

**OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DOMÉSTICAS (PTARD) NUEVO TAMBO, UBICADA EN EL MUNICIPIO DEL
TAMBO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA, PRIORIZADA EN LA
SUBDIRECCIÓN DE PATRIMONIO AMBIENTAL DE LA CORPORACIÓN
AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA**



Uniautónoma
DEL CAUCA

JUAN CAMILO MORALES LEÓN

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYÁN
2020**

**OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DOMÉSTICAS (PTARD) NUEVO TAMBO, UBICADA EN EL MUNICIPIO DEL
TAMBO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA, PRIORIZADA EN LA
SUBDIRECCIÓN DE PATRIMONIO AMBIENTAL DE LA CORPORACIÓN
AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA**



Uniautónoma
DEL CAUCA

JUAN CAMILO MORALES LEÓN

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario

Director

Ing. FABIÁN FERNÁNDEZ PABÓN

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYÁN
2020**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Hago constar que el presente trabajo de grado en modalidad pasantía ha sido aceptado por la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, como requisito para optar el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario.

Firma del director

Jurado

Jurado

Popayán, abril de 2020

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por brindarme sabiduría y salud para culminar con éxito mi carrera, luego a mis padres por brindarme lo mejor de ellos, por velar por cuidar de mi bienestar, por confiar en mí en todo momento, por apoyarme en cada decisión que tome, por darme los estudios correspondientes que me ayudaron para ser la persona que soy hoy en día y ser un gran profesional en el futuro.

También quiero agradecer a todas las otras personas que de una u otra manera hicieron parte de mi vida estudiantil como mis abuelos, mi novia, mi hermano, familiares, amigos, profesores y compañeros; Gracias.

DEDICATORIA

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han cuidado de mi bienestar y educación.

JUAN ALEJANDRO MORALES RODRÍGUEZ

KAROL MILENA LEÓN ARIAS

JORGE ANDRÉS MORALES LEÓN

CONTENIDO

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I: PROBLEMA	11
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.2 JUSTIFICACIÓN	12
1.3 OBJETIVOS	13
1.3.1 Objetivo General	13
1.3.2 Objetivos Específicos.....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO O REFERENTES CONCEPTUALES.....	14
2.1 ANTECEDENTES	14
2.2 MARCO TEÓRICO	14
2.3 MARCO GEOGRÁFICO.....	16
2.4 MARCO LEGAL	17
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	22
3.1 DIAGNOSTICO DE LA CONDICIONES INFRAESTRUCTURALES Y OPERACIONALES DE LA PTARD EL NUEVO TAMBO.	22
3.2 PLANTEAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	23
3.3 MONITOREO DEL VERTIMIENTO QUE INGRESA A LA PTARD NUEVO TAMBO.	23
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURAL Y OPERACIONAL.....	27
4.2 PLANTEAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	29

4.3 MONITOREO DEL VERTIMIENTO QUE INGRESA A LA PTARD URBANIZACIÓN NUEVO TAMBO.....	32
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
5.1 CONCLUSIONES	34
5.2 RECOMENDACIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXOS	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación PTARD Urbanización Nuevo Tambo.	17
Figura 2. Formato para el registro del estado estructural y operacional de la PTARD el Nuevo Tambo.	22
Figura 3. Estado inicial de la PTARD el Nuevo Tambo.	23
Figura 4. Concentración de los parámetros a la entrada de la PTARD Urbanización Nuevo Tambo.	32

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Leyes Nacionales.....	18
Tabla 2. Decretos Nacionales.....	19
Tabla 3. Resoluciones Nacionales.....	20
Tabla 4. Parámetros y métodos de laboratorio para evaluación de vertimientos de la PTARD Urbanización Nuevo Tambo.	24
Tabla 5. Estado de las estructuras.....	28
Tabla 6. Presupuesto PTARD Urbanización Nuevo Tambo.....	30
Tabla 7. Eficiencia de remoción.....	33

RESUMEN

El presente trabajo busca la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD) de la Urbanización Nuevo Tambo en el municipio del Tambo, Departamento del Cauca. Primero se realizó un diagnóstico estructural y funcional, debido a que esta PTARD no se encontraba en funcionamiento; una vez realizado los ajustes estructurales, se procede a hacer el análisis de remoción, para ello se evaluaron cinco parámetros (DBO_5 , DQO, Solidos Suspendidos Totales “SST” y Solidos Sedimentables “SSED”), donde los porcentajes de remoción fueron de 95.1%, 91%, 94.8% y 66.7% respectivamente, con esto se concluyo que el estado funcional y operacional de PTARD es óptimo.

Palabras clave: PTARD, DBO_5 , DQO, Solidos Suspendidos Totales (SST) y Solidos Sedimentables (SSED)

ABSTRACT

This work seeks the optimization of the Domestic Wastewater Treatment Plant (DWTP) of the Nuevo Tambo Urbanization in the municipality of Tambo, Department of Cauca. First, a structural and functional diagnosis was made, since this PTARD was not in operation; Once the structural adjustments have been made, proceed to the removal analysis, to do this, evaluate five parameters (BOD₅, COD, Total Suspended Solids "TSS" and Settleable Solids "SSED"), where the removal percentages were 95.1%, 91%, 94.8% and 66.7% respectively, this concludes the functional and operational state of DWTP is optimal.

Keywords: DWTP, BOD₅, COD, Total Suspended Solids (TSS) and Settling Solids (SSED)

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso primordial e irremplazable para el desarrollo de la vida en el planeta, ninguna de las causas de la actual crisis mundial al acceso y la calidad del agua tienen que ver con una insuficiencia física del recurso, sino con una variedad de factores entre los que se destacan la pobreza, desigualdad social y las ineficientes políticas que no han solucionado las necesidades prioritarias de las comunidades menos favorables. El acceso a soluciones de tratamiento de las aguas residuales domesticas es otro factor importante en la salud y la calidad de vida de la población [1].

Los municipios del país deberían contar con Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas (PTARD) que permitan disminuir el impacto del vertimiento de aguas residuales a las fuentes de agua. Sin embargo, los entes territoriales deben evaluar la necesidad de contar con una PTARD, teniendo en cuenta las normas técnicas establecidas en el Reglamento del Sector [2].

El desarrollo de este trabajo fue basado en función de la optimización de la PTARD Nuevo Tambo, la cual fue priorizada en la Subdirección de Patrimonio Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) [3], específicamente en la generación de alternativas. Para lo cual se realizó la determinación del estado actual, seguimiento y evaluación de la PTARD Nuevo Tambo, además se brindó apoyo a la Corporación (CRC) en cuanto a la generación de soluciones para el correcto funcionamiento de la planta, mejorando así la calidad de vida de los habitantes y disminuyendo la carga contaminante de la Quebrada la Clínica.

CAPÍTULO I: PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El 70.1% de la superficie del planeta es agua, pero tan solo el 3.5% es agua dulce y el 0.025% es potable, debido esto, se hace necesario encontrar alternativas para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, ya que este es un recurso limitado y la demanda va en crecimiento [4].

En Colombia el 48.2% de los municipios cuentan con algún tipo de PTAR, lo que equivale a 541 de los 1122 municipios del país, en el departamento del Cauca hay construidas 111 PTAR en 20 municipios, de las cuales 37 están en estado funcional, 20 en estado regular y 54 no funcionan, entre ellas la PTARD Urbanización Nuevo Tambo [5], lo que compromete la salud pública y un daño ambiental significativo en este sector, ya que, se están vertiendo las aguas residuales domesticas directamente a las Quebrada la Clínica.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC), como entidad y autoridad ambiental, está en la obligación del seguimiento, control y protección de los recursos naturales en seguimiento de la normatividad vigente en Colombia, por ello, y como respuesta a la emergencia de vertimientos sin control alguno o que no cumplan los valores máximos permisibles [3], se hace necesario implantar procesos mejorados que permitan optimizar la operación de las plantas existentes, evitando la creación de nuevas estructuras.

Debido a lo anterior, este trabajo surge como una necesidad de la Urbanización Nuevo Tambo para mitigar el problema de contaminación que generan las aguas residuales domésticas provenientes de este sector y las cuales se han venido vertiendo sin control alguno en la Quebrada La Clínica [3]. La Urbanización Nuevo Tambo cuenta con una PTARD, la cual no se encuentra en funcionamiento, por lo que este trabajo propone optimizar la PTARD Urbanización Nuevo Tambo, priorizada en la subdirección de patrimonio ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Cauca.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Optimizar la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (PTARD) Nuevo Tambo, ubicada en el Municipio del Tambo, Departamento del Cauca, priorizada en la Subdirección de Patrimonio Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Cauca.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de las condiciones infraestructurales y operacionales actuales de la PTARD Urbanización Nuevo Tambo.
- Plantear alternativas de solución que permitan el funcionamiento correcto de la PTARD Urbanización Nuevo Tambo.
- Monitorear el vertimiento para determinar el estado del agua residual que ingresa y sale PTARD Urbanización Nuevo Tambo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO O REFERENTES CONCEPTUALES

2.1 ANTECEDENTES

Con anterioridad se han realizado trabajos de mejoramiento y optimización en las PTAR de algunos municipios, tal son los casos de la construcción de la primera etapa del colector de llegada y PTAR del plan maestro de alcantarillado de Paispamba cabecera Municipal de Sotará, el segundo ajuste al diseño del alcantarillado de aguas residuales corregimiento del Patía (Municipio de Patía), la construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas del centro poblado de Puerto Rico (Municipio de Argelia), la construcción del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales de Santa Rosa de Capicisco y por último, la construcción del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales de Calderas – Inzá. [3] [5]

Este proyecto estará encaminado en ayudar a cumplir la ejecución de las políticas ambientales y de desarrollo sostenible a nivel regional.

2.2 MARCO TEÓRICO

Existe gran variedad de sistemas que pueden ser aplicados para el tratamiento de aguas residuales; sin embargo, mientras en los países desarrollados el número de alternativas es limitado debido a que los estándares de calidad de los efluentes usualmente aplicados son más rígidos, en los países en desarrollo en general las posibilidades pueden ser mucho mayores debido a la diversidad de criterios de calidad de efluentes, al alto contraste entre áreas urbanas, periféricas y rurales y a factores como costos y requerimientos operacionales, decisivos en la selección de alternativas en estos países. [6]

A continuación, la descripción de algunos de los sistemas principales en una planta de tratamiento de aguas residuales:

Tratamiento preliminar:

- **Cribado:** Las aguas residuales procedentes del sistema de alcantarillado después de entrar a la planta, son conducidas hasta una estructura de entrada compuesta por un (1) módulo; que consta de una estructura de cribado donde el agua pasa a través de un canal rectangular y allí atraviesa una rejilla metálica, donde quedan retenidos los sólidos gruesos como: latas, empaques de golosinas, toallas higiénicas, preservativos, cabello, semillas, piedras entre otros residuos. [7]
- **Desarenador:** De la zona de cribado, el agua pasa a la unidad de desarenador, compuesta por un (1) módulo, el cual presenta una cámara de flujo horizontal, donde se retienen las partículas pesadas. Este módulo de desarenador, este compuesto por una canaleta parabólica de velocidad constante y disposición en paralelo, provista de una caja de fondo en donde se recolectan las arenas para su evacuación manual mediante palas y carretillas.

Tratamiento primario

- **Tanque Séptico:** Se utiliza como primera fase en el tratamiento de aguas residuales, el agua procedente de los módulos de entrada, es conducida mediante tuberías a dos (2) módulos. Un pozo séptico separa y proceso los residuos, desde los desechos que caen en el tanque, hasta los sólidos pesados que se asientan en el fondo, formando una capa de lodo. Las grasas, aceites y solidos más ligeros pueden flotar a superficie, creando una capa de suciedad. El área entre ambas capas se llena de aguas residuales que puede fluir hasta la salida del sistema de drenaje. [8]

Tratamiento secundario

- **Filtro Anaeróbico de flujo ascendente – FAFA:** El filtro anaeróbico se interconectan con el tanque séptico por medio de tuberías. Es utilizado como tratamiento secundario, con el fin de reducir el índice de carga orgánica. Dentro

de las cámaras filtrantes se crea una biopelícula formada por microorganismos que se adhieren al material filtrante, generalmente porosos, en donde se realiza la descomposición de la materia orgánica en un proceso de oxidación, este filtro opera en modo de flujo ascendente, ya que así hay menos riesgo de que se lave la biomasa fija. [9]

Tratamiento terciario

- **Lecho de secado de lodos:** Es el último componente de la planta de tratamiento, el proceso es natural, el agua contenida en los lodos filtra, por efecto de gravedad, a través de un lecho filtrante de arena y grava, y es recogida por ductos perforados para ser luego conducida a la Quebrada La Clínica. Otra parte del agua contenida en los lodos se evapora. Una vez seco, el lodo se retira y se evacua a vertederos controlados o se utiliza como acondicionador de suelos. El tratamiento de lodos permite minimizar o evitar el impacto de características adversas, conservar nutrientes y preservar la salud y el medio ambiente. [6]

2.3 MARCO GEOGRÁFICO

La urbanización Nuevo Tambo se encuentra ubicada en el Municipio El Tambo Cauca, a 1.91 km de la Cabecera Urbana; esta urbanización cuenta con 25 viviendas construidas, habitando aproximadamente 200 personas [6]. En la Figura 1 se presenta la zona donde está ubicada la PTARD Urbanización Nuevo Tambo, la cual presenta las siguientes coordenadas 2°26'50.1"N y 76°47'40.1"W, esta se encuentra a 0.2 km de la Urbanización Nuevo Tambo.

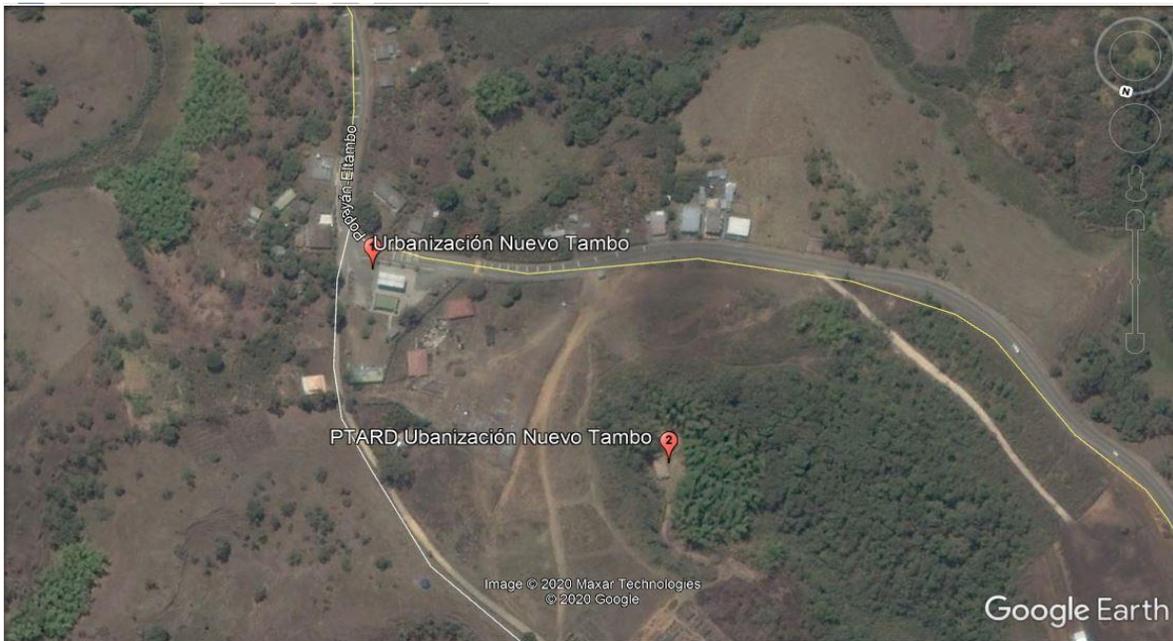


Figura 1. Ubicación PTARD Urbanización Nuevo Tambo. [11]

2.4 MARCO LEGAL

El marco normativo vigente que se relaciona con la gestión de aguas residuales ha sido expedido por los sectores de salud, agua potable y saneamiento básico y medio ambiente, el cual está definido, no solo en el campo ambiental sino también en el marco de la prestación de los servicios públicos domiciliarios y específicamente en el saneamiento básico. De otra parte, el marco normativo vigente relacionado con el manejo y tratamiento de aguas residuales comprende la legislación expedida para regular el uso del agua, establecer el manejo de vertimientos, y definir los instrumentos económicos, administrativos e institucionales necesarios para la ejecución de las políticas. A continuación, se presentan las Leyes Nacionales (ver Tabla 1), Decretos Nacionales (ver Tabla 2) y Resoluciones Nacionales (ver Tabla 3), las cuales se tomaron como base para la elaboración del presente trabajo.

Tabla 1. *Leyes Nacionales.*

Tipo de Norma	Artículo	Breve reseña	Entidad
Ley 09 de 1979, Por la cual se dictan medidas sanitarias. [12]	En su totalidad.	Presenta las disposiciones legales y reglamentarias.	Ministerio de salud.
Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio de 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. [13]	5, numeral 11.	Dictar regulaciones de carácter general tendientes a controlar y reducir las contaminaciones geosféricas, hídricas, del paisaje, sonoras y atmosféricas, en todo el territorio nacional.	Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.
Ley 142 de 1994, Se establecen condiciones de regulación, operación, control y vigilancia de los servicios públicos domiciliarios. [14]	En su totalidad.	Aplica a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía fija pública básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural.	Superintendencia de servicios públicos
Ley 400 de 1997 Se establecen las normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10. [15]	En su totalidad.	Establece criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la	Congreso de la República de Colombia

Continuación Tabla 1. Leyes Nacionales

<p>Ley 1955 de 2019 Por la cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 pacto por Colombia, pacto por la equidad. [16]</p>	<p>En su totalidad.</p>	<p>comunidad, que puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza.</p> <p>Tiene como objetivo sentar las bases de legalidad, emprendimiento y equidad que permitan lograr la igualdad de oportunidades para todos los colombianos, en concordancia con un proyecto de largo plazo con el que Colombia alcance los Objetivos de Desarrollo Sostenible al 2030.</p>	<p>Congreso de la República de Colombia</p>
---	-------------------------	---	---

Tabla 2. *Decretos Nacionales.*

Tipo de Norma	Artículo	Breve reseña	Entidad
<p>Decreto 2811 de 1974 Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. [17]</p>	<p>336</p>	<p>Tiene como objetivo la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos.</p>	<p>Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible.</p>
<p>Decreto 1594 de 1984 Usos del agua y residuos líquidos. [18]</p>	<p>En su totalidad.</p>	<p>Por la cual se establecen los usos del agua y residuos líquidos para cualquier actividad</p>	<p>Ministerio de salud</p>

Continuación Tabla 2. Decretos Nacionales

<p>Decreto 3100 de 2003 Implementación de tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales. [19]</p>	<p>En su totalidad.</p>	<p>El presente tiene por objeto reglamentar las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de vertimientos puntuales.</p>	<p>Ministerios de ambiente y desarrollo sostenible</p>
<p>Decreto 1076 de 2015 se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible. [20]</p>	<p>En su totalidad.</p>	<p>Definen las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores.</p>	<p>Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</p>

Tabla 3. *Resoluciones Nacionales.*

Tipo de Norma	Artículo	Breve reseña	Entidad
<p>Resolución 1433 de 2004 Plan de saneamiento y manejo de vertimientos. [21]</p>	<p>En su totalidad.</p>	<p>Conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado.</p>	<p>Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible</p>
<p>Resolución 1503 de 2010 Se adopta la metodología de estudios ambientales. [22]</p>	<p>En su totalidad.</p>	<p>Por la cual se adopta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales y se adoptan otras determinaciones</p>	<p>El Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible</p>

Continuación Tabla 3. Resoluciones Nacionales.

<p>Resolución 0631 de 2015 Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles. [23]</p>	8	<p>Por la 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</p>	<p>Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible</p>
<p>Resolución 0330 de 2017 Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento – RAS. [24]</p>	166	<p>La presente reglamenta los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de planeación, diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura relacionada con los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo</p>	<p>Ministerio de Desarrollo Económico</p>

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados en el presente trabajo, se realizó la siguiente metodología:

3.1 Diagnostico de la condiciones infraestructurales y operacionales de la PTARD Nuevo Tambo.

Para cumplir con este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

- a) Se realizó un estudio preliminar, en el cual se revisaron informes facilitados por parte de la CRC y documentos consultados en la web, lo que brindo una percepción más amplia del estado de infraestructura y operación en la que se encontraba la PTARD.
- b) Con una idea preliminar del estado de la PTARD, se programaron 2 visitas para evaluar el estado real en la que esta se encontraba; para ello se elabora un formato de registro en campo (ver Figura 2), donde se evalúa el estado de la estructura y si esta puede ser operacional o no.

REGISTRO DIARIO DE CAMPO						
Nombre de la planta:						
Corregimiento/Vereda/Barrio:						
Nombre del cuerpo receptor:						
Coordenadas:						
Fecha:						
Tipo de estructura	Descripción	Estado estructura			Esta en operac.	
		B	R	D	SI	NO
Tratamiento Preliminar						
Cribado						
desarenador						
Tratamiento Primario						
Tanque séptico (Dos módulos)						
Tratamiento secundario						
Filtro Anaeróbico (Dos módulos)						
Tratamiento de lodos						
Lecho de secado						
Obras complementarias						
Cerramiento Perimetral						
Caseta operario						
Zonas verdes						
TOTALES						

Figura 2. Formato para el registro del estado estructural y operacional de la PTARD Nuevo Tambo. [25]



Figura 3. Estado inicial de la PTARD Nuevo Tambo. [25]

- c) Una vez realizadas las visitas, con la información recolectada se procede a realizar el diagnóstico del estado estructural de la PTARD el Nuevo Tambo.

3.2 Planteamiento de las alternativas de solución

Una vez realizado el diagnóstico estructural de la PTARD Urbanización Nuevo Tambo y teniendo en cuenta que esta no ha funcionado desde su construcción [6], no se conoce su eficiencia en remoción de contaminantes. Por lo anterior se plantea poner en un punto funcional la PTARD y así determinar si es necesario rediseñar alguna de sus estructuras; para poner en un punto funcional la PTARD se elabora un presupuesto donde se tuvo en cuenta los requerimientos mínimos para que esta funcione correctamente.

3.3 Monitoreo del vertimiento que ingresa a la PTARD Nuevo Tambo.

El procedimiento que se utilizó es con base a la resolución 0631 de 2015 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos, en el que se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público.

El procedimiento se realizó de la siguiente forma:

- a) Revisión de información preliminar y expedientes del vertimiento a evaluar.
- b) Se preparó el formato de captura de datos en campo para muestras de agua (ver anexo 2).
- c) Se programó la visita de seguimiento, y/o monitoreo.
- d) Se tomaron muestras del vertimiento a la entrada y salida de la PTARD, mediante un equipo multiparamétrico. En la Tabla 3 se presentan los parámetros evaluados y el método utilizado para su determinación.

Tabla 4. *Parámetros y métodos de laboratorio para evaluación de vertimientos de la PTARD Urbanización Nuevo Tambo. [26]*

Parámetro	Método	Unidad
DBO ₅	SM5210B/SM4500-OG	mg/L
DQO	SM5220D	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	SM2540D	mg/L
Sólidos Sedimentables (SSED)	SM5520D	mg/L
pH	-	-

Continuación Tabla 4. Parámetros y métodos de laboratorio para evaluación de vertimientos de la PTARD Urbanización Nuevo Tambo.

Para el seguimiento y/o monitoreo del vertimiento se emplearon los siguientes materiales:

- ✓ GPS
- ✓ Molinete
- ✓ Guantes
- ✓ Bolígrafo
- ✓ Calculadora
- ✓ Balde de 5 L

- ✓ Cinta métrica
- ✓ Botas de caucho
- ✓ Tabla portapapeles
- ✓ Gafas de seguridad
- ✓ Cinta de enmascarar
- ✓ Cronómetro (Casio HS3)
- ✓ Cinta adhesiva transparente
- ✓ Beaker graduado de 1000 ml
- ✓ Frasco lavador con agua destilada
- ✓ Multiparámetro (Handylab multi12)
- ✓ Documentos de identificación (Cédula, carné de EPS, ARL y CRC)
- ✓ Nevera de icopor o poliuretano con suficiente hielo para alcanzar una temperatura cercana a 4 °C

e) Teniendo las concentraciones de los parámetros evaluados dadas por el laboratorio de la CRC, se precede a calcular la Carga Contaminante y la Eficiencia de Remoción, con esto se analiza el funcionamiento de la PTARD Urbanización Nuevo Tambo y si es necesario realizar un rediseño en alguna de sus estructuras; estas se calculan con las siguientes ecuaciones:

- **Carga Contaminante (CC):** Se calculó usando la Ecuación 1, de la siguiente manera: [19]

Ecuación 1.

$$CC = \frac{Q * C * 0.0864 * t}{24}$$

Dónde:

CC = Carga Contaminante (kg/día).

Q = Caudal promedio (L/s).

C = Concentración de la sustancia contaminante (mg/L).

0.0864 = Factor de conversión de unidades.

t = Tiempo de vertimiento del usuario (h).

- **Eficiencia de remoción:** Se calculó a partir de las cargas contaminantes que ingresan y salen de la PTARD, usando la Ecuación 2, de la siguiente manera: [19]

Ecuación 2.

$$remoción = \frac{CC1 - CC2}{CC1} * 100$$

Dónde:

CC1 = Carga contaminante entrada planta de tratamiento (kg/d).

CC2 = Carga contaminante salida planta de tratamiento (kg/d).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La pasantía desarrollada en la CRC estuvo basada en una visita de seguimiento de acuerdo con el convenio 00820-2008 emitido por la CRC, que como autoridad ambiental le compete; el trabajo de pasantía se soportó mediante un informe el cual corresponde a la visita técnica de la Subdirección de Defensa del Patrimonio Ambiental del Programa de Evaluación, Seguimiento y Monitoreo en los diferentes lugares del Departamento del Cauca específicamente en la PTARD Nuevo Tambo, municipio del Tambo.

Los resultados del acompañamiento de la actividad responden a los objetivos y cada una se desarrolla a continuación:

4.1 Diagnóstico infraestructural y operacional.

Al realizar la inspección ocular a la PTARD Urbanización Nuevo Tambo se evidencia que no está en operación y se encuentra en completo estado de abandono; en cuanto a la infraestructura se constata que carece de obras: de acceso, de circulación, cerramiento perimetral, para manejo de escorrentía superficial y caseta de operario, además por la presencia de malezas y espesa vegetación en el área no fue imposible verificar la existencia de la tubería del bypass y la tubería de entrega del efluente de la PTAR a la fuente receptora, en cuanto a operación se observó que cuenta con los siguientes componentes una (1) cámara de entrada, un (1) sistema de cribado, dos (2) tanques sépticos, dos (2) filtros anaerobios, una (1) cámara de salida y un (1) módulo de lechos para secado de lodos, estos componentes se describen detalladamente en la Tabla 5.

Tabla 5. Estado de las estructuras. [25]

TIPO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN DURANTE LA INSPECCIÓN
Entrada y tratamiento preliminar		
Cámara de cribado	Estructura en concreto sin evidencia de tapas. No cuenta con rejilla de cribado. No cuenta con bandeja perforada en lámina ni tampoco con vertedero de aforo de caudal.	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura en estado regular. • Daños en tuberías y accesorios. • El recorrido cerca a esta estructura es inseguro, siendo un terreno con fuerte pendiente, sin adecuación ni obras de circulación.
Caja de Distribución de Caudales	Estructura en concreto sin evidencia de tapas. Distribución para 3 módulos. Conectada a los dos módulos de tratamiento con tubería sanitaria.	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura en estado regular. Daños en tuberías y accesorios. • El recorrido cerca a esta estructura es inseguro, siendo un terreno con fuerte pendiente, sin obras de circulación.
Tratamiento primario y secundario		
Tanque Séptico (dos Módulos)	Estructura en concreto con tapas del mismo material con tuberías y accesorios sanitarios. Estructura sin funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura en estado regular. • Tuberías y accesorios en estado regular y con múltiples daños. • Parcialmente inundada. El recorrido cerca a esta estructura es inseguro, siendo un terreno con fuerte pendiente, sin adecuación ni obras de circulación.
Filtro Anaeróbico (dos Módulos)	Estructura en concreto con tapas del mismo material con tuberías y accesorios sanitarios. Estructura sin funcionamiento. Material filtrante pétreo.	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura en estado regular. Tuberías y accesorios en estado regular y con múltiples daños. • El recorrido cerca a esta estructura es inseguro, siendo un terreno con fuerte pendiente, sin adecuación ni obras de circulación.

Continuación Tabla 5. Estado de las estructuras.

Tratamiento de Lodos

Lecho de secado	Solo se alcanza a evidenciar la estructura metálica de la cubierta.	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura metálica de cubierta con alto grado de corrosión. Sin evidencia de: cubierta, cajas de inspección de salida, tuberías, accesorios, ladrillo junta perdida, material filtrante pétreo. • El recorrido cerca a esta estructura es inseguro, siendo un terreno con fuerte pendiente, sin adecuación ni obras de circulación.
------------------------	---	---

Obras Complementarias

Cerramiento Perimetral.	No existe.	No existe.
Caseta operario	No existe.	No existe.
Obras para manejo de escorrentía superficial y zonas de circulación.	No existe.	No existe.
Zonas verdes	Mantenimiento regular.	Mantenimiento regular.

4.2 Planteamiento de las alternativas de solución

En la Tabla 6 se presenta el presupuesto discriminado por ítems, unidad, cantidad, valor unitario, por cada capítulo de obras para la optimización. Este presupuesto se obtiene como resultado del diagnóstico realizado a la parte estructural de la PTARD, informes por parte de la CRC y EMCASERVICIOS [6] [3] [5] y artículos donde describen los aspectos que se deben tener en cuenta e incluir en la elaboración de un presupuesto para optimizar un PTAR, de los cuales resalta la limpieza y mantenimiento de todo el sistema, análisis del estado de los lechos de

filtrado para definir si es necesario cambiarlo y estudio técnico de estado de las estructuras para verificar si existen fugas en las estructuras o muros inestables. [27], [28].

Tabla 6. *Presupuesto PTARD Urbanización Nuevo Tambo. [25]*

CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS					
PRESUPUESTO PARA OPTIMIZACIÓN PTARD NUEVO TAMBO					
MUNICIPIO DEL TAMBO					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unit.	Valor Parcial
1	PRELIMINARES				
1,1	ROCERÍA.	m ²	1.250	319	398.750
1,2	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE EN EL SITIO.	m ³	187,5	5.211	977.063
	SUBTOTAL PRELIMINARES				1.375.813
2	ESTRUCTURA DE ALIVIO, CRIBADO Y REPARTO				
2,1	LIMPIEZA DE CÁMARA ALIVIO, CRIBADO Y REPARTO.	m ³	3,7	31.713	117.338
2,2	VÁLVULA PVC BRIDADA 6".	UND	1	1.208.393	1.208.393
2,3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REJILLA CON BARRAS DE ACERO D= 1/2", CADA 0,15 M. 0,5x0,9 M.	UND	1	418.474	418.474
2,4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BANDEJA PERFORADA EN ACERO 0.9 X 0.9 M.	UND	1	298.474	298.474
2,5	COMPUERTA EN ACRÍLICO DE 0.45 X0.45 E= 0.01M INCLUYE GUÍAS EN ALUMINIO.	UND	3	208.474	625.422
2,6	TAPA EN LAMINA ALFAJOR DE 4.5 MM INCLUYE ÁNGULOS 1 1/2 " X 1/8" Y ANTICORROSIVO.	m ²	3,26	288.244	939.675
	SUBTOTAL ESTRUCTURA DE ALIVIO, CRIBADO Y REPARTO				3.607.776
3	TANQUE SÉPTICO Y FAFA				
3,1	LIMPIEZA DE TANQUE SÉPTICO.	m ³	165,6	55.558	9.200.405
3,2	EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO.	m ³	186,48	85.995	16.036.348
3,3	TAPA EN LAMINA ALFAJOR DE 4.5 MM INCLUYE ÁNGULOS 1 1/2 " X 1/8" Y ANTICORROSIVO.	m ²	18	288.244	5.188.392
3,4	SUM E INST. TUBERÍA PVC SANIT D= 6"	mL	60	56.858	3.411.480
3,5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC SANITARIA D= 6" PERFORADA.	mL	46	58.224	2.678.304
3,6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VENTILACIONES D= 4".	UND	12	55.531	666.372
3,7	VÁLVULA PVC BRIDADA 6".	UND	4	1.208.393	4.833.572
3,8	SUMINISTRO E INSTAL CODO 90° SANIT PVC D= 6".	UND	18	110.199	1.983.582
3,9	SUMINISTRO E INSTAL ADAPTADOR SANITARIO PVC D=6".	UND	8	66.199	529.592
3,1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ROSETÓN PLÁSTICO FILTRANTE.	m ³	153,18	494.179	75.698.339
3,11	APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO IMPERMEABLE PARA CONCRETO, DOS CAPAS.	m ²	459	24.839	11.401.101
3,12	SUM. E INST. TUBERÍA SANITARIA MEDIA CAÑA EN PVC D = 6".	mL	44,4	56.915	2.527.026

Continuación Tabla 6. Presupuesto PTARD Urbanización Nuevo Tambo

3,13	SUM. E INST. TEE SANITARIA PVC D = 6".	Und	12	141.594	1.699.128
3,14	SUM. E INST. UNIÓN EN PVC D = 6".	Und	16	37.144	594.304
	SUBTOTAL TANQUE SÉPTICO Y FAFA				136.447.945
4	LECHOS DE SECADO DE LODOS				
4,1	EXTRACCIÓN DE LADRILLO A JUNTA PERDIDA LECHOS DE SECADO.	m ²	30,09	5.733	172.506
4,2	EXTRACCIÓN DE MATERIAL FILTRANTE LECHOS DE SECADO.	m ³	18,05	14.333	258.711
4,3	CANTO RODADO PARA LECHOS DE SECADO.	m ³	18,05	123.356	2.226.576
4,4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LADRILLO A JUNTA PERDIDA.	m ²	30,09	27.258	820.193
4,5	SUM. E INST. VIGA PERLIN CAJÓN 160X60X1.2.	mL	12	61.311	735.732
4,6	PINTURA ESMALTE ESTRUCTURA METÁLICA.	mL	127	9.629	1.222.883
4,7	LIMPIEZA DE ESTRUCTURA METÁLICA.	mL	127	3.939	500.253
4,8	CUBIERTA EN TEJA TRASLUCIDA.	m ²	49	46.042	2.256.058
4,9	SUM. E INST. TUBERÍA SANITARIA PVC PERFORADA D=6".	mL	18	53.094	955.692
4,1	SUMINISTRO E INSTAL ADAPTADOR SANITARIO PVC D=6".	UND	4	66.199	264.796
4,11	TAPA EN LAMINA ALFAJOR DE 4.5 MM INCLUYE ÁNGULOS 1 1/2 " X 1/8" Y ANTICORROSIVO.	m ²	3	288.244	864.732
4,12	APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO IMPERMEABLE PARA CONCRETO, DOS CAPAS.	m ²	57,45	24.839	1.427.001
4,13	SUM E INST. TUBERÍA PVC SANIT D= 6".	mL	18	56.858	1.023.444
4,14	VÁLVULA PVC BRIDADA 6".	UND	1	1.208.393	1.208.393
	SUBTOTAL LECHOS DE SECADO DE LODOS				13.936.970
5	OBRAS COMPLEMENTARIAS				
5,1	RELLENOS CON MATERIAL DEL SITIO COMPACTADO CON SALTARÍN AL 80% PM.	m ³	30	30.659	919.770
5,2	CONCRETO PARA SOLADOS.	m ³	0,14	538.518	75.393
5,3	CONCRETO 3000 PSI PARA ZAPATAS.	m ³	0,58	724.214	420.044
5,4	CONCRETO 3000 PSI PARA COLUMNAS.	m ³	0,23	883.770	203.267
5,5	SUMINISTRO, CORTE, FIGURACIÓN Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO 420 MPA.	Kg	93,44	4.703	439.448
5,6	PUERTA EN MALLA ESLABONADA CAL 10 2-1/4" A=5.0 H= 2.55.	UND	1	2.779.836	2.779.836
5,7	POSTES EN CONCRETO DE 0.10 X0.10 X2.5 M INCLUYE INSTALACIÓN.	UND	62	141.685	8.784.470
5,8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ALAMBRE DE PÚAS CAL 14.	mL	1.500	1.696	2.544.000
5,9	CUNETAS EN CONCRETO 3000 PSI E=0.08 M.	m ²	60	53.384	3.203.040
5,1	EXCAVACIÓN A MANO EN MATERIAL COMÚN EN SECO HASTA 2 METROS.	m ³	31,7	22.932	726.944
5,11	ANDENES E=0.10 M CONCRETO 3000 PSI.	m ²	60	64.039	3.842.340
	SUBTOTAL OBRAS COMPLEMENTARIAS				23.938.552
6	OTROS				

Continuación Tabla 6. Presupuesto PTARD Urbanización Nuevo Tambo

6,1	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE DISTANCIA LIBRE 5 KM.	m ³	60	30.479	1.828.740
	SUBTOTAL OTROS				1.828.740
	COSTO DIRECTO				181.135.796
	COSTO INDIRECTO (30%)				54.340.739
	COSTO TOTAL				235.476.535

4.3 Monitoreo del vertimiento que ingresa a la PTARD urbanización Nuevo Tambo

En la Figura 4 se presentan las concentraciones de cuatro parámetros (DBO₅, DQO, Solidos Suspendidos Totales “SST” y Solidos Sedimentables “SSED”) en mg/L a la entrada y salida de PTARD Urbanización Nuevo Tambo, además los límites máximos permisibles, establecidos en la resolución 0631 del 2015; como se observa los valores de salida de los cuatro parámetros están por debajo de los límites máximos permisibles, además el pH en la entrada fue de 6.28 y en la salida de 6.83, encontrándose en el rango de 6 a 9 que exige la resolución, por lo que la PTARD Urbanización Nuevo Tambo cumple con los estándares de remoción.

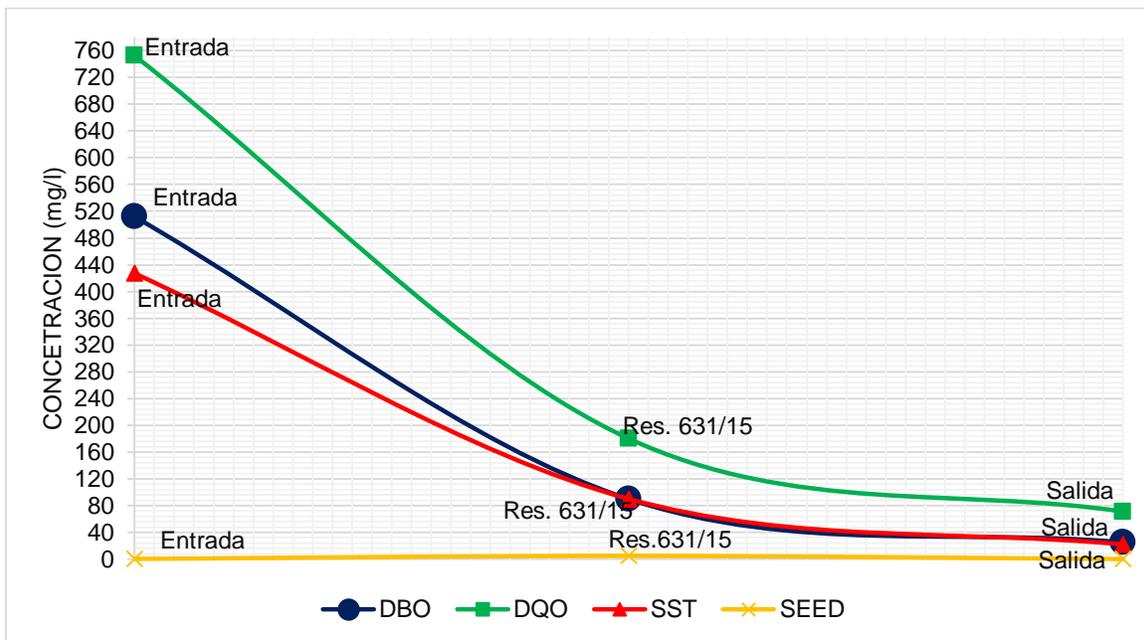


Figura 4. Concentración de los parámetros a la entrada de la PTARD Urbanización Nuevo Tambo. [25]

Ahora se realiza en análisis funcional y operacional de la PTARD, para ello se calcula la carga contaminante a la entrada y salida de la PTARD utilizando la Ecuación 1, posteriormente se procede a calcular la eficiencia de remoción utilizando la Ecuación 2, obteniendo los siguientes resultados que se presentan en la Tabla 7:

Tabla 7. *Eficiencia de remoción.* [25]

Parámetro	Porcentaje de remoción
DBO ₅	95.1%
DQO	91%
SST	94%
SSED	66.7%

Estos valores indican que la PTARD Urbanización Nuevo Tambo presenta niveles de remoción buenos, cumpliendo con los niveles de remoción de la normatividad vigente; su estado funcional y operacional es bueno, por lo que no requieren obras complementarias o rediseño en alguna de sus estructuras.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En el diagnóstico realizado de forma ocular al estado estructural y operacional de la PTARD Urbanización Nuevo Tambo, se evidencia que carece de muchos elementos fundamentales para su funcionamiento, debido al deterioro por el pasar del tiempo y que han sido hurtados o dañados por personas, ya que esta planta carece de un encerramiento que restringiera el paso.
- Debido a que la PTARD Urbanización Nuevo Tambo, no había operado desde su construcción, no se conocía el funcionamiento real de esta, por lo que no era correcto plantear alternativas de solución que implicaran obras complementarias o rediseño en su estructura; por lo anterior se optó en reemplazar las estructuras que estuvieran en mal estado y comprar las que faltaban, para que la planta funcionara y conocer su estado de operación.
- Los análisis realizados al vertimiento antes y después de salir de la PTARD Urbanización Nuevo Tambo, muestran que la planta funciona correctamente, los niveles de remisión son los adecuados, por lo que por el momento la CRC descarto realizar obras complementarias o rediseño en alguna de sus estructuras.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar cerramiento perimetral a la PTARD Urbanización Nuevo Tambo, para evitar que personas y animales ingresen, afectando las estructuras de esta.
- Se realizó la sugerencia a la comunidad y la CRC que se disponga de una persona capacitada que se encargue del mantenimiento rutinario de la PTARD Urbanización Nuevo Tambo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] UNICEF, «la infancia, el agua potable y el saneamiento básico en los planes de desarrollo departamentales y municipales,» 2006. [En línea]. Available: <https://www.unicef.org/colombia/pdf/Agua3.pdf>. [Último acceso: 2020 04 08].
- [2] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, «Resolucion 0330 de 2017 - Reglamento Tecnico RAS - ACODAS,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.acodal.org.co/reglamento-tecnico-ras-nueva-resolucion-0330-de-2017>. [Último acceso: 08 04 2020].
- [3] Cooperacion Autonoma Regional del Cauca, «Informe de Gestión Ambiental. Popayán,» Popayan, 2018.
- [4] AQUAE FUNDACIÓN, «¿Cuánta agua hay en la tierra? ¿Y cuánta es apta para el consumo?,» 18 02 2019. [En línea]. Available: www.fundacionaquae.org. [Último acceso: 2020 04 08].
- [5] EMCASERVISIOS S.A.E.S.P, «Plan Estrategico de Inversiones,» Popayan, 2017.
- [6] P. Torres, «Tendencias en el tratamiento de Aguas residuales Domésticas,» *IyC*, vol. 3, nº 1, pp. 35-42, 2011.
- [7] ESPUCAL ESP, 05 09 2016. [En línea]. Available: https://esp-calera-espucal.micolombiadigital.gov.co/sites/esp-calera-espucal/content/files/000083/4143_14032-ptar.pdf. [Último acceso: 08 04 2020].
- [8] E. Rosales Escalante, «Tanques sépticos. Conceptos teórico base y aplicaciones,» *TECNOLOGIA EN MARCHA*, vol. 18, nº 2, pp. 26-33, 2003.
- [9] CONAGUA, «Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Filtros anaerobios de flujo ascendente. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS),» 2015. [En línea]. Available: <http://ww1.mapasconagua.net/?z>. [Último acceso: 08 04 2020].

- [10] Cooperacion Autonoma Regional del Cauca - CRC, «Informe visita tecnica, seguimiento al funcionamiento y estado de la infraestructura de la PTAR Urbanizacion Nuevo Tambo, Municipio El Tambo, Departamento del Cauca,» Popayan, 2019.
- [11] Google Earth, 2020. [En línea]. Available: <https://www.google.com/intl/es/earth/>. [Último acceso: 08 04 2020].
- [12] Ministerio de Salud, *Ley 09 de 1979*, Bogota DC, 1979.
- [13] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, *Ley 99 de 1993*, Bogota DC, 1993.
- [14] Superintendencia de Servicios Publicos, *Ley 142 de 1994*, Bogota DC, 1994.
- [15] Congreso de la República de Colombia, *Ley 400 de 1997*, Bogota DC, 1997.
- [16] Congreso de la Republica, *Ley 1955 de 2019*, Bogota DC, 2019.
- [17] Ministerio de Ambiente Y Desarrollo Sostenible, *Decreto 2811 de 1974*, Bogota, 1974.
- [18] Ministerio de Salud, *Decreto 1594 de 1984*, Bogota DC, 1984.
- [19] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, *Decreto 3100 de 2003*, Bogota, 2003.
- [20] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, *Decreto 1076*, Bogota, 2015.
- [21] Ministerio de Ambiente Y Desarrollo Sostenible, *Resolución 1433 de 2004*, Bogota DC, 2004.
- [22] Ministerio de Ambiente Y Desarrollo Sostenible, *Resolución 1503 de 2010*, Bogota DC, 2010.
- [23] Ministerio de Ambiente Y Desarrollo Sostenible, *Resolución 0631 de 2015*, Bogota DC, 2015.
- [24] Ministerio de Desarrollo Económico, *Resolución 0330 de 2017*, Bogota DC, 2017.
- [25] J. C. Morales León, *Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas*

Residuales Domesticas (Ptard) Nuevo Tambo, Ubicada en el Municipio del Tambo, Departamento del Cauca, Priorizada en la Subdirección de Patrimonio Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Cauca, Popayan, 2020.

- [26] Cooperacion Autonoma Regional del cauca, «Informe técnico de seguimiento y evaluación a cumplimiento de los parámetros establecidos para los vertimientos líquidos domésticos del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales - PTARD de la Vereda Nuevo Tambo en el Municipio de Tambo (Cauca).,» Popayan, 2020.
- [27] J. P. Gonzales y k. A. Gómez, «Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Municipio de Bojacá-Cundinamarca,» Unicatolica, Bogota DC, 2016.
- [28] S. C. Yabroudi, J. Amarza, F. Pedrique, C. Cardenas y L. Herrera, «Optimización del Proceso de Tratamiento de Aguas Residuales de una Industria Cervecera» *Scielo*, vol. 34, nº 11, pp. 764-770, 2009.
- [29] C. Lalaleo y F. Maricela, «ptimización de la Planta de Tratamiento de Agua Residual de la empresa Bioalimantar sector Pachanlica,» 2015.

ANEXOS

Anexo 1. Diario de campo

		CORPORACION AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA CRC					
		REGISTRO DIARIO DE CAMPO FORMATO DE CAPTURA DE DATOS EN CAMPO PARA EL DIAGNOSTICO DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES					
Nombre de la planta:			Fecha:				
Nombre del cuerpo receptor:			Municipio:				
Coordenadas N:			W:				
Tipo de estructura	Descripción	Observación durante la inspección	Estado estructura			Esta en operación	
			B	R	D	SI	NO
Tratamiento preliminar							
Cribado							
Caja de Distribución de Caudales							
Tratamiento primario							
Tanque séptico (Dos módulos)							
Tratamiento secundario							
Filtro anaeróbico (Dos módulos)							
Tratamiento de lodos							
Lecho de secado							
Obras complementarias							
Cerramiento perimetral							
Caseta operario							
Zonas verdes							
Totales							

B: Bueno, **R:** Regular, **D:** deficiente
Operando: **SI/**

Anexo 2. Formato captura de datos en campo para muestras de agua

DATOS DE MUESTREO

		CORPORACION AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA CRC LABORATORIO AMBIENTAL		Código: FT-PDPA- LA045	
FORMATO DE CAPTURA DE DATOS EN CAMPO PARA TOMA Y REMISIÓN DE MUESTRAS DE AGUA					
Fecha:		Municipio:		Coordenadas	
Responsable:				N:	
Cliente o Empresa:				W:	
Visita atendida por				ASNM:	
NOMBRE	CC	FIRMA	SITIO DE MUESTREO:		

EQUIPOS DE MUESTREO

Multiparámetro:	Flujómetro:	GPS:
-----------------	-------------	------

VARIABLES IN SITU

Hora	Vol. (L)	Tiempo (s)	Caudal (L/s)	Temp. (°C)	pH	Conductividad (µS/cm)	OD (mg/L)	% OD	Alícuota (ml)
Caudal Promedio									

SOLIDOS SEDIMENTABLES

Sólidos Sedimentables (ml/L)			%
Medición 1	Medición 2	Promedio	RPD

--	--	--	--

$$\%RPD = \frac{|\text{Resultado de la muestra} - \text{Resultado del duplicado}|}{(\text{Resultado de la muestra} + \text{Resultado del duplicado})/2} \times 100$$

	CORPORACION AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA CRC LABORATORIO AMBIENTAL	Código: FT-PDPA-LA045
	FORMATO DE CAPTURA DE DATOS EN CAMPO PARA TOMA Y REMISIÓN DE MUESTRAS DE AGUA	

%RPD: Diferencia Relativa en Porcentaje
El %RPD no debe ser superior al 10%

CONDICIONES AMBIENTALES

Soleado
 Nublado
 Parcialmente Nublado
 Precipitación

T°(C) ambiente: _____ % Humedad: _____

MEDICIÓN DE CAUDALES

CÁLCULO DEL CAUDAL EN RÍOS
TUBERÍAS

CÁLCULO DEL CAUDAL EN

Ancho del río (m): _____

Diámetro del tubo (pulg): _____

1	2	3	4	5	6
Sección	Velocidad (m/s)	Profundidad (m)	Ancho (m)	Area (m ²) 3x4	Caudal (m ³ /s) 2x5
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Caudal Total					

Hora	Altura lámina de agua (m)	Velocidad (m/s)	Caudal (L/s)
Caudal Promedio			

Código laboratorio: _____

OBSERVACIONES: _____

Anexo 3. Reporte de resultados muestra de agua

Reporte N° 578

	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE AGUA	Código: PT-PDPA-LA027
		Fecha: 13/02/2013
		Versión: 3
		Página 1 de 2

Fecha: Febrero 14 de 2020.

Cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental	Solicitud N°: 301
Dirección: Carrera 7 N° 1N-28, Popayán	Teléfono: 8333232
Municipio de muestreo: Tambo	Fecha de Recepción: Febrero 07 de 2020.
	Fecha de Análisis: Febrero 07 a Febrero 14.

Muestreo:

Plan de Muestreo N°	N/A
Fecha de Muestreo	Febrero 07 de 2020.
Lugar de Muestreo	Nuevo Tambo
Procedimiento de muestreo	Compuesto
Condiciones ambientales	Nublado

Identificación de la muestra

Código Muestra	Sitio de Muestreo	Coordenadas
1432	Entrada PTARD Nuevo Tambo	N: 02°44'.708" W: 76°79'.445" ASNM: 1714
1433	Salida PTARD Nuevo Tambo	N: 02°44'.745" W: 76°79'.508" ASNM:

Variables In Situ:

1432: Entrada PTARD Nuevo Tambo

Hora	Temp. °C	pH Unidad	Conductividad µS/cm
10:00	22.6	6.38	373
10:20	22.6	6.27	371
10:40	22.6	6.00	387
11:00	22.6	5.97	388
11:20	22.9	6.38	437
11:40	22.9	6.34	438
12:00	22.9	6.27	423
12:20	22.8	6.24	423
12:40	22.1	6.38	400
13:00	22.4	6.35	392
13:20	23.1	6.28	395
13:40	22.7	6.26	399
14:00	22.8	5.95	403

Laboratorio Ambiental: Vivero CRC, Vereda González, Popayán Telefax: 8333232 ext. 231

	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE AGUA	Código: FT-PDPA-LAQ27
		Fecha: 13/02/2013
		Versión: 3
		Página 2 de 2

1433: Salida PTARD Nuevo Tambo

Hora	Tiempo (s)	Caudal (L/s)	pH Unidad	Temperatura (* C)	Conductividad $\mu\text{S/cm}$
10:00	0,3	0,67	6,22	21,8	157
10:20	0,5	0,42	7,3	21,8	157
10:40	0,5	0,60	6,36	21,7	178
11:00	0,4	0,55	7,42	21,6	178
11:20	0,6	0,33	7,15	21,9	213
11:40	0,3	0,74	7,31	21,8	214
12:00	0,4	0,53	6,86	21,8	266
12:20	0,3	0,70	6,97	21,8	267
12:40	0,4	0,50	7,07	21,7	214
13:00	0,6	0,35	7,1	21,7	213
13:20	0,4	0,56	7,01	22,1	199
13:40	0,5	0,44	6,98	22	204
14:00	0,6	0,35	6,8	21,8	199

Caudal medio: 0.52 L/s

Resultados Laboratorio:

Variable	Método	Unidad	Resultados	
			1432	1433
DBOs	SM5210B/SM4500-OG	mg/L	512	25.2
DQO	SM5220D	mg/L	753	70.7
SST	SM2540D	mg/L	427	22.0
Sólidos sedimentables	SM 2540 F	ml/L	0.3	< 0.1
Ortofosfatos	SM4500-P E, Modifica	mg PO ₄ -P/L	*	0.92
Fósforo Total	SM4500-P B / SM4500-P E	mg PO ₄ -P/L	*	1.90
Nitritos	SM 4500-NO ₂ B	mg NO ₂ -N/L	*	0.06
Nitratos	SM 4500-NO ₃ B	mg NO ₃ -N/L	*	0.62
Nitrógeno Amomiacal	SM 4500-NH ₃ F, modificad	mg NH ₃ -N/L	*	0.18
Nitrógeno total	SM 4500-N C, modificado	mg N/L	*	1.33
Color	SM 2120 C	UPC	*	98
Grasas y Aceites	SM5520D	mg/L	*	< 10

* Análisis NO realizado

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.

DIEGO ZULUAGA VERA
 Responsable Laboratorio Ambiental

Anexo 4. Informe de visita PTARD Nuevo Tambo



180-207.03

Popayán,



Doctora

CLAUDIA DANAYE HOYOS RUIZ

Subdirectora Defensa del Patrimonio Ambiental
Corporación Autónoma Regional del Cauca.

Asunto. Informe de visita técnica, seguimiento al funcionamiento y estado de la infraestructura de la PTAR Urbanización Nuevo Tambo, Municipio de El Tambo - Departamento del Cauca.

EQUIPO TÉCNICO ASISTENTE

Ing. Oscar Marino Orozco, Contratista SDPA - CRC.

Ing. Carlos Noreña, Profesional Especializado SDPA - CRC.

Ing. Jesús Sinisterra, Contratista SDPA - CRC.

OBJETO DE LA VISITA

Realizar inspección del estado de la infraestructura de la PTAR Urbanización Nuevo Tambo, Municipio de El Tambo - Departamento del Cauca y verificación del funcionamiento del sistema de tratamiento. Fecha de visita técnica: **16 de julio de 2019.**

ANTECEDENTES

Acciones rutinarias de seguimiento a la infraestructura, requerimientos, caracterización de vertimientos e inversión económica para optimización de la PTAR existente, de acuerdo a la siguiente relación de informes.

Acción	Nº Radicado y/o Nº contrato
Convenio	00820 - 2008
Seguimiento	07003 - 2013
Requerimiento	00508 - 2015
Seguimiento	11868 - 2017
Requerimiento	14853 - 2017
Seguimiento	11803 - 2018
Requerimiento	11970 - 2018

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA - NIT: 891.501.885 - 4

Camera 7 # 1n - 28 Edificio Edgar Negret Dueñas

Pbx: 833 32 32 Fax: 092 - 820 32 51

Línea verde: 018000 932 855

Popayán - Cauca - Colombia

www.crc.gov.co

INFORMACIÓN ENTE OPERADOR Y/O ENTE TERRITORIAL

ENTE TERRITORIAL	
Municipio/Departamento:	El Tambo/Cauca
Alcalde:	CELIO URRESTY MESA
NIT del Municipio:	800.095.961-2
Dirección de correspondencia:	Calle 4 #2-98, El Tambo Cauca
Email:	alcaldia@eltambo-cauca.gov.co
Teléfono contacto:	8276090 – 8276017
ENTE OPERADOR	
Nombre Ente Operador:	Administración Municipal El Tambo Cauca.
Representante Legal	CELIO URRESTY MESA
NIT Ente Operador:	891.500.978-6
Dirección de correspondencia:	Calle 4 #2-98, El Tambo Cauca.
Teléfono contacto:	3148314581
Email:	8276090 – 8276017

INFORMACIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Corregimiento/ Vereda/Barrio:	Urbanización Nuevo Tambo
Nombre cuerpo receptor:	Quebrada Clínica - Río Cauca
No. Habitantes del lugar:	200 hab. (aprox.)
No. Hab. Diseño PTAR:	400 hab. (aprox.)
Funcionamiento (B/R/D/Otro):	DEFICIENTE. No opera.
Estado Físico de la Infraestructura (B/R/D/Otro):	Deficiente. Infraestructura en completo estado de abandono.
Tipo de tecnología PTAR:	T.P: Zona de desbaste, Tratamiento Primario. T.S: Tanque Séptico. FAFA: Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente. L.S: Lechos de Secado de lodos.

GEORREFERENCIACIÓN UBICACIÓN DE LA PTAR

Nombre PTAR	Coord. N	Coord. E
PTAR URBANIZACIÓN NUEVO TAMBO, MUNICIPIO DE EL TAMBO.	762352.96	1031481.69

SITUACIÓN ENCONTRADA

1. En la visita de inspección a la PTAR Urbanización Nuevo Tambo, se pudo constatar que el sistema de tratamiento no se encuentra en funcionamiento y en completo estado de abandono.



2. Se constata que la infraestructura de la PTAR carece de: obras de acceso, obras de circulación, cerramiento perimetral, obras para manejo de escorrentía superficial y caseta de operario.
3. Se constata que en la Urbanización Nuevo Tambo hay un aproximado de 25 viviendas construidas y habitadas, las cuales realizan el manejo de las aguas residuales domesticas utilizando sistemas individuales tradicionales tipo Pozos de absorción.
4. Se constata que se está llevando a cabo actividades de reposición y construcción de redes de alcantarillado en el sector Urbanización Nuevo Tambo, las cuales recolectarán las aguas residuales domesticas originadas, transportándolas hasta la infraestructura existente PTAR Urbanización Nuevo Tambo. La comunidad manifiesta que, con la reposición y construcción de las redes de alcantarillado se espera dar cobertura del servicio a 65 viviendas.
5. Por presencia de malezas y espesa vegetación en el área de la PTAR, fue imposible verificar la existencia de la tubería del Bypass y la tubería de entrega del efluente de la PTAR a la fuente receptora.

A continuación, se describen las estructuras existentes en el sistema de tratamiento de aguas residuales de la Urbanización Nuevo Tambo:

TIPO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN DURANTE LA INSPECCIÓN
Entrada y Tratamiento Preliminar		
Cámara de alivio	Cámara circular de concreto, con tapa del mismo material. Existen cajas secundarias en concreto para quiebre de pendiente. No existe válvula de control de flujo.	No opera. Estructura en estado regular. Daños en tuberías y accesorios. El recorrido cerca a esta estructura es inseguro, siendo un terreno con fuerte pendiente, sin adecuación ni obras de circulación.
Cámara de cribado	Estructura en concreto sin evidencia de tapas. No cuenta con rejilla de cribado. No cuenta con bandeja perforada en lamina ni tampoco con vertedero de aforo de caudal.	No opera. Estructura en estado regular. Daños en tuberías y accesorios. El recorrido cerca a esta estructura es inseguro, siendo un terreno con fuerte pendiente, sin adecuación ni obras de circulación.
Caja de Distribución de Caudales	Estructura en concreto sin evidencia de tapas. Distribución para 3 módulos. Conectada a los dos módulos de tratamiento con tubería sanitaria.	No opera. Estructura en estado regular. Daños en tuberías y accesorios. El recorrido cerca a esta estructura es inseguro, siendo un terreno con fuerte

		pendiente, sin adecuación ni obras de circulación.
Tratamiento Primario y Secundario		
Tanque Séptico (dos Módulos)	Estructura en concreto con tapas del mismo material con tuberías y accesorios sanitarios. Estructura sin funcionamiento.	No opera. Estructura en estado regular. Tuberías y accesorios en estado regular y con múltiples daños. Parcialmente inundada. No existe el 100% de las tapas. El recorrido cerca a esta estructura es inseguro, siendo un terreno con fuerte pendiente, sin adecuación ni obras de circulación.
Cámara seca (dos Módulos)	Estructura en concreto sin evidencia de tapas con tuberías y accesorios sanitarios. No existen válvulas de control de flujo.	No opera. Estructura en estado regular. Tuberías y accesorios desmantelados. El recorrido cerca a esta estructura es inseguro, siendo un terreno con fuerte pendiente, sin adecuación ni obras de circulación.
Filtro Anaeróbico (dos Módulos)	Estructura en concreto con tapas del mismo material con tuberías y accesorios sanitarios. Estructura sin funcionamiento. Material filtrante pétreo.	No opera. Estructura en estado regular. Tuberías y accesorios en estado regular y con múltiples daños. No existe el 100% de las tapas. El recorrido cerca a esta estructura es inseguro, siendo un terreno con fuerte pendiente, sin adecuación ni obras de circulación.
Tratamiento de Lodos		
Lecho de secado	Solo se alcanza a evidenciar la estructura metálica de la cubierta.	No opera. Estructura metálica de cubierta con alto grado de corrosión. Sin evidencia de: cubierta, cajas de inspección de salida, tuberías, accesorios, ladrillo junta perdida, material filtrante pétreo. El recorrido cerca a esta estructura es inseguro, siendo un terreno con fuerte pendiente, sin adecuación ni obras de circulación.
Obras Complementarias		
Cerramiento Perimetral.	No existe.	No existe.
Caseta Operario	No existe.	No existe.
Obras para manejo	No existen.	No existen.

de escorrentía superficial y zonas de circulación.		
Zonas verdes	Mantenimiento regular.	Mantenimiento regular.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Existe afectación del recurso hídrico a nivel subterráneo, debido el manejo inadecuado de las aguas residuales de 25 viviendas a través de Pozos de Absorción, en la urbanización Nuevo Tambo, Municipio de El Tambo, Departamento del Cauca.
- El ente operador de la PTAR debe realizar las actividades necesarias que permitan la puesta en marcha y una óptima operación del sistema de tratamiento de aguas residuales de la urbanización Nuevo Tambo, Municipio de El Tambo, con el fin de disminuir la afectación del recurso hídrico y mitigar el impacto ambiental.
- Se deberá realizar mantenimiento general al área de la PTAR, incluyendo limpieza de malezas y remoción de derrumbes.
- Se debe realizar limpieza y mantenimiento a las estructuras de la PTAR Nuevo Tambo, considerando cajas, cámaras y tanques en concreto.
- Se deberá realizar remplazo de tuberías y accesorios en mal estado de las estructuras que componen la PTAR.
- Se deben realizar las obras complementarias que permita óptimo funcionamiento y operación de la PTAR dentro de un perímetro completamente cerrado, con zonas de circulación seguras y obras para manejo de la escorrentía superficial.
- Se debe reponer las tapas faltantes y las que están en estado de deterioro con tapas en lamina Alfajor.
- Se deben adecuar las estructuras de tratamiento preliminar. Instalar rejillas de cribado, placas o bandejas perforadas para la deshidratación de lo retenido en las rejillas, válvulas de control de flujo, con el fin de realizar un buen tratamiento preliminar.
- Se debe realizar mantenimiento a la estructura metálica de cubierta e instalar cubierta en la estructura de lechos de secado, utilizando teja translúcida, además reponer ladrillo junta perdida, material filtrante, tuberías y accesorios, si es el caso.
- Realizar prueba de estanqueidad para identificar posibles filtraciones en los tanques, y solicitar concepto técnico a un especialista para corregir dichas filtraciones si es el caso.
- Realizar el remplazo del material filtrante pétreo existente en el Tanque Fafa por material filtrante plástico tipo rosetas, con el fin de obtener un incremento en la cámara de filtración y facilitar su mantenimiento y limpieza.

- El Ente operador debe garantizar la operación, mantenimiento y funcionamiento de la planta. Deberá garantizar personal permanente para mantenimiento y operación de la PTAR y proveerlo con los implementos de seguridad industrial (Guantes extra largos, careta con filtro y carbón activado, overol, botas, libro de registro) y deberá realizar control periódico.

REGISTRO FOTOGRÁFICO PTAR CORREGIMIENTO DE LERMA DEL MUNICIPIO DE BOLIVAR.



Vista General PTAR.



Tanque séptico y Tanque FAFA.



Estructuras de tratamiento preliminar.

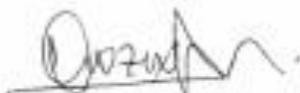


Estructura de secado de lodos.



Obras de alcantarillado en ejecución.

Atentamente,



OSCAR MARINO OROZCO MERA.
Ingeniero Civil Contratista SDPA - CRC

Proyectó: Oscar Orozco. *Im*
Revisó: Carlos Noreña *CHN*.