

**EVALUACIÓN DEL USO DE PANTALLAS EN HUMEDALES ARTIFICIALES  
COMO MECANISMO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA REMOCIÓN DE  
MATERIA ORGANICA EN AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE  
VALLEDUPAR**

**JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNÁNDEZ**

**NATALIA GISELE USTARIZ MUNARRIZ**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR, CESAR**

**2020**

**EVALUACIÓN DEL USO DE PANTALLAS EN HUMEDALES ARTIFICIALES  
COMO MECANISMO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA REMOCIÓN DE  
MATERIA ORGANICA EN AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE  
VALLEDUPAR**

**JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNÁNDEZ**

**NATALIA GISELE USTARIZ MUNARRIZ**

**ING. WALNER LOPEZ MENA**

**Esp. INGENIERÍA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR, CESAR**

**2020**

## Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado 1

---

Jurado 2

Valledupar, Cesar

## DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto, por la salud y darme lo necesario para seguir adelante en el día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi familia por el apoyo brindado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por todo su amor.

A mi esposo Jean Carlos Castro Rueda el cual ha sido mi apoyo constante, a mis hijos Abigail y Maximiliano, mi fortaleza, mi motivación a ellos dedico y dedicare todos mis logros siempre.

*Julieth Arteaga*

Primeramente, a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto, por la salud y darme lo necesario para seguir adelante en el día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres Judith Munarriz y Andrés Ustáriz, a mis hermanas Violeta y Valentina, a mi esposo Ricardo Martínez, a mi tío Abrahán y a todas las personas que de una u otra forma han estado a mi lado en todo este proceso gracias por el apoyo brindado en todo momento, por sus consejos, los que hoy me llevan a celebrar este triunfo.

*Natalia Ustariz*

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, a Dios por nuestra vida y por ser el motor principal que nos da la fuerza y la tenacidad para llevar a cabo nuestras metas.

Al Ingeniero Walner López Mena, director del proyecto de investigación, por su guía, colaboración, confianza, paciencia y ayuda durante el desarrollo de este proyecto.

A la empresa de servicios públicos Acueducto y Alcantarillado de Valledupar, EMDUPAR E.S.P. - S.A., por otorgar los permisos y poner a nuestra disposición las aguas residual urbanas sin tratar de la PTAR salgaros para este estudio experimental.

Al personal de la PTAR salgueros que siempre nos recibieron con amabilidad y apoyo en nuestras numerosas visitas.

A la Universidad Popular del Cesar, por permitir llevar a cabo nuestra investigación.

A los profesores de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, quienes, con una disposición generosa, en aras de trasmitir todos los conocimientos y velar por que cada uno de los alumnos aprendiéramos sus enseñanzas, han permitido que muchos profesionales sean ejemplo a seguir en el cuidado y la implementación de ideas para la protección del medio ambiente.

Finalmente, a todos nuestros familiares, amigos y a las personas que contribuyeron de una u otra manera en el desarrollo de esta investigación.

Este trabajo queremos dedicarlo especialmente a Maximiliano Castro Arteaga.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
2. JUSTIFICACIÓN .....	5
3. OBJETIVOS .....	7
3.1. OBJETIVO GENERAL .....	7
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
4. MARCO REFERENCIAL .....	8
4.1. ANTECEDENTES .....	8
4.2. MARCO TEORICO .....	10
4.3. MARCO CONCEPTUAL .....	18
4.4. MARCO CONTEXTUAL .....	20
4.5. MARCO LEGAL .....	23
5. METODOLOGÍA.....	25
5.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN .....	25
5.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	25
5.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO .....	25
5.4. MUESTRA POBLACIONAL .....	26
5.5. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	26
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	29
6.1. DISEÑO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE PANTALLAS Y CONVENCIONAL CON FLUJO HORIZONTAL A ESCALA PILOTO .....	29

6.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LAS AGUAS RESIDUALES AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO .....	36
6.3. COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE CADA HUMEDAL ANTES Y DESPUÉS DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS .....	45
CONCLUSIONES.....	56
RECOMENDACIONES .....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
ANEXOS .....	62

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1 Clasificación de los humedales artificiales .....	12
Figura 2 Sistemas de humedales para el tratamiento de aguas residuales .....	13
Figura 3 Vista en planta de los humedales artificiales subsuperficial de flujo horizontal .....	32
Figura 4 Vista en corte de los humedales artificiales subsuperficial de flujo horizontal .....	32
Figura 5 Puntos de muestreo de afluente y efluente del agua residual .....	38

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Mecanismos de remoción en los sistemas de tratamiento basados en macrófitas .....	17
Tabla 2 marco normativo.....	23
Tabla 3 Criterios de diseño típico de los HHAA FSS y la calidad de efluentes esperados .....	29
Tabla 4 Parámetros de diseños de los humedales piloto .....	30
Tabla 5 Características típicas del medio poroso para humedales de flujo subsuperficial.....	30
Tabla 6 Puntos de muestreo de afluente y efluente del agua residual .....	37
Tabla 7 Parámetros analizados a las muestras del afluente y efluente .....	40
Tabla 8 Resultado de análisis fisicoquímico del afluente de agua residual domestica .....	41
Tabla 9 Afluente del humedal con pantallas (tanque).....	42
Tabla 10 Afluente del humedal convencional (tanque) .....	43
Tabla 11 Efluente del humedal con pantallas .....	44
Tabla 12 Efluente del humedal convencional.....	44

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

	<b>Pág.</b>
Fotografía 1 Ubicación de la PTAR salguero .....	22
Fotografía 2 Humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal con pantallas.....	33
Fotografía 3 Recolección de <i>Typha latifolia</i> .....	34

## LISTA DE GRAFICOS

	<b>Pág.</b>
Gráfico 1 Distribución de las concentraciones de DBO en el afluyente y afluyente del humedal con pantalla .....	45
Gráfico 2 Distribución de las concentraciones de DQO en el afluyente y afluyente del humedal con pantalla .....	46
Gráfico 3 Distribución de las concentraciones de SST en el afluyente y afluyente del humedal de pantalla .....	47
Gráfico 4 Distribución de las concentraciones de DBO en el afluyente y afluyente del humedal convencional.....	48
Gráfico 5 Distribución de las concentraciones de DQO en el afluyente y afluyente del humedal convencional.....	49
Gráfico 6 Distribución de las concentraciones de SST en el afluyente y afluyente del humedal convencional.....	50
Gráfico 7 Eficiencia de remoción de DBO .....	51
Gráfico 8 Eficiencia de remoción de DQO.....	53
Gráfico 9 Eficiencia de remoción de SST .....	54

## INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento de la población, la expansión de las áreas urbanas y actividades antrópicas Como la agricultura, la ganadería y la minería, relacionadas con la producción de aguas residuales de origen doméstico, industrial y comercial, han elevado las cargas contaminantes de estos fluidos presentes en los cuerpos receptores (agua y suelo), disminuyendo su calidad y cantidad, lo que consecuentemente se convierte en un problema ambiental para diversas áreas y poblaciones beneficiarias del preciado líquido (Maestu & Sancho, 2015).

Las diferencias sociales, topográficas, económicas y climatológicas existentes entre las pequeñas y medianas poblaciones colombianas constituyen un reto al momento de seleccionar las tecnologías ideales para el tratamiento de las aguas residuales, creando así la necesidad de evaluar tecnologías naturales de depuración, con el fin de brindar el tratamiento más adecuado en beneficio del medio y de la comunidad (UNESCO , 2019).

Debido a ello, surge como alternativa para el tratamiento de las aguas residuales la implementación de humedales artificiales, esto basado en las características de los humedales naturales, los cuales actúan como sitios amortiguadores de contaminantes orgánicos e inorgánicos (Quintero, 2014) y su eficiencia en comparación con los sistemas de tratamiento convencional (Peña, 2011).

Estos sistemas de depuración están constituidos por lagunas o canales poco profundos (<1 m) plantados con vegetales propios de las zonas húmedas y en los que los procesos de descontaminación tienen lugar mediante las interacciones entre el agua, el sustrato sólido, los microorganismos, la vegetación e incluso la fauna, los humedales construidos proveen un hábitat para una rica diversidad de invertebrados y vertebrados, este forma un entorno natural que puede mezclarse con el ecosistema donde se encuentre sin continuar la cadena de contaminación.

La eficiencia del tratamiento de las aguas residuales a través de los humedales artificiales radica en su potencial para fijar físicamente los contaminantes en la superficie del suelo y la materia orgánica, utilizar y transformar los elementos por intermedio de los microorganismos y lograr niveles de tratamiento consistentes con un bajo consumo de energía y bajo mantenimiento ( De la Mora , y otros, 2015).

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El impacto de las aguas residuales radica en la generación indiscriminada de grandes volúmenes con alta carga de contaminantes, como consecuencia del crecimiento demográfico, nuevos hábitos de vida y el desarrollo urbano e industrial no planificado. La mayoría de las aguas residuales son sometidas a tratamiento ineficientes por lo que su disposición final constituye un problema ambiental, debido a la degradación de los cuerpos receptores (ONU, 2019).

Para 2013, Colombia poseía 562 sistemas de tratamiento de aguas residuales distribuidos en 480 de los 1122 municipios que posee el territorio nacional, 83 de estos sistemas de tratamiento estaban fuera de operación y 13 en construcción. (SSPD, 2013). Estas cifras evidencian que más de la mitad de la población colombiana, no cuenta con un sistema de tratamiento de agua residual, consecuencia de la falta de inversión en saneamiento público, infraestructura y vías de acceso (Lizarazo, 2013).

La mayoría de los sistemas de tratamiento de aguas residuales han resultado inviables económica, técnica o ambientalmente; ya sea en sus fases de construcción, operación o mantenimiento, haciendo recomendable desarrollar tecnologías apropiadas, que sean económicas, eficientes y confiables. Según, el V Congreso Internacional de Ingeniería Civil los humedales, se presentan como una tecnología para el tratamiento principal o complementario de aguas residuales, principalmente en los casos donde resulta difícil construir, operar o mantener adecuadamente los sistemas de tratamiento convencionales (Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, 2015).

Esto sugiere la necesidad de desarrollar tecnologías económicas y de fácil manejo que cumplan a nivel general con lo requerido en materia ambiental, de modo que se pueda brindar un sistema factible para las poblaciones de bajos recursos económicos y cuya ubicación geográfica permita la utilización de amplios espacios (López, 2016).

## **1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿El uso de las pantallas en humedales artificiales será más eficiente en remover materia orgánica (DBO, DQO y SST), de aguas residuales afluentes a la PTAR “El Salguero” que un humedal artificial de flujo horizontal convencional?

## 2. JUSTIFICACIÓN

Debido a la inadecuada o inexistente gestión de los vertimientos generados por actividades económicas como la agricultura y la industria, sumado a la de las aguas residuales de origen doméstico, en el país se han generado, en forma sucesiva e incremental, problemas de salubridad y de calidad del agua. La situación comienza a ser insostenible, en la medida en que los cuerpos de agua receptores alcanzan su capacidad de asimilar las cargas contaminantes presentes en estos fluidos, y tiene como consecuencia la alteración de la calidad del recurso para su uso posterior, lo cual agrega un costo adicional para su tratamiento (CONPES, 2018).

La utilización de los STAR en Colombia supone un dilema, ya que, si bien las cifras son prometedoras, no cobijan la totalidad de la población por lo que muchas comunidades se ven obligadas a verter sus aguas residuales de manera directa a los cuerpos de agua o al suelo. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en 2004, descubrió que para la creación de estos sistemas no se tuvieron en cuenta criterios fundamentales como: cobertura adecuada, tarifas del servicio, capacidad de pago de las poblaciones, cumplimiento de metas de contaminación, capacidad de asimilación del recurso hídrico, impactos ambientales, cumplimiento de criterios técnicos y administrativos, y ante todo la sostenibilidad de los sistemas, entre otros aspectos.

Los humedales artificiales pueden ser aplicados como una alternativa al tratamiento de las aguas residuales, ya que su consumo energético es mínimo, no requiere personal especializado, el costo de mantenimiento es bajo, y son altamente eficientes en comparación con el sistema de tratamiento convencional, obteniendo eficiencias entre 92 y 95% en remoción de DBO5 y SS. La eficiencia proporcionada ha llegado incluso a reemplazar los tratamientos primarios y secundarios de las aguas residuales, bajo ciertas condiciones (Merino , 2017).

Los Humedales artificiales, Llamados también filtros biológicos, que consisten en jardineras impermeables donde se siembran plantas de pantano las cuales se nutren de los fosfatos presentes en los detergentes y de la materia orgánica, permitiendo la recuperación de un 70% del agua que puede ser utilizada para irrigación (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, título J, 2017).

Estudios demuestran que los sistemas de tratamiento de aguas residuales basados en micrófitas tienen una función vital en relación con la depuración del agua residual. Los contaminantes son removidos gracias a procesos biológicos, físicos y químicos, incluyendo sedimentación, filtración, adsorción en el suelo, degradación microbiológica, nitrificación y desnitrificación, decaimiento de patógenos y metabolismo de las plantas (Saavedra, 2017).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el uso de las pantallas en humedales artificiales como mecanismo para la optimización de la remoción de materia orgánica de las aguas residuales afluentes a la PTAR “el salguero” en Valledupar.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar el humedal artificial de pantallas y convencional con flujo horizontal a escala piloto.
- Caracterizar fisicoquímicamente las aguas residuales domesticas afluentes y efluentes del sistema de tratamiento.
- Comparar el comportamiento de cada humedal antes y después del tratamiento de las aguas residuales domésticas.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1. ANTECEDENTES

Diaz, C. y Romero, J. (2013) Bogotá, Colombia. Evaluaron la remoción de DBO, DQO, SST, NTK, PT y CF en un humedal de flujo subsuperficial construido con carbón mineral y cultivado con *Zantedeschia aethiopica*. Reportando porcentajes de remoción para DQO y DBO5 de 70% y 52% respectivamente, partiendo de una concentración inicial de 506 kg DQO/ha.d y 188 kg DQO/ha.d; con un tiempo de retención hidráulica de 4 días.

Zapata, A. (2014) Manizales, Colombia. Propuso la implementación de seis humedales artificiales subsuperficiales de flujo vertical para la mitigación de la contaminación hídrica de la quebrada La Nutria, de los cerros orientales de Bogotá D.C., utilizando el Buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) y Oreja de ratón (*Dichondra repens*). Los resultados arrojados demostraron la eficiencia de estas especies macrófitas tras la reducción en un 98%, 12% y 47% para Materia Orgánica, Solidos Totales y Grasas y Aceites, respectivamente.

Barragan, M., Cudis, M. y Machado, E. (2015) Valledupar, Cesar. Evaluaron filtros planteados de flujo subsuperficial horizontal como post-tratamiento de las aguas residuales municipales de la ciudad de Valledupar, demostrando su eficiencia tras la obtención de porcentajes de remoción >68,14% para DQO y porcentajes >58,27% para SST. la evaluación del humedal artificial fue a escala laboratorio durante un periodo de 8 semanas.

Suarez, A., Fernández, C. y Mendoza, C. (2015) Valledupar, Cesar. Implementaron un humedal artificial de flujo vertical a escala laboratorio para el .0< Cesar, esto con el fin de optimizar los porcentajes de remoción de la PTAR, logrando una eficiencia del 75% para DBO y 59% para SST.

López, E. y Rodríguez, M. (2016) Bogotá, Colombia. Evaluaron un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal como tratamiento del agua residual doméstica en la vereda Bajos de Yerbabuena en el municipio de Chía, Cundinamarca. Se reportaron porcentajes de remoción mayores a 70% para DBO5 Y DQO. Además de mejoramiento paisajístico, eliminación de vectores y malos olores, bajos costo de mantenimiento, fácil uso y mantenimiento por parte de los beneficiarios.

Arcila, B., Muñoz, A. F. y Cortés, M. (2016). Antioquia, Colombia. Evaluaron la eficiencia de remoción de materia orgánica y microorganismos indicadores en humedales empleando lenteja de agua y *Heliconia psittacorum* (Quebrada Pela hueso, San Javier Medellín) según los resultados se determinó que es posible recuperar la funcionalidad del recurso hídrico de la quebrada ya que arrojó porcentajes de remoción favorables.

## **4.2. MARCO TEORICO**

### **4.2.1. Agua residual**

Los residuos líquidos se producen por las actividades humanas diarias (aguas residuales domésticas) y por diferentes actividades agrícolas e industriales.

Mediante drenaje a través del alcantarillado, las descargas de residuos líquidos alcanzan las masas naturales de aguas superficiales, como ríos, lagos y océanos. Estas mismas capas de agua se utilizan de formas alternativas: como agua potable, para uso doméstico e industrial y para el riego; para el cultivo de peces y mariscos; y para piscinas y otras actividades de ocio, por lo tanto, es crucial mantener la calidad de esta agua naturales lo mejor posible. El mantener la calidad de agua significa no sobrecargar con nutrientes orgánicos e inorgánicos, o con sustancias tóxicas, nocivas o inaceptables desde el punto de vista estético. No deben alterarse significativamente su oxigenación, temperatura, salinidad, turbidez o pH.

Las aguas naturales tienen la capacidad inherente de auto purificación. Los microorganismos acuáticos heterótrofos utilizan y mineralizan los nutrientes orgánicos. El amonio se nitrifica y junto con otros nutrientes inorgánicos es utilizado e inmovilizado por las algas y plantas acuáticas superiores. Las bacterias patógenas se reducen y finalmente se eliminan por las presiones de competencia y depredación ejercidas por poblaciones acuáticas autóctonas es así como las aguas naturales pueden aceptar una cantidad moderada de aguas residuales sin depurar, sin que se produzca un deterioro significativo de la calidad.

El aumento en el volumen de las aguas residuales lleva a la búsqueda de nuevas soluciones que lleven a un uso adecuado del agua natural y la posibilidad de reutilizar aguas residuales domésticas tratadas (Saavedra, 2017).

#### **4.2.2. Humedales**

Los humedales son ambientes acuáticos de poca profundidad en los que predominan las plantas emergentes. Estos se desarrollan en condiciones climáticas diversas en zonas acuáticas superficiales con escaso drenaje. Las plantas emergentes sirven como base para la clasificación de los humedales.

Los humedales y sistemas acuáticos de tratamiento son aquellos que utilizan plantas acuáticas y animales para el tratamiento de aguas residuales municipales e industriales. Los humedales construidos son una alternativa natural a los métodos técnicos de tratamiento de aguas de desecho (Saavedra, 2017). Son sistemas pasivos de depuración, se caracterizan por su simplicidad de operación, un bajo o nulo consumo energético, una baja producción de residuos, un bajo impacto ambiental sonoro y una buena integración al medio ambiente rural.

#### **4.2.3. Humedales artificiales**

Los humedales artificiales son sistemas de Fito depuración de aguas residuales. El sistema consiste en el desarrollo de un cultivo de macrófitas enraizadas sobre un lecho de grava impermeabilizado. La acción de las macrófitas hace posible una serie de complejas interacciones físicas, químicas y biológicas a través de las cuales el agua residual afluyente es depurada progresiva y lentamente (Saavedra, 2017). Los humedales construidos se han utilizado para tratar una gama amplia de aguas residuales:

- Aguas domésticas y urbanas.
- Aguas industriales, incluyendo fabricación del papel, productos químicos y farmacéuticos, cosméticos, alimentación, refinerías y mataderos entre otros.
- Lixiviados de vertederos.
- Aguas de drenaje de extracciones mineras.
- Aguas de escorrentía superficial agrícola y urbana.
- Tratamiento de fangos de depuradoras.

#### 4.2.3.1. Clasificación de los humedales artificiales.

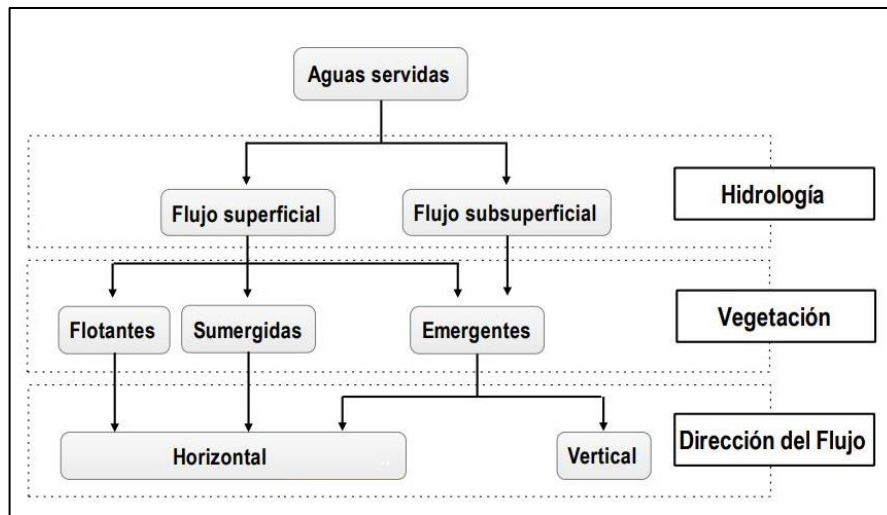


Figura 1 Clasificación de los humedales artificiales

Fuente: (Lopez , 2016)

Como se muestra en la figura 1, los humedales artificiales pueden clasificarse de acuerdo al régimen hídrico, bajo esta clasificación se distinguen dos tipos de humedales: Humedal de flujo superficial (FS) y Humedal de flujo subsuperficial (FSS), dentro del cual se pueden encontrar de flujo horizontal (HFSS) y vertical (VFSS).

También, existe su clasificación basada en el tipo de material vegetal empleado, se dividen en: sistema de macrófitas flotantes, con especies de plantas que no presentan enraizamiento en el fondo, sistema de macrófitas sumergidas, con especies de plantas que tienen su sistema foliar sumergido en la columna de agua y sistema de macrófitas emergentes, compuesto por especies de plantas enraizadas en el fondo con sus hojas y tallos sobre la superficie del agua.

A continuación, se muestran las características de los diferentes humedales artificiales.

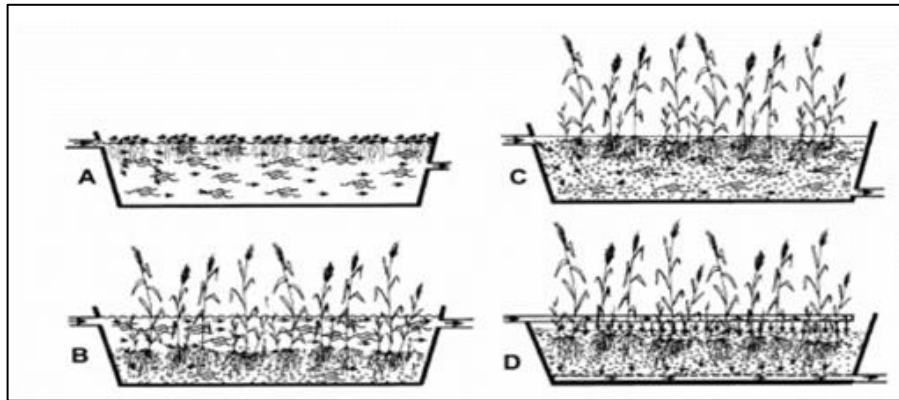


Figura 2 Sistemas de humedales para el tratamiento de aguas residuales

Fuente: Stottmister, 2003

Donde, A corresponde al estanque con plantas libres flotantes; B, estanque de flujo subsuperficial horizontal con plantas emergentes; C, humedal de flujo subsuperficial horizontal; D, humedal de flujo vertical).

#### 4.2.3.1.1. Humedales artificiales de flujo libre.

- Como pantanos o ciénagas.
- Con su vegetación parcialmente en el agua.
- Profundidad entre 100- 450 mm.

#### 4.2.3.1.2. Humedales artificiales de flujo subsuperficial.

- La vegetación emergente se planta en el medio que puede ser grava o arena. El propósito de la vegetación es proveer oxígeno a la zona radicular y aumentar el área superficial para el crecimiento biológico en la zona de las raíces.
- Profundidad del lecho 0,45 a 1 m. y tienen una pendiente característica desde 0 a 0,5 %.

#### 4.2.3.1.3. Sistemas acuáticos de plantas flotantes.

- Plantas flotantes suspendidas con raíces relativamente largas (Jacinto de agua), y la raíz sirve como medio para el crecimiento de películas de bacterias.
- Lentejas de agua (sistemas de sombreado superficial).

#### 4.2.3.1.4. Sistemas combinados.

- Combinación de humedales y sistemas acuáticos para lograr objetivos en relación a la calidad del agua.

#### **4.2.3.2. *Ventajas y desventajas de los humedales de flujo subsuperficial respecto a los humedales de flujo superficial.***

##### 4.2.3.2.1. Ventajas.

- Menor incidencia de mal olor debido a la naturaleza subterránea del flujo.
- Bajo riesgo de exposición directa de las personas y de aparición de insectos gracias al flujo subterráneo.
- Protección térmica debido a la acumulación de restos vegetales y del flujo subterráneo, ventaja interesante en los países nórdicos, donde la cobertura del hielo y nieve invernal no afectan el proceso.

##### 4.2.3.2.2. Desventajas.

- Mayor coste de construcción debido fundamentalmente al material granular, el coste puede incrementarse hasta un 30 %.
- Menor valor como ecosistema para la vida salvaje debido a que el agua es difícilmente accesible a la fauna.
- Colmatación del medio granular por grasas y aceites, aportes continuos de materiales finos inertes.

### **4.2.3.3. Ventajas y desventajas de los humedales de flujo subsuperficial respecto a los sistemas convencionales mecanizados.**

#### **4.2.3.3.1. Ventajas.**

- Simplicidad en operación. Requieren un tiempo bajo de operarios y pocos equipos electromecánicos; pueden ser explotados por operarios con poca experiencia.
- Consumo energético mínimo o nulo. En general limitado al pretratamiento o elevaciones.
- Baja producción de residuos durante la operación del sistema, bajo costo de explotación y mantenimiento en la operación del sistema.
- Fiabilidad en la operación del sistema de tratamiento. Con tiempos de permanencia hidráulica muy altos.
- Bajo impacto ambiental.
- Creación y restauración de zonas húmedas aptas para potenciar vida salvaje, educación ambiental y zonas de recreo.

#### **4.2.3.3.2. Desventajas.**

- Requieren una superficie superior (20-80 veces superior).
- Coste de construcción similar, o incluso mayor.
- Larga puesta en marcha, desde meses hasta un año.
- Difíciles de diseñar bien dado al alto número de procesos y mecanismos implicados en la eliminación de contaminantes.
- Pocos o ningún factor de control durante la operación.

### **4.2.3.4. Componentes de los humedales de flujo subsuperficial.**

#### **4.2.3.4.1. Agua residual.**

Las aguas residuales son las que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población. Después de haber sido modificadas por diversos usos en

actividades domésticas, industriales y comunitarias, son recogidas por una red de alcantarillado que las conducirá hacia el humedal (Saavedra, 2017).

#### 4.2.3.4.2. Sustrato (medio granular).

En los humedales, el sustrato está formado por el suelo: arena, grava, roca, sedimentos y restos de vegetación que se acumulan en el humedal debido al crecimiento biológico. La principal característica del medio es que debe tener la permeabilidad suficiente para permitir el paso del agua a través de él. Esto obliga a utilizar suelos de tipo granular, principalmente grava seleccionada con un diámetro de 5 mm aproximadamente y con pocos finos (Saavedra, 2017).

#### 4.2.3.4.3. Vegetación.

El papel de la vegetación en los humedales está determinado fundamentalmente por las raíces y rizomas enterrados. Las plantas son organismos foto autótrofos, es decir que recogen energía solar para transformar el carbono inorgánico en carbono orgánico.

Tienen la habilidad de transferir oxígeno desde la atmósfera a través de hojas y tallos hasta el medio donde se encuentran las raíces. Este oxígeno crea regiones aerobias donde los microorganismos utilizan el oxígeno disponible para producir diversas reacciones de degradación de materia orgánica y nitrificación (Saavedra, 2017).

#### 4.2.3.4.4. Microorganismos.

Los microorganismos se encargan de realizar el tratamiento biológico. En la zona superior del humedal, donde predomina el oxígeno liberado por las raíces de las plantas y el oxígeno proveniente de la atmósfera, se desarrollan colonias de microorganismos aerobios. En el resto del lecho granular predominarán los microorganismos anaerobios. Los principales procesos que llevan a cabo los microorganismos son la degradación de la materia orgánica, la eliminación de nutrientes y elementos traza y la desinfección (Saavedra, 2017).

#### 4.2.4. Mecanismos de remoción de contaminantes

En un humedal artificial se presentan diferentes mecanismos de remoción de contaminantes contenidos en el agua residual. Por lo tanto, se desarrollan procesos biológicos, químicos y físicos, donde, la influencia e interacción de cada componente involucrado es bastante compleja e importante.

En la tabla, se muestran los principales procesos y mecanismos que ocurren en los humedales artificiales.

Tabla 1 Mecanismos de remoción en los sistemas de tratamiento basados en macrófitas

PARÁMETRO	MECANISMO DE REMOCIÓN
<b>Sólidos suspendidos</b>	Sedimentación y filtración
<b>DBO</b>	Degradación microbiana Sedimentación
<b>Nitrógeno y fosfatos</b>	Nitrificación captada por las plantas Sedimentación y filtración
<b>Patógenos</b>	Declinación Rayos UV Excreción de antibióticos por las raíces de las macrófitas

Fuente: Adaptado de (Saavedra, 2017)

Los sólidos suspendidos son removidos en el tratamiento previo, los humedales filtran y sedimentan los remanentes, la remoción de materia orgánica tiene lugar principalmente mediante biodegradación aeróbica o anaeróbica.

Dado que tanto el nitrógeno como el fósforo pueden causar impacto en la calidad del agua que los recibe, la descarga de uno o ambos constituyentes debe ser controlada con frecuencia. El nitrógeno puede estar presente en las aguas residuales de varias maneras por ejemplo en forma orgánica amoníaco, nitritos o nitratos.

El fósforo se encuentra en las aguas residuales en forma de fosfatos complejos los cuales representan cerca de la mitad de los fosfatos de las aguas residuales municipales y provienen del uso de estos materiales en detergentes sintéticos (Saavedra, 2017).

### 4.3. MARCO CONCEPTUAL

**Aguas domesticas:** Son aguas residuales producidas en asentamientos poblacionales, escuelas, instalaciones turísticas, centros comerciales, edificios públicos e instalaciones sanitarias de las industrias.

**Aguas de drenaje:** Es el sistema de tuberías, sumideros o trampas, con sus conexiones, que permite el desalojo de líquidos, generalmente pluviales, de una población.

**Aguas de escorrentía:** Son las aguas que caen y corren sobre los techos de los edificios, en calles, aceras y en cualquier otra superficie impermeable durante un evento de lluvia.

**Aguas residuales:** Aquellas que resultan del uso doméstico, comercial o industrial del agua. Son residuales pues, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo.

**Aerobios:** Se denomina aerobios a los organismos que necesitan del oxígeno diatómico para vivir o a los procesos que lo necesitan para poder desarrollarse.

**Anaerobios:** Se llama anaerobios a los organismos que no necesitan oxígeno (O<sub>2</sub>) para desarrollarse, a diferencia de los organismos aerobios.

**Coliformes fecales:** Grupo de bacterias que se encuentran en abundancia en el intestino del hombre. Se las utiliza como indicador de contaminación microbiológica de las aguas.

**Degradación:** Es la transformación de sustancias complejas en otras sustancias más sencillas.

**DBO5:** Es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión.

**DQO:** Es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida.

**Efluente:** Aguas residuales procedentes de la planta de tratamiento de aguas residuales.

**Humedales:** Es una zona de tierras, generalmente planas, cuya superficie se inunda de manera permanente o intermitentemente. Al cubrirse regularmente de agua, el suelo se satura, quedando desprovisto de oxígeno y dando lugar a un ecosistema híbrido entre los puramente acuáticos y los terrestres.

**Humedales artificiales:** Consisten en un sistema que permite la reproducción controlada, de las condiciones existentes en los sistemas lagunares o de aguas lenticas los cuales de forma natural efectúan la purificación del agua.

**Lixiviados de vertederos:** Es el líquido resultante de un proceso de percolación de un fluido a través de un sólido.

**Micrófitas:** Son plantas acuáticas adaptadas a los medios húmedos o acuáticos tales como lagos, estanques, pantanos, orillas de los ríos o lagunas marinas.

**Oxigenación:** Es la cantidad de oxígeno en un medio.

**Planta de tratamiento de aguas residuales:** Es un conjunto de operaciones unitarias que tiene como objetivo mejorar las características del agua residual.

**Salinidad:** Es el contenido de sales minerales disueltas en un cuerpo de agua.

**Sistemas de tratamiento biológico:** Tratamiento cuya finalidad es reducir los contenidos de materia orgánica, nutrientes, patógenos y parásitos. Mediante procesos aeróbicos y anaeróbicos.

**Sólidos suspendidos totales:** Material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual.

## 4.4. MARCO CONTEXTUAL

### 4.4.1. Valledupar, cesar

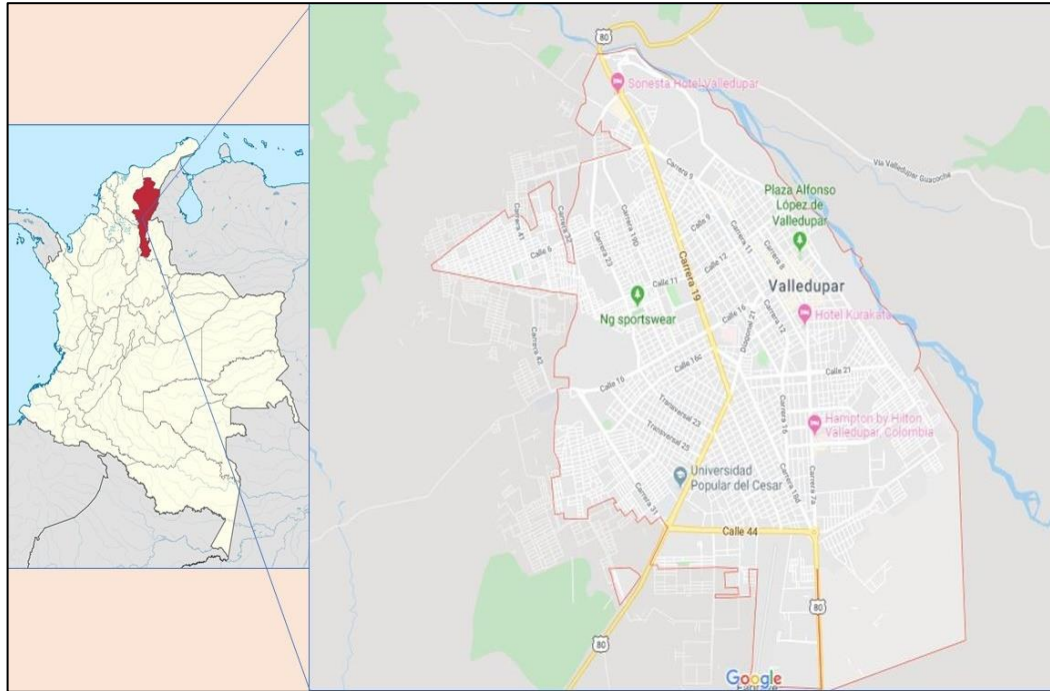


Ilustración 1 Ubicación geográfica del municipio de Valledupar, Cesar

Fuente: Autoras, 2019. Adaptado de Google Maps

Valledupar es la capital del departamento del Cesar, Colombia. Está ubicada al nororiente de la Costa Caribe Colombiana, a orillas del río Guatapuri, en el valle del río Cesar formado por la Sierra Nevada de Santa Marta y la serranía del Perijá.

La ciudad es un importante centro para la producción agrícola, agroindustrial y ganadera en la región comprendida entre el norte del departamento del Cesar y el sur del departamento de La Guajira. Su extensión total es de 4.493 Km<sup>2</sup>, donde, el casco urbano tiene una longitud norte-sur de 8.3 km y este-oeste de 6.2 km. La ciudad se encuentra a una altitud que oscila entre los 220 m al norte y 150 m al sur, siendo la altitud media de 168 m (Alcaldía de Valledupar, 2019).



#### 4.4.2. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Salguero



Fotografía 1 Ubicación de la PTAR salguero

Fuente: Autoras, 2019. Adaptado de Google Maps

El sistema de tratamiento de aguas Residuales EL SALGUERO, que vierte sus aguas tratadas directamente al río Cesar, se encuentra ubicado en el costado sur de la cabecera municipal, a unos 9 kilómetros del casco urbano de la Ciudad de Valledupar y a 116 m.s.n.m. A esta se le descarga el mayor porcentaje de caudal de aguas residuales del acueducto del municipio de Valledupar.

Fue diseñado para una población final proyectada al año 2015, de 360.000 habitantes, en dos módulos con capacidad para 180.000 habitantes cada uno presenta los siguientes procesos: cribado y desarenado, lagunas anaerobias, lagunas facultativas y de maduración.

Las aguas residuales procedentes de la ciudad, llegan a la planta de tratamiento, a través del colector final del alcantarillado, luego pasa a un aforador para la medición del caudal por medio de la canaleta parshall, de allí hasta un partidador, donde el caudal de llegada se reparte en igual proporción hasta la zona de cribado (EMDUPAR, 2012)

#### 4.5. MARCO LEGAL

El marco normativo mediante el cual se sustenta el desarrollo de la investigación que tiene como objetivo la evaluar el uso de pantallas en humedales artificiales como mecanismo para la optimización de la remoción de materia orgánica en aguas residuales del municipio de Valledupar, se describe a continuación en la tabla 2:

Tabla 2 marco normativo

<b>CARÁCTER</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Constitución Política de Colombia 1991</b>	En sus Art 78,79,80 y 82
<b>Ley 9 de 1979</b>	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias. Art 10. Todo vertimiento de residuos líquidos deberá someterse a los requisitos y condiciones que establezca el Ministerio de Salud, teniendo en cuenta las características del sistema de alcantarillado y de la fuente receptora correspondiente.
<b>Decreto 2811 de 1974</b>	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
<b>Decreto 2667 de 2012</b>	Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras disposiciones.
<b>Decreto 3930 de 2010</b>	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Artículo 43. Evaluación ambiental del vertimiento. La evaluación ambiental del vertimiento solo deberá ser presentada por los generadores de vertimientos a cuerpos de agua o al suelo que desarrollen actividades industriales, comerciales y de servicio, así como los provenientes de conjuntos residenciales
<b>Resolución 157 de 2004</b>	Por la cual se reglamentan el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la Convención Ramsar.
<b>Resolución 631 de 2015</b>	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. Art 8. Parámetros físicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas – ARD de las actividades industriales, comerciales o de servicios; y de las aguas residuales (ARD y ARnD) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales.

	<p>Aguas residuales domesticas – ARD de las soluciones individuales de saneamiento de viviendas unifamiliares o bifamiliares: DQO= 200 mg/L O<sub>2</sub>, DBO<sub>5</sub>= No aplica y SST= 100 mg/L.</p>
<b>Resolucion 330 de 2017</b>	<p>Por la cual se adopta el Reglamento Tecnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Basico.</p> <p>La resolucion reglamenta los requisitos tecnicos que se deben cumplir en las etapas de diseño, construccion, puesta en marcha, operación, manteminiento y rehabilitacion de la infraestructura relacionada con los servicios publicos de acueducto, alcantarillado y aseo.</p>
<b>NTC-ISO 5667-1 de 1995</b>	<p>Gestio ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Directrices para el diseño de programas de muestreo.</p> <p>Numeral 12. Aguas residuales y efluentes de aguas residuales. Se deben tomar muestras cuando en una planta de tratamiento entran aguas residuales y tambien despues de diversas etapas de tratamiento, incluyendo las muestras del efluente tratado.</p>

Fuente: Autoras, 2019

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

La línea de investigación es Sostenibilidad y Gestión Ambiental; y como sub-línea la Gestión Integral del Recurso Hídrico, el cual tiene como objeto desarrollar investigaciones relacionadas a la aplicación de procesos físicos, químicos, biológicos y combinación entre ellos de forma sostenible para el manejo integrado de aguas de consumo humano y aguas residuales, con el interés de minimizar el impacto del vertimiento en los cuerpos receptores.

En este caso, realizar el Tratamiento de Aguas Residuales, por medio de humedales artificiales para minimizar los contaminantes presentes en el agua residual, generados en las actividades que demandan el recurso hídrico y así mitigar los impactos negativos hacia los cuerpos de agua receptores.

### **5.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de Investigación explicativa: Pretende establecer las causas de los fenómenos que tienen lugar durante la realización de las pruebas, determinando así que factores influyen en la eficiencia de remoción de cada humedal, soportado en investigaciones anteriores y permitiendo la generación de nuevos conocimientos.

### **5.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO**

La población del proyecto de investigación corresponde a las aguas residuales afluentes de los sistemas de tratamiento de agua residual instalados en los diferentes municipios de Colombia, según el Estudio Sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado, presentado a finales de 2017 por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios), en el país existen 562 sistemas instalados.

#### **5.4. MUESTRA POBLACIONAL**

La muestra es no estadística, por lo tanto, esta fue escogida a conveniencia de los investigadores, la cual, corresponde a las aguas residuales (afluentes) de la Planta de Tratamiento de Agua Residual “El Salguero”, ubicada en el municipio de Valledupar, la cantidad de agua utilizada para el desarrollo de la investigación fue aproximadamente 700 litros de agua residual en un periodo de un mes, la recolección se realizaba día por medio en un tanque de 40 litros.

#### **5.5. DESARROLLO METODOLÓGICO**

##### **5.5.1. Etapa 1. Diseño del humedal artificial de pantallas y convencional con flujo horizontal a escala piloto**

- ***Actividad 1.1. Elaboración de los cálculos de dimensionamiento y construcción de los humedales artificiales de pantalla y convencional con flujo horizontal.***

**Descripción:** Se elaboró el diseño de los humedales artificiales de pantalla y convencional teniendo en cuenta los parámetros de diseños establecidos por los autores ( Rabat, 2016), el espacio disponible para su construcción e instalación, costos, carga contaminante, medio filtrate y macrófitas a utilizar.

- ***Actividad 1.2. Descripción del comportamiento hidráulico de los humedales.***

**Descripción:** En este contenido se describió el comportamiento hidráulico de los humedales, basado en los métodos constructivos apropiados y al área de interés. Teniendo en cuenta que el flujo del agua en el interior del humedal debe romper las resistencias creadas por la vegetación, capa de sedimentos, raíces y sólidos acumulados.

## **5.5.2. Etapa 2. Caracterización fisicoquímica de las aguas residuales afluentes y efluentes del sistema de tratamiento**

- ***Actividad 2.1. Selección de punto y frecuencia de la toma de muestra del afluente y efluente del agua residual.***

**Descripción:** Con el desarrollo de esta actividad se determinó los puntos de muestreo y frecuencia de la toma de muestra al afluente y efluente óptimos para el desarrollo del proyecto de investigación, teniendo en cuenta factores locativos, ambientales y de seguridad, con el fin de obtener muestras de buena calidad y salvaguardar la integridad del encargado de tomar las muestras.

- ***Actividad 2.2. Determinación de pruebas de laboratorio que se realizaron a las muestras del afluente y efluente del agua residual.***

**Descripción:** En este apartado se determinaron los análisis fisicoquímicos realizados a las muestras de agua residual afluente de la planta de tratamiento el salguero y el efluente que corresponde a la muestra de agua tratada en los humedales artificiales a escala piloto. Con el fin de conocer las concentraciones iniciales y finales de las muestras de agua residual y tratada. Los estudios fisicoquímicos se analizaron en Laboratorio Ambiental y de Alimentos Nancy Flores García S.A.S., la cual cuenta con acreditación del IDEAM para realizar este tipo de análisis de aguas.

- ***Actividad 2.3. Descripción de los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a las muestras de agua afluente y efluente a la PTAR Salguero.***

**Descripción:** En este apartado se describe ampliamente los resultados de los parámetros fisicoquímicos obtenidos en el afluente correspondiente a la entrada de la PTAR el salguero, a los afluentes de los humedales artificiales construidos y a sus afluentes, semana a semana. Con el fin de comprender el comportamiento de las concentraciones de contaminante dentro del sistema y su eficiencia de remoción.

**5.5.3. Etapa 3. Comparación del comportamiento de cada humedal antes y después del tratamiento de las aguas residuales domésticas**

- ***Actividad 3.1. Descripción del comportamiento de los parámetros fisicoquímicos de los afluentes y efluentes en los humedales artificial con pantallas y convencional.***

**Descripción:** En el desarrollo de esta actividad se describió el comportamiento de las concentraciones de cada parámetro fisicoquímico evaluado entre el humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal con pantallas y convencional. A partir de graficas de dispersión con líneas que proporcionan una mejor visualización de este comportamiento.

- ***Actividad 3.2. Comparación de las eficiencias de remoción para cada uno de los humedales artificiales construidos.***

**Descripción:** Se realizó la comparación de la eficiencia de remoción de materia orgánica por medio de los resultados obtenidos de las concentraciones iniciales y finales de cada uno de los humedales artificiales construidos, teniendo en cuenta la normativa colombiana de usos del agua y residuos líquidos.

## 6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 6.1. DISEÑO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE PANTALLAS Y CONVENCIONAL CON FLUJO HORIZONTAL A ESCALA PILOTO

#### 6.1.1. Actividad 1.1. Elaboración de los cálculos de dimensionamiento y construcción de los humedales artificiales de pantalla y convencional con flujo horizontal

##### 6.1.1.1. Dimensionamiento.

A continuación, se muestran los parámetros que se deben tener en cuenta para el diseño de humedales artificiales de flujo subsuperficial horizontal.

Tabla 3 Criterios de diseño típico de los HHAA FSS y la calidad de efluentes esperados

<b>Humedales artificiales de flujo subsuperficial</b>		
<b>Parámetro de diseño</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
<b>Tiempo de retención</b>	D	3-4 (DBO) 6-10 (N)
<b>Profundidad del agua</b>	M	0,3-0,61
<b>Pendiente</b>	Adimensional	<5%
<b>Temperatura</b>	°c	25
<b>Calidad esperada del efluente</b>		
<b>DBO5</b>		<20
<b>SST</b>		<20

Fuente: Autoras, 2019. Adaptado de ( Rabat, 2016)

Otros factores que se tuvieron en cuenta para el diseño de los humedales artificiales fue el espacio para su instalación y costos, ya que se realizó con recursos propios de los investigadores. Por lo tanto, se utilizó un contenedor de plástico con capacidad de 62 litros. La tabla 4, se muestran las dimensiones los humedales artificiales subsuperficial de flujo horizontal con pantalla y convencional.

Tabla 4 Parámetros de diseños de los humedales piloto

Parámetro	Unidad	Humedal artificial con pantalla	Humedal artificial convencional
Caudal	m <sup>3</sup> /día	0,024	0,024
L	M	0,70	0,70
A	M	0,46	0,46
H	M	0,36	0,36
TRH	D	2	2

Fuente: Autoras, 2019

En la tabla 5, se muestran las características del medio filtrante utilizados en el diseño de humedales de flujo subsuperficial. Su porosidad es importante en la utilización de los cálculos de área superficial.

Tabla 5 Características típicas del medio poroso para humedales de flujo subsuperficial

Medio	Tamaño efectivo Mm	Porosidad n	Conductividad Hidráulica (Ks) m/d
Arena media	1	0,30	500
Arena gruesa	2	0,32	1,000
Arena y grava	8	0,35	5,000
Grava media	32	0,40	10,000
Grava gruesa	128	0,45	100,000

Fuente: Autoras, 2019. Adaptado de ( Rabat, 2016)

Actualmente, la mayoría de expertos en diseño de humedales considera a los modelos de primer orden como la mejor opción para su dimensionamiento, siendo los más usados en las principales publicaciones de la materia (Reed et al., 1995; Kemp y George, 1997; Crites et al., 2006; Kadlec y Wallace, 2009) ( Rabat, 2016).

Área superficial del humedal ( $A_s$ ) modelo de diseño de Reed y Ras 2017:

$$A_s = \frac{Q \ln \left( \frac{C_o}{C_e} \right)}{K_T(h)(n)}$$

Donde:

$A_s$  = Area superficial (m<sup>2</sup>)

$K_T$  = Constante de reaccion de primer orden d<sup>-1</sup>

$Q = \text{Caudal } m^3/d$

$C_o \text{ y } C_e = \text{Concentracion del afluyente y efluente } mg/l$

$h = \text{Profundidad } m$

$n = \text{Porosidad del medio adimencional}$

Entonces  $K_T$ :

$$K_T = K_{20} * 1.06^{(T-20)}$$

Donde:

$$K_{20} = \text{Contante de reaccion de primer orden a } 20^\circ C \text{ } d^{-1} = 1.104 \text{ } d^{-1}$$

Remplazamos  $K_{20}$  en  $K_T$ ,

$$K_T = 1.104 * 1.06^{(25-20)}$$

$$K_T = 1,48 \text{ } d^{-1}$$

El material escogido es grava, por lo tanto, su porosidad es de  $n = 0,35$  como se observa en la tabla 10. La altura del sistema ( $h$ )  $0,4 \text{ m}$ .

El área superficial para 80% de remoción de DBO es:

$$A_s = \frac{0,024 m^3/d \ln\left(\frac{182 mg/l}{30 mg/l}\right)}{1,48 \text{ } d^{-1} * (0,25m)(0,35)}$$

$$A_s = 0,3 \text{ } m^2$$

Tiempo de retención hidráulico:

$$TRH = \frac{L * A * H * n}{Q}$$

$$TRH = \frac{0,7m * 0,46m * 0,25m * 0,35}{0,024 m^3/d} = 2 \text{ dias}$$

El THR es menor que el parámetro de diseño, pero, se debe tener en cuenta las dimensiones de los humedales artificiales son a escala piloto.

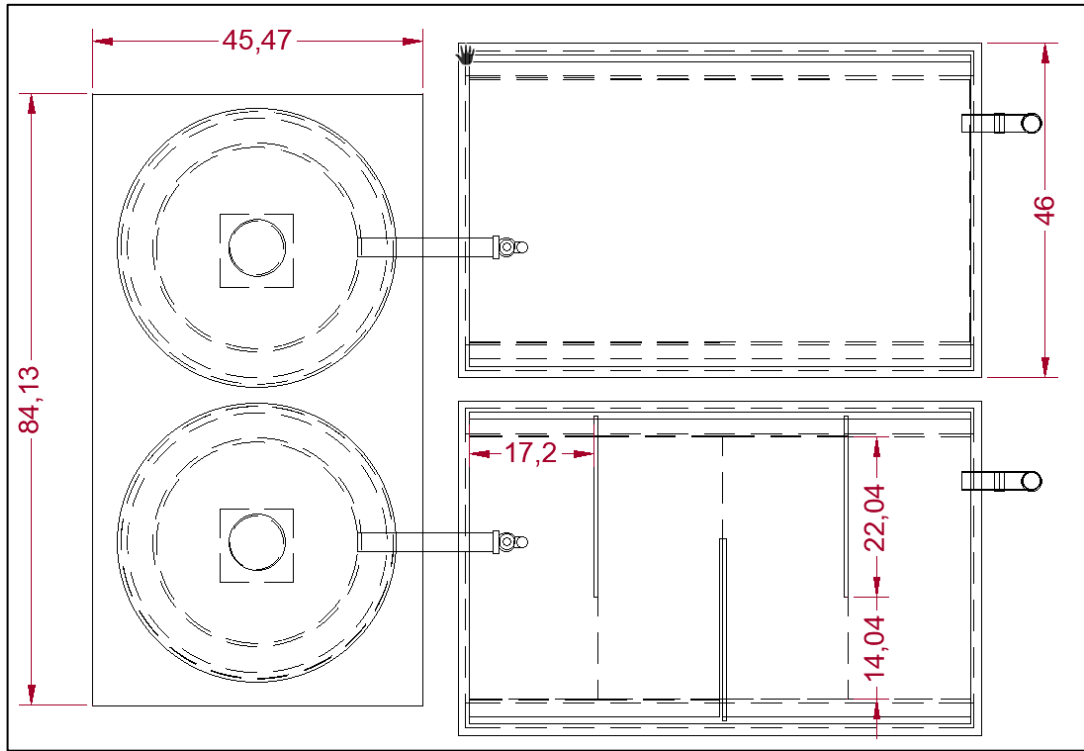


Figura 3 Vista en planta de los humedales artificiales subsuperficial de flujo horizontal

Fuente: Autoras, 2019

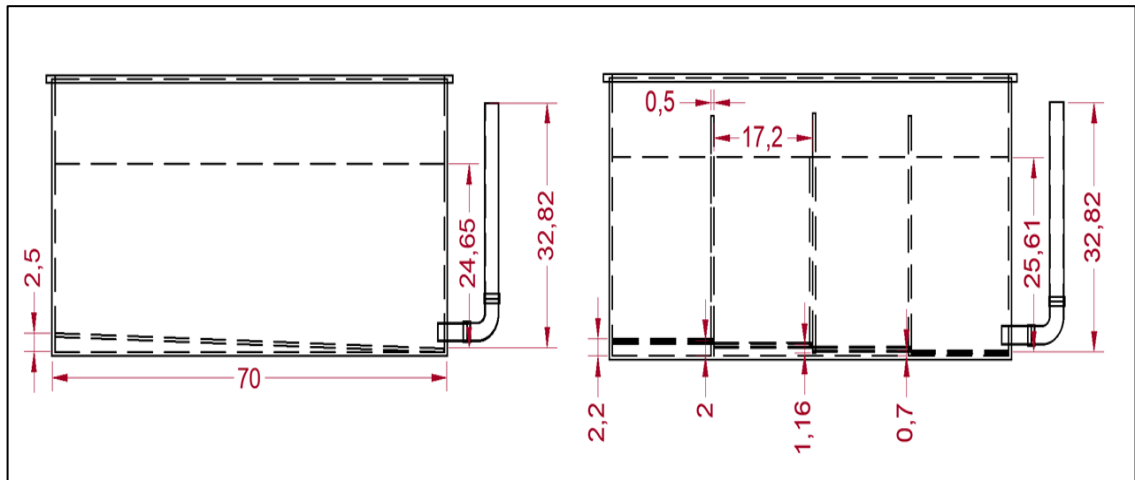


Figura 4 Vista en corte de los humedales artificiales subsuperficial de flujo horizontal

Fuente: Autoras, 2019

Los humedales artificiales diseñados tienen los mismos parámetros de diseño, sin embargo, unos de los humedales artificiales subsuperficial de flujo horizontal se le añadió 3 (tres) pantallas en acrílico con separaciones de 17,2 cm cada una, cómo se puede apreciar en la figura 4.



Fotografía 2 Humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal con pantallas

Fuente: Autoras, 2019

Las pantallas se colocaron verticalmente, las cuales constan de 0,28 m de altura, con separación de 0,18 m entre el tanque y la pantalla, las ranuras fueron selladas para evitar filtraciones en la parte de abajo. Fueron ubicadas de forma espiral dentro del contenedor para garantizar el flujo del agua como se observa en la fotografía 2, el grosor de las pantallas fue despreciado.

#### **6.1.1.2. Selección del medio filtrante.**

El medio filtrante utilizado para los humedales artificiales puede ser de piedra, diferentes diámetros de arena y grava, suelo o sustratos, con el fin de soportar el crecimiento de la vegetación y remoción de los contaminantes. Por lo tanto, se escogió la grava como medio filtrante en los sistemas, sus características como tamaño efectivo, porosidad y conductividad hidráulica se puede apreciar en la tabla 10, las cuales son de gran importancia para el diseño de los humedales.

### 6.1.1.3. Selección, siembra y adaptación de las macrófitas.

Para la selección de la vegetación a emplear en los humedales artificiales pilotos, se recurrió a la revisión bibliográfica de autores como (Rodriguez , 2017) y ( Rabat, 2016) llegan a la conclusión que la planta Enea (*Typha latifolia*) toleran bien las condiciones de falta de oxígeno, tiene una tasa de supervivencia alta, crecimiento rápido, se adapta a temperaturas de 10-30 °C y tiene una profundidad radicular de 0,3-0,4 m.

Esta especie es común de en humedales naturales, se le conoce también como anea, tifa, espadaña, junco de estera, junco de la pasión, totora, caña de la pasión. Es una de las plantas más altas del género, ya que puede alcanzar los 3 m de altura, tiene grandes matas de follaje verde medio. Por consiguientes, se utilizó esta planta por que cumple con los requerimientos que se necesitaban para el tratamiento de agua residual por medio de humedales artificiales subsuperficial de flujo horizontal.



Fotografía 3 Recolección de *Typha latifolia*

Fuente: Autoras, 2019

En la fotografía 3, se aprecia la recolección de las plantas de *Typha latifolia* en el vivero Taruyal ubicado en la zona urbana de Valledupar, las plantas escogidas presentaron un aspecto sano y de coloración verde, cada planta media aproximadamente 20-23 cm, estas fueron depositadas en recipientes para evitar

que sufrieran daños físicos durante su traslado. Después del trasplante en los humedales artificiales pilotos, tuvieron una semana de adaptación.

#### **6.1.1.4. Limpieza de las estructuras.**

Dado el corto tiempo en cual se realizó el experimento, las estructuras no necesitaron limpieza porque no se generaron taponamientos de ninguna de las entradas y salidas de los humedales, las estructuras contaban con un equipo de macro goteo cada una, estas a su vez conectadas a tanques con llaves que permiten la salida del agua.

teniendo en cuenta la duración de 4 semanas del proyecto donde se tenían que mantener flujo continuo, los equipos de macro goteo a pesar de su cambio de color debido a los residuos que dejaba el agua residual a su paso nunca se obstruyeron y mantuvieron el caudal constante que se requería para la realización y buen funcionamiento del proyecto. Cabe anotar que se hacía revisión rutinaria para descartar taponamientos y mal funcionamiento.

#### **6.1.2. Actividad 1.2. Descripción del comportamiento hidráulico de los humedales**

Para comprender el comportamiento hidráulico en los humedales artificiales se requiere aplicar la ley de Darcy, ya que este describe el flujo en un medio poroso. Se asumen condiciones de flujo laminar, sin embargo, flujo turbulento puede darse con gravas muy gruesas cuando el diseño usa un gradiente hidráulico alto.

En este caso, se asume que el flujo en el sistema es constante y uniforme, pero en la realidad puede variar por la precipitación, evaporación y filtración; así como por los cortocircuitos en el flujo, que pueden llegar a presentarse por una desigual porosidad o construcción deficiente.

Considerando lo anterior, entonces la Ley de Darcy proporciona una aproximación razonable de las condiciones hidráulicas en el humedal, a partir de la siguiente expresión:

$$v = K_s * S$$

Así mismo;

$$v = \frac{Q}{Wy}$$

$$v = \frac{0,024 \text{ m}^3/d}{0,46\text{m} * 0,25\text{m}}$$

$$v = 0,20\text{m}/d$$

Donde:

*Q: Caudal promedio a través del humedal, m<sup>3</sup>/d*

*y = Profundidad promedio del agua en el humedal, m*

*W = Ancho de la celda del humedal, m*

La velocidad varia con la resistencia al flujo en los humedales que es causada principalmente por la grava que se utiliza como medio de soporte. A largo plazo esta resistencia también se incrementa debido al desarrollo de las raíces de las plantas y a la acumulación de residuos no degradables que se acumulan en los poros de la grava.

## **6.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LAS AGUAS RESIDUALES AFLUENTES Y EFLUENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO**

### **6.2.1. Actividad 2.1. Selección de punto y frecuencia de la toma de muestra del afluente y efluente del agua residual**

Las muestras fueron obtenidas manualmente, debido a su fácil acceso y manipulación. Se establecieron 5 puntos de muestreo, los cuales corresponden al afluente de la PTAR salguero, los afluentes de los humedales artificiales piloto y efluentes de los humedales artificiales como se muestra en la tabla 6 y figura 5.

Tabla 6 Puntos de muestreo de afluente y efluente del agua residual

Punto de muestreo	Registro fotográfico	Lugar de muestra	N°M
<p><b>M1</b> (Afluente PTAR Salguero)</p>		<p>Ingreso de las aguas residuales domésticas del municipio de Valledupar a PTAR el Salguero.</p>	3
<p><b>M2</b> (Afluente Humedal Artificial con pantalla)</p>		<p>Tanque de almacenamiento del agua residual domestica antes del proceso de tratamiento con Humedal artificial con pantallas de flujo horizontal.</p>	4
<p><b>M3</b> (Afluente Humedal Artificial convencional)</p>		<p>Tanque de almacenamiento del agua residual domestica antes del proceso de tratamiento con Humedal artificial convencional de flujo horizontal.</p>	4
<p><b>M4</b> (Efluente Humedal Artificial con pantalla)</p>		<p>Salida del agua residual domestica después del proceso de tratamiento con Humedal artificial con pantallas de flujo horizontal.</p>	4
<p><b>M5</b> (Efluente Humedal Artificial convencional)</p>		<p>Salida del agua residual domestica después del proceso de tratamiento con Humedal artificial convencional de flujo horizontal.</p>	4

Fuente: Autoras, 2019

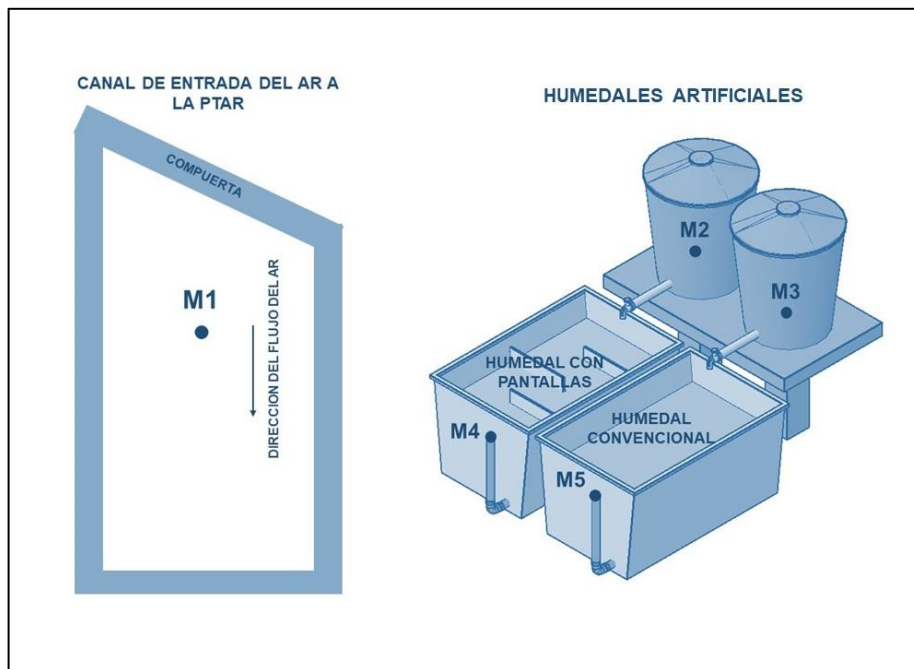


Figura 5 Puntos de muestreo de afluente y efluente del agua residual

Fuente: Autoras, 2019

M1: La hora establecida para la toma de muestras fue seleccionada teniendo en cuenta los tiempos de mayor aporte al sistema de tratamiento. Las muestras fueron tomadas en un periodo comprendido entre las 8:00 am y la 9:00 am. Se tomaron 3 muestras con intervalos de tres semanas. Con el fin de obtener una muestra promedio de las concentraciones de contaminante presentes en el agua residual domestica que ingresa a la PTAR, ya que estas aguas no han recibido ningún tipo de tratamiento, por lo tanto, son una muestra representativa de las Aguas Residuales Domesticas del municipio de Valledupar.

M2 y M3: Las muestras fueron tomadas a las 8 am de los tanques de almacenamiento del agua residual domestica antes del proceso de tratamiento con Humedal artificial con pantallas y convencional de flujo horizontal. La frecuencia de la toma de estas muestras fue semanal.

M4 y M5: Las muestras fueron tomadas a las 8 am de los tanques de almacenamiento del agua residual domestica tratada, es decir, después del proceso de tratamiento con Humedal artificial con pantallas y convencional de flujo horizontal. La frecuencia de la toma de estas muestras fue semanal.

Para la alimentación de los tanques de almacenamiento se requería de un volumen aproximado de 40 litros día por medio, los cuales se recolectaron directamente a la entrada de la PTAR (aguas residuales afluentes a la PTAR “el salguero” en Valledupar) y trasladados posteriormente a el lugar donde se encontraban los humedales.

La realización de los muestreos se hacía bajos los parámetros indicados por el laboratorio, así mismo, los recipientes y utensilios fueron suministrados por el laboratorio a cargo del análisis de las muestras, el cual suministró también capacitación previa para realizar dicho muestro y así cumplieran con los estándares.

#### **6.2.2. Actividad 2.2. Determinación de parámetros analizados a las muestras del afluente y efluente del agua residual**

Con el fin de evaluar el funcionamiento de los humedales artificiales piloto con pantallas y convencional de flujo horizontal, se tomó como base los análisis de las muestras de aguas obteniendo del afluente y efluente de los puntos ya descritos.

Por lo tanto, los parámetros fisicoquímicos analizados fueron DBO, DQO y SST como se muestra en la tabla 7, los cuales proporcionan los valores de concentraciones iniciales y finales del tratamiento de aguas residuales con humedales artificiales necesarios para la evaluación de la eficiencia del proceso de depuración y remoción de contaminantes bajo los parámetros establecidos de la normativa.

Tabla 7 Parámetros analizados a las muestras del afluente y efluente

<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>			
<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>TÉCNICA</b>
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)</b>	mg O2/L	SM 5210 B / EPA 360.3	Incubación 5 días
<b>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</b>	mg O2/L	SM 5220 C	Reflujo cerrado – Volumétrico
<b>Sólidos Suspendidos Totales</b>	mg/L	SM 2540 D	Gravimétrico

Fuente: Autoras, 2019

Los análisis fueron realizados por el Laboratorio Ambiental y de Alimentos Nancy Flores García S.A.S. Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.

### **6.2.3. Actividad 2.3. Descripción de los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a las muestras de agua afluente y efluente a la PTAR Salguero**

Antes de realizar el tratamiento en los humedales artificiales subsuperficial de flujo horizontal, fue necesario conocer las concentraciones de DBO, DQO y SST que presenta el agua residual generadas por el municipio de Valledupar a la entrada de la PTAR salguero.

Para esto, se tomaron 3 (tres) muestras representativas del afluente en diferentes días, con el fin de obtener un promedio de las concentraciones, se procedieron a llevar al laboratorio para el posterior análisis de sus concentraciones. Los resultados de la caracterización de muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8 Resultado de análisis fisicoquímico del afluente de agua residual domestica

FECHAS MUESTREO	MUESTRAS DE AGUA PTAR		
	DBO5 (mg O2/ L)	DQO (mg O2/L)	SST (mg/L)
22/11/2018	114	296	97
28/01/2019	140	270	132
14/02/2019	293	308	165
<b>PROMEDIO</b>	182	291	131

Fuente: Autoras, 2019

En la tabla 8, se puede observar que la concentración promedio de DQO es más alta con 291 mg/l, con respecto a los resultados promedios de la DBO5 y SST con 182 mg/l y 131 mg/l, respectivamente.

Según la resolución 631 de 2015, en la cual establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles (VLMP) en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales, los parámetros de DQO, DBO y SST, no pueden sobrepasar 200 mg/l, 90 mg/l y 100 mg/l, respectivamente. Realizando la comparación de los resultados obtenidos de la caracterización con los que dicta la normatividad, los parámetros analizados no cumplen con los VLMP, porque sus concentraciones son más altas, es un resultado que se puede entender por la alta carga de contaminantes que tiene la naturaleza propia de esta agua residual.

Se decidió obtener el promedio de las concentraciones de cada parámetro para poder compararlo con los afluentes de cada humedal, ya que estas pueden variar sus características de concentración por la degradación que sufren en el proceso de almacenamiento y disposición en los tanques de alimentación.

La relación DBO/DQO, nos indica el tipo de contaminación de las aguas residuales.

$$DBO/DQO = 182 \text{ mg/l} / 291 \text{ mg/l} = 0,62$$

Según el resultado el vertido es orgánico y proveniente de aguas residuales urbanas, como lo es en este caso el municipio de Valledupar.

**6.2.3.1. Análisis fisicoquímicos realizados a las muestras de agua afluyente y efluente a los humedales artificiales con pantalla y convencional con flujo horizontal.**

A continuación, se muestran los resultados fisicoquímicos obtenidos de las muestras afluentes y efluentes de los humedales de pantalla y convencional, semana a semana y un promedio de cada parámetro.

➤ Resultados del análisis fisicoquímico del afluyente del humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal con pantalla.

Tabla 9 Afluyente del humedal con pantallas (tanque)

<b>MUESTREO</b>	<b>DBO5 (mg O2/ L)</b>	<b>DQO (mg O2/L)</b>	<b>SST (mg/L)</b>
<b>Semana 1</b>	148	745	613
<b>Semana 2</b>	17,4	44,5	10
<b>Semana 3</b>	73,9	134	42
<b>Semana 4</b>	116	358	290
<b>PROMEDIO</b>	88,825	320,375	238,75

Fuente: Autoras, 2019

Se puede observar en la tabla 9, que en la semana 1 obtuvieron los resultados más altos de concentración de DQO, QBO y SST, respecto a los resultados promedios obtenidos del afluyente de la PTAR salguero. En la semana 2 las concentraciones de estos parámetros evaluados estuvieron por debajo del promedio de la PTAR y cumplieron con los VLMP de la resolución 631 del 2015. Las concentraciones en la semana 3 aumentaron, sin embargo, cumplen con los VLMP. Se puede observar que en la semana 4, siguió en aumento considerablemente las concentraciones del afluyente y no cumplen con resolución 631 del 2015.

Respecto a la macrófitas plantada no tuvo un cambio significativo en su estado físico o coloración normal.

➤ Resultados del análisis fisicoquímico del afluyente del humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal convencional.

Tabla 10 Afluyente del humedal convencional (tanque)

FECHA DE MUESTREO	DBO5 (mg O2/ L)	DQO (mg O2/L)	SST (mg/L)
<b>Semana 1</b>	307	583	353
<b>Semana 2</b>	23,5	63,2	31
<b>Semana 3</b>	65,4	142	390
<b>Semana 4</b>	145	400	985
<b>PROMEDIO</b>	135,225	297,05	439,75

Fuente: Autoras, 2019

Los resultados fisicoquímicos del afluyente del humedal artificial convencional que se pueden apreciar en la tabla 10, demuestra que en la semana 1 las concentraciones de DQO y SST son más bajas respecto a los resultados del afluyente del humedal con pantallas excediendo los VLMP de la norma. Sin embargo, la concentración de DBO fue más alta respecto al afluyente del humedal con pantallas sobrepasando el VLMP.

En la semana 2, se obtuvieron las concentraciones más bajas y cumplen con la resolución 631 del 2015. Seguidamente, en la semana 3 tuvo un aumento en las concentraciones, solo cumplió con los VLMP de la norma en los parámetros de DBO y DQO; la concentración de SST no cumplió con la norma. Por último, la semana 4 las concentraciones de los parámetros analizados del tanque aumentaron considerablemente y sobrepasaron los VLMP, la concentración de SST estuvo casi 3 veces por encima de los VLMP.

En la semana dos, por medio de observación en campo, se pudo apreciar que la planta Enea (*Typha latifolia*), sembrada en el humedal convencional cambio físicamente ya que se estaba marchitando y presentaba una coloración amarilla. Esto seguramente es debido a las altas concentraciones de DQO, DBO y SST, a las que estuvo expuesta durante la semana 1, sin embargo, esta mejoro notablemente en la semana tres.

➤ Resultados del análisis fisicoquímico del efluente del humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal de pantalla.

Tabla 11 Efluente del humedal con pantallas

FECHA DE MUESTREO	DBO5 (mg O2/ L)	DQO (mg O2/L)	SST (mg/L)
Semana 1	58,2	62,30	7,2
Semana 2	2,82	20,00	6,6
Semana 3	15,7	<20,0	6,17
Semana 4	15,5	24,50	6
PROMEDIO	23	31,7	6,5

Fuente: Autoras, 2019

De modo general los resultados de los parámetros de DQO, DBO y SST, durante los cuatros semanas del experimento cumplieron con la resolución 631 del 2015, ya que sus concentraciones se redujeron considerablemente y no sobrepasaron los VLMP que estipula esta normativa colombiana sobre vertimientos puntuales a cuerpos de aguas. Sin embargo, la semana uno es quien muestra las concentraciones más altas, se puede decir que en esta semana la macrófitas utilizada aún estaba en adaptación dentro del sistema, así mismo, los resultados del afluente en esta semana fueron más las altas.

➤ Resultados del análisis fisicoquímico del efluente del humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal convencional.

Tabla 12 Efluente del humedal convencional

FECHA DE MUESTREO	DBO5 (mg O2/ L)	DQO (mg O2/L)	SST (mg/L)
Semana 1	17,3	33,6	5,2
Semana 2	2,81	20	5
Semana 3	12,1	34,5	5
Semana 4	14,1	32,9	5
PROMEDIO	11,6	30	5

Fuente: Autoras, 2019

Como se observa en la tabla 12, el resultado del análisis fisicoquímico del efluente del humedal artificial convencional, las concentraciones de los contaminantes se redujeron considerablemente con respecto a los resultados del afluente en este sistema y cumple con los VLMP de la resolución 631 del 2015. Las concentraciones de los SST no tuvieron diferencias significativas al igual de los resultados de la DQO, sin embargo, las concentraciones finales de la DBO en el efluente si variaron durante cada semana del experimento.

### 6.3. COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE CADA HUMEDAL ANTES Y DESPUÉS DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

#### 6.3.1. Actividad 3.1. Descripción del comportamiento de los parámetros fisicoquímicos de los afluentes y efluentes en los humedales artificial con pantallas y convencional

##### 6.3.1.1. *Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos en el humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal con pantallas.*

➤ DBO vs afluente, efluente y norma.

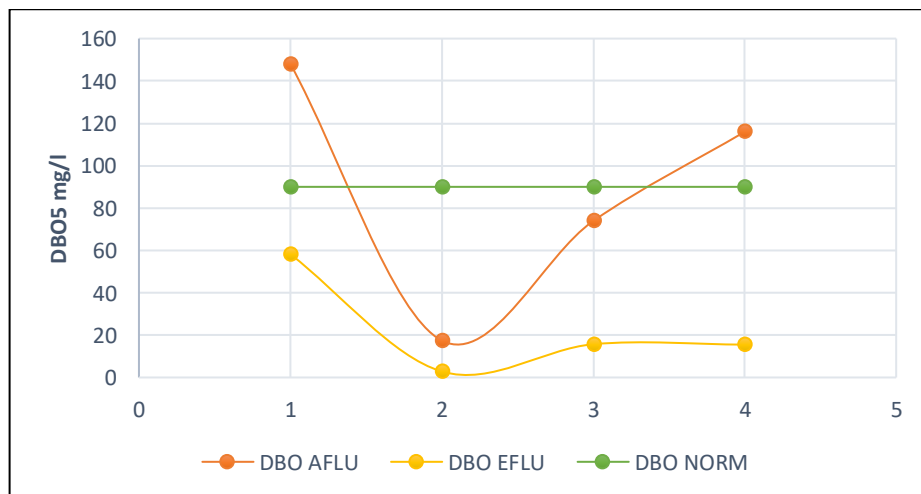


Gráfico 1 Distribución de las concentraciones de DBO en el afluente y efluente del humedal con pantalla

Fuente: Autoras, 2019

En el gráfico 1, se aprecia que en la semana 1,3 y 4 fue donde hubo una mayor remoción de DBO, en la semana dos la concentración del afluente y efluente no hubo una diferencia significativa. Las concentraciones del efluente cumplen con la resolución 631 del 2015 en su totalidad sus valores no sobrepasan los VLMP, por lo tanto, se encuentran por debajo de la DBO NORM y DBO AFLUE.

➤ DQO vs afluente, efluente y norma.

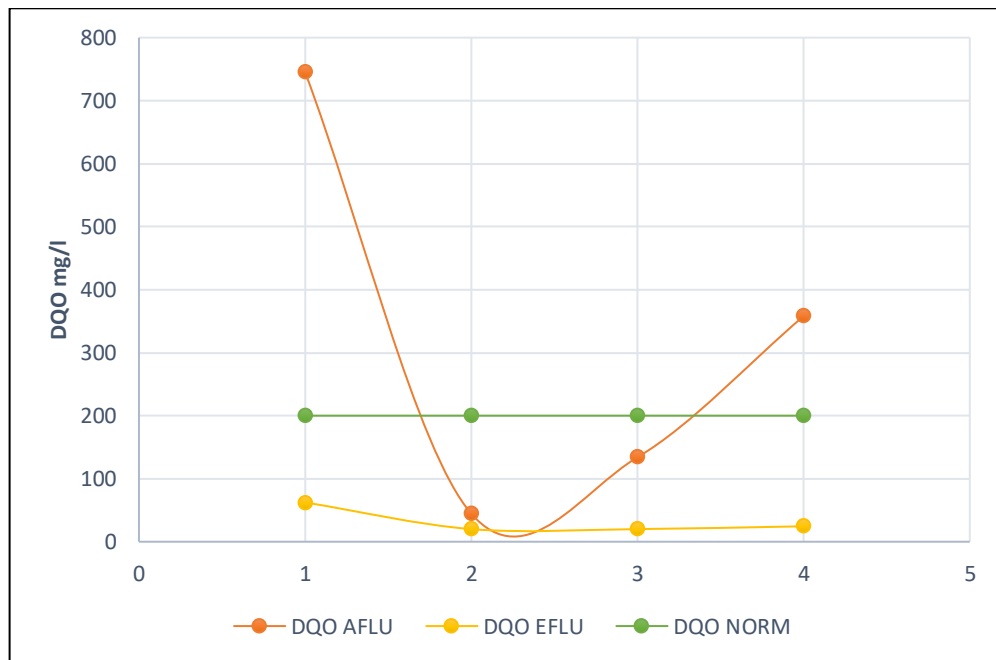


Gráfico 2 Distribución de las concentraciones de DQO en el afluente y efluente del humedal con pantalla  
Fuente: Autoras, 2019

Como se observa en el gráfico 2, las concentraciones de DQO en el afluente varía durante cada semana, siendo la semana 1 la que presenta un valor de DQO mayor a 700 mg/l. En las semanas dos y tres mantuvieron sus concentraciones por debajo de los VLMP que dicta la norma. Así, la concentración de DQO determinada en las aguas de la salida del humedal se encontró por debajo del VLMP por la resolución 631 del 2015, el cual corresponde a 200 mg/l DQO. Es notable la remoción de DQO que se generó en el sistema.

➤ SST vs afluente, efluente y norma.

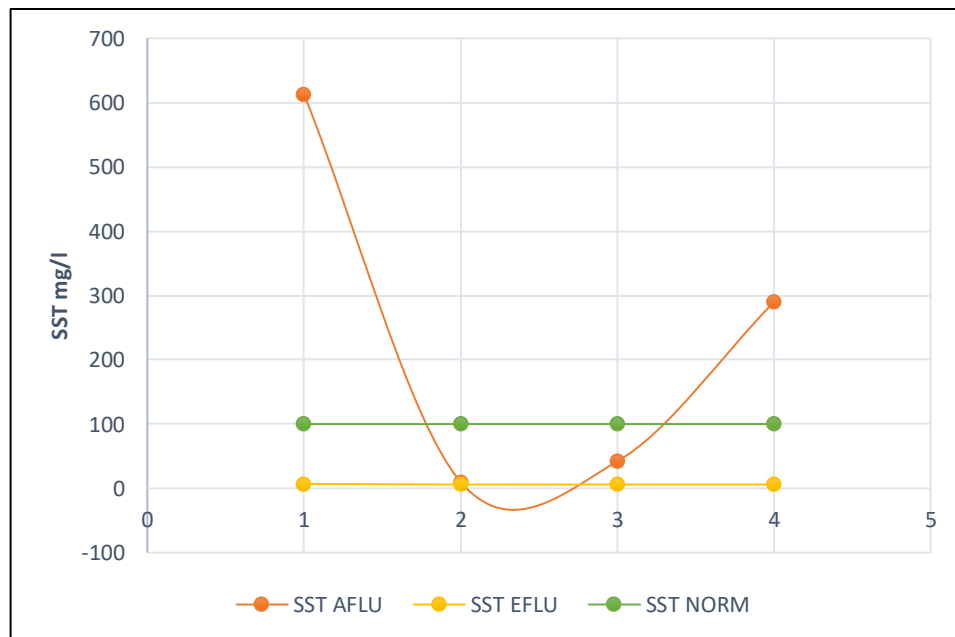


Gráfico 3 Distribución de las concentraciones de SST en el afluente y afluente del humedal de pantalla  
Fuente: Autoras, 2019

Las concentraciones de los SST del afluente y efluente en las semanas 1 y 4, tienen diferencias significativas, esto indica que presentaron una buena remoción de SST, sin embargo, en las semanas 2 y 3 los resultados son homogéneos. Pero las concentraciones del efluente se mantuvieron en un valor más bajo que 100 mg/l SST, estipulado por la resolución 631 del 2015.

**6.3.1.2. Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos en el humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal convencional.**

➤ DBO vs afluente, efluente y norma.

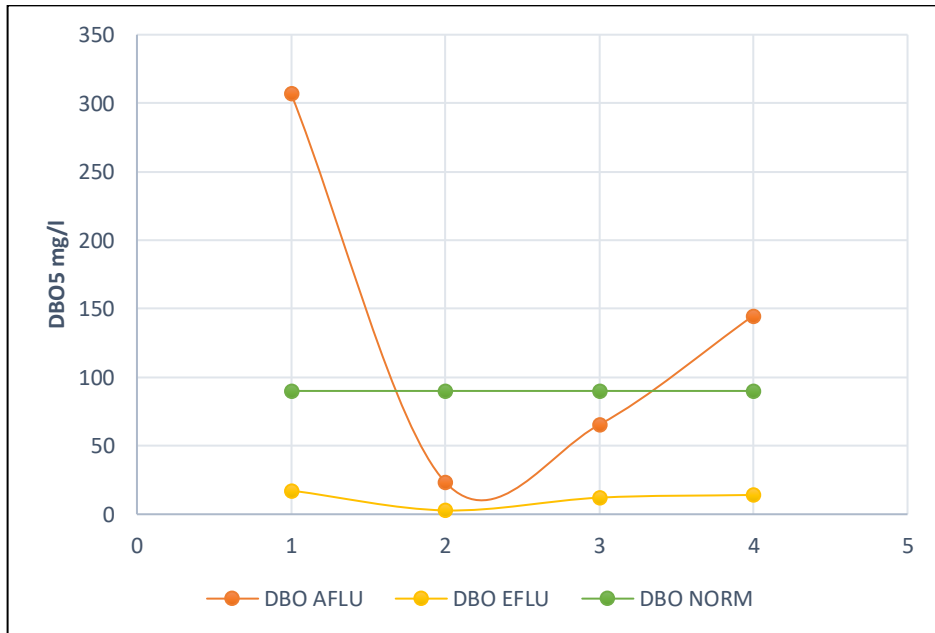


Gráfico 4 Distribución de las concentraciones de DBO en el afluente y efluente del humedal convencional

Fuente: Autoras, 2019

Las concentraciones de DBO en el humedal convencional se muestran en el gráfico 4, en la semana 1 el afluente tuvo una concentración alta que supero el VLMP por la resolución 631 del 2015, sin embargo, la concentración del efluente disminuyo considerablemente, el mismo comportamiento lo tuvo en la semana 4. Las concentraciones del afluente de DBO en la semana 2 y 3, no sobrepasaron los VLMP y el efluente en estas semanas tuvieron un comportamiento similar a las otras semanas.

➤ DQO vs afluente, efluente y norma.

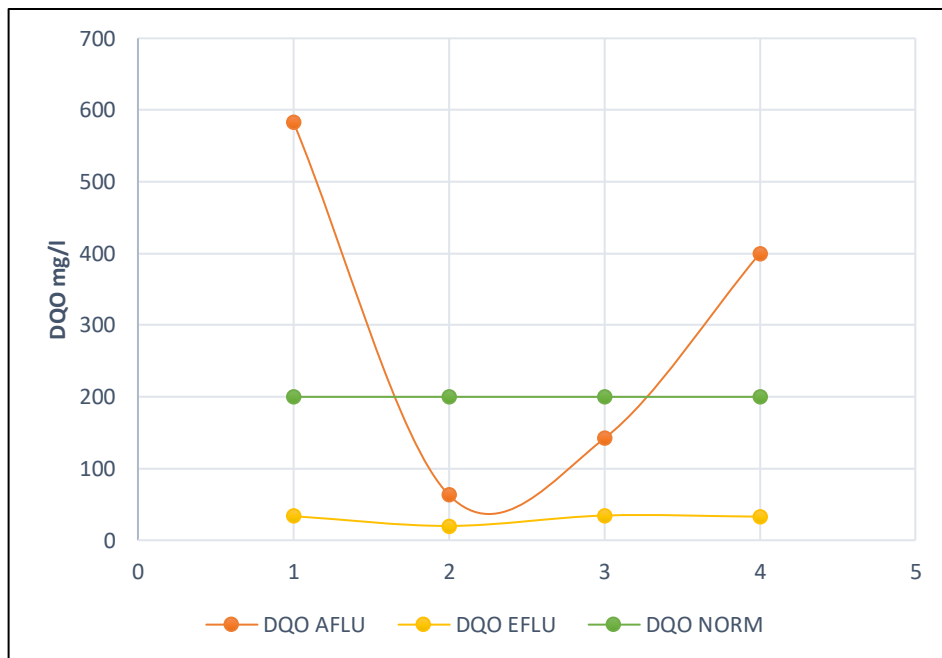


Gráfico 5 Distribución de las concentraciones de DQO en el afluente y efluente del humedal convencional

Fuente: Autoras, 2019

En el gráfico 5, se muestra el comportamiento que tuvo las concentraciones de DQO en el humedal convencional, el cual fue positivo para la investigación. El afluente presentó concentraciones superiores a 300 mg/l en la semana 1 y 4 que sobrepasaron la resolución 631 del 2015, en las semanas 2 y 3 fueron altas, pero no sobrepasaron los VLMP por la norma antes mencionadas. El comportamiento de las concentraciones de DQO en el efluente fueron homogéneas inferiores a 50 mg/l.

➤ SST vs afluente, efluente y norma.

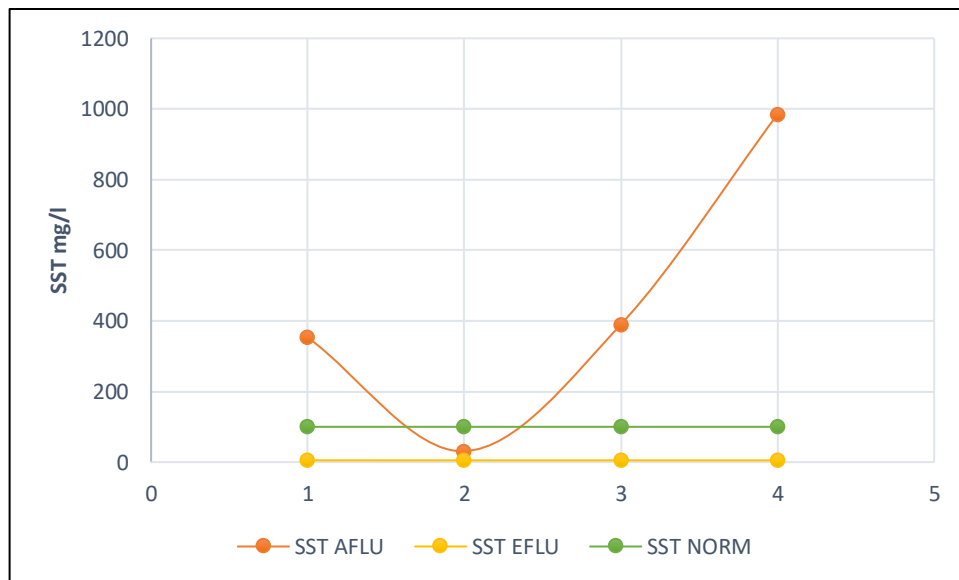


Gráfico 6 Distribución de las concentraciones de SST en el afluente y efluente del humedal convencional

Fuente: Autoras, 2019

Las concentraciones de solidos suspendidos totales en la semana 1, el afluente obtuvo valores superiores a 300 mg/l y disminuyo considerablemente su concentración en el efluente con valores por debajo de 10 mg/l donde cumplió con la resolución 631 del 2015, comportamiento similar en la semana 3. La semana 4 fue donde presento la concentración más alta con valores superiores a los 900 mg/l de SST, sin embargo, la concentración final (efluente) obtuvo el mismo resultado a las anteriores semanas. Con esto se puede decir que el humedal convencional tiene un comportamiento positivo de remoción de SST, ya que sus concentraciones después del proceso de tratamiento de agua residual cumplen con la resolución anteriormente mencionada.

### 6.3.2. Actividad 3.2. Comparación de las eficiencias de remoción para cada uno de los humedales.

Se realiza las comparaciones de la eficiencia en cada uno de los parámetros como indicador del comportamiento de remoción durante un periodo de un mes de funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas generadas por el municipio de Valledupar. La eficiencia del sistema se evaluó a partir de los resultados obtenidos de las concentraciones del afluente y efluente, aplicando la siguiente ecuación:

$$E\% = \frac{C_o - C}{C_o}$$

En el Decreto 1594 de 1984 el cual fue abolido por el decreto 3930 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, estipula que el porcentaje de remoción para usuarios nuevos debe ser mayor al 80%.

#### 6.3.2.1. Eficiencia de remoción de la DBO en los humedales artificiales subsuperficial de flujo horizontal con pantallas y convencional.

##### ➤ Eficiencia de remoción de DBO.

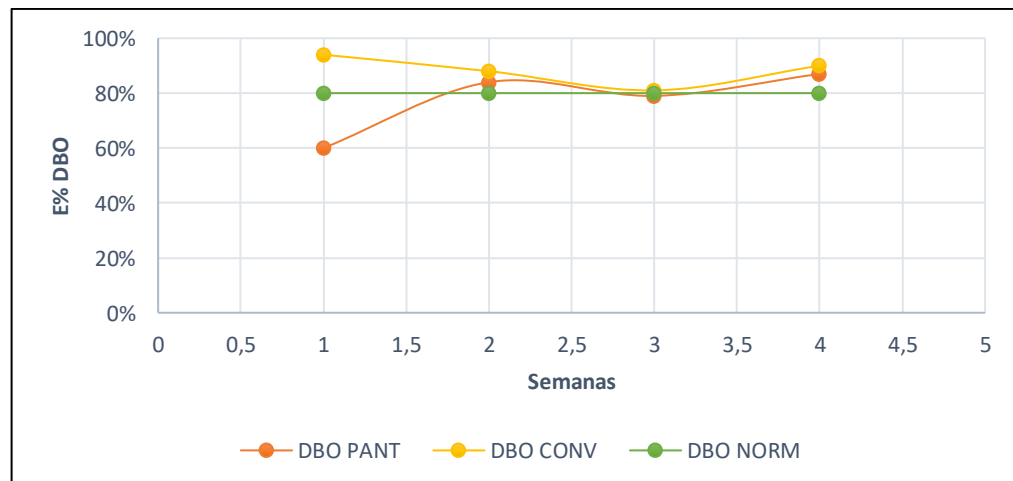


Gráfico 7 Eficiencia de remoción de DBO

Fuente: Autoras, 2019

Como se aprecia en el gráfico 7, el porcentaje de remoción de DBO en el humedal con pantallas se encuentra por debajo del 80% que dicta la normativa colombiana, luego en las siguientes semanas tiende a subir sobre pasando el porcentaje de remoción de referencia. Por el contrario, el humedal convencional durante las cuatro semanas del experimento los porcentajes de remoción de DBO se mantienen por encima del 80% establecido por la normativa, manteniendo sus rangos entre 80% y 94%. Esta remoción se ve más limitada en la remoción de DBO, debido a que estos sistemas producen DBO residual por la descomposición de las plantas y materia orgánica natural en los humedales.

Se puede observar que existe una diferencia entre los porcentajes de remoción del humedal con pantallas y convencional, donde el convencional tuvo una mayor eficiencia de remoción de DBO.

La remoción de DBO en los humedales propuestos en esta investigación obtuvo porcentajes de remoción más altos en comparación con el trabajo de Diaz, C. y Romero, J. (2013), obtuvieron una remoción de DBO de 52% en un humedal de flujo subsuperficial construido con carbón mineral y cultivado con *Zantedeschia aethiopica*, con un tiempo de retención hidráulico de 4 días en clima templado ya que el humedal se encontraba en Bogotá.

Así también, Barragan, M., Cudis, M. y Machado, E. (2015), quienes obtuvieron un porcentaje de remoción de DQO >68,14% en filtros planteados de flujo subsuperficial horizontal como post-tratamiento de las aguas residuales municipales de la ciudad de Valledupar, teniendo en cuenta que el agua que utilizaron para alimentar los filtros ya tenía una carga contaminante inferior porque paso por la PTAR el salguero.

➤ Eficiencia de remoción de DQO.

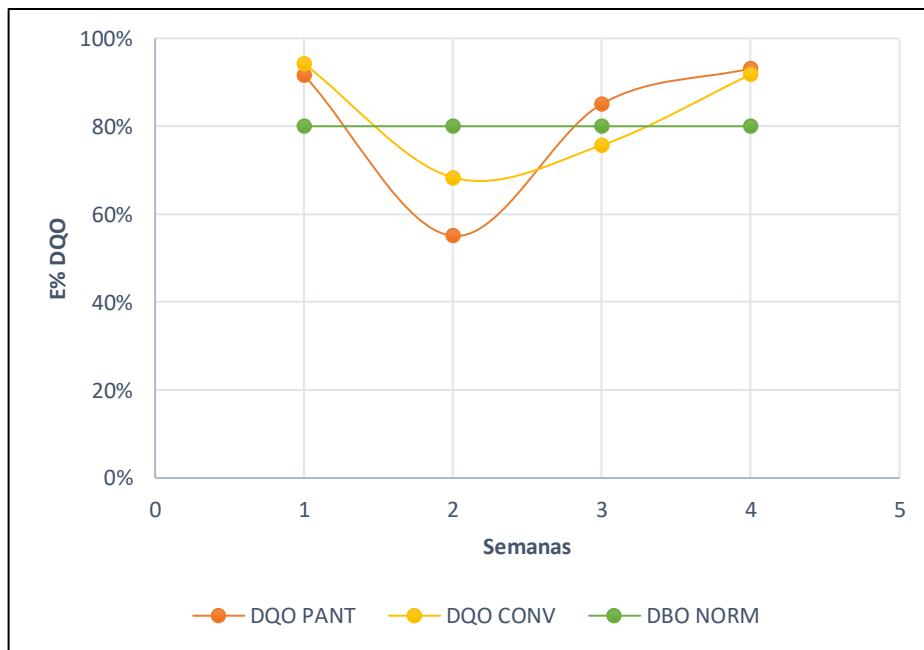


Gráfico 8 Eficiencia de remoción de DQO

Fuente: Autoras, 2019

Como se puede apreciar en el gráfico 8, los porcentajes de remoción de DQO en los humedales durante la semana uno no hubo diferencias significativas y se mantuvieron por encima del 80% de referencia que estipula la norma. Sin embargo, en la semana dos los humedales presentan una disminución de este porcentaje por debajo del 80% de la remoción estipulado por la normal, siendo el humedal de pantalla el que presento un menor porcentaje por debajo del 60%. En las semanas siguientes del experimento aumentaron los porcentajes de forma exponencial en el humedal con pantallas, de la misma forma el humedal convencional sin superar los porcentajes del humedal con pantallas. Se puede decir que el humedal con pantallas tuvo remoción de DQO más eficiente que el humedal convencional.

Comparando nuestros resultados de remoción con otras investigaciones podemos decir que fue similar al trabajo realizado por (Bedoya, Ardila, & Reyes, 2014) quienes evaluaron la eficiencia de un humedal artificial de flujo subsuperficial para

el tratamiento de agua residual generada por la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, donde al final del tratamiento se obtuvo un promedio de remoción de DQO de 53.9 % con *T. latifolia* y de 47.9 % con *C. papyrus*. Por otro lado, Diaz, C. y Romero, J. (2013) obtuvieron un porcentaje de remoción de DQO de 70%.

➤ Eficiencia de remoción de SST.

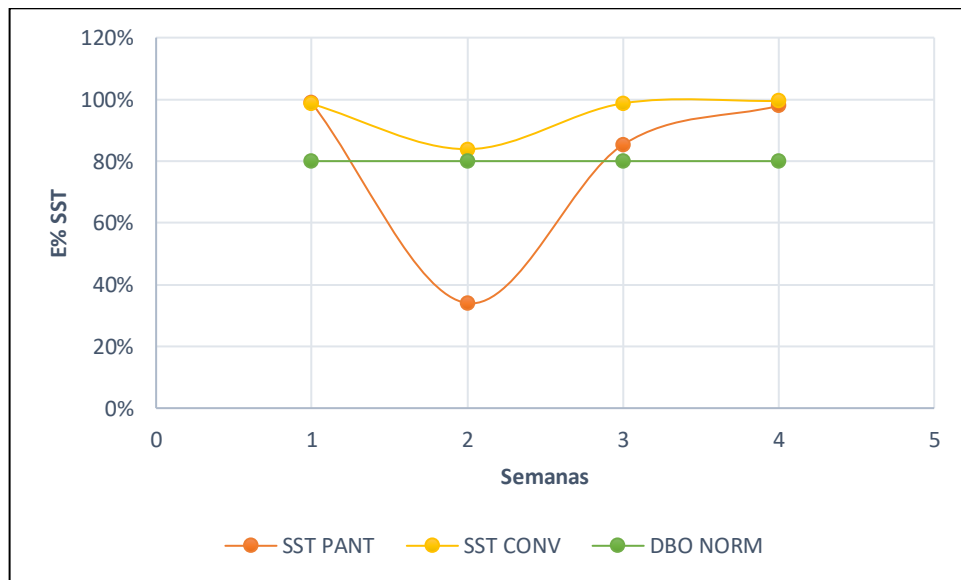


Gráfico 9 Eficiencia de remoción de SST

Fuente: Autoras, 2019

Los resultados muestran que humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal convencional, tiene remociones superiores en solidos suspendidos totales en comparación con el humedal artificial con pantallas. Durante las cuatro semanas que se realizó el experimento el porcentaje de remoción del humedal convencional se encontró en un rango de 84% y 99% logrando así el cumplimiento total del decreto 1594 de 1984 durante el periodo de prueba.

Por otro lado, el humedal con pantallas tuvo una remoción del 99% en la primera semana, sin embargo, en la semana 2 disminuyo este porcentaje por debajo del 40% de remoción. Luego, en la semana tres este aumento la eficiencia de remoción

de SST superando los 80% de referencia de la norma colombiana, así hasta lograr nuevamente el 99% de remoción en la última semana de prueba. Condición atribuida a los procesos de sedimentación y filtración favorecidos por la baja velocidad de flujo para este tipo de humedal y los adecuados espacios intersticiales del medio de poroso utilizado.

Al igual que con el DBO, la eliminación de SST está influida por la producción de materiales orgánicos residuales que pueden aparecer en el efluente final como SST, por tanto, no se debe esperar encontrar menos de 5 mg/l a la salida.

## CONCLUSIONES

Se llegaron a las siguientes conclusiones con el desarrollo del proyecto de investigación:

- Según los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto de investigación se demuestra que es posible implementar la tecnología de humedales artificiales subsuperficiales para el tratamiento de aguas residuales domésticas generada en las zonas urbanas como el municipio de Valledupar, por ser una alternativa viablemente económica y ambientalmente responsable.
- Se puede concluir que los dos sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas evaluados son eficientes para remoción de materia orgánica en términos de DBO, DQO y SST, comparado con el decreto 1594 de 1984 y resolución 631 del 2015. Por lo tanto, este tipo de sistemas son muy eficientes para remover materia orgánica y podrían ser implementados para distintos tipos de agua residual ya que alcanzan los requerimientos exigidos por la normatividad colombiana vigente.
- La eficiencia de remoción promedio de materia orgánica en términos de DBO, DQO y SST para el humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal con pantallas fue de 77%, 81% y 79%, respectivamente; dando cumplimiento a la norma colombiana en la remoción de DQO.
- Se concluyó que la implementación de las pantallas como mecanismo para la optimización de la remoción de materia orgánica fue eficiente, aunque este arrojó resultados menores que el humedal convencional, se pudo observar que las dimensiones del diseño de humedal con pantallas afectó considerablemente el crecimiento de la macrófita ya que el espacio entre pantallas era demasiado pequeño (se construyó considerando costos, presupuesto y espacio disponible).

- La eficiencia de remoción promedio de materia orgánica en términos de DBO, DQO y SST para el humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal convencional fue de 89%, 83% y 95%, respectivamente; donde se dio el cumplimiento de la norma colombiana en todos los parámetros fisicoquímicos evaluados.
- Las plantas Enea (*Typha latifolia*) son una especie que se adapta fácilmente al tipo de sistemas de tratamiento de aguas residuales evaluados ya que al finalizar el proyecto se apreció la compactación que tenían sus raíces y el medio poroso utilizado, así como a las condiciones ambientales de Valledupar.
- Con la comparación de los porcentajes de la eficiencia de remoción obtenidos de los dos humedales artificiales evaluados en esta investigación y los autores mencionados, se llega a la conclusión que este tipo de tecnologías es variable con respecto a las condiciones ambientales de cada región, macrófitas, naturaleza del agua y material poroso utilizado.

## RECOMENDACIONES

Debido a los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto de investigación se realizan las siguientes recomendaciones para futuras investigaciones sobre el tema abordado:

- Al realizar la evaluación de la eficiencia de remoción de materia orgánica en humedales artificiales de flujo horizontal subsuperficial se recomienda tener un tiempo de adaptación de la macrófitas mayor a tres semanas.
- se recomienda a futuros investigadores tener en cuenta el espaciamiento entre pantallas para no afectar el crecimiento de las macrófitas y de esta manera tener un diseño totalmente eficiente.
- Al ser una tecnología muy variable a los cambios ambientales, macrófitas, naturaleza del agua y material poroso, se debe realizar experimentos pilotos donde se evalúen variables como PH, evapotranspiración, nitrógeno, fosfato, temperatura, macrófitas y material poroso, que se ajusten a la zona de estudio, así lograr una mayor información sobre el comportamiento de la eficiencia de remoción en diferentes condiciones.
- Es importante que los tanques de alimentación de los humedales artificiales pilotos, tengan una agitación constante ya que la homogenización garantiza concentraciones constantes en los afluentes.
- Realizar un pretratamiento al agua residual afluente a los humedales, para evitar colmatación rápida en el medio poroso u obstrucción en las redes de distribución.
- Se recomienda aumentar el número de muestreos de los sistemas de tratamiento a evaluar, ya que con estos resultados se puede obtener análisis experimentales para una determinación más contundente de las eficiencias de remoción en los experimentos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía de Valledupar. (2019). Información del municipio. Obtenido de <http://www.valledupar-cesar.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Bedoya, J. A. (2012). Estudio del proceso de nitrificación y desnitrificación vía nitrito para el tratamiento biológico de corrientes de agua residual con alta carga de Nitrógeno amoniacal.
- CONPES. (2018). Consejo nacional de política económica y social. Programa para el saneamiento de vertimientos de las cuencas chinchiná y otún-consota. Bogotá, D.C.
- De la Mora, C., Saucedo, R. A., Barrientos, E., Gómez, S., González, I. J., & Domínguez, G. (2015). Eficiencia de un humedal artificial en serie para el tratamiento de aguas residuales provenientes de granjas porcícolas. Jalisco, México.
- Díaz, C. y Romero, J. (2013). Evaluación de la remoción de DBO, DQO, SST, NTK, PT y CF en un humedal de flujo subsuperficial construido con carbón mineral y cultivado con *Zantedeschia aethiopica*. Colombia. Revista Escuela Colombiana de Ingeniería ISSN: 0121-5132. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, v. 1. No. 89 pp.29-37
- EMDUPAR. (2012). Manual de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales. Valledupar.
- Harry Gutiérrez Mosquera, M. r. (2010). Estimación del balance de nitrógeno en un humedal construido subsuperficial plantado con *Heliconia psittacorum* para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Universidad de Antioquía, 12.
- López, D. A. (2016). Evaluación estacional de humedales construidos de flujo horizontal subsuperficial para la depuración de aguas servidas en zonas rurales: implicancias en la generación de metano. Chile.

- López, E. y Rodríguez, M. (2016). Evaluación de un humedal de flujo subsuperficial como tratamiento de agua residual doméstica en la vereda Bajos de Yerbabuena en el municipio de Chía, Cundinamarca. (Tesis de grado). Universidad de La Salle. Facultad de ingeniería ambiental y sanitaria. Bogotá, Colombia.
- Maestu, J., & Sancho, T. (2015). Agua y desarrollo sostenible. El agua, fuente de vida.
- Merino, M. (2017). Mecanismos de remoción de materia orgánica y nutrientes en un sistema de tratamiento pasivo de aguas residuales municipales. Guadalajara, Jalisco.
- ONU. (2019). Mejorar el tratamiento de aguas residuales es crucial para la salud humana y los ecosistemas. Obtenido de Programa para el medio ambiente: <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/mejorar-el-tratamiento-de-aguas-residuales-es-crucial-para-la>
- Osnaya, M. (2012). Propuesta de Diseño de un Humedal Artificial para el Tratamiento de Aguas Residuales en la Universidad de la Sierra Juárez. Universidad del Sierra Juárez, México.
- Otálora, A. (2011). Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas mediante humedales artificiales de alta tasa en la locación petrolera de Caño Gandul. Trabajo final de maestría. Universidad Nacional De Colombia, Bogotá, Colombia.
- Quintero, J. (2014). Evaluación de los humedales artificiales pilotos de flujo horizontal y tipo superficial y subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales. Ingenium. Vol. 15. No 29. 85-112.
- Rabat, J. (2016). Análisis de los modelos de diseño de los sistemas naturales de depuración.

- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS (2017), Alternativas Tecnológicas en Agua y Saneamiento para el Sector Rural.
- Rodríguez, A. (2017). Diseño de un Humedal Artificial para el municipio de Arcos de las Salinas (Teruel). Valencia.
- Romero, J. (1999). Tratamiento de aguas residuales: teoría y principios de diseño, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, ECI, Bogotá D.C. Colombia.
- Romero, J. (2002). Calidad del agua. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, ECI, Bogotá D.C. Colombia.
- Saavedra, B. (2017). Aplicación de macrófitas en flotación como ayuda en el tratamiento de aguas residuales en la laguna Udep. Piura, Perú.
- Superintendencia de servicios públicos domiciliarios. (2013). Informe técnico sobre sistemas de tratamiento de aguas residuales en Colombia. Imprenta nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- UNESCO. (2019). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Ciudad de México.
- Zapata, A. (2014). Humedales artificiales: una propuesta para la mitigación de la contaminación hídrica de la quebrada La Nutria, de los cerros orientales de Bogotá D.C. (Tesis de maestría) Universidad de Manizales. Facultad de ciencias contables económicas y administrativas, Maestría en desarrollo sostenible y medio ambiente. Manizales, Colombia.

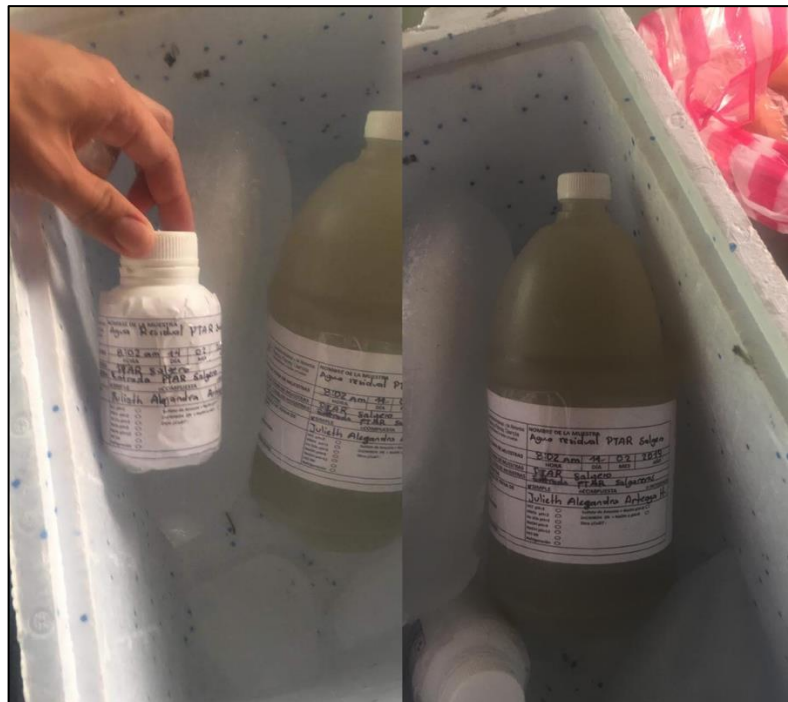
# **ANEXOS**

## REGISTRO FOTOGRÁFICO



A Puntos de muestreos

Fuente: Autoras, 2019



B Almacenamiento de muestras

Fuente: Autoras, 2019



C Humedal artificial con pantallas (Izquierdo) y Humedal convencional (Derecha)

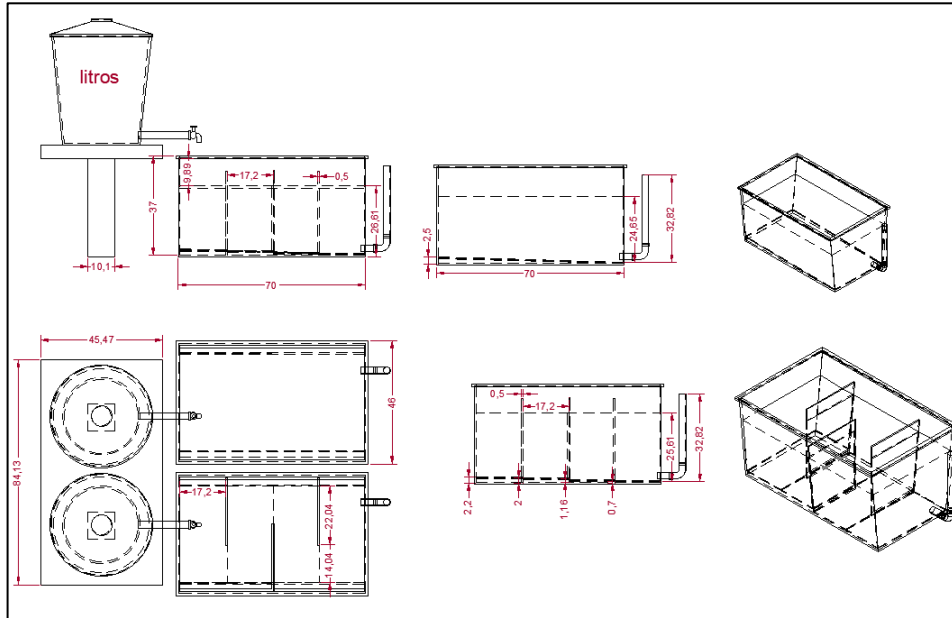
Fuente: Autoras, 2019



D Raíz de la planta *Typha latifolia* en humedal con pantalla (Izquierdo) y convencional (derecho)

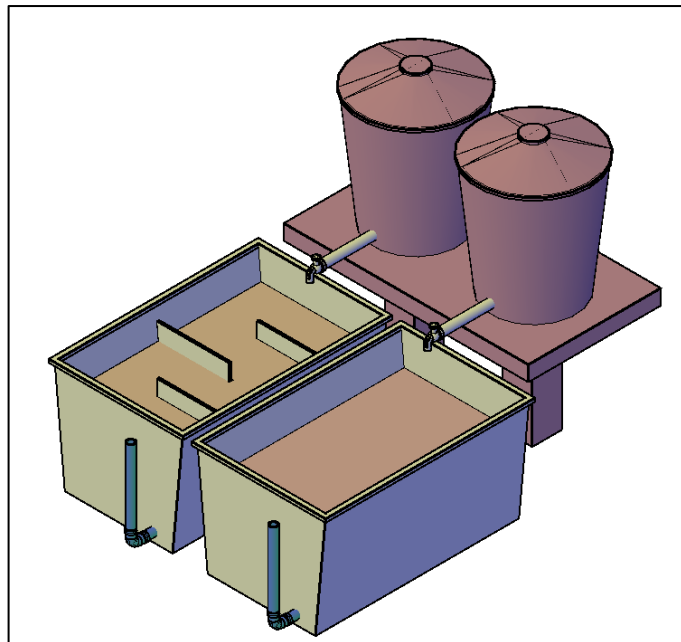
Fuente: Autoras, 2019

## DIMENSIONES DE LOS HUMEDALES DE PANTALLA Y CONVENCIONAL



E Plano hidráulico de los humedales artificiales subsuperficiales de flujo horizontal con pantalla y convencional


Fuente: Autoras, 2019




F Humedales con pantallas y convencional en 3D

Fuente: Autores, 2019

# PRUEBAS DE LABORATORIO



**Nancy Flórez García S.A.S**  
Confiable a toda prueba  
Nit: 824.005.588-0



**IDEAM**  
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,  
METEOROLOGÍA Y  
ESTUDIOS AMBIENTALES

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
N° 22399

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNANDEZ  
DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11-POPULANDIA  
CONTACTO : JULIETH ARTEAGA  
CARGO : PARTICULAR

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMESTICA  
LUGAR DE MUESTREO : CARRERA 19D # 16B-22  
PUNTO DE MUESTREO : TANQUE HUMEDAL T  
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
PLAN DE MUESTREO : N.S  
PROC. DE MUESTREO : N.S

NIT : 1065719472  
CIUDAD : VALLEDUPAR  
TELÉFONO : 3043662466

HORA MUESTRA : 07:07  
MUESTREO : 2019/02/25  
RECEPCIÓN : 2019/02/25  
INICIO ENSAYOS : 2019/02/25  
FINAL ENSAYOS : 2019/03/07  
INFORME : 2019/03/09

Físicoquímico				
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/02/25	145
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/02/27	400
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2540 D - Gravimétrico	5,00	2019/02/27	385

**NOTA :**  
Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
(A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método  
Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado  
Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.


**APROBÓ**

*Gipsy Abril Peña Ramirez*


GIPSY PFÑA  
T: PQ-06476  
Jefe Físicoquímica  
Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar



**Nancy Flórez García S.A.S**  
Confiable a toda prueba  
Nº: 824.005.688-0



**IDEAM**  
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA  
METEOROLOGÍA Y  
ESTUDIOS AMBIENTALES

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
Nº 22400

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNANDEZ  
DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDÍA  
CONTACTO : JULIETH ARTEAGA  
CARGO : PARTICULAR

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMESTICA  
LUGAR DE MUESTREO : CARRERA 19D # 16B-22  
PUNTO DE MUESTREO : HUMEDAL P  
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
PLAN DE MUESTREO : N.S  
PROC. DE MUESTREO : N.S

NIT : 1065719472  
CIUDAD : VALLEDUPAR  
TELÉFONO : 3043662466

HORA MUESTRA : 07:20  
MUESTREO : 2019/02/25  
RECEPCIÓN : 2019/02/25  
INICIO ENSAYOS : 2019/02/25  
FINAL ENSAYOS : 2019/03/07  
INFORME : 2019/03/09

CODIGO : 190246132  
LOTE : N.A  
REGISTRO INVIMA : N.A

Fisicoquímico				
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/02/25	15,5
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/02/27	24,5
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2940 D - Gravimétrico	5,00	2019/02/27	6,00

**NOTA :**  
Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
(A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado  
Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.


**APROBÓ**

*Gipsy Abril Peña Ramirez*


GIPSY PFNA  
TP: PQ-06475  
Jefe Fisicoquímica  
Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar



**Nancy Flórez García S.A.S.**  
Confiable a toda prueba  
Nº: 824.005.588-0



COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
N° 22398

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNÁNDEZ  
DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDÍA  
CONTACTO : JULIETH ARTEAGA  
CARGO : PARTICULAR

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA  
LUGAR DE MUESTREO : CARRERA 19D # 16B-22  
PUNTO DE MUESTREO : HUMEDAL CONVENCIONAL  
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
PLAN DE MUESTREO : N.S  
PROC. DE MUESTREO : N.S

NIT : 1065719472  
CIUDAD : VALLEDUPAR  
TELÉFONO : 3043662466

HORA MUESTRA : 07:00  
MUESTREO : 2019/02/25  
RECEPCIÓN : 2019/02/25  
INICIO ENSAYOS : 2019/02/25  
FINAL ENSAYOS : 2019/03/07  
INFORME : 2019/03/09

CODIGO : 190246131  
LOTE : N.A  
REGISTRO INVIMA : N.A

ANÁLISIS	Físicoquímico MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/02/25	14,7
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/02/27	32,9
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2940 D - Gravimétrico	5,00	2019/02/27	<5,00

**NOTA :**  
Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
(A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado  
Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.



**APROBÓ**

*Gipsy Abril Peña Ramírez*

GIPSY PFNA  
TP: PQ-06475  
Jefe Físicoquímica  
Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018
 
**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
 N° 22295

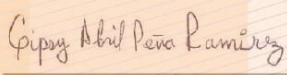
<p><b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b></p> EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNÁNDEZ DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDÍA CONTACTO : JULIETH ARTEAGA CARGO : PARTICULAR	NIT : 1065719472 CIUDAD : VALLEDUPAR TELÉFONO : 3043662466
<p><b>INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b></p> NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA LUGAR DE MUESTREO : CARRERA 19D # 16B-22 PUNTO DE MUESTREO : HUMEDAL CONVENCIONAL TIPO DE MUESTRA : SIMPLE PLAN DE MUESTREO : N.S PROC. DE MUESTREO : N.S	CODIGO : 190246001 LOTE : N.A REGISTRO INVIMA : N.A
<p><b>INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b></p> HORA MUESTRA : 08:21 MUESTREO : 2019/02/18 RECEPCIÓN : 2019/02/18 INICIO ENSAYOS : 2019/02/18 FINAL ENSAYOS : 2019/02/28 INFORME : 2019/03/01	

ANÁLISIS	Físicoquímico MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/02/18	12,1
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/02/22	34,5
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2940 D - Gravimétrico	5,00	2019/02/21	<5,00


**NOTA :**  
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
 (A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método  
 Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
 Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
 El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
 No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
 Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado  
 Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
 Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.


**APROBÓ**  
  
 GIPSY PFNA  
 TP: PQ-06175  
 Jefe Físicoquímica  
 Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
 Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar



**Nancy Flórez García S.A.S.**  
Confiable a toda prueba  
Nº: 824.005.588-0



**IDEAM**  
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,  
METEOROLOGÍA Y  
ESTUDIOS AMBIENTALES

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
N° 22296

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNÁNDEZ  
DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDÍA  
CONTACTO : JULIETH ARTEAGA  
CARGO : PARTICULAR

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMESTICA  
LUGAR DE MUESTREO : CARRERA 19D # 16B-22  
PUNTO DE MUESTREO : TANQUE HUMEDAL T  
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
PLAN DE MUESTREO : N.S  
PROC. DE MUESTREO : N.S

NIT : 1065719472  
CIUDAD : VALLEDUPAR  
TELÉFONO : 3043662466

HORA MUESTRA : 08:30  
MUESTREO : 2019/02/18  
RECEPCIÓN : 2019/02/18  
INICIO ENSAYOS : 2019/02/18  
FINAL ENSAYOS : 2019/02/28  
INFORME : 2019/03/01

CODIGO : 190246000  
LOTE : N.A  
REGISTRO INVIMA : N.A

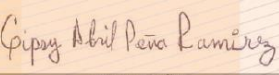
ANÁLISIS	Fisicoquímico MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA	
			ANÁLISIS	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/02/18	65,4
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/02/22	142
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2940 D - Gravimétrico	5,00	2019/02/21	39,0

**NOTA :**  
Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
(A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado  
Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.


**APROBÓ**




GIPSY PFNA  
TP: PQ-06175  
Jefe Fisicoquímica  
Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar



**Nancy Flórez García S.A.S.**  
Confiable a toda prueba  
Nº: 824.005.588-0



COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
N° 22294

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNANDEZ  
DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDÍA  
CONTACTO : JULIETH ARTEAGA  
CARGO : PARTICULAR

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMESTICA  
LUGAR DE MUESTREO : CARRERA 19D # 16B-22  
PUNTO DE MUESTREO : TANQUE HUMEDAL P  
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
PLAN DE MUESTREO : N.S  
PROC. DE MUESTREO : N.S

NIT : 1065719472  
CIUDAD : VALLEDUPAR  
TELÉFONO : 3043662466

HORA MUESTRA : 08:18  
MUESTREO : 2019/02/18  
RECEPCIÓN : 2019/02/18  
INICIO ENSAYOS : 2019/02/18  
FINAL ENSAYOS : 2019/02/28  
INFORME : 2019/03/01

CODIGO : 190245999  
LOTE : N.A  
REGISTRO INVIMA : N.A

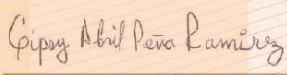
ANÁLISIS	Fisicoquímico		LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
	MÉTODO	TÉCNICA			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B	EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/02/18	73,9
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C	Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/02/22	134
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2540 D	Gravimétrico	5,00	2019/02/21	42,0

**NOTA :**  
Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
(A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado  
Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.

**APROBÓ**



GIPSY PFNA  
TP: PQ-06475  
Jefe Fisicoquímica  
Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar

**Nancy Flórez García S.A.S**  
 Confiable a toda prueba  
 N°: 824.005.688-0



COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
 N° 22297

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNANDEZ  
 DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDIA  
 CONTACTO : JULIETH ARTEAGA  
 CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065719472  
 CIUDAD : VALLEDUPAR  
 TELÉFONO : 3043662466

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMESTICA  
 LUGAR DE MUESTREO : CARRERA 19D # 16B-22  
 PUNTO DE MUESTREO : HUMEDAL A PANTALLAS  
 TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
 PLAN DE MUESTREO : N.S  
 PROC. DE MUESTREO : N.S

CODIGO : 190245998  
 LOTE : N.A  
 REGISTRO INVIMA : N.A

HORA MUESTRA : 08:55  
 MUESTREO : 2019/02/18  
 RECEPCIÓN : 2019/02/18  
 INICIO ENSAYOS : 2019/02/18  
 FINAL ENSAYOS : 2019/02/28  
 INFORME : 2019/03/01

ANÁLISIS	Fisicoquímico		LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
	MÉTODO - TÉCNICA				
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días		2,00	2019/02/18	15,7
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico		20,0	2019/02/20	<20,0
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2540 D - Gravimétrico		5,00	2019/02/21	6,17

NOTA :  
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
 (A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
 Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado


Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.


Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.

**APROBÓ**

*Gipsy Abril Peña Ramirez*

GIPSY PFNA  
 TP: PQ-06475  
 Jefe Fisicoquímica  
 Fin de Informe


**Nancy Flórez García S.A.S.**  
 Confiable a toda prueba  
 N°: 824.005.588-0



COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

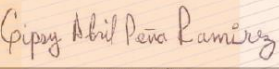
**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
 N° 22263

<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b> EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNÁNDEZ DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDÍA CONTACTO : JULIETH ARTEAGA CARGO : PARTICULAR	NIT : 1065719472 CIUDAD : VALLEDUPAR TELÉFONO : 3043662466
<b>INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b> NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA LUGAR DE MUESTREO : PTAR SALGUERO PUNTO DE MUESTREO : ENTRADA PTAR SALGUERO TIPO DE MUESTRA : SIMPLE PLAN DE MUESTREO : N.S PROC. DE MUESTREO : N.S	CODIGO : 190245934 LOTE : N.A REGISTRO INVIMA : N.A
<b>INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b> HORA MUESTRA : 08:02 MUESTREO : 2019/02/14 RECEPCIÓN : 2019/02/14 INICIO ENSAYOS : 2019/02/14 FINAL ENSAYOS : 2019/02/28 INFORME : 2019/02/28	

ANÁLISIS	Físicoquímico MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/02/14	140
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/02/20	270
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2940 D - Gravimétrico	5,00	2019/02/18	132



**NOTA :**  
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
 (A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método  
 Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
 Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
 El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
 No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
 Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado  
 Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
 Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No. 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.

**APROBÓ**  
  
 GIPSY PFNA  
 TP: PQ-06175  
 Jefe Físicoquímica  
 Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax: 5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
 Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018
 CERTIFICADO DE ANALISIS  
Nº 22226

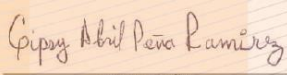
<p><b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b></p> EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNÁNDEZ DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDÍA CONTACTO : JULIETH ARTEAGA CARGO : PARTICULAR	NIT : 1065719472 CIUDAD : VALLEDUPAR TELÉFONO : 3043662466
<p><b>INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b></p> NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA LUGAR DE MUESTREO : CALLE 19 D # 16B-22 PUNTO DE MUESTREO : HUMEDAL A PANTALLAS TIPO DE MUESTRA : SIMPLE PLAN DE MUESTREO : N.S PROC. DE MUESTREO : N.S	CODIGO : 190245795 LOTE : N.A REGISTRO INVIMA : N.A

ANÁLISIS	Físicoquímico MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/02/11	2,82
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/02/18	<20,0
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2940 D - Gravimétrico	5,00	2019/02/15	6,60

NOTA :  
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.


N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
 (A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
 Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
 El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
 No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
 Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado  
 Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
 Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.


**APROBÓ**  
  
 GIPSY PFNA  
 TP: PQ-06475  
 Jefe Físicoquímica  
 Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax: 5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
 Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar



**Nancy Flórez García S.A.S.**  
Confiable a toda prueba  
Nº: 824.005.588-0



**IDEAM**  
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,  
METEOROLOGÍA Y  
ESTUDIOS AMBIENTALES

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
Nº 22228

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNÁNDEZ  
DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDÍA  
CONTACTO : JULIETH ARTEAGA  
CARGO : PARTICULAR

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA  
LUGAR DE MUESTREO : CALLE 19 D # 16B-22  
PUNTO DE MUESTREO : TANQUE HUMEDAL A PANTALLAS  
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
PLAN DE MUESTREO : N.S  
PROC. DE MUESTREO : N.S

NIT : 1065719472  
CIUDAD : VALLEDUPAR  
TELÉFONO : 3043662466

HORA MUESTRA : 09:08  
MUESTREO : 2019/02/11  
RECEPCIÓN : 2019/02/11  
INICIO ENSAYOS : 2019/02/11  
FINAL ENSAYOS : 2019/02/25  
INFORME : 2019/02/25

CODIGO : 190245794  
LOTE : N.A  
REGISTRO INVIMA : N.A

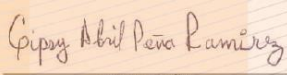
Fisicoquímico				
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/02/11	17,4
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/02/18	44,5
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2940 D - Gravimétrico	5,00	2019/02/15	10,0

**NOTA :**  
Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
(A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado  
Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No. 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.


**APROBÓ**




GIPSY PFNA  
TP: PQ-06475  
Jefe Fisicoquímica  
Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar


**Nancy Flórez García S.A.S.**  
 Confiable a toda prueba  
 N°: 824.005.588-0

  
**IDEAM**  
 INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,  
 METEOROLOGÍA Y  
 ESTUDIOS AMBIENTALES

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

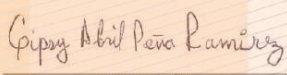
**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
 N° 22227

<p><b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b></p> <p>EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNÁNDEZ          DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDÍA          CONTACTO : JULIETH ARTEAGA          CARGO : PARTICULAR</p> <p><b>INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b></p> <p>NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA          LUGAR DE MUESTREO : CALLE 19 D # 16B-22          PUNTO DE MUESTREO : TANQUE HUMEDAL T          TIPO DE MUESTRA : SIMPLE          PLAN DE MUESTREO : N.S          PROC. DE MUESTREO : N.S</p>	<p>NIT : 1065719472          CIUDAD : VALLEDUPAR          TELÉFONO : 3043662466</p> <p>HORA MUESTRA : 09:05          MUESTREO : 2019/02/11          RECEPCIÓN : 2019/02/11          INICIO ENSAYOS : 2019/02/11          FINAL ENSAYOS : 2019/02/25          INFORME : 2019/02/25</p> <p>CODIGO : 190245793          LOTE : N.A          REGISTRO INVIMA : N.A</p>
--	--

ANÁLISIS	Físicoquímico MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/02/11	23,5
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/02/18	63,2
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2940 D - Gravimétrico	5,00	2019/02/15	31,0


**NOTA :**  
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
 (A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método  
 Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
 Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
 El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
 No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
 Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado.  
 Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
 Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No. 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.


**APROBÓ**  
  
 \_\_\_\_\_  
 GIPSY PFNA  
 TP: PQ-06175  
 Jefe Físicoquímica  
 Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax: 5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
 Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar



**Nancy Flórez García S.A.S**  
Confiable a toda prueba  
Nº: 824.005.588-0



COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
Nº 22225

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNÁNDEZ  
DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDÍA  
CONTACTO : JULIETH ARTEAGA  
CARGO : PARTICULAR

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA  
LUGAR DE MUESTREO : CALLE 19 D # 16B -22  
PUNTO DE MUESTREO : HUMEDAL CONVENCIONAL  
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
PLAN DE MUESTREO : N.S  
PROC. DE MUESTREO : N.S

NIT : 1065719472  
CIUDAD : VALLEDUPAR  
TELÉFONO : 3043662466

HORA MUESTRA : 08:50  
MUESTREO : 2019/02/11  
RECEPCIÓN : 2019/02/11  
INICIO ENSAYOS : 2019/02/11  
FINAL ENSAYOS : 2019/02/25  
INFORME : 2019/02/25

CODIGO : 190245792  
LOTE : N.A  
REGISTRO INVIMA : N.A

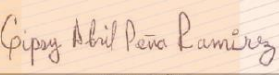
ANÁLISIS	Físicoquímico MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/02/11	2,81
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/02/18	<20,0
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2940 D - Gravimétrico	5,00	2019/02/15	<5,00

**NOTA :**  
Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
(A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado  
Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.



**APROBÓ**



GIPSY PFNA  
TP: PQ-06175  
Jefe Físicoquímica  
Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018
 CERTIFICADO DE ANALISIS

Nº 22057

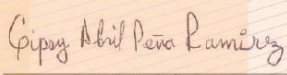
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b>			
EMPRESA	: JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNÁNDEZ	NIT	: 1065719472
DIRECCIÓN	: MZ 8 CS 11 POPULANDÍA	CIUDAD	: VALLEDUPAR
CONTACTO	: JULIETH ARTEAGA	TELÉFONO	: 3043662466
CARGO	: PARTICULAR		
<b>INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b>			
NOMBRE	: AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA	HORA MUESTRA	: 08:56
LUGAR DE MUESTREO	: CARRERA 19D # 16B-22	MUESTREO	: 2019/02/04
PUNTO DE MUESTREO	: HUMEDAL T	RECEPCIÓN	: 2019/02/04
TIPO DE MUESTRA	: SIMPLE	INICIO ENSAYOS	: 2019/02/04
PLAN DE MUESTREO	: N.S	FINAL ENSAYOS	: 2019/02/18
PROC. DE MUESTREO	: N.S	INFORME	: 2019/02/18
	CODIGO : 190245571		
	LOTE : N.A		
	REGISTRO INVIMA : N.A		

ANÁLISIS	Fisicoquímico MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA	RESULTADO
			ANÁLISIS	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/02/04	17,3
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/02/07	33,6
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2940 D - Gravimétrico	5,00	2019/02/05	5,20


**NOTA :**  
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
 (A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método  
 Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
 Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
 El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
 No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
 Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado  
 Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
 Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.


**APROBÓ**  
  
 \_\_\_\_\_  
 GIPSY PFENA  
 TP: PQ-06475  
 Jefe Fisicoquímica  
 Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax: 5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
 Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar



**Nancy Flórez García S.A.S.**  
Confiable a toda prueba  
Nº: 824.005.588-0



COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
N° 22059

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNÁNDEZ  
DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDÍA  
CONTACTO : JULIETH ARTEAGA  
CARGO : PARTICULAR

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMESTICA  
LUGAR DE MUESTREO : CARRERA 19D # 16B-22  
PUNTO DE MUESTREO : TANQUE HUMEDAL T  
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
PLAN DE MUESTREO : N.S  
PROC. DE MUESTREO : N.S

NIT : 1065719472  
CIUDAD : VALLEDUPAR  
TELÉFONO : 3043662466

HORA MUESTRA : 08:58  
MUESTREO : 2019/02/04  
RECEPCIÓN : 2019/02/04  
INICIO ENSAYOS : 2019/02/04  
FINAL ENSAYOS : 2019/02/18  
INFORME : 2019/02/18

CODIGO : 190245570  
LOTE : N.A  
REGISTRO INVIMA : N.A

ANÁLISIS	Fisicoquímico		LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
	MÉTODO	TÉCNICA			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B	EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/02/04	307
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C	Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/02/07	583
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2940 D	Gravimétrico	5,00	2019/02/05	353

**NOTA :**  
Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
(A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado  
Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.


**APROBÓ**


*Gipsy Abil Peña Ramirez*

GIPSY PFNA  
TP: PQ-06175  
Jefe Fisicoquímica  
Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar


**Nancy Flórez García S.A.S.**  
 Confiable a toda prueba  
 N°: 824.005.588-0



COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

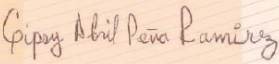
**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
 N° 22058

<p><b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b></p> <p>EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNANDEZ          DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDÍA          CONTACTO : JULIETH ARTEAGA          CARGO : PARTICULAR</p> <p><b>INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b></p> <p>NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMESTICA          LUGAR DE MUESTREO : CARRERA 19D # 16B-22          PUNTO DE MUESTREO : TANQUE HUMEDA P          TIPO DE MUESTRA : SIMPLE          PLAN DE MUESTREO : N.S          PROC. DE MUESTREO : N.S</p>	<p>NIT : 1065719472          CIUDAD : VALLEDUPAR          TELÉFONO : 3043662466</p> <p>HORA MUESTRA : 08:57          MUESTREO : 2019/02/04          RECEPCIÓN : 2019/02/04          INICIO ENSAYOS : 2019/02/04          FINAL ENSAYOS : 2019/02/18          INFORME : 2019/02/18</p> <p>CODIGO : 190245569          LOTE : N.A          REGISTRO INVIMA : N.A</p>
--	--

ANÁLISIS	Físicoquímico MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/02/04	148
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/02/07	745
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2940 D - Gravimétrico	5,00	2019/02/05	613



**NOTA :**  
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
 (A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método  
 Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
 Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
 El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
 No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
 Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado  
 Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
 Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.

**APROBÓ**  
  
 GIPSY PFNA  
 TP: PQ-06175  
 Jefe Físicoquímica  
 Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
 Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar

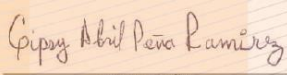
COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018
 
**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
 N° 22056

<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE</b> EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNÁNDEZ DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDÍA CONTACTO : JULIETH ARTEAGA CARGO : PARTICULAR	NIT : 1065719472 CIUDAD : VALLEDUPAR TELÉFONO : 3043662466
<b>INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b> NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA LUGAR DE MUESTREO : CARRERA 19D # 16B-22 PUNTO DE MUESTREO : HUMEDAL A PANTALLAS TIPO DE MUESTRA : SIMPLE PLAN DE MUESTREO : N.S PROC. DE MUESTREO : N.S	CODIGO : 190245568 LOTE : N.A REGISTRO INVIMA : N.A

ANÁLISIS	Físicoquímico MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/02/04	58,2
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/02/07	62,3
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2940 D - Gravimétrico	5,00	2019/02/05	7,20


**NOTA :**  
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
 (A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método  
 Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
 Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
 El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
 No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
 Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado  
 Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
 Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.


**APROBÓ**  
  
 GIPSY PFNA  
 TP: PQ-06475  
 Jefe Físicoquímica  
 Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax: 5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
 Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar



**Nancy Flórez García S.A.S.**  
Confiable a toda prueba  
Nº: 824.005.588-0



**IDEAM**  
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,  
METEOROLOGÍA Y  
ESTUDIOS AMBIENTALES

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
Nº 21930

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNÁNDEZ  
DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDÍA  
CONTACTO : JULIETH ARTEAGA  
CARGO : PARTICULAR

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMESTICA  
LUGAR DE MUESTREO : PTAR SALGUERO  
PUNTO DE MUESTREO : ENTRADA  
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
PLAN DE MUESTREO : N.S  
PROC. DE MUESTREO : N.S

NIT : 1065719472  
CIUDAD : VALLEDUPAR  
TELÉFONO : 3043662466

HORA MUESTRA : 10:07  
MUESTREO : 2019/01/28  
RECEPCIÓN : 2019/01/28  
INICIO ENSAYOS : 2019/01/28  
FINAL ENSAYOS : 2019/02/05  
INFORME : 2019/02/06

CODIGO : 190145384  
LOTE : N.A  
REGISTRO INVIMA : N.A

ANÁLISIS	Fisicoquímico		LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
	MÉTODO	TÉCNICA			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B	EPA 360.3 - Incubación 5 días	2,00	2019/01/28	293
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C	Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2019/01/30	308
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2940 D	Gravimétrico	5,00	2019/02/04	165

**NOTA :**  
Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
(A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.  
El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.  
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.  
Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado  
Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.  
Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.

**APROBÓ**

*Gipsy Abril Peña Ramírez*

GIPSY PFNA  
TP: PQ-06175  
Jefe Fisicoquímica  
Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar

**Nancy Flórez García S.A.S**  
 Confiable a toda prueba  
 N°: 824.005.688-0



COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS**  
 N° 22401

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

EMPRESA : JULIETH ALEJANDRA ARTEAGA HERNANDEZ  
 DIRECCIÓN : MZ 8 CS 11 POPULANDIA  
 CONTACTO : JULIETH ARTEAGA  
 CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065719472  
 CIUDAD : VALLEDUPAR  
 TELÉFONO : 3043662466

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMESTICA  
 LUGAR DE MUESTREO : CARRERA 19D # 16B-22  
 PUNTO DE MUESTREO : TANQUE HUMEDAL P  
 TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
 PLAN DE MUESTREO : N.S  
 PROC. DE MUESTREO : N.S

CODIGO : 190246134  
 LOTE : N.A  
 REGISTRO INVIMA : N.A

HORA MUESTRA : 07:35  
 MUESTREO : 2019/02/25  
 RECEPCIÓN : 2019/02/25  
 INICIO ENSAYOS : 2019/02/25  
 FINAL ENSAYOS : 2019/03/07  
 INFORME : 2019/03/09

ANÁLISIS	Fisicoquímico		LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
	MÉTODO - TÉCNICA				
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días		2,00	2019/02/25	116
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico		20,0	2019/02/27	358
Sólidos Suspendidos Totales mg/L (A)	SM 2540 D - Gravimétrico		5,00	2019/02/27	290

NOTA :  
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado  
 (A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
 Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado

Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.

Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución No. 1658 del 12 de julio de 2011. Resolución de Renovación - Extensión No. 1927 del 29 de julio de 2014. Resolución de Extensión No 1326 del 23 de junio de 2017. Resolución de Extensión No. 0099 del 9 de enero de 2018.

**APROBÓ**

*Gipsy Abril Peña Ramirez*

GIPSY PFNA  
 TP: PQ-06475  
 Jefe Fisicoquímica  
 Fin de Informe