

**DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES REALIZADO A  
LA EMPRESA AGUAS DEL SINÚ S.A E.S.P EN EL MUNICIPIO DE SAN  
ANDRÉS SOTAVENTO CÓRDOBA EN EL PERÍODO 2010-2018.**

**AGUAS DEL SINÚ S.A E.S.P**

**JEAN CARLOS GONZÁLEZ PLAZA**

**Tutor Docente**

**JULIO GUERRA FUENTES**

**Geólogo**

**Tutor Empresarial**

**JAINER LUIS TORDECILLAS ARGEL**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**MONTERÍA-CÓRDOBA**

**2020**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA</b> .....	5
<b>1.1. RESEÑA HISTÓRICA</b> .....	6
<b>1.2. MISIÓN</b> .....	6
<b>1.3. VISIÓN</b> .....	6
<b>1.4. POLÍTICA DE CALIDAD</b> .....	7
<b>2. DIAGNÓSTICO</b> .....	8
<b>2.1. GENERALIDADES DE SAN ANDRÉS DE SOTAVENTO</b> .....	8
<b>2.2. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b> .....	9
<b>2.3 SITUACIÓN ZONA SUR DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE SAN ANDRÉS DE SOTAVENTO.</b> .....	13
<b>3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PROGRAMADAS.</b> .....	17
<b>4. ACTIVIDADES REALIZADAS DE ACUERDO AL CRONOGRAMA</b> .....	18
<b>4.1. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES.</b> .....	18
<b>4.1.1. SITUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, ANTES Y DESPUÉS DEL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN OCURRIDO EN 2015.</b> .....	18
<b>4.2. REVISIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS STAR</b> .....	25
<b>4.3. ENFERMEDADES MÁS FRECUENTES EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS DE SOTAVENTO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA QUE SON ATRIBUIDAS A PROBLEMAS DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES.</b> .....	26
<b>4.4 CONSTRUCCIÓN Y SEGUIMIENTO DE PSMV (AYUDANTE).</b> .....	27
<b>5. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN EN SAN ANDRÉS DE SOTAVENTO CÓRDOBA.</b> .....	28
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	31
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	32
<b>8. ANEXOS</b> .....	34
<b>8.1 ANEXO 1. Mantenimiento general del Sistema de Tratamiento de Agua Residual de San Andrés de Sotavento</b> .....	34
<b>8.2 ANEXO 2. Análisis de laboratorio de la entrada y salida del STAR</b> .....	35

## FIGURAS

<b>GRÁFICO N° 1.</b> Ubicación de los municipios operados por Aguas del Sinú S.A E.S.P.....	5
<b>GRÁFICO N° 2.</b> Esquema de servicio de alcantarillado de San Andrés de Sotavento .....	9
<b>GRÁFICO N° 3.</b> Subsistemas de aguas residuales de San Andrés de Sotavento.....	10
<b>GRÁFICO N° 4.</b> Hidrología principal de San Andrés de Sotavento.....	12
<b>GRÁFICO N° 5.</b> Vista aérea del sistema de tratamiento de aguas residuales de San Andrés de Sotavento.....	13
<b>GRÁFICO N° 6.</b> Vertido directo y tubería rota en el Subsistema 2 en San Adres de Sotavento.....	14
<b>GRÁFICO N° 7.</b> Problemas que enfrentan la comunidad Sanandresana del vertido directo de agua residual.....	14
<b>GRÁFICO N° 8.</b> Imagen aérea de la STAR en el municipio de San Andrés de Sotavento, 2011. ....	19
<b>GRÁFICO N° 9.</b> Concentracion de DBO5 a la salida de la STAR en San Andrés de Sotavento.....	20
<b>GRÁFICO N° 10.</b> Concentracion de SST a la salida de la STAR en San Andrés de Sotavento.....	21
<b>GRÁFICO N° 11.</b> Concentración de grasas y aceites a la salida de la STAR en San Andrés de Sotavento.....	22
<b>GRÁFICO N° 12.</b> Concentración de DQO a la salida de la STAR en San Andrés de Sotavento.....	23

## TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Límites del municipio.....	8
<b>Tabla 2.</b> Especificaciones del Sistema de Tratamiento de Agua Residual.....	11
<b>Tabla 3.</b> Punto de vertimiento de la STAR.....	12
<b>Tabla 4.</b> Cálculo de la concentración de contaminantes de las lagunas de San Andrés de Sotavento año 2011-2018.....	19
<b>Tabla 5.</b> Cronograma de actividades en las lagunas de oxidación .....	25

## INTRODUCCIÓN

Según la RAE, las aguas residuales son aguas ya utilizadas en actividades previas, que después de un tratamiento podrían ser susceptibles de ser utilizada para consumo humano u otra actividad. Estas aguas transportan microorganismos patógenos que con llevan a enfermedades diarreicas aguda (EDA), enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), fiebre tifoidea y paratifoidea y hepatitis A (Rodríguez, García, & García, 2016), que deben ser evitadas dentro de la población a través de un correcto manejo de estas aguas servidas, ya que el artículo 49 de la constitución política de Colombia, modificada mediante el acto legislativo 2 del 2009 decidió que: *la atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado y se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud*" (Constitución Política de Colombia., 1999).

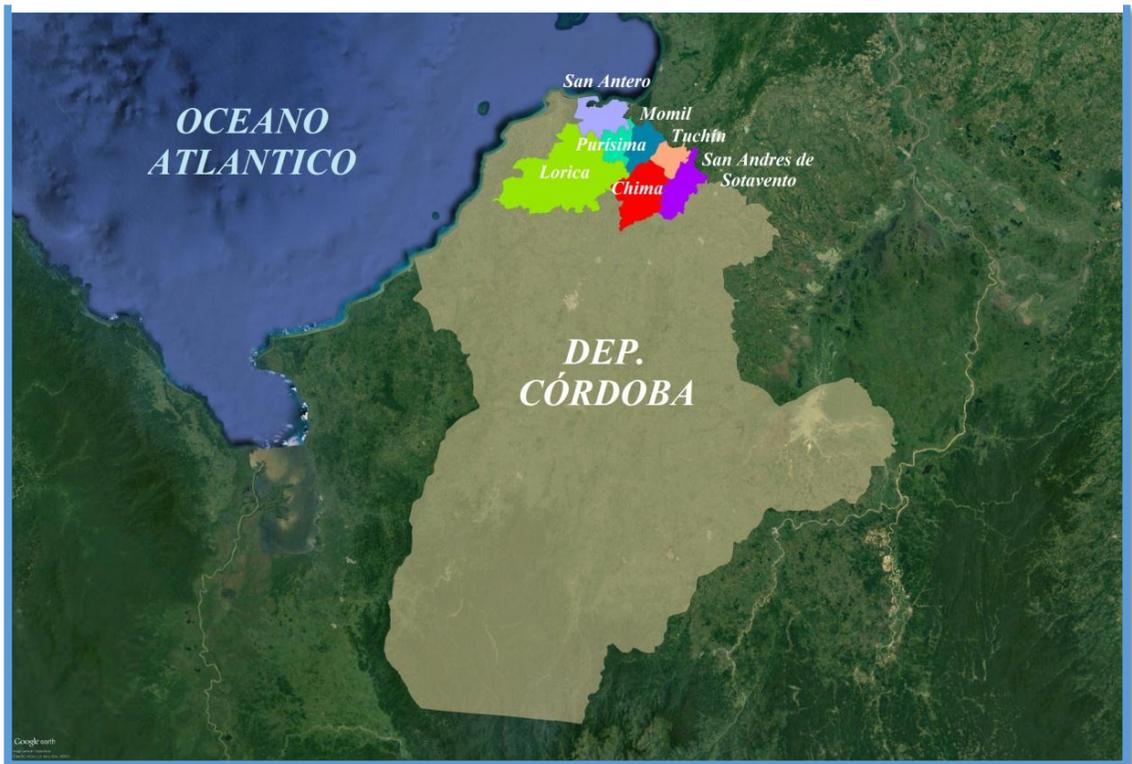
Por tal motivo, el presente trabajo nos muestra la necesidad de realizar un correcto y eficiente diagnóstico del manejo de las aguas residuales que eviten problemas de salud pública debido al contacto directo o indirecto de estas aguas con alguna forma de actividad o alimentos. Las cuales, pueden ser causantes de epidemias. Por motivos académicos y de disponibilidad de información, se tomó como ejemplo aplicativo el municipio de San Andrés de Sotavento en Córdoba a cargo de la empresa de servicios públicos Aguas del Sinú S.A E.S.P.

## 1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

Aguas del Sinú S.A. E.S.P. es una empresa privada prestadora de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado que opera en siete municipios de Córdoba que son: Chimá, Momil, Lorica, Purísima, San Andrés de Sotavento, Tuchín y San Antero, teniendo como centro de operaciones el área urbana del municipio de Santa Cruz de Lorica. Comenzó a operar desde el primero (1) de agosto del 2008, donde el contrato de operación se suscribió por un término de 20 años y está a cargo desde la gerencia, por Edgardo Antonio Burgos Mejía actualmente. En ninguna parte hace mención de San Andrés de Sotavento la cual es el área de estudio o referente a este documento (PMA , 2019).

La zona atendida por Aguas del Sinú S.A.-E.S.P. se encuentra dentro de la cuenca del Río Sinú que está localizada al nordeste de Colombia en un cuadro definido por las coordenadas 734 292 E y 870 808 E y 1'265 675 N y 1'542 937 N en el sistema coordenado del observatorio Nacional en Bogotá.

**GRÁFICO N° 1. Ubicación de los municipios operados por Aguas del Sinú S.A E.S.P**



**FUENTES: (PMA , 2019)**

## **1.1. RESEÑA HISTÓRICA**

La empresa Aguas del Sinú S.A E.S P que se constituyó mediante escritura pública el 16 de mayo del 2008 y registrada ante la Cámara de Comercio de montería el 29 de mayo del 2008 bajo la personería jurídica Aguas del Sinú S.A. E.S.P, con objetivo social para la prestación de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto, alcantarillado y Aseo, bajo la modalidad de contrato de concesión para la operación en los municipios de Santa cruz de Lorica, San Antero, Momíl, Purísima y san Andrés de Sotavento. (Cámara de Comercio , 2008).

Es así, como las empresas ASLO S.A E.S.P que prestaba sus servicios en el municipio de Lorica y ERCAS en los municipios de Momíl, Purísima y San Andrés de Sotavento y ACUASAN en San Antero, ceden sus obligaciones e inicia actividades operacionales el 2 de agosto del mismo año (Cámara de Comercio , 2008).

Desde su constitución la nueva compañía viene adelantando procesos significativos en la región del bajo Sinú en aras de dar cobertura y continuidad en la prestación de los servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.

## **1.2. MISIÓN**

AGUAS DEL SINÚ S.A E.S.P trabajamos para prestar los servicios públicos de acueducto y alcantarillado garantizando continuidad y calidad, contribuyendo así, a la calidad de vida de nuestros clientes (usuarios), con un manejo eficiente de los recursos naturales y económicos, comprometidos con el desarrollo integral de nuestros recursos humanos y con la premisa de un costo adecuado, bajo un desarrollo sostenible.

## **1.3. VISIÓN**

Para el 2023 ser la mejor opción para los municipios cordobeses en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, dedicada a satisfacer las necesidades de los usuarios a través del mejoramiento continuo de nuestros servicios, con un equipo humano altamente calificado que trabaja en la optimización de los recursos, en desarrollo de la imagen corporativa y como modelo regional dentro de los principios de eficiencia, eficacia y transparencia, con calidad y responsabilidad destacándose por su rentabilidad, economía y control de los recursos, creando sentido de pertenencia a nivel interno y externo.

#### **1.4. POLÍTICA DE CALIDAD**

Es un compromiso de nuestra empresa mantener y entregar un excelente nivel de calidad en la prestación de servicios que se ofrece, cumpliendo con las normas y buscando satisfacer las necesidades de los usuarios, comprometiéndose con el desarrollo del talento humano, la comunidad, el medio ambiente y la salud.

## 2. DIAGNÓSTICO

### 2.1. GENERALIDADES DE SAN ANDRÉS DE SOTAVENTO

El Municipio de San Andrés de Sotavento, se encuentra ubicado geográficamente en las coordenadas latitud norte 9° 08' y 57" y latitud oeste 57° 30' y 44" con relación al Meridiano de Greenwich, esta posición astronómica, trae como consecuencia su ubicación en la zona tórrida intertropical de bajas latitudes y en vez de tener 4 estaciones, solo tiene un periodo de lluvia y otro de sequía, mientras que su longitud propicia participar de la misma hora que tiene Colombia (PBOT,2010).

La posición latitudinal y elevaciones como el Cerro de Tofeme, Anguilla y Cerro Vidales, colocan a la totalidad del territorio de San Andrés en lo que comúnmente se denominan tierras cálidas con diferentes precipitaciones y temperaturas elevadas. Según la clasificación de las zonas de vida de L. R.Holdridge, toda el área del Municipio de San Andrés de Sotavento corresponde a un bosque seco tropical (bs-T) (PBOT,2010).

Existen algunas variaciones microclimáticas dentro de la misma zona de vida, la humedad aumenta a medida que las corrientes de agua marina se dirigen hacia el sur. Esta clase de clima se obtiene básicamente por el factor de humedad relacionado con precipitación, evapotranspiración potencial transformándose luego por los valores de índice de aridez e índice de humedad. En términos generales el municipio de San Andrés posee un clima semi-seco el cual es característico del departamento de Córdoba y la región Caribe, presentando características acústicas debido a la acción de los vientos secos provenientes del noreste que al llegar al continente se llevan la poca humedad atmosférica existente hasta encontrar barreras naturales donde depositan las masas de aires (PBOT,2010).

**Tabla 1.Límites del municipio**

<b>SENTIDO</b>	<b>LIMITES</b>
<b>NORTE</b>	Departamento de Sucre.
<b>ESTE</b>	Departamento de Sucre y Municipio de Chinú.
<b>SUR</b>	Municipios de Municipio de Chinú y Ciénaga de Oro y Chimá
<b>OESTE</b>	Municipios de Chimá y Tuchín.

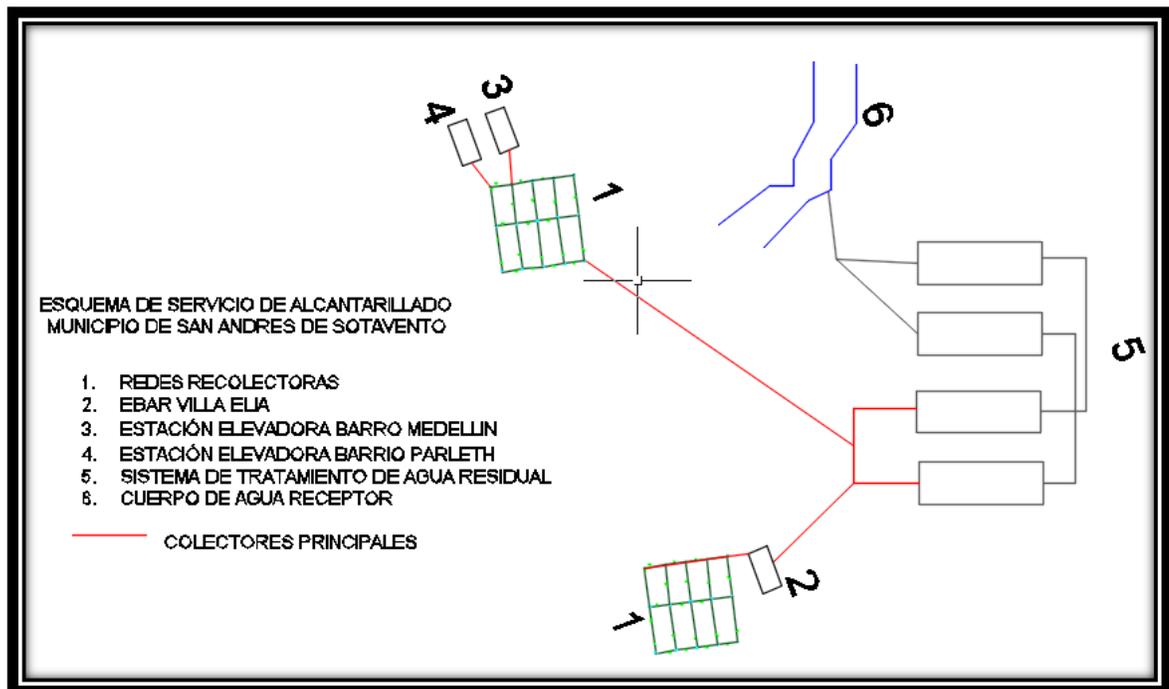
**Elaboración: propia**

**FUENTE: (PBOT, 2010)**

## 2.2. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El manejo de aguas residuales del municipio de San Andrés de Sotavento, consta de los siguientes elementos:

**GRÁFICO N° 2.**Esquema de servicio de alcantarillado de San Andrés de Sotavento



FUENTE: (PMA , 2019)

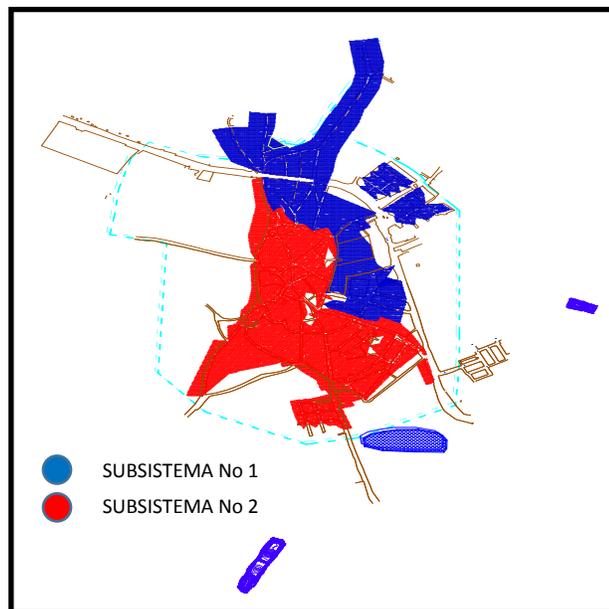
El sistema de alcantarillado del municipio de San Andrés de Sotavento está compuesto actualmente por dos subsistemas, los cuales están directamente ligados por la topografía del municipio. La división de estos dos subsistemas están comprendidos desde la calle 2 con calle 12 o trolcal San Andrés de Sotavento que conduce a Lorica o Chinú, continúa por la transversal 7 y llega a la carrera 7b continúa por la carrera 7b y llega a la calle 9 en inmediaciones de la Biblioteca. De ahí continúa por la calle 9 y llega finalmente a la carrera 10 (PSMV, 2010).

**El subsistema No 1** recoge las aguas del sector Norte del municipio y llega finalmente al sistema de tratamiento sector Oriental, el cual se encuentra ubicado a unos 400 metros del barrio la bomba.

**El subsistema No 2** recoge las aguas del sector sur del municipio y llega al antiguo sistema de tratamiento en el barrio Juan Carlos Casado, el cual encuentra en etapa de abandono, considerando que fue construido un nuevo sistema a más de 500 metros del sistema mencionado.

De los dos subsistemas presentes en San Andrés de Sotavento (**FIGURA N°3**) el Subsistema No.2 con una cobertura del 48% debería descargar al sistema lagunar sector sur, no obstante debido a la falta de servidumbre para la construcción del colector que transporta las aguas residuales a dicho sistema, se está llevando a cabo un vertimiento directo al arroyo El Pital, en inmediaciones al barrio Juan Carlos Casado.

**GRÁFICO N° 3. Subsistemas de aguas residuales de San Andrés de Sotavento.**



**FUENTE: (PSMV, 2010)**

**Estaciones elevadoras de aguas residuales:** Las estaciones elevadoras son Estación San Simón, Estación Calle Medellín y Estación Villa Elia, ubicadas en la carrera 10 y carrera 10A, desde las calles 12B y 12 a estas calles comúnmente se les llama la calle Medellín y la calle San Simón y barrio Villa Elia respectivamente (PSMV, 2010).

**La red de colectores del sistema de alcantarillado sanitario:** Recibe y transporta por gravedad las aguas residuales producto de las actividades domésticas y comerciales del sector urbano del municipio, la red está compuesta en su mayoría por tubería en concreto de diámetro 8". En total el sistema cuenta con 299 colectores y 267 cámaras de inspección, de las cuales 142 presentan profundidades inferiores a 1.5 m (53%), 98 con profundidad entre 1.5 m y 2.5 m (37%), 20 con profundidad entre 2.5 m y 3.5 m (7%) y

7 cámaras de inspección con profundidad mayor a 3.5 m (3%). La red de alcantarillado tiene una longitud total de 15653 m, compuesta en un 93% por tubería de 8" (14530 m), un 3% en tubería 10" (489 m), 1% en tubería de 12" (147.13 m) y 3 % en tubería de 16" (488 m) (PSMV, 2010).

**Sistema de tratamiento:** En la actualidad existe un sistema de tratamiento preliminar con rejillas de cribado para material grueso y fino, que reciben las aguas que bajan por gravedad en mayor parte y en menor medida son impulsadas por la Estación de Bombeo de Aguas Residuales (EBAR) ubicada en villa Elia El sistema cuenta con 2 trenes de lagunas de estabilización conformados cada uno por una laguna primaria (facultativa) y una laguna secundaria (de maduración) con sus respectivas etapas preliminares que son: desarenador y rejillas de cribado (PSMV, 2010).

**Tabla 2. Especificaciones del Sistema de Tratamiento de Agua Residual**

SAN ANDRÉS DE SOTAVENTO	
ITEM	STAR
<b>Aspectos técnicos</b>	
Cobertura	72,44%
Nombre de la STAR	Laguna de oxidación de San Andrés de Sotavento.
Tipo de tratamiento	Laguna de estabilización
Caudal de diseño(l/s)	23,48
Caudal de operación(l/s)	9,94
Caudal de salida(l/s)	1,18
Eficiencia	97%
Número de trenes	2
Número de lagunas	4
Material de impermeabilización	Geomenbrana(mal estado)
<b>TREN 1</b>	
<b>Dimensiones laguna facultativa</b>	
Largo(m)	90
Ancho(m)	30
Profundidad(m)	1,8
<b>Dimensiones laguna maduración</b>	
Largo(m)	80
Ancho(m)	30
Profundidad(m)	1,5
<b>TREN 2</b>	
<b>Dimensiones laguna facultativa</b>	
Largo(m)	90
Ancho(m)	30

Profundidad(m)	1,8
<b>Dimensiones laguna maduración</b>	
Largo(m)	80
Ancho(m)	30
Profundidad(m)	1,5

**Elaboración: propia**

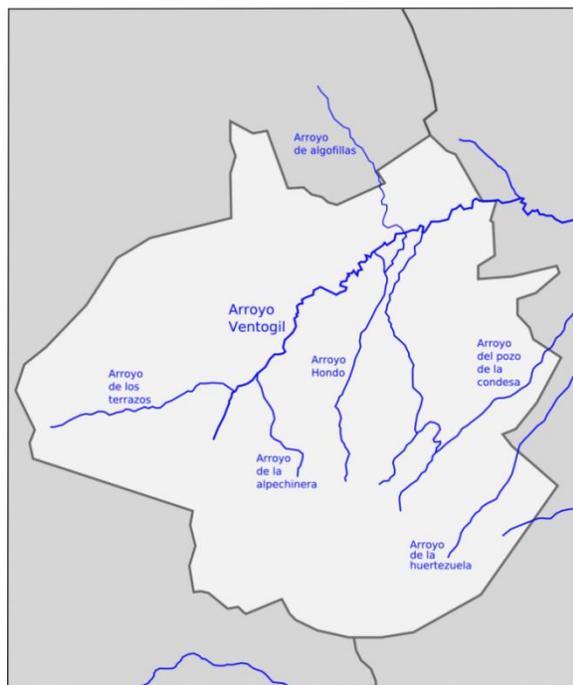
**FUENTE: (PSMV, 2010)**

**Tabla 3.Punto de vertimiento de la STAR**

PUNTO DE VERTIMIENTO		
PTO DE VERTIMIENTO STAR	UBICACIÓN	CUERPO RECEPTOR
San Andrés de Sotavento	Longitud: - 75,499917° Latitud: 9,143926°	El sistema de tratamiento de agua residual de San Andrés de Sotavento verte sus aguas al arroyo Matadero que a su vez verte al arroyo Hondo.

**FUENTE: (PSMV, 2010)**

**GRÁFICO N° 4.Hidrología principal de San Andrés de Sotavento.**



**FUENTE: (PBOT, 2010)**

A continuación, se muestra una vista grafica aérea de la STAR de San Andrés de Sotavento optimizada. Es decir, la actual:

**GRÁFICO N° 5. Vista aérea del sistema de tratamiento de aguas residuales de San Andrés de Sotavento.**



**FUENTE: (Google Earth, 2019)**

**2.3 SITUACIÓN ZONA SUR DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE SAN ANDRÉS DE SOTAVENTO.**

A este sistema llega las aguas residuales del 48% del área del municipio correspondiente al subsistema 2; existe un tubo que hace un vertimiento directo en un canal en concreto, se ubica en el punto de coordenadas Geográficas N:  $9^{\circ} 8' 19''$ , W:  $75^{\circ} 30' 31.2''$  como lo representa **GRÁFICO N° 7**, cercano de las 4 lagunas del antiguo sistema, además de ello existe una tubería perforada y obstruida la cual forma un drenaje natural en un terreno cercano a las viviendas (PSMV, 2010). Se presentan problemas de olores fétidos o mal olientes y la comunidad se ve muy afectada por los mismos como es el caso de los animales que toman de dicha agua residual (**GRÁFICO N° 8**). Posteriormente estas aguas llegan al arroyo Hondo, que más adelante es llamada Quebrada de Mochá.

**GRÁFICO N° 6. Vertido directo y tubería rota en el Subsistema 2 en San Adres de Sotavento.**



**FUENTE: (PSMV, 2010)**

**GRÁFICO N° 7. Problemas que enfrentan la comunidad Sanandresana del vertido directo de agua residual.**



**FUENTE: (PSMV, 2010)**

La Administración Municipal, realizó la construcción de un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales. La nueva obra consta de 1 estructura de tratamiento preliminar (2 desarenadores, 2 rejillas y un canal Parshall), y de 3 lagunas en serie; el sistema de tratamiento está alejado 495 m del casco urbano, pero la obra está inconclusa y sin funcionar, quedando por finalizar la construcción de tramos del emisario final, una caseta, y efectuar los acabados y la dotación de equipos menores en la estructura de tratamiento preliminar y en las estructuras de interconexión.

Este sistema está ubicado en el costado sur del municipio y, no cuenta con una vía de acceso para ingresar a las lagunas lo que dificultará efectuar labores de supervisión y mantenimiento en las mismas. El sistema de lagunas del costado sur consta de 2 lagunas en serie (aunque la última está aún sin acabar), un tratamiento preliminar (2 rejillas, 2 canales para el desarenador y 1 para canal Parshall), y estructuras para la interconexión de las lagunas. En el sistema de tratamiento nuevo se observó el proyecto de estación de bombeo, el cual se encuentra totalmente sin funcionar.

Respecto al sistema de tratamiento de aguas residuales (sistema de lagunas de oxidación), Aguas del Sinú S.A. E.S.P. no es propietaria del sistema; es decir, no es de su propiedad los lotes, ni la infraestructura existente en el municipio, no obstante es claro que es deber de la empresa, operar el sistema de la mejor manera posible, por lo cual el municipio de San Andrés de Sotavento le corresponde como único dueño de toda la infraestructura de los sistemas de acueducto y alcantarillado, la adquisición de servidumbre para llevar a cabo la construcción del emisario final que lleva las aguas residuales provenientes del sector sur del municipio a la laguna de oxidación. El no uso del sistema de tratamiento de la laguna de oxidación del distrito sur (**FIGURA N° 3**) en el municipio de San Andrés de Sotavento, corresponde a una situación de litigio entre el propietario de los terrenos donde se debe construir el emisario final y la administración municipal. La empresa ha manifestado la situación en repetidas ocasiones ante la alcaldía ya que ella es la culpable( la responsabilidad de que se le otorgue acceso al operador del sistema de tratamiento de aguas residuales mediante el pago de servidumbre es de la alcaldía ) debido a que la empresa solo actúa como operador mediante escritura pública N° 1332 del 16 de mayo de 2008 otorgada en la notaría 2 del círculo de Montería, sociedad que adquirió el carácter de operador y con el cual se celebró el contrato de operación con inversión el 20 de junio de 2008, para los municipios de Santa Cruz de Lorica, Purísima, Momil, Chimá, **San Andrés de Sotavento** y San Antero.

Por tanto, desde que Aguas del Sinú S.A. E.S.P. asumió la operación del sistema de tratamiento hasta la actualidad, se realizan vertimientos directos en la zona sur. Esto significa que el sistema de tratamiento del municipio tiene dos puntos de vertimientos uno que se trata correspondiente a la zona oriental y uno que no presenta ningún tratamiento previo antes de ser vertido al arroyo El Pital.

Las aguas residuales no tratadas y vertidas a cuerpos hídricos receptores, generan consecuencias tales como lo son: degradación de la masa de agua y de los ecosistemas que lo rodean. Además de sus posibles efectos negativos en la salud y actividades económicas (PNUMA, 2015).

## **OBJETIVOS:**

### **GENERAL:**

Diagnosticar el sistema de operación de la planta de tratamiento de agua residual de San Andrés de Sotavento, tomando criterio referente el manual de operación y mantenimiento presentado por la operadora de planta ante la autoridad ambiental de la región con fines en la afectación a la salud.

### **ESPECIFICO:**

- Conocer la conceptualización del proyecto, con las respectivas especificaciones técnicas de funcionamiento y mantenimiento.
- Evaluar el sistema de funcionamiento y determinar el cumplimiento del manual de operación propuesto.
- Presentar recomendaciones pertinentes, referente al modo de operación y mantenimiento del sistema que garantice el funcionamiento de manera adecuada y segura.

### 3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PROGRAMADAS.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES					
ACTIVIDADES	MESES				
	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES		X	X		
AYUDANTE EN LA CONSTRUCCIÓN DE PSMV (INFORMACIÓN)	X	X	X	X	X
AYUDANTE EN LOS SEGUIMIENTOS DE PSMV (INFORMACIÓN Y TRABAJO DE CAMPO)	X	X	X	X	X
REVISIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS STAR (TRABAJO DE CAMPO E INFORMACIÓN)	X	X	X	X	X
RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN LOS CENTROS DE SALUD		X			X

#### **4. ACTIVIDADES REALIZADAS DE ACUERDO AL CRONOGRAMA**

##### **4.1. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES**

A continuación, se muestra las concentraciones de contaminantes de las lagunas de San Andrés de Sotavento período 2011-2018, con el fin de compararlos con la norma, resolución 0631 del 2015 si es después de la fecha de entrada en vigencia de esta (01/01/2016), de no ser así, se usará dicha resolución solo de carácter instintivo. Con base en esto, determinar si el tratamiento que se le está dando a las aguas residuales mediante el sistema implementado es eficiente o si por el contrario se presenta excedencia en los límites establecidos en la resolución 0631 de 2015 (si aplica, debido a que hay años evaluados para los cuales esta norma no estaba establecida)” ya que, el límite permisible es el máximo valor que la norma permite contaminar, es decir, el grado de contaminación aceptable las enfermedades asociadas a ésta en el cuerpo receptor pueden incurrir en problemas a la salud atribuida a estos vertidos en la población de San Andrés de Sotavento, de acuerdo a la información suministrada por secretaria de salud del mismo municipio.

##### **4.1.1. SITUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, ANTES Y DESPUÉS DEL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN OCURRIDO EN 2015.**

Se puede evidenciar para el año 2011 un sistema de tratamiento de aguas residuales no optimizado, sencillo y de un tren de dos lagunas, una facultativa y una de maduración:

**GRÁFICO N° 8. Imagen aérea de la STAR en el municipio de San Andrés de Sotavento, 2011.**



**Fuente: Google Earth, 2019.**

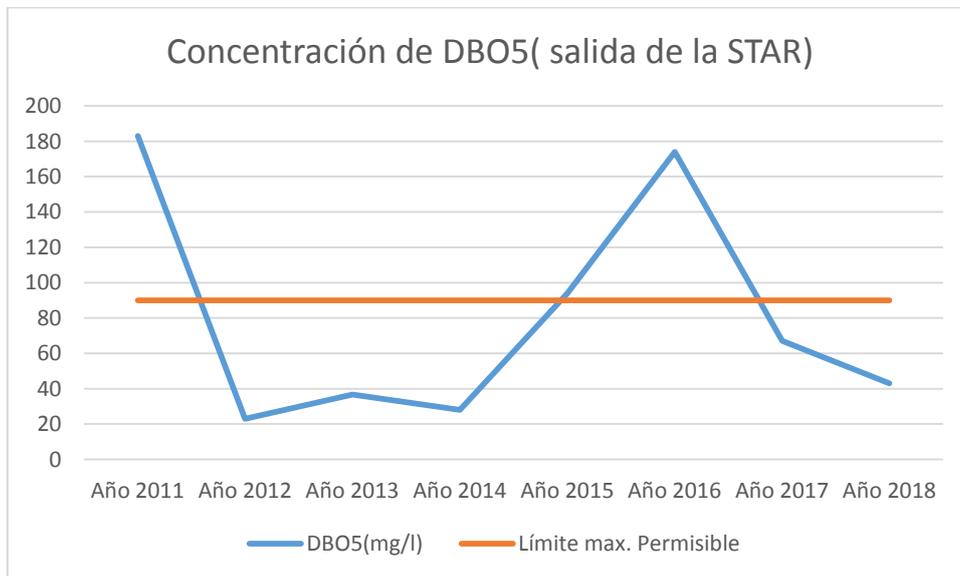
**Tabla 4. Cálculo de la concentración de contaminantes de las lagunas de San Andrés de Sotavento año 2011-2018.**

Parámetros	Concentración de contaminante (salida de la STAR)								Límite max. Permissible
	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	
SST(mg/l)	472	52	56	28	60	112	88	375	90
DBO5(mg/l)	183	23	36,6	28	94	174	67	43	90
Grasas y aceites(mg/l)			51	16	10	13	13	4,6	20
DQO(mg/l)			144	156	205	337	120	78,4	180
Caudal(l/s)	8,3	2,93	1,85	2,56	2,82	0,7	0,7	1,18	

**Elaboración: Propia**

**FUENTE: Ambielab Ltda, Aguas del Sinú S. A E.S.P**

**GRÁFICO N° 9..Concentracion de DBO5 a la salida de la STAR en San Andrés de Sotavento.**



**Elaboración: Propia**

**Fuente: Ambielab Ltda, Aguas del Sinú S. A E.S.P**

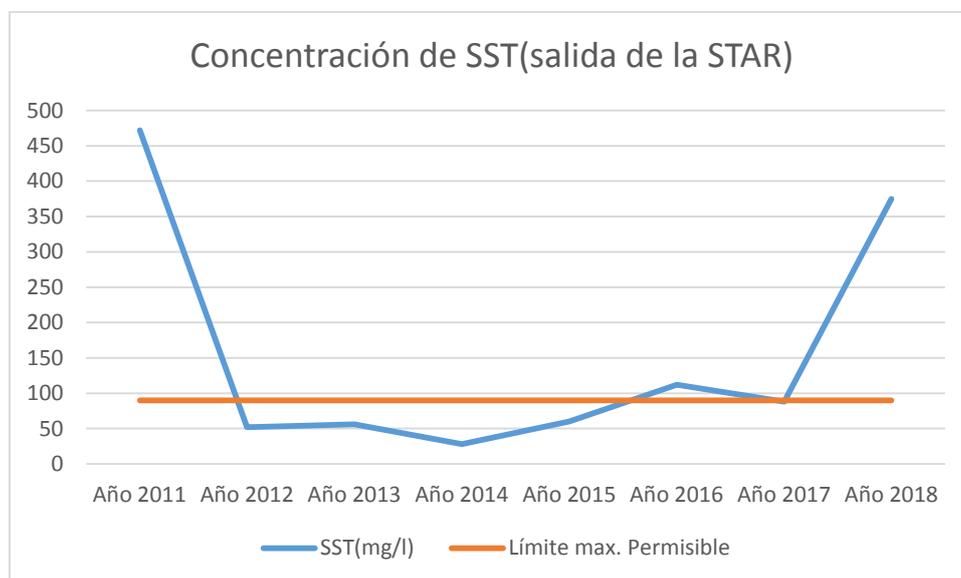
Según la tabla 4, para los valores del año 2011, la concentración comparados con la resolución 0631 del 2015 en su artículo 8(realizada de manera indicativa, ya que esta resolución no existía para este año), las descargas de la DBO5 están relativamente más alta que la permitida por la norma al igual que los sólidos suspendidos totales, lo que se traduce en una excedencia en el valor máximo permisible. Esos valores pueden incidir en enfermedades tales como EDA y ETA entre algunas otras.

Para los valores de DBO5 correspondiente al periodo 2012-2014, la concentración no excede la normatividad con resolución 0631 del 2015 en su artículo 8 comparándola de manera intuitiva debido a la ausencia de esta resolución en aquel entonces.

Para los años 2015-2016, las concentraciones de DBO5 se encuentran por encima del valor máximo admisible de la resolución 0631 del 2015 en su artículo 8, quien ya está en funcionamiento y la cual es aplicable para años posteriores.

Los valores de DBO5 para los años 2017 y 2018, bajaron en comparación a los dos años anteriores a estos ubicándose las concentraciones de nuevo debajo del máximo admisible.

**GRÁFICO N° 10..Concentracion de SST a la salida de la STAR en San Andrés de Sotavento.**



**Elaboración: Propia**

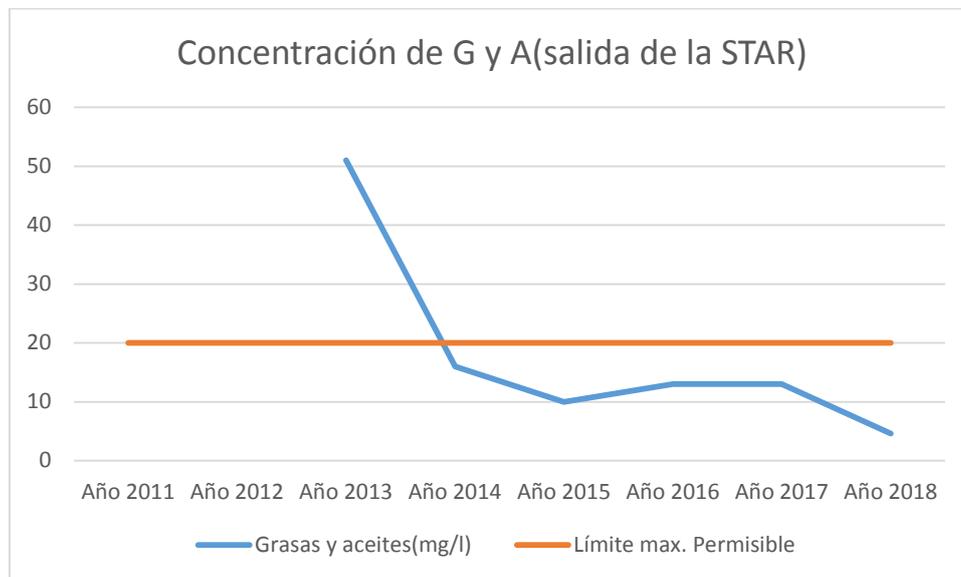
**FUENTE: Ambielab Ltda, Aguas del Sinú S. A E.S.P**

El valor de concentración de SST para el año 2011, comparado con la resolución 0631 del 2015 en su artículo 8(comparación intuitiva por inexistencia de esta resolución actual para ese año), exceden los valores máximos permisibles.

En el periodo de 2012 al 2015, los SST se encuentran cumpliendo con lo establecido en la resolución 0631 del 2015 a pesar de que anterior año 2015 esta no regía pero a pesar de ello cumplía con las concentraciones.

Las concentraciones de SST para los años 2017 y 2018 subieron superando el límite máximo permisibles por la resolución 0631 del 2015.

**GRÁFICO N° 11. Concentración de grasas y aceites a la salida de la STAR en San Andrés de Sotavento**



**Elaboración: Propia**

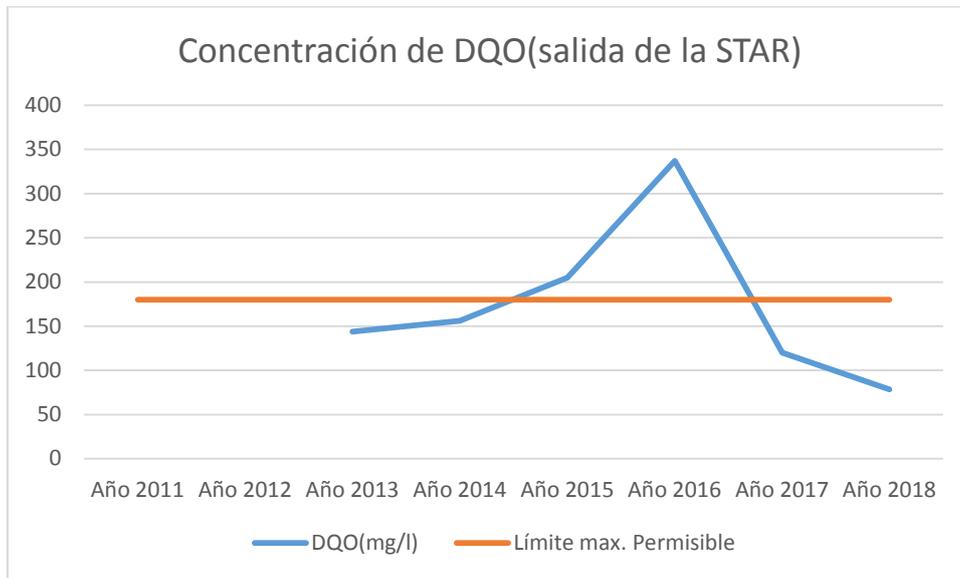
**FUENTE: Ambielab Ltda, Aguas del Sinú S. A E.S.P**

Las concentraciones de grasas y aceites para los años 2011 y 2012, no cuentan con registros de estos parámetros, por lo que seguramente no se tomaron en cuenta al realizar el análisis.

En el 2013, los valores de concentración de grasas y aceites excedían los límites máximos permitidos al compararlo de forma intuitiva con la resolución vigente número 0631 del 2015.

Desde el año 2014 hasta el 2018, estas concentraciones de grasas y aceites se mantuvieron por debajo del límite máximo que se permite de acuerdo a la resolución antes mencionada, la cual en el 2014 su comparación es de carácter intuitivo por su inexistencia para ese año, debido a que comienza a regir en el 2015 y años posteriores. También, se puede observar que en este periodo de tiempo de 5 años, se ha venido reduciendo la concentración de grasas y aceites que permite deducir que la STAR en estos parámetros ha ido mejorando sus concentraciones.

**GRÁFICO N° 12. Concentración de DQO a la salida de la STAR en San Andrés de Sotavento.**



**Elaboración: Propia**

**FUENTE: Ambielab Ltda, Aguas del Sinú S. A E.S.P**

La concentración de DQO para los años 2011 y 2012, al igual que los parámetros grasas y aceites para los mismos años, presentan omisión de esta información por su mismo concepto.

En los años 2013 y 2014, la concentración de DQO se encuentra respetando el límite máximo permisible conforme a la resolución 0631 del 2015 artículo 8 que para esos años aun no entraba a regir y a pesar de ello cumplía.

Para el periodo comprendido entre 2015 y 2016, hay un aumento de la concentración de la DQO que ocasiona que supere por mucho la máxima concentración permitida de este parámetro, rigiéndose según la resolución del párrafo anterior que ya estaba vigente su aplicación para ese entonces. Por tanto, la contaminación al cuerpo de agua receptor se hace evidente dando posibles enfermedades como el EDA y ETA principalmente.

En los años 2017 y 2018, las concentraciones bajaron respecto a los años anteriores, incluso por debajo del mínimo valor registrado que se había obtenido para ese tiempo y que correspondía al año 2013. Deduciendo que la STAR evolucionó positivamente en eficiencia de concentración de DQO desde el 2013 al 2018.

Se puede observar en las gráficas anteriores, que después de la optimización del sistema de agua residual del municipio de San Andrés de Sotavento, muchos valores de los distintos parámetros se elevaron haciendo que se generara contaminación de la fuente receptora del vertido. Lo anteriormente expuesto debido a que en épocas de baja precipitación, el arroyo El Matadero se seca haciendo que solo circule agua residual ya tratada que para esa época dio valores altos en sus parámetros debido a la disminución

del caudal y concentración constante o por lo menos no disminuida. Bajo estas circunstancias, la contaminación se hace evidente ya que el arroyo solo transporta agua residual en concentraciones altas de contaminantes que luego van a parar al arroyo Hondo. Para este año y épocas de baja precipitación, la probabilidad de contraer EDA o ETA, alguna enfermedad asociada aumenta significativamente teniendo en cuenta las condiciones mencionadas de un posible contacto fecal-oral (Instituto Nacional de Salud, 2017). cabe anotar, que las excedencias de concentraciones de los distintos parámetros por si solas no están registrada por el Instituto Nacional de Salud, sino que son las condiciones que brindan estas aguas cargadas de altas concentraciones lo que afectan a la salud como lo puede ser el contacto con material fecal que si están registrada en dicho instituto de salud. Entre las enfermedades asociadas y que afectan a la zona sur según secretaria de salud municipal de San Andrés de Sotavento: enfermedades respiratorias (ira, amigdalitis, faringitis, asma, bronquiolitis, tb), enfermedad diarreica aguda “EDA” abdomen agudo (dolores abdominales), parasitosis intestinal en la población infantil, hipertensión arterial, enfermedades transmitidas por vectores (dengue), enfermedades de la piel, fluorosis dentaria. (Secretaria de Salud Municipal de San Andres de Sotavento., 2019).

## 4.2. REVISIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS STAR

Para que el sistema de tratamiento de aguas residuales funcione bien, debe estar sometido a revisión y seguimiento. Estos se basan principalmente en:

**Mantenimiento del STAR:** no solo permite el paso y tránsito a los distintos lugares de las lagunas, sino que también mejora el aspecto visual y funcional. La forma de realizar dicho mantenimiento consta básicamente de poda y desmonte de la vegetación de la zona y retiro de sedimentos de los desarenadores que puedan causar alguna interferencia física.

Con el residuo del desmonte, se recoge y se almacena en sacos, para luego ser entregadas a dueños de fincas que los utilizan en sus labores de producción agrícolas. Con los lodos provenientes de la limpieza del desarenador, se debería llevar a una estructura muy cercana hecha de bloques y cemento por la empresa Aguas del Sinú S.A E.S.P el cual permite eliminar del lodo toda la humedad posible. Allí, mediante un proceso estabilización con cal orgánica, se deja secar el lodo para luego ser depositados como recalce de la misma zona de las lagunas en sacos, pero dicha estructura no existe. Este hecho de recalce, se hace porque no se generan lodos cargados con químicos industriales ya que es agua residual doméstica la que se recibe en el STAR de San Andrés de Sotavento.

Con el fin de facilitar las labores de mantenimientos de las lagunas de cada uno de los municipios, se elaboró un cronograma de cómo se va a realizar dichas labores de forma semanal, la cual quedó estructurada así:

**Tabla 5. Cronograma de actividades en las lagunas de oxidación**

GRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EN LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN								
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	SEMANAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
LAGUNA DE OXIDACIÓN DE LORICA	X							
LAGUNA DE OXIDACIÓN DE MOMIL		X						
LAGUNA DE OXIDACIÓN DE PURISIMA			X					
LAGUNA DE OXIDACIÓN DE SAN ANDRES				X				
LAGUNA DE OXIDACIÓN DE SAN ANTERO MANDALAY					X			
LAGUNA DE OXIDACIÓN DE SAN ANTREO						X		
LAGUNA DE OXIDACIÓN DE TUCHIN							X	
LAGUNA DE OXIDACIÓN DE CHIMA								X

**Elaboración:propia**

**FUENTE: (PMA , 2019)**

La limpieza de poda y desmonte se realiza con guadañadoras propiedad de la empresa Aguas del Sinú S.A E.SP cada una de las guadañas, debe descansar una semana hasta su posterior uso, lo que origina que solo pueden ser usadas una vez por laguna. Cabe anotar, que para su correcto funcionamiento estas guadañas deben estar sometidas a mantenimientos de limpieza o técnicos entre semana según amerite para garantizar el buen comportamiento de las mismas.

Las labores de limpieza de sedimentos de la entrada al sistema, es decir, del desarenador. Se realizan de forma manual por un operario de la empresa a través de una pala para retirarlo y posteriormente el proceso de estabilización con cal orgánica.

Como prueba de las labores realizadas se adjuntan imágenes del mantenimiento del STAR como anexo al final de este trabajo.

#### **4.3. ENFERMEDADES MÁS FRECUENTES EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS DE SOTAVENTO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA QUE SON ATRIBUIDAS A PROBLEMAS DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES.**

Según la información suministrada de Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud “RIPS” de Secretaria Local de Salud San Andrés de Sotavento, se tiene que las enfermedades más frecuentes en las diferentes zonas del municipio de San Andrés de Sotavento presentan relaciones al manejo de las aguas residuales (OMS, 2004) son:

##### **ZONA URBANA**

##### **BARRIOS DE LA PERIFERIA**

- ENFERMEDADES RESPIRATORIAS (IRA, Amigdalitis, Faringitis, Asma, Bronquiolitis)
- ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA “EDA”
- ABDOMEN AGUDO (DOLORES ABDOMINALES)
- PARASITOSIS INTESTINAL EN LA POBLACIÓN INFANTIL
- CEFÁLEA
- ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES (DENGUE)
- ENFERMEDADES DE LA PIEL
- MALARIA

##### **ZONA URBANA**

- BARRIOS DEL CENTRO
- ENFERMEDADES RESPIRATORIAS (IRA, Amigdalitis, Faringitis)
- ABDOMEN AGUDO (DOLORES ABDOMINALES)
- CEFÁLEA
- ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA

## **ZONA RURAL**

### **PARTE NORTE**

- ENFERMEDADES RESPIRATORIAS (IRA, Amigdalitis, Faringitis, Asma, Bronquiolitis, TB)
- ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA “EDA”
- ABDOMEN AGUDO (DOLORES ABDOMINALES)
- PARASITOSIS INTESTINAL EN LA POBLACION INFANTIL
- CEFALEA
- ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES (DENGUE)
- ENFERMEDADES DE LA PIEL
- MALARIA

## **ZONA RURAL**

### **PARTE SUR**

- ENFERMEDADES RESPIRATORIAS (IRA, Amigdalitis, Faringitis, Asma, Bronquiolitis, TB)
- ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA “EDA”
- ABDOMEN AGUDO (DOLORES ABDOMINALES)
- PARASITOSIS INTESTINAL EN LA POBLACIÓN INFANTIL
- ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES (DENGUE)
- ENFERMEDADES DE LA PIEL

Se detalla por zonas y barrios la presencia de enfermedades en el municipio para dar mayor precisión de donde se presenta más las enfermedades EDA y ETA principalmente.

#### **4.4CONSTRUCCIÓN Y SEGUIMIENTO DE PSMV (AYUDANTE).**

El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos para el municipio de San Andrés de Sotavento desde el 2015 no se ha presentado a la autoridad ambiental competente-C.V.S. Respecto a la no presentación del PSMV para San Andrés de Sotavento, El municipio de San Andrés de Sotavento realizó la actualización del PSMV, para periodo 2016-2025, sin embargo, en visita realizada de funcionarios de la corporación de la fundación PRADES (Fundación integral para el diseño y Ejecución de Proyectos, asesorías, desarrollo empresarial y social), realizaron revisión documental y sugirieron modificaciones y mejoras al planteamiento de estrategias, e inconsistencias que se encontraron en la revisión.

Por lo tanto, la empresa Aguas del Sinú S.A E.S.P se encuentra realizando las modificaciones sugeridas en la formulación del Plan, cabe anotar que se ha avanzado en este tema y se espera la destinación presupuestal del proyecto de la laguna de oxidación sur sector Juan Carlos Casado, en cuyo caso no se han estipulado todavía los tiempos correspondientes para la optimización, por ende, no se podría plantear la alternativa en proyectos y cronogramas en el PSMV hasta que se resuelva esta situación. La empresa Agua del Sinú S.A E.S.P, espera que la alcaldía como dueña de la infraestructura y terrenos, disponga lo antes posible con presupuestos para la optimización de la laguna Sur, en vista que han pasado casi dos (2) años desde la visita de la fundación PRADES.

Es evidente que no se ha presentado el PSMV por lo antes mencionado, sin embargo, esto no quiere decir que la empresa ha sido ajena a su presentación, y ésta ha venido trabajando en su elaboración y la CVS no ha sido ajena a este hecho, recordemos que este Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimiento, se basa en compromisos a cumplir al corto, mediano y largo Plazo y debe estar acorde con Planes maestro de alcantarillado, plan de desarrollo municipal y Planes de Obras e Inversiones del operador, la disponibilidad de los recursos es crucial para su posterior ejecución

En otras palabras el PSMV se encuentra en una parte crítica de su elaboración desde finales de 2017, al presentar inconvenientes con la planeación presupuestal por parte de la alcaldía sobre la obra de la laguna Sur.

La participación en el desarrollo de este PSMV, permitió recolectar información proveniente del mismo, reconocer las condiciones pertenecientes al Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para la zona sur del municipio de San Andrés de Sotavento permitiendo ver que las condiciones de verter directamente sin ser tratadas dichas aguas servidas, constituye un grave problema de salud para la población de esta zona del municipio. También, al participar en este plan, se tiene conocimiento de los distintos grados de culpabilidad de los distintos entes implicados por el caso de las lagunas del subsistema 2.

## **5. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN EN SAN ANDRÉS DE SOTAVENTO CÓRDOBA**

De acuerdo a la información suministrada con anterioridad en este documento respecto al manejo de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales del municipio de San Andrés de Sotavento, se puede realizar actividades que promuevan manejos más óptimos de los mismo, tanto en la fase de operación como la de mantenimiento. Cabe resaltar que no se está afirmando que el sistema de tratamiento opere en malas condiciones, sino que se pueden ver mejoradas.

Principalmente, poner en funcionamiento el subsistema n°2 sector sur. Llegando a conciliaciones entre la empresa, el municipio y la Corporación Ambiental, con el fin de evitar el vertido directo al cuerpo de agua receptor, la cual es el problema más serio en el manejo del vertimiento tanto por su daño ambiental y a la salud. Destacando que la

empresa debería tener poder sobre ésta pero nunca le fue entregada y hacer toma de ésta.

De la periodicidad de los análisis de laboratorios hechos en el período 2010-2018, se puede observar que se están realizando un solo análisis fisicoquímico anual, donde se debe realizar a lo mínimo semestralmente como lo contempla la norma. Teniendo en cuenta, que se debe hacer análisis de laboratorio de los lodos también (RAS, 2017). Situación que no se hace para su caracterización pero si está contenido en el PSMV del municipio. Entonces se debe hacer mínimo cada análisis semestralmente en laboratorios acreditados por el IDEAM y hacer los respectivos reportes a la CVS, la cual dichos reportes se hacen, pero solo una vez al año.

Por último, la reutilización del agua tratada brinda gran cantidad de beneficios para las comunidades, lo que se traduce en generar valor para la población y el entorno. Uno de los más significativos valores es inclusión en la reutilización del agua en la planificación integrada de los recursos hídricos y otros aspectos de la política del agua, así como en la ejecución de proyectos, lo cual da como resultado la sustentabilidad a largo plazo del agua (Miller, 2006).

Este hecho de reutilizar el agua residual ya tratada en el sistema, es recomendable de implementar debido a que:

- Permite menor vertimiento al cuerpo de agua receptor, lo que se traduce en disminución de la tasa retributiva que envía la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge-CVS.
- Requiere que se mantenga buenas eficiencias en el sistema de tratamiento para que el agua a reutilizar presente la mayor calidad posible.
- Como los orígenes del agua residual es de carácter doméstico, no se requiere de implementar altos costos para su reutilización o más procesos al sistema de tratamiento de agua residual que se tiene.

## **RECOMENDACIONES PARA MANTENIMIENTOS**

La falta de mantenimiento de los sistemas de lagunas de oxidación, genera graves problemas por la acumulación de sólidos y materia orgánica en las lagunas de oxidación, lo que involucra la necesidad de operaciones adicionales, aumentando los costos de operación y disminuyendo la remoción de contaminantes (Grady, Daigger, Love, & Filipe, 2011).

- Capacitación educativa al personal de mantenimiento, de forma que se mantengan actualizados respecto a su trabajo y la mejor forma de hacerlo. Puede estar a cargo del área ambiental encabezado por el ingeniero ambiental con una frecuencia semestral o anual según convenga.
- En el tiempo de realización de la práctica empresarial no se hizo control de vectores a pesar que si está contemplado en el PSMV (no actualizado). Entonces, la idea es llevar a cabo este control con financiamiento que se dispuso

para el mismo, con el fin de evitar la generación y propagación de vectores que puedan afectar a la comunidad especialmente la más cercana al sistema de tratamiento de agua residual.

- Disponer de un mayor número de operarios, ya que con los que la empresa cuenta son pocos y deben realizar mantenimiento a cada sistema de tratamiento de agua residual en los municipios jurisdicción de Aguas del Sinú S.A E.S.P.

Como recomendación general, todos los aspectos anteriores tenerlos en cuenta y ejecutar el PSMV tal como se dicta y que no quede solo en el documento. Para manejo de operación, como también mantenimiento del sistema de tratamiento de agua residual de San Andrés de Sotavento.

## 6. CONCLUSIONES

Con el diagnóstico anterior realizado a la empresa prestadora de los servicios de alcantarillado Aguas de Sinú S. A E.S.P, se observó que presenta regulares sistemas técnicos para el manejo de aguas residuales (faltando una buena estructura de estabilización de lodos del desarenador) que arrojan análisis de laboratorios con resultados normales, exceptuando a los años 2015 y 2016 donde no mostró buena eficiencia de remoción de DBO5g y DQO principalmente, que estaban excesivamente alta. Durante estos años, pudieron generar enfermedades englobadas en la información suministrada por secretaria de salud, pero no existe como asociarlo por no realizar en esa época algún estudio al respecto, aunque sea lo más probable.

La empresa Aguas de Sinú S.A E.S.P se ajusta de una manera regular al plan de saneamiento y manejo de vertimientos presentado a la CARS. Siendo máxima su incumplimiento al sector sur del municipio debido a los temas de litigio que se presentan entre la alcaldía y la empresa. Esta última sufre infracciones monetarias de la CVS para cumplir con lo pactado en el PSMV pero la empresa tiene poca o nula responsabilidad con base en que la empresa solo actúa como operador mediante escritura pública N° 1332 del 16 de mayo de 2008. Las EDA y ETA, se debieron de presentar en el municipio especialmente zona sur, porque al no tener ningún tratamiento al agua residual antes de ser vertido en el efluente, la alta concentración de materia orgánica presente genera dichas enfermedades (Instituto Nacional de Salud, 2017). Al permanecer en la actualidad con este inconveniente de vertido directo de agua residuales, mediante un estudio exhaustivo que cobije épocas de baja, nula y de alta precipitaciones, se podría dar una información que permita saber que tanto se está generando dichas enfermedades y a cuanta es la población afectada por ella.

Por último, se dieron las recomendaciones pertinentes en estos casos para un mejor manejo de estas aguas servidas, mostrando que aún se puede optimizar procesos, realizando énfasis en el sector sur de San Andrés de Sotavento que es el problema latente para el desarrollo de EDA y ETA debido al vertido directo que se realiza en arroyo El Pital.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- **Cámara de Comercio, (2008).** Cámara de Comercio Montería.Pdf
- **Constitución Política de Colombia, (1999).** [Internet] Recuperado el Septiembre de 2019, de <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-2/articulo-49>
- **Google Earth, (2019).**
- **Grady, L., Daigger, G., Love, N., & Filipe, C., (2011).** Biological Wastewater Treatment
- **Instituto Nacional de Salud, (2017).** Instituto Nacional de Salud. Obtenido de (<https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informacin%20de%20laboratorio/Gu%C3%ADa%20para%20la%20vigilancia%20por%20laboratorio%20de%20EDA%20y%20ETA.pdf>)
- **Miller, G. Wade, (2006).** “Integrated Concepts in Water Reuse: Managing Global Water Needs”. Desalination, 187, pp. 65-75.
- **OMS, (Noviembre de 2004).** Organización Mundial de la salud [Internet]. Recuperado el 28 de Mayo de 2019, de Agua,Saneamiento y Salud. Obtenido de [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/facts2004/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/facts2004/es/)
- **PBOT, (2010).** Plan Básico de Ordenamiento Territorial San Andrés de Sotavento Córdoba 2001 - 2010. San Andrés de Sotavento - Colombia, Colombia [Internet]. Recuperado el 10 de octubre de 2019, de [http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/S/san\\_andres\\_de\\_sotavento\\_-\\_cordoba\\_-\\_pbot\\_-\\_2001\\_-\\_2010\\_/san\\_andres\\_de\\_sotavento\\_-\\_cordoba\\_-\\_pbot\\_-\\_2001\\_-\\_2010\\_\\_.asp](http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/S/san_andres_de_sotavento_-_cordoba_-_pbot_-_2001_-_2010_/san_andres_de_sotavento_-_cordoba_-_pbot_-_2001_-_2010__.asp)
- **PMA, (2019).** Plan de Manejo Ambiental de Aguas del Sinú S.A E.S.P.Pdf
- **PNUMA, P. d., (2015).** Programa de Naciones Unidas y Medio Ambiente.
- **PSMV, (2010).** Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de San Andres de Sotavento.pdf
- **RAS. (2017).** Reglamento Técnico de Saneamiento y Agua Potable.
- **Rodríguez Miranda, J. P., García Ubaque, C. A., & García Ubaque, J. C., (2016).** Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia [Internet]. Rev. salud pública., 738-745.
- **Sánchez, J. d., (2017).** Saneamiento descentralizado y reutilización sustentable de las aguas residuales municipales en México [Internet]. Sociedad y Ambiente, 119-143.
- **Secretaria de Salud Municipal de San Andres de Sotavento, (2019).** Enfermedades más frecuentes en el municipio de San Andrés de Sotavento departamento de Córdoba.

- **SUNASS,(Septiembre de 2015).** [Internet]. Recuperado el 28 de Mayo de 2019, de <http://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/ptar>.

## 8. ANEXOS

### 8.1 ANEXO 1. Mantenimiento general del Sistema de Tratamiento de Agua Residual de San Andrés de Sotavento

Se pueden observar labores de estabilización de lodos directamente al suelo y desmonte de algunas zonas donde la guadaña no puede usarse.



## 8.2 ANEXO 2. Análisis de laboratorio de la entrada y salida del STAR

	<b>AMBIELAB LTDA</b> <b>INFORME DE RESULTADOS</b>			
Fecha de Revisión: 05/01/2015	Versión: 03	Código de Formato: FA-CLI-001	Página 6 de 14	

Reporte de Análisis No.: <u>18-5137</u>	Fecha de emisión: <u>30/01/2019</u>
<b>Cliente</b>	<b>Ordenado por</b>
AGUAS DEL SINU ESP	AGUAS DEL SINU ESP
<b>Dirección</b>	<b>NIT ó C.C</b>
CLL 2 #14-05	900218172-5
<b>Tipo de muestra:</b>	<b>Punto de recolección:</b>
Agua Residual Domestica	01- Entrada Laguna De Oxidación
<b>Recolectada por:</b> Ambielab Ltda.	<b>Fecha / Hora de recolección:</b> 13/12/2018 15:00
<b>Fecha / Hora de recepción:</b> 13/12/2018 17:00	<b>Análisis solicitados:</b> Físicoquímico
<b>Plan de muestreo:</b> 0319	<b>No. Submuestra:</b> Tres (03)
<b>Código muestra(s):</b> MR-031901-01,02,03	<b>Fecha de análisis:</b> 13/12/2018

### Mediciones en campo

Hora	Sólidos Sedimentables (mL/L)	Caudal (L/s)
7:02	22,0	9,597
7:29	-	9,405
8:00	50,0	8,804
8:35	-	10,671
9:03	20,0	9,070
9:34	-	9,634
10:00	37,0	7,450
10:37	-	10,069
11:02	9,0	13,030
11:36	-	8,233
12:00	40,0	9,407
12:35	-	8,450
13:06	20,0	8,351
13:35	-	12,436
14:01	11,0	11,894
14:34	-	12,790
15:00	10,0	9,775

### Análisis de Laboratorio

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES
Alcalinidad total	284,00	mg/L
DBO5	198,00	mg/L
DQO	367,35	mg/L
Detergentes	4,560	mg/L
Grasas y Aceites	66,5	mg Gy/L
Nitratos	<0,2	mg/L
Nitrógeno Amoniacal	121	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	375,00	mg/L
Sólidos Totales	1131,33	mg/L
Fósforo Total	6,95	mg/L

Revisado Coordinador de calidad: Christian M. Bolaño Arrieta	Aprobado Gerente General: Estela Vergara Tapia
Fecha de revisión: 05/09/2018	Fecha de revisión: 05/09/2018

**LABORATORIO DE SERVICIOS - ANALISIS DE AGUAS**  
**REPORTE DE ENSAYO FISICOQUIMICO AGUAS RESIDUALES Y CRUDAS**

Código: 2015062429

FRT10-02F VER 06

Fecha y hora de recepción: 24/06/2015 11:00

## INFORMACION SUMINISTRADA POR EL CLIENTE

Estado del tiempo: Verano

Tipo de Muestra: Residual

pH (U. pH):

Cloro residual (mg/L):

Solicitado por: Aguas Del Sinú S.A. E.S.P.

Procedencia:

Fecha y hora de toma:

Muestreado por:

Sitio de Muestreo:

SAN ANDRES DE SOTAVENTO - CORDOB

23/06/2015 6:00 14:00

Norman Franco

Entrada Laguna De Oxidación

Dirección: Cra 26 N° 14 - 06 B. San Pedro -Lorica Cordoba

## RESULTADOS

Parámetro	Método	Referencia	Resultados	Fecha
Materias Flotantes	Visual		Presencia	25/06/2015
Alcalinidad Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	Titulación	2320B	420	25/06/2015
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	Espectrofotométrico	4500-NO <sub>3</sub> -B	6,07	25/06/2015
Sólidos Totales (mg ST/L)	Gravimétrico	2540 B	1136	25/06/2015
DBO (mg/L)	Test 5 días	SM 5210 B; EPA 360.3	343	30/06/2015
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	Colorimétrico - Reflujo Cerrado	5220 D	701	25/06/2015
Amonio (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /L)	Espectrofotométrico	APHA 4500 NH <sub>3</sub>	2,405	25/06/2015
Grasas y/o Aceites (mg Grasas y Aceites/L)	Extracción Soxhlet	5520 D	86	25/06/2015
Sólidos Suspendidos Totales (mg SST/L)	Gravimétrico	2540 D	269	26/06/2015
Fósforo Total (mg P/L)	Acido Ascórbico	4500-P E	6,573	26/06/2015
Sólidos Sedimentables (mL/L)	Volumétrico	2540 F	3,8	25/06/2015
Detergentes (mg SAAM/L)	Espectrofotométrico	5540 C	0,620	25/06/2015
Fenoles (mg C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> /L)	Espectrofotométrico	5530 C	0,078	26/06/2015

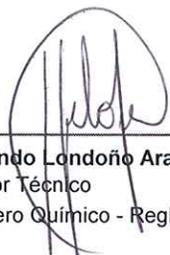
## Observaciones:

Los Métodos analizados son referencia de los Métodos Estándar Edición 22

Los resultados del presente informe son válidos solo para la muestra analizada

Por ningún motivo debe hacerse reproducción del presente informe sin la autorización de Acuazul Ltda.


  
**Fabian Navarro Peña**  
 Lider laboratorio FQ  
 Químico - PQ-3645


  
**Hernando Londoño Arango**  
 Director Técnico  
 Ingeniero Químico - Registro 2216

FÍN DEL INFORME

**LABORATORIO DE SERVICIOS - ANALISIS DE AGUAS**  
 REPORTE DE ENSAYO FISICOQUIMICO AGUAS RESIDUALES Y CRUDAS

Código: 2015062430

FRT10-02F VER 06

Fecha y hora de recepción: 24/06/2015 11:00

## INFORMACION SUMINISTRADA POR EL CLIENTE

Estado del tiempo: Verano

Tipo de Muestra: Residual

pH (U. pH):

Cloro residual (mg/L):

Solicitado por: Aguas Del Sinú S.A. E.S.P.

Procedencia:

SAN ANDRES DE SOTAVENTO - CORDOB

Fecha y hora de toma:

23/06/2015 6:00 14:00

Muestreado por:

Jainer Tordecilla

Sitio de Muestreo:

Salida Laguna De Oxidación

Dirección: Cra 26 N° 14 - 06 B. San Pedro -Lorica Cordoba

## RESULTADOS

Parámetro	Método	Referencia	Resultados	Fecha
Materias Flotantes	Visual		Presencia	25/06/2015
Alcalinidad Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	Titulación	2320B	375	25/06/2015
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L)	Espectrofotométrico	4500-NO <sub>3</sub> -B	2,78	25/06/2015
Sólidos Totales (mg ST/L)	Gravimétrico	2540 B	724	25/06/2015
DBO (mg/L)	Test 5 días	SM 5210 B; EPA 360.3	94	30/06/2015
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	Colorimétrico - Reflujo Cerrado	5220 D	205	25/06/2015
Amonio (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /L)	Espectrofotométrico	APHA 4500 NH <sub>3</sub>	4,487	25/06/2015
Grasas y/o Aceites (mg Grasas y Aceites/L)	Extracción Soxhlet	5520 D	10	25/06/2015
Sólidos Suspendidos Totales (mg SST/L)	Gravimétrico	2540 D	60	26/06/2015
Fósforo Total (mg P/L)	Acido Ascórbico	4500-P E	6,011	26/06/2015
Sólidos Sedimentables (mL/L)	Volumétrico	2540 F	< 0,1	25/06/2015
Detergentes (mg SAAM/L)	Espectrofotométrico	5540 C	0,629	25/06/2015
Fenoles (mg C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> /L)	Espectrofotométrico	5530 C	0,016	26/06/2015

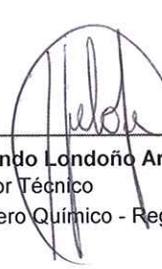
## Observaciones:

Los Métodos analizados son referencia de los Métodos Estándar Edición 22

Los resultados del presente informe son válidos solo para la muestra analizada

Por ningún motivo debe hacerse reproducción del presente informe sin la autorización de Acuazul Ltda.

  
 Fabian Navarro Peña  
 Lider laboratorio FQ  
 Químico - PQ-3645

  
 Hernando Londoño Arango  
 Director Técnico  
 Ingeniero Químico - Registro 2216

FÍN DEL INFORME

**LABORATORIO DE SERVICIOS - ANALISIS DE AGUAS**  
 REPORTE DE ENSAYO FISICOQUIMICO AGUAS RESIDUALES Y CRUDAS

Código: 2017120713

FRT10-02F VER 06

Fecha y hora de recepción: 07/12/2017 11:30

## INFORMACION SUMINISTRADA POR EL CLIENTE

Estado del tiempo: Verano  
 Tipo de Muestra: Residual  
 pH (U. pH):  
 Cloro residual (mg/L):  
 Solicitado por: Aguas Del Sinú S.A. E.S.P.

Procedencia: SAN ANDRES DE SOTAVENTO - CORDOB  
 Fecha y hora de toma: 06/12/2017 06:00 14:00  
 Muestreado por: Jainer Tordecilla  
 Sitio de Muestreo: Entrada Laguna De Oxidación

Dirección: Cra 26 N° 14 - 06 B. San Pedro -Lorica Cordoba

## RESULTADOS

Parámetro	Método	Referencia	Resultados	Fecha
Materias Flotantes	Visual		presencia	15/12/2017
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	Espectrofotométrico	4500-NO <sub>3</sub> -B	12,40	08/12/2017
Alcalinidad Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	Titulación	2320 C	1079	08/12/2017
Amonio (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	Espectrofotométrico	APHA 4500 NH <sub>3</sub>	14,141	08/12/2017
Sólidos Totales (mg ST/L)	Gravimétrico	2540 B	1935	12/12/2017
DBO (mg/L)	Test 5 días	SM 5210 B; EPA 360.3	275	12/12/2017
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	Colorimétrico - Reflujo Cerrado	5220 D	746	07/12/2017
Fenoles (mg C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> /L)	Espectrofotométrico	APHA 4500 NH <sub>3</sub>	0,729	12/04/2016
Grasas y/o Aceites (mg Grasas y Aceites/L)	Extracción Soxhlet	5520 D	144	08/12/2017
Sólidos Suspendidos Totales (mg SST/L)	Gravimétrico	2540 D	221	08/12/2017
Fósforo Total (mg P/L)	Acido Ascórbico	4500-P E	21,543	12/12/2017
Sólidos Sedimentables (mL/L)	Volumétrico	2540 F	7,3	07/04/2016
Detergentes (mg SAAM/L)	Espectrofotométrico	5540 C	0,972	11/12/2017

## Observaciones:

Los Métodos analizados son referencia de los Métodos Estándar Edición 22  
 Los resultados del presente informe son válidos solo para la muestra analizada  
 Por ningún motivo debe hacerse reproducción del presente informe sin la autorización de Acuazul Ltda.



Edwar Urrego Serna  
 Tecnólogo Químico TQ-1289  
 Analista Líder Físicoquímico

FÍN DEL INFORME



Jhonatan Arroyave Gil  
 Químico - PQ-4008  
 Coordinador de laboratorio

**LABORATORIO DE SERVICIOS - ANALISIS DE AGUAS**  
 REPORTE DE ENSAYO FISICOQUIMICO AGUAS RESIDUALES Y CRUDAS

Código: 2017120714

FRT10-02F VER 06

Fecha y hora de recepción: 07/12/2017 11:30

## INFORMACION SUMINISTRADA POR EL CLIENTE

Estado del tiempo: Verano  
 Tipo de Muestra: Residual  
 pH (U. pH):  
 Cloro residual (mg/L):  
 Solicitado por: Aguas Del Sinú S.A. E.S.P.

Procedencia: SAN ANDRES DE SOTAVENTO - CORDOB  
 Fecha y hora de toma: 06/12/2017 06:00 14:00  
 Muestreado por: Jainer Tordecilla  
 Sitio de Muestreo: Salida Laguna De Oxidación

Dirección: Cra 26 N° 14 - 06 B. San Pedro -Lorica Cordoba

## RESULTADOS

Parámetro	Método	Referencia	Resultados	Fecha
Materias Flotantes	Visual		Presencia	15/12/2017
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L)	Espectrofotométrico	4500-NO <sub>3</sub> -B	6,35	08/12/2017
Alcalinidad Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	Titulación	2320 C	769,3	08/12/2017
Amonio (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	Espectrofotométrico	APHA 4500 NH <sub>3</sub>	11,691	08/12/2017
Sólidos Totales (mg ST/L)	Gravimétrico	2540 B	1312	12/12/2017
DBO (mg/L)	Test 5 días	SM 5210 B; EPA 360.3	67	12/12/2017
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	Colorimétrico - Reflujo Cerrado	5220 D	120	07/12/2017
Fenoles (mg C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> /L)	Espectrofotométrico	APHA 4500 NH <sub>3</sub>	0,011	12/12/2017
Grasas y/o Aceites (mg Grasas y Aceites/L)	Extracción Soxhlet	5520 D	13	08/12/2017
Sólidos Suspendidos Totales (mg SST/L)	Gravimétrico	2540 D	88	08/12/2017
Fósforo Total (mg P/L)	Acido Ascórbico	4500-P E	12,918	12/12/2017
Sólidos Sedimentables (mL/L)	Volumétrico	2540 F	< 0,1	07/12/2017
Detergentes (mg SAAM/L)	Espectrofotométrico	5540 C	0,737	11/12/2017

## Observaciones:

Los Métodos analizados son referencia de los Métodos Estándar Edición 22

Los resultados del presente informe son válidos solo para la muestra analizada

Por ningún motivo debe hacerse reproducción del presente informe sin la autorización de Acuazul Ltda.



Edwar Urrego Serna  
 Tecnólogo Químico TQ-1289  
 Analista Líder Físicoquímico

FÍN DEL INFORME



Jhonatan Arroyave Gil  
 Químico - PQ-4008  
 Coordinador de laboratorio

**LABORATORIO DE SERVICIOS - ANALISIS DE AGUAS**  
 REPORTE DE ENSAYO FISICOQUIMICO AGUAS RESIDUALES Y CRUDAS

Código: 2016040713

FRT10-02F VER 06

Fecha y hora de recepción: 07/04/2016 11:30

## INFORMACION SUMINISTRADA POR EL CLIENTE

Estado del tiempo: Verano  
 Tipo de Muestra: Residual  
 pH (U. pH):  
 Cloro residual (mg/L):  
 Solicitado por: Aguas Del Sinú S.A. E.S.P.

Procedencia: SAN ANDRES DE SOTAVENTO - CORDOB  
 Fecha y hora de toma: 06/04/2016 06:00 14:00  
 Muestreado por: Norman Franco  
 Sitio de Muestreo: Entrada Laguna De Oxidación

Dirección: Cra 26 N° 14 - 06 B. San Pedro -Lorica Cordoba

## RESULTADOS

Parámetro	Método	Referencia	Resultados	Fecha
Materias Flotantes	Visual		presencia	15/04/2016
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L)	Espectrofotométrico	4500-NO <sub>3</sub> -B	12,41	08/04/2016
Alcalinidad Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	Titulación	2320 C	1075	08/04/2016
Amonio (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	Espectrofotométrico	APHA 4500 NH <sub>3</sub>	14,149	08/04/2016
Sólidos Totales (mg ST/L)	Gravimétrico	2540 B	1915	12/04/2016
DBO (mg/L)	Test 5 días	SM 5210 B; EPA 360.3	640	12/04/2016
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	Colorimétrico - Reflujo Cerrado	5220 D	1613	07/04/2016
Fenoles (mg C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> /L)	Espectrofotométrico	APHA 4500 NH <sub>3</sub>	0,729	12/04/2016
Grasas y/o Aceites (mg Grasas y Aceites/L)	Extracción Soxhlet	5520 D	143	08/04/2016
Sólidos Suspendidos Totales (mg SST/L)	Gravimétrico	2540 D	450	08/04/2016
Fósforo Total (mg P/L)	Acido Ascórbico	4500-P E	21,143	12/04/2016
Sólidos Sedimentables (mL/L)	Volumétrico	2540 F	7,5	07/04/2016
Detergentes (mg SAAM/L)	Espectrofotométrico	5540 C	0,973	11/04/2016

## Observaciones:

Los Métodos analizados son referencia de los Métodos Estándar Edición 22

Los resultados del presente informe son válidos solo para la muestra analizada

Por ningún motivo debe hacerse reproducción del presente informe sin la autorización de Acuazul Ltda.



Edwar Urrego Serna  
 Tecnólogo Químico TQ-1289  
 Analista Líder Físicoquímico



Jhonatan Arroyave Gil  
 Químico - PQ-4008  
 Coordinador de laboratorio

FÍN DEL INFORME

**LABORATORIO DE SERVICIOS - ANALISIS DE AGUAS**  
 REPORTE DE ENSAYO FISICOQUIMICO AGUAS RESIDUALES Y CRUDAS

FRT10-02F VER 06

Código: 2016040714

Fecha y hora de recepción: 07/04/2016 11:30

## INFORMACION SUMINISTRADA POR EL CLIENTE

Estado del tiempo: Verano  
 Tipo de Muestra: Residual  
 pH (U. pH):  
 Cloro residual (mg/L):  
 Solicitado por: Aguas Del Sinú S.A. E.S.P.

Procedencia: SAN ANDRES DE SOTAVENTO - CORDOB  
 Fecha y hora de toma: 06/04/2016 06:00 14:00  
 Muestreado por: Jainer Tordecilla  
 Sitio de Muestreo: Salida Laguna De Oxidación

Dirección: Cra 26 N° 14 - 06 B. San Pedro -Lorica Cordoba

## RESULTADOS

Parámetro	Método	Referencia	Resultados	Fecha
Materias Flotantes	Visual		Presencia	15/04/2016
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /L)	Espectrofotométrico	4500-NO <sub>3</sub> -B	6,05	08/04/2016
Alcalinidad Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	Titulación	2320 C	736,3	08/04/2016
Amonio (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	Espectrofotométrico	APHA 4500 NH <sub>3</sub>	13,691	08/04/2016
Sólidos Totales (mg ST/L)	Gravimétrico	2540 B	1386	12/04/2016
DBO (mg/L)	Test 5 días	SM 5210 B; EPA 360.3	174	12/04/2016
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	Colorimétrico - Reflujo Cerrado	5220 D	337	07/04/2016
Fenoles (mg C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> /L)	Espectrofotométrico	APHA 4500 NH <sub>3</sub>	0,011	12/04/2016
Grasas y/o Aceites (mg Grasas y Aceites/L)	Extracción Soxhlet	5520 D	13	08/04/2016
Sólidos Suspendidos Totales (mg SST/L)	Gravimétrico	2540 D	112	08/04/2016
Fósforo Total (mg P/L)	Acido Ascórbico	4500-P E	12,938	12/04/2016
Sólidos Sedimentables (mL/L)	Volumétrico	2540 F	< 0,1	07/04/2016
Detergentes (mg SAAM/L)	Espectrofotométrico	5540 C	0,717	11/04/2016

## Observaciones:

Los Métodos analizados son referencia de los Métodos Estándar Edición 22

Los resultados del presente informe son válidos solo para la muestra analizada

Por ningún motivo debe hacerse reproducción del presente informe sin la autorización de Acuazul Ltda.



Edwar Urrego Serna  
 Tecnólogo Químico TQ-1289  
 Analista Líder Físicoquímico



Jhonatan Arroyave Gil  
 Químico - PQ-4008  
 Coordinador de laboratorio

FÍN DEL INFORME