	D Respirimetría Incubación 5	mgO <sub>2</sub> /L
Sólidos Suspendidos Totales SST	SST	D Gravimétrico Secado 103-105°C	ml/L
Potencial de Hidrógeno	pH	pHC 301 Sonda HQ40d	U de pH

Fuente Adaptación Laboratorio Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

### Preservación de las muestras

Para realizar el monitoreo de manera adecuada sin que se afecte la calidad de las muestras se tuvieron en cuenta las siguientes normas generales:

Se utilizaron envases de plástico de polietileno los cuales estuvieron completamente esterilizados, limpios y secos.

Se rotularon con tinta indeleble o etiqueta indicando nombre de la muestra fecha y hora (para el caso de muestras compuestas la hora de la última muestra simple adicionada).

Antes de llenar el envase se lavó dos veces con el agua de la muestra que se iba a recolectar.

Para llevar las muestras al laboratorio se mantuvo la muestra a temperatura de refrigeración (máximo de 4 a 8 °C)

## 5.2 FASE 2. ANÁLISIS DE LAS DOS MUESTRAS RECOLECTADAS

### Normatividad vigente.

Se analizó el cumplimiento de los parámetros evaluados respecto a la resolución 0631 de 2015 Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles.

Tabla 6. Parámetros y valores máximos permitidos

PARÁMETRO	UNIDADES	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00
Demanda biológica de oxígeno (DBO)	mg/L O <sub>2</sub>	90,00
Solidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L O <sub>2</sub>	50,00

(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)

Se evaluó la carga contaminante mediante la siguiente formula:

Calculo de la carga contaminante diaria (Cc).

$$Cc = Q \times C \times 0.0864 \times (t/24)$$

Dónde:

Cc = Carga Contaminante, en kilogramos por día (kg/día)

Q = Caudal promedio, en litros por segundo (l/s)

C = Concentración de la sustancia contaminante, en miligramos por litro (mg/l)

0.0864 = Factor de conversión de unidades

t = Tiempo de vertimiento del usuario, en horas por día (h)

(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

### **5.3 FASE 3. FORMULACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PARA VERTIMIENTOS DE LA PTAR.**

**5.3.1 Actividad 1. Recolección de información.** Para el desarrollo del análisis de riesgos, se utilizó información primaria y/o secundaria. La información secundaria utilizada fue obtenida de fuentes públicas oficiales (Servicio Geológico Colombiano, Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo - UDGR, Corporación Autónoma Regional – CRC. y Alcaldía Municipal). Se referenció de igual manera, la información primaria utilizada describiendo los mecanismos de recolección y las fechas en las que se realizó esta actividad. Para el manejo de la información se crearon fichas o formatos que facilitaron su manejo.

#### **5.3.2 Actividad 2. Elaboración del Plan de Gestión de Riesgo Para Vertimientos de la PTAR.**

Para elaborar el Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos PGRMV de las descargas residuales de la cabecera del Municipio de El Tambo Cauca, se contó con información primaria obtenida de algunas instituciones como la alcaldía Municipal. Esta información se complementó con revisión bibliográfica existente y aportada de los diferentes estudios realizados en el área de influencia del lugar de estudio, de donde se tomaron datos directos sobre cada uno de los componentes ambientales. Con la información obtenida, se estructuró la línea base ambiental, la cual refleja con detalle los principales componentes que están disponibles en el medio y que se encuentran en inmediaciones de las actividades propias que se desarrollan en la cabecera municipal de El Tambo. Se realizó un análisis de la incursión de las acciones generadas por los vertimientos y el posible grado de afectación en el área mediante la matriz “Manejo de los riesgos identificados en el agua residual de la cabecera municipal de El Tambo Cauca”.

La metodología para presentar el estudio se basó en los términos de referencia que se encuentran específicamente establecidos en la resolución 1514 de 2012 para formular los planes de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos, propuesta por el ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial.

También se tuvieron en cuenta las disposiciones legales establecidas y aplicables de forma general y específica para la actividad que desarrolla el generador de los vertimientos, así como la establecida por el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres.

## 6. RESULTADOS

Dentro del diseño metodológico de este proceso de investigación, el primer paso correspondió a la recolección de información y caracterización del área donde se encuentra ubicada la PTAR, realizando un análisis espacial, teniendo en cuenta la ubicación geográfica del terreno y la inspección preliminar en campo, localizando sus estructuras con la finalidad de determinar las probables fallas técnicas visibles, como fugas y puntos críticos que originan deficiencias en el proceso de tratamiento, además de la verificación de problemas estructurales entre otros.

### 6.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR está ubicada en el sector de Ríochiquito en la zona de periferia del municipio de El Tambo-Cauca, a 1.3 Km de distancia de la cabecera municipal.

Figura 3. Ubicación geográfica



(Google Earth, 2018)

A continuación se describe la localización de la PTAR de la cabecera municipal de El Tambo Cauca.

Tabla 7. Localización de la PTAR.

PTAR	
N	02°27'46.2"
W	76°48'28.8
Msnm	1717
Superficie total	4.807.68 m <sup>2</sup>

Fuente: propia

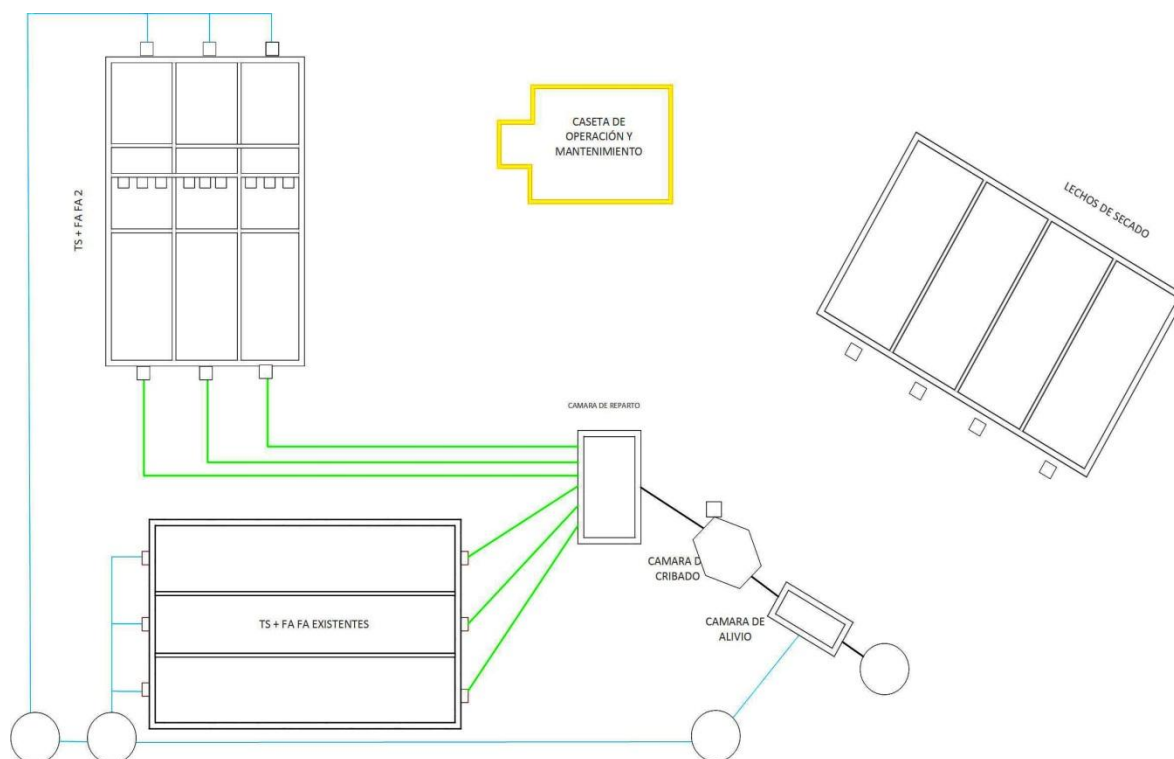
## 6.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la cabecera municipal de El Tambo Cauca corresponde al esquema tecnológico conformado por un Tanque Séptico con Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (TS+FAFA) el cual fue seleccionado por el equipo de diseño de la Corporación Autónoma Regional del Cauca de acuerdo a la aplicación de criterios de selección de alternativas y a las condiciones de la comunidad. La PTAR actualmente cuenta con tratamiento preliminar, primario y secundario, contando con una estructura de alivio de caudales de conexiones erradas e infiltración, cámara de reparto para 6 líneas de tratamiento, 6 líneas de tratamiento TS+FAFA. Para el manejo de los lodos se cuenta con lechos de secado de lodos con carga por bombeo y la línea de fuga o bypass se conecta a la línea de efluente de la PTAR que descarga al cabezal de entrega ubicado sobre el río Chiquito. (EMTAMBO, 2016)



A continuación se presentan los procesos que se realizan en la planta de tratamiento.

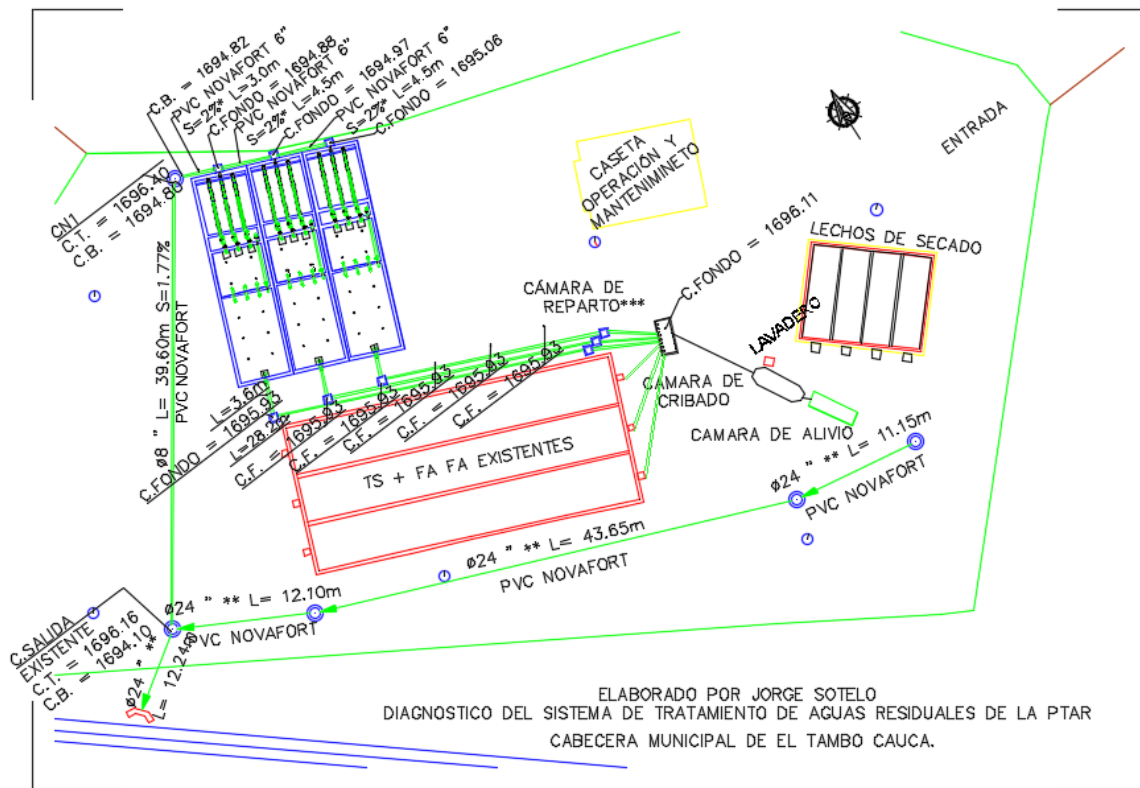
Figura 4. Diagrama de flujo PTAR Emtambo E.S.P.



Fuente: Propia

**6.2.1 Tiempo de funcionamiento.** La construcción del sistema de tratamiento de la PTAR data del año 1998 cuando se utilizaban tres líneas de tratamiento para tanque séptico y filtro FAFA con proyección a 20 años de vida útil, posteriormente se realizó la ampliación de 3 líneas adicionales en el año 2014 con proyección a 25 años de vida útil, para lo cual se realizó el levantamiento topográfico actualizado que se presenta a continuación.

Figura 5. Plano PTAR



Fuente: propia

**6.2.2 Caracterización del área de estudio.** Problemas más comunes en la operación de la PTAR de tecnología tanque séptico filtro anaerobio de flujo ascendente de EMTAMBO E.S.P.

De acuerdo al “Manual de operación y mantenimiento de sistemas de aguas residuales domesticas tecnología tanque séptico + filtro anaerobio de flujo ascendente” de la Corporación autónoma regional del Cauca C.R.C. (CRC, 2017). Se elaboró la matriz de diagnóstico para verificar los problemas existentes en la PTAR resultados que se muestran en la tabla número 8.

Tabla 8. Matriz de diagnostico

Tratamiento	Diagnóstico de las estructuras que componen la PTAR de Emtambo E.S.P.										
	Problemas	Malos olores		Insectos		Acumulación de materia		Anomalías de flujo		Filtraciones en estructura	
	Estructura	Existen		Existen		Existen		Existen		Existen	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Preliminar	Cámara de inspección inicial	X			X		X		X		X
	Cámara de alivio de caudal		X		X		X		X		X
	Cámara de cribado		X		X	X		X			X
	Cámara de distribución de caudal		X	X			X		X		X
Primario	Caja de inspección de entrada	X			X		X	X		X	
	Tanque séptico1		X		X		X		X	X	
	Tanque séptico2		X		X		X		X		X
	Cámara seca		X		X		X		X		X
Secundario	Filtro anaerobio de flujo ascendente FAFA1		X		X		X		X		X
	Filtro anaerobio de flujo ascendente FAFA2		X		X		X		X		X
	Caja de inspección de salida		X		X		X		X		X
Estructuras complementarias	Lecho de secado para lodos	X		X		X			X	X	
	Caseta para el operario	X			X		X		X		X
	Cerramiento perimetral	El cerramiento perimetral se encuentra en buenas condiciones.									
	Obras para el manejo de escorrentía superficial	Se vieron afectadas por la construcción de los nuevos módulos TS + FAFA.									

Fuente: propia

De acuerdo a la evaluación realizada para complementar el diagnóstico de las estructuras se tiene que:

La cámara de inspección inicial solo presenta problemas de malos olores, aspecto inevitable ya que es por donde ingresan las aguas residuales que apenas inician el proceso de tratamiento, problema que se mitigaría sembrando barreras vivas que consuman los gases e impidan el paso de los mismos.

La cámara de alivio de caudal cumple en su totalidad las funciones de sacar el exceso de agua residual que ingresa, no presenta arenas ni lodos lo que indica que se le realiza mantenimiento adecuado.

La cámara de cribado presenta inconvenientes de acumulación de materia y anomalías de flujo por la afectación de la rejilla que no ofrece el espacio recomendado entre barrotes, por una reparación realizada sin conocer las características para las que fue construida, el mantenimiento se debe realizar con mayor frecuencia específicamente en época de invierno para no disminuir la velocidad del flujo. La planta de tratamiento no posee un foso de residuos donde disponer el producto del mantenimiento de la cámara de cribado por lo que se dispone en una sección de los lechos de secado de lodos para ser transportados por el carro recolector de la empresa y dispuestos en el relleno sanitario La Yunga.

La cámara de distribución de caudal cumple con su función y posee accesorios adecuados que permiten el control del flujo y los procesos de limpieza, aunque presenta insectos (cucarachas) presenta una buena remoción de arenas y sedimentos acumulados.

Las cajas de inspección de entrada presencian falta de mantenimiento en el retiro de malezas y específicamente para las adjuntas al tanque séptico 1 se presentan malos olores, anomalías de flujo y filtraciones.

El tanque séptico 1 presenta filtraciones en la pared de la caja de inspección de entrada. Para las estructuras tanque séptico 1 y 2 no se realizó la medición del

espesor de la capa de lodos por falta de un traje especial y una vara con lienzo específica que se fracturó en el último mantenimiento; según el último registro realizado por el operador, la capa de natas es menor a 7.5 cm y el espesor de lodos mayor a 120 cm, valores que están dentro de las recomendaciones del manual de mantenimiento que formuló la empresa EMTAMBO E.S.P. No presenta crecimiento de plantas acuáticas.

La cámara seca presenta buenas condiciones en las válvulas de control y las tees donde se instala la tubería de succión, permiten el lavado de lodos y la inspección periódica, el espacio se encuentra seco sin proliferación de zancudos.

Los filtros anaerobios 1 y 2 presentan diferentes materiales filtrantes, para el FAFA 1 se encuentra el canto rodado y para el FAFA 2 las rosetas, por los tapones superiores de la cámara seca el agua fluye por gravedad normalmente lo que indica que no están colmatados.

Los lechos de secado para lodos se encuentran descubiertos, permitiendo la infiltración de agua lluvia, activando los lodos, generando proliferación de vectores y presencia de olores desagradables; seguidamente para recrudescer el problema de esta estructura se recolectan en ella todos los residuos de las unidades de tratamiento, La PTAR de EMTAMBO no tiene un manejo adecuado por falta del foso de residuos para su respectiva deshidratación e inactivación.

El emisor final de los lodos, como se mencionó anteriormente, es el relleno sanitario La Yunga, perteneciente a la empresa Serviaseo, donde se hace la recepción de los residuos directamente por estar ubicados dentro del mismo municipio. El cerramiento perimetral es adecuado aunque se presencia en la visita de inspección que un animal ingresó a la PTAR dejando excrementos. Existe la posibilidad de infiltración porque las obras de manejo de escorrentía superficial se vieron afectadas con la ampliación del sistema de tratamiento.

La caseta de operador se encontraba en buenas condiciones físicas pero las herramientas de uso en la PTAR se encontraban desordenadas, en los corredores

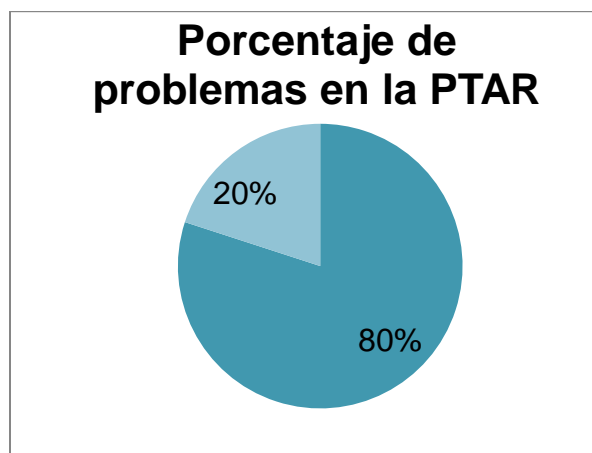
De acuerdo al diagnóstico realizado se elaboró la siguiente tabla 9. Donde se refleja el porcentaje de problemas que la PTAR de EMTAMBO E.S.P. presenta

Tabla 9. Porcentaje de problemas en la PTAR

Porcentaje de problemas en la PTAR		
Ítem	Puntos	Porcentaje
Si Existen	13	20%
No Existen	52	80%
Total	65	100%

De acuerdo a la matriz elaborada en el diagnóstico se puede decir que la PTAR del Municipio del Tambo Cauca presenta un 20% de los problemas más comunes que se encuentran en sistemas de tratamiento de aguas residuales con tecnología FAFA, con 13 puntos de 65 evaluados, el 80% restante se debe a la inexistencia de dichos problemas con 52 puntos de 65 aspectos evaluados, lo cual se representa en la siguiente gráfica.

Figura 6. Grafica de cumplimiento



Fuente: propia

### 6.3 TRABAJO DE CAMPO Y EFICIENCIA DE LA PTAR.

**6.3.1 Medición de Caudal.** Se realizó la medición de caudales en la entrada y salida del sistema de tratamiento durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre, en la entrada y salida de la PTAR.

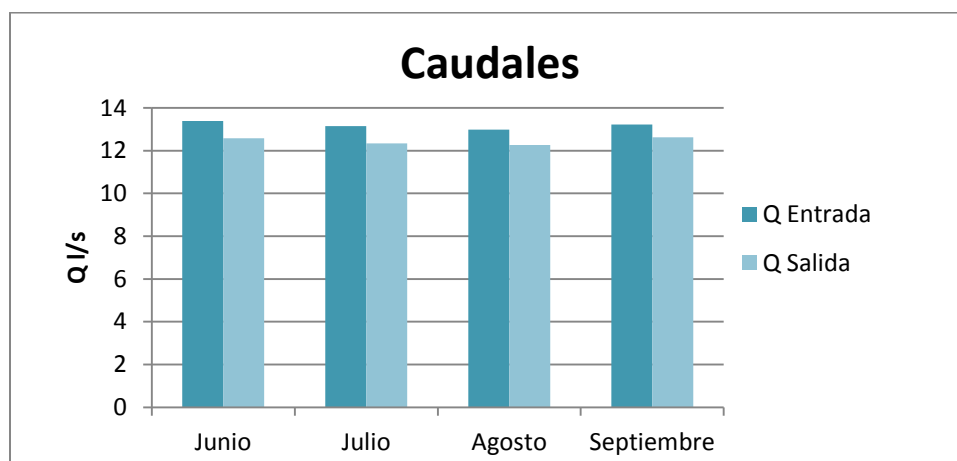
Tabla 10. Medición de Caudal y temperatura

Mes	Caudal de entrada		Caudal de salida		Temperatura
	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Caudal (l/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Caudal (l/s)	° centígrados
JUN	0,0133	13,38	0,0125	12,58	20
JUL	0,0131	13,14	0,0123	12,34	20
AGO	0,0129	12,98	0,0122	12,26	20
SEP	0,0132	13,22	0,0126	12,62	19

Fuente elaboración propia.

La anterior tabla presenta las mediciones de caudal de entrada y de salida realizadas durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre donde se evidenció que el caudal de entrada es mayor que el caudal de salida, las posibles causas pueden estar asociadas a la caracterización del tanque séptico 1 donde se presenta una fisura de la cámara de entrada, a continuación se presenta el gráfico de caudales de entrada y de salida en l/s.

Figura 7. Caudales



Fuente propia

En la figura 15, Se observa una constante en los caudales sin cambios vertiginosos, el caudal de salida disminuye en promedio 0,73 l/s, las posibles causas son el mal estado estructural del tanque séptico en el cual se evidencia una infiltración de aguas residuales a través de la capa freática.

### Pruebas Fisicoquímicas.

A través del laboratorio del Servicio Nacional de Aprendizaje, se realizó el 21 y 28 de septiembre de 2018 en la entrada y salida de la planta de la empresa EMTAMBO, un muestreo compuesto de 4 horas con intervalos de 60 minutos con alícuotas de 500 ml.

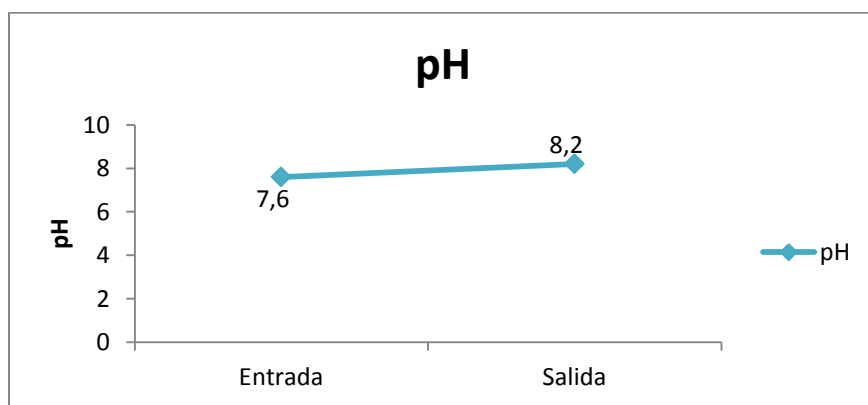


A continuación se reportan los resultados de los parámetros analizados.

Tabla 11. Resultados de parámetros analizados

Numero de muestra		Sitio de muestreo		Coordenadas	
01		Cámara de alivio de caudal		N 02°27'45.5" W 76°48'28.3"	
02		Punto de descarga a la fuente receptora		N 02°27'45.5" W 76°48'28.3"	
N° de Muestra	Hora	Temperatura	pH Unidad	Caudal l/s	
01	10:00 am	20°	7,6	12,3	
02	2:00 pm	20°	8,2	12,1	
Variable	Método	Unidad	Resultados		
			01	02	
DBO	SM 5210 B/SM 4500-OG	mg/l	209,03	40,74	
SST	SM 2540 D	mg/l	250,84	46,28	

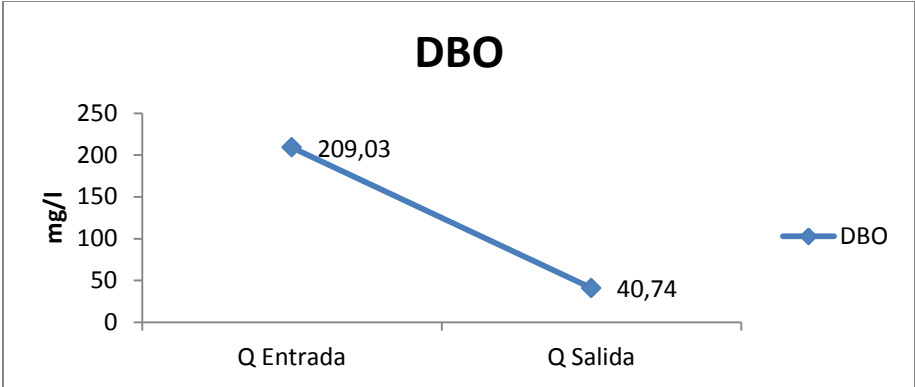
Figura 8. Datos de pH de entrada y salida de la PTAR



Fuente propia

Como se puede apreciar en la gráfica, el pH ingresa al sistema de tratamiento en un rango 7.6 unidades, y sale con un rango de 8,2 unidades El pH de salida se encuentra dentro del rango que la norma establece (entre 5 y 9 unidades).

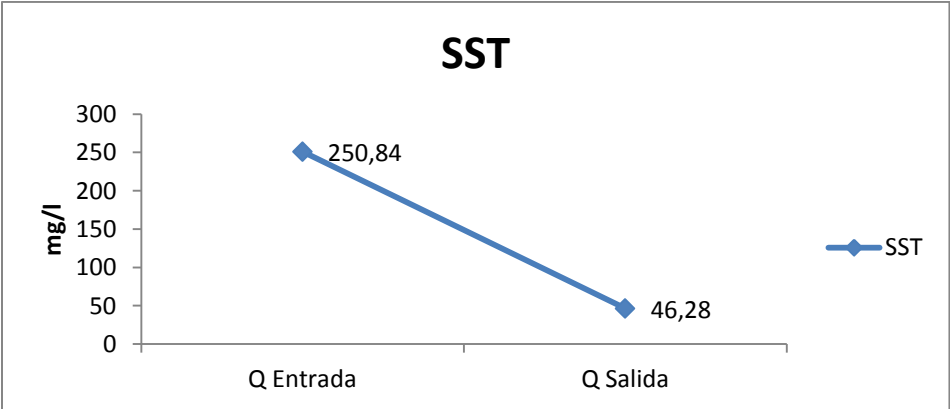
Figura 9. Datos de DBO de entrada y salida de la PTAR



Fuente propia

En la gráfica se puede evidenciar la reducción de la DBO es de 168,29 mg/l lo que permite disminuir notablemente los efectos de las descargas de la PTAR a la quebrada Rio Chiquito.

Figura 10. Datos de SST de la entrada y salida de la PTAR



Elaboración: fuente propia

En la gráfica se puede evidenciar que la reducción de los sólidos suspendidos totales es de 204,56 mg/l un alto contenido de sólidos en el afluente del filtro FAFA puede ocasionar taponamiento y el incremento en la operación por la remoción de sólidos acumulados dispuestos en los lechos de secado de manera inadecuada.

En la siguiente tabla se puede apreciar un comparativo de la normatividad legal vigente para vertimientos de aguas residuales, con los resultados obtenidos a partir del análisis de los datos de la caracterización de los vertimientos de la PTAR, se determinó el cumplimiento de la normatividad actual vigente, teniendo en cuenta los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de las aguas residuales de los prestadores de servicio público de alcantarillado, a cuerpos de aguas superficiales, lo que permite evidenciar que la planta de tratamiento de la cabecera municipal tiene condiciones aceptables para la operación.

Tabla 12. Comparación normatividad de vertimientos.

Parámetro	Unidad	Resultados		Normatividad		
		Salida	% remoción	Decreto	Decreto	Resolución
				1594 de 1984	3930 de 2010	0631 de 2015
pH	Unidades de pH	8,2	-	5-9	6,5-8,5	6-9
DBO	(mg/l)	40,74	80,51%	Remoción 30%	Remoción 80%	90,00 mg/l
SST	(mg/l)	46,28	81,55%	Remoción 50%	50,00 mg/l	50,00 mg/l

Elaboración fuente propia (adaptación normatividad).

## **6.4 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO Y MANEJO VERTIMIENTO**

De acuerdo al tercer objetivo, el cual es la formulación del PGRMV, se presenta una breve descripción de los componentes de este, con el fin de realizar una visión del alcance del plan.

### **Plan de Gestión del Riesgo Para el Manejo de Vertimientos.**

En el documento se estructura El Plan de Gestión del Riesgo Para el Manejo de Vertimientos de La Empresa de Servicios Públicos EMTAMBO, en el cual se analizan los riesgos implícitos en el tratamiento de la descarga generada por el Sistema de Tratamiento de Agua Residual y se proveen las medidas para el manejo respectivo el cual se compone como se describe a continuación:

#### **INTRODUCCIÓN**

El aumento de consumo para usos productivos, trae consigo el aumento de los vertimientos de aguas residuales, en consecuencia, se reduce la oferta hídrica en términos de calidad, y se aumentan los riesgos sobre la salud pública.

#### **OBJETIVO GENERAL.**

Desarrollar el Plan de Gestión del Riesgo Para el Manejo de Vertimientos, de las descargas provenientes de la cabecera municipal de El Tambo Cauca

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

Describir, identificar, analizar, evaluar y desarrollar medidas de prevención para formular el plan como herramienta para determinar la eficiencia y continuidad de las acciones formuladas

## METODOLOGÍA

La metodología para presentar el presente estudio se basó en los términos de referencia para formular los planes de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos, propuesta por el ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial.

## MARCO NORMATIVO

El Plan de Gestión del Riesgo Para el Manejo de Vertimientos de la cabecera Municipal de El Tambo Cauca, se enmarca en la normativa contemplada en el marco constitucional, las leyes y decretos nacionales y la normativa internacional.

## *DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL VERTIMIENTO*

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Localización del Municipio de El Tambo-Cauca.

El municipio de El Tambo, se ubica a 33 kilómetros de Popayán, capital del departamento, hacia el centro-occidente del departamento del Cauca a 2°27'15" de latitud y a 76°40'04" de longitud.

## *ANALISIS DE RIESGOS DEL SISTEMA DE VERTIMIENTO*

### IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Los impactos directos incluyen la disminución de molestias y peligros para la salud pública en el área del vertimiento, mejoramientos en la calidad de las aguas receptoras y aumento en los usos.

## *EVALUACIÓN DEL RIESGO (AMENAZA Y VULNERABILIDAD).*

### AMENAZA.

Las amenazas, se entienden como los eventos adversos asociados a un fenómeno físico de origen natural, tecnológico o social, y que pueden manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos a las personas, los bienes y al medio ambiente.

### VULNERABILIDAD

Es el grado estimado de daño o pérdida de un elemento o grupo de elementos expuestos como resultado de la ocurrencia de un fenómeno, de cierta magnitud o intensidad dada.

### RIESGO

Es el daño, destrucción o pérdida esperada, obtenida de la combinación de la probabilidad de ocurrencia de eventos adversos y la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas. El riesgo está siempre en función del tiempo y el espacio.

### PROTOCOLOS DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA

Los protocolos de emergencia y contingencia son procedimientos para responder oportuna y eficazmente en las situaciones de emergencias con el fin de controlar y reducir el impacto sobre la población, el medio natural, el sistema de vertimiento y los procesos productivos anexos.

### SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

El sistema de seguimiento y evaluación del plan de gestión de riesgo para el manejo de vertimientos de aguas residuales, provenientes de la cabecera Municipal de El Tambo Cauca, debe cubrir con lo propuesto en las medidas de

prevención y atención de riesgos, junto con las constantes actualizaciones y ajustes de los escenarios de riesgo.

### *MANTENIMIENTO DEL PLAN DE GESTION DE RIESGO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS*

#### ACTUALIZACIÓN Y VIGENCIA DEL PLAN

La Cabecera Municipal de El Tambo Cauca como generador del vertimiento deberá 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.

Para conocer de manera detallada el PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS ver anexo 4.

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 CONCLUSIONES**

La evaluación que se realizó a la planta de tratamiento, permitió determinar el estado actual de cada una de las estructuras que intervienen en los procesos de tratamiento, evidenciando inicialmente problemas estructurales por tiempo de funcionamiento del tanque séptico y el filtro anaerobio numero 1 puesto que ya cumplió su vida útil, en cuanto al lecho de secado se pudo evidenciar que cuenta con una estructura para techo pero este se encuentra en malas condiciones lo que representa un riesgo biológico inminente para el operador y para las viviendas aledañas a la planta de tratamiento.

En los análisis de las pruebas fisicoquímicas se evidencia el cumplimiento de los parámetros y los valores límites máximos permisibles para la Demanda Biológica de Oxígeno DBO y los Solidos Suspendidos Totales SST los cuales se encuentran dentro de parámetros permitidos por la resolución 0631 de 2015.

Se evidencia una pérdida del caudal de entrada con respecto al caudal de salida lo que hace necesario buscar una solución inmediata a la problemática de fractura de las cajas de inspección del tanque séptico numero 1 lo que está generando infiltración a la capa freática y contaminación al suelo.

En épocas de lluvia se presenta estancamiento de aguas lluvias provenientes de escorrentías de la vía de acceso y de una alcantarilla de la vía que pasa a un costado de la PTAR, para la cual el canal de desviación está en mal estado presentándose una infiltración en el tanque séptico 1 por motivo de fractura de la caja de inspección inicial, generado por la falta de mantenimiento de la caseta



para el operario en los cuales se observa objetos que pueden generar accidentes laborales para el operador.

## **7.2 RECOMENDACIONES**

Para el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales se recomienda reemplazar las estructuras averiadas como la rejilla de la cámara de cribado, el reemplazo de techo del lecho de secado que sea en teja tras lucida como medidas a corto plazo; en el caso del tanque séptico y filtro anaerobio se recomienda gestionar ante la alcaldía municipal el estudio que permita mejorar las filtraciones presentes en estos sistemas que presentan un riesgo inminente tanto para el operador como para la comunidad en general.

La empresa de servicios públicos deberá velar por el cumplimiento de los cronogramas establecidos en el programa de operación y mantenimiento periódico asignando el personal necesario, como primera medida para lograr así el cumplimiento de los parámetros establecidos en la normatividad vigente.

El operador de la planta de tratamiento deberá ejecutar actividades como el mantenimiento de los alrededores de la PTAR tanto en la parte de zonas verdes como en las áreas de descanso para minimizar el riesgo de accidentes laborales.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía del Municipal de El Tambo. (2016). Plan de Desarrollo 2016 - 2019. «Por el Tambo que queremos». Recuperado a partir de <https://goo.gl/rHFIDS>

Alfonso, G., De, V., & Ríos, L. (2016). Evaluación Del Manejo Y Saneamiento De Vertimientos Municipales Basados En El Marco Del Cumplimiento De La Resolución 631 Del 17 De Marzo De 2015-Estudio De Caso -Departamento Del Tolima, 159. Recuperado a partir de [http://www.bdigital.unal.edu.co/54654/1/93061049.2016 .pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/54654/1/93061049.2016.pdf)

Arnáiz, C., Isac, L., & Lebrato, J. M. (2000). Tratamiento biológico de aguas residuales. *Tecnología del Agua*, 198, 20.

Becerra., J. M. L., & Gutiérrez., M. I. O. (2013). SISTEMAS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN COLOMBIA. Recuperado a partir de <http://bdigital.unal.edu.co/11112/1/marthaisabelorjuela2013.pdf>

Becerril Bravo, J. E. (2009). Contaminantes emergentes en el agua. *Revista Digital Universitaria*, 10(8), 1-7. <https://doi.org/10.2225/vol14-issue6-fulltext-8>

Carlos, J., & Luna, M. (2016). Especialización en recursos hidráulicos y medio ambiente.

Colombia Presidencia de la República. (1974). Decreto 2811 de 1974: « Por el cual se dicta el código Nacional de Recursos Naturales Renovables y Protección al Medio Ambiente», 1974(diciembre 18), 71. <https://doi.org/10.1111/j.0954-6820.1937.tb03385.x>

Congreso de Colombia. (1993). Ley 99. *Congreso de Colombia*, 44. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

CONGRESO DE COLOMBIA. (1997). LEY 373 DE 1997.

Congreso de Colombia. (1979). LEY 9 DE 1979, 215.

Congreso de Colombia. *Constitucion Politica de Colombia*, Congreso de Colombia § (1991). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Congreso de la República. (1994). Ley 142 de 1994 Servicios públicos domiciliarios.

CRC. (2016). SEGUIMIENTO Y CONTROL A LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DEL DEPARTAMENTO. Recuperado a partir de <http://www.crc.gov.co/index.php/146-seguimiento-y-control-a-las-plantas-de-tratamiento-del-departamento>

CRC. (2017). Manual de Operación y Mantenimiento de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas. Tecnología tanque septico + fafa.

Easy Cencosud. (2018). Filtro Colmena Plástico (Roseta). Recuperado a partir de <https://www.easy.com.co/p/filtro-colmena-plastico/>

EMTAMBO. (1998). *SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE EL TAMBO CAUCA*.

EMTAMBO. (2016). ALCANTARILLADO. Recuperado a partir de <http://emtambo.com.co/node/38>

Fallis, A. . (2013). Guía Para El Monitoreo De Vertimientos, Aguas Superficiales Y Subterráneas. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689-1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Gobierno de España. (2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*, 295(10 de diciembre), 27548-27562. Recuperado a partir de <http://www.boe.es>

Google Earth. (2018). Google Earth Pro. *Geospatial Solutions*.

GTZ; Cooperación Técnica Alemana. (s. f.). División 42 Gobernabilidad y Democracia Manual El análisis de riesgo – una base para la gestión de riesgo de desastres naturales.

IDEAM. (2007). INSTRUCTIVO PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES 1.

Limón Macías, J. G. (2013). Tratamiento De Aguas Residuales , ¿ Problema O Recurso ? *Los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales, ¿problema o recurso?*, 45.

Miisterio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Resolución 1514.

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Sostenible. (2003). *Decreto 3100 de 2003. Ministerio de Ambiente Vivienda y desarrollo territorial*.

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011). Términos de Referencia. Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos, 15. Recuperado a partir de [http://www.minambiente.gov.co/documentos/3195\\_RESOLUCION\\_1631\\_COMITE](http://www.minambiente.gov.co/documentos/3195_RESOLUCION_1631_COMITE)

\_GEL\_MAVDT.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). Decreto 3930 de 2010. *Diario Oficial*, 2010, 26.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Resolución 0631 de 2015. 17 De Marzo, 62. Recuperado a partir de [http://www.fenavi.org/images/stories/estadisticas/article/3167/Resolucion\\_0631\\_17\\_marzo\\_2015.pdf](http://www.fenavi.org/images/stories/estadisticas/article/3167/Resolucion_0631_17_marzo_2015.pdf)

Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS - 2000. *Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Basico Ras -2000, TITULO B*, 206. Recuperado a partir de [http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/4.\\_Sistemas\\_de\\_acueducto.pdf](http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/4._Sistemas_de_acueducto.pdf)

Ministerio de Salud y Protección Social -MINSALUD-. (2016). Informe Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano INCA 2015. *file:///C:/Users/Personal/Desktop/protocolo de muestreo-cathalac.pdf*. <https://doi.org/10.1016/j.jsha.2009.10.007>

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2017). resolución 0330 de 2017. Recuperado a partir de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330-2017.pdf>

Ministerio del Interior y de Justicia. (2009). Guía Municipal para la Gestión del Riesgo, 150.

Moreno, J. (2017). Siete de cada diez municipios no tratan sus aguas residuales. *Vida - Medio Ambiente*. Recuperado a partir de

<http://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/tratamiento-de-aguas-residuales-en-colombia-69962>

Morgan, J., Revah, S. & Noyola, a. (2015). Malos Olores En Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales: Su Control a Través De Procesos Biotecnológicos. *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*, 1(5), 12. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

NOM-002-ECOL-1996. (1998). Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano municipal. *Diario Oficial de la federación*, 1-14.

Osorio, P. (2003). Sistemas De Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas Empleados Por La Cvc En El Sector Rural Del Departamento Del Valle Del Cauca - Colombia. *Seminario internacional sobre métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales*, 162-168. Recuperado a partir de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/agua2003/sist.pdf%5Cnhttp://cinara.univalle.edu.co/archivos/pdf/41.pdf>

Pulido, S. (2006). PTAR- UNIMINUTO.

Rocha, E. (2011). *Desinfección y métodos de desinfección del agua. Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas*. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-31.3.251>

Romero-Aguilar, M., Colín-Cruz, A., Sánchez-Salinas, E., & Ortiz-Hernández, M. L. (2009). Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: Evaluación de la remoción de la carga orgánica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 25(3), 157-167.

Sánchez Ortiz, A. I., & Matsumoto, T. (2012). Evaluación del desempeño de la planta de tratamiento de aguas residuales urbanas de ILHA Solteira ( SP ) por lagunas facultativas primarias. *Ingeniería y Desarrollo*, 30, 199-222.

Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica. (2010). Directrices para la evaluación ecológica rápida de la biodiversidad de las zonas costeras, marinas y de aguas continentales. *Informe Técnico Ramsar N°1*, 3-54.

SUAREZ MARMOLEJO, CLAUDIA LORENA; Rodríguez, Jenny; Torres Lozada, P. (UNIVERSIDAD D. V., & - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE INGENIERIA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE). (2010). Tratamiento de aguas residuales municipales en el Valle del Cauca. *NOVIEMBRE 2 de 2010*, 119. Recuperado a partir de [http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/W5-3\\_GEN\\_PHD\\_D5.3.12\\_MSc\\_Suarez\\_Municipal\\_wastewater\\_treatment\\_Valle\\_del\\_Cauca.pdf](http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/W5-3_GEN_PHD_D5.3.12_MSc_Suarez_Municipal_wastewater_treatment_Valle_del_Cauca.pdf)

UNESCO. (2017). Aguas residuales. El recurso desaprovechado. Resumen ejecutivo. *Boletín IIE*.


Usma, J. I., Gutiérrez, O. D., Gil, M. J., & Soto, A. M. (2013). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Producción más Limpia*, 7(2), 52-73. Recuperado a partir de <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/pl/article/view/265>

Verdecora. (2018). Canto Rodado blanco. Recuperado a partir de <https://verdecora.es/piedras-y-arena-para-jardin/313063-canto-rodado-blanco-1218-bote-7-kg.html>



## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Formato de laboratorio SENA

 <p>SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE</p>	<p>SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE          SENA REGIONAL CAUCA          CENTRO DE TELEINFORMÁTICA Y          PRODUCCIÓN INDUSTRIAL – CTPI          LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES          PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTO</p>	<p>Versión:           Fecha:</p>
---	--	--

#### Donde

**Q** = caudal, **m<sup>3</sup>/s**


**V** = Velocidad superficial, **m/s** **A** = Área transversal promedio,

**m<sup>2</sup>** **n** = Factor que depende del material del fondo del canal:

#### CADENA DE CUSTODIA

CADENA DE CUSTODIA				
Diseño: Juan David Rojas				
MUESTRA:				
ACCIÓN	LUGAR	HORA INICIO	HORA FINALIZACION	RESPONSABLE
Muestreo				
Transporte				
Almacenamiento				
Análisis				

## Anexo 2. Resultado de laboratorio

 SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE	SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA REGIONAL CAUCA CENTRO DE TELEINFORMÁTICA Y PRODUCCION INDUSTRIAL – CTPI LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTO	Fecha: 29/09/2018

### Muestreo:

Fecha de muestreo	Septiembre 29 de 2018
Lugar de Muestreo	PTAR EMTAMBO E.S.P.
Procedimiento de muestreo	Muestra compuesta
Condiciones ambientales	Soleado

### Identificación de la muestra

Numero de muestra	Sitio de muestreo	Coordenadas
01	Cámara de alivio de caudal	N 02°27'45.5" W 76°48'28.3"
02	Punto de descarga a la fuente receptora	N 02°27'45.5" W 76°48'28.3"

### VARIABLES IN SITU

N° de Muestra	Hora	Temperatura	pH Unidad	Caudal l/s
01	10:00 am	20°	7,6	12,3
02	2:00 pm	20°	8,2	12,1

### Resultados de laboratorio

Variable	Método	Unidad	Resultados	
			01	02
DBO	SM 5210 B/SM 4500-OG	mg/l	209,03	40,74
SST	SM 2540 D	mg/l	250,84	46,28

### Observaciones:

- Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas.
- Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.

Anexo 3. Rotulo

**RÓTULOS**

<b>RÓTULO TOMA DE MUESTRA</b>		
MUESTRA DE.	FECHA:	HORA:
LUGAR DE MUESTREO:	RESPONSABLE:	
	PARÁMETROS IN-SITU	
OBSERVACIONES		

## Anexo 4. Programa de gestión de riesgo de vertimientos



## **Plan de Gestión del Riesgo Para el Manejo de Vertimientos.**

**Elaborado por: Jorge Guillermo Sotelo Serrato**

---

**EMTAMBO E.S.P.  
Municipio El Tambo Cauca.**

En este documento se estructura El Plan de Gestión del Riesgo Para el Manejo de Vertimientos de La Empresa de Servicios Públicos EMTAMBO, en el cual se analizan los riesgos implícitos en el tratamiento de la descarga generada por el Sistema de Tratamiento de Agua Residual y se proveen las medidas para el manejo respectivo.

## CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 OBJETIVOS	9
1.1.1 Objetivo General.	9
1.1.2 Objetivos Específicos.	9
1.1 ALCANCE	10
1.2 METODOLOGÍA	11
1.3 MARCO NORMATIVO	12
2. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL VERTIMIENTO	14
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	14
2.1.1 Localización del Municipio de El Tambo-Cauca.	14
2.1.2 Características y Actividades del Municipio de El Tambo Cauca.	15
2.1.2.1 <i>Procesos Productivos del Municipio de El Tambo Cauca.</i>	16
2.1.3 <i>Infraestructura Existente.</i>	17
2.1.3.1 <i>Infraestructura Aérea</i>	18
2.1.3.2 <i>Infraestructura Terrestre.</i>	18
2.1.3.3 <i>Infraestructura Fluvial.</i>	18
2.1.3.4 <i>Servicios Públicos.</i>	18
2.2 Descripción del medio	18

2.2.1 Precipitación.	19
2.2.2 Temperatura y Humedad Relativa.	19
2.2.3 Evaporación.	19
2.2.4 Biodiversidad, Flora y Fauna.	19
2.3 Características e Influencias del Sistema de Tratamiento.	20
2.3.1 Ubicación y Descripción de los Vertimientos	21
2.3.2 Descripción del Sistema de Tratamiento.	22
2.4 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA CABECERA MUNICIPAL DE EL TAMBO CAUCA	26
3. ANALISIS DE RIESGOS DEL SISTEMA DE VERTIMIENTO	28
3.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO	28
3.1.2 Evaluación del Riesgo (Amenaza y Vulnerabilidad).	29
3.1.2.1 Amenaza.	29
3.1.2.2 Vulnerabilidad	31
3.1.2.3 Riesgo	32
4. PROTOCOLOS DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA	39
5. SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN	41
6. MANTENIMIENTO DEL PLAN DE GESTION DE RIESGO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS	43
7. ACTUALIZACIÓN Y VIGENCIA DEL PLAN	44
8. BIBLIOGRAFIA	45

9. ANEXOS	46
9.1 FORMATO EVALUACIÓN DE DAÑOS	46



## LISTADO DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Localización del Vertimiento	21
Tabla 2. Caudal descarga	21
Tabla 3. Frecuencia de Descarga Expresada en día/mes	21
Tabla 4. Frecuencia de Descarga hora/día	21
Tabla 5. Tipo de Flujo de la Descarga	21
Tabla 6. Características del Vertimiento Quebrada Rio Chiquito	22
Tabla 7. Características Hidráulicas Tanque Séptico sistema 1 y 2	23
Tabla 8. Características Hidráulicas FAFA	24
Tabla 9. Impactos Ambientales Negativos Generados	27
Tabla 10. Medidas Estratégicas Para Atender los Impactos Ambientales.	27
Tabla 11. Amenazas Naturales	30
Tabla 12. Amenazas tecnológicas	30
Tabla 13. Amenazas sociales	30
Tabla 14. Valoración cualitativa y cuantitativa de las amenazas	31
Tabla 15. Valoración vulnerabilidad	31
Tabla 16. Valoración cualitativa y cuantitativa del riesgo	33
Tabla 17. Recomendaciones Control del Riesgo	33

Tabla 18. Manejo de los riesgos identificados en el agua residual de la cabecera municipal de El Tambo Cauca.	35
Tabla 19. Medidas preventivas o de atención	36
Tabla 20. Ficha de control 1	39
Tabla 21. Ficha de control 2	40
Tabla 22. Ficha de control 3.	40
Tabla 23. Ficha de control 4	41
Tabla 24. Indicadores propuestos para el plan de Gestión de Riesgos Para el Manejo de Vertimientos.	42

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Localización Municipio de El Tambo en el Departamento del Cauca	14
Figura 2. Ubicación de punto de vertimiento en la cabecera Municipal	14
Figura 3 . Ubicación del Municipio de El Tambo Cauca a nivel Nacional	15
Figura 4. Fuente receptora.	20
Figura 5. Diagrama de flujo del sistema de tratamiento	22
Figura 6. Material soporte FAFA sistema de filtro 1	25
Figura 7. Material Soporte FAFA sistema de filtro 2	25

## 1. INTRODUCCIÓN

La calidad del recurso hídrico es un factor que limita la disponibilidad y restringe su uso para las actividades propias del desarrollo económico y social de los municipios y regiones, restringe los procesos y funciones ecológicas de los ecosistemas. El aumento de consumo para usos productivos, trae consigo el aumento de los vertimientos de aguas residuales, en consecuencia, se reduce la oferta hídrica en términos de calidad, y se aumentan los riesgos sobre la salud pública.

En este sentido, la evacuación de las aguas residuales, y la descontaminación de las corrientes y cuerpos de agua afectados por vertimientos de aguas residuales; así como también, la obligación del mejoramiento de la calidad del recurso hídrico, como una responsabilidad social y ambiental con los habitantes de una región es del ente generador de dichos vertimientos para nuestro caso la población del Municipio del Tambo Cauca.

Por su parte, corresponde al Gobierno Nacional definir las políticas y lineamientos para el fortalecimiento de la capacidad de gestión y control de los efectos ambientales producto de las actividades económicas de la población. Por ello, la Dirección de Agua Potable, Saneamiento Básico y Ambiental -DAPSBA- del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT- (hoy día Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), ha elaborado una serie de documentos, con el propósito de consignar los lineamientos de política de manejo del recurso hídrico. Entre ellos se tiene el decreto 3930 de 2010 y el decreto 4728 de 2010.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo General.**

Desarrollar el Plan de Gestión del Riesgo Para el Manejo de Vertimientos, de las descargas provenientes de la cabecera municipal de El Tambo Cauca, correspondiente a los usuarios del servicio de alcantarillado, complemento del plan de manejo de vertimientos del Municipio de El Tambo Cauca, contemplando los criterios técnicos definidos en los términos de referencia dispuestos por la autoridad Competente.

### **1.1.2 Objetivos Específicos.**

- Describir los diferentes procesos y operaciones a realizar en el proyecto, caracterizando las entradas, salidas, tecnología a emplear, riesgos, desechos (sólidos, líquidos), residuos de difícil manejo, emisiones atmosféricas y sistemas de control, toda vez que sean pertinentes al estudio que se realizará.
- Identificar y dimensionar los impactos ambientales que se derivan de los vertimientos en cuestión, como instrumento de gestión ambiental para diseñar las estrategias que regulen las actividades y procesos que enmarcan la categoría del vertimiento
- Identificar, analizar y evaluar los riesgos que se generan de los vertimientos.
- Desarrollar las medidas de prevención, mitigación y corrección, además de los protocolos de emergencia (si aplica).
- Diseñar el programa de rehabilitación y recuperación del medio afectado por el vertimiento.
- Formular un sistema de seguimiento y evaluación del plan, como herramienta para determinar la eficiencia y continuidad de las actividades formuladas

## 1.1 ALCANCE

El Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos PGRMV, es un instrumento de gestión que permite además de obtener el permiso de vertimiento ante la autoridad ambiental competente, ofrece una serie de pautas que garantizan el mínimo de imprevistos en cuanto a la gestión y tratamiento de las aguas residuales para el Municipio de El Tambo Cauca. Todas las personas naturales o jurídicas de derecho público o privado que desarrollen actividades industriales, comerciales o de servicios que generen vertimientos a un cuerpo de agua o al suelo, deben formular su propio PGRMV e incorporar en él las acciones y procedimientos a implementar por parte del generador, para prevenir, evitar, reducir o corregir las fallas que se puedan presentar en cualquier punto de tratamiento de AR, en lo correspondiente al desarrollo de las actividades diarias del Municipio de El Tambo Cauca.

Siendo así, todas las actividades plasmadas en este documento estarán enmarcadas en los vertimientos de agua residual doméstica, provenientes de los procesos que adelanta la empresa de servicios públicos EMTAMBO, y que realiza todas estas descargas de la cabecera municipal de El Tambo Cauca.

Entre las principales acciones de este plan, se encuentran la determinación e identificación de los riesgos e impactos Ambientales más importantes, producidos por las actividades de vertimiento de aguas residuales post tratamiento. Esta identificación se realizará mediante levantamiento de información en campo y evaluaciones cuantitativas de los riesgos e impactos de acuerdo a los distintos métodos ya establecidos.

Para la formulación de los planes, se utilizan métodos multiobjetivo, que permiten priorizar problemáticas y garantizan la objetividad en la priorización de programas, proyectos y la participación de los actores claves. Para el caso particular, el documento guía y base de este estudio es TERMINOS DE REFERENCIA PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS, emitida por el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial desde la dirección de ecosistemas por el grupo de recurso hídrico. (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2011).

La autoridad ambiental encargada de realizar la evaluación y seguimiento al presente estudio será la Corporación Autónoma Regional del Cauca -CRC- ubicada en el municipio de Popayán departamento del Cauca.

## 1.2 METODOLOGÍA

Para elaborar el Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos - PGRMV- de las descargas residuales de la cabecera del Municipio de El Tambo Cauca, se contó con información primaria obtenida de algunas instituciones como: IGAC, IDEAM, INGEOMINAS, Municipio de El Tambo y Alcaldía Municipal. Esta información se complementó con revisión bibliográfica existente y aportada de los diferentes estudios realizados en el área de influencia del lugar de estudio, de donde se tomaron datos directos sobre cada uno de los componentes ambientales. Con la información obtenida, se estructuró la línea base ambiental, la cual refleja con detalle los principales componentes que están disponibles en el medio y que se encuentran en inmediaciones de las actividades propias que se desarrollan en la cabecera Municipal de El Tambo. Se realizó un análisis de la incursión de las acciones generadas por los vertimientos y el posible grado de afectación en el área.

La metodología para presentar el presente estudio se basó en los términos de referencia para formular los planes de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos, propuesta por el ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial.

También se tuvieron en cuenta las disposiciones legales establecidas y aplicables de forma general y específica para la actividad que desarrolla el generador de los vertimientos, así como la establecida por el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres.

### 1.3 MARCO NORMATIVO

El Plan de Gestión del Riesgo Para el Manejo de Vertimientos de la cabecera Municipal de El Tambo Cauca, se enmarca en la normativa contemplada en el marco constitucional, las leyes y decretos nacionales y la normativa internacional.

Dentro del contexto normativo de la Constitución Política, se consagraron los principales fundamentos políticos y jurídicos que apuntan a hacer viable el desarrollo sostenible del país.

Los principales contenidos de cerca de ochenta disposiciones constitucionales que se refieren, directa o indirectamente, a aspectos ambientales, pueden ser articulados en torno a los siguientes ejes temáticos:

- El estado asume la responsabilidad sobre el manejo del patrimonio cultural y natural del país.
- Son objetivos primordiales de la economía nacional la búsqueda de un desarrollo equilibrado garantizando un medio ambiente sano, a través de la planeación y la incorporación de la dimensión ambiental en la contabilidad nacional y en los planes de desarrollo.
- Se reconoce y reivindica la diversidad cultural y biológica del país.
- La participación social y ciudadana y la educación, son elementos fundamentales para hacer posibles la construcción de una cultura ambiental.
- Función ecológica de la propiedad, como elemento constitutivo de la función social. Se consagra también expresamente la función social de la actividad empresarial, de lo que se desprende también la función ecológica de esta actividad.

A continuación, se describe de manera cronológica la normativa general ambiental aplicable al presente estudio, y que se encuentra vigente a la fecha:

Decreto 3930 de 2010. Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Usos del agua y residuos Líquidos.

Decreto 4728 de 2010. Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo



Territorial. Usos del agua y residuos Líquidos.

Decreto 4741 de 2005. Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

Resolución 1433 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por el cual se reglamenta el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos -PSMV-.

Decreto 2676 de Diciembre de 2000. Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.

Ley 99 de 1993. Se crea el ministerio del medio ambiente y se organiza el SINA.

Decreto 1594 de 1984, en sus artículos 20 y 21. Ministerio de Agricultura. Usos del agua y residuos líquidos.

Ley 09 de 1979. Código sanitario nacional.

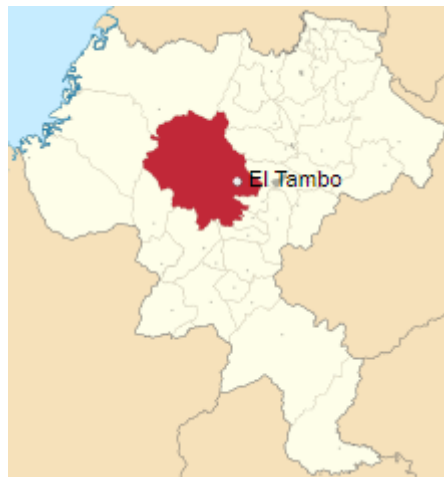
Decreto 1541 de 1978. Para cumplir los objetivos establecidos por el artículo 2 del decreto - Ley 2811 de 1974.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL VERTIMIENTO

### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

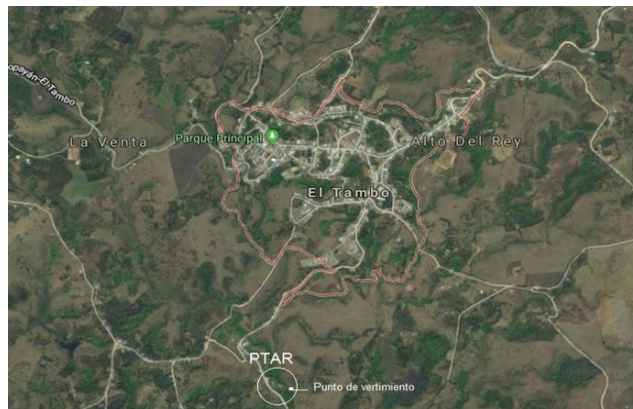
**2.1.1 Localización del Municipio de El Tambo-Cauca.** El municipio de El Tambo, se ubica a 33 kilómetros de Popayán, capital del departamento, hacia el centro-occidente del departamento del Cauca a  $2^{\circ}27'15''$  de latitud y a  $76^{\circ}40'04''$  de longitud.

Figura 11. Localización Municipio de El Tambo en el Departamento del Cauca



Fuente (Alcaldía de El Tambo Cauca, 2015)

Figura 12. Ubicación de punto de vertimiento en la cabecera Municipal



Fuente(Google Earth, 2018)

Figura 13 . Ubicación del Municipio de El Tambo Cauca a nivel Nacional



Fuente (Alcaldía de El Tambo Cauca, 2015)

El Tambo se encuentra ubicado sobre la cordillera occidental y es el segundo Municipio con mayor área territorial del Departamento del Cauca, con una extensión de 3.280 Km<sup>2</sup>, los cuales representan el 8,9% del total del área Departamental. Limita al norte con el Municipio de López de Micay, al sur con los municipios de Patía, La Sierra y Argelia, al oriente con los municipios de Morales, Cajibío, Popayán, Timbío y Rosas y al occidente con el Municipio de Guapi.

**2.1.2 Características y Actividades del Municipio de El Tambo Cauca.** El Tambo es el mayor productor de chontaduro en Colombia. Las temporadas de cosecha son, la primera entre enero y marzo, y la segunda entre agosto y noviembre. En la primera cosecha del año 2005 la región aportó unas seis mil toneladas, equivalentes al 50% de la producción nacional de chontaduro. Todo este producido se genera en la vereda Cuatro Esquinas.

El municipio también produce café, yuca, plátano, caña panelera y fique.

Las actividades productivas y sus tendencias de desarrollo se presentan en cada uno de los corregimientos agrupados en tres grandes regiones: La Región del Río Patía, la Región del Río Micay y la Región del Alto Cauca.

**2.1.2.1 Procesos Productivos del Municipio de El Tambo Cauca.** El Tambo desde el punto de vista de su vocación económica es un Municipio eminentemente agrícola, siendo consecuente con la distribución poblacional entre rural (93%) y urbana (7%). Su economía está soportada principalmente por; la producción cafetera intercalada con plátano y le siguen en orden de importancia la caña panelera, el maíz, frijol, lulo, chontaduro, yuca, fique, entre otros de menor importancia De acuerdo con el Programa Agropecuario Municipal (PAM) de 1994,

estos cultivos, con excepción del café, se desarrollan con deficientes tecnologías y prácticas de manejo que inciden en la baja producción por hectárea, además la producción se genera en zonas marginadas y alejadas que no cuentan con una eficiente estructura de transporte y vías, de tal forma, que afectan el abastecimiento regular de los mercados locales y regionales. (Alcaldía de El Tambo Cauca, 2015).

**LA ECONOMIA DE LOS CULTIVOS PERMANENTES Y SEMIPERMANENTES** Sin lugar a dudas en el ámbito nacional, el café ha sido el motor del desarrollo de la economía colombiana desde principios de siglo, de tal forma que históricamente se constituyó en la fuente de ahorro más importante del país para financiar el desarrollo industrial colombiano. Esto deja como ejemplo que el nivel de actividad económico generado por la actividad cafetera ha permitido reinvertir los excedentes en actividades de transformación y comercial que generen mayor valor agregado y permitan dinamizar el empleo (Alcaldía del Municipal de El Tambo, 2016).

**ECONOMIA FORESTAL** La actividad forestal en el Municipio de El Tambo es desarrollada por la empresa Smurfit Cartón de Colombia, la cual explota tierras propias y bajo sistema de “cuentas de participación. Sin duda, en términos de área de aprovechamiento, junto con el café, la actividad forestal representa un importante renglón económico del municipio de El Tambo, más aún si se tiene en cuenta que de las 12.362 hectáreas en propiedad de Smurfit Cartón de Colombia en el Departamento del Cauca el 35,4% están ubicadas en este municipio, constituyéndose en el primero del departamento en área aprovechable comercialmente. (Alcaldía del Municipal de El Tambo, 2016)

**GANADO BOVINO** de acuerdo con el censo agropecuario del municipio de El Tambo la población de reses en este municipio es de 14.200 cabezas de ganado bovino, de los cuales 47,18% son machos y el 52,82% restantes hembras. De la población total de bovinos, el 65,49% de las reses tienen menos de dos (2) años y el porcentaje restante son potencialmente para el sacrificio y comercialización de carne. Los precios al productor de la carne, resultan ser relativamente más

estables que los del consumidor. Ello indica que de alguna forma en la comercialización existen condiciones monopólicas que no permiten una transparencia en la formación del precio de mercado la leche, sino que éste es formado por agentes privados que dominan el mercado Como base para la actividad ganadera, en el Municipio de El Tambo existen unas 81.200 hectáreas sembradas con pastos, de las cuales el 92,36% son praderas tradicionales, un 3,7% (3.000 has) son pastos sembrados en praderas mejoradas y el porcentaje restante (3,94%) es pasto de corte.

**GANADO PORCINO** El inventario de este tipo de ganado en El Tambo indica que a la fecha existían unas 950 unidades, 63,16% (600) hembras y el resto machos (350). De acuerdo con el inventario, el 37,5% de las hembras mayores de seis (6) meses (400) son dedicadas a la producción de cría, y mensualmente se sacrifican unas 25 unidades para el consumo doméstico.

**ECONOMIA MINERA: EL ORO** Una de las veredas que más está identificada con la explotación de este mineral es la población de Fondas, en la cual el 50% de la población está dedicada a la minería y el otro porcentaje restante a la agricultura, especialmente a la producción de café, cabuya, panela y pino de propiedad de Smurfit Cartón de Colombia. **EL CARBÓN** La explotación minera en la zona es artesanal, no hay planeamientos técnicos de avance minero ni conocimiento geológico de la zona, en general se adelantan labores de descuñe de explotaciones antiguas en condiciones anti técnicas y la forma de comercialización del carbón es por medio de PROCARBÓN S.A. Las diferentes minas que existen en la zona son: • Mina La Honda y El Recuerdo: Está ubicada en el municipio de El Tambo, en el corregimiento de los Anayes Vereda Seguengue. • El Hoyo: Situada al Norte de Piedra Sentada Municipio del Patía. • Guanabanal. Está ubicada en la quebrada Guanabanal, al Este de la población de El Bordo (Patía) • Baraya: Situado al Norte del caserío de Baraya sobre la Cordillera Occidental al sur occidente de la cabecera municipal, Corregimiento de la Paloma.

**2.1.3 Infraestructura Existente.** Según Alcaldía del Municipal de El Tambo, (2016). La infraestructura existente en las inmediaciones del Municipio son las siguientes:

**2.1.3.1 Infraestructura Aérea.** No existe aeropuerto ni instalaciones que haga las veces de él. Los centros urbanos más cercanos que pueden prestar el servicio se encuentran en el municipio de Popayán, en el aeropuerto Guillermo León Valencia.

**2.1.3.2 Infraestructura Terrestre.** El Municipio de El Tambo cuenta con 880.9 Kilómetros de vías que se distribuyen de la siguiente manera:

- Vías Terciarias a Cargo de la Nación 162.44 Km. (INVIAS)
- Vías Terciarias a Cargo del Municipio 322.5 Km
- Red Vial Primaria 81 Km a cargo de la Nación. (INVIAS)
- Red Vial Secundaria 315 Km a Cargo del Departamento.

**2.1.3.3 Infraestructura Fluvial.** No existe infraestructura para el transporte o cargue por medio fluvial (Puerto).

**2.1.3.4 Servicios Públicos.** En cuanto a la prestación de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, en el Municipio se cuenta con una empresa prestadora para el área urbana la cual; presta los servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo; para la zona rural se cuenta con cinco acueductos interveredales los cuales prestan el servicio de Acueducto en diferentes veredas.

## **2.2 Descripción del medio**

Nuestro Municipio goza de heterogeneidad en su relieve, diversidad de climas y una geografía variada que lo privilegia con grandes riquezas naturales. Con una altura promedio de 1.745 metros sobre el nivel del mar, cuenta con tres de los cuatro pisos térmicos, cálido: 1117 km<sup>2</sup>, templado: 1593 km<sup>2</sup> y frío: 670 km<sup>2</sup> y tiene una temperatura promedio de 18°C con valores máximos de 32°C y mínimos de 5°C y una humedad relativa alta de 80%.

**2.2.1 Precipitación.** La precipitación es de 2169 mm al año, la menor cantidad de lluvia ocurre en Julio el promedio de este mes es de 61 mm la mayor cantidad de precipitación ocurre en noviembre con un promedio de 335 mm.

**2.2.2 Temperatura y Humedad Relativa.** Las temperaturas son más altas en promedio en agosto, alrededor de 18.6 ° C. Las temperaturas medias más bajas del año se producen en noviembre, cuando está alrededor de 17.7 ° C

**2.2.3 Evaporación.** La evaporación constituye el proceso mediante el cual el agua superficial de la tierra, pasa a la atmosfera en estado de vapor debido a la radiación solar. En el caso particular del territorio que rodea la cabecera municipal de El Tambo Cauca, la evaporación media anual es de 1191mm. Con máximos en el mes de agosto y mínimas en abril.

**2.2.4 Biodiversidad, Flora y Fauna.** En el municipio se reportan 1024 especies de plantas, distribuidas en 142 familias. Las 10 familias más representativas son Melastomataceae (sietecueros, mayos, mortiños) con 94 especies, Rubiaceae (café de monte) con 62, Orchidaceae (orquídeas) con 57, Solanaceae con 49, Asteraceae con 46, Piperaceae (cordoncillos) con 42, Gesneriaceae ( gesnerias) con 41, Ericaceae (queremes) con 36, Polypodiaceae con 34 y Clusiaceae (cauchos) con 27 especies.

A nivel de endemismos, en el municipio se han reportado 139 especies de flora endémica de Colombia, de las cuales 30 tienen distribución exclusiva en el Parque Nacional Natural Munchique; entre las endémicas del Parque, encontramos al golondrino, *Oreomunnea muchiquensis* (Juglandaceae), la Cheflera, *Schefflera munchiquensis* (Araliaceae), y *Sphyrospermum munchiqueense* (Ericaceae), entre otros.

De las especies de fauna reportadas para el municipio, las más carismáticas son: el oso de anteojos *Tremarctos ornatus* y el colibrí de zamarros de Munchique *Eriocnemis mirabilis*, especies que se encuentran amenazadas de extinción, la primera en estado Vulnerable (VU) y la segunda en peligro (EN), según la UICN; y las más representativas: el venado conejo (*Pudu mephistophiles*), el Tigrillo



Leopardus tigrinus) y el Mono Nocturno o Tutamono, Aotus lemurinus, con grado de amenaza Vulnerable (VU) y el Mono Araña, Ateles fuscipes con grado de amenaza en Peligro Crítico (CR).

### **2.3 Características e Influencias del Sistema de Tratamiento.**

Las aguas residuales llegan a la Planta de Tratamiento De Aguas Residuales PTAR, las cuales entran a la cámara de alivio, seguidamente a una cámara de cribado, donde se realiza la separación de sólidos, para continuar al desarenador y luego a la cámara de reparto, para pasar al pozo séptico y luego a la galería de válvulas y luego a los filtros, para finalmente entregar el agua tratada a la quebrada; es de anotar que al extraer los lodos de los filtros, que llegan a los lechos de secado por bombeo y por medio del proceso de filtración se hace un ciclaje de las aguas que retornan a la cámara de llegada.

Figura 14. Fuente receptora.





Fuente propia

**2.3.1 Ubicación y Descripción de los Vertimientos.** Los vertimientos de la PTAR de la cabecera municipal de El Tambo Cauca se realizan a 1.34 km de distancia.

Tabla 13. Localización del Vertimiento

Quebrada Río Chiquito	Vertimiento	N	W
	Coordenadas	2°27'46.4"	76°48'30.2"

Tabla 14. Caudal descarga

LUGAR	VERTIMIENTO PUNTUAL
PTAR EMTAMBO	14,2 l/s

Tabla 15. Frecuencia de Descarga Expresada en día/mes

LUGAR	FRECUENCIA DE DESCARGA DE VERTIMIENTO
PTAR EMTAMBO	30 día/mes

Tabla 16. Frecuencia de Descarga hora/día

LUGAR	TIEMPO DE DESCARGA DE VERTIMIENTO
PTAR EMTAMBO	24 hora/día

Tabla 17. Tipo de Flujo de la Descarga

LUGAR	TIPO DE FLUJO DE LA DESCARGA DE VERTIMIENTO
PTAR EMTAMBO	Continuo

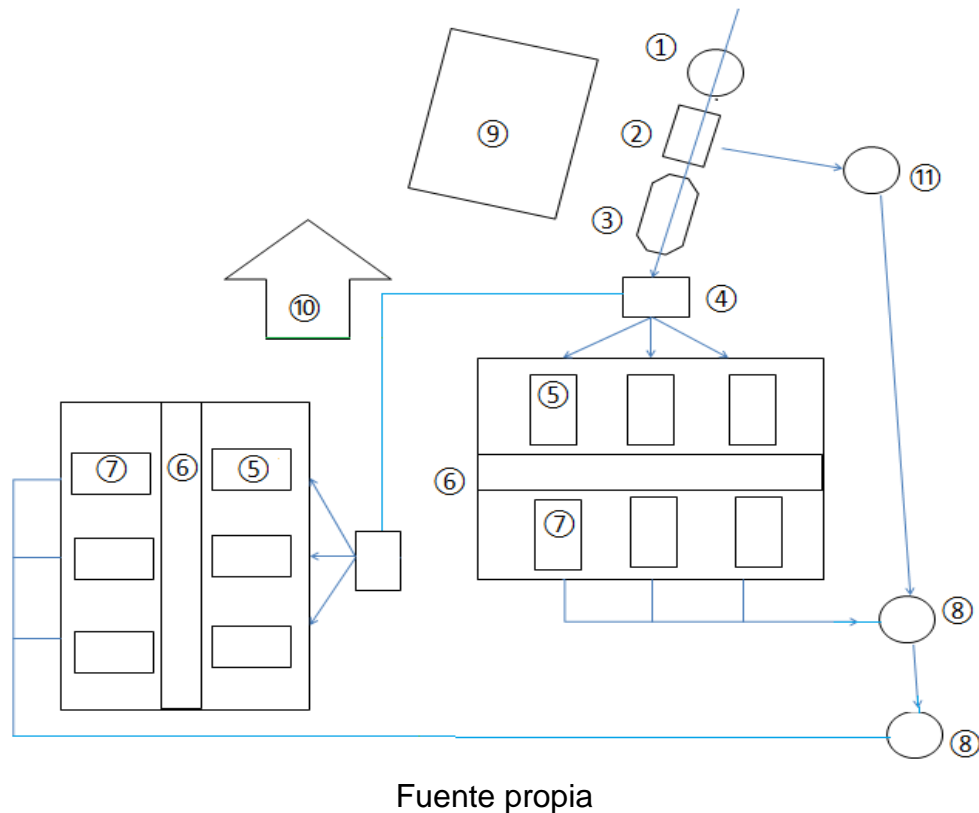
Partiendo de la información tomada en campo y del resultado de los monitoreos realizados en el centro educativo para cada uno de los vertimientos en cuestión, a continuación se muestran los análisis por parámetro de interés ambiental en este estudio.

Tabla 18. Características del Vertimiento Quebrada Rio Chiquito

<b>SST</b>	<b>DBO</b>	<b>DQO</b>
25mg/l	195mg/l	70mg/l
<b>Grasas y Aceites</b>	<b>pH</b>	<b>T°</b>
272mg/l	7,61	19

### 2.3.2 Descripción del Sistema de Tratamiento.

Figura 15. Diagrama de flujo del sistema de tratamiento



1. Pozo o cámara de inspección inicial.
2. Cámara de alivio de caudal.
3. Cámara de cribado.
4. Estructura de distribución de caudal.
5. Tanque séptico.
6. Cámara seca.
7. Filtro anaerobio de flujo ascendente.
8. Cámara de inspección de salida.
9. Lechos de secado para lodos.
10. Caseta para el operario, laboratorio y bodega.

### Tanque séptico

Tabla 19. Características Hidráulicas Tanque Séptico sistema 1 y 2

Sistema	Tiempo de Retención Hidráulica	Dimensión Tanque Séptico			
		W (m)	L (m)	H (m)	V x Tanque (m <sup>3</sup> )
1	horas				
	6,50	13,70	14,40	1,80	355,10
2	horas				
	6,50	14,70	12,30	2,00	361,62

W: Ancho en metros  
 L: Longitud en metros  
 H: Altura en metros  
 V: Volumen en m<sup>3</sup>

### ***Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente FAFA.***

El FAFA es un reactor diseñado para llevar a cabo un tratamiento anaerobio empleando un crecimiento de biomasa (poblaciones microbiológicas) por adherencia a un medio de soporte o lecho que puede ser de grava o relleno sintético. Es llamado de flujo ascendente porque la entrada del agua residual al sistema se hace por el punto más bajo y el sentido del flujo dentro del filtro

asciende a través del medio de soporte hasta llegar a la salida. Este sistema se construye con el objetivo de tratar las aguas provenientes del tanque séptico.

De acuerdo con la bibliografía, son sistemas eficaces que pueden alcanzar remociones de hasta el 90% en DBO y 75% en SST, que complementado con las remociones que ocurren en el sistema primario (Tanque Séptico) cumpliría con la norma de vertimientos.

Tabla 20. Características Hidráulicas FAFA

Sistema	Tiempo de Retención Hidráulica	Dimensión FAFA			
		horas	W (m)	L (m)	H (m)
1	6.50	13,70	15,80	1,80	389,6
	6.50	14,70	5,30	2,00	155,8

W: Ancho en metros  
L: Longitud en metros  
H: Altura en metros  
V: Volumen en m<sup>3</sup>

Además de las características hidráulicas del FAFA, este también cuenta con las siguientes condiciones técnicas para su óptima operabilidad y eficiencia:

**Material de Soporte:** Generalmente el material de soporte utilizado es grava y canto rodado con diámetro entre 4 y 7 cm según el rango sugerido por el RAS 2000 (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000). Sin embargo, las empresas proveedoras de tanques de sistemas de tratamiento, ofrecen materiales filtrantes con un área de contacto mucho mayor que la grava tradicional, y esto permite que se optimice la eficiencia del sistema.

Figura 16. Material soporte FAFA sistema de filtro 1



Fuente (Verdecora, 2018)

Figura 17. Material Soporte FAFA sistema de filtro 2



Fuente (Easy Cencosud, 2018)

**Falso Fondo:** Para evitar obstrucciones en la entrada del sistema, se construye un falso fondo que permite la distribución uniforme del flujo ascendente. Si no se utilizan los tanques prefabricados que ya poseen preinstalado el falso

fondo, puede diseñarse con la instalación de bloques de concreto en el fondo dejando pequeñas ranuras por donde fluye el agua residual resultando de una altura de 30 cm.

## **2.4 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA CABECERA MUNICIPAL DE EL TAMBO CAUCA**

Los tratamientos a una descarga son ejecutados a fin de evitar o aliviar los efectos de los contaminantes descritos anteriormente en cuanto al ambiente humano y natural. Cuando son ejecutados correctamente, su impacto total sobre el ambiente es positivo.

Los impactos directos incluyen la disminución de molestias y peligros para la salud pública en el área del vertimiento, mejoramientos en la calidad de las aguas receptoras y aumento en los usos.

Los impactos indirectos incluyen mayor productividad agrícola y forestal o menores requerimientos para los fertilizantes químicos, en caso de ser reutilizado el efluente del tratamiento menores demandas sobre otras fuentes de agua.

Los beneficios para la salud humana pueden ser medidos, por ejemplo, mediante el cálculo de los costos evitados, en forma de los gastos médicos y días de trabajo perdidos que resultarían de un saneamiento defectuoso. Si realizamos el tratamiento adecuado al agua de uso industrial, se obtendrá mayores rentas de la pesca, el turismo y la recreación, pueden servir como mediciones parciales de los beneficios obtenidos del mejoramiento de la calidad de las aguas receptoras en una región donde es grande la demanda del recurso hídrico.

La negativa a implementar total o parcialmente estos sistemas de tratamiento genera un impacto negativo debido a la nula remoción de la carga orgánica y que no produzcan todos los beneficios proyectados, afectando además en forma negativa a otros aspectos del medio ambiente.

Tabla 21. Impactos Ambientales Negativos Generados

<b>IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES</b>				
<b>Actividad</b>	<b>Suelo</b>	<b>Agua</b>	<b>Aire</b>	<b>Biodiversidad</b>
Vertimientos.	Contaminación puntual del suelo por el derrame de los vertimientos.	Cambios en la calidad del agua utilizada como fuente receptora.	Disminución del Oxígeno y generación de gases por la actividad de los microorganismos	Disminución de la biota de los cuerpos de aguas receptores del vertimiento.

Tabla 22. Medidas Estratégicas Para Atender los Impactos Ambientales.

<b>Suelo</b>	<b>Agua</b>	<b>Aire</b>	<b>Biodiversidad</b>
Realizar todos los vertimientos a los cuerpos hídricos con capacidad de carga demostrada, previo tratamiento.	No verter sustancias químicas y/o contaminantes por la red sanitaria.	Manipulación segura y responsable de sustancias volátiles.	

### **3. ANALISIS DE RIESGOS DEL SISTEMA DE VERTIMIENTO**

La actividad descrita anteriormente ocasiona un impacto adverso al medio ambiente, por lo cual hay que estimar el grado de severidad sobre los recursos naturales del entorno, a través de la evaluación de la amenaza y la vulnerabilidad.

Los vertimientos en actividades domésticas e industriales son normales que se generen, pero estos pueden representar riesgos para las comunidades adyacentes, el suelo, el agua, el aire y la biodiversidad. Por lo general los vertimientos se caracterizan por su alta carga contaminante, motivo por el cual hay que someterlos a tratamientos previos a su descarga.

A continuación, se muestra la identificación y Evaluación de Riesgos que pueden generarse en el Tratamiento de los Vertimientos del Municipio de El Tambo Cauca. Adicionalmente se establece la forma más adecuada de prevenirlos y atenderlos en caso de su acontecimiento.

#### **3.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO**

**3.1.1 Identificación de los Riesgos.** Para que se dé una eficiente reacción ante eventos imprevistos, primero es necesario identificar las posibles situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento en la zona. De esta manera, se puede conocer la forma más adecuada de proceder dependiendo del acontecimiento. Los eventos identificados son:

##### **Riesgos Internos de Tipo Tecnológico.**

- **Colmatación Excesiva y Taponamientos:** Este riesgo puede darse debido a una alta acumulación de sólidos que pueden acarrear suspensiones en el tratamiento. También se pueden presentar taponamientos en las tuberías de drenaje por la descarga de papel y otros materiales en los sanitarios.



- Deformación Física del Sistema de Tratamiento: Deterioro del sistema debido a daños en su forma física.

### **Riesgos Externos de Tipo Social y/o Natural.**

- Actividad sísmica que afecte la Infraestructura del Sistema de Tratamiento.
- Lluvias torrenciales e Inundaciones que afecten la Infraestructura y el Rendimiento del Sistema.

### **Riesgos por el Vertimiento sin tratar.**

- Riesgo de pérdidas o afectación al medio natural cuando el vertimiento no pueda ser tratado: En caso de realizar el vertimiento sin ningún tipo de tratamiento previo, se disminuye la concentración de oxígeno disuelto y aumenta la concentración de sólidos totales, lo que ocasiona impactos sobre el cuerpo hídrico, por lo cual hay que tomar medidas inmediatas para evitar este evento indeseado.

**3.1.2 Evaluación del Riesgo (Amenaza y Vulnerabilidad).** Antes de realizar un programa de manejo de emergencias y/o accidentes, se deben analizar y evaluar los posibles riesgos ambientales y así determinar cuáles de ellos son más susceptibles a ocurrir y con qué grado de deterioro. Para evaluar los niveles de riesgo se utilizará un método matricial, donde se combinan la amenaza y la vulnerabilidad, utilizando los siguientes criterios establecidos por la guía municipal de gestión de riesgos. (Ministerio del Interior y de Justicia, 2009)

**3.1.2.1 Amenaza.** Las amenazas, se entienden como los eventos adversos asociados a un fenómeno físico de origen natural, tecnológico o social, y que pueden manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos a las personas, los bienes y al medio ambiente.

### **Clasificación de las Amenazas:**

**Amenazas naturales:** Como su nombre lo indica son aquellas causadas por eventos naturales. Entre las principales tenemos:

Tabla 23. Amenazas Naturales

TECTÓNICAS	Sismos
METEOROLÓGICOS	Sequías, tormentas, huracanes, tornados, vendavales, tormenta eléctrica
TOPOGRÁFICAS	Derrumbes, avalanchas, flujos, inundaciones

- Amenazas tectónicas: Causadas por las actividades productivas asociadas a la mano del hombre.

Entre las principales tenemos:

Tabla 24. Amenazas tecnológicas

ACCIDENTAL	Explosiones, incendios estructurales y/o incendios forestales, derrames, colisiones de medios de transporte, procesos con sustancias químicas, colapso de estructuras
DE TIPO OPERACIONAL	Fallas en servicios de salud, eléctrico, suministro de combustibles, acueducto, alcantarillado, comunicaciones y transporte

- Amenazas Sociales: Causadas por las acciones del hombre en relación a su convivencia. Entre las principales tenemos.

Tabla 25. Amenazas sociales

VIOLENCIA	Conflictos armados, terrorismo
ACTOS MALINTENCIONADOS	Sabotaje
CONCENTRACIÓN DE PÚBLICO	Eventos deportivos, culturales, recreativos, y políticos

**Calificación de las Amenazas.** Se basa en la probabilidad de ocurrencia del evento. Para su evaluación, la amenaza se estima como la probabilidad de que el evento imprevisto ocurra en un tiempo determinado. Para esto, es necesario categorizarlo de la siguiente manera.

Tabla 26. Valoración cualitativa y cuantitativa de las amenazas

Valores de calificación de amenazas		
DESCRIPCIÓN	Valor cualitativo	Valor cuantitativo
Aquel evento de mínima ocurrencia o que científicamente no se puede negar	Remoto	0.01 y 0.25
Aquel fenómeno que puede suceder o que es factible su ocurrencia, porque no existen razones históricas y científicas para decir que esto no sucederá	Posible	0.26 y 0.5
Es aquel fenómeno esperado del cual existe razones y argumentos técnico-científicos para creer que sucederá	Probable	0.51 y 0.75
Es aquel fenómeno esperado que tiene alta probabilidad de ocurrir	Inminente	0,99 - 1

**3.1.2.2 Vulnerabilidad.** Es el grado estimado de daño o pérdida de un elemento o grupo de elementos expuestos como resultado de la ocurrencia de un fenómeno, de cierta magnitud o intensidad dada.

**Calificación de la Vulnerabilidad.** Para la calificación de la vulnerabilidad se consideran los criterios que se enuncian a continuación, dando a cada uno de ellos un valor representativo, que indica el cumplimiento que tiene cada organización frente a ese criterio.

Como guía de esta calificación se muestra lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 27. Valoración vulnerabilidad

VALORES PARA CALIFICAR CUMPLIMIENTO DE VULNERABILIDAD	
CUMPLIMIENTO	VALOR
Cumplimiento total	0
Cumplimiento parcial	0,5
No se cumple	1

Las variables a considerar en la calificación de la vulnerabilidad son:

**Vulnerabilidad en las Personas.** Se define como el daño o pérdida de recurso humano (empleados, colaboradores, proveedores y/o contratistas) como resultado de la ocurrencia de un evento. Para ellos se analizan tres aspectos importantes: Organización, Capacitación y Dotación.

**Vulnerabilidad en los Recursos.** Los recursos se analizaron desde el punto de vista del equipamiento y recursos existentes para el control de la situación adversa; siguiendo los siguientes criterios: Instrumentación y Monitoreo, Protección Física y Sistemas de Control.

**Vulnerabilidad en los Sistemas y Procesos.** Involucra todos aquellos aspectos administrativos que se han dispuesto para la mitigación de los daños producidos por el evento, la rápida reactivación de los sistemas involucrados, o el control de factores que permitan su ocurrencia, entre ellas tenemos los descritos a continuación: Seguros, Servicios Alternos y Mantenimiento.

La calificación máxima de cada ítem es de 1 y el total de ítems es de 9, para un total máximo de Vulnerabilidad de 9 puntos.

**3.1.2.3 Riesgo.** Es el daño, destrucción o pérdida esperada, obtenida de la combinación de la probabilidad de ocurrencia de eventos adversos y la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas. El riesgo está siempre en función del tiempo y el espacio.

**Calificación del Riesgo.** Para obtener el RIESGO se multiplica el valor de la AMENAZA por el de la VULNERABILIDAD

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

$$(R = A \times V)$$

De acuerdo con la operación anterior, se determina la calificación del riesgo, en alto, medio o bajo, de acuerdo a la interpretación mostrada en la siguiente tabla.

Tabla 28. Valoración cualitativa y cuantitativa del riesgo

VALORES DE CALIFICACIÓN DEL RIESGO		
VALOR	RIESGO	INTERPRETACIÓN
0 - 3	Bajo	Es la probabilidad de sufrir alteraciones funcionales o pérdidas menores en razón a que la amenaza y la vulnerabilidad están controladas
3,01 - 6	Medio	Se refiere a la probabilidad de que la relación amenaza – vulnerabilidad disminuya parcialmente la capacidad de respuesta sin que se interrumpa su funcionamiento.
6,01 - 9	Alto	Es la circunstancia derivada de la presencia simultánea (interna o externa) de amenazas inminentes y condiciones de vulnerabilidad alta (estructural, no estructural o funcional). Se refiere cualitativamente a efectos mayores que representen colapso funcional en el sistema.

**Intervención del Riesgo.** Teniendo como base el análisis de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo realizado para los sistemas de tratamiento de aguas residuales del Municipio de El tambo Cauca, se deben definir las medidas, los recursos requeridos y los responsables necesarios para intervenir la amenaza y la vulnerabilidad y así disminuir el riesgo. Los términos generales se expresan en la siguiente tabla.

Tabla 29. Recomendaciones Control del Riesgo

RECOMENDACIONES GENERALES DEL CONTROL DEL RIESGO	
RIESGO BAJO	Se continúa con la verificación de los controles establecidos
RIESGO MEDIO	Se continúa con la verificación de los controles establecidos y se estudia posibilidad de mejora
RIESGO ALTO	Se incluye en programa de gestión, con actividades, responsables y recursos.

**Estudio del Riesgo.** Para la GTZ (Ministerio del Interior y de Justicia, 2009) el análisis de riesgo se refiere a la estimación/evaluación de posibles daños, pérdidas e impactos ecológicos, sociales y económicos, que pueden ocurrir por presencia de un evento extremo (natural o engrandecido por la intervención humana). Se intenta estimar y cuantificar la probabilidad y el alcance de daños y pérdidas originados. El análisis de riesgos debe permitir configurar los posibles

escenarios de acuerdo a las características de la amenaza. La determinación del riesgo por manejo de vertimientos empieza con el análisis y la estimación de la amenaza y luego se evalúa los factores de vulnerabilidad de una población o región frente a esta amenaza.

Teniendo en cuenta la calificación de los riesgos que se describió anteriormente y la definición inicial del estudio del riesgo, se busca analizar y calificar de manera cualitativa y cuantitativa el sistema de tratamiento de aguas residuales basadas en la información suministrada de la zona de descarga.

Tabla 30. Manejo de los riesgos identificados en el agua residual de la cabecera municipal de El Tambo Cauca.

LUGAR	AMENAZA		VULNERABILIDAD												TOTAL VULNERABILIDAD	TOTAL RIESGO	PRIORIDAD
	TIPO DE AMENAZA	CALIFICACIÓN PROBABILIDAD	PERSONAS				RECURSOS				SISTEMAS						
			Organización	Capacitación	Personas	SUBTOTAL	Detección	Recursos Físicos	Control Activo	SUBTOTAL	Seguros	Servicios Alternos	Mantenimiento	SUBTOTAL			
SISTEMA DE TRATAMIENTO AGUA RESIDUAL MIXTA	Colmatación excesiva	0,60	0,5	0,4	0,5	1,4	0,6	0,5	1	2,1	0	0,5	0,5	1	4,5	2,7	1
	Deformación Física del Sistema de Tratamiento	0,40	0	0	0	0	1	0,5	1	2,5	0	0	0,5	0,5	3	1,2	3
	Actividad Sísmica que Afecte la Estructura del Sistema	0,45	0,5	0,5	0,5	1,5	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0,5	1	3	1,35	2
	Lluvias Torrenciales que Afecten la Estructura del Sistema	0,60	0	0	0	0	0,5	1	1	2,5	1	1	1	3	5,5	3,3	1
	Perdida o Afectación Natural Cuando el Vertimiento no Pueda ser Tratado	0,41	0,5	0,5	0,5	1,5	0,5	0,5	1	2	0,5	1	0,4	1,9	5,4	2,2	2
	Sabotaje o atentados Terroristas	0,30	0	1	0,6	1,6	0,4	0,7	0,2	1,3	0,6	0	0,5	1,1	4	1,2	4

Tabla 31. Medidas preventivas o de atención

Nº ACTIVIDAD	RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS (P) O DE ATENCIÓN (A)		PERSONAL PARTICIPANTE
1	Colmatación Excesiva	(P)	Llevar a cabo un mantenimiento preventivo periódico para evitar la generación de este problema. El mantenimiento consiste en la limpieza y evacuación de los lodos sedimentados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DGA</li> <li>• Personal operativo</li> </ul>
		(A)	Hacer mantenimiento correctivo con la finalidad de restablecer rápidamente la operatividad del sistema. El sistema planteado para la cabecera Municipal está construido con estructuras en paralelo trabajando con igualdad de carga distribuida equitativamente de acuerdo la capacidad de cada tanque, con la intención de suplir las ineficiencias el uno del otro; en caso tal que se desee suspender el sistema de tratamiento para actividades correctivas.	
2	Deformación Física del Sistema de Tratamiento	(P)	<p>Llevar a cabo un mantenimiento preventivo periódico para evitar la generación de este problema. El mantenimiento consiste en la inspección y conformación de las paredes del sistema para mantener su forma adecuada. Evitar sobrecargas de peso cerca del sistema de tratamiento (como maquinaria pesada) que puedan afectar la infraestructura del sistema.</p> <p>Los sistemas de tratamiento se delimitaran con barreras duras con el fin de evitar el paso a personal no autorizado y animales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DGA</li> <li>• Personal operativo</li> </ul>



Tabla 31. Medidas preventivas o de atención continuación

Nº ACTIVIDAD	RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS (P) O DE ATENCIÓN (A)		PERSONAL PARTICIPANTE
		(A)	Hacer mantenimiento correctivo con la finalidad de restablecer rápidamente la operatividad del sistema. El sistema de tratamiento de aguas residuales planteado para la cabecera Municipal, está construido con estructuras en paralelo trabajando con igualdad de carga distribuida equitativamente de acuerdo la capacidad de cada tanque, con la intención de suplir las ineficiencias el uno del otro; en caso tal que se desee suspender el sistema de tratamiento para actividades correctivas.	
3	Actividad sísmica que afecte la infraestructura del sistema de tratamiento	(P)	En caso de daños estructurales, hacer los arreglos necesarios para evitar el desplome de la infraestructura o la suspensión de las operaciones del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DGA</li> <li>• Personal operativo</li> </ul>
4	Lluvias torrenciales junto con inundaciones que afecten la infraestructura y por ende la operación del sistema	(P)	Construcción y Mantenimiento periódico de los canales de evacuación de aguas lluvias. Evitar obstrucciones de los mismos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DGA</li> <li>• Personal operativo</li> </ul>
		(A)	Hacer mantenimiento correctivo con la finalidad de restablecer rápidamente la operatividad del sistema. El sistema de tratamiento de aguas residuales planteado para la cabecera Municipal, está construido con estructuras en paralelo trabajando con igualdad de carga distribuida equitativamente de acuerdo la capacidad de cada tanque, con la intención de suplir las ineficiencias el uno del otro; en caso tal que se desee suspender el sistema de tratamiento para actividades correctivas.	

Tabla 31. Medidas preventivas o de atención continuación 2

Nº ACTIVIDAD	RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS (P) O DE ATENCIÓN (A)		PERSONAL PARTICIPANTE
5	Pérdida o afectación al medio natural cuando el vertimiento no pueda ser tratado	(P)	Llevar a cabo un mantenimiento preventivo periódico para evitar suspensiones en la operación del tratamiento. Acondicionar dispositivos de salida que permitan mayor oxigenación del efluente. Esto se logra instalando piedras de 40cm de diámetro aguas abajo con el fin de ocasionar resaltos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DGA</li> <li>• Personal operativo</li> </ul>
		(A)	Hacer mantenimiento correctivo con la finalidad de restablecer rápidamente la operatividad del sistema. El sistema de tratamiento de aguas residuales planteado para la cabecera Municipal, está construido con estructuras en paralelo trabajando con igualdad de carga distribuida equitativamente de acuerdo la capacidad de cada tanque, con la intención de suplir las ineficiencias el uno del otro; en caso tal que se desee suspender el sistema de tratamiento para actividades correctivas.	
6	Sabotaje o Atentados	(A)	En caso de daños estructurales, hacer los arreglos necesarios para evitar el desplome de la infraestructura o la suspensión de las operaciones del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DGA</li> <li>• Personal operativo</li> </ul>

\*DGA=Departamento de Gestión Ambiental

#### 4. PROTOCOLOS DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA

Los protocolos de emergencia y contingencia son procedimientos para responder oportuna y eficazmente en las situaciones de emergencias con el fin de controlar y reducir el impacto sobre la población, el medio natural, el sistema de vertimiento y los procesos productivos anexos.

Los protocolos de emergencia deben ser diseñados por:

- Derrames de sustancia peligrosa por una falla del sistema
- Suspensión de las actividades de vertimiento
- Limitación o Afectación del funcionamiento del sistema.

Tabla 32. Ficha de control 1

<b>Aumento de caudales</b>						
<b>Impacto ambiental</b>	Aunque la planta de tratamiento tiene un alivio de caudal a la fuente receptora, presenta una obstrucción en los canales de desviación de aguas lluvias que pueden infiltrar el sistema afectando su operación, generando un impacto ambiental medio.					
<b>Efecto Ambientales</b>	Aflore de las aguas en los pisos, salida de agua por las tapas de inspección de la estructura, saturación del lecho de infiltración y sobre paso del factor de infiltración del terreno. Retorno de malos olores acumulados dentro de la tubería.					
<b>Tipo de medida</b>	Prevención	Protección	control	Mitigación	Restauración	Recuperación
	X	X	X	X		
<b>Descripción de medida</b>	Garantizar las separaciones de las aguas pluviales, sanitarias y de lavado.					
<b>Desarrollo de Medida</b>	Identificar las diferentes tuberías para evitar conexiones erradas, con señales en el piso, diferencias en el color y diámetros de las tuberías.					
<b>Responsable</b>	Empresa de servicios públicos y alcantarillado EMTAMBO ESP.					

Tabla 33. Ficha de control 2

<b>Ruptura de tuberías</b>						
<b>Impacto ambiental</b>	Se puede generar un impacto bajo debido que el sistema de conducción de aguas residuales, tiene tubería sanitaria de buena calidad, además la losa de los pisos es de buen diámetro.					
<b>Efecto Ambientales</b>	Afloramiento de las aguas lavadas por sifones, brotes de AR en los pisos, socavación debajo de estructuras. Generación de malos olores por la exposición de aguas residuales, combinación de aguas de escorrentía.					
<b>Tipo de medida</b>	Prevención	Protección	Control	Mitigación	Restauración	Recuperación
	X	X	X	x	x	x
<b>Descripción de medida</b>	Chequear las condiciones de las tuberías y en empalmes.					
<b>Desarrollo de Medida</b>	Verificar la continuidad del flujo en las diferentes cajas de inspección y las entradas a las estructuras de tratamiento.					
<b>Responsable</b>	Empresa de servicios públicos y alcantarillado EMTAMBO ESP.					

Tabla 34. Ficha de control 3.

<b>Obstrucción de tuberías</b>						
<b>Impacto ambiental</b>	Se puede generar un impacto bajo debido que el sistema de conducción de aguas residuales, tiene tubería de adecuado diámetro.					
<b>Efecto Ambientales</b>	Brotes de aguas residuales en los pisos, socavación debajo de estructuras. Generación de malos olores por la exposición de aguas residuales, combinación de aguas de escorrentía.					
<b>Tipo de medida</b>	Prevención	Protección	Control	Mitigación	Restauración	Recuperación
	x		x			x
<b>Descripción de medida</b>	Chequear las condiciones de las tuberías y los flujos en las cajas de inspección.					
<b>Desarrollo de Medida</b>	Evitar que dispongan y se vean elementos calcáreos o que originen costras dentro de la tubería en especial actividades de construcción que involucre cemento, resinas y gomas.					
<b>Responsable</b>	Empresa de servicios públicos y alcantarillado EMTAMBO ESP.					

Tabla 35. Ficha de control 4

<b>Falta de operación y mantenimiento</b>						
<b>Impacto ambiental</b>	Se puede generar un impacto medio debido que el sistema de conducción de aguas residuales, debe tener una persona encargada de verificar y mantener todos los sistemas limpios y libres de obstrucción.					
<b>Efecto Ambientales</b>	Brotos de aguas residuales en los pisos, socavación debajo de estructuras. Generación de malos olores por la exposición de aguas residuales, combinación de aguas de escorrentía, colapso del sistema.					
<b>Tipo de medida</b>	Prevención	Protección	Control	Mitigación	Restauración	Recuperación
	x	X	X	x	x	x
<b>Descripción de medida</b>	Chequear las condiciones de las tuberías y los flujos en las cajas de inspección, purga de lodos, limpieza de cajas, limpieza de natas.					
<b>Desarrollo de Medida</b>	Establecer a una persona para realice la actividad concerniente a la operación y mantenimiento del sistema de pretratamiento.					
<b>Responsable</b>	Empresa de servicios públicos y alcantarillado EMTAMBO ESP.					

## 5. SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

El sistema de seguimiento y evaluación del plan de gestión de riesgo para el manejo de vertimientos de aguas residuales, provenientes de la cabecera Municipal de El Tambo Cauca, debe cubrir con lo propuesto en las medidas de prevención y atención de riesgos planteadas en la tabla 6, junto con las constantes actualizaciones y ajustes de los escenarios de riesgo.

Este plan está diseñado para actualizaciones y revisiones continuas, ya que a medida que avanza el proyecto en el tiempo, los riesgos van mutando en cuanto a locaciones o magnitudes sobre el medio.

Para cumplir con lo anterior, se elaborarán formatos donde se puedan registrar los resultados obtenidos y se establecen indicadores de desempeño para evaluar el grado de eficacia de las medidas tomadas (ver anexos).

Los indicadores a los que se hace referencia, son medidas aritméticas de tipo cuantitativo que permiten identificar cambios en el tiempo y da la posibilidad de evaluar las acciones, que a su vez posibilitan la toma de decisiones para su mejoramiento continuo en el sistema de gestión ambiental de la organización.

Se debe programar una revisión continua del plan de gestión del riesgo y debe incluirse dentro del sistema de gestión, medición y reporte del desempeño de la empresa.

Se deben presentar el listado de fichas para el registro de los eventos y revisión en la aplicación de los protocolos de emergencia y contingencia y sus resultados.

Tabla 36. Indicadores propuestos para el plan de Gestión de Riesgos Para el Manejo de Vertimientos.

Programa	Indicador	Formula o Unidad	Meta	Periodicidad
PGRMV	Jornadas de inspección visual al sistema de tratamiento	$\frac{\text{inspecciones Realizadas}}{\text{inspecciones Programadas}} * 100\%$	100%	Anual
PGRMV	% de atención a eventos ocurridos	$\frac{\text{Nº Eventos atendidos}}{\text{Nº Eventos ocurridos}} * 100\%$	100%	Anual
PGRMV	Cantidad de eventos registrados al año	$\frac{\text{\# Eventos}}{\text{Año}}$	0	Anual
PGRMV	Tasa de reducción de eventos anual	$\frac{\text{\# Eventos año}_0 - \text{\# Eventos año}_1}{\text{\# Eventos año}_0} * 100\%$	20%	Anual

## **6. MANTENIMIENTO DEL PLAN DE GESTION DE RIESGO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS**

Para mantener el Plan de Gestión del Riesgo y Manejo de Vertimientos de la cabecera Municipal de El Tambo, es necesario que se tengan ciertas medidas establecidas como forma de garantizar la ejecución continua en la gestión del riesgo al interior de la empresa. A continuación, se citan las estrategias más importantes:

- **Implementación de un programa preventivo:** Esta estrategia consiste en la ejecución de actividades periódicas de mantenimiento en equipos y puntos de interés. De esta manera se mitigan las causas e ineficiencias al mantener una estructura en condiciones adecuadas. Esto se diseña a partir de la elaboración de cronogramas de mantenimiento para cada proceso, por tanto, el encargado del centro educativo como el personal de mantenimiento son los facultados de retroalimentar dichos cronogramas.
- **Permanente sensibilización a los empleados y trabajadores:** Con esta estrategia se quiere inculcar conceptos a la planta de empleados y trabajadores, sobre la importancia del cuidado de los dispositivos para el tratamiento de las aguas residuales y los beneficios que trae a la empresa, a las personas y al ambiente. Para llevar a cabo estas capacitaciones, se tendrá en cuenta los lineamientos establecidos por la organización en su sistema de gestión.
- **Determinación continua de los indicadores del Sistema de Seguimiento y Evaluación:** Mientras se sigan actualizando los indicadores de manera periódica enfocado a lograr las metas establecidas, se tomen las acciones correctivas que sean pertinentes para mejorar las medidas implementadas y se verifique continuamente el grado de eficacia del programa; todo saldrá de acuerdo a lo contemplado en este plan, ya que estas serán las herramientas básicas para que el sistema se mantenga y se pueda obtener un proceso viable ambientalmente desde el punto de vista de los vertimientos.

- Compromiso del Equipo de trabajo: Es importante que el personal de EMTAMBO siga comprometido con la ejecución del programa y la verificación de las medidas implementadas. Será importante la retroalimentación que ofrece cada uno de los integrantes de este grupo interdisciplinario y se vele por la continua capacitación al personal para garantizar continuidad en el proceso.
- Es importante entonces que dentro de las capacitaciones o en reuniones extraordinarias se puedan discutir las medidas tomadas y plantear soluciones a los problemas que atañen la cabecera Municipal de El Tambo en materia de vertimientos y gestión integral del recurso hídrico.

## **7. ACTUALIZACIÓN Y VIGENCIA DEL PLAN**

La Vigencia del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos será la misma del permiso de vertimiento.

La Cabecera Municipal de El Tambo Cauca como generador del vertimiento deberá 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.



## 8. BIBLIOGRAFIA

Alcaldía de El Tambo Cauca. (2015). PLAN DE DESARROLLO TERRITORIAL. Recuperado a partir de <http://www.eltambo-cauca.gov.co/>

Alcaldía del Municipal de El Tambo. (2016). Plan de Desarrollo 2016 - 2019. «Por el Tambo que queremos». Recuperado a partir de <https://goo.gl/rHFIDS>

Easy Cencosud. (2018). Filtro Colmena Plástico (Roseta). Recuperado a partir de <https://www.easy.com.co/p/filtro-colmena-plastico/>  
Google Earth. (2018). Google Earth Pro. *Geospatial Solutions*.

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011). Términos de Referencia. Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos, 15. Recuperado a partir de [http://www.minambiente.gov.co/documentos/3195\\_RESOLUCION\\_1631\\_COMITE\\_GEL\\_MAVDT.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/3195_RESOLUCION_1631_COMITE_GEL_MAVDT.pdf)

Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS - 2000. *Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Basico Ras -2000, TITULO B*, 206. Recuperado a partir de [http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/4.\\_Sistemas\\_de\\_acueducto.pdf](http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/4._Sistemas_de_acueducto.pdf)

Ministerio del Interior y de Justicia. (2009). Guía Municipal para la Gestión del Riesgo, 150.

Verdecora. (2018). Canto Rodado blanco. Recuperado a partir de <https://verdecora.es/piedras-y-arena-para-jardin/313063-canto-rodado-blanco-1218-bote-7-kg.html>

## 9. ANEXOS

### 9.1 FORMATO EVALUACIÓN DE DAÑOS

#### 1. IDENTIFICACION DEL EVENTO

A. Iniciación: Fecha:  
Hora aproximada:

B. Sitio posible de origen (descripción)


C. Posibles causas (descripción)


D. Tipo de evento (Marque X):

Natural	
Técnico	
Antropogénico	

E. Magnitud (Marque X):

Menor	
Mayor	
Desastre	

F. Descripción:


**2. CONDICIONES DE OCURRENCIA DEL EVENTO (Marque X)**

A. Climáticas (en el momento de ocurrencias):

Lluvia	
Seco	
Otros	

B. Nivel del Río o Quebrada:

Creciente	
Alto	
Medio	
Bajo	

**3. MAGNITUD DEL EFECTO AMBIENTAL (Descripción breve)**

A. Obras de infraestructura afectadas


B. Viviendas fatales (Cantidad y localización)


C. Accidentes fatales (Indique cantidad y causas)


D. Heridos (Indique cantidad y posible causa)


E. Cultivos y Recursos afectados (Indique clase, extensión)


F. Corrientes de agua afectados (Indique nombre, localización y extensión)


G. Propagación del efecto


H. Otras observaciones


**4. CLASIFICACIÓN DEL EFECTO AMBIENTAL**

<b>COMPONENTE</b>	<b>MAGNITUD</b>	<b>POSIBILIDAD DE CONTROL</b>	<b>DURACIÓN DEL EFECTO</b>	<b>EXTENSIÓN DEL EFECTO</b>
Vidas humanas				
Viviendas				
Cultivos/ Vegetación				
Especies animales				
Estabilidad del suelo				
Calidad de agua				
Calidad aire				
Infraestructura				

Para llenar utilice la siguiente información:

**Magnitud:** (L) Leve      **Control:** (I) Incontrolable      **Duración:** (T) Temporal  
(M) Mediana              (M) Mitigable                      (P) Permanente  
(F) Fuerte                  (Desconocida)  
**Extensión:** (L) Local              N. A.: No Aplica  
(R) Regional

## 5. IDENTIFICACIÓN DE LA EVALUACIÓN Y FECHA

A. Nombre:

B. Cargo:

Fecha de Evaluación:

Firma: \_\_\_\_\_