

**DIAGNOSTICO DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUA RESIDUAL DOMESTICA CONSTRUIDA EN EL MUNICIPIO DE CUMARAL
EN EL DEPARTAMENTO DEL META**

JENNY CAROLINA DÍAZ LOZANO

ANGIE ALEXANDRA GÓMEZ RAMOS

JHONATTAN ALFONSO MOLANO CHINGATE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS

BOGOTÁ D.C – 2015

**DIAGNOSTICO DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUA RESIDUAL DOMESTICA CONSTRUIDA EN EL MUNICIPIO DE CUMARAL
DEPARTAMENTO DEL META**

JENNY CAROLINA DÍAZ LOZANO CÓDIGO: 560269

ANGIE ALEXANDRA GÓMEZ RAMOS CÓDIGO: 560262

JHONATTAN ALFONSO MOLANO CHINGATE CÓDIGO: 560266

Trabajo de grado para obtener el título de especialista en Recursos Hídricos.

ASESOR: ALEX MAURICIO GONZALEZ MENDEZ

INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS

BOGOTÁ D.C – 2015



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá D.C, noviembre de 2015

Dedicatoria

A DIOS, por el éxito y la satisfacción de la culminación de este proyecto, quien nos regala los dones de la sabiduría para enfrentar los retos, las alegrías y los obstáculos que se presentan constantemente. A nuestros padres, quienes ven realizado cada uno de nuestros sueños; mi sincero agradecimiento por depositar su confianza e impartido sus sabios consejos. La felicidad en vernos desempeñándonos como profesionales y marcar cada meta cumplida en sus corazones.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1. GENERALIDADES DEL TRABAJO DE GRADO	14
1.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	14
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2.1. <i>Problema a resolver.</i>	14
1.2.2. <i>Antecedentes del problema a resolver.</i>	14
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS	16
1.4.1. <i>Objetivo general.</i>	16
1.4.2. <i>Objetivos específicos.</i>	16
1.5. MARCOS DE REFERENCIA.....	17
1.6. METODOLOGÍA	17
2. CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO PTAR MAYUGA CUMARAL.....	19
3. EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y COMPLIMIENTO DEL MANUAL DE OPERACIÓN DE PTAR MAYUGA CUMARAL	21
3.1. REVISIÓN PRUEBAS DE LABORATORIO FISICO – QUIMICAS PTAR	21
3.2. DIAGNOSTICO DE OPERACIÓN.....	24
3.2.1. <i>Evaluación operación de la PTAR.</i>	24
3.2.2. <i>Evaluación de la infraestructura de la planta.</i>	25
4. RECOMENDACIONES PARA GARANTIZAR EL FUNCIONAMIENTO DE MANERA ADECUADA Y SEGURA DE LA PTAR MAYUGA CUMARAL	30
5. CONCLUSIONES	32
BIBLIOGRAFÍA	33
ANEXOS	34

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. RESULTADOS CARGA CONTAMINANTES DESCARGADAS POR LA PTAR–D CAÑO MAYUGA (FEBRERO -2014)	21
TABLA 2 RESULTADOS DE CARGA CONTAMINANTES DESCARGADAS POR LA PTAR-D CAÑO MAYUGA (MARZO 2015)	22
TABLA 3 . PARÁMETROS PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE CUMARAL.....	23
TABLA 4 . SEGURIDAD INDUSTRIAL PERSONAL OPERADOR.....	28

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ESQUEMA MARCO DE REFERENCIA	17
FIGURA 2. METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO DE OPERACIÓN DE LA PTAR EN EL MUNICIPIO DE CUMARAL-META.	18
FIGURA 3. DIAGRAMA DE PROCESOS PARA EL SISTEMA DE TRATAMIENTO PTAR CUMARAL	20
FIGURA 4. REGISTRO COMPARATIVO TANQUES LECHOS DE SECADO.....	27

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. MONITORIO DE AGUAS RESIDUALES CONTRATADO POR EDESA

ANEXO 2. MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PTAR CUMARAL PROPUESTO Y APROBADO INICIALMENTE

ANEXO 3. RESOLUCIÓN PS-GJ 1.2.6.11 1836 DE CORMACARENA. PERMISO DE VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, PROVENIENTES DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE CUMARAL A SER SERVIDAS EN EL CAÑO MAYUGA

LISTA DE APÉNDICES

APÉNDICE 1. EVALUACIÓN TÉCNICA DEL ESTADO ACTUAL DE LA PTAR CUMARAL

RESUMEN

La Empresa EDESA S.A E.S.P, operadora de la PTAR, dentro de sus obligaciones debe dar cumplimiento al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV aprobado por CORMACARENA. A la fecha se registra incumplimiento del operador, al no hacer la entrega oportuna de los informes semestrales que registre el cumplimiento de lo establecido en el Decreto 1594-84 (Usos del Agua y Residuos Líquidos), donde se indica la eficiencia de remoción de los sistemas. Considerando esto el estudio tuvo como objetivo evaluar la operación del sistema de la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) construida en el municipio de Cumaral–Meta, tomando criterio referente el manual de operación y mantenimiento presentado por la operadora de planta EDESA S.A E.S.P ante la autoridad ambiental de la región “CORMACARENA”.

Para alcanzar este objetivo inicialmente se recopiló la información necesaria, para hacer el análisis del modo de operación de la PTAR, apoyado en la documentación de archivo de las empresas y/o entidades que intervienen en el debido proceso; posteriormente se realizó visita técnica de inspección al lugar donde se construyó la PTAR, para identificar su situación actual; seguidamente se aplicó entrevista al operario de la PTAR, quien describió el proceso que realizada y se confrontó con las especificaciones del manual de operación adoptado y aprobado en su entrega. Toda esta información fue la base para la formulación de posibles y oportunas soluciones a los problemas encontrados en la operación de la (PTAR).

Palabras clave: Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR), Operador de PTAR, Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), Manual de Operación, Decreto 1594 del 1984.

ABSTRACT

EDESA SA ESP Company, operator of the WWTP, within its obligations must comply with the Sanitation Plan and Management Dumping CORMACARENA PSMV approved. To date default operator is recorded by failing to make timely delivery of monthly reports to record compliance with the provisions of Decree 1594-1584 (Uses of Water and Liquid Waste), where the removal efficiency is indicated systems. Considering this study was to evaluate the system operation of the plant wastewater treatment plant (WWTP) built in the municipality of Cumaral-Meta, taking criterion concerning the operation and maintenance manual presented by the plant operator EDESA SA ESP before the environmental authority of the region "CORMACARENA".

To achieve this objective initially gathered the information needed to make the analysis of the mode of operation of the WWTP, supported by archival documentation of companies and / or entities involved in the due process; later technical inspection visit to the place where the WWTP was built to identify their current situation was made; interview then applied to the operator of the WWTP, who described the process that made and was confronted with the specifications of operation manual adopted and approved in delivery. This information was the basis for the formulation of possible and timely solutions to problems encountered in the operation of the plant (WWTP).

Key Words: Wastewater Treatment Plant (PTAR), Operator of PTAR, Sanitation and Management Plan of Dumping PSMV, Manual of operation, Decree 1594 of 1984.

INTRODUCCIÓN

Tomando como referencia la base de datos de la corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial la macarena “CORMACARENA”. El departamento del Meta dentro de su extensión territorial tiene veinte nueve (29) municipios de los cuales solo doce (12) cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Sistemas que cumplen con la función del manejo de las aguas residuales, contribuyendo al no deterioro del entorno y fuentes superficiales.

En cumplimiento del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos –PSMV el municipio de Cumaral se suscribió el Contrato de Obra Pública N° 133 de 2007, cuyo objeto fue “Construcción Planta de tratamiento de aguas residuales para el colector sobre el caño Mayuga, casco urbano del municipio de Cumaral, Meta”, el cual contemplaba la construcción y puesta en marcha de todas las estructura apropiadas para el correcto manejo de las aguas residuales.

El presente informe es el resultado del diagnóstico realizado a la estructura del sistema de mantenimiento y operación de la PTAR. Identificando que el operador de planta, no cumple sus obligaciones según lo establecido en el manual.

Una vez realizado el análisis con la documentación recopilada y respectivas visitas técnicas a la planta, se identificó que fue diseñada para una capacidad de 70 Lts/Seg y su demanda actual supera su capacidad del diseño, esto influye por el crecimiento poblacional en la zona. Por lo que se formularon recomendaciones con el fin de garantizar que sea fructífero a la necesidad de la comunidad y la protección de las fuentes hídricas.

1. GENERALIDADES DEL TRABAJO DE GRADO

1.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Está relacionada con el área de saneamiento de comunidades, en el marco del presente proyecto pretende impactar positivamente a la comunidad aledaña, con el fin de evaluar la PTAR Mayuga y formular recomendaciones, las cuales una vez aplicadas mejoren el sistema de tratamiento de agua residual.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema a resolver.

A la fecha no hay certeza que el operador de la PTAR, objeto de la presente investigación; cumpla con el manual de operación propuesto y aprobado inicialmente (ver anexo 2); adicionalmente que tome las medidas preventivas para el respectivo mantenimiento de la infraestructura existente.

Por tal razón se realizó visita técnica a la PTAR, con el propósito de evaluar el estado actual del sistema y su modo de operación.

Con los resultados obtenidos, se ejecuta la revisión y confrontación de lo aprobado para su correcta aprobación. En caso de ser necesario, plantear un plan de mejora.

1.2.2. Antecedentes del problema a resolver.

La planta objeto de la investigación no se encuentra en funcionamiento, debido al proceso jurídico que adelanta la empresa operadora (EDESA S.A ESP), ante la aseguradora que amparó, las pólizas de estabilidad y calidad de la obra. Teniendo en cuenta que las tres (3) bombas sumergibles del sistema se encuentran en estado de falla y al ser importadas no se ha identificado personal capacitado para realizar la respectiva reparación.

Así mismo, el suministro de los insumos necesarios para la operación de la planta (proceso de cloración y medio de dosificación bacteriana), son insuficientes y a la fecha están en proceso de contratación.

Es de anotar que la persona nombrada como operador de planta no cumple con el perfil propuesto, teniendo en cuenta que no está certificado ante el Sena quien lo acredita como persona idónea, para realizar este tipo de operación. Adicionalmente, se identificó durante las visitas de campo que desconoce el proceso establecido en el manual de operación y ejerce sus funciones según al empalme ofrecido por el antecesor del cargo.

De otro lado, hay que indicar que la infraestructura de la PTAR, no cuenta con medidas de seguridad optimas, dentro de las cuales se identificaron: cajas de inspección, tanques de almacenamiento sin tapa y las medidas de mitigación adoptadas, son las menos favorecidas ya que implementa su sellado con plásticos, vallas y en caso contrario ningún tipo de señalización preventiva ante el peligro presentado.

Así mismo, las estructuras existentes, para la operación del sistema se encontraron en mal estado, teniendo en cuentas que no han implementado un mantenimiento preventivo y oportuno, evidenciando un posible abandono, generando deterioro que incide en la eficiencia de la planta. Adicionalmente se observa descuido en las zonas verdes y acceso al punto de descole.

El municipio de Cumaral, en los últimos años ha tenido un gran desarrollo urbanístico, lo que genera que el crecimiento poblacional sea mayor, según los reportes de años anteriores se identifica que el capacidad media de planta ha presentado un incremento cercano al máximo diseñado de 108 l/s. además, existe falta de planificación de los recursos para el funcionamiento del sistema.

Para la operación y mantenimiento del sistema, no se cuenta con personal capacitado y competente para desempeñar la labor requerida. Además, la empresa operadora no cuenta con planes de contingencia adecuados a los problemas presentados.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El departamento del Meta realizó inversión de capital en la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales para el colector sobre el caño Mayuga, la cual a fecha no está en operación por factores administrativos y técnicos. Por tal razón, se priorizó realizar la evaluación técnica de las estructuras instaladas y evaluar el modo de operación según lo aprobado por la corporación competente.

Considerándose viable, puesto que de manera apremiante surge la necesidad de garantizar la correcta operación de la planta, a fin de dar cumplimiento al objetivo para el cual fue diseñada y construida. Además se formulan recomendaciones, las cuales una vez aplicadas se esperan que beneficien a la comunidad cumaraleña, pues se minimizará la contaminación de la fauna y flora.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general.

Evaluar la operación del sistema de la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) construida en el municipio de Cumaral–Meta, tomando criterio referente el manual de operación y mantenimiento presentado por la operadora de planta EDESA S.A E.S.P ante la autoridad ambiental de la región “CORMACARENA”.

1.4.2. Objetivos específicos.

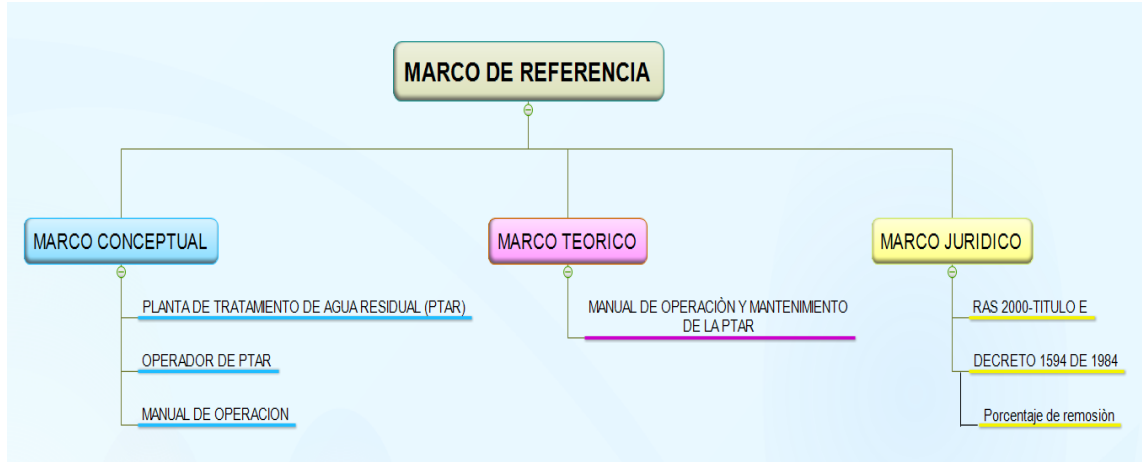
- Conocer la conceptualización del proyecto, con las respectivas especificaciones técnicas de funcionamiento y mantenimiento de la PTAR.

- Evaluar el sistema de funcionamiento y determinar el cumplimiento del manual de operación para la PTAR propuesto por el constructor.

- Presentar recomendaciones pertinentes, referente al modo de operación y mantenimiento del sistema que garantice el funcionamiento de manera adecuada y segura.

1.5. MARCOS DE REFERENCIA

Figura 1. Esquema marco de referencia



Fuente: Autores.

Para el desarrollo del presente estudio se tuvieron en cuenta conceptos tales como planta de tratamiento de agua residual (PTAR), operador de PTAR y manual de operaciones; aunque de este último se profundizó en la parte teórica ahondando en materia de operación y mantenimiento de una PTAR, pues este es el punto de comparación para poder realizar la evaluación que trata el presente estudio, ya que en él se establecen los parámetros técnicos para el buen funcionamiento y eficiencia de la PTAR, basándose en lo estipulado en el Título E del RAS 2000 Tratamiento de Aguas Residuales (véase figura 1).

Adicionalmente se tuvieron en cuenta las normas legales que enmarcan el desarrollo del estudio, entre ellas se encuentra el RAS 2000 (Título E), y el Decreto 1594 de 1984, haciendo especial énfasis en lo referente a porcentaje de remoción.

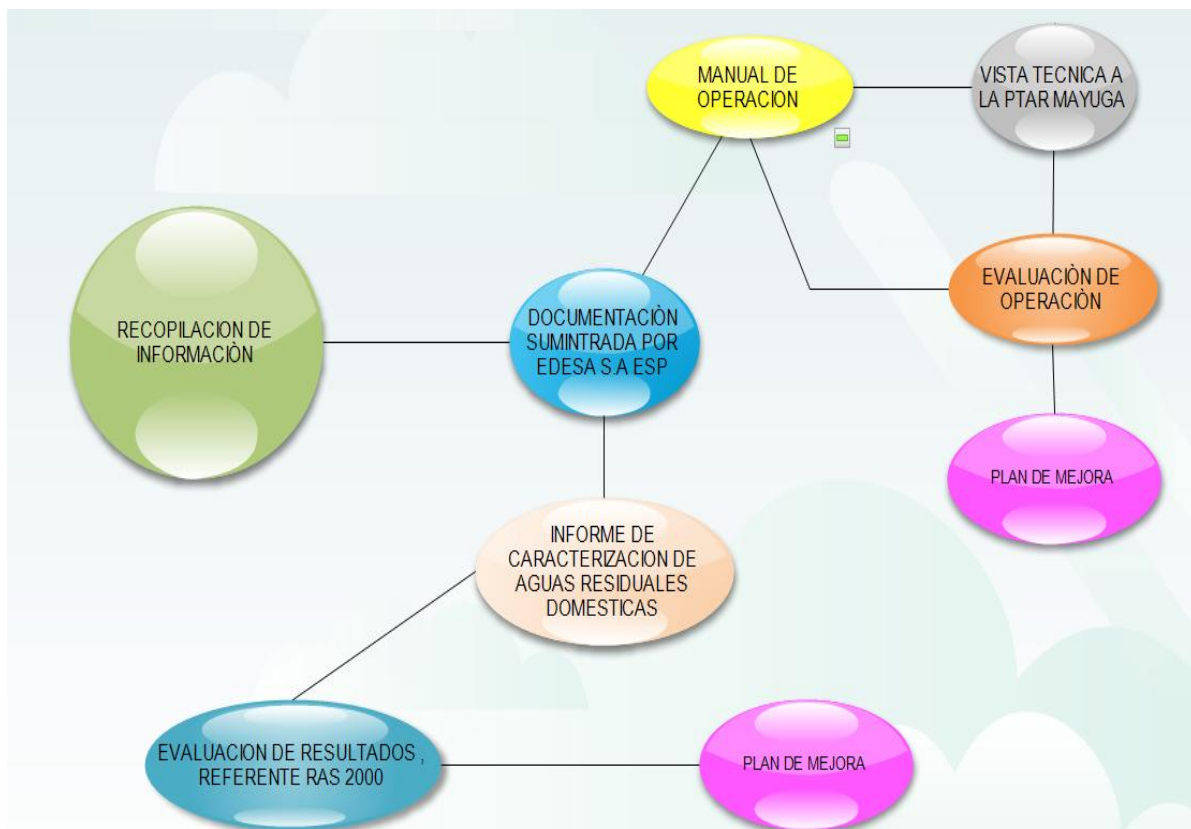
1.6. METODOLOGÍA

En el desarrollo del presente estudio se recopiló la información necesaria, para hacer el análisis del modo de operación de la PTAR, apoyado en la documentación de archivo de las empresas y/o entidades que intervienen en el debido proceso.

Posteriormente se solicitó formalmente a la empresa operadora de la planta, permiso para realizar visita técnica de inspección al lugar donde se construyó la PTAR Mayuga, a fin de evaluar el modo de operación, tomando como referencia lo propuesto en el manual de operación adoptado y aprobado en su entrega (ver anexo 2); además se reforzó esto con una entrevista al operador de la planta, quien relató el paso a paso de su labor diaria.

Seguidamente se evaluaron los resultados de caracterización de aguas residuales domesticas tomando como referencia lo establecido en el RAS 2000; para finalmente proponer recomendaciones tendientes a mejorar la planta.

Figura 2. Metodología para el diagnóstico de operación de la PTAR en el municipio de Cumaral-Meta.



Fuente: Autores.

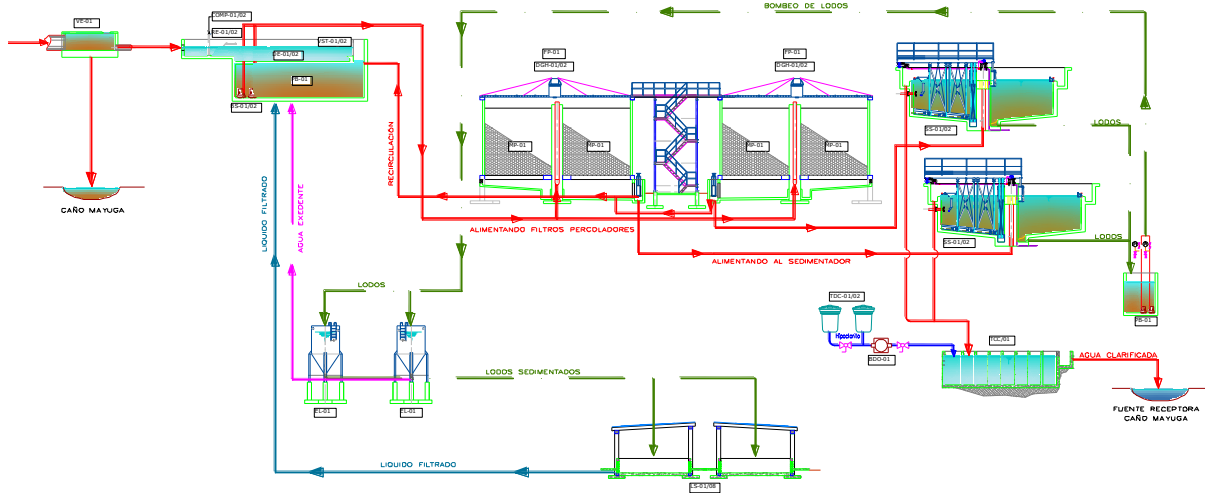
2. CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO PTAR MAYUGA CUMARAL

La Empresa de Servicios Públicos del Meta –EDESA S.A. ESP., es responsable de los problemas sanitarios y ambientales que ocasionan los vertimientos de las aguas residuales urbanas que se efectúan directamente al caño Mayuga, puesto que ésta empresa realiza la prestación y operación de los servicios públicos de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo a la población urbana del Municipio de Cumaral; fue por ello y en cumplimiento del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos –PSMV del Municipio de Cumaral, ordenó la Planta de tratamiento de aguas residuales para el colector sobre el caño Mayuga, para procurar la higienización de dicho caño, en concordancia con el mandamiento emanado por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del área de manejo especial La Macarena –CORMACARENA; planta que fue entregada para su uso pleno en el año 2009 (EDESA S.A. E.S.P., 2009).

La PTAR de Cumaral fue construida para aplicar un proceso biológico aerobio secundario por medio de filtros percoladores, la cual tenía capacidad media de 72 l/s y máxima de 108 l/s; estaba facultada con una eficiencia del 80% en la remoción de la carga orgánica y del 70% en la remoción de sólidos (EDESA S.A. E.S.P., 2009). Ésta planta fue construida con los siguientes componentes:

- ◆ 1 cámara de alivio.
- ◆ 2 rejas gruesas.
- ◆ 2 rejas finas.
- ◆ 2 canales desarenadores.
- ◆ 2 vertederos Suro.
- ◆ 1 pozo de bombeo inicial y de recirculación de caudales.
- ◆ 2 filtros percoladores.
- ◆ 1 cámara de distribución de caudales.
- ◆ 2 sedimentadores secundarios.
- ◆ 1 pozo para bombeo de lodos.
- ◆ 1 tanque de contacto de cloro.
- ◆ 2 espesadores de lodos.
- ◆ 8 lechos de secado para lodos.

Figura 3. Diagrama de procesos para el sistema de tratamiento PTAR Cumaral



Fuente: EDESA S.A. E.S.P., 2009.

En la planta se hace un tratamiento preliminar, que consta de rejillas, desarenadores, vertedero de aforo y bombeo. En donde las aguas residuales son conducidas por el emisario final hacia la cámara de alivio, allí se permite el ingreso de las aguas hacia la PTAR o se las desvía (by-pass) hacia el caño Mayuga.

Después de pasar por el pretratamiento, el efluente es conducido por bombeo hacia el tratamiento secundario, el cual se encuentra conformado por 2 filtros percoladores, 2 sedimentadores secundarios y 1 tanque de cloración; éste tratamiento tiene como misión la remoción de la carga orgánica y de los sólidos sedimentables, y la eliminación de los organismos patógenos.

Los lodos excedentes del tratamiento biológico son acondicionados para efectuar su disposición final en un relleno sanitario o para su uso como mejorador de suelos para la agricultura.

El vertimiento de las aguas tratadas por este sistema se hace sobre la margen izquierda del caño Mayuga directamente y este desemboca al río Guacavia.

3. EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y CUMPLIMIENTO DEL MANUAL DE OPERACIÓN DE PTAR MAYUGA CUMARAL

A continuación se presentan los resultados de evaluación realizada a la PTAR Cumaral, tanto con la revisión de resultados de las pruebas de laboratorio previamente elaboradas por Asesoría y laboratorio Tecno Ambiental S.A.S. por encargo de funcionarios de la misma PTAR, como la inspección visual por parte de los autores.

3.1. REVISIÓN PRUEBAS DE LABORATORIO FISICO – QUIMICAS PTAR

La empresa operadora del sistema EDESA S.A ESP; tiene que cumplir con entregas semestrales donde se certifique el adecuado cumplimiento del buen manejo y operación del sistema, lo cual se representa en los análisis físico – químicos donde se analizan parámetros que como resultado final deben cumplir según lo establecido en el decreto 1594/84 (Usos del Agua y Residuos Líquidos).

Los resultados de las pruebas de cargas contaminantes tratadas y descargadas por el sistema de tratamiento, realizadas en los años 2014 y 2015 (véase tablas 1 y 2, respectivamente), la primer tabla fue tomada del monitorio de aguas residuales contratado por EDESA (véase anexo 1).

Tabla 1. Resultados carga contaminantes descargadas por la PTAR–D Caño Mayuga (Febrero -2014)

PARAMETRO	UNIDAD	ENTRADA	SALIDA	% DE REMOCION	DECRETO 1594 (ART. 72)	CUMPLE
D.B.O -5	Carga kg/d	271.81	26.35	90.31	>80% Remoción	SI
D.Q.O.	Carga kg/d	535.27	109.62	79.52	>80% Remoción	NO
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Carga kg/d	167.27	16.87	89.92	>80% Remoción	SI
GRASAS Y ACEITES	Carga kg/d	140.09	11.7	91.55	>80% Remoción	SI
PH	un	7.06	7.07	N.A	5 a 9 Unidades	SI
TEMPERATURA (°C)	°C	25.5	25.6	N.A	≤ 40°C	SI
N.A: No Aplica						

Fuente: Asesorías y Laboratorio Tecno Ambiental, 2014.

Tabla 2 Resultados de carga contaminantes descargadas por la PTAR-D caño Mayuga (marzo 2015)

Tabla 7. Carga contaminantes descargadas por la PTAR- D Caño MAYUGA (Marzo - 2015)						
PARAMETRO	UNIDAD	ENTRADA	SALIDA	% DE REMOCION	DECRETO 1594 (ART. 72)	CUMPLE
D.B.O -5	Carga kg/d	74.57	16.16	78.33	>80% Remoción	NO
D.Q.O.	Carga kg/d	259.23	51.7	80.06	>80% Remoción	SI
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Carga kg/d	117.18	24.24	79.32	>80% Remoción	NO
GRASAS Y ACEITES	Carga kg/d	64.98	2.26	96.52	>80% Remoción	SI
PH	un	6.35	6.64	N.A	5 a 9 Unidades	SI
N.A: No Aplica						

Fuente : Suministrada por operador de planta.

Como se puede identificar en la tabla 1, el sistema de tratamiento no se encuentra funcionando adecuadamente ya que el % de remoción está al límite de cumplimiento según lo establecido en el Decreto 1594 de 1984.

Se identificó que el operador del servicio no tomó medidas correctivas de manera oportuna para atender la falencia identificada; constancia de ello es el resultado obtenido para el año siguiente (véase tabla 2), donde se observa en los resultados de caracterización de las aguas residuales que el agua, que ingresa a planta posee una concentración tipo materia orgánica, muy baja comparada con la carga contaminante doméstica, las cuales son de orden de 200 mg/lit de D.B.O y los sólidos suspendidos totales (S.S.T), por lo que el tratamiento biológico normal no se puede llevar a cabo.

Este fenómeno puede deberse a que las bacterias que aplican en ese periodo, no son altamente especializadas para realizar el biotratamiento para este tipo de agua, motivo por el cual con el tiempo empieza a ver una acumulación de lodos y material orgánico en exceso (ver tabla 2), que genera que los niveles de la carga no disminuyan lo necesario para cumplir con la remoción del sistema y no se vea afectada el vertimiento a la fuente superficial de descarga.

Una vez evaluadas las causas presentadas en el sistema de tratamiento de agua residual, se diagnosticó que el funcionamiento no es el adecuado y no da cumplimiento a los parámetros establecidos en el Decreto 1594/84; por tal razón, se verificó el manual de mantenimiento y operación donde se encontró lo siguiente:

Tabla 3 . Parámetros para las aguas residuales de Cumaral

Parámetro	Área Urbana
Población de diseño	18.730 habitantes
Área servida	580 hectáreas
Dotación de agua potable	200 l/hab/día
Altura promedio	75 msnm
Temperatura promedio	28° C
Aporte de aguas doméstico	176 l/per/día
Caudal de diseño	123 m3/día
Concentración influente de DBO5	300 mg/l
Concentración influente de SST	200 mg/l
Eficiencia remoción DBO	≥ 80%
Corriente receptora	Caño Mayuga

Fuente: EDESA S.A ESP, 2009.

En la tabla 3 se identifica en los análisis de laboratorio obtenidos, que las aguas que ingresan a la planta de tratamiento poseen una concentración de cargas contaminantes tipo materia orgánica, que se encuentra por debajo de los parámetros iniciales de la PTAR. Con respecto a la concentración de entrada del influente: sólidos suspendidos totales (SST) y la demanda bioquímica del oxígeno (DBO5).

Los antecedentes identificados a la incidencia del problema presentado, se debe a que el municipio no cuenta con la separación total de las redes de los sistemas de alcantarillado, adicionalmente se identificaron conexiones erradas tales como: sifones, bajantes de aguas lluvias conectadas al sistema. Las cuales hacen un lavado de las aguas sanitarias y al momento de ingresar a la PTAR han disminuido su carga contaminante e impiden su tratamiento.

3.2. DIAGNOSTICO DE OPERACIÓN

En visita realizada a la PTAR Cumaral se observó el estado en que se encuentra la planta de tratamiento de agua residual, tanto en su infraestructura como en su operación, encontrando los siguientes resultados:

3.2.1. Evaluación operación de la PTAR.

En la etapa de diagnóstico se solicitó a la empresa prestadora del servicio, autorización para el ingreso a la PTAR, a fin de evaluar la operación según lo establecido en el manual. Teniendo en cuenta que no se obtuvo respuesta alguna, se vio la necesidad de ingresar de manera informal a fin de dar cumplimiento al objetivo propuesto.

Estas acciones dejan ver que la empresa prestadora del servicio, no está en posición de mostrar la estructura construida por la entidad pública. Debido a que presenta falencias y no cuenta con los insumos requeridos para la puesta en marcha del sistema de operación.

En el municipio de Cumaral, se encuentra una de las sedes de la empresa prestadora de servicio EDESA S.A E.S.P. La cual se encarga de la parte operativa y no dispone de recursos financieros para la compra de los insumos necesarios que garanticen el buen funcionamiento del sistema de tratamiento.

Desde el punto de vista crítico, cuando se planifico la construcción de la infraestructura de la PTAR, no se tuvo previsto los recursos mensuales requeridos, para el sostenimiento y mantenimiento del sistema, lo cual no da cumplimiento al objeto de la inversión realizada.

A fin de buscar respuesta, por parte de la empresa operadora, se consultó con el jefe operativo del municipio, cuáles eran los inconvenientes presentados por los cuales la planta no cumplía su objetivo; identificando que es un tema político, donde se percibe que las entidades involucradas están influenciadas por sus funciones y responsabilidad específicas. Se pudo evidenciar que a pesar que no cumplen la normatividad correspondiente, tampoco cuentan con una buena comunicación, que permita mejorar los procesos. Adicionalmente la actual

administración municipal Pa´ Lante Cumaraleños, no muestra interés para buscar solución a este problema y en su calidad de representante de la comunidad, debe velar por el bienestar y crecimiento del municipio.

El municipio y la empresa de operación no trabajan conjuntamente, a fin de gestionar recursos que le permitan a la planta cumplir con los estándares de calidad para la cual fue diseñada y construida; se evidencia que los recursos son invertidos en nuevas obras para adquirir un mayor nivel adquisitivo y por lo contrario, no aportan a la infraestructura existente lo que conlleva a un detrimento patrimonial.

Expuesto lo anterior, se solicitó al operador de planta, quien atendió la visita, informara de manera verbal sobre el proceso que realizaba normalmente cuando la planta estaba en funcionamiento. Donde se logró identificar que la principal falla se encuentra, en que la persona que realiza la operación no es la idónea técnicamente para hacerlo, pues su formación es empírica y basada en la capacitación de empalme del antecesor, desconociendo radicalmente la existencia de un manual de operación y mantenimiento.

No fue posible cumplir con el objetivo general propuesto, esto se debe al abandono del sistema. Tal como informa verbalmente el operador, la planta tiene aproximadamente seis meses sin operación, lo cual genera problemas de contaminación en la descarga a la fuente hídrica. Lo cual no permite dar cumplimiento al PSMV aprobado por la entidad competente.

3.2.2. Evaluación de la infraestructura de la planta

A continuación, se presenta el diagnóstico general por etapas del sistema de operación de la PTAR Cumaral, para ello se consideró el registro fotográfico tomado recién construida la PTAR y que hace parte del Manual de operación y Mantenimiento (ver anexo 2), las cuales fueron confrontadas con el registro fotográfico elaborado en éste estudio (ver apéndice 1), obteniendo los siguientes resultados:

3.2.2.1 Sistema de cloración y medios bacterianos. No cuentan con los insumos de cloración ni dosificación para el medio bacteriano, lo que permite la disminución de la carga contaminante; logrando que las aguas sanitarias que ingresan a la PTAR, cumplan todo su proceso y en la etapa final se obtenga un agua clarificada, apta para la disposición final a la fuente hídrica.

3.2.2.2. Sistemas de bombeo. Las bombas sumergibles instaladas fueron suministradas por el constructor, las cuales son importadas. En Colombia no se tiene punto de distribución ni técnico de reparación, a la fecha dos (2) de las tres (3) instaladas se vieron afectadas e impiden alimentar los filtros percoladores y continuar el proceso de clarificación de las aguas residuales vertidas a la PTAR.



Se solicitó información formal de las acciones tomada por el operador, a fin de dar solución a lo anteriormente expuesto; la respuesta obtenida verbalmente, fue que la empresa contratante EDESA S.A ESP impuso ante la compañía de seguros que ampara la calidad de los trabajos realizados, responder por causales de amparo y la fecha no han remitido respuesta alguna.

Que la aseguradora no emita respuesta, no es solución al problema presentado y dando cumplimiento a uno de los objetivos, se solicitó a la empresa operadora de la PTAR, facilitar la memoria de cálculo del diseño, con el fin de presentar una alternativa para un nuevo sistema de bombeo, que cumpla con las especificaciones técnicas establecidas inicialmente, lo que garantizaría el buen funcionamiento. Lo anterior no fue posible ya que EDESA S.A E.S.P. no accede a compartir la información por temor de ser objeto de investigación ante un ente de control que le incurra en sanciones administrativas y legales.

3.2.2.3. Instalaciones hidráulicas y estructuras metálicas. El operador no realiza mantenimiento preventivo a la estructura y se evidencia incumpliendo referente al manual de operación, donde se recomienda mantener limpias y en buen estado de todas las estructuras metálicas tales como (barandas, láminas de piso, puertas, tapas, tanques esperadores de lodos y

marcos) e instalaciones hidráulicas como (válvulas reguladoras de caudal, compuertas tipo guillotina con vástago, ruda de maniobra, registros, tubería en hierro dúctil)

Figura 4. Registro comparativo tanques lechos de secado

	
<p>Fotográfica del tanque lechos de secado Fuente : Archivo de operador de planta año 2014</p>	<p>Fotográfica actual del tanque lechos de secado Fuente: Autor</p>

Tal es el caso de los tanques lechos de secado, pues la figura 4 se evidencia su deterioro, siendo necesario implementar una optimización a los procesos para cumplir con las remociones requerida con respecto a la operación.

3.2.2.4. Zonas verdes y fitotectura. Recomendaciones del manual de operación y mantenimiento: Hacer aseo y limpieza de las zonas aledañas a las estructuras de tratamiento, mantener bien segada la grama de las áreas verdes del predio de la PTAR, y conservarlas libres de hierba y malezas que puedan darles un aspecto desagradable, aplicación de insecticidas en el caso de que fuese necesario.

Como se evidencia en el apéndice 1 del documento, el operador no da cumplimiento a las observaciones expuestas anteriormente; no cuenta con las herramientas y/o productos que le permitan satisfacer la necesidad.

3.2.2.5. Personal Operador. En el manual de operación numeral 4.2 Personal operador: La persona responsable de la PTAR tendrá a su cargo la distribución de las labores en la planta. Además del responsable se recomienda contratar: 1 Técnico de operación, 2 operadores y 1 ayudante, este personal debe tener educación y experiencia en manejo y construcción de estructuras sanitaria, en la revisión de equipos electro-mecánicos en mantenimientos y operación de la PTAR. Este tipo de capacitaciones son realizadas por EDESA S.A ESP o el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.

Se identificó en la vista de campo que no se da cumplimiento con la contratación del personal mínimo requerido. El sistema es operado por una sola persona, el cual manifestó que a la fecha no está capacitado por EDESA S.A ESP y está en proceso de certificación del Sena.

Tabla 4 . Seguridad industrial personal operador.

	<p>Según se muestra en el registro fotográfico el operador se encuentra operando los sistemas, sin los mínimos elementos de seguridad industrial requerida para la operación de una PTAR.</p> <p>Se recomienda que la empresa operadora dote al personal con los elementos de protección y capacitándolo en el buen uso y la importancia para evitar riesgo de contaminación y accidente laboral</p>
<p>Fuente : Autor.</p>	

En la tabla 5 se identifica que el personal no cuenta con la seguridad de industrial mínima; que exige el RAS 2000 Título E Numeral 6.2.2 / 6.2.6, donde se requiere que se brinden “capacitaciones sobre procesos operativos de los sistemas y prevención de accidentes, protección e higiene”. (República de Colombia; Ministerio de desarrollo económico - Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2000).

Según lo establecido en el manual de operación, cada una de las estructuras que conforman todo el sistema de tratamiento, deben cumplir con un control y mantenimiento para garantizar la estabilidad de la obra; acciones que no se identificaron que fueran realizadas por el operador, evidencia de lo anterior es el registro fotográfico y respectivas observaciones que presentan en el apéndice 1 del presente documento.

Todo esto permite evidenciar que el sistema de tratamiento preliminar y secundario se encuentra en deterioro y abandono, lo que es generado por falta de personal idóneo para el desarrollo de las actividades. En la visita realizada en campo se encontró que el personal que opera no cumple con requisitos estipulados en el manual y adicionalmente no hacen la apropiada manipulación de la estructura que permite la correcta operación del sistema.

A su vez se presentan inconsistencias en los sistemas de bombeos, dosificación del medio bacteriano y cloración final para la clarificación de las aguas que finalmente se vierten al Caño Mayuga.

4. RECOMENDACIONES PARA GARANTIZAR EL FUNCIONAMIENTO DE MANERA ADECUADA Y SEGURA DE LA PTAR MAYUGA CUMARAL

Considerando los hallazgos, tanto en la infraestructura y la operación así como los resultados de los monitores de las aguas tratadas, y en busca en que la planta sea puesta en funcionamiento apropiadamente, buscando el bienestar de la comunidad cumaraleña se recomienda:

En cuanto al Sistema de cloración y medios bacterianos, la empresa operadora, deberá gestionar y suministrar los insumos para dar cumplimiento al objeto de la construcción de la PTAR, haciendo las respectivas capacitaciones a los operadores y personal involucrados. Así mismo el operador deberá disponer y poner en marcha un plan de contingencia e implementar sistemas de bombeo alternos, para suplir la necesidad de las emergencias. Para todo ello EDESA S.A E.S.P. deberá garantizar los recursos para el mantenimiento y puesta en marcha según lo establecido en diseños iniciales.

En materia del Sistemas de bombeo, continuar con el requerimiento legal ante la aseguradora ya que existen pólizas que amparan la calidad y estabilidad de la obra, pero que deben instalar toda acción legal que les permita obtener respuesta oportuna.

En relación a las instalaciones hidráulicas y estructuras metálicas, se recomienda que las instalaciones hidráulicas, se mantengan libres de óxido y corrosión lo cual se logra con la implementación de un buen aseo y aplicando pintura epóxica, lubricación de su maquinaria interna que permitirá un dominio fácil de operación.

Para las zonas verdes y fitotectura, realizar frecuentemente aseo y limpieza de las zonas aledañas a las estructuras de tratamiento, mantener bien segada la grama de las áreas verdes del predio de la PTAR, y conservarlas libres de hierba y malezas que puedan darles un aspecto desagradable, aplicación de insecticidas en el caso de que fuese necesario. Para ello es preciso

que EDESA S.A. E.S.P. suministre herramientas tales como: guadañadora, utensilios de jardinería, insecticidas, bolsas de recolección y coordinar con la empresa recolectora de basuras para disposición de los desechos en áreas permitidas.

En cuanto al personal operador, es preciso contratar el personal mínimo requerido, con los conocimientos amplios y suficientes para cumplir a cabalidad con sus funciones, para ello es adecuado hacer una selección exhaustiva para la contratación, teniendo en cuenta que gran parte de los daños ocasionados al sistema ha sido por la mala operación.

Tomando como referencia lo estipulado en el Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000 Título E Numeral E.6.2 Tabla 5.1 – 5.2 Nivel de complejidad Medio Alto “1. Para una mejor operación del sistema es necesario observar las medidas de seguridad para los mantenimientos de los equipos de las plantas: sistemas de rejillas, equipos de medición, instalaciones mecánicas y eléctricas, lubricación, bombas, estructura de la planta. 2. Contratar personal que cumpla con el requisito del técnico de operación, 2 operadores para turno nocturno y diurno y 1 ayudantes”. (República de Colombia; Ministerio de desarrollo económico - Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2000).

En cuanto al tratamiento del agua residual en si se recomienda eliminar las concesiones de aguas lluvias, purga de los lodos, aumentar la concentración de oxígeno disuelto en el agua, antes del ingreso a los filtros percoladores e inocular microorganismos con capacidades específicas en dosis efectivas, según protocolos de aplicación del manual.

5. CONCLUSIONES

La conceptualización del proyecto permitió identificar que la PTAR Cumaral, recién construida, poseía unas especificaciones técnicas de funcionamiento y mantenimiento acordes con su objetivo, para ello la planta fue diseñada con componentes tales que permitían realizar un pretratamiento, el tratamiento secundario y el tratamiento biológico, todo ello para tratar por máximo 108 l/s.

Una vez evaluado el funcionamiento se puede determinar que el sistema de tratamiento no cumple con la caracterización físico-química de las aguas. En los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en los periodos de 2014 y 2015, se muestra que esta sobre el límite de cumplimiento de los porcentajes de remoción, establecidos en el Decreto 1594 del 1984 que lo exige también el permiso de vertimiento por parte de la corporación CORMACARENA. Además existe mala operación y daño en la infraestructura de la PTAR Cumaral, permitiendo evidenciar que no se cumple con el manual de operación para la PTAR propuesto por el constructor.

Considerando los hallazgos se presentaron recomendaciones pertinentes, referente al modo de operación y mantenimiento del sistema que garantice el funcionamiento de manera adecuada y segura.

BIBLIOGRAFÍA

Asesorias y Laboratorio Tecno Ambiental. (2014). *Monitoreo de Aguas Residuales Planta de Tratamiento "Caño Mayuga"*. Villavicencio: Asesorias y Laboratorio Tecno Ambiental S.A.S.

Corporacion para el Desarrollo Sostenible del Area de Manejo Especial La Macarena "CORMACARENA" (2011). Permiso de vertimiento de aguas residuales domesticas, provenientes del casco urbano del Municipio de Cumaral, a sr vertidas al caño Mayuga, Resolucion N°PS-GJ 1.2.6.11.1836.

Empresa de Servicios Públicos del Meta, EDESA S.A. ESP. (2009). *Manual de operacion y Mantenimiento*. Bogota D.C: Consorcio PTAR Cumaral.

Republica de Colombia; Ministerio de desarrollo economico - Direccion de Agua Potabel y Saneamiento Basico. (2000). *Reglamento Tecnico del sector de agua potable y saneamiento Basico RAS 2000 - Titulo E*. Bogota D.C: MinAmbiente, Dirección Ambiental Sectorial.

ANEXOS