

**Diagnóstico y evaluación del estado de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
Domésticas – PTARD Central del municipio de Guadalupe, Antioquia.**

Yuli Andrea Cardona Zapata

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Programa de Ingeniería Ambiental

Medellín

2022

**Diagnóstico y evaluación del estado de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
Domésticas – PTARD Central del municipio de Guadalupe, Antioquia.**

Yuli Andrea Cardona Zapata

Trabajo para optar al título de Ingeniero Ambiental

Director:

Carolina Aristizábal Ciro

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Programa de Ingeniería Ambiental

Medellín

2022

Página de Aceptación

Carolina Aristizábal Ciro

Director Trabajo de Grado

Jurado

Jurado

Medellín – 2022

Resumen

Las aguas residuales domésticas sin un proceso de saneamiento efectivo conllevan a incrementar impactos negativos al medio ambiente y la salud pública. El manejo y tratamiento adecuado de las aguas residuales en el municipio de Guadalupe, aporta en gran medida a lograr beneficios de salud pública, mejorar el medio ambiente y la calidad de vida de sus habitantes.

El diagnóstico y evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas – PTARD Central del municipio de Guadalupe, Antioquia, tiene como objetivo identificar a partir de datos existentes, las condiciones de operación, mantenimiento y funcionamiento con respecto a la eficiencia de remoción de los contaminantes y el cumplimiento de los valores límites máximos permisibles exigidos en la Resolución 631 de 2015.

Durante el desarrollo del proceso se realizó el diagnóstico cualitativo y evaluación de la eficiencia de cada unidad del sistema de tratamiento; donde se encontró el no cumplimiento de la mayoría de los parámetros evaluados con respecto a los valores límites máximos permisibles en el vertimiento puntual realizado a la fuente natural Los Chorros durante los años 2017, 2018 y 2019. Para el año 2020 se hallaron datos atípicos en los caudales aforados que no permitieron establecer el cumplimiento del sistema.

Se encontraron deficiencias y se plantearon diferentes acciones de mejora principalmente con relación a la operación de los reactores, monitoreo y seguimiento de desempeño de la PTARD, actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, disponibilidad de personal operativo y elaboración de documentos técnicos requeridos para la adecuada operación del sistema.

Palabras claves: Diagnóstico, Aguas residuales, Contaminantes, Sistema de tratamiento de aguas residuales.

Abstract

Domestic wastewater without an effective sanitation process leads to increased negative impacts on the environment and public health. The proper management and treatment of wastewater in the municipality of Guadalupe, contributes greatly to achieve public health benefits, improve the environment and the quality of life of its inhabitants.

The diagnosis and evaluation of the Domestic Wastewater Treatment Plant - PTARD Central of the municipality of Guadalupe, Antioquia, aims to identify from existing data, the conditions of operation, maintenance and operation with respect to the efficiency of removal of pollutants and compliance with the maximum permissible limit values required in Resolution 631 of 2015.

During the development of the process, the qualitative diagnosis and evaluation of the efficiency of each unit of the treatment system was performed; where it was found the non-compliance of most of the parameters evaluated with respect to the maximum permissible limit values in the point discharge made to the natural source Los Chorros during the years 2017,2018 and 2019. For the year 2020, atypical data were found in the gauged flows that did not allow establishing the compliance of the system.

Deficiencies were found and different improvement actions were proposed, mainly in relation to reactor operation, monitoring and follow-up of PTARD performance, preventive and corrective maintenance activities, availability of operating personnel and preparation of technical documents required for proper operation of the system.

Key words: Diagnosis, wastewater, Pollutants, Wastewater treatment system.

Tabla de contenido

Lista de Tablas	7
Lista de Figuras	8
Lista de Anexos	9
Introducción	10
Problema.....	12
Descripción del problema.....	12
Justificación.....	13
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivos Específicos.....	15
Antecedentes	16
Marco contextual y teórico.....	18
Marco normativo	22
Metodología	25
Resultados	29
Conclusiones	68
Recomendaciones.....	70
Referencias	71
Anexos.....	76

Lista de Tablas

Tabla 1 Normatividad para el manejo y tratamiento adecuado de las aguas residuales.....	22
Tabla 2 Documentación base para diagnóstico y evaluación PTARD Central	29
Tabla 3 Criterios generales de diseño - capacidad de tratamiento de la PTARD Central.....	30
Tabla 4 Condiciones de infraestructura adicional y servicios en la PTARD	44
Tabla 5 Documentos técnicos específicos de la PTAR	46
Tabla 6 Indicador de resultado – Actividades de Mantenimiento Preventivo - AMP.....	47
Tabla 7 Indicador de resultado – Actividades de Mantenimiento Correctivo - AMC	48
Tabla 8 Indicador de resultado – Infraestructura Adicional y de Servicios - IyS	48
Tabla 9 Indicador de resultados - Gestión de Personal Operativo – GPO	49
Tabla 10 Indicador de resultado - Documentos Técnicos Específicos - DTE.....	49
Tabla 11 Georreferenciación puntos de muestreo PTARD Central	51
Tabla 12 Resultados de los análisis para puntos de muestreo – Entrada y Salida.....	51
Tabla 13 Cálculo carga contaminante entrada (afluente) y salida (efluente) del sistema.	53
Tabla 14 Valores de porcentaje de remoción carga contaminante y eficiencia de la PTARD.....	55
Tabla 15 Valores para evaluación de objetivos de calidad del agua - Quebrada Los Chorros.	56
Tabla 16 Comparativo de resultados de calidad del vertimiento con la Res. 631 de 2015.....	58
Tabla 17 Indicador de resultado - Capacidad de Tratamiento - CT.	62
Tabla 18 Indicador de resultado - Acciones de mejoramiento - APTAR	67

Lista de Figuras

Figura 1 Localización general municipio de Guadalupe, Antioquia.....	18
Figura 2 Diagrama de procesos PTARD Central.....	21
Figura 3 Vista en Planta de la PTARD Central.....	32
Figura 4 Unidad de pretratamiento y tratamiento primario.....	34
Figura 5 Canal de entrada.....	35
Figura 6 Caudal sobrante - vertedero de excesos.....	35
Figura 7 Unidad de cribado.....	36
Figura 8 Desarenadores.....	37
Figura 9 Sistema de purga y caja de recolección de arenas y lodos.....	37
Figura 10 Disposición de arenas y lodos del sedimentador.....	37
Figura 11 y 12 Canaleta Parshall y Sistema de aforo.....	38
Figura 13 Digestores UASB.....	39
Figura 14 Estructura de repartición de caudal.....	40
Figura 15 y 16 Estructura de la campaña y quemador de gas.....	41
Figura 17 Estado del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente – FAFA y Filtro de Pulimento.....	42
Figura 18 y 19 Estado lecho de secado.....	43
Figura 20 y 21 Estructura de excesos de agua residual.....	43
Figura 22 Comportamiento de la BDO5.....	59
Figura 23 Comportamiento de la BQO.....	59
Figura 24 Comportamiento de los SST.....	60
Figura 25 Comportamiento de las Grasas y Aceites.....	60

Lista de Anexos

Anexo A Formatos recolección de información PTARD Central	76
Anexo B Esquemas de las unidades de tratamiento de la PTARD Central	76
Anexo C Condiciones e infraestructura adicional y servicios	76
Anexo D Documentos técnicos y actividades PTARD.....	76
Anexo E Resultados de análisis de laboratorio 2017,2018,2019 y 2020.....	76
Anexo F Parámetros y cálculos de carga contaminante	76

Introducción

La gestión integral de las aguas residuales generadas por actividades domésticas constituye una actividad primordial que permite asegurar el buen uso de los recursos naturales y aportar a la prevención de la contaminación del recurso hídrico. (Ministerio de Ambiente, 2010).

El crecimiento acelerado de las poblaciones ha generado un incremento significativo de aguas residuales lo que ha llevado a que las diferentes autoridades planteen alternativas para su manejo y tratamiento, que desarrolladas bajo condiciones técnicas de diseño y operación buscan alcanzar no solo las coberturas de saneamiento si no una eficiencia de remoción de contaminantes, coadyuvando a generar impactos positivos en el contexto ambiental, social y económico (Ministerio de Ambiente, 2010).

Los municipios y las diferentes empresas prestadoras del servicio público de alcantarillado, deben garantizar el servicio en términos de cobertura, continuidad y tratamiento adecuado de las aguas residuales (CTA, 2021). Teniendo en cuenta la normatividad colombiana, todas las personas prestadoras del servicio público de alcantarillado y demás personas que realizan vertimientos a las fuentes de agua superficial, deben asegurar los efluentes producto del desarrollo de la actividad económica cumplan con los valores máximos límites permisibles allí estipulados, de manera que no se limite el uso del agua de las fuentes hídricas e incrementen los costos de potabilización de los acueductos que se abastecen aguas abajo del punto de vertimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. (CTA, 2021)

El sistema de alcantarillado en el municipio de Guadalupe es combinado (Aguas Residuales Domésticas - ARD y lluvias) y cuenta con una cobertura en redes del 99%. (Guadalupe, Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, 2008).

La empresa de servicios públicos domiciliarios de Guadalupe S.A.S ESP es actualmente la persona prestadora del servicio de alcantarillado y la encargada de la correcta operación y mantenimiento de la PTARD Central ubicada en el Sector Villas de Guadalupe.

Con la elaboración del proyecto se pretende realizar el diagnóstico cualitativo y evaluación del estado de la PTARD Central del municipio de Guadalupe, Antioquia, en el cual a partir de la información existente se identifican los criterios técnicos de diseño, condiciones de operación y mantenimiento del sistema, cumplimiento de los valores límites máximos establecidos en la Resolución 631 de 2015, se realiza la representación gráfica y el análisis de la eficiencia del sistema respecto a la remoción de los contaminantes con base a resultados obtenidos en las muestras de laboratorio realizadas al agua residual durante los años 2017 al 2020, y finalmente se plantean acciones que permiten mejorar el sistema en todos sus componentes.

Problema

Descripción del problema

Actualmente, el municipio de Guadalupe, Antioquia cuenta con dos (2) Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales – PTARD (Central e Independiente) las cuales según, Guadalupe (2008) tratan, 84.23% y 15.77% respectivamente las aguas residuales generadas en la zona urbana del municipio; sin embargo, el municipio y la empresa encargada de la operación de la PTARD desconoce y carece de evidencia documental que consolide, diagnostique y evalúe la operación y funcionamiento con respecto a la eficiencia en la remoción de los contaminantes y en cumplimiento de los valores límites máximos permisibles señalados en la Resolución 631 de 2015.

La carencia de información con respecto a la operación y funcionamiento del sistema han llevado a generar no solo hipótesis del funcionamiento, si no que ha impedido que el municipio, entidades gubernamentales y ambientales prioricen dicha infraestructura para inversión en la optimización de la PTARD Central.

Hasta el momento, los vertimientos de las aguas residuales en el municipio de Guadalupe, se realizan sobre la fuente natural – Quebrada Los Chorros, posiblemente con elementos contaminantes que alteran la calidad del recurso, lo que limita su uso tanto para abastecimiento de agua para el consumo humano como para uso con fines recreativos y productivos. Además, generando cambios en el paisaje, zonas aledañas a la descarga y en general aportando a la pérdida de diversidad biológica del medio acuático. Adicionalmente, problemas sanitarios y de salud pública debido a las cargas contaminantes y efectos producidos por los vertimientos sin tratamiento adecuado. (Guerra, 2021).

Justificación

Una de las problemáticas ambientales que se ha intensificado durante los últimos años y que exige una acción inmediata de los municipios, diferentes instituciones gubernamentales y empresas prestadoras del servicio de alcantarillado es la de contaminación del recurso hídrico generada por las aguas residuales. (Ambiente, 2002)

La PTARD Central del municipio de Guadalupe, Antioquia fue construida como parte de las actividades proyectadas en la elaboración del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado – PMAA. La PTARD Central entró en funcionamiento en el año 2017 y desde ese entonces no se ha realizado proceso de seguimiento y monitoreo de la operación, mantenimiento y eficiencia del sistema lo que conlleva a desconocer el cumplimiento de los valores límites máximos permisibles para los vertimientos puntuales realizados a cuerpos de agua superficiales.

El municipio a pesar de contar con la infraestructura para el saneamiento de aguas residuales en la zona urbana, carece de información sobre el estado de operación y funcionamiento de la PTARD Central, la cual trata el 84.23 % del total de las aguas residuales generadas en la zona urbana del municipio. (Guadalupe, Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, 2008)

La poca información con la que cuenta el municipio y la empresa de servicios públicos de Guadalupe acerca de la eficiencia de la PTARD Central, y el posible incumplimiento de los valores límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 631 de 2015 para los vertimientos a fuentes superficiales de agua bien sea por factores económicos, por desconocimiento o abandono son aspectos clave para el desarrollo del presente trabajo.

Ante los impactos socioambientales y económicos que puede generar la ineficiente operación y funcionamiento de la PTARD Central, es necesario conocer las necesidades y plantear acciones de mejora de manera que se puedan reducir los efectos a la salud, el deterioro

de las fuentes hídricas receptoras que abastecen viviendas aguas abajo del vertimiento, los costos de tratamiento en procesos de potabilización para abastecer comunidades aguas abajo del vertimiento y/o inversiones adicionales innecesarias en infraestructura física.

La propuesta desde el ámbito académico, permite desarrollar las habilidades y conocimiento adquiridos en el plan de estudio del programa de Ingeniería Ambiental, además, se considera pertinente debido que se encuentra dentro de la Línea de Investigación 6. Gestión y manejo ambiental de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA. Desde el ámbito social y ambiental, permite identificar problemáticas y necesidades relacionadas con la gestión del recurso hídrico y plantear acciones que permiten mejorar las condiciones de operación y funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales, la calidad del agua de la fuente receptora, el ambiente y las condiciones de vida de las poblaciones expuestas a los diferentes escenarios negativos, debido a la inadecuada gestión de las aguas residuales.

Objetivos

Objetivo general

Realizar el diagnóstico y evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas PTARD Central del municipio de Guadalupe.

Objetivos Específicos

Identificar cualitativamente las actuales condiciones de operación y mantenimiento del sistema de la PTARD Central a partir de información existente.

Evaluar la eficiencia del sistema, en los años 2017 a 2020 a partir de información existente, con base a los valores límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 631 de 2015.

Proponer acciones de mejoramiento relacionadas con las condiciones de operación, mantenimiento y eficiencia del sistema.

Antecedentes

La PTARD Central del municipio de Guadalupe, Antioquia fue proyectada en el PMAA en el cual se identificó la necesidad de construir una segunda planta de tratamiento que permitiera atender la demanda actual y futura del municipio, contribuir a mitigar la problemática sanitaria y ambiental que se presentaba en su momento en el área urbana; así como cumplir con los programas y proyectos planteados en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV formulado en el año 2006. (Guadalupe, Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, 2019)

En el año 2010, teniendo en cuenta las características particulares de las Aguas Residuales Urbanas – ARU, desde la Secretaría de Planeación y Desarrollo Territorial se realizó una actualización al PMAA donde se concluyó que con un digestor de lodos tipo UASB se obtendría un buen porcentaje de depuración del agua. Para lo cual se proyectó obtener una eficiencia de remoción teórica de DQO del 87.73%, DBO del 84.31% para un tiempo de detención hidráulica de 4 horas. (Guadalupe, Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, 2019).

Atendiendo las necesidades identificadas, con respecto al tratamiento de aguas residuales domesticas urbanas, la PTARD Central es construida en el año 2017 y para este mismo año se realizó la puesta en marcha e inicio de operación de acuerdo con las condiciones sugeridas en los diseños. Todos los componentes de la PTARD Central fueron construidos en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio – PRFV e incluyó la construcción de la unidad de entrada, cribado, desarenadores, canaleta Parshall, reactores UASB, FAFA, filtro de pulimiento, lecho de secado y accesorios de empalme. Igualmente, se construyeron las escalas de acceso de interno, la caseta u oficina de operación, las instalaciones sanitarias e hidráulicas, la puerta de acceso y el cerramiento perimetral. (Guadalupe, Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, 2019)

En la actualidad, la PTARD Central es abastecida por el distrito Oriental el cual recoge el 84.57% de las aguas residuales generadas en el área urbana del municipio y su afluente es vertido

a la fuente superficial identificada como la Quebrada Los Chorros que finalmente confluye en el Río Guadalupe.

Con relación a los objetivos de calidad de agua de la fuente receptora, en informes realizados por la autoridad ambiental, CORANTIOQUIA (2018) menciona que la PTARD Central presenta deficiencias en la remoción de las cargas contaminantes vertidas a la fuente natural Los Chorros, debido que en el análisis del Índice de Calidad de Agua - ICA aguas arriba y aguas abajo, esta esta obtuvo una calificación del 76.5 % y 64.7%, es decir, presentan ICA Bueno en la fuente aguas arriba del vertimiento de la descarga de la PTARD Central, y un ICA Medio aguas abajo del vertimiento cuando se mezclan las ARD y la fuente Los Chorros.

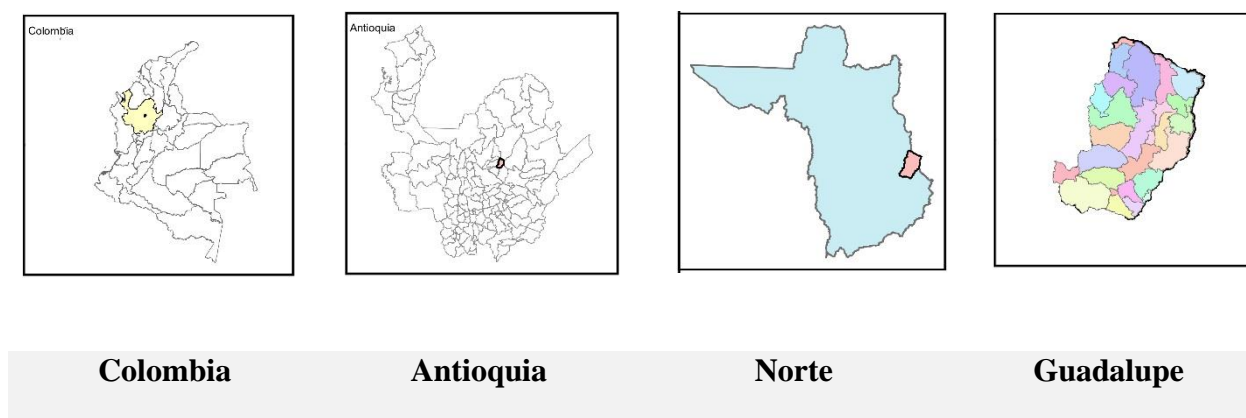
Debido a lo anterior, se considera importante determinar el estado actual de operación y la evaluación de eficiencia de la PTARD Central, con base a los valores límites máximos permisibles, los porcentajes de remoción de las cargas contaminantes y el aporte en el cumplimiento de metas de cargas contaminantes establecidas por la autoridad ambiental, con el fin de que se puedan establecer medidas de mejoramiento que garanticen el adecuado funcionamiento de la PTARD y aportar a la gestión adecuada del recurso hídrico.

Marco contextual y teórico

El municipio de Guadalupe hace parte de la subregión Norte, zona Porce, del departamento de Antioquia y ocupa una extensión de 88 km². Limita por el norte con el municipio de Anorí y Campamento, por el este con el municipio de Amalfi y Gómez Plata, por el oeste con el municipio de Angostura y por el sur con el municipio de Carolina. Está ubicado a 114.2 kilómetros al norte de Medellín, a una altura de 1845.3 msnm, presenta una temperatura promedio de 20°C y una precipitación promedio anual de 2.238 mm. Se encuentra ubicado en coordenadas Norte: 1245555.179 y Coordenada Oeste: 871439.476. (Gobernación de Antioquia, 2020, p. 20)

Figura 1

Localización general municipio de Guadalupe, Antioquia



Nota: Fuente propia

La población del municipio de Guadalupe para el año 2020 era de 6.665 agrupando el área urbana y rural del municipio. Con base a la proyección poblacional realizada por el DANE, para diciembre de 2021 la población sería de 6.768, con un porcentaje de población en el área urbana de 31.17% y 62.84% para el área rural. (DNP, s.f.)

La economía del municipio de Guadalupe, está basada en la agricultura. Los productos más representativos son el café, la caña y la producción ganadera de carne y lechería.

(Guadalupe, Plan de Desarrollo Municipal, 2020)

Con respecto a las aguas residuales, la Resolución 631 de 2015 en el Capítulo I, Artículo 25

define, las Aguas Residuales Domésticas (ARD) como las procedentes de los hogares, así como las de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que correspondan a (I) Descargas de los retretes y servicios sanitarios, (II) Descargas de los sistemas de aseo personal (duchas y lavamanos), de las áreas de cocinas y cocinetas, de las pocetas de lavado de elementos de aseo y lavado de paredes y pisos y del lavado de ropa (No se incluyen las de los servicios de lavandería industrial). (Guarnizo y Vittorino 2019, p.8)

Con relación al tratamiento de aguas residuales, el Ministerio de Medio Ambiente, lo define como:

Un conjunto de procesos y operaciones unitarias que se realizan en una estructura adecuada para que por medios físicos, químico y biológicos se remuevan contaminantes no deseados. Así mismo, menciona que el objetivo de las plantas de tratamiento de aguas residuales es el de reducir una carga contaminante presente en el agua, a tal nivel, que esa agua pueda ser vertida nuevamente a un cuerpo de agua receptor, sin perjuicio de afectar el medio acuático y la autodepuración del sistema. (Ambiente, 2002, p.38)

Las principales variables que se tienen en cuenta en las aguas residuales domésticas para realizar control y evaluación con respecto a la eficiencia de los sistemas de tratamiento, se encuentran la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales, Grasas y Aceites y Coliformes Fecales. (Ambiente, 2002)

Según Noyola A. Morgan J. Guereca L (2013) la carga de contaminantes presentes en las

aguas residuales pueden ser reducidas en gran porcentaje con la implementación de diferentes tecnologías que incluyen tanto procesos físicos, como químicos y biológicos y que pueden ser incorporados en las diferentes operaciones y procesos para el tratamiento de las aguas residuales.

Para el tratamiento de las aguas residuales hoy en día existe una gran variedad de procesos y operaciones disponibles y al alcance de diferentes sectores de acuerdo a la necesidad de cada uno, pero comúnmente encontramos el proceso de pretratamiento, tratamiento primario, secundario y el terciario específicamente para sistemas con aporte de sustancias industriales.

Para el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio el tratamiento primario se refiere comúnmente

a la remoción parcial de sólidos suspendidos y materia orgánica, mediante operaciones físicas como la sedimentación. El tratamiento secundario se usa principalmente para remoción de la materia orgánica y los sólidos suspendidos y el tratamiento terciario supone generalmente, la eliminación de compuestos orgánicos biodegradables, sólidos suspendidos y nutrientes como el Nitrógeno y el Fósforo, además de la remoción de materiales remanentes disueltos y en suspensión después de un tratamiento biológico.

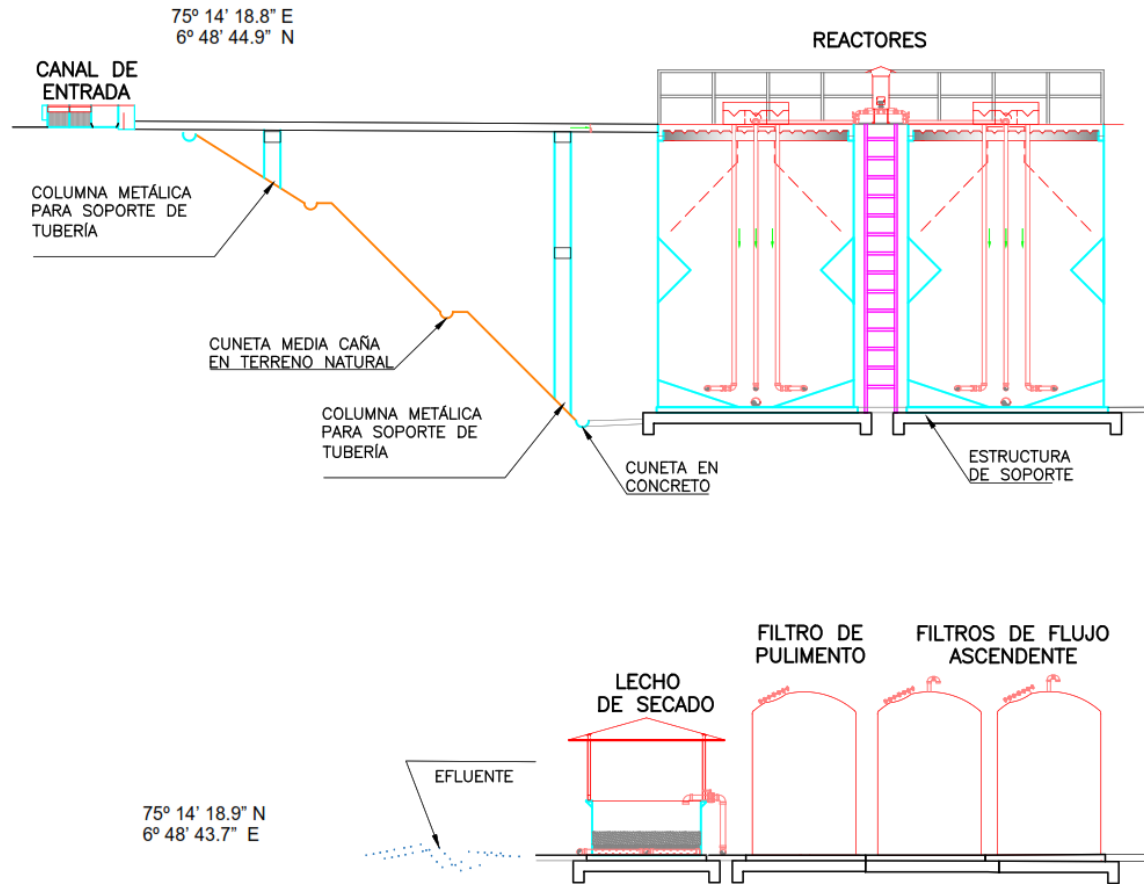
Dentro de este tratamiento se puede incluir el proceso de desinfección (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio 2017, p.181).

La PTARD Central del municipio de Guadalupe, esta constituida por tres etapas correspondiente al pretratamiento, tratamiento primario y secundario compuestas por la unidad de entrada, Cribado, Canaleta Parshall, Dos (2) Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente – RAFA tipo UASB, Dos (2) Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente – FAFA, uno (1) Filtro de pulimento y un (1) lecho de secado de lodos.

A continuación, se presenta el diagrama de procesos de la PTARD Central del municipio de Guadalupe, Antioquia.

Figura 2

Diagrama de procesos PTARD Central



Nota: Adaptado (Territorial, 2016)

Marco normativo

En Colombia existen diferentes Decretos, Leyes y Resoluciones que regulan la actividad de tratamiento de aguas residuales y el manejo de los vertimientos. En la Tabla 1 se relaciona la normatividad aplicable en las diferentes etapas para el manejo y tratamiento adecuado de las aguas residuales domésticas en el municipio de Guadalupe Antioquia.

Tabla 1

Normatividad para el manejo y tratamiento adecuado de las aguas residuales.

Norma	Descripción
Ley 2811 de 1974	Por la cual se dicta el código nacional de recursos naturales y renovables y de protección al medio ambiente. (Presidencia de la República de Colombia, 1974)
Resolución 1433 - 2004	Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004. p.1). Menciona la obligación de las personas prestadoras del servicio de alcantarillado y que están sujetas a realizar el pago de la Tasa Retributiva de presentar a la autoridad ambiental el PSMV e incluir las metas con base a los objetivos de calidad de la cuenca que le corresponde. (Colombia, 2021)
Decreto 3930 de 2010	Tiene como objeto establecer las disposiciones relacionadas con los tipos de usos y el ordenamiento del recurso hídrico, los vertimientos a las fuentes hídricas, al suelo y a alcantarillados.
Decreto 4728 de	Realiza la modificación de manera parcial al Decreto 3930 de 2010, y

2010	ordena al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial a establecer los parámetros y los valores límites máximos permisibles para la realización de vertimientos a fuentes de agua superficiales, al sistema de alcantarillado y al suelo, entre otros.
Resolución 631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y de dictan otras disposiciones. (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015. p. 1)
Decreto 1076 de 2015	Hace referencia a las disposiciones legales sobre el manejo y tratamiento adecuado de las aguas residuales, además establece los requisitos para la obtención de los permisos de vertimientos, planes de cumplimiento, régimen sancionatorio y aspectos relacionados con la gestión institucional.
Resolución 0330 de 2017	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Plantea los requisitos técnicos que se deben de cumplir en el marco de las etapas de planeación, diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de infraestructura relacionada con los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017, p. 2-3)

Resolución 040 de	Por la cual, la Corporación Autónoma del Centro de Antioquia -
2018-RES1806-	CORANTIOQUIA establece los objetivos de calidad de agua durante
3603.	los quinquenios 2019-2023 en la Jurisdicción

Nota: Fuente propia

Metodología

El proyecto se plantea realizar mediante la metodología descriptiva, a partir de información existente, teniendo como base que esta metodología, se implementa para describir la realidad de todos los aspectos que compone la situación de un modo personal (Aguirre y Jaramillo, 2015).

Se pretende realizar la descripción de cada uno de los componentes hidráulicos con los que cuenta la PTARD Central, el estado actual y la evaluación de funcionamiento a través del análisis de los resultados de laboratorio de los parámetros analizados a la entrada y salida del sistema en los años 2017-2018-2019 y 2020 por la Autoridad Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA, con el fin de determinar si cumple con los valores límites máximos permisibles exigidos por la normatividad para los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficial, y finalmente se propone acciones que permitan mejorar las condiciones de operación, mantenimiento y eficiencia de la PTARD Central.

Para realizar el diagnóstico y evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas – PTARD Central del municipio de Guadalupe, Antioquia, se plantean tres (3) etapas que permiten dar cumplimiento con los objetivos a las que están asociadas.

Etapas 1: Identificar cualitativamente las condiciones de operación y mantenimiento del sistema de PTARD Central a partir de información existente.

1.1 Recopilación de información

Consiste en la recolección de información existente, con el fin de conocer de manera cualitativa la situación actual de la PTARD Central del municipio de Guadalupe, Antioquia. En esta etapa se incluyen las actividades de:

1.1.1 Recolección de información primaria y secundaria relacionada con el sistema y datos históricos de los análisis fisicoquímicos del agua residual.

Esta actividad fue orientada al levantamiento de información y se ejecutan las siguientes actividades:

Compilación de información acerca de la PTARD Central del municipio de Guadalupe, ubicada en el sector de Villas de Guadalupe. La información corresponde a la relacionada con criterios técnicos, caudales y población de diseño, año de construcción e inicio de puesta en marcha y operación, historial de actividades de operación y mantenimiento y registros - resultados de muestras de calidad del agua a la salida y entrada del sistema – (afluente y efluente).

1.1.2 Visita técnica de campo - observación directa del sistema y de la zona de estudio.

Durante el desarrollo de la actividad se realiza el recorrido por las instalaciones de la PTARD Central, donde se hace el reconocimiento de los diferentes componentes del sistema y registro fotográfico correspondiente.

1.1.3 Diseño y aplicación de encuesta

En primer lugar, se realiza el diseño de una encuesta que permite extraer la información relevante sobre los procesos de la PTARD Central y aspectos de infraestructura adicional, (laboratorio, caseta – oficina administrativa, accesos, cerramiento, señalización, entre otros), disponibilidad de servicios públicos domiciliarios de acueducto y energía, operación, personal operativo y documentos técnicos que cuenta la PTARD para el adecuado mantenimiento y operación del sistema.

Posteriormente se realizó la aplicación de la encuesta al operario del sistema, con el fin de conocer los aspectos anteriormente relacionados.

En el Anexo A. se evidencia el formato utilizado para la recolección de información puntual relacionada con los criterios generales de diseño - historial de actividades de operación y mantenimiento, cantidad de muestras de calidad del agua - afluente y efluente; así como el diseño de la encuesta aplicada al operario de la PTARD Central, en la cual indaga sobre las unidades de tratamiento, condiciones de infraestructura adicional, variables de desempeño y control del sistema.

Etapa 2. Evaluar la eficiencia del sistema, en los años 2017 a 2020 a partir de información existente, con base a los valores límites máximos permisibles exigidos por la normatividad.

2.1 Análisis y organización de la información.

Comprende el desarrollo de actividades que permiten definir la operación y funcionamiento de la planta, al igual que el desempeño del sistema respecto a la eficiencia en la remoción de los contaminantes.

Análisis y digitalización de información recolectada en la Fase 1 con finalidad de organizar los datos necesarios para establecer el diagnóstico de operación y de funcionamiento del sistema, además del comportamiento del sistema - desempeño histórico de la PTARD Central del municipio, con base a los resultados de los análisis de laboratorio suministrados por la alcaldía municipal.

Comparativo de los resultados de los análisis de laboratorio del agua residual muestreada a la salida del sistema durante los años del 2017 al 2020 con los valores límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 631 de 2015 para vertimientos sobre fuentes de agua superficial y el aporte al cumplimiento de los objetivos de calidad del agua relacionada con las cargas contaminantes proyectadas por CORANTIOQUIA para la fuente receptora Los Chorros.

Además, se realiza la representación gráfica, el análisis y evaluación del comportamiento anual de los parámetros de DBO_5 , DQO , Sólidos Suspendidos Totales – SST y Grasas y Aceites del efluente (Salida) del sistema teniendo en cuenta la Resolución 631 de 2015.

Etapas 3. Proponer acciones de mejoramiento relacionadas con las condiciones de operación, mantenimiento y eficiencia del sistema.

3.1 Planteamiento de acciones de mejora

Comprende la relación de acciones que lleven a mejorar la operación, mantenimiento y eficiencia de la PTARD Central, a partir de la situación encontrada durante el desarrollo de las diferentes etapas, la normatividad aplicable vigente relacionada con la Resolución 330 de 2017, el Decreto 1076 de 2015 y demás relacionada con el manejo adecuado y tratamiento de aguas residuales.

Resultados

Etapas 1. Identificar cualitativamente las condiciones de operación y mantenimiento del sistema de PTARD Central a partir de información existente.

1.1 Recopilación de información.

Durante el desarrollo de la actividad, se recolectó información primaria y secundaria relacionada con el sistema e información de datos históricos de los análisis fisicoquímicos del agua residual.

En la Tabla 2, se relacionan los documentos encontrados en el proceso de recolección física y digital, suministrados por la alcaldía y la empresa de servicios públicos de Guadalupe y los cuales son la base para la realización del diagnóstico y evaluación de la PTARD Central del municipio de Guadalupe, Antioquia.

Tabla 2

Documentación base para diagnóstico y evaluación PTARD Central

Nombre de documento	Información obtenida
	Antecedentes del diseño del PMAA.
Revisión, actualización y ajuste de los diseños de perfiles de proyectos para la construcción de las obras de	Criterios básicos para diseño de obras proyectadas.
Saneamiento Básico en el municipio de Guadalupe, Antioquia.	Componentes – PTARD Central.
	Anexo 2.1 Alternativas de tratamiento - PTARD Central.
Cartografía municipal	Planos del diseño – PTAR Central.
Plan de Saneamiento y Manejo de	Planos generales del municipal de Guadalupe.
	Diagnóstico de alcantarillado zona urbana.

Vertimientos – PSMV. Elaborados en las vigencias 2006 y 2019.	Antecedentes del sistema. Sistema de tratamiento PTARD Central.
Resultados de los análisis fisicoquímicos del agua residual.	Resultados de laboratorio del periodo comprendido entre 2017-2018-2019 y 2020, realizados por la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - CORANTIOQUIA.

Nota: Fuente propia

Criterios de diseño y capacidad de tratamiento PTARD Central

A continuación, se presenta la información utilizada en el año 2010 por las empresas Sanear y EPM para el diseño y cálculos de la PTARD Central del municipio de Guadalupe, Antioquia.

La Tabla 3, muestra la información específica relacionada con los datos técnicos de diseño y capacidad teórica de tratamiento de la PTARD Central.

Tabla 3

Criterios generales de diseño - capacidad de tratamiento de la PTARD Central.

Criterios de diseño	
Período de diseño:	25 años
Población servida:	2820
Año de operación:	2017
Caudal de diseño:	4.9 l/s
Caudal medio:	2.03 l/s
Temperatura del agua °C:	18 °C

Demanda Química de Oxígeno DQO :	350 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅ :	296 mg/L
Sólidos Suspendidos Totales – SST:	250 mg/L
Proyección teórica eficiencia de remoción DQO:	87.73%
Proyección teórica eficiencia de remoción DBO ₅ :	84.31%

Nota: Adaptado (Sanear y EPM, 2010)

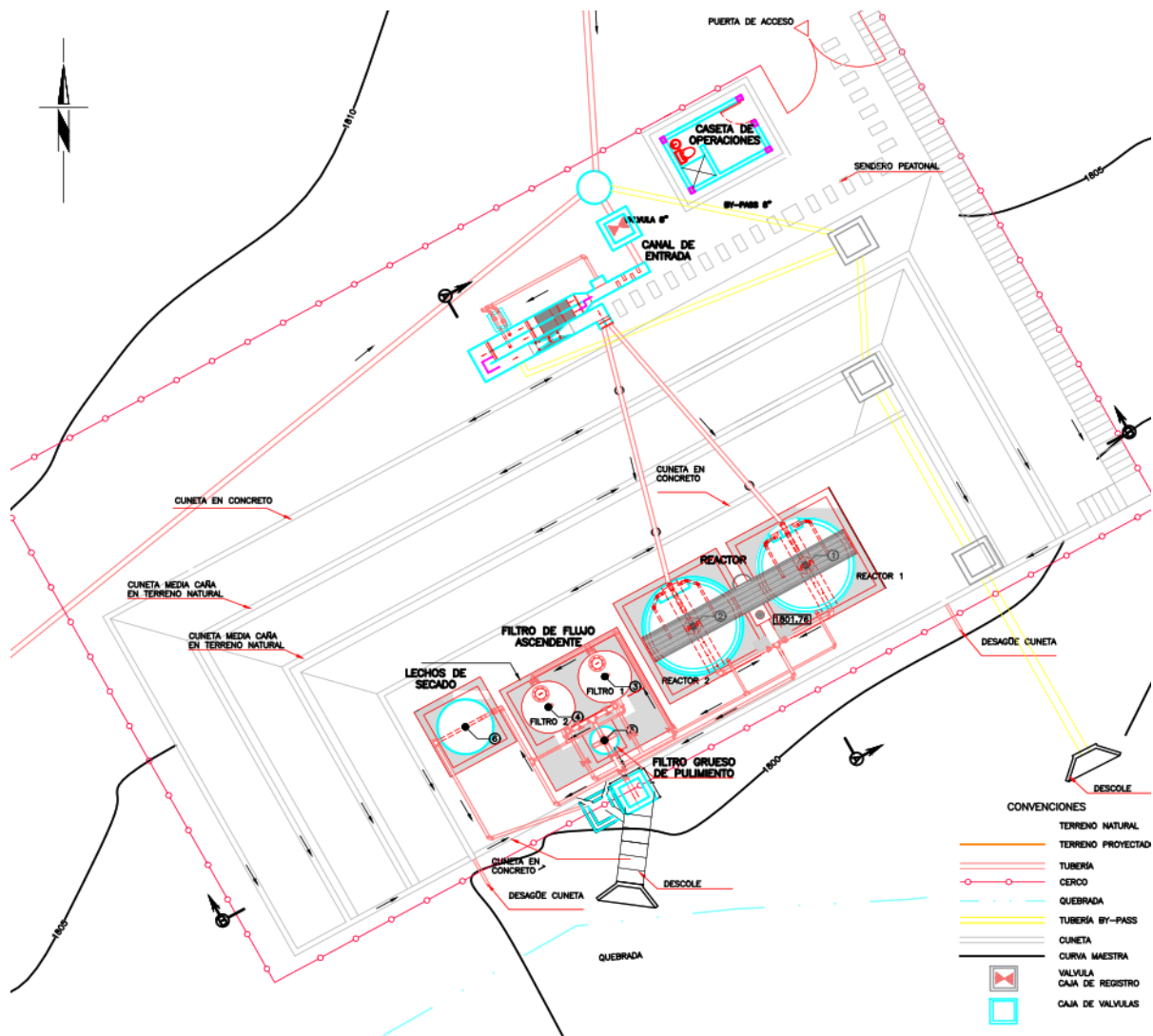
Contexto actual de las condiciones cualitativas de operación y mantenimiento del sistema de la PTARD Central.

La PTARD Central fue construida con un caudal de diseño de 4.9 L/s y un período de diseño de 25 años. Dicho sistema se abastece de las aguas residuales domésticas y aguas lluvias de la zona urbana y funciona por gravedad por lo que no requiere de sistemas eléctricos ni de bombeo para su operación.

Actualmente, el vertimiento se genera las 24 horas del día y no se cierra la válvula de ingreso a las PTARD en ningún horario, lo que hace que las descargas del agua residual por el Bypass sean permanentes hacia la fuente receptora – Quebrada Los Chorros; en total se realiza un vertimiento de 720 horas/mes.

Figura 3

Vista en Planta de la PTARD Central.



Nota: Adaptado (Territorial, 2016)

A continuación, se relacionan las especificaciones de diseño y situación encontrada durante las visitas técnicas de campo y observación directa de cada una de las unidades sistema y de la zona de estudio. El anexo B. muestra los esquemas de las unidades que conforman la PTARD Central.

Pretratamiento - Tratamiento Primario

Sistema de entrada

Consta de un canal de entrada rectangular y cuenta con un juego de dados prefabricados en el fondo que cumplen la función de disipar la energía del agua y garantizar un flujo uniforme. Este canal cuenta con un vertedero lateral de excedentes para evitar el ingreso de caudales superiores al caudal de diseño, el cual se vierte directamente a la fuente receptora.

La estructura a la salida del canal se divide en dos compartimientos, que aloja las rejas de cribado y funcionan alternadamente para efectos de mantenimiento, sin tener que suspender el flujo hidráulico. La entrada de la cámara de cribado tiene dos compuertas manuales para controlar la entrada del flujo a cada reja de cribado y facilitar las labores de limpieza y mantenimiento. (Sanear y EPM, 2010).

Cribado

El sistema de cribado consta de dos (2) rejas instaladas sobre los canales. Cada reja cuenta con barrotes espaciados cada 1.5 cm. Las rejas para el cribado tienen una inclinación de 45° y cuentan con bandejas de escurrimiento. (Sanear y EPM, 2010).

Desarenador

Consta de dos (2) unidades separadas por un tabique. Además, cada unidad tiene una compuerta manual ubicada a la entrada y otra a la salida que permiten trabajar los módulos de manera individual, mientras se realizan actividades de limpieza y mantenimiento del otro. Cada unidad tiene un sistema de purga de lodos y arenas, controlado por una válvula tipo mariposa que facilita la descarga de lodos en la caja de recolección y está ubicada a un costado de la estructura.

Aforo de caudales afluentes

El afluente después de pasar por los desarenadores, sigue su recorrido por un sistema de control de velocidad del flujo, que cumple la función de medir el caudal de las ARU afluentes a

los reactores UASB. Dicho sistema es una canaleta Parshall que cuenta con una reglilla para realizar la medición de la lámina el agua y obtener los caudales. (Sanear y EPM, 2010).

Figura 4

Unidad de pretratamiento y tratamiento primario



Nota: Fuente propia

Situación encontrada en el sistema de Pretratamiento - Tratamiento Primario

Sistema de entrada

La estructura del sistema de entrada se encuentra en funcionamiento y no se evidencia fisuras, fugas de agua u otro aspecto que se considere que impida su buen funcionamiento. El operador de la planta cada dos días retira la gravilla, piedras y demás materiales depositados en el canal y dispuesto al lado de la unidad, pero no son utilizados como material filtrante en el lecho de secado. De manera eventual realiza la actividad de remoción de lama y/o elementos adheridos en la estructura.

Durante las visitas, se evidenció que entra al sistema posiblemente un caudal mayor al del diseño, debido a que existe un sobrante constante diario que sale por vertedero de excesos (Aliviadero) sin ningún tipo de tratamiento el cual es descargado a la fuente receptora - Quebrada Los Chorros.

Dentro de la PTARD no se realiza muestreo y/o medición de caudal a la unidad de entrada del sistema, por lo tanto, no existen registros del caudal real que ingresa al canal y el sobrante conducido por el vertedero de excesos.

Figura 5

Canal de entrada



Nota: Fuente propia

Figura 6

Caudal sobrante - vertedero de excesos



Nota: Fuente propia

Cribado

El sistema de cribado se evidencia en buenas condiciones ya que las dos rejillas no presentan ningún tipo de desgaste y se encuentran las varillas de hierro completas. El operario retira de forma manual el material acumulado en las rejillas dos (2) veces al día (mañana y tarde),

dicho material es depositado en las bandejas de escurrimiento de manera provisional para luego ser almacenadas en bolsas rojas y finalmente entregado al vehículo recolector cada ocho (8) días.

Figura 7

Unidad de cribado



Nota: Fuente propia

Desarenador

La estructura del desarenador no presenta grietas ni fisuras. Además, no se evidencia fugas de agua residual tanto en los laterales como en el fondo y el terreno aledaño no presenta ningún tipo de filtración. El operador de la planta realiza la verificación del nivel de sedimentos diariamente. El mantenimiento lo realiza aproximadamente cada ocho (8) días o cuando es necesario por medio de la remoción de las arenas y el material depositado en el fondo de cada módulo para evitar la colmatación y el ingreso de arenas al reactor UASB. Los sedimentos resultantes del proceso de limpieza son retirados de la caja de recolección mediante una pala y depositados junto con los sedimentos retirados de la unidad de entrada.

Figura 8

Desarenadores



Nota: Fuente propia

Figura 9

Sistema de purga y caja de recolección de arenas y lodos



Nota: Fuente propia

Figura 10

Disposición de arenas y lodos del sedimentador



Nota: Fuente propia

Sistema de aforo

La estructura del sistema de aforo - Canaleta Parshall, no presenta grietas, fisuras ni sobrecarga de caudal. El operador día por medio y con una frecuencia diaria de 8 horas e intervalos de 1 hora realiza la lectura de la lámina de agua a través de la reglilla ubicada en el costado del canal y registra del valor. Diariamente realiza la remoción del material adherido.

Figura 11 y 12

Canaleta Parshall y Sistema de aforo



Nota: Fuente propia

Tratamiento Secundario

Sistema digestor de lodos tipo UASB

La PTARD Central cuenta dos digestores UASB que fueron diseñados para una temperatura promedio del agua de 18° y un tiempo de detención de 4 horas. Los reactores cuentan con una zona de entrada, de gases, salida y de lodos. (Sanear y EPM, 2010).

La zona de entrada cuenta con un vertedero en V para controlar el caudal a la entrada del reactor, para zona de gases los digestores cuentan con dos placas deflectoras las cuales se encargan dirigir el gas hacia la campana de almacenamiento. El gas que se produce por actividad de la digestión anaerobia es conducido por una tubería hacia la parte superior del reactor donde se encuentra el quemador del gas. Además, para la zona de salida, los digestores cuentan con una

canaleta rectangular tipo “diente de sierra”, la cual se encuentra fijada a cada uno de los reactores. La canaleta permite la recolección de efluente de manera uniforme, realizar la descarga por medio de una tubería y llevar el efluente Al Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente – FAFA y finalmente, la zona de lodos cuenta con un sistema en forma de múltiple recolector en el fondo de la unidad acondicionada con una válvula de apertura rápida que permite la extracción de los lodos diferidos. (Núñez, 2013)

Figura 13

Digestores UASB



Nota: Fuente propia

Situación encontrada sistema de tratamiento secundario

Sistema digestor de lodos tipo UASB

Las dos unidades de reactores tipo UASB presentes en el sistema se evidencian en buenas condiciones estructurales – base firme en concreto sin corrosión y grietas al exterior de la estructura. Además, el operador manifiesta no tener antecedentes sobre alguna actividad tipo correctiva realizada a esta unidad.

Con respecto al sistema hidráulico, la estructura repartición de caudal – las cajas de distribución de cada reactor, se encuentran libres de lama y elementos que impidan el flujo del

agua, se evidencia un flujo del agua de manera uniforme y la tubería de alimentación no presenta fugas de agua residual.

Figura 14

Estructura de repartición de caudal



Nota: Fuente propia

El sistema (tubería y válvulas) para realizar el muestreo y purga de los lodos del reactor, ubicados en la parte externa son funcionales, al igual que la línea de conducción de los lodos hacia el lecho de secado. La purga de lodos se realiza cada 8 días hacia los lechos de secado. Con respecto al proceso biológico, para los periodos analizados y evaluados no se realiza actividades de medición del caudal, pH y alcalinidad.

La estructura de la campana de gas se encuentra deteriorada, oxidada y en desuso. Por lo tanto, no se realiza la purga ni control de la línea de gas. Lo anterior, hace que no se pueda determinar de manera adecuada la cantidad de biogás generado y si el sistema está funcionando de manera adecuada.

Figura 15 y 16

Estructura de la campana y quemador de gas



Nota: Fuente propia

Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente – FAFA y Filtro de Pulimento.

La PTARD Central cuenta con dos (2) unidades de FAFA cada uno con un caudal de diseño de 2.4 L/s y un tiempo de retención hidráulica de 1 hora. Cada filtro cuenta con una cámara de acceso y tubería de ventilación. El agua ingresa al sistema por el fondo en tubería de 3” para pasar por el lecho filtrante (material plástico), después de superar el lecho filtrante el agua es conducida en tubería hacia el filtro de pulimento. (Sanear y EPM, 2010).

El filtro de pulimento de carbón activado tiene como fin principal mejorar el tratamiento primario utilizado y disminuir en gran cantidad los olores producidos por el tratamiento de aguas residuales. (Núñez, 2013, p. 83)

Situación encontrada Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente – FAFA y Filtro de Pulimento.

La estructura se encuentra en funcionamiento, sin ningún tipo de fisuras y/o registro de mantenimiento correctivos. El operario manifiesta que en las inspecciones realizadas el agua del efluente es más clara que la del afluente y el sistema nunca se ha inundado, por lo que al Filtro FAFA no se le ha realizado el lavado del material de soporte al igual que al filtro de pulimento. Solo se le hace inspección al estado de las válvulas y las tuberías cada mes y purga de lodos del fondo de la unidad hacia los lechos de secado, pero no se cuenta con registros de la actividad.

Figura 17

Estado del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente – FAFA y Filtro de Pulimento.



Nota: Fuente propia

Lecho de secado

En esta unidad ingresan todos los lodos digeridos en los reactores y está compuesta por un módulo. El lecho filtrante está constituido por una capa superior de arena gruesa y otra capa de triturado. Para evacuar las aguas filtradas por la red de drenaje general hacia la fuente receptora se cuenta con una tubería de PVC de Ø 4". (Sanear y EPM, 2010)

Situación encontrada Lechos de secado

Los lodos son retirados en pequeñas proporciones, solo cuando el módulo se encuentra lleno para evitar derrame al momento de realizar la purga de lodos del digestor. No se tiene una periodicidad establecida para realizar acciones de operación y mantenimiento de la unidad y tampoco se realiza la medición de la altura de los lodos depositados.

Los lodos generados son depositados en forma de pila en zona aledaña a la planta ya que no se cuenta con fosa o lugar adecuado para la disposición dentro de las instalaciones de la PTARD. En ocasiones los lodos son entregados agricultores de la zona rural para restauración de suelo y en otras entregados al vehículo recolector para ser dispuestos en el relleno sanitario municipal.

Figura 18 y 19

Estado lecho de secado



Nota: Fuente propia

Redes de drenaje y descarga del efluente

La red de drenaje consta de una tubería de 6" Ø que traslada todas las aguas del efluente y excedentes de los desagües hasta la estructura de descarga final a la fuente receptora.

Situación encontrada en redes de drenaje y descarga del efluente

La estructura recibe los excesos del agua residual presenta deterioro en la parte inferior, lo que hace que permanentemente exista humedad y agua residual sin tratar en dicha zona. Lo anterior, teniendo en cuenta que por el bypass sale permanentemente el exceso de agua del canal de entrada y sin tratamiento.

Figura 20 y 21

Estructura de excesos de agua residual



Nota: Fuente propia

Aspectos de infraestructura adicional PTARD Central.

En la Tabla 4 se evidencia la información sobre la situación encontrada con relación a la infraestructura adicional (caseta, laboratorio, unidad sanitaria, zonas de acceso, cerco perimetral, señalización, entre otros) y los servicios públicos (agua, aseo, electricidad) con que cuenta la PTARD para el adecuado funcionamiento y operación.

Tabla 4

Condiciones de infraestructura adicional y servicios en la PTARD

Descripción	Observaciones – situación encontrada
Laboratorio y /o Equipos de laboratorio	En la PTARD Central no se cuenta con laboratorio. Dentro de los implementos y/o equipos cuentan con un Phimetro y un cono de sedimentación Imhoff.
Caseta/oficina en uso para operador de la PTAR	Las instalaciones de la PTARD Central cuenta con (Caseta/oficina) y es utilizada por el personal de la planta para las labores administrativas y se almacenan los insumos, herramientas de aseo utilizados en la PTARD
Unidad sanitaria/ambiente de aseo personal	Cuenta con unidad sanitaria/ ambiente de aseo personal y elementos de aseo y desinfección del personal operativo.
Servicio de acueducto y energía	La PTARD Central cuenta de manera continua con el servicio público de acueducto y energía.
Señalización preventiva e informativa	En las instalaciones de la PTARD no se cuentan señalización preventiva e informativa necesaria. Solo cuenta con una señal de (No fumar) ubicada en la parte frontal de la caseta/oficina.

Accesos y vías internas en la PTAR	Se encuentran en condiciones de transitabilidad y permiten el acceso a cada una de las unidades del sistema.
Cercos perimetral y áreas verdes	Cuenta con cerco perimetral en malla eslabonada y áreas verdes – (grama) y en algunas zonas plantas ornamentales en proceso de crecimiento.
Punto ecológico y disposición final de residuos sólidos	No cuenta con punto ecológico para la actividad de separación de los residuos. Los residuos resultantes de la operación y actividades de limpieza del sistema son almacenados en una bolsa color roja y los demás residuos ordinarios son depositados en bolsas negras dentro de la caseta/oficina y entregadas cada semana al vehículo recolector para ser dispuestos en el relleno sanitario.

Nota: Fuente propia

Gestión de personal operativo de la PTARD

A continuación, se relaciona la situación encontrada con referencia a la gestión del personal por la empresa de servicios públicos como operadora de la PTARD Central y aspectos del personal operativo relacionado con la idoneidad del personal para la correcta realización de actividades de operación y mantenimiento de las diferentes unidades del sistema, así como en aspectos de Seguridad y Salud en el Trabajo de manera que se garantice la integridad del personal.

Para la operación funcionamiento de la PTARD Central, solo se cuenta con un (1) operario. Con relación a las competencias laborales y experiencia en la actividad específica, el

operario no posee experiencia ni capacitación en aspectos de operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales ni en temas relacionados con Seguridad y Salud en el Trabajo.

La empresa de servicios públicos como operadora del sistema de tratamiento, manifiesta que para las actividades de mantenimiento correctivo se contrata personal calificado y para el manejo del pH metro se realizaron las indicaciones puntuales.

Con respecto al equipo de primeros auxilios, en las instalaciones de la PTARD Central no se cuenta con botiquín. Solo se evidencia el listado de los elementos básicos que debe tener un botiquín.

Con relación a la jornada laboral, los turnos del personal son de 8 horas diarias de lunes a sábado y solo se cuenta con la jornada diurna; el operario de la PTARD Central cada dos (2) días hace presencia en la planta, debido que tiene asignado otras actividades generales propias de la empresa; lo que indica que la PTARD Central no funciona con operarios permanentes.

Documentos técnicos específicos de la PTARD

La Tabla 5 hace referencia a los aspectos encontrados sobre los documentos técnicos con los que cuenta la PTARD Central para la adecuada operación y mantenimiento del sistema.

Tabla 5

Documentos técnicos específicos de la PTAR

Descripción	Observaciones
Esquema visible del sistema de tratamiento y organigrama.	No cuenta con un banner o cartel que muestre en un esquema la ubicación de cada una de las unidades del sistema y tampoco organigrama.

Disponibilidad del manual de operación y mantenimiento.	No se cuenta con el manual de operación y mantenimiento del sistema.
---	--

Plan de actividades - Cronograma	No se cuenta con un cronograma que evidencie la planificación de las actividades que debe realizar el operario en las instalaciones de la PTARD.
-------------------------------------	--

Nota: Fuente propia

Teniendo en cuenta la situación encontrada con respecto las condiciones básicas para la operación de la PTARD Central; a continuación, en las Tablas 6-10 se presentan los indicadores de resultado, con el fin de evaluar la operación y eficiencia de la PTARD Central del municipio de Guadalupe.

Tabla 6

Indicador de resultado – Actividades de Mantenimiento Preventivo - AMP

$$AMP = \frac{\# \text{ de actividades ejecutadas}}{\# \text{ de actividades programadas}} * 100 \qquad AMP = \frac{14}{14} * 100 = 100\%$$

(Agua, 2019)

El indicador refiere un porcentaje de cumplimiento del 100%, sin embargo, es necesario que se establezca el plan y cronograma de actividades de manera que se realicen la totalidad de las actividades de limpieza y mantenimiento preventivo que el sistema requiere. En el Anexo D. se evidencia la relación de documentos técnicos y actividades de operación y mantenimiento realizadas a cada unidad de la PTARD Central.

Tabla 7

Indicador de resultado – Actividades de Mantenimiento Correctivo - AMC

$$AMC = \frac{\# \text{ de situaciones impv. atend. o solucionadas}}{\# \text{ de situaciones imprevistas presentadas}} * 100$$

(Agua, 2019)

El indicador no se puede medir debido que el operador no reporta alguna situación imprevista. Además, no se cuenta con datos históricos sobre las actividades realizadas durante los años de operación de la PTARD.

Tabla 8

Indicador de resultado – Infraestructura Adicional y de Servicios - IyS

$$IyS = \frac{\text{Infraestructura y servicios existentes}}{\text{Infraestructura y servicios requeridos}} * 100 \qquad IyS = \frac{6}{8} * 100 = 75 \%$$

(Agua, 2019)

El indicador establece un cumplimiento del 75% con respecto a la infraestructura y de servicios en la PTARD, debido que se requiere adelantar acciones de señalización y demarcación de áreas para identificar áreas de acceso, peligro, restricción, en entre otros. Además de la instalación del punto ecológico. El Anexo C, relaciona la infraestructura adicional y servicios con la que cuenta la PTARD Central y el registro fotográfico.

Tabla 9

Indicador de resultado - Gestión de Personal Operativo – GPO

$$\text{GPO} = \frac{\text{Personal Operativo existente}}{\text{Personal Operativo requerido}} * 100\%$$

$$\text{GPO} = \frac{1}{2} * 100 = 50\%$$

(Agua, 2019)

El indicador de resultado evidencia un 50% de cumplimiento, debido que solo se cuenta con un operador y no cuenta con el perfil y experiencia relacionada con la función que cumple. Además, por las condiciones de la jornada laboral se considera necesario que la empresa de servicios públicos cuente con dos (2) personas capacitadas en la operación y mantenimiento de la PTARD y en Seguridad y Salud en el Trabajo, además para que se facilite la rotación de turnos y realización de las actividades diarias necesarias para el adecuado funcionamiento y monitoreo de la PTARD.

Tabla 10

Indicador de resultado - Documentos Técnicos Específicos – DTE

$$\text{DTE} = \frac{\text{Documentos Técnicos Existentes}}{\text{Documentos técnicos requeridos}} * 100$$

$$\text{DTE} = \frac{0}{4} * 100 = 0 \%$$

(Agua, 2019)

El indicador de resultado refiere un 0% de cumplimiento debido que no cuenta con ningún documento técnico que facilite llevar de manera satisfactoria la operación del sistema. Se

recomienda tomar medidas correctivas de manera que se pueda realizar una gestión documental. El anexo D, muestra la relación de los documentos técnicos existentes y requeridos para una adecuada operación, control y seguimiento a la PTARD Central.

Etapas 2. Evaluar la eficiencia del sistema, en los años 2017 a 2020 a partir de información existente, con base a los valores límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 631 de 2015.

2.1 Análisis y organización de información.

Comportamiento del sistema - desempeño histórico de la PTARD Central.

Tanto el municipio de Guadalupe como la empresa de servicios públicos de Guadalupe encargados de la prestación del servicio de alcantarillado y la PTARD Central, durante los (5) años de operación no ha realizado muestreos de calidad de agua tanto del afluente como del efluente. CORANTIOQUIA es la única entidad que ha realizado durante los años de operación los muestres de calidad de agua (simples y compuestos) con una periodicidad anual, a través de convenios realizados con diferentes instituciones y por medio de laboratorio acreditados por el IDEAM, (ACUAZUL y CORANTIOQUIA) los cuales garantizan los protocolos para los análisis requeridos bajo la norma ISO/IEC 1705-2005 y basados en los procedimientos establecidos en “Standart Methodos Fort he Examination for Wate and Wasterwater” Edition 2017.

Para analizar las cargas contaminantes y la eficiencia de la PTARD Central basado en el comportamiento del afluente, se utilizaron los resultados de los análisis de las muestras de agua residual tomados a la entrada y salida del sistema de los parámetros de DBO_5 , DQO , Sólidos Suspendidos Totales – SST y Grasas y aceites, correspondientes a los 2017-2018-2019-2020.

Análisis histórico relacionado con las eficiencias de reducción del sistema.

Los parámetros analizados se definieron para los vertimientos ARD de la PTARD Central del municipio de Guadalupe, Antioquia basados en la Res. 631 de 2015, Capítulo V – Artículo 8, relacionado con los parámetros de la *DBO₅*, *DQO*, *SST* y *Grasas y Aceites* y los valores límites máximos establecidos para los prestadores del servicio de alcantarillado que vierten a cuerpos de aguas superficiales.

Los puntos de entrada y salida (afluente y efluente) de la PTARD tienen como georreferenciación las siguientes coordenadas geográficas:

Tabla 11

Georreferenciación puntos de muestreo PTARD Central

Punto de muestreo	E	N
Entrada – (Afluente)	75° 14' 18.8"	6° 48' 44.9"
Salida – (Efluente)	75° 14' 18.9"	6° 48' 43.7"

Fuente: propia

A continuación, la Tabla 12 relaciona los análisis fisicoquímicos del agua residual tanto a la entrada como a la salida de PTARD Central para el periodo entre 2017 al 2020.

Tabla 12

Resultados de los análisis para puntos de muestreo – Entrada y Salida.

Año		2017		2018		2019		2020	
Punto - E: Entrada, S: Salida		E	S	E	S	E	S	E	S
Parámetro	DBO5 - (mg O2/L)	213	65	205	108	171	117	115	25
	DQO - (mg O2/L)	638	201	320	287	299	214	169	47

Grasas y aceites - (mg/L)	11	8,0	44	26	58	25	52	10
SST - (mg/L)	410	19	73	30	99	32	81	15

(CORANTIOQUIA, 2017,2018,2019, 2020)

En el Anexo E, se evidencian los resultados de los análisis de laboratorio realizados en el periodo de 2017 al 2020.

A partir de la información relacionada en la Tabla 12, a continuación, se realiza el cálculo de la carga contaminante de los efluentes de la PTARD Central a partir de la siguiente ecuación:

$$C_C = [C] * Q_P * F_c * t/24$$

Donde:

C_C = Carga contaminante en (Kg/día)

[C] = Concentración del contaminante en (ppm o mg/L)

Q_P = Caudal promedio durante la jornada en L/s

F_c = Factor de conversión igual a 0.0864 (Kg * s)/(kg * mg)

(ECO-CHEMICAL S.A.S, 2017)

En el Anexo F. se relacionan los parámetros utilizados para el cálculo de la carga contaminante en el punto de muestreo – Entrada (afluente) y salida (efluente) del sistema; así como los datos utilizados con cada periodo para la determinación de las cargas contaminantes.

En la Tabla 13 se evidencia el resultado del cálculo de las cargas contaminantes a la entrada y salida (afluente- efluente) de la PTARD Central para los años 2017,2018, 2019 y 2020.

Tabla 13

Cálculo carga contaminante entrada (afluente) y salida (efluente) del sistema.

Año 2017				
Parámetro	ENTRADA: E		SALIDA: S	
	Caudal	Carga cont.	Caudal	Carga cont.
	(L/s)	(Kg/día)	(L/s)	(Kg/día)
DBO5	4.8	88	4.5	25
DQO	4.8	263	4.5	78
Grasas y Aceites	4.8	5	4.5	3
Sólidos Suspendidos Totales	4.8	169	4.5	7
Año 2018				
Parámetro	ENTRADA: E		SALIDA: S	
	Caudal	Carga cont.	Caudal	Carga cont.
	(L/s)	(Kg/día)	(L/s)	(Kg/día)
DBO ₅	4.4	78	0.64	6
DQO	4.4	122	0.64	16
Grasas y Aceites	4.4	17	0.64	1
Sólidos Suspendidos Totales	4.4	28	0.64	2
Año 2019				
Parámetro	ENTRADA: E		SALIDA: S	
	Caudal	Carga cont.	Caudal	Carga cont.
	(L/s)	(Kg/día)	(L/s)	(Kg/día)
DBO ₅	5.98	88	4.79	48

DQO	5.98	154	4.79	89
Grasas y Aceites	5.98	30	4.79	10
Sólidos Suspendidos Totales	5.98	51	4.79	13

Año 2020

Parámetro	ENTRADA: E		SALIDA: S	
	Caudal	Carga cont.	Caudal	Carga cont.
	(L/s)	(Kg/día)	(L/s)	(Kg/día)
DBO ₅	2.58	26	2.06	4
DQO	2.58	38	2.06	8
Grasas y Aceites	2.58	12	2.06	2
Sólidos Suspendidos Totales	2.58	18	2.06	3

Nota: Fuente propia

A partir de la información relacionada en las Tabla 13 y la siguiente ecuación se determinaron los valores en porcentaje de remoción de la carga contaminante de los parámetros seleccionados.

$$\% \text{ Remoción} = \frac{(S_0 - S)}{S_0} * 100$$

Donde:

S₀ = Carga contaminante a la entrada – (afluente) (Kg/día)

S = Carga contaminante a la salida – (efluente) (Kg/día)

(ECO-CHEMICAL S.A.S, 2017)

La Resolución 330 de 2017 en el Artículo 184 en la Tabla 29. Rangos de eficiencia en los procesos de tratamiento menciona los rangos de eficiencia mínima que los procesos de

tratamiento deben alcanzar y sobre los cuales se realiza la evaluación de la remoción de la carga contaminante y se determina la eficiencia de la PTAR Central. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017.)

A continuación, la Tabla 14 presenta los valores resultantes del cálculo de los porcentajes de remoción de la carga contaminante y determinan la eficiencia de la PTARD Central relacionada con cada uno de los parámetros seleccionados DBO_5 , DQO , SST y Grasas y Aceites.

Tabla 14

Valores de porcentaje de remoción carga contaminante y eficiencia de la PTARD.

Parámetro	% de remoción PTARD Central			
	2017	2018	2019	2020
Año				
DBO_5	69.48	47.32	31.58	78.52
DQO	68.50	10.31	28.43	72.25
Grasas y Aceites	27.27	40.91	56.90	80.77
Sólidos Suspendidos Totales	95.37	58.90	67.68	81.48

Nota: Fuente propia

Los valores obtenidos para el año 2017 refieren porcentajes mayores de cumplimiento relacionados con los rangos de eficiencia en procesos de tratamiento ARD establecidos en la Res. 330 de 2017 para DBO_5 , DQO , SST y para los valores límites máximo permisibles establecidos en la Resolución 631 de 2017, a diferencia de los años 2018 y 2019 donde las cargas contaminantes no alcanzaron a cumplir los rangos mínimos de eficiencia ni los valores límites máximo permisibles en los parámetros de control de DBO_5 , DQO .

Para el año 2020, debido a la variación significativa en los caudales a la entrada y salida del sistema y a que los valores luego de la aplicación de la ecuación se obtienen porcentajes

superiores de remoción de la carga contaminantes comparados con los años anteriores, se considera que no se puede establecer si la PTARD Central alcanzó o no la eficiencia requerida o mínima establecida en los estudios y diseños ya que durante el año 2021 no se realizaron análisis de laboratorio que permitan realizar un comparativo o una conclusión afirmativa.

Con respecto al cumplimiento de las cargas contaminantes, y teniendo en cuenta la Resolución 040 – RES – 1806 -3603 de 2018 en la que se establecieron los objetivos de calidad del agua de las fuentes hídricas de la jurisdicción de CORANTIOQUIA durante el periodo 2019-2023, para el presente trabajo se realiza la interpretación del aporte global de la PTARD Central, debido que el municipio no cuenta con las proyecciones de las metas de aporte a descontaminación de manera individual.

La Tabla 15 presenta los valores para evaluar los objetivos de calidad establecidos por CORANTIOQUIA a partir del 2019 hasta el 2023 sobre los cambios en la calidad del agua del río Guadalupe en el Tramo 21 en el que se incluye Quebrada Los Chorros; además se evidencia el resultado de laboratorio aguas abajo del vertimiento y el cumplimiento de los objetivos.

Tabla 15

Valores para evaluación de objetivos de calidad del agua - Quebrada Los Chorros.

RÍO GUADALUPE – TRAMO 21		RESULTADOS		CUMPLIMIENTO	
Objetivos de calidad	Proyección	2019	2020	2019	2020
		Corto Plazo (0-2 Años)			
Oxígeno Disuelto (<i>mg/L de O₂</i>)	3.0	2.88	5.01	Cumple	No Cumple
(<i>DBO₅</i>) (<i>mg/L</i>)	5.0	51.8	57.2	No Cumple	No Cumple
SST (<i>mg/L</i>)	7.0	31	34	No Cumple	No Cumple

E. Coli. NMP/100 (<i>ml</i>)	1000	5943000	9080000	No Cumple	No Cumple
Coliformes Fecales NMP/100 (<i>ml</i>)	5000	17329000	48840000	No Cumple	No Cumple
pH –(Mínimo)	5.0	7.0	6.5	Cumple	Cumple
pH –(Máximo)	9.0				

Nota: Adaptado (CORANTIOQUIA, 2018)

Debido a la inexistencia de la proyección de las metas de las cargas contaminantes individuales en el municipio, no se puede conocer específicamente los valores y porcentajes que aporta la eficiencia de la PTARD Central en cuanto a la calidad del agua de la fuente receptora.

El análisis global con respecto al aporte de cumplimiento de los objetivos de calidad de agua del Tramo 21, a corto plazo, permite establecer el incumplimiento por parte de la empresa de servicios públicos y el municipio de Guadalupe, debido a los altos valores obtenidos en los análisis de laboratorio, los cuales se pueden asociar a los vertimientos directos de aguas residuales por viviendas aledañas a la quebrada Los Chorros y al efluente que sale del vertedero de excesos sin tratamiento previo. (Ver Anexo E. Resultados de análisis de laboratorio 2017,2018,2019 y 2020).

Comparativo con la normatividad aplicable

La Tabla 16 presenta el comparativo de los resultados de laboratorio del agua residual a la salida (efluente) frente a los parámetros de la normatividad aplicable a los límites máximos permisibles para los vertimientos a fuentes hídricas superficiales, así como la relación del aporte al cumplimiento de los objetivos de calidad del agua relacionada con la carga contaminante global establecida por CORANTIOQUIA para la fuente receptora Los Chorros.

Tabla 16

Comparativo de resultados de calidad del vertimiento con la Res. 631 de 2015

Año	Parámetro	Punto de	Resolución 0631 de 2015	
		muestreo	Artículo 8. Vertimientos	
		S: Salida	ARD	
2017	$DBO_5 - (mgO_2/L)$	65	90	Cumple
	$DQO - (mgO_2/L)$	201	180	No cumple
	Grasas y Aceites (mg/L)	8.0	20	Cumple
	Solidos Suspendidos Totales – SST (mg/L)	19	90	Cumple
2018	$DBO_5 - (mgO_2/L)$	108	90	No Cumple
	$DQO - (mgO_2/L)$	287	180	No cumple
	Grasas y Aceites (mg/L)	26	20	No cumple
	Solidos Suspendidos Totales – SST (mg/L)	30	90	Cumple
2019	$DBO_5 - (mgO_2/L)$	117	90	No Cumple
	$DQO - (mgO_2/L)$	214	180	No cumple
	Grasas y Aceites (mg/L)	25	20	No cumple
	Solidos Suspendidos Totales – SST (mg/L)	32	90	Cumple
2020	$DBO_5 - (mgO_2/L)$	24.7	90	Cumple
	$DQO - (mgO_2/L)$	46.9	180	Cumple
	Grasas y Aceites (mg/L)	10	20	Cumple
	Solidos Suspendidos Totales – SST (mg/L)	15	90	Cumple

(Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2015. p. 7, CORANTIOQUIA, 2017,2018,2019,2020)

Representación gráfica y análisis del comportamiento anual.

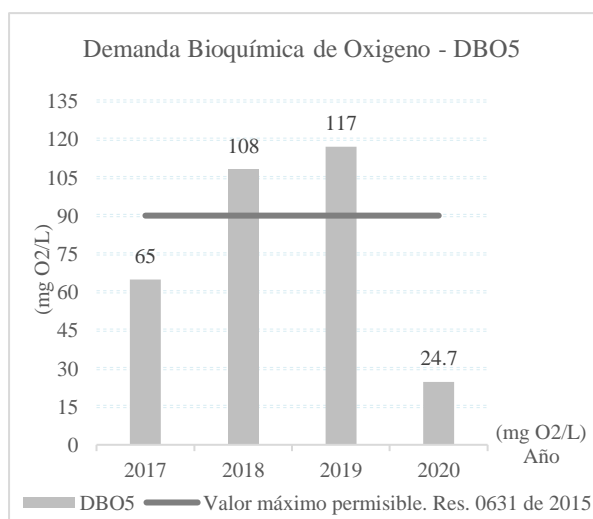
A continuación, se evidencia la representación gráfica y el análisis del comportamiento anual de los parámetros de DBO_5 , DQO , Sólidos Totales, Grasas y Aceites, caracterizados durante los años 2017- 2018-2019 y 2020 a la salida – (efluente) de la PTARD Central.

Dichos parámetros son considerados importantes para evaluar el desempeño de los reactores UASB dentro de un sistema de tratamiento de aguas residuales ya que está relacionada con el grado de contaminación. (INDUANALISIS , 2019).

La figura 22,23, 24 y 25 respectivamente muestra el comportamiento anual relacionado con la degradación del material orgánico BDO_5 , la Demanda Química de Oxígeno – DQO , los Sólidos Suspendidos Totales – SST y las Grasas y Aceites con respecto al valor límite máximo permisible para vertimientos puntuales establecido en la Resolución 631 de 2015.

Figura 22

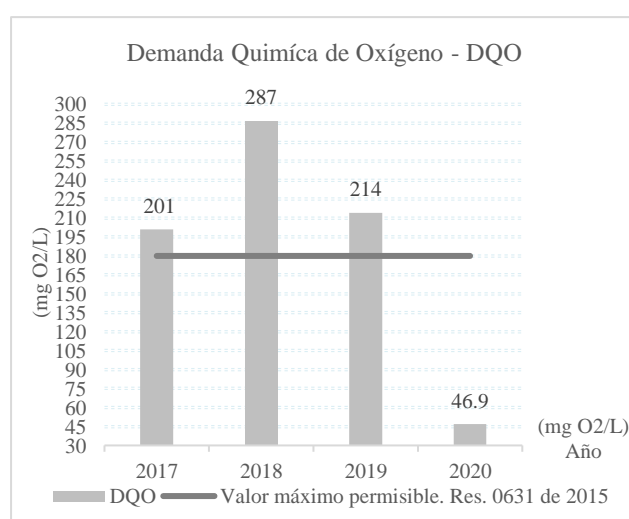
Comportamiento de la DBO_5



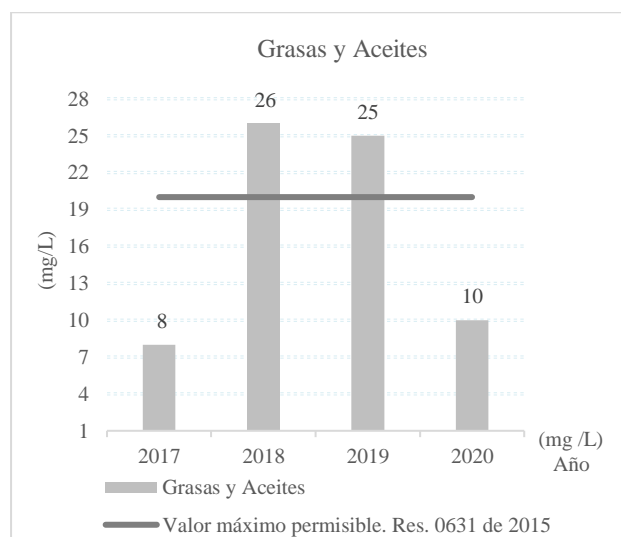
Nota: Fuente propia

Figura 23

Comportamiento de la BQO



Nota: Fuente propia

Figura 24*Comportamiento de los SST**Nota:* Fuente propia**Figura 25***Comportamiento de las Grasas y Aceites**Nota:* Fuente propia

Teniendo en cuenta las figuras 22,23, 24 y 25 y las Tabla 16, se puede evidenciar que la PTARD Central en el año 2017 en el cual inicio la operación, se tiene un resultado de 65 $mg O_2/L$, con relación al valor límite máximo permisible que corresponde a 90 $mg O_2/L$ para el parámetro de la BDO_5 en el cual se evidencia un cumplimiento. Para los años 2018 y 2019 el resultado obtenido en los análisis del parámetro supera el valor límite máximo permisible. Con respecto a la Demanda Química de Oxígeno – DQO , para los años 2017,2018 y 2019 no cumplen con el valor límite máximo permisible (180 $mg O_2/L$) establecido en la Res. 631 de 2015, debido que los valores obtenidos para los años respectivamente son de (201 $mg O_2/L$), (287 $mg O_2/L$) y (214 $mg O_2/L$).

La variación de los resultados e incumplimiento de la PTARD Central en la remoción de BDO_5 y DQO , posiblemente se dio por el tratamiento biológico, ya que durante los años de operación del sistema no se realizan las labores de mantenimiento necesarias, ni el seguimiento y control al proceso arranque del sistema relacionado con la inoculación; de manera que se

garantizará la formación de la biomasa y su activación para alcanzar la estabilidad requerida y por ende el buen funcionamiento del sistema. (Márquez y Martínez, 2011).

Para los Sólidos Suspending Totales – SST durante los tres (3) años cumple con el valor máximo límite permisible de (90 *mg /L*) establecido en la Res. 631 de 2015 ya que los valores son altos en el afluente (entrada) y la remoción es significativa a la salida del sistema (efluente). El cumplimiento del parámetro se puede asociar a la operación y funcionamiento adecuado de los sedimentadores, y a la disminución de estos a medida que el agua residual circula por las diferentes unidades.

Con relación a las Grasas y Aceites para el año 2017 - (8 *mg/L*) cumplen con el valor máximo límite permisible que corresponde a (8 *mg/L*). Para los años 2018 - (26 *mg/L*) y 2019 – (25 *mg/L*) los valores obtenidos sobrepasan los valores límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 631 de 2015. El incumplimiento puede estar asociado a que el sistema no cuenta con una unidad individual de remoción de este contaminante, lo que hace que se acumule en todas las unidades, especialmente en las cajas de entrada de los reactores biológicos. Además, para ambos periodos no se registra la realización de actividades de mantenimiento relacionadas con el retiro de natas y grasas.

Para el año 2020, los valores obtenidos en el análisis de los parámetros de BDO_5 , DQO, SST y Grasas y Aceites reducen significativamente aportando en mayor proporción el cumplimiento a lo establecido en la Res. 631 de 2015. Sin embargo, teniendo en cuenta los datos del caudal aforado, los valores obtenidos del análisis de laboratorio, el cálculo de las cargas contaminantes y las posibles interferencias en el momento del muestreo, es necesario contar con información del año posterior (2021) para determinar si los datos son reales y si la planta continúa incumpliendo o alcanzó la eficiencia de remoción de contaminantes en dicho periodo.

Una vez analizado y evaluado la eficiencia del sistema con base a los históricos de los resultados de las muestras de agua residual a la entrada y salida del sistema, se define el indicador de resultado relacionado con la capacidad de la PTARD Central; el cual permitirá realizar el seguimiento al sistema y realizar las determinaciones necesarias de manejo y control por parte de la empresa prestadora del servicio de alcantarillado y el municipio.

Tabla 17

Indicador de resultado - Capacidad de Tratamiento -CT.

$$CT = \frac{\text{Caudal año analizado}}{\text{Caudal de diseño}} * 100$$

$$DTE_{2017} = \frac{4.78 \text{ L/s}}{4.9 \text{ L/s}} * 100 = 97\%$$

(Agua, 2019)

$$DTE_{2018} = \frac{4.40 \text{ L/s}}{4.9 \text{ L/s}} * 100 = 90\%$$

$$DTE_{2019} = \frac{5.98 \text{ L/s}}{4.9 \text{ L/s}} * 100 = 122\%$$

$$DTE_{2020} = \frac{2.58 \text{ L/s}}{4.9 \text{ L/s}} * 100 = 53\%$$

Para el año 2017 y 2018 los porcentajes de capacidad de tratamiento de la PTARD Central se encuentran dentro de lo establecido en los diseños. Para el año 2019 la capacidad de la planta superó un 22% el caudal de diseño y para el año 2020, el porcentaje de capacidad de la PTARD Central se considera no confiable debido a la variación significativa de los datos de caudal aforado.

Etapa 3. Proponer acciones de mejoramiento relacionadas con las condiciones de operación, mantenimiento y eficiencia del sistema.

Conforme al diagnóstico y evaluación del estado actual realizada a la PTARD Central del municipio de Guadalupe, Antioquia se establece las siguientes acciones de mejoramiento relacionadas con las condiciones de operación, mantenimiento y eficiencia del sistema.

Sistema de entrada

Establecer un punto para el almacenamiento de la arena retirada de esta unidad para luego ser utilizada como material filtrante en el lecho de secado.

Realizar actividades de mantenimiento al sistema de entrada diariamente dos (2) veces al día (mañana y tarde) y después de que hayan presentado lluvias fuertes.

Cribado

Realizar el registro de la cantidad de material extraído, de manera que se pueda llevar un control de la producción de residuos generados en la operación de la PTARD.

Desarenador

Almacenar la arena extraída de esta unidad, conjuntamente con la extraída del canal de entrada para ser reutilizada en los lechos de secado de lodos.

Registrar la cantidad y características del material retirado con el fin de llevar los registros de material extraído, reutilizado y/o con disposición final.

Reactores

Realizar la medición del pH y la alcalinidad de manera diaria, de modo que se tenga un control del pH para determinar si el proceso de digestión se realiza satisfactoriamente y para el caso de la medición de la alcalinidad impedir el colapso del sistema por acidificación.

Realizar el mantenimiento correctivo al quemador de gas y garantizar las medidas o necesarias que permitan operar todos los elementos de la planta. Además, se requiere que el gas producido sea recogido, medido y quemado.

Realizar los mantenimientos preventivos a las válvulas y accesorios para evitar la corrosión de los elementos metálicos y el deterioro progresivo de modo que haya un correcto funcionamiento de dichos elementos, vida productiva y se eviten gastos innecesarios en reposiciones.

Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente – FAFA y Filtro de Pulimento.

Establecer formatos de control para llevar los registros de labores de operación realizadas en los FAFA y al filtro de pulimento.

En el momento que se observe el efluente no clarificado en relación con el caudal de entrada y/o el sistema inundado, se debe realizar el lavado de soporte de la biomasa con la actividad de retiro y lavado del material con un chorro de agua hasta remover gran parte de la película en el cada del FAFA y para el caso de filtro de pulimento, realizar la limpieza del filtro de carbón activado mediante la acción de retro lavado.

Lecho de secado

Cada purga proveniente del digestor debe tener un tiempo de deshidratación de siete (7) días en la celda.

Medir la altura de la torta de lodos con una reglilla diariamente y hasta completar los siete días de secado, teniendo en cuenta el estado del tiempo, si hay producción de olor y proliferación de moscos y llevar los registros correspondientes.

Reponer la arena que sale adherida al lodo seco retirado de la unidad con el material (arena) extraída del canal de entrada y los sedimentadores.

Aspectos de infraestructura adicional

Instalar señalización preventiva e informativa que permita a los operarios y visitantes de la PTARD Central tener información sobre la prevención del riesgo y accidentes dentro de las instalaciones. Además, tener conocimiento sobre las unidades del sistema, vías de acceso, áreas de trabajo y equipos peligrosos.

Instalar punto ecológico teniendo en cuenta el código de colores unificados establecidos por el Ministerio de Ambiente en la Resolución 2184 de 2019, con el fin de realizar la separación de residuos sólidos generados en las instalaciones de la PTARD.

Gestión del personal

Realizar capacitación al personal con relación a la operación de la planta, en temas de Seguridad y Salud en el Trabajo – SST y trabajo en alturas. Además, proveer arnés y línea de vida, ya que durante las labores de operación deben ascender aprox. 5m a través de las escaleras para acceder a la pasarela ubicada en la parte superior de los UASB.

Realizar la dotación de elementos de Protección personal de manera completa como mecanismo de control para la reducción de riesgos laborales y aumentar la seguridad de los operarios al momento de sufrir accidentes laborales. (Guantes, botas plásticas y overoles).

Adquirir equipo de primeros auxilios (Botiquín) con disponibilidad de elementos antisépticos y desinfectantes (Esparadrapo, alcohol, gasas, disolución desinfectante, tijeras, repelente para evitar picaduras).

Evaluar la contratación de otra persona de manera que haya disponibilidad de operario todos los días para la realización de las actividades de operación, mantenimiento, seguimiento y control a cada una de las unidades del sistema.

Documentos técnicos específicos

Formular el manual de operación y mantenimiento como base para que los operarios y visitantes de la PTARD Central tengan la explicación de manera sencilla el esquema del sistema, organigrama, las especificaciones técnicas, las actividades, la periodicidad del mantenimiento de cada unidad del sistema y se dé cumplimiento con lo establecido en la Resolución 330 de 2017.

Definir un plan de actividades de operación y mantenimiento en la PTAR de manera que el operario de la PTARD tenga definida los periodos de realización de cada una de las actividades y favorezca el buen funcionamiento de la planta y el cumplimiento del Decreto 1076 de 2015.

Monitoreo al sistema

Realizar una caracterización del afluente y efluente de las Plantas mínimo cada tres (3) meses, para efectos de control, cobro de tasas retributivas y dar cumplimiento Resolución 0330 de 2017.

Llevar registro del estado de los accesorios como válvulas, tuberías y unidades de la PTARD, con el fin de detecta fallas rápidamente y tomar las medidas pertinentes, debido que estos son susceptibles a la corrosión y pueden ocasionar deficiencias en el funcionamiento normal de las unidades del sistema.

Llevar un cuaderno o bitácora de operaciones, de manera que realice el registro diariamente de todas las actividades realizadas en la jornada laboral, así como las anomalías presentadas, las visitas realizadas por personas externas y la cantidad y entidad que representa, procurando dar cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 1076 de 2015 relacionado con los registros de actividades de mantenimiento y operación.

A continuación, se presenta el indicador de resultado relacionado con el planteamiento de acciones para el mejoramiento del sistema.

Tabla 18

Indicador de resultado - Acciones de mejoramiento - APTAR

$$AM = \frac{\text{Necesidades identificadas}}{\text{Acciones planteadas}} * 100$$

$$APTAR = \frac{24}{24} * 10 = 100\%$$

(Agua, 2019)

Con respecto a las acciones de mejoramiento para la PTARD Central, durante el desarrollo del diagnóstico y valuación se identificaron 24 necesidades y se plantearon el 100% de las acciones de mejora que permitirán optimizar el funcionamiento y eficiencia del sistema.

Conclusiones

Los hallazgos relacionados con las condiciones básicas de operación de la PTAR Central, reflejan el incumplimiento de las actividades de tipo preventivas y correctivas durante los años de operación, al igual que para la gestión del personal por la reducida disponibilidad y experiencia del operario, por la inexistencia de documentos técnicos para la adecuada operación y mantenimiento del sistema. Con respecto a infraestructura adicional y otros servicios refiere mayor cumplimiento, sin embargo, es necesario tomar medidas relacionadas con la señalización de las instalaciones del sistema y el punto ecológico.

Con respecto a la eficiencia del sistema, se determina que no cumplió con los valores límites máximos para realizar vertimientos en la fuente receptora Los Chorros durante tres (3) años consecutivos de operación - 2017, 2018, y 2019 y para el año 2020 debido a la variación significativa de los valores de caudales aforados, se requiere tener datos posteriores a esta vigencia para determinar la eficiencia o no en la remoción de los parámetros contaminantes evaluados y el cumplimiento de los valores límites máximo establecidos en la Res. 631 de 2015.

Con relación al aporte del cumplimiento a corto plazo de los Objetivos de calidad del Agua establecidos por CORANTIOQUIA para el Tramo 21 en la fuente natural Los Chorros, el municipio está incumpliendo en las metas globales, debido que la diferencia de resultados obtenidos aguas abajo del punto de vertimiento superan los valores establecidos.

Se realiza la identificación de 24 necesidades y por ende se presentan las acciones de mejora para las condiciones halladas en cada una de las unidades del sistema, además, de la infraestructura adicional y de servicios, gestión del personal operativo, documentos técnicos específicos y monitoreo al sistema.

Luego de realizado el Diagnóstico y Evaluación del Estado de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas – PTARD Central del Municipio de Guadalupe, Antioquia, se

identificó el no cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos para realizar vertimientos a fuentes superficiales, y en los procesos de operación y mantenimiento del sistema, por este motivo se plantean las acciones de mejora y recomendaciones con el fin de dar cumplimiento con la normatividad nacional vigente.

En general, el proyecto permite al municipio y demás actores interesados, tener una línea de base sobre el funcionamiento de la PTARD desde el inicio de operación - año 2017 hasta el 2020 lo que facilitará la toma de decisiones y desarrollo de acciones de mejoramiento, optimización del sistema e inversión en infraestructura para el manejo y tratamiento adecuado de las aguas residuales en el municipio de Guadalupe, Antioquia.

Recomendaciones

Con el fin de garantizar el buen funcionamiento y eficiencia de la planta se recomienda formular el manual de operaciones y mantenimiento de la PTARD Central y ser socializado con los operarios del sistema.

Implementar el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo - SG-SST el cual es de obligatorio cumplimiento por los empleadores de los diferentes sectores y bajo cualquier modalidad de contratación.

Realizar la contratación del personal necesario y capacitado de manera que se garantice la operatividad y realización de actividades diariamente.

Realizar los monitoreos de calidad del agua cada tres meses o como mínimo cada semestre de manera que se pueda evaluar la eficiencia del sistema con respecto a los valores límites máximos permisibles establecidos para el vertimiento a fuentes superficiales, determinar la carga contaminante y cumplir con los objetivos de calidad de agua establecidos por la autoridad ambiental CORANTIOQUIA.

Formular las metas de cargas contaminantes a nivel municipal y con base a las metas globales establecidas por CORANTIOQUIA para el Tramo 21 – Fuente Natural Los Chorros y realizar los informes de monitoreo y seguimiento con periodicidad semestral para presentación a la autoridad ambiental.

Realizar las acciones de mejoramiento de manera que se contribuya a optimizar la operación y eficiencia del sistema, garantizar ambientes seguros de trabajo y realizar el seguimiento y monitoreo a la PTARD Central y los diferentes indicadores establecidos en el desarrollo de este trabajo. Además, es importante continuar con las actividades hasta el momento definidas y realizadas por el operador del sistema.

Referencias

- Agua, M. d. (2019). Reporte de indicadores de la plataforma Virtual de plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Estado Plurinacional de Bolivia. *BIVICA*.
[https://www.bivica.org/files/5797_Reporte%20de%20Indicadores%20de%20la%20Plataforma%20Virtual%20de%20Plantas%20de%20Tratamiento%20de%20Aguas%20Residuales%20\(PTAR\)%20%202019.pdf](https://www.bivica.org/files/5797_Reporte%20de%20Indicadores%20de%20la%20Plataforma%20Virtual%20de%20Plantas%20de%20Tratamiento%20de%20Aguas%20Residuales%20(PTAR)%20%202019.pdf)
- Aguirre J, C. Jaramillo L, G. (2015) El papel de la descripción en la investigación cualitativa. SCIELO. Cinta de moebio (53), 175-189. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-554X2015000200006>
- Ambiente, M. d. (2002). Gestión para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de las aguas residuales municipales. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. *IDEAM*.
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005574/cartillas/Residuosmunicipales.pdf>
- Colombia, G. d. (12 de 2021). Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV. *CAR*.
<https://www.car.gov.co/vercontenido/157>
- CORANTIOQUIA. (2018). Resolución 040-RES-1806-3603 por la cual se establecen los objetivos de calidad de agua en los cuerpos de agua de la jurisdicción de Corantioquia para el período 2019-2028. Medellín. Corantioquia.
<https://www.corantioquia.gov.co/tasas-retributivas/>
- CORANTIOQUIA. (2017,2018,2019, 2020). Reporte de ensayo de agua . [Documento no publicado]. Laboratorio Ambiental de Corantioquia.
- CTA, C. D. (2018). Propuestas de acciones y recomendaciones para mejorar la productividad del agua, eficiencia en el tratamiento de aguas residuales y el reúso del agua en Colombia.

Departamento Nacional de Planeación - DNP. https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejestematicos/Agua/INFORME_PROPUESTAS%20FINAL_18_05_18.pdf

DNP, D. N. (s.f). Fichas de caracterización y tablero de Control territorial. Consultado el 13 de diciembre de 2021. TerriData. <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/perfiles/05315>

ECO-CHEMICAL S.A.S. (2017). Informes de muestreo y análisis de calidad de aguas residuales. [Documento no publicado].

EPM, S. y. (2010). Revisión, Actualización y Ajustes de los diseños de perfiles de proyecto para la construcción de las obras de saneamiento básico en el municipio de Guadalupe - Antioquia. [Documento no publicado]. Secretaría de Planeación y Desarrollo Territorial.

Gobernación de Antioquia. (2020). *PISCC* - Planes Integrales de Seguridad y Convivencia Ciudadana. Gobernación de Antioquia.

<https://gobierno.antioquia.gov.co/archivos/PISCC%202020-2023%20GUADALUPE-min.pdf>

Guadalupe, M. d. (2008). Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV. Municipio de Guadalupe, Antioquia. [Documento no publicado]. Secretaría de Planeación y Desarrollo Territorial.

Guadalupe, M. d. (2019). Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV. Municipio de Guadalupe, Antioquia. [Documento no publicado]. Secretaría de Planeación y Desarrollo Territorial.

Guadalupe, M. d. (2020). Plan de Desarrollo Municipal - 2020-2023. Alcaldía Municipal de Guadalupe, Antioquia. <http://www.guadalupe-antioquia.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-con-amor-por-guadalupe-seguiremos>

Guerra, E. E. (2014 de 08 de 2021). Daños a la salud por la mala disposición de residuos sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste. *Scielo*.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000200011

Guarnizo, L. J. y Vittorino, O.C (2019). Determinación del Impacto Ambiental Generado por el Vertimiento de las Aguas Residuales del Hospital Federico Lleras Acosta sobre los Ecosistemas Acuáticos Naturales y la Salud Pública en la Ciudad de Ibagué. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/28439>

INDUANALISIS. (04 de 06 de 2019). *DBO y DQO*. INDUANALISIS – Laboratorio Ambiental.

https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/dbo_y_dqo_31

Noyola, A. Morgan J.A y Guereca L.P. (2013). Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. Universidad Autónoma de México. Pronaturasur.

https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fwww.pronatura-sur.org%2Fweb%2Fdocs%2FTecnologia_Aguas_Residuales.pdf&clen=9368443&chunk=true

Núñez, G. d. (2013). Panorama del tratamiento de aguas residuales con tecnología anaerobia en la costa Atlántica de Colombia. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].

STUDYLIB. <https://studylib.es/doc/7210799/panorama-del-tratamiento-de-aguas->

Márquez V, M y Martínez G, S . (2011). Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente (RAFA's o UASB) Antología. Laboratorio de Ingeniería Ambiental. Centro Tecnológico Aragón – México DF.

https://chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fsswm.info%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Freference_attachments%2FM%2

Núñez, G. d. (2013). Panorama del tratamiento de aguas residuales con tecnología anaerobia en la costa Atlántica de Colombia. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia] *STUDYLIB*. <https://studylib.es/doc/7210799/panorama-del-tratamiento-de-aguas->

Presidencia de la República de Colombia. (1974,18 de diciembre.). Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Bogotá D.C. Departamento Administrativo de la Función Pública-DAFP. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1551>

Sanear. y EPM. (2010). Revisión, Actualización y Ajustes de los diseños de perfiles de proyecto para la construcción de las obras de saneamiento básico en el municipio de Guadalupe - Antioquia. Municipio de Guadalupe, Antioquia.

Territorial, S. d. (2016). Planos Digitales Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas – PTARD Central. Municipio de Guadalupe, Antioquia.

Anexos

Anexo A *Formatos recolección de información PTARD Central*

Anexo B *Esquemas de las unidades de tratamiento de la PTARD Central*

Anexo C *Condiciones e infraestructura adicional y servicios*

Anexo D *Documentos técnicos y actividades PTARD*

Anexo E *Resultados de análisis de laboratorio 2017,2018,2019 y 2020*

Anexo F *Parámetros y cálculos de carga contaminante*

Anexo A. Formatos recolección de información PTARD Central.

Diseño de formato para levantamiento de información primaria y secundaria.

Criterios generales de diseño
Período de diseño:
Población servida:
Año de operación:
Caudal de diseño:
Caudal medio:
Temperatura del agua °C:
DQO:
DBO ₅ :
Solidos Suspendidos Totales - SST:
Historial – Registros de operación y mantenimiento del sistema
Año puesto en marcha:
Años de operación:
Registro de caudales:
Actividades diarias:
Actividades semanales
Actividades quincenales:
Actividades semestrales:
Eventuales:
Registros y resultados de muestras de calidad del agua entrada y salida
Cantidad de registros y muestras por año:

Nota: Fuente propia

Diseño de encuesta aplicada a operadores de la PTARD Central

VARIABLES DE DESEMPEÑO Y CONTROL DE LA PTARD CENTRAL MUNICIPIO DE GUADALUPE, ANTIOQUIA.
Nombre del operador:
Nombre de la PTAR:
Departamento:
Municipio:
Nombre y cargo de responsable:
Fecha:
I. Unidades de tratamiento
Pretratamiento

Tratamiento primario:
Tratamiento secundario o Biológico:

II. Condiciones e infraestructura adicional y servicios

DESCRIPCIÓN

0: No tiene 1: Tiene inadecuado 2: Tiene -Adecuado

	0	1	2	Observaciones
Laboratorio equipado y en funcionamiento:				
Caseta/oficina en uso para operador de la PTARD:				
Unidad sanitaria/ambiente de aseo personal:				
Servicio de acueducto y energía				
Señalización preventiva e informativa:				
Accesos y vías internas en la PTAR:				
Cerco perimetral y áreas verdes:				
Punto ecológico – Recolección y disposición final:				

III. Gestión del personal operativo

DESCRIPCIÓN

0: No tiene 1: Tiene inadecuado 2: Tiene adecuado

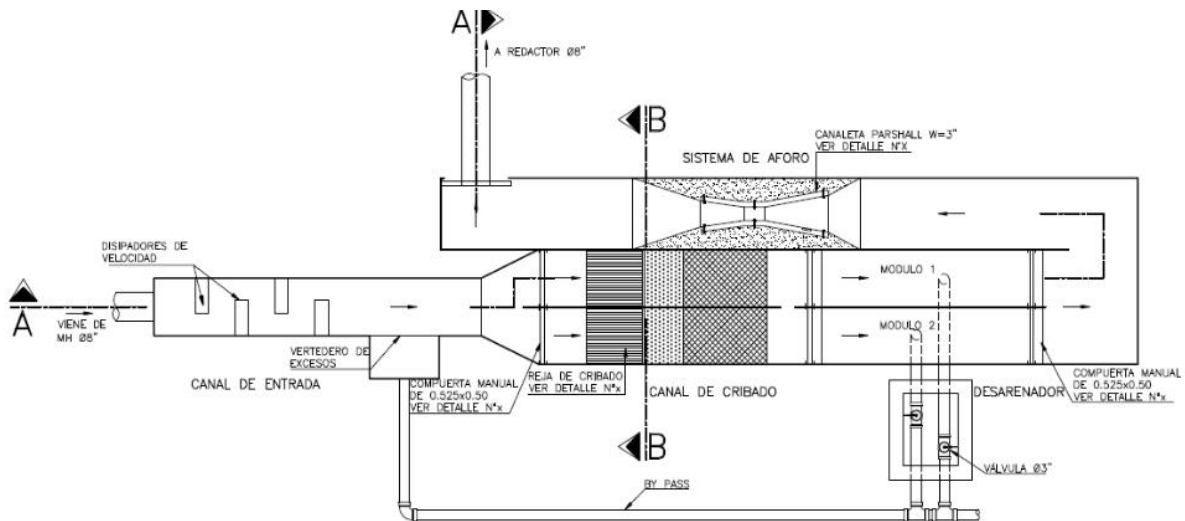
	0	1	2	Observaciones
Responsable de la PTARD:				
Responsable de laboratorio:				
Personal técnico calificado:				
Personal de apoyo capacitado:				
Personal capacitado en tareas de operación y mantenimiento de la PTARD:				
Personal capacitado en Seguridad y Salud en el Trabajo:				

Reactores UASB (RAFA)
Limpieza de vertederos - caja de distribución:
Verificación tuberías de alimentación:
Muestreo de purga de lodos:
Tubería de conducción purga de lodos:
Medición del caudal - entrada al reactor:
Medición de pH:
Medición de alcalinidad:
Medición producción de gas:
Observación del efluente:
Filtro FAFa
Inspección del efluente:
Lavado de material de soporte:
Filtro grueso de pulimento
Inspección del efluente:
Limpieza de material (carbón activado):
Lechos de secado
Medición altura de lodos:
Retiro de lodos de la celda:
Medio de secado:
Aplicación de cal:
Sistema de descargas - efluente
Limpieza del tanque y/o zona de descarga:
Revisión de estabilidad del terreno:
Observaciones

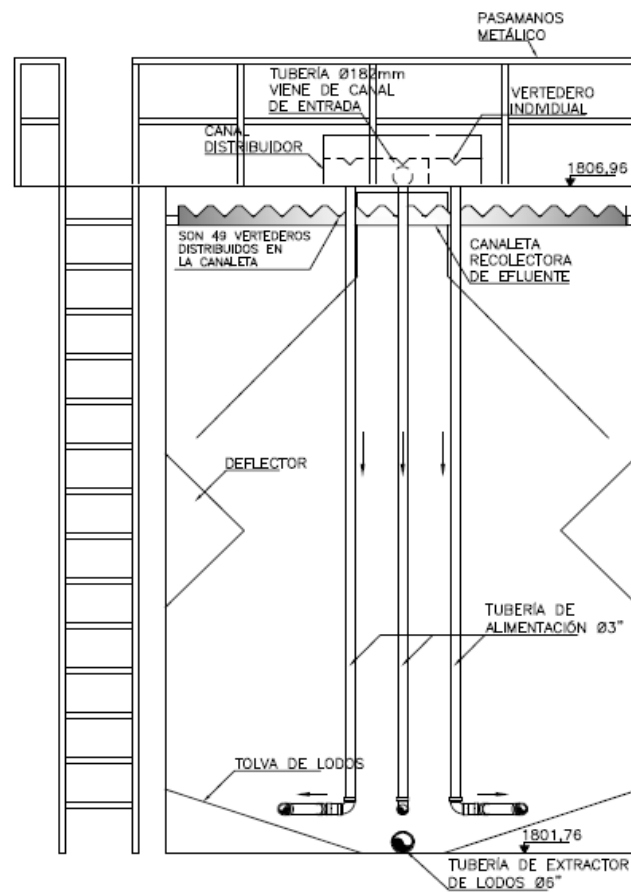
Nota: Fuente propia

Anexo B. Esquemas de las unidades de tratamiento de la PTARD Central

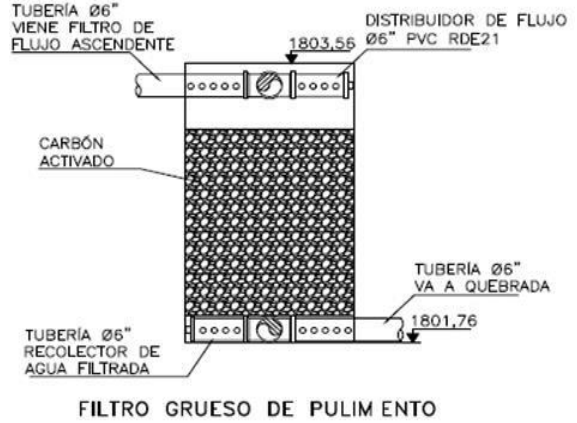
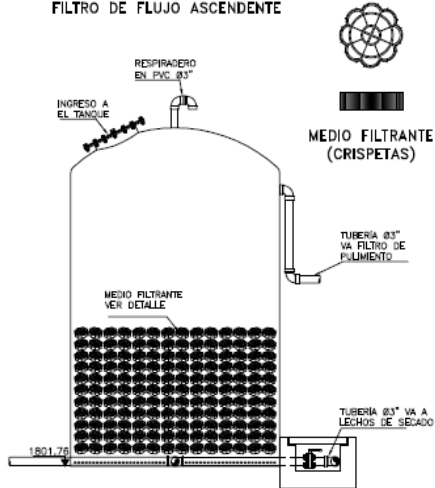
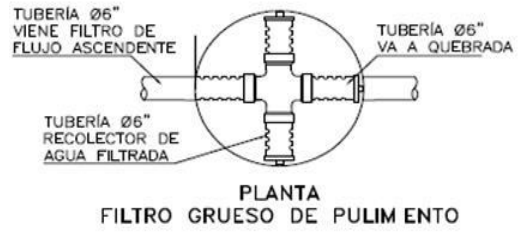
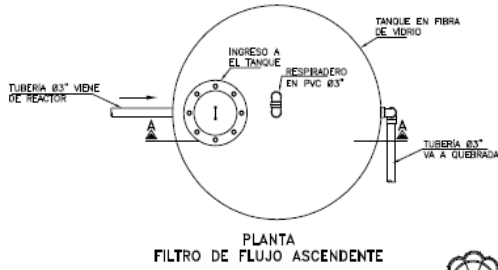
Esquema Canal de entrada, Cribado, desarenador y sistema de aforo.



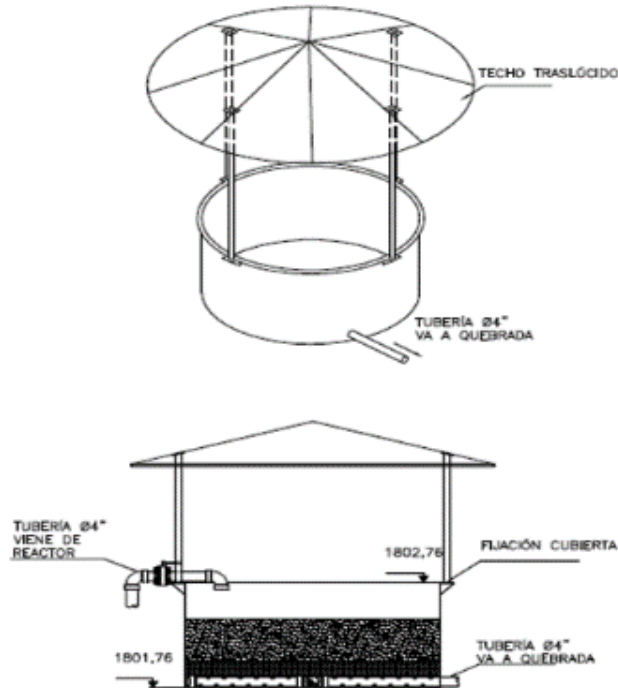
Esquema de digester UASB



Esquema del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente – FAFA y Filtro de Pulimento



Esquema lechos de secado



Nota: (Territorial, 2016)

Anexo C. Condiciones e infraestructura adicional y servicios.

Resultados de encuesta

VARIABLES DE DESEMPEÑO Y CONTROL DE LA PTARD CENTRAL MUNICIPIO DE GUADALUPE, ANTIOQUIA.				
II. Condiciones e infraestructura adicional y servicios				
DESCRIPCIÓN	0: No tiene 1: Tiene inadecuado 2: Tiene - Adecuado			Observaciones
	0	1	3	
Laboratorio y/o equipos de laboratorio:	x			
Caseta/oficina en uso para operador de la PTARD:			x	
Unidad sanitaria/ambiente de aseo personal:			x	
Servicio de acueducto y energía			x	
Señalización preventiva e informativa:		x		
Accesos y vías internas en la PTAR:			x	
Cerco perimetral y áreas verdes:			x	
Punto ecológico – Recolección y disposición final:	x			

Nota: Fuente propia

Registro Fotográfico - Condiciones de infraestructura adicional y servicios en la PTARD Central.

Equipos y utensilios de laboratorio



Caseta/oficina e insumos



Unidad sanitaria



Servicios públicos domiciliarios – Energía



Señalización



Vías de acceso



Cerco Perimetral



Áreas verdes y forestación



Manejo de residuos sólidos



Nota: Fuente propia

Anexo D. Documentos técnicos y actividades PTARD

Resultados de la encuesta. Relación de documentos Técnicos y actividades de operación y mantenimiento -Unidades de la PTARD Central.

VARIABLES DE DESEMPEÑO Y CONTROL DE LA PTARD CENTRAL MUNICIPIO DE GUADALUPE, ANTIOQUIA								
IV. Documentos técnicos específicos								
DESCRIPCIÓN	0: No tiene 1: Tiene		Observaciones					
	0	1						
Esquema visible del sistema de tratamiento:	X							
Organigrama consolidado:	X							
Disponibilidad y utilización de manual de operación y mantenimiento de la PTARD:	X							
Plan de actividades de operación y mantenimiento en la PTAR:	X							
V. Actividades de operación y mantenimiento -Unidades PTARD Central								
Pretratamiento - Tratamiento Primario								
DESCRIPCIÓN	Periodicidad							
	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	Eventual	Ninguna
Estrada y Cribado								
Limpieza unidad de entrada:	X							
Limpieza de rejas de cribado:	X							
Desarenadores								
Limpieza y/o medición del lecho de arena:		X						
Canaleta Parshall								
Limpieza de material adherido	X							
Medición y registro de caudal:	X							
Verificación y estado de la unidad:	X							
Observaciones: Las actividades que se relacionan con una frecuencia diaria corresponden a cada dos días - debido que el operario se encuentra en la PTAR los días lunes - miércoles y viernes.								
Tratamiento secundario								
DESCRIPCIÓN	Periodicidad							
	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	Eventual	Ninguna
Reactores UASB (RAFA)								
Limpieza de vertederos - caja de distribución:		X						

Verificación tuberías de alimentación:	X	
Muestreo de purga de lodos:	X	
Tubería de conducción purga de lodos:	X	
Medición del caudal - entrada al reactor:		X
Medición de pH:		X
Medición de alcalinidad:		X
Medición producción de gas:		X
Observación del efluente:	X	
Filtro FAFA		
Inspección del efluente:	X	
Lavado de material de soporte:		
Filtro grueso de pulimento		X
Limpieza de material (carbón activado):		X
Lechos de secado		
Medición altura de lodos:		X
Retiro de lodos de la celda:		X
Medio de secado:		X
Aplicación de cal:		X
Sistema de descargas - efluente		
Limpieza del tanque y/o zona de descarga:		X
Revisión de estabilidad del terreno:		X
Observaciones:		

Nota: Fuente propia



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

FRT10-02F VER 06

Código: 2017120217

Fecha y hora de recepción: 2/12/2017 12:30

INFORMACION SUMINISTRADA POR EL CLIENTE

Estado del tiempo: Verano

Tipo de Muestra: Residual

pH (U. pH):

Cloro residual libre(mg/L):

Solicitado por: Ecochemical S.A.S

Procedencia: GUADALUPE

Fecha y hora de toma: 2/12/2017 8:00

Muestreado por: Fredy Cardona

Sitio de Muestreo: Entrada PTAR Principal

Dirección:

RESULTADOS

Parámetro	Método	Referencia	Resultados	Fecha
pH (Unidades de pH)	Electrométrico	SM 4500-H ⁺ B	7,25	2/12/2017
Alcalinidad Total (mg CaCO ₃ /L)	Titulación	SM 2320 B	238,5	4/12/2017
DBO (mg/L)	Test 5 días	SM 5210 B; EPA 360.3	213	7/12/2017
DQO (mg O ₂ /L)	Colorimétrico - Reflujo Cerrado	SM 5220 D	638	2/12/2017
Grasas y Aceites (mg Grasas y Aceites/L)	Extracción Soxhlet	SM 5520 D	11	15/12/2017
Sólidos Suspendidos Totales (mg SST/L)	Gravimétrico	SM 2540 D	410	16/12/2017

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.

Ferney Velasco Garzón
 Analista Líder Físicoquímico
 Tecnólogo Químico TQ-01691

Carlos E. Rondón
 Coordinador de laboratorio
 Químico PQ-05595

FÍN DEL INFORME



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

Código: 2017120218

FRT10-02F VER 06

Fecha y hora de recepción: 2/12/2017 12:30

INFORMACION SUMINISTRADA POR EL CLIENTE

Estado del tiempo: Verano

Tipo de Muestra: Residual

pH (U. pH):

Cloro residual libre(mg/L):

Solicitado por: Ecochemical S.A.S

Procedencia: GUADALUPE

Fecha y hora de toma: 2/12/2017 8:30

Muestreado por: Fredy Cardona

Sitio de Muestreo: Salida PTAR Principal

Dirección:

RESULTADOS

Parámetro	Método	Referencia	Resultados	Fecha
Nitrógeno Amoniacal (mg NH ₃ -N/L)	Titulación	SM 4500-NH ₃ B, C	23,18	6/12/2017
Ortofosfatos (mg PO ₄ ⁻³ /L)	Cromatografía Iónica	SM 4110 B	3,892	2/12/2017
pH (Unidades de pH)	Electrométrico	SM 4500-H ⁺ B	6,87	2/12/2017
DBO (mg/L)	Test 5 días	SM 5210 B; EPA 360.3	65	7/12/2017
DQO (mg O ₂ /L)	Colorimétrico - Reflujo Cerrado	SM 5220 D	201	2/12/2017
Grasas y Aceites (mg Grasas y Aceites/L)	Extracción Soxhlet	SM 5520 D	< 8,0	15/12/2017
Sólidos Suspendidos Totales (mg SST/L)	Gravimétrico	SM 2540 D	19	16/12/2017
Fósforo Total (mg P/L)	Acido Ascórbico	SM 4500-P E	3,218	5/12/2017
Sólidos Sedimentables (mL/L)	Volumétrico	SM 2540 F	0,1	7/12/2017
Detergentes (mg SAAM/L)	Espectrofotométrico	SM 5540 C	4,645	5/12/2017
Nitrógeno Total (mg N/L)	Fotométrico	SM 4500-N C	23,618	4/12/2017
Hidrocarburos (mg/L)	Extracción Soxhlet	SM 5520 F	< 9,0	15/12/2017
Nitritos (mg NO ₂ ⁻ /L)	Cromatografía Iónica	SM 4110 B	< 0,010	2/12/2017
Nitratos (mg NO ₃ ⁻ /L)	Cromatografía Iónica	SM 4110 B	2,298	2/12/2017

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.

Ferney Velasco Garzón
 Analista Líder Fisicoquímico
 Tecnólogo Químico TQ-01691

Carlos E. Rondón
 Coordinador de laboratorio
 Químico PQ-05595

FÍN DEL INFORME

Reporte de ensayo (agua)

LCA/RE-1325W6

Laboratorio Ambiental de Corantioquia

FT-AIRNR-144, versión 1 // Página 1 de 5



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales IDEAM, para la realización de Alcalinidad, Bromuros, Cloruros, Fluoruros, Nitrato, Nitrito, Sulfatos, Cianuro Total, Coliformes Termotolerantes, Coliformes Totales, Color Real, Compuestos Fenólicos, AOX, BTEX, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos-PAHs, Pesticidas Organofosforados, Pesticidas Organoclorados, Conductividad Eléctrica, DBO5, DQO, Dureza cálcica, Dureza total, Escherichia coli, Formaldehído, Ortofosfato, Fósforo Total, Grasas y Aceites, Hidrocarburos, Índice de fenol, Mesófilos Aerobios, Metales Disueltos [Magnesio, Potasio, Sodio, Silice], Metales Totales [Aluminio, Antimonio, Bario, Berilio, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Níquel, Potasio, Plata, Plomo, Selenio, Silice, Sodio, Titanio, Vanadio, Zinc], Nitrogeno Amomiacal, Nitrogeno Kjeldahl, Oxígeno Disuelto, Pseudomonas aeruginosa, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Sulfuro Total, Surfactantes aniónicos, Turbiedad, Toma de Muestra Simple, Toma de Muestra Compuesta, Toma de Muestra Integrada en cuerpo Lótico, Toma de Muestra Integrada en cuerpo Léntico, Toma de Muestra en Aguas Subterráneas, Toma de muestra de suelos superficiales recolectados con espátula, pala o cuchara, Toma de muestra en Depósitos de Almacenamiento, Emisión de Ruido; según resolución No. 0964 del 08 de Mayo de 2017; modificada por la 354 de del 09 de Febrero de 2018, y por la modificada por la 0484 del 16 junio de 2020.

DATOS GENERALES DEL CLIENTE

Entidad	CONSORCIO INGESUELOS	Nit (ó cc)	901403234
Dirección	Av 26 27 94 Of 108	Teléfono	3108602445
Contacto	Maria Alejandra Bonilla Esteban		
Proyecto	110-CNT2008-119		

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA

Fecha de recepción	09/11/2020 08:40 h		
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Muestras en buenas condiciones para los análisis solicitados. - El significado de las abreviaturas utilizadas es el siguiente: N/A: No aplica N/S: No solicitada N/D: No disponible 		
Subcontratación	N/A		

INFORMACION DEL PROCESO DE MUESTREO

Código de laboratorio	Punto de muestreo	Fecha y hora	Tipo	Parámetros de campo
1325WER1	Entrada PTARD Principal - Guadalupe Compuesta (1.821 msnm; E 75° 14' 18,8"; N 6° 48' 44,9")	07/11/2020 17:00 h 08/11/2020 17:00 h	Compuesto	2,58 L/s; 270,0 µS/cm; 6,2 Unidades de pH; 19,9 °C; 12,4 °C
1325WER2	Entrada PTARD Principal - Guadalupe Puntual (1.821 msnm; E 75° 14' 18,8"; N 6° 48' 44,9")	08/11/2020 17:00 h	Simple	N/D
1325WER3	Salida PTARD Principal - Guadalupe Compuesta (1.816 msnm; E 75° 14' 18,8"; N 6° 48' 44,2")	07/11/2020 17:15 h 08/11/2020 17:15 h	Compuesto	2,06 L/s; 310,0 µS/cm; 6,57 Unidades de pH; 20,3 °C; 11,6 °C
1325WER4	Salida PTARD Principal - Guadalupe Puntual (1.816 msnm; E 75° 14' 18,8"; N 6° 48' 44,2")	08/11/2020 17:15 h	Simple	N/D
1325WEC5	Aguas Arriba Quebrada Los Chorros-Vertimiento PTARD Principal - Guadalupe (1.827 msnm; E 75° 14' 21,1"; N 6° 48' 43,")	08/11/2020 15:00 h	Integrado	7,45 L/s; 120,0 µS/cm; 7,02 mgO2/L; 6,4 Unidades de pH; 94,1 %; 23,1 °C; 20,7 °C
1325WEC6	Aguas Abajo Quebrada Los Chorros-Vertimiento PTARD Principal - Guadalupe (1.814 msnm; E 75° 14' 17,;" N 6° 48' 44,1")	08/11/2020 15:30 h	Integrado	20,7 L/s; 190,0 µS/cm; 5,01 mgO2/L; 6,5 Unidades de pH; 80,9 %; 23,4 °C; 20,8 °C

Ubicación: Municipio de Guadalupe

Responsable: Jairo Martínez - Alexandra Díaz - Walter Plazas - Daymer Trujillo

Reporte de ensayo (agua)

Laboratorio Ambiental de Corantioquia

FT-AIRNR-144, versión 1 // Página 2 de 5



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales IDEAM, para la realización de Alcalinidad, Bromuros, Cloruros, Fluoruros, Nitrato, Nitrito, Sulfatos, Cianuro Total, Coliformes Termotolerantes, Coliformes Totales, Color Real, Compuestos Fenólicos, AOX, BTEX, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos-PHAs, Pesticidas Organofosforados, Pesticidas Organoclorados, Conductividad Eléctrica, DBO5, DQO, Dureza cálcica, Dureza total, Escherichia coli, Formaldehído, Ortofosfato, Fósforo Total, Grasas y Aceites, Hidrocarburos, Índice de fenol, Mesófilos Aerobios, Metales Disueltos (Magnesio, Potasio, Sodio, Silice), Metales Totales (Aluminio, Antimonio, Bario, Berilio, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Niquel, Potasio, Plata, Plomo, Selenio, Silice, Sodio, Titanio, Vanadio, Zinc), Nitrogeno Amoniacal, Nitrogeno Kjeldahl, Oxígeno Disuelto, Pseudomonas aeruginosa, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Sulfuro Total, Surfactantes aniónicos, Turbiedad, Toma de Muestra Simple, Toma de Muestra Compuesta, Toma de Muestra Integrada en cuerpo Lótico, Toma de Muestra Integrada en cuerpo Léntico, Toma de Muestra en Aguas Subterráneas, Toma de muestra de suelos superficiales recolectados con espátula, pala o cuchara, Toma de muestra en Depósitos de Almacenamiento, Emisión de Ruido; según resolución No. 0964 del 08 de Mayo de 2017; modificada por la 354 de del 09 de Febrero de 2018, y por la modificada por la 0484 del 16 junio de 2020.

RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	1325WER1	1325WER2	1325WER3	1325WER4	1325WEC5	1325WEC6
Alcalinidad total (mg CaCO ₃ /L)	N/S	N/S	N/S	N/S	35,4	55,4
Coliformes termotolerantes, nmp (NMP/100mL)	N/S	N/S	N/S	987.000	4.352	11.199.000
Coliformes totales, nmp (NMP/100mL)	N/S	N/S	N/S	N/S	24.196	48.840.000
Dbo5 total (mg O ₂ /L)	115	N/S	24,7	N/S	< 2,00	57,2
Dqo total (mg O ₂ /L)	169	N/S	46,9	N/S	20,9	91,7
Dureza total (mg CaCO ₃ /L)	N/S	N/S	N/S	N/S	33,8	29,2
Escherichia coli, nmp (NMP/100mL)	N/S	N/S	N/S	N/S	2.909	9.080.000
Fosfatos (ortofosfatos) (mg (PO ₄) ³⁻ /L)	N/S	2,66	N/S	5,68	N/S	N/S
Fosfatos (ortofosfatos), por ic (mg (PO ₄) ³⁻ /L)	N/S	N/S	N/S	N/S	< 0,500	0,905
Fósforo total, por flujo continuo (mg P/L)	2,04	N/S	2,62	N/S	0,127	0,645
Grasas y aceites totales (mg Grasas y Aceites/L)	N/S	52	N/S	< 10	N/S	N/S
Hidrocarburos totales (mg Hidrocarburos/L)	N/S	< 10	N/S	< 10	N/S	N/S
Nitratos, como nitrógeno (mg NO ₃ -N/L)	26,0	N/S	27,6	N/S	N/S	N/S
Nitratos, como nitrógeno por ic (mg NO ₃ -N/L)	N/S	N/S	N/S	N/S	< 1,10	< 1,10
Nitritos, como nitrógeno (mg NO ₂ -N/L)	< 0,020	N/S	< 0,020	N/S	N/S	N/S
Nitritos, como nitrógeno por ic (mg NO ₂ -N/L)	N/S	N/S	N/S	N/S	< 0,030	< 0,030
Nitrógeno amoniacal, como nitrógeno (mg NH ₃ -N/L)	9,83	N/S	18,1	N/S	< 5,00	< 5,00
Nitrógeno total kjeldahl (mg N/L)	19,1	N/S	19,3	N/S	< 5,00	8,39
Sólidos sedimentables, volumétrico (mL/L)	0,900	N/S	0,100	N/S	< 0,100	0,100
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	81	N/S	15	N/S	< 7	34
Sólidos totales (mg/L)	N/S	N/S	N/S	N/S	68	167
Surfactantes anionicos como sustancias activas al azul de metileno (mg SAAM/L)	2,38	N/S	0,650	N/S	N/S	N/S
Turbidez (NTU)	N/S	N/S	N/S	N/S	2,20	37,7

OPINIONES E INTERPRETACIONES

"Debido al desconocimiento de información relacionada con el proceso en cuestión, el personal del laboratorio se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados de ensayo"

Reporte de ensayo (agua)

LCA/RE-1325W6

Laboratorio Ambiental de Corantioquia

FT-AIRNR-144, versión 1 // Página 3 de 5



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales IDEAM, para la realización de Alcalinidad, Bromuros, Cloruros, Fluoruros, Nitrito, Nitrato, Sulfatos, Cianuro Total, Coliformes Termotolerantes, Coliformes Totales, Color Real, Compuestos Fenólicos, AOX, BTEX, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos-PAHs, Pesticidas Organofosforados, Pesticidas Organoclorados, Conductividad Eléctrica, DBO5, DQO, Dureza cálcica, Dureza total, Escherichia coli, Formaldehído, Ortofosfato, Fósforo Total, Grasas y Aceites, Hidrocarburos, Índice de fenol, Mesófilos Aerobios, Metales Disueltos [Magnesio, Potasio, Sodio, Silicio], Metales Totales [Aluminio, Antimonio, Bario, Berilio, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Hierro, Lítio, Magnesio, Manganeseo, Níquel, Potasio, Plata, Plomo, Selenio, Sodio, Titanio, Vanadio, Zinc], Nitrogeno Amomiacal, Nitrogeno Kjeldahl, Oxígeno Disuelto, Pseudomonas aeruginosa, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendedos Totales, Sólidos Totales, Sulfuro Total, Surfactantes aniónicos, Turbiedad, Toma de Muestra Simple, Toma de Muestra Compuesta, Toma de Muestra Integrada en cuerpo Lótico, Toma de Muestra Integrada en cuerpo Léntico, Toma de Muestra en Aguas Subterráneas, Toma de muestra de suelos superficiales recolectados con espátula, pala o cuchara, Toma de muestra en Depósitos de Almacenamiento, Emisión de Ruido; según resolución No. 0964 del 08 de Mayo de 2017, modificada por la 354 de del 09 de Febrero de 2018, y por la modificada por la 0484 del 16 junio de 2020.

FORMALIZACIÓN DEL REPORTE

Personal responsable de la determinación de los parámetros contenidos en este documento:

Yisel Rocío Campo Lastre (Microbióloga; Tarjeta Profesional No.435)
 Liliana María Tobon Orozco (Ingeniero Químico; Tarjeta Profesional No.18116)
 Karen Dennis Sepulveda Rincon (Tecnólogo Químico; Tarjeta Profesional No.Tq-1304)
 Carlos Enrique Velasquez (Tecnólogo Químico; Tarjeta Profesional No.Tq-1278)
 Jonatan Zárate Álvarez (Químico; Tarjeta Profesional No.Pq-3182)
 Frank Alexander Agudelo Arismendi (Tecnólogo Químico; Tarjeta Profesional No.Tq-1015)
 William De Jesus Diez Gomez (Tecnólogo Químico; Tarjeta Profesional No.Tq-411)
 Eder Andres Vallejo Uran (Microbiólogo Y Bioanalista; Tarjeta Profesional No.5-0988)
 Cinthia Jaramillo Paniagua (Químico; Tarjeta Profesional No.Pq-4198)



Ana Cecilia Caro Zapata
 Químico; Tarjeta Profesional No. PQ-2799
 Profesional Universitario

Código de verificación:
 16109_YQHFAUHKFT
 Ingresa a: <http://sirena.corantioquia.gov.co/esirena/CtrlReporteEnsayo>

Anexo 1. Información relacionada con el trabajo de ensayo realizado en el Laboratorio Ambiental

INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL TRABAJO DE ENSAYO

Información general del parámetro	Expresión de la incertidumbre ¹	Equipo de medición y ensayo	Fecha trabajo de ensayo
Alcalinidad total (método Volumétrico) SM 2320 B Ed 23-2017, Instructivo v.	0,017°C	placa-25752 Titulador automático, modelo 702 SM Titrino.	10/11/2020 14:57 h (5-6)
Coliformes termotolerantes, nmp (método Sustrato enzimático multicelda) SM 9223 B Modificado, Ed. 23-2017, Instructivo v.	0,006°C	placa-25009 Incubadora con controlador de temperatura, modelo KB115 (44,5 °C: 4-6). placa-36847 Sellador Quanti Tray, modelo 2X (89-10894-04). placa-18595 Cabina de flujo laminar, modelo Flow 85H.	09/11/2020 09:00 h (4-6)
Coliformes totales, nmp (método Sustrato enzimático multicelda) SM 9223 B Ed 23-2017, Instructivo v.	0,0115°C	LCA-39818 Cabina de Flujo Laminar, modelo 2017. placa-38110 Incubadora con controlador de temperatura, modelo KB115 (35,0 °C: 5-6). LCA-39819 Incubadora, modelo 2017. placa-36847 Sellador Quanti Tray, modelo 2X (89-10894-04).	09/11/2020 09:00 h (5-6)
Dbo5 total (método Incubación a 5 días - Electrodo de membrana) SM 5210 B,4500-O G Ed 23-2017, Instructivo v.	0,038°C	LCA-39807 Incubadora DBO, modelo Centricol (20,0 °C: 1, 3, 5-6). placa-17919 Medidor de oxígeno disuelto, modelo 850.	09/11/2020 14:40 h (1, 3, 5-6)
Dqo total (método Colorimétrico: reflujó cerrado) SM 5220 D Ed 23-2017, Instructivo v.	Rango bajo 0,068°C Rango alto 0,036°C	LCA-18873 Dosificador, modelo Dispensette. LCA-40071 Dosificador, modelo Dispensette S. LCA-39838 Analizador Robótico de DQO, modelo SP2000.	09/11/2020 13:00 h (1), 10/11/2020 07:00 h (5), 10/11/2020 11:00 h (3), 11/11/2020 14:00 h (6)

INFORME EXPEDIDO POR EL LABORATORIO LO PUEDE VERIFICAR A TRAVÉS DEL CÓDIGO QR E INGRESANDO EL CÓDIGO DE VERIFICACIÓN.

Carrera 65 No. 44 a 32 – Medellín. Teléfono: 493 88 88 ext 1807/1810. Email: laboratorioaguas@corantioquia.gov.co

Reporte de ensayo (agua)

LCA/RE-1325W6

Laboratorio Ambiental de Corantioquia

FT-AIRNR-144, versión 1 // Página 4 de 5



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales IDEAM, para la realización de Alcalinidad, Bromuros, Cloruros, Fluoruros, Nitrato, Nitrilo, Sulfatos, Cianuro Total, Coliformes Termotolerantes, Coliformes Totales, Color Real, Compuestos Fenólicos, AOX, BTEX, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos-FHAs, Pesticidas Organofosforados, Pesticidas Organoclorados, Conductividad Eléctrica, DBO5, DQO, Dureza cálcica, Dureza total, Escherichia coli, Formaldehído, Ortosulfato, Fósforo Total, Grasas y Aceites, Hidrocarburos, Índice de fenol, Mesófilos Aerobios, Metales Disueltos (Magnesio, Potasio, Sodio, Silicio), Metales Totales (Aluminio, Antimonio, Bario, Berilio, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Niquel, Potasio, Plata, Plomo, Selenio, Silicio, Sodio, Titanio, Vanadio, Zinc), Nitrógeno Amomiacal, Nitrógeno Kjeldahl, Oxígeno Disuelto, Pseudomonas aeruginosa, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendedos Totales, Sólidos Totales, Sulfuro Total, Surfactantes aniónicos, Turbiedad, Toma de Muestra Simple, Toma de Muestra Compuesta, Toma de Muestra Integrada en cuerpo Lótico, Toma de Muestra Integrada en cuerpo Léntico, Toma de Muestra en Aguas Subterráneas, Toma de muestra de suelos superficiales recolectados con espátula, pala o cuchara, Toma de muestra en Depósitos de Almacenamiento, Emisión de Ruido; según resolución No. 0964 del 08 de Mayo de 2017, modificada por la 354 de del 09 de Febrero de 2018, y por la modificada por la 0484 del 16 junio de 2020.

INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL TRABAJO DE ENSAYO

Información general del parámetro	Expresión de la incertidumbre ¹	Equipo de medición y ensayo	Fecha trabajo de ensayo
		LCA-40056 Dosificador, modelo Dispensette S.	
Dureza total (método Volumétrico con EDTA) SM 2340 C Ed 23-2017, Instructivo v.	0,018°C	placa-17938 Titulador automático, modelo 702 SM Titrimo.	10/11/2020 10:00 h (5-6)
Escherichia coli, nmp (método Sustrato enzimático multicelda) SM 9223 B Ed 23-2017, Instructivo v.	0,0045°C	LCA-39818 Cabina de Flujo Laminar, modelo 2017. placa-38110 Incubadora con controlador de temperatura, modelo KB115 (35,0 °C: 5-6). LCA-39819 Incubadora, modelo 2017. placa-36847 Sellador Quanti Tray, modelo 2X (89-10894-04). placa-36848 Lámpara de luz UV con cámara, modelo CM-10A.	09/11/2020 09:00 h (5-6)
Fosfatos (ortofosfatos) (método Colorimétrico: ácido ascórbico) SM 4500-P E Ed 23-2017, Instructivo v.	0,182°C	placa-38541 Espectrofotómetro UV/VIS, modelo Evolution 201 (890,0 nm: 2, 4).	10/11/2020 11:43 h (2, 4)
Fosfatos (ortofosfatos), por ic (método Cromatografía Iónica con supresión química de conductividad del eluyente) SM 4110 B, Ed. 23-2017, Instructivo v.	0,03°C	LCA-39726 Cromatografo Iónico, modelo Dionex Aquion.	09/11/2020 17:10 h (5-6)
Fósforo total, por flujo continuo (método Colorimétrico: Análisis en Flujo Continuo.) ISO 15681-2, Instructivo v.	0,02°C	LCA-Placa-39839 Analizador de Flujo Continuo, modelo SA5000.	11/11/2020 08:00 h (1, 3, 5-6)
Grasas y aceites totales (método Gravimétrico: extracción Soxhlet) SM 5520 D Ed 23-2017, Instructivo v.	0,1°C	placa-25772 Recirculador de agua con refrigeración, modelo NESLAB THERMOFLEX 14000. placa-24502 Extractor universal, modelo B-811. placa-14480 Estufa, modelo TV 300 (104,0 °C: 2, 4). placa-25715 Balanza analítica de alta precisión, modelo AB265-S/FACT.	11/11/2020 15:00 h (2, 4)
Hidrocarburos totales (método Gravimétrico: extracción Soxhlet) SM 5520 D,F, ed. 23-2017, Instructivo v.	0,12°C	placa-25772 Recirculador de agua con refrigeración, modelo NESLAB THERMOFLEX 14000. placa-24502 Extractor universal, modelo B-811. placa-14480 Estufa, modelo TV 300 (85,0 °C: 2, 4). placa-25715 Balanza analítica de alta precisión, modelo AB265-S/FACT.	11/11/2020 15:00 h (2, 4)
Nitratos, como nitrógeno (método Electrométrico: ión selectivo) SM 4500-NO3- D Ed 23-2017, Instructivo v.	0,02°C	LCA-40099 Titrande, modelo 904.	10/11/2020 10:30 h (1, 3)
Nitratos, como nitrógeno por ic (método Cromatografía Iónica con supresión química de conductividad del eluyente) SM 4110 B Ed 23-2017, Instructivo v.	0,004°C	LCA-39726 Cromatografo Iónico, modelo Dionex Aquion.	09/11/2020 17:10 h (5-6)
Nitritos, como nitrógeno (método Colorimétrico) SM 4500-NO2- B Ed 23-2017, Instructivo v.	0,03°C	placa-38541 Espectrofotómetro UV/VIS, modelo Evolution 201 (543,0 nm: 1, 3).	10/11/2020 12:00 h (1, 3)
Nitritos, como nitrógeno por ic (método Cromatografía Iónica con supresión química de conductividad del eluyente) SM 4110 B, Ed 23-2017, Instructivo v.	0,12°C	LCA-39726 Cromatografo Iónico, modelo Dionex Aquion.	09/11/2020 17:10 h (5-6)

INFORME EXPEDIDO POR EL LABORATORIO LO PUEDE VERIFICAR A TRAVÉS DEL CÓDIGO QR E INGRESANDO EL CÓDIGO DE VERIFICACIÓN.

Carrera 65 No. 44 a 32 – Medellín. Teléfono: 493 88 88 ext 1807/1810. Email: laboratorioaguas@corantioquia.gov.co

Reporte de ensayo (agua)

LCA/RE-1325W6

Laboratorio Ambiental de Corantioquia

FT-AIRNR-144, versión 1 // Página 5 de 5



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales IDEAM, para la realización de Alcalinidad, Bromuros, Cloruros, Fluoruros, Nitrito, Nitrato, Sulfatos, Cianuro Total, Coliformes Termotolerantes, Coliformes Totales, Color Real, Compuestos Fenólicos, AOX, BTEX, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos-PAHs, Pesticidas Organofosforados, Pesticidas Organoclorados, Conductividad Eléctrica, DBO5, DQO, Dureza cálcica, Dureza total, Escherichia coli, Formaldehído, Ortofosfato, Fósforo Total, Grasas y Aceites, Hidrocarburos, Índice de fenol, Mesófilos Aerobios, Metales Disueltos [Magnesio, Potasio, Sodio, Silicio], Metales Totales [Aluminio, Antimonio, Bario, Berilio, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeseo, Níquel, Potasio, Plata, Plomo, Selenio, Silicio, Sodio, Titanio, Vanadio, Zinc], Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Kjeldahl, Oxígeno Disuelto, Pseudomonas aeruginosa, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Sulfuro Total, Surfactantes aniónicos, Turbiedad, Toma de Muestra Simple, Toma de Muestra Compuesta, Toma de Muestra Integrada en cuerpo Lótico, Toma de Muestra Integrada en cuerpo Léntico, Toma de Muestra en Aguas Subterráneas, Toma de muestra de suelos superficiales recolectados con espátula, pala o cuchara, Toma de muestra en Depósitos de Almacenamiento, Emisión de Ruido; según resolución No. 0964 del 08 de Mayo de 2017; modificada por la 354 de del 09 de Febrero de 2018, y por la modificada por la 0484 del 16 junio de 2020.

INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL TRABAJO DE ENSAYO

Información general del parámetro	Expresión de la incertidumbre ¹	Equipo de medición y ensayo	Fecha trabajo de ensayo
Nitrógeno amoniacal, como nitrógeno (método Volumétrico) SM 4500-NH3 B,C Ed 23-2017, Instructivo v.	0,03°C	LCA-39612 Destilador Automático, modelo VAP 300. placa-17938 Titulador automático, modelo 702 SM Titrino.	11/11/2020 16:00 h (1, 3, 5-6)
Nitrógeno total kjeldahl (método Volumétrico: semi micro Kjeldahl) SM 4500-Norg C NH3 B,C Ed 23-2017, Instructivo v.	0,02°C	LCA-39826 Destilador Automático, modelo UDK 149. placa-17938 Titulador automático, modelo 702 SM Titrino. placa-37227 Digestor de nitrógeno con scrubber, modelo K-439.	24/11/2020 10:07 h (1, 3, 5-6)
Sólidos sedimentables, volumétrico (método Volumétrico) SM 2540 F Ed 23-2017, Instructivo v.	0,071°C	placa-N/A Conos Imhof con soporte, modelo N/A.	11/11/2020 08:18 h (1, 3, 5-6)
Sólidos suspendidos totales (método Gravimétrico: secado a 103°C - 105°C) SM 2540 D Ed 23-2017, Instructivo v.	0,04°C	placa-25008 Estufa, modelo ED53-UL (104,0 °C: 1, 3, 5-6). placa-25715 Balanza analítica de alta precisión, modelo AB265-S/FACT.	11/11/2020 11:03 h (1, 3, 5-6)
Sólidos totales (método Gravimétrico: secado a 103°C - 105°C) SM 2540 B Ed 23-2017, Instructivo v.	0,07°C	placa-25008 Estufa, modelo ED53-UL (104,0 °C: 5-6). placa-25715 Balanza analítica de alta precisión, modelo AB265-S/FACT.	09/11/2020 14:44 h (5-6)
Surfactantes anionicos como sustancias activas al azul de metileno (método Colorimétrico: surfactantes aniónicos como SAAM) SM 5540 C Ed 23-2017, Instructivo v.	0,056°C	placa-38541 Espectrofotómetro UV/VIS, modelo Evolution 201 (652,0 nm: 1, 3).	11/11/2020 07:40 h (1, 3)
Turbidez (método Nefelométrico) SM 2130 B Ed 23-2017, Instructivo v.	0,112°C	placa-30042 Turbidímetro, modelo 2100AN.	09/11/2020 08:55 h (5-6)

IMPORTANTE

- I. Para conocer la incertidumbre de cada resultado, es necesario reemplazar la "C" en la expresión de la incertidumbre por el valor de concentración reportado en la Tabla Resultados de Ensayo, para el parámetro en cuestión, según el rango.
- II. Para el caso de análisis microbiológicos: resultados < 1 UFC/100mL ó < 1 NMP/100mL indican que no hubo recuperación de microorganismos durante el trabajo de ensayo.
- III. Los resultados entregados en este informe se refieren a las muestras analizadas.
- IV. El Laboratorio no responde por muestras sobrantes después de terminado el trabajo de ensayo.
- V. La organización o persona que realiza el muestreo es responsable de la muestra entregada al Laboratorio.
- VI. Este reporte de ensayo no debe reproducirse sin la aprobación del personal del Laboratorio Ambiental de Corantioquia.

110-RE1910-1859

Medellín, 03/10/2019

Reporte de ensayo (agua)

LCA/RE-1483W6

Laboratorio Ambiental de Corantioquia

F-17025-wEW-01, versión 2 del 2018-03-08 // Página 1 de 6



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales IDEAM, para la realización de: Acidez, Alcalinidad, Calcio total, volumétrico, Cianuro Total, Cianuro Disociable Con Acido Débil, Cloruros, Conductividad eléctrica, DBO₅, DCO, Dureza cálcica, Dureza total, Fluoruros, Fósforo Reactivo Total (ortofosfatos), Fósforo Total, Grasas y Aceites, Hierro total, Hidrocarburos, Nitratos, Nitritos, Nitrogeno amoniacal, Nitrogeno Kjeldahl, Sólidos Suspendedos totales, Sólidos totales, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables Volumetrico, Sulfatos, Sulfuro Total, Surfactantes Aniónicos como SAAM (Tensoactivos), Turbidez, Metales Totales (Aluminio, Bario, Berilio, Cadmio, Cobre, Cobalto, Cromo, Litio, Manganeso, Molibdeno, Plata, Plomo, Niquel, Vanadio, Zinc), Metales Disueltos (Cadmio, Cobre, Manganeso, Mercurio, Plata, Plomo, Niquel, Zinc), Oxígeno disuelto, Compuestos Fenólicos, Color Real, Coliformes totales, NMP, Coliformes totales, UFC, Coliformes Termotolerantes, NMP, Escherichia coli, NMP, Escherichia coli, UFC, Mesófilos Aerobios, UFC, Pseudomonas aeruginosa, NMP, Toma de Muestra Simple, Toma de Muestra Compuesta, Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Lótico variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Caudal], Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Léntico variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto], Toma de Muestra en Aguas Subterráneas variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica], Toma de Muestras de suelos superficiales recolectados con espátula, pala o cuhara y Toma de muestra en Depósitos de Almacenamiento, según resolución No. 0964 del 08 de Mayo de 2017, modificada por la 354 de 09 de Febrero de 2018.

DATOS GENERALES DEL CLIENTE

Entidad	UNIVERSIDAD DE MEDELLIN	Nit (ó cc)	890902920
Dirección	Cr 87 30 65	Teléfono	3405290
Contacto	Juan Esteban Zapata Lopera		
Proyecto	110-CNT1905-76		

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA

Fecha de recepción	29/08/2019 14:22 h
Observaciones	- Muestras en buenas condiciones para los análisis solicitados. - El significado de las abreviaturas utilizadas es el siguiente: N/A: No aplica N/S: No solicitada N/D: No disponible
Subcontratación	N/A

INFORMACION DEL PROCESO DE MUESTREO

Código de laboratorio	Punto de muestreo	Fecha y hora	Tipo	Parámetros de campo
1483WER1	Entrada PTARD Principal - Guadalupe Compuesta (1.825 msnm; 7.514.185.; 648.448.)	28/08/2019 09:00 h 29/08/2019 09:05 h	Compuesto	5,98 L/s; 322,0 µS/cm; 7,31 Unidades de pH; 26,5 °C; 17,0 °C
1483WER2	Entrada PTARD Principal - Guadalupe Puntual (1.825 msnm; 7.514.185.; 648.448.)	29/08/2019 08:15 h	Simple	N/D
1483WER3	Salida PTARD Principal - Guadalupe Compuesta (1.818 msnm; 7.514.189.; 648.440.)	28/08/2019 09:00 h 29/08/2019 09:30 h	Compuesto	4,79 L/s; 346,0 µS/cm; 7,15 Unidades de pH; 26,5 °C; 18,8 °C
1483WER4	Salida PTARD Principal - Guadalupe Puntual (1.818 msnm; 7.514.189.; 648.440.)	29/08/2019 08:20 h	Simple	N/D
1483WEC5	Aguas Arriba - Vertimiento PTARD Principal - Guadalupe (1.812 msnm; 7.514.194.; 648.433.)	29/08/2019 08:00 h	Integrado	3,12 L/s; 59,7 µS/cm; 5,61 mgO ₂ /L; 6,96 Unidades de pH; 76,1 %; 26,0 °C; 20,1 °C
1483WEC6	Aguas Abajo - Vertimiento PTARD Principal - Guadalupe (1.808 msnm; 7.514.174.; 648.439.)	29/08/2019 07:15 h	Integrado	7,94 L/s; 251,0 µS/cm; 2,88 mgO ₂ /L; 7,15 Unidades de pH; 39,9 %; 26,5 °C; 20,5 °C

Ubicación: Municipio de Guadalupe

Responsable: Sebastián Delgado

Reporte de ensayo (agua)

LCA/RE-1483W6

Laboratorio Ambiental de Corantioquia

F-17025-wEW-01, versión 2 del 2018-03-08 // Página 2 de 6



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales IDEAM, para la realización de Acidez, Alcalinidad, Calcio total, volumétrico, Cianuro Total, Cianuro Disociable Con Acido Débil, Cloruros, Conductividad eléctrica, DBO, DCO, Dureza cálcica, Dureza total, Fluoruros, Fósforo Reactivo Total (ortofosfatos), Fósforo Total, Grasas y Aceites, Hierro total, Hidrocarburos, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno Kjeldahl, Sólidos Suspendidos totales, Sólidos totales, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables Volumétrico, Sulfatos, Sulfuro Total, Surfactantes Aniónicos como SAAM (Tensioactivos), Turbidez, Metales Totales (Aluminio, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Litio, Manganeseo, Molibdeno, Plata, Plomo, Niquel, Vanadio, Zinc), Metales Disueltos (Cadmio, Cobalto, Manganeseo, Mercurio, Plata, Plomo, Niquel, Zinc), Oxígeno disuelto, Compuestos Fenólicos, Color Real Coliformes totales, NMP, Coliformes totales, UFC, Coliformes Termotolerantes, NMP, Escherichia coli, NMP, Escherichia coli, UFC, Mesófilos Aerobios, UFC, Pseudomonas aeruginosa, NMP, Toma de Muestra Simple, Toma de Muestra Compuesta, Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Lítico variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Caudal], Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Lítico variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto], Toma de Muestra en Aguas Subterráneas variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica], Toma de Muestras de suelos superficiales recolectados con espátula, pala o cuhara y Toma de muestra en Depósitos de Almacenamiento, según resolución No. 0964 del 08 de Mayo de 2017, modificada por la 354 de 09 de Febrero de 2018.

RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	1483WER1	1483WER3
Dbo5 total (mgO ₂ /L)	171	117
Dqo total (mgO ₂ /L)	299	214
Fósforo total (mgP/L)	2,57	0,100
Nitratos, como nitrógeno (mgNO ₃ -N/L)	110	111
Nitritos, como nitrógeno (mgNO ₂ -N/L)	< 0,020	< 0,020
Nitrógeno amoniacal, como nitrógeno (mgNH ₃ -N/L)	16,5	22,3
Nitrógeno total kjeldahl (mgN/L)	34,7	35,2
Sólidos sedimentables, volumétrico (mL/L)	2,00	< 0,100
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	99	32
Surfactantes aniónicos como sustancias activas al azul de metileno (mgSAAM/L)	4,06	5,05

RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	1483WER2	1483WER4
Coliformes termotolerantes, nmp (NMP/100mL)	N/S	10.869.500
Fosfatos (ortofosfatos) (mg(PO ₄) ³⁻ /L)	13,1	8,68
Grasas y aceites totales (mg Grasas y Aceites/L)	58	25
Hidrocarburos totales (mg Hidrocarburos/L)	< 10	< 10

RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	1483WEC5	1483WEC6
Alcalinidad total (mgCaCO ₃ /L)	31,0	113
Coliformes termotolerantes, nmp (NMP/100mL)	288	5.748.000
Coliformes totales, nmp (NMP/100mL)	10.959	17.329.000
Dbo5 total (mgO ₂ /L)	2,53	51,8
Dqo total (mgO ₂ /L)	< 12,0	94,3
Dureza total (mgCaCO ₃ /L)	26,1	32,3
Escherichia coli, nmp (NMP/100mL)	201	5.493.000
Fosfatos (ortofosfatos) (mg(PO ₄) ³⁻ /L)	< 0,153	4,55
Fósforo total (mgP/L)	< 0,050	1,50
Nitratos, como nitrógeno (mgNO ₃ -N/L)	< 1,00	4,35
Nitritos, como nitrógeno (mgNO ₂ -N/L)	< 0,020	< 0,020
Nitrógeno amoniacal, como nitrógeno (mgNH ₃ -N/L)	< 5,00	16,4
Nitrógeno total kjeldahl (mgN/L)	< 5,00	28,0
Sólidos sedimentables, volumétrico (mL/L)	< 0,100	0,100
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	< 7	31
Sólidos totales (mg/L)	66	163
Turbidez (NTU)	3,21	41,4

110-RE1910-1859

Medellin, 03/10/2019

Reporte de ensayo (agua)

LCA/RE-1483W6

Laboratorio Ambiental de Corantioquia

F-17025-wEW-01, versión 2 del 2018-03-08 // Página 3 de 6



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales IDEAM, para la realización de Acidez, Alcalinidad, Calcio total, volumétrico, Cianuro Total, Cianuro Disociable Con Ácido Débil, Cloruros, Conductividad eléctrica, DBO₅, DOO, Dureza cálcica, Dureza total, Fluoruros, Fósforo Reactivo Total (ortofosfatos), Fósforo Total, Grasas y Aceites, Hierro total, Hidrocarburos, Nitratos, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno Kjeldahl, Sólidos Suspendedos totales, Sólidos totales, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables Volumétrico, Sulfatos, Sulfuro Total, Surfactantes Aniónicos como SAAM (Tensoactivos), Turbidez, Metales Totales (Aluminio, Bario, Berilio, Cadmio, Cobre, Cobalto, Cromo, Litio, Manganeseo, Molibdeno, Plata, Plomo, Niquel, Vanadio, Zinc), Metales Disueltos (Cadmio, Cobre, Manganeseo, Mercurio, Plata, Plomo, Niquel, Zinc), Oxígeno disuelto, Compuestos Fenólicos, Color Real, Coliformes totales, NMP, Coliformes totales, UFC, Coliformes Termotolerantes, NMP, Escherichia coli, NMP, Escherichia coli, UFC, Mesófilos Aerobios, UFC Pseudomonas aeruginosa, NMP, Toma de Muestra Simple, Toma de Muestra Compuesta, Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Lótico variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Caudal]; Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Léntico variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto]; Toma de Muestra en Aguas Subterráneas variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica]; Toma de Muestras de suelos superficiales recolectados con espátula, pala o cuhara y Toma de muestra en Depósitos de Almacenamiento; según resolución No. 0964 del 08 de Mayo de 2017; modificada por la 354 de 09 de Febrero de 2018.

OPINIONES E INTERPRETACIONES

"Debido al desconocimiento de información relacionada con el proceso en cuestión, el personal del laboratorio se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados de ensayo"

FORMALIZACIÓN DEL REPORTE

Personal responsable de la determinación de los parámetros contenidos en este documento:

- Liliana Maria Tobon Orozco (Ingeniero Químico; Tarjeta Profesional No. 18116)
- Karen Dennis Sepulveda Rincon (Tecnólogo Químico; Tarjeta Profesional No. Tq-1304)
- Yisel Rocio Campo Lastre (Microbiólogo; Tarjeta Profesional No. 435)
- Carlos Enrique Velasquez (Tecnólogo Químico; Tarjeta Profesional No. Tq-1278)
- Jonatan Zárate Álvarez (Químico; Tarjeta Profesional No. Pq-3182)
- Frank Alexander Agudelo Arismendi (Tecnólogo Químico; Tarjeta Profesional No. Tq-1015)
- William De Jesus Diez Gomez (Tecnólogo Químico; Tarjeta Profesional No. Tq-411)
- Cynthia Jaramillo Paniagua (Químico; Tarjeta Profesional No. Pq-4198)
- Eder Andres Vallejo Uran (Microbiólogo Y Bioanalista; Tarjeta Profesional No. 5-0988)

Ana Cecilia Caro Zapata
Químico; Tarjeta Profesional No. PQ-2799
Profesional Universitario

Anexo 1. Información relacionada con el trabajo de ensayo realizado en el Laboratorio Ambiental

INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL TRABAJO DE ENSAYO

Información general del parámetro	Expresión de la incertidumbre ¹	Equipo de medición y ensayo	Fecha trabajo de ensayo
Alcalinidad total (método Volumétrico) SM 2320 B ed. 23-2017, Instructivo v.	0,034 °C	placa-25752 Titulador automático, modelo 702 SM Titrino.	29/08/2019 17:00 h (5-6)
Coliformes termotolerantes, nmp (método Sustrato enzimático (definido)) S.M. 9223 B Modif; ed. 23-2017, Instructivo v.	0,091 °C	placa-25009 Incubadora con controlador de temperatura, modelo KB115 (44,5 °C: 4-6). placa-36847 Sellador Quanti Tray, modelo 2X (89-10894-04). placa-18595 Cabina de flujo laminar, modelo Flow 85H.	29/08/2019 14:30 h (4-6)
Coliformes totales, nmp (método Sustrato enzimático (definido)) SM 9223 B ed. 23-2017, Instructivo v.	0,050 °C	placa-38110 Incubadora con controlador de temperatura, modelo KB115 (35,0 °C: 5-6). placa-36847 Sellador Quanti Tray, modelo 2X (89-10894-04).	29/08/2019 14:30 h (5-6)

INFORME EXPEDIDO POR EL LABORATORIO SÓLO SI TIENE LA FIRMA DEL RESPONSABLE TÉCNICO Y SELLO SECO DE CORANTIOQUIA
Carrera 65 No. 44 a 32 - Medellín. Teléfono: 493 88 88 ext 1833/1810/1807. Email: laboratorioaguas@corantioquia.gov.co

Reporte de ensayo (agua)

LCA/RE-1483W6

Laboratorio Ambiental de Corantioquia

F-17025-wEW-01, versión 2 del 2018-03-08 // Página 4 de 6



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales IDEAM, para la realización de Acidez Alcalinidad, Calcio total, volumétrico, Cianuro Total, Cianuro Disociable Con Ácido Débil, Cloruros, Conductividad eléctrica, DBO, DQO, Dureza cálcica, Dureza total, Fluoruros, Fósforo Reactivo Total (ortofosfatos), Fósforo Total, Grasas y Aceites, Hierro total, Hidrocarburos, Nitratos, Nitritos, Nitrogeno amoniacal, Nitrogeno Kjeldahl, Sólidos Suspendidos totales, Sólidos totales, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables Volumétrico, Sulfatos, Sulfuro Total, Surfactantes Aniónicos como SAAM (Tensioactivos), Turbidez, Metales Totales (Aluminio, Bario, Berilio, Cadmio, Cobre, Cobalto, Cromo, Litio, Manganeso, Molibdeno, Plata, Plomo, Níquel, Vanadio, Zinc), Metales Disueltos (Cadmio, Cobre, Manganeso, Mercurio, Plata, Plomo, Níquel, Zinc), Oxígeno disuelto, Compuestos Fenólicos, Color Real, Coliformes totales, NMP, Coliformes totales, UFC, Coliformes Termotolerantes, NMP, Escherichia coli, NMP, Escherichia coli, UFC, Mesófilos Aerobios, UFC Pseudomonas aeruginosa, NMP, Toma de Muestra Simple, Toma de Muestra Compuesta, Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Lúcido variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Caudal], Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Lúcido variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto], Toma de Muestra en Aguas Subterráneas variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica], Toma de Muestras de suelos superficiales recolectados con espátula, pala o cuhara y Toma de muestra en Depósitos de Almacenamiento; según resolución No. 0964 del 08 de Mayo de 2017, modificada por la 354 de 09 de Febrero de 2018.

INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL TRABAJO DE ENSAYO

Información general del parámetro	Expresión de la incertidumbre ¹	Equipo de medición y ensayo	Fecha trabajo de ensayo
		placa-18595 Cabina de flujo laminar, modelo Flow 85H.	
Dbo5 total (método Incubación a 5 días - Electrodo de membrana) SM 5210 B, 4500-O G ed. 23-2017, Instructivo v.	0,032°C	LCA-39807 Incubadora DBO, modelo Centricol (20,0 °C: 1, 3, 5-6). placa-17919 Medidor de oxígeno disuelto, modelo 850.	30/08/2019 14:30 h (1, 3, 5-6)
Dqo total (método Colorimétrico: reflujos cerrado) SM 5220 D ed. 23-2017, Instructivo v.	Rango bajo 0,068°C Rango alto 0,036°C	placa-17722 Espectrofotómetro UV/VIS, modelo Helios alpha (602,0 nm: 1, 3; 441,0 nm: 5-6). placa-24413 Dosificador handy step, modelo N/A. placa-25010 Termoreactor, modelo TR320 (148,0 °C: 1, 3, 5-6). placa-14401 Termoreactor, modelo TR300 (148,0 °C: 1, 3, 5-6). placa-32564 Dosificador handy step, modelo N/A.	30/08/2019 16:30 h (1, 3, 5-6)
Dureza total (método Volumétrico con EDTA) SM 2340 C ed. 23-2017, Instructivo v.	0,018°C	placa-17938 Titulador automático, modelo 702 SM Titrimo.	05/09/2019 15:00 h (5-6)
Escherichia coli, nmp (método Sustrato enzimático (definido)) SM 9223 B ed. 23-2017, Instructivo v.	0,091°C	placa-38110 Incubadora con controlador de temperatura, modelo KB115 (35,0 °C: 5-6). placa-36847 Sellador Quanti Tray, modelo 2X (89-10894-04). placa-36848 Lámpara de luz UV con cámara, modelo CM-10A. placa-18595 Cabina de flujo laminar, modelo Flow 85H.	29/08/2019 14:30 h (5-6)
Fosfatos (ortofosfatos) (método Colorimétrico: ácido ascórbico) SM 4500-P E ed. 23-2017, Instructivo v.	0,182°C	placa-17722 Espectrofotómetro UV/VIS, modelo Helios alpha (890,0 nm: 2, 4-6).	30/08/2019 15:15 h (2, 4-6)
Fósforo total (método Colorimétrico: ácido ascórbico) SM 4500-P B E ed. 23-2017, Instructivo v.	0,02°C	placa-17722 Espectrofotómetro UV/VIS, modelo Helios alpha (890,0 nm: 1, 3, 5-6).	02/09/2019 08:00 h (1, 3, 5-6)
Grasas y aceites totales (método Gravimétrico: extracción Soxhlet) SM 5520 D ed. 23-2017, Instructivo v.	0,1°C	placa-24502 Extractor universal, modelo B-811. placa-14480 Estufa, modelo TV 300 (104,0 °C: 2, 4). placa-25715 Balanza analítica de alta precisión, modelo AB265-S/FACT.	02/09/2019 08:00 h (2, 4)
Hidrocarburos totales (método Gravimétrico: extracción Soxhlet) S.M. 5520D.F, ed. 23-2017, Instructivo v.	0,12°C	placa-25772 Recirculador de agua con refrigeración, modelo NESLAB THERMOFLEX 14000. placa-24502 Extractor universal, modelo B-811. placa-14480 Estufa, modelo TV 300 (85,0 °C: 2, 4). placa-25715 Balanza analítica de alta precisión,	02/09/2019 08:00 h (2, 4)

110-RE1910-1859

Medellín, 03/10/2019

Reporte de ensayo (agua)

LCA/RE-1483W6

Laboratorio Ambiental de Corantioquia

F-17025-wEW-01, versión 2 del 2018-03-08 // Página 5 de 6



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales IDEAM, para la realización de Acidez, Alcalinidad, Calcio total, volumétrico, Cianuro Total, Cianuro Disoluble Con Ácido Débil, Cloruros, Conductividad eléctrica, DBO, DQO, Dureza cálcica, Dureza total, Fluoruros, Fósforo Reactivo Total (ortofosfatos), Fósforo Total, Grasas y Aceites, Hierro total, Hidrocarburos, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno Kjeldahl, Sólidos Suspendidos totales, Sólidos totales, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables Volumétrico, Sulfatos, Sulfuro Total, Surfactantes Aniónicos como SAAM (Tensoactivos), Turbidez, Metales Totales [Aluminio, Bario, Berilio, Cadmio, Cobre, Cobalto, Cromo, Litio, Manganeseo, Molibdeno, Plata, Plomo, Niquel, Vanadio, Zinc], Metales Disueltos [Cadmio, Cobre, Manganeseo, Mercurio, Plata, Plomo, Niquel, Zinc], Oxígeno disuelto, Compuestos Fenólicos, Color Real, Coliformes totales, NMP, Coliformes totales, UFC, Coliformes Termotolerantes, NMP, Escherichia coli, NMP, Escherichia coli, UFC, Mesófilos Aerobios, UFC, Pseudomonas aeruginosa, NMP, Toma de Muestra Simple, Toma de Muestra Compuesta, Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Lótico variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Caudal]; Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Léntico variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto]; Toma de Muestra en Aguas Subterráneas variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica]; Toma de Muestras de suelos superficiales recolectados con espátula, pala o cubara y Toma de muestra en Depósitos de Almacenamiento, según resolución No. 0964 del 08 de Mayo de 2017; modificada por la 354 de 09 de Febrero de 2018.

INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL TRABAJO DE ENSAYO

Información general del parámetro	Expresión de la incertidumbre ¹	Equipo de medición y ensayo	Fecha trabajo de ensayo
		modelo AB265-S/FACT.	
Nitratos, como nitrógeno (método Electrométrico: ión selectivo) SM 4500-NO3- D ed. 23-2017, Instructivo v.	0,02°C	LCA-Serie-1904002022239 Medidor de Ion Selectivo, modelo Titrande.	29/08/2019 16:50 h (1, 3, 5-6)
Nitritos, como nitrógeno (método Colorimétrico) SM 4500-NO2- B ed. 23-2017, Instructivo v.	0,03°C	placa-38541 Espectrofotómetro UV/VIS, modelo Evolution 201 (543,0 nm: 1, 3, 5-6).	30/08/2019 15:00 h (1, 3, 5-6)
Nitrógeno amoniacal, como nitrógeno (método Volumétrico) SM 4500-NH3 B,C ed. 23-2017, Instructivo v.	0,1°C	placa-24418 Destilador automático de nitrógeno, modelo UDK 142. placa-25752 Titulador automático, modelo 702 SM Titrimo.	02/09/2019 07:39 h (1, 3, 5-6)
Nitrógeno total kjeldahl (método Volumétrico: semi micro Kjeldahl) SM 4500-Norg C NH3 B,C ed. 23, Instructivo v.	0,1°C	placa-24418 Destilador automático de nitrógeno, modelo UDK 142. placa-25752 Titulador automático, modelo 702 SM Titrimo. placa-37227 Digestor de nitrógeno con scrubber, modelo K-439.	02/09/2019 07:40 h (1, 3, 5-6)
Sólidos sedimentables, volumétrico (método Volumétrico) SM 2540 F ed. 23-2017, Instructivo v.	N/D	placa-N/A Conos Imhof con soporte, modelo N/A.	02/09/2019 08:42 h (1, 3, 5-6)
Sólidos suspendidos totales (método Gravimétrico: secado a 103°C - 105°C) SM 2540 D ed. 23-2017, Instructivo v.	0,092°C	placa-18624 Bomba de vacío con equipo de filtración, modelo DQA-P104-AA. placa-25008 Estufa, modelo ED53-UL (103,0 °C: 1, 3, 5-6). placa-25715 Balanza analítica de alta precisión, modelo AB265-S/FACT.	02/09/2019 08:41 h (1, 3, 5-6)
Sólidos totales (método Gravimétrico: secado a 103°C - 105°C) SM 2540 B ed. 23-2017, Instructivo v.	0,089°C	placa-25008 Estufa, modelo ED53-UL (103,0 °C: 5-6). placa-25715 Balanza analítica de alta precisión, modelo AB265-S/FACT.	02/09/2019 08:41 h (5-6)
Surfactantes aniónicos como sustancias activas al azul de metileno (método Colorimétrico: surfactantes aniónicos como SAAM) SM 5540 C ed. 23-2017, Instructivo v.	N/D	placa-38541 Espectrofotómetro UV/VIS, modelo Evolution 201 (652,0 nm: 1, 3).	30/08/2019 14:00 h (1, 3)
Turbidez (método Nefelométrico) SM 2130 B; ed. 23-2017, Instructivo v.	0,112°C	placa-30042 Turbidímetro, modelo 2100AN.	29/08/2019 15:53 h (5-6)

110-RE1910-1859

Medellin, 03/10/2019

Reporte de ensayo (agua)

Laboratorio Ambiental de Corantioquia

LCA/RE-1483W6

F-17025-wEW-01, versión 2 del 2018-03-08 // Página 6 de 6



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales IDEAM, para la realización de Acidez, Alcalinidad, Calcio total, volumétrico, Cianuro Total, Cianuro Disociable Con Acido Débil, Cloruros, Conductividad eléctrica, DBO, DQO, Dureza cálcica, Dureza total, Fluoruros, Fósforo Reactivo Total (ortofosfatos), Fósforo Total, Grasas y Aceites, Hierro total, Hidrocarburos, Nitratos, Nitritos, Nitrogeno amoniacal, Nitrogeno Kjeldahl, Sólidos Suspendidos totales, Sólidos totales, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables Volumétrico, Sulfatos, Sulfuro Total, Surfactantes Aniónicos como SAAM (Tensioactivos), Turbidez, Metales Totales (Aluminio, Bario, Berilio, Cadmio, Cobre, Cobalto, Cromo, Litio, Manganeseo, Molibdeno, Plata, Plomo, Niquel, Vanadio, Zinc), Metales Disueltos (Cadmio, Cobre, Manganeseo, Mercurio, Plata, Plomo, Niquel, Zinc), Oxígeno disuelto, Compuestos Fenólicos Color Real, Coliformes totales, NMP, Coliformes totales, UFC, Coliformes Termotólerantes, NMP, Escherichia coli, NMP, Escherichia coli, UFC, Mesófilos Aerobios, UFC, Pseudomonas aeruginosa, NMP, Toma de Muestra Simple, Toma de Muestra Compuesta, Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Lítico variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Caudal], Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Lítico variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto], Toma de Muestra en Aguas Subterráneas variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica], Toma de Muestras de suelos superficiales recolectados con espátula, pala o cuhara y Toma de muestra en Depósitos de Almacenamiento, según resolución No. 0964 del 09 de Mayo de 2017, modificada por la 354 de 99 de Febrero de 2018.

INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL TRABAJO DE ENSAYO

Información general del parámetro	Expresión de la incertidumbre ¹	Equipo de medición y ensayo	Fecha trabajo de ensayo
IMPORTANTE			
I. Para conocer la incertidumbre de cada resultado, es necesario reemplazar la "C" en la expresión de la incertidumbre por el valor de concentración reportado en la Tabla Resultados de Ensayo, para el parámetro en cuestión, según el rango.			
II. Para el caso de análisis microbiológicos: resultados < 1 UFC/100mL ó < 1 NMP/100mL indican que no hubo recuperación de microorganismos durante el trabajo de ensayo.			
III. Los resultados entregados en este informe se refieren a las muestras analizadas.			
IV. El Laboratorio no responde por muestras sobrantes después de terminado el trabajo de ensayo.			
V. La organización o persona que realiza el muestreo es responsable de la muestra entregada al Laboratorio.			
VI. Este reporte de ensayo no debe reproducirse sin la aprobación del personal del Laboratorio Ambiental de Corantioquia.			

110-RE1808-1096

Medellín, 01/08/2018

Reporte de ensayo (agua)

LCA/RE-882W6

Laboratorio Ambiental de Corantioquia

F-17025-wEW-01, versión 2 del 2018-03-08 // Página 1 de 5



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales IDEAM, para la realización de Acidez Alcalinidad, Calcio total, volumétrico, Cianuro Total, Cianuro Disociable Con Acido Débil, Cloruros, Conductividad eléctrica, DBO₅, DOO, Dureza cálcica, Dureza total, Fluoruros, Fósforo Reactivo Total (ortofosfatos), Fósforo Total, Grasas y Aceites, Hierro total, Hidrocarburos, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno Kjeldahl, Sólidos Suspendidos totales, Sólidos totales, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables Volumétrico, Sulfatos, Sulfuro Total, Surfactantes Aniónicos como SAAM (Tensoactivos), Turbidez, Metales Totales: [Aluminio, Bario, Berilio, Cadmio, Cobre, Cobalto, Cromo, Litio, Manganeseo, Molibdeno, Plata, Plomo, Niquel, Vanadio, Zinc], Metales Disueltos: [Cadmio, Cobre, Manganeseo, Mercurio, Plata, Plomo, Niquel, Zinc], Oxígeno disuelto, Compuestos Fenólicos Color Real, Coliformes totales, NMP Coliformes totales, UFC, Coliformes Termotolerantes, NMP, Escherichia coli, NMP, Escherichia coli, UFC, Mesófilos Aerobios, UFC, Pseudomonas aeruginosa, NMP, Toma de Muestra Simple, Toma de Muestra Compuesta, Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Lítico variables de campo: [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Caudal], Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Lítico variables de campo: [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto], Toma de Muestra en Aguas Subterráneas variables de campo: [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica], Toma de Muestras de suelos superficiales recolectados con espátula, pala o cuhara y Toma de muestra en Depósitos de Almacenamiento, según resolución No. 0964 del 08 de Mayo de 2017, modificada por la 354 de del 09 de Febrero de 2018.

DATOS GENERALES DEL CLIENTE

Entidad	CONINTEGRAL S.A.S	Nit (ó cc)	900179755
Dirección	Carrera 81 A N 34 B 4	Teléfono	4119237 3006127431
Contacto	Jorge Enrique López		
Proyecto	110-CNT1805-63		

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA

Fecha de recepción	16/07/2018 10:20 h
Observaciones	- Muestras en buenas condiciones para los análisis solicitados. - El significado de las abreviaturas utilizadas es el siguiente: N/A: No aplica N/S: No solicitada N/D: No disponible
Subcontratación	N/A

INFORMACION DEL PROCESO DE MUESTREO

Código de laboratorio	Punto de muestreo	Fecha y hora	Tipo	Parámetros de campo
882WER1	Entrada Planta Guadalupe (1.814 msnm; 75° 14' 18,8"; 6° 48' 44,7")	14/07/2018 17:00 h 15/07/2018 18:43 h	Compuesto	4,4 L/s; 337,0 µS/cm; 7,0 Unidades de pH; 25,5 °C; 14,2 °C
882WER2	Entrada Planta Guadalupe (1.816 msnm; 75° 14' 18,97"; 6° 48' 43,72")	15/07/2018 18:59 h	Simple	0,04 L/s; 330,0 µS/cm; 7,6 Unidades de pH; 25,5 °C; 14,6 °C
882WER3	Salida Planta Guadalupe (1.816 msnm; 75° 14' 18,9"; 6° 48' 43,72")	14/07/2018 18:00 h 15/07/2018 18:59 h	Compuesto	0,64 L/s; 330,0 µS/cm; 7,6 Unidades de pH; 25,4 °C; 14,6 °C
882WER4	Salida Planta Guadalupe (1.816 msnm; 75° 14' 18,9"; 6° 48' 43,72")	15/07/2018 18:59 h	Simple	330,0 µS/cm; 7,6 Unidades de pH; 23,4 °C; 14,6 °C
882WEC5	Fuente Receptora Aguas Arriba (1.824 msnm; 75° 14' 20,37"; 6° 48' 42,94")	15/07/2018 18:10 h	Simple	1,37 L/s; 75,1 µS/cm; 5,66 mgO ₂ /L; 6,34 Unidades de pH; 83,51 %; 25,8 °C; 21,3 °C
882WEC6	Fuente Receptora Aguas Abajo (1.820 msnm; 75° 14' 14,97"; 6° 48' 41,4")	15/07/2018 18:23 h	Simple	11,5 L/s; 110,0 µS/cm; 3,54 mgO ₂ /L; 7,87 Unidades de pH; 51,9 %; 25,8 °C; 20,1 °C

Ubicación: Municipio de Guadalupe

Responsable: Nelson Chaparro - Luis Velez - Alexander Rivera (2,3,4,5,6); Nelson Chaparro - Monica Tovar (1)

Reporte de ensayo (agua)

LCA/RE-882W6

Laboratorio Ambiental de Corantioquia

F-17025-wEW-01, versión 2 del 2018-03-08 // Página 2 de 5



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales IDEAM, para la realización de Acidez, Alcalinidad, Calcio total, volumétrico, Cianuro Total, Cianuro Disociable Con Acido Débil, Cloruros, Conductividad eléctrica, DBO₅, DQO, Dureza cálcica, Dureza total, Fluoruros, Fósforo Reactivo Total (ortofosfatos), Fósforo Total, Grasas y Aceites, Hierro total, Hidrocarburos, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno Kjeldahl, Sólidos Suspendidos totales, Sólidos totales, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables Volumétrico, Sulfatos, Sulfuro Total, Surfactantes Aniónicos como SAAM (Tensoactivos), Turbidez, Metales Totales [Aluminio, Bario, Berilio, Cadmio, Cobre, Cobalto, Cromo, Litio, Manganeseo, Molibdeno, Plata, Plomo, Níquel, Vanadio, Zinc], Metales Disueltos [Cadmio, Cobre, Manganeseo, Mercurio, Plata, Plomo, Níquel, Zinc], Oxígeno disuelto, Compuestos Fenólicos, Color Real, Coliformes totales, NMP, Coliformes totales, UFC, Coliformes Termotolerantes, NMP, Escherichia coli, NMP, Escherichia coli, UFC, Mesófilos Aerobios, UFC, Pseudomonas aeruginosa, NMP, Toma de Muestra Simple, Toma de Muestra Compuesta, Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Lótico variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Caudal], Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Léntico variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto], Toma de Muestra en Aguas Subterráneas variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica], Toma de Muestras de suelos superficiales recolectados con espátula, pala o cuhara y Toma de muestra en Depósitos de Almacenamiento, según resolución No. 0964 del 08 de Mayo de 2017, modificada por la 354 de del 09 de Febrero de 2018.

RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	882WER1	882WER3
Dbo5 total (mgO ₂ /L)	205	108
Dqo total (mgO ₂ /L)	320	287
Fósforo total (mgP/L)	4,04	3,11
Nitratos, como nitrógeno (mgNO ₃ -N/L)	< 5,00	< 5,00
Nitritos, como nitrógeno (mgNO ₂ -N/L)	< 0,020	< 0,020
Nitrógeno amoniacal, como nitrógeno (mgNH ₃ -N/L)	28,4	20,2
Nitrógeno total kjeldahl (mgN/L)	38,7	27,7
Sólidos sedimentables, volumétrico (mL/L)	1,00	< 0,100
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	73	30
Surfactantes aniónicos como sustancias activas al azul de metileno (mgSAAM/L)	4,05	3,70

RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	882WER2	882WER4
Coliformes termotolerantes, nmp (NMP/100mL)	N/S	920.800
Fosfatos (ortofosfatos) (mg(PO ₄) ³⁻ /L)	13,0	8,40
Grasas y aceites totales (mg Grasas y Aceites/L)	44	26
Hidrocarburos totales (mg Hidrocarburos/L)	< 10	< 10

RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	882WEC5	882WEC6
Alcalinidad total (mgCaCO ₃ /L)	36,9	107
Coliformes termotolerantes, nmp (NMP/100mL)	2.720	7.080.000
Coliformes totales (con collert), nmp (NMP/100mL)	41.060	68.790.000
Dbo5 total (mgO ₂ /L)	< 2,00	130
Dqo total (mgO ₂ /L)	< 12,0	371
Dureza total (mgCaCO ₃ /L)	42,6	44,4
Fosfatos (ortofosfatos) (mg(PO ₄) ³⁻ /L)	< 0,153	3,54
Fósforo total (mgP/L)	0,105	2,00
Nitratos, como nitrógeno (mgNO ₃ -N/L)	< 5,00	< 5,00
Nitritos, como nitrógeno (mgNO ₂ -N/L)	0,040	< 0,020
Nitrógeno amoniacal, como nitrógeno (mgNH ₃ -N/L)	< 5,00	15,0
Nitrógeno total kjeldahl (mgN/L)	< 5,00	22,7
Sólidos sedimentables, volumétrico (mL/L)	< 0,100	1,30
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	< 7	52
Sólidos totales (mg/L)	77	218
Turbidez (NTU)	1,62	64,8

Medellin, 01/08/2018

Reporte de ensayo (agua)

LCA/RE-882W6

Laboratorio Ambiental de Corantioquia

F-17025-wEW-01, versión 2 del 2018-03-08 // Página 3 de 5



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales IDEAM, para la realización de Acidez, Alcalinidad, Calcio total, volumétrico, Cianuro Total, Cianuro Disociable Con Acido Debil, Cloruros, Conductividad eléctrica, DBO, DQO, Dureza cálcica, Dureza total, Fluoruros, Fosforo Reactivo total (ortofosfatos), Fosforo Total, Grasas y Aceites Hierro total, Hidrocarburos, Nitratos, Nitritos, Nitrogeno amoniacal, Nitrogeno Kjeldahl, Solidos Suspendedos totales, Solidos Disueltos Totales, Solidos Sedimentables, Volumetrico, Sulfatos, Sulfuro Total, Surfactantes Anionicos como SAAM (Tensoactivos), Turbidez, Metales Totales (Aluminio, Bario, Berilio, Cadmio, Cobre, Cobalto, Cromo, Litio, Manganeso, Molibdeno, Plata, Plomo, Niquel, Vanadio, Zinc), Metales Disueltos (Cadmio, Cobre, Manganeso, Mercurio, Plata, Plomo, Niquel, Zinc), Oxigeno disuelto, Compuestos Fenolicos, Color Real, Coliformes totales, NMP Coliformes totales, UFC, Coliformes Termotolerantes, NMP, Escherichia coli, NMP, Escherichia coli, UFC, Mesófilos Aerobios, UFC, Pseudomonas aeruginosa, NMP, Toma de Muestra Simple, Toma de Muestra Compuesta, Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Lítico variables de campo pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxigeno Disuelto, Toma de Muestra en Aguas Subterráneas variables de campo pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Toma de Muestras de suelos superficiales recolectados con espátula, pala o cunara y Toma de muestra en Depósitos de Almacenamiento, según resolución No. 0964 del 08 de Mayo de 2017, modificada por la 354 de del 09 de Febrero de 2018.

OPINIONES E INTERPRETACIONES

"Debido al desconocimiento de información relacionada con el proceso en cuestión, el personal del laboratorio se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados de ensayo"

FORMALIZACIÓN DEL REPORTE

Personal responsable de la determinación de los parámetros contenidos en este documento:

Karen Dennis Sepulveda Rincon (Tecnólogo Químico; Tarjeta Profesional No. Tq-1304)
 Carlos Enrique Velasquez (Tecnólogo Químico; Tarjeta Profesional No. Tq-1278)
 Diego Alexander Restrepo González (Tecnólogo Químico; Tarjeta Profesional No. Tq-938)
 Jorge Mario Urrego Arias (Microbiólogo Y Bioanalista; Tarjeta Profesional No. 5-4070-08)
 Eder Andres Vallejo Uran (Microbiólogo Y Bioanalista; Tarjeta Profesional No. 5-0988)
 Yannist Bianet Londoño Suescun (Tecnólogo Químico; Tarjeta Profesional No. Tq-750)

Jonatan Zarate Álvarez
 Químico; Tarjeta Profesional No. PQ-3182
 Profesional Universitario

Anexo 1. Información relacionada con el trabajo de ensayo realizado en el Laboratorio Ambiental

INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL TRABAJO DE ENSAYO

Información general del parámetro	Expresión de la incertidumbre ¹	Equipo de medición y ensayo	Fecha trabajo de ensayo
Alcalinidad total (método Volumétrico) SM 2320 B ed. 23-2017, Instructivo v.	0,034°C	placa-17938 Titulador automático, modelo 702 SM Titrino.	16/07/2018 11:00 h (5-6)
Coliformes termotolerantes, nmp (método Sustrato enzimático (definido)) S.M. 9223 B Modif; ed. 23-2017, Instructivo v.	0,091°C	placa-38110 Incubadora con controlador de temperatura, modelo KB115 (45,0 °C: 4-6). placa-36847 Sellador Quanti Tray, modelo 2X (89-10894-04). placa-18595 Cabina de flujo laminar, modelo Flow 85H.	16/07/2018 15:00 h (4-6)
Coliformes totales (con coliert), nmp (método Sustrato enzimático (definido)) SM 9223 B ed. 23-2017, Instructivo v.	0,050°C	placa-25009 Incubadora con controlador de temperatura, modelo KB115 (35,0 °C: 5-6). placa-36847 Sellador Quanti Tray, modelo 2X (89-10894-04). placa-36848 Lámpara de luz UV con cámara, modelo CM-10A. placa-18595 Cabina de flujo laminar, modelo Flow 85H.	16/07/2018 15:00 h (5-6)
Dbo5 total (método Incubación a 5 días -	0,032°C	placa-17919 Medidor de oxígeno disuelto, modelo	16/07/2018 12:00 h (1, 3,

Reporte de ensayo (agua)

LCA/RE-882W6

Laboratorio Ambiental de Corantioquia

F-17025-wEW-01, versión 2 del 2018-03-08 // Página 5 de 5



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, para la realización de Acidez Alcalinidad, Calcio total volumétrico, Cianuro Total, Cianuro Disociable Con Ácido Débil, Cloruros, Conductividad eléctrica DBO, DQO, Dureza cálcica, Dureza total, Fluoruros, Fósforo Reactivo Total (ortofosfatos), Fósforo Total, Grasas y Aceites, Hierro total, Hidrocarburos, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno Kjeldahl, Sólidos Suspendidos totales, Sólidos totales, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables Volumétrico, Sulfatos, Sulfuro Total, Surfactantes Aniónicos como SAAM (Tensoactivos), Turbidez, Metales Totales [Aluminio, Bario, Berilio, Cadmio, Cobre, Cobalto, Cromo, Lito, Manganeso, Molibdeno, Plata, Plomo, Niquel, Vanadio, Zinc], Metales Disueltos [Cadmio, Cobre, Manganeso, Mercurio, Plata, Plomo, Niquel, Zinc], Oxígeno disuelto, Compuestos Fenólicos, Color Real, Coliformes totales, NMP, Coliformes totales UFC, Coliformes Termotolerantes NMP, Escherichia coli, NMP Escherichia coli, UFC, Mesófilos Aerobios, UFC Pseudomonas aeruginosa, NMP Toma de Muestra Simple, Toma de Muestra Compuesta, Toma de Muestra Integrada en Cuerpo Lótico variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto], Toma de Muestra en Aguas Subterráneas variables de campo [pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica], Toma de Muestras de suelos superficiales recolectados con espátula, pala o cuhara y Toma de muestra en Depósitos de Almacenamiento, según resolución No. 0964 del 08 de Mayo de 2017, modificada por la 354 del 09 de Febrero de 2018.

INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL TRABAJO DE ENSAYO

Información general del parámetro	Expresión de la incertidumbre ¹	Equipo de medición y ensayo	Fecha trabajo de ensayo
Volumétrico: semi micro (Kjeldahl) SM 4500-Norg C NH3 B,C ed. 23, Instructivo v.		modelo UDK 142.	5-6)
Sólidos sedimentables, volumétrico (método Volumétrico) SM 2540 F ed. 23-2017, Instructivo v.	N/D	placa-N/A Conos Imhof con soporte, modelo N/A.	19/07/2018 10:00 h (1, 3, 5-6)
Sólidos suspendidos totales (método Gravimétrico: secado a 103°C - 105°C) SM 2540 D ed. 23-2017, Instructivo v.	0,092°C	placa-18624 Bomba de vacío con equipo de filtración, modelo DQA-P104-AA. placa-25008 Estufa, modelo ED53-UL (104,0 °C: 1, 3, 5-6). placa-25715 Balanza analítica de alta precisión, modelo AB265-S/FACT.	19/07/2018 14:30 h (1, 3, 5-6)
Sólidos totales (método Gravimétrico: secado a 103°C - 105°C) SM 2540 B ed. 23-2017, Instructivo v.	0,089°C	placa-25008 Estufa, modelo ED53-UL (104,0 °C: 5-6). placa-25715 Balanza analítica de alta precisión, modelo AB265-S/FACT.	21/07/2018 11:00 h (5-6)
Surfactantes aniónicos como sustancias activas al azul de metileno (método Colorimétrico: surfactantes aniónicos como SAAM) SM 5540 C ed. 23-2017, Instructivo v.	N/D	placa-38541 Espectrofotómetro UV/VIS, modelo Evolution 201 (652,0 nm: 1, 3).	16/07/2018 17:00 h (1, 3)
Turbidez (método Nefelométrico) SM 2130 B; ed. 23-2017, Instructivo v.	0,112°C	placa-30042 Turbidímetro, modelo 2100AN.	16/07/2018 13:30 h (5-6)

IMPORTANTE

- I. Para conocer la incertidumbre de cada resultado, es necesario reemplazar la "C" en la expresión de la incertidumbre por el valor de concentración reportado en la Tabla Resultados de Ensayo, para el parámetro en cuestión, según el rango.
- II. Para el caso de análisis microbiológicos: resultados < 1 UFC/100mL ó < 1 NMP/100mL indican que no hubo recuperación de microorganismos durante el trabajo de ensayo.
- III. Los resultados entregados en este informe se refieren a las muestras analizadas.
- IV. El Laboratorio no responde por muestras sobrantes después del trabajo de ensayo.
- V. La organización o persona que realiza el muestreo es responsable de la muestra entregada al Laboratorio.
- VI. Este reporte de ensayo no debe reproducirse sin la aprobación del personal del Laboratorio Ambiental de Corantioquia.

Anexo F. Parámetros y cálculos de carga contaminante.

Parámetros		
Horas vertimiento/ día	24	Horas/día
Aproximados días de vertimiento/mes	30	Días

Cálculos
Año 2017

Cálculo de carga contaminante a la Entrada - E

Parámetro	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga cont. (Kg/día)	Carga cont. (Kg/mes)	Carga cont. (Kg/año)
DBO5	213	4.78	87.97	2639	31668
DQO	638	4.78	263.49	7905	94856
Grasas y Aceites	11	4.78	4.54	136	1635
Sólidos Suspendidos Totales	410	4.78	169.33	5080	60958

Cálculo de carga contaminante a la Salida - S

Parámetro	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga cont. (Kg/día)	Carga cont. (Kg/mes)	Carga cont. (Kg/año)
DBO5	65	4.51	25.33	760	9118
DQO	201	4.51	78.32	2350	28196
Grasas y Aceites	8	4.51	3.12	94	1122
Sólidos Suspendidos Totales	19	4.51	7.40	222	2665

Año 2018

Cálculo de carga contaminante a la Entrada - E

Parámetro	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga cont. (Kg/día)	Carga cont. (Kg/mes)	Carga cont. (Kg/año)
DBO5	205	4.4	77.93	2338	28056
DQO	320	4.4	121.65	3650	43794
Grasas y Aceites	44	4.4	16.73	502	6022
Sólidos Suspendidos Totales	73	4.4	27.75	833	9991

Cálculo de carga contaminante a la Salida - S

Parámetro	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga cont. (Kg/día)	Carga cont. (Kg/mes)	Carga cont. (Kg/año)
DBO5	108	0.64	5.97	179	2150
DQO	287	0.64	15.87	476	5713
Grasas y Aceites	26	0.64	1.44	43	518
Sólidos Suspendidos Totales	30	0.64	1.66	50	597

Año 2019					
<u>Cálculo de carga contaminante a la Entrada - E</u>					
Parámetro	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga cont. (Kg/día)	Carga cont. (Kg/mes)	Carga cont. (Kg/año)
DBO5	171	5.98	88.35	2651	31806
DQO	299	5.98	154.48	4635	55615
Grasas y Aceites	58	5.98	29.97	899	10788
Sólidos Suspendidos Totales	99	5.98	51.15	1535	18414

<u>Cálculo de carga contaminante a la Salida - S</u>					
Parámetro	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga cont. (Kg/día)	Carga cont. (Kg/mes)	Carga cont. (Kg/año)
DBO5	117	4.79	48.42	1453	17432
DQO	214	4.79	88.57	2657	31883
Grasas y Aceites	25	4.79	10.35	310	3725
Sólidos Suspendidos Totales	32	4.79	13.24	397	4768

Año 2020					
<u>Cálculo de carga contaminante a la Entrada - E</u>					
Parámetro	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga cont. (Kg/día)	Carga cont. (Kg/mes)	Carga cont. (Kg/año)
DBO5	115	2.58	25.63	769	9229
DQO	169	2.58	37.67	1130	13562
Grasas y Aceites	52	2.58	11.59	348	4173
Sólidos Suspendidos Totales	81	2.58	18.06	542	6500

<u>Cálculo de carga contaminante a la Salida - S</u>					
Parámetro	Concentración (mg/L)	Caudal (L/s)	Carga cont. (Kg/día)	Carga cont. (Kg/mes)	Carga cont. (Kg/año)
DBO5	24.7	2.06	4.40	132	1583
DQO	46.9	2.06	8.35	250	3005
Grasas y Aceites	10	2.06	1.78	53	641
Sólidos Suspendidos Totales	15	2.06	2.67	80	961

Nota: Fuente propia