



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 11 de Octubre del 2019

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s): Sergio Alejandro Vásquez Sarmiento con C.C. No. 1083.878.958,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado Eficiencia del sistema de tratamiento para lixiviados de la planta de residuos sólidos Biorgánicos del sur del Huila S.A. E.S.P presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Eficiencia del sistema de tratamiento para lixiviados de la planta de residuos sólidos BIORGÁNICOS DEL SUR DEL HUILA S.A. E.S.P.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Vásquez Sarmiento	Sergio Alejandro

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Duarte Toro	Mauricio
Erazo Espinosa	Wilson Javier

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Mujica Rodríguez	Édison

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero Agrícola

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería Agrícola

CIUDAD: Pitalito Huila

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2019

NÚMERO DE PÁGINAS: 61

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 3
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

Diagramas_ x_ Fotografías_ x_ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___ Láminas___ Litografías___ Mapas_ x_ Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas o Cuadros_ x_

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: No

MATERIAL ANEXO: Resultado de laboratorios de análisis de aguas residuales

PREMIO O DISTINCIÓN (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español	Inglés	Español	Inglés
1. Residuos Sólidos	Solid waste	6. _____	_____
2. Lixiviados	leached	7. _____	_____
3. Diagnostico	diagnosis	8. _____	_____
4. Eficiencia	Efficiency	9. _____	_____
5. Tratamiento	Treatment	10. _____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Con la realización de este proyecto se pretendió evaluar la eficiencia y técnicamente el sistema de tratamiento de aguas residuales de la planta de Biorgánicos del sur del Huila S.A. E.S.P. ubicada en el municipio de Pitalito, donde se diagnosticó el estado de la Planta de Tratamiento de lixiviados. Adicionalmente se establecieron condiciones de mejoramiento a la infraestructura y a los sistemas operativos, determinando la eficiencia del tratamiento y calidad del agua residual, producto de las actividades de la separación de los residuos sólidos comúnmente llamado basuras. Dentro del proceso de recolección de información, se identificaron algunas problemáticas, una de ellas el incumplimiento referente a la normatividad vigente, lo que confirma la falta de gestión técnica por parte de la empresa prestadora del servicio de tratamiento de sólidos, en cuanto a la realización semestral de análisis de aguas residuales determinada en la Resolución No.0631 del 2015. También la falta de una estación climatológica, ya que ésta brinda una información acertada sobre precipitación y evapotranspiración, datos necesarios para realizar un balance hídrico y mantener una base informativa, las cuales pueden ser requeridas en cualquier momento por las entidades que supervisan a este relleno sanitario. Como resultado de este proceso y como diagnostico profesional, se evidenció que el personal encargado de la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales no cuenta con las capacitación adecuada para un



manejo óptimo esperado, los diseños que se implementaron para la planta de tratamientos de aguas residuales (PTAR) no fueron los mejores, y se presentaron muchas inconformidades con los resultados de los análisis de calidad de agua que arrojó el laboratorio.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

With the completion of this project, it was intended to evaluate the efficiency and technically the wastewater treatment system of the Biorgánicos from the south of Huila S.A. plant. E.S.P. located in the municipality of Pitalito, where the state of the Leachate Treatment Plant was diagnosed. Additionally, conditions of improvement to the infrastructure and the operating systems were established, determining the efficiency of the treatment and quality of the residual water, product of the activities of the separation of the solid waste commonly called garbage. Within the process of collecting information, some problems were identified, one of them the non-compliance with current regulations, which confirms the lack of technical management by the company providing the solids treatment service, in terms of the realization Bi-annual analysis of wastewater determined in Resolution No. 0631 of 2015. Also the lack of a weather station, since it provides accurate information on precipitation and evapotranspiration, data necessary to perform a water balance and maintain an information base, which may be required at any time by the entities that supervise this landfill. As a result of this process and as a professional diagnosis, it was evidenced that the personnel in charge of the operation of the wastewater treatment plant does not have the adequate training for an optimal expected management, the designs that were implemented for the treatment plant of Wastewater (WWTP) was not the best, and there were many disagreements with the results of the water quality analyzes that the laboratory threw.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Édison Mujica Rodríguez

Firma:

Nombre Jurado: Mauricio Duarte Toro

Firma:

Nombre Jurado:

Firma:

Wilson. J. Eraso. E

**EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA LIXIVIADOS DE LA
PLANTA DE RESIDUOS SÓLIDOS BIORGÁNICOS DEL SUR DEL HUILA S.A.
E.S.P.**

Trabajo de grado para optar por el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA

SERGIO ALEJANDRO VASQUEZ SARMIENTO

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

PITALITO, 2018

**EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA LIXIVIADOS DE LA
PLANTA DE RESIDUOS SÓLIDOS BIORGÁNICOS DEL SUR DEL HUILA S.A.
E.S.P.**

Trabajo de grado para optar por el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA

Autor:

SERGIO ALEJANDRO VASQUEZ SARMIENTO

Director: EDINSON MUJICA RDORIGUEZ

MSc. ING. AGRÍCOLA Y USO INTEGRAL DEL AGUA

Supervisor: JORGE LUIS NIÑO ANACONA.

Jefe de planta de Biorgánicos del sur del Huila

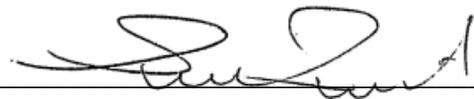
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE INGENIRÍA

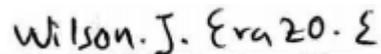
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

PITALITO, 2018

Nota de aceptación



Jurado: MAURICIO DUARTE TORO
MSc. ING. CIVIL



Jurado: WILSON JAVIER ERAZO ESPINOSA
MSc. ENERGIAS RENOVABLES



Director: EDINSON MUJICA RDORIGUEZ
MSc. ING. AGRÍCOLA Y USO INTEGRAL DEL AGUA

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico desde lo más profundo de mi corazón a mis padres ya que ellos fueron los que siempre me apoyaron para llegar a esta instancia en mis estudios, a mis hermanos Diego Fernando Vásquez, Julián David Vásquez y en especial a mi hermanito menor Oscar Eduardo Vásquez quien partió de este mundo hace unos años. Donde prometí culminar con satisfacción mis estudios, ya que con esfuerzo, dedicación y con mucha humildad me encuentro en la etapa final para optar el título como ingeniero agrícola.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente agradezco a Dios por haberme dado a mis padres, FERNANDO VÁSQUEZ y YOLANDA SARMIENTO, quienes han creído en mí, donde me han inculcando valores y a valorar lo que tengo y lo que soy, dándome el ejemplo de superación, humildad, responsabilidad, respeto y sacrificio. Del mismo modo agradezco a toda mi familia por brindarme ese apoyo incondicional, por mostrarme su amor infinito en el día a día, por esa razón dedico este logro, porque han impulsado en mi ese deseo de superación y triunfo en la vida, donde espero siempre contar con ese valioso e incondicional apoyo.

A la UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA, y en especialmente a la Facultad de Ingeniería y el Programa de Ingeniería Agrícola, donde de manera oportuna y profesional ha realizado cada uno de los procesos para que esta ilusión de ser Ingeniero sea posible, por hacer presencia en nuestro municipio permitiendo la formación integral de los nuevos profesionales de nuestra región.

Del mismo modo agradezco a la empresa Biorgánicos del sur del Huila S.A. E.S.P. en Gerencia de la doctora EDNA YOLIMA OME CALDERON, quien con su apoyo y pericia de servicio contribuyó para complementar mi formación y la realización de éste proyecto.

Para terminar quiero hacerlo de forma muy especial y con mis más sinceros agradecimientos a mi supervisor JORGE LUIS NIÑO ANACONA por su apoyo profesional e incondicional en éste proceso.

TABLA DE CONTENIDO

1. Pág.

1.	INTRODUCCIÓN.....	11
2.	OBJETIVOS.....	13
2.1.	Objetivo General.....	13
2.2.	Objetivos Específicos	13
3.	REVISIÓN DE LITERATURA	14
3.1.	Planta de residuos solidos	14
3.2.	Lixiviado.....	14
3.3.	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).....	14
3.4.	Beneficio de una Planta de Tratamiento de Agua Residual.....	15
3.5.	Reactor de flujo ascendente <i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i> (UASB)	15
3.5.1.	Descripción de los reactores UASB	15
3.5.2.	Proceso de los reactores UABS	16
3.5.3.	Eficiencia del tratamiento con reactores UASB	17
3.6.	Reactor Anaerobio de flujo a pistón (RAP).....	17
3.6.1.	Medio de soporte	17
3.6.2.	Eficiencia del reactor RAP	18
3.6.3.	Arranque de los reactores anaerobios.....	19
3.6.4.	Factores que inciden en el arranque del RAP.....	20
3.7.	Resolución 0631 del 2015.....	20
4.	METODOLOGÍA.....	22
4.1.	Planta de residuos sólidos de Biorgánicos del sur del Huila S.A E.S.P.	22
4.2.	Dimensiones de la Celda de disposición final y lagunas de oxidación.....	23
4.3.	Precipitación en el área de estudio.....	24
4.4.	Determinación de la cantidad de lixiviado generado en la celda de disposición final	24
4.5.	Determinación de la cantidad de lixiviado generado en la zona de compostaje....	24
4.6.	Análisis in situ de lixiviado y aguas subsuperficiales.....	25

4.7.	Muestreo de lixiviado y aguas subsuperficiales	26
4.8.	Almacenamiento, preservación y transporte de la muestra	29
4.9.	Eficiencia de la planta de tratamiento de lixiviado.....	30
5.	RESULTADOS Y DISCUSION	31
5.1.	Dimensiones de la celda de disposición final y piscinas de oxidación.....	31
5.2.	Calculo de la precipitación mensual	32
5.3.	Lixiviado generado en la celda de disposición final.....	33
5.4.	Lixiviado generado en el proceso de compostaje	35
5.5.	Análisis <i>in situ</i> de lixiviados, aguas superficiales y subsuperficiales.....	37
5.6.	Análisis resultados de laboratorio.....	38
5.6.1.	Análisis de aguas superficiales.....	39
5.6.2.	Análisis de Aguas subsuperficiales	41
5.6.3.	Análisis de lixiviado de las piscinas de oxidación del orgánico y de la celda.....	42
5.6.4.	Análisis al vertimiento puntual y eficiencia del sistema	45
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
7.	BIBLIOGRAFÍA	51
8.	ANEXOS	53
8.1.	Resolución o631 del 2015, Artículo 14	53
8.2.	Resultados de laboratorio.....	55

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requerimientos de los materiales para ser empleados como medios de transporte.	18
Tabla 2 Parámetros de diseño del sistema RAP	19
Tabla 3. Actividades asociadas con servicios y otras actividades.....	20
Tabla 4 Requisitos para la conservación de las muestras.....	29
Continuación de la Tabla 4 Requisitos para la conservación de las muestras.....	30
Tabla 5 Dimensiones y variables de las piscinas de oxidación.....	32
Tabla 6. Precipitación en la zona de estudio año 2017.....	33
Tabla 7. Calculo del caudal medio generado de lixiviado al mes de la celda de disposición final.....	35
Tabla 8. Cálculo del caudal medio de lixiviado generado y bombeado de la zona de compostaje.....	36
Tabla 9 Parámetros in- situ de los puntos de muestreo.....	38
Tabla 10 . Resultado de análisis aguas arriba y aguas abajo del rio Guachicos.....	39
Tabla 11. Resultado de análisis aguas subsuperficiales de los piezómetros ubicados en la planta de residuos sólidos de Biorgánicos del sur del Huila	41
Tabla 12 Resultado de laboratorio de las piscinas de oxidación del orgánico y celda.....	43
Continuación de la Tabla 12 Resultado de laboratorio de las piscinas de oxidación del orgánico y celda.....	44
Tabla 13 Valores permisibles para vertimiento puntual según la resolución 0631 del 2015.	45
Continuación de la Tabla 13 Valores permisibles para vertimiento puntual según la resolución 0631 del 2015.....	46
Tabla 14. Eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales.....	46

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Esquema general de un reactor UASB de flujo ascendente	16
Figura 2 Esquema general de un reactor RAP de flujo a pistón.....	17
Figura 3 Ubicación de la planta de Biorgánicos del sur el Huila SA. E.S.P.	22
Figura 4 Diagrama de flujo de la planta de tratamientos de aguas residuales.....	23
Figura 5 Línea de conducción del lixiviado desde la zona de compostaje a las piscinas de oxidación.	25
Figura 6. Calibración del oxímetro.....	25
Figura 7. Materiales y elementos empleados en las tomas de las muestras.	27
Figura 8. Ubicación del Piezómetro 2	28
Figura 9. Extractor de aguas para los Piezómetros.....	28
Figura 10. Almacenamiento, preservación y transporte de la muestra.....	29
Figura 11 Distribución de las piscinas de oxidación	31
Figura 12. Esquemas y pluviómetro artesanal.....	32
Figura 13 Vista en planta del sumidero en la zona de compostaje y fotografía.	36
Figura 14 Esquema de los puntos de muestreo y tratamientos de aguas residuales (PTAR).	37
Figura 15 Diseño en planta de las piscinas de oxidación uno y dos.....	43

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Resolución 0631. Evaluación basada en el capítulo VII “Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V,VI con vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales”.....	37
Anexo 2. Registro fotográfico.....	37
Anexo 3. resultados de laboratorio de calidad de agua.....	38

RESUMEN.

Con la realización del presente proyecto de grado se pretendió evaluar la eficiencia y técnicamente el sistema de tratamiento de aguas residuales de la planta de Biorganicos del sur del Huila S.A. E.S.P. Ubicada en el municipio de Pitalito. Donde se diagnosticó el estado de la Planta de Tratamiento de Agua Residual. Adicionalmente establecer condiciones de mejoramiento a la infraestructura y sistemas operativos; determinando la eficiencia del tratamiento y calidad del agua residual producto a las actividades de la separación de los residuos sólidos comúnmente llamado basuras. Dentro del proceso de recolección de información, se identificaron varias problemáticas, una de ellas el incumplimiento referente a la normatividad vigente, lo que confirma la falta de gestión técnica por parte de la empresa prestadora de este servicio en cuanto a la realización semestral de análisis de aguas residuales determinada en la resolución 0631 del 2015. Adicionalmente La falta de una estación climatológica ya que esta nos brinda una información más acertada sobre precipitación y evapotranspiración para realizar un balance hídrico y mantener una base de datos las cuales pueden ser requeridas en cualquier momento por las entidades que supervisan a este relleno sanitario.

Como resultado de esta información y un diagnostico profesional, se evidenció que el personal encargado de la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales no cuenta con las capacitación adecuada para un manejo óptimo de esta planta, adicionalmente los diseños de se implementaron para la PTAR no fueron los mejores, ya que se presentaron muchas inconformidades con los resultados de los análisis de calidad de agua.

ABSTRACT.

With the realization of the present project of degree it was tried to evaluate the efficiency and technically the system of treatment of residual waters of the plant of Biorganicos of the south of Huila S.A. E.S.P. Located in the municipality of Pitalito. Where the condition of the Wastewater Treatment Plant was diagnosed. Additionally, establish improvement conditions for the infrastructure and operating systems; determining the efficiency of the treatment and quality of the residual water product to the activities of the separation of solid waste commonly called garbage. Within the process of information collection, several problems were identified, one of them being non-compliance with the current regulations, which confirms the lack of technical management by the company providing this service in terms of the semi-annual analysis of wastewater determined in resolution 0631 of 2015.

Additionally the lack of a weather station as this gives us more accurate information on precipitation and evapotranspiration to make a water balance and maintain a database which may be required at any time by the entities that supervise this landfill.

As a result of this information and a professional diagnosis, it was evidenced that the personnel in charge of the operation of the wastewater treatment plant does not have the adequate training for an optimal management of this plant, additionally the designs were implemented for the P.T.A.R. they were not the best, since there were many disagreements with the results of the water quality analysis.

1. INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos y en especial los orgánicos disponen de un alto porcentaje de desechos. Por esta circunstancia es de mucha importancia contribuir al manejo integral mediante distintos procesos que ayuden a minimizar numerosos impactos ambientales negativos. En cuanto a disposición y manipulación de lixiviados. Con el desarrollo y ejecución del presente proyecto brinda aportes a la mitigación de impactos ambientales negativos y la valoración e identificación de impactos positivos (Márquez, 2008).

El aprovechamiento de los residuos producidos por el hombre, se da por la necesidad de reutilizar los materiales que ya fueron desechados como resultado al elevado crecimiento de la población y al alto grado de contaminación que esta genera.

Biorgánicos del sur del Huila S. A. E.S.P. Empresa que desarrolla el manejo y disposición final de los residuos sólidos de los 9 municipios de la zona sur del Departamento del Huila, cumple con la obligación ambiental de implementar nuevas metodologías más eficientes para la remoción de elementos y agentes contaminantes presentes en los lixiviados. Por tal motivo, el presente proyecto tiene como objetivo principal evaluar el actual sistema de tratamiento para lixiviados de la planta de residuos sólidos del municipio de Pitalito.

El contenido del presente proyecto, establece datos reales de las cargas contaminantes que son vertidas al río Guachicos producto de las actividades de la planta de Biorgánicos del sur del Huila, ubicada en el municipio de Pitalito, de igual manera se pretende estimar el grado de afectación de esta fuente, mediante la valoración de la calidad del agua, a través de algunos parámetros significativos y determinantes obtenidos de la remoción de la Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de lixiviados existente.

El muestro de agua es una actividad dirigida a la recolección de una porción de esta, que representa la calidad de la masa de agua en el lugar y en el momento de obtención de la muestra. La recolección de la respectiva muestra constituye uno de los elementos fundamentales de un programa de control de calidad analítica a fin de obtener datos reales de las características fisicoquímicas y microbiológicas de los cuerpos de agua. El informe tendrá como resultado el resumen de los monitoreos de aguas residuales, superficiales y subterráneas de los valores obtenidos en las actividades designadas sobre las mediciones *in-situ* de las propiedades físicas del agua.

El interés por el uso de los recursos naturales de manera sostenible es una iniciativa que ha venido tomando fuerza en muchos sectores, debido al deterioro e inadecuado manejo de los mismos. En el ciclo productivo del reciclaje se ha hecho necesario el diseño de nuevas técnicas y tecnologías que reduzcan el impacto negativo sobre el medio ambiente y la afección a la comunidad, Biorgánicos del sur del Huila S.A. E.S.P. Es una empresa que ha desarrollado un método para reciclar los residuos sólidos de los nueve (9) municipios del sur del Huila, con un porcentaje de recuperación del 10% de las 1600 toneladas de material inorgánico que entran mensualmente y un magnifico desempeño en el manejo y reutilización del material orgánico, el cual se aprovecha un 60% de 1000 toneladas que

hacen ingreso de forma mensual a las instalaciones de la planta de Biorgánicos del sur del Huila S.A. E.S.P. De dicha actividad se generan residuos que van directamente a la celda de disposición final, de la cual se desprende un líquido llamado lixiviado, de igual manera en el proceso de compostaje se liberan grandes cantidades de agua contaminada con elementos como metales pesados, ácidos grasos, amoníaco, nitrógeno, fosforo entre otros.

Con la caracterización de las aguas residuales producidas a las actividades que a diario se realizan en la planta de residuos sólidos de Pitalito Huila, se pretende conocer el nivel de eficiencia de remoción de la carga contaminante del lixiviado y dar al cumplimiento de la legislación colombiana vigente, con lo establecido en la resolución 0631 del 2015 el decreto 3930 del 2010 y los artículos 20 y 21 del decreto 1594 de 1984. En donde estable los límites máximos permisibles para vertimientos puntuales, de acuerdo con los criterios de calidad para el uso asignado al recurso hídrico, el cual este debe cumplir con un porcentaje de remoción específico y cargas máximas permisibles.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar la eficiencia del sistema para el tratamiento de lixiviados en la planta de Biorgánicos del Sur del Huila S.A. E.S.P.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del sistema de tratamiento de lixiviados.
- Determinación de los parámetros de contaminación; demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), sulfatos, nitratos de lixiviados de la planta de residuos sólidos de Biorgánicos del sur del Huila S.A. E.S.P.
- Evaluar los resultados de los parámetros físico-químicos del vertimiento de acuerdo con lo establecido en la resolución 0631 de 2015 donde estable los límites máximos permisibles para vertimientos puntuales.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Planta de residuos solidos

Es el lugar donde se desarrollan actividades para la clasificación, separación, tratamiento, reciclaje y recuperación de residuos sólidos urbanos, rurales, residuos industriales, residuos tóxicos y de recogida selectiva.

La función de las plantas es la clasificación y selección de forma óptima para el contenido del material entrante a través de una línea de selección, donde se separan los elementos que se puedan reciclar y obtener una segunda utilidad, dando un manejo adecuado a los residuos que ya son descartados los cuales son enviados a la celda de disposición final. (Zuñiga, 1994)

3.2. Lixiviado

El lixiviado es el resultado del contacto entre una escorrentía de agua (ya sea lluvia o superficial) con residuos orgánicos e inorgánicos. También es producido por la propia dinámica de descomposición de los residuos al ponerse en contacto unos con otros excediendo su capacidad de absorción, pasando a través de ellos y aumentando la concentración de contaminantes. Este líquido tiene la capacidad de trasladarse a las aguas subterráneas, superficiales y al suelo con altos grados de contaminantes como metales pesados, ácidos grasas, amoniacó, nitrógeno, fosforo entre otros. (Luna, 2008).

3.3. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

La sigla PTAR define la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, se debe tener cuidado al no confundir con PTAP que es una definición utilizada para Planta de Tratamiento de Agua Potable. El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como objetivo eliminar las cargas contaminantes presentes en el agua.

Con la construcción de una PTAR se da al objetivo de depurar la materia orgánica, reduciendo en gran proporción las cargas contaminantes, ya que los desechos sólidos y en especial los orgánicos son materia fácilmente degradables y con grandes cantidades de humedad en la cual se expulsa en el proceso de secado o maduración. (Luna, 2008) Estos factores contaminantes son de muy fácil dilución dentro del proceso del lixiviado ocasionando reducción del PH y facilitando la absorción y

movilidad de metales pesados (Giraldo, 2001). Los tratamientos de lixiviados en gran parte son muy similares a los que se le realizan a los desechos de aguas residuales domésticas pero con algunas diferencias significativas debido a su alta carga contaminante. Se puede decir, que los aspectos económicos y tecnológicos dan las pautas para enmarcar el tipo de tratamiento más conveniente, combinando varios sistemas que ofrezcan más eficiencia al proceso de remoción donde se busca poder hacer vertimientos a un cuerpo de agua.

3.4. Beneficio de una Planta de Tratamiento de Agua Residual

Los beneficios de una PTAR son muy significativos desde cualquier ángulo donde se analice, estas obras hidráulicas no solo buscan mejorar la calidad del agua, si no proteger el medio ambiente, del mismo modo generan progreso en la calidad de vida de las personas ya que estas construcciones dependen de actividades de operación y mantenimiento, los cuales son ingresos económicos para el personal que labora dentro de la mencionada planta. En el proceso de tratamiento de aguas residuales puede contener y remover potenciales contaminantes causantes de enfermedades, a través de un sistema de filtrado que bloquea el camino y realiza un tratamiento adicional que acaba con los organismos dañinos. De esta manera se mantienen a las enfermedades y bacterias potenciales lejos de otras fuentes de agua o del suelo que pueden causar daño a las personas, animales y plantas. (Diaz Benavides & Vallejo Valles , 2017)

3.5. Reactor de flujo ascendente *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB)

El Digestor Anaerobio de Flujo Ascendente *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB) es un sistema de tratamiento diseñado específicamente para el tratamiento de aguas residuales de baja carga, constituye una tecnología de tratamiento en la que el agua pasa a través de una capa de lodos a baja velocidad. Se caracteriza por realizar las operaciones de decantación primaria, reacción biológica y digestión anaerobia del lodo, (Sergio Martinez, 2011).

3.5.1. Descripción de los reactores UASB

Este tratamiento utiliza microorganismos anaerobios que en ausencia de oxígeno digieren el material biodegradable del afluente, (materia orgánica), de la cual se convierte en metano y bióxido de carbono. Este metano puede ser recuperado para su utilización en diversas actividades. Las burbujas ascendentes mezclan los lodos sin necesidad de piezas mecánicas. Las paredes inclinadas vuelcan el material que alcanza la superficie del tanque (Ver Figura 1). El efluente tratado es expulsado por

la parte superior del tanque en un área por encima de las paredes inclinadas. (Obaya, 2006)

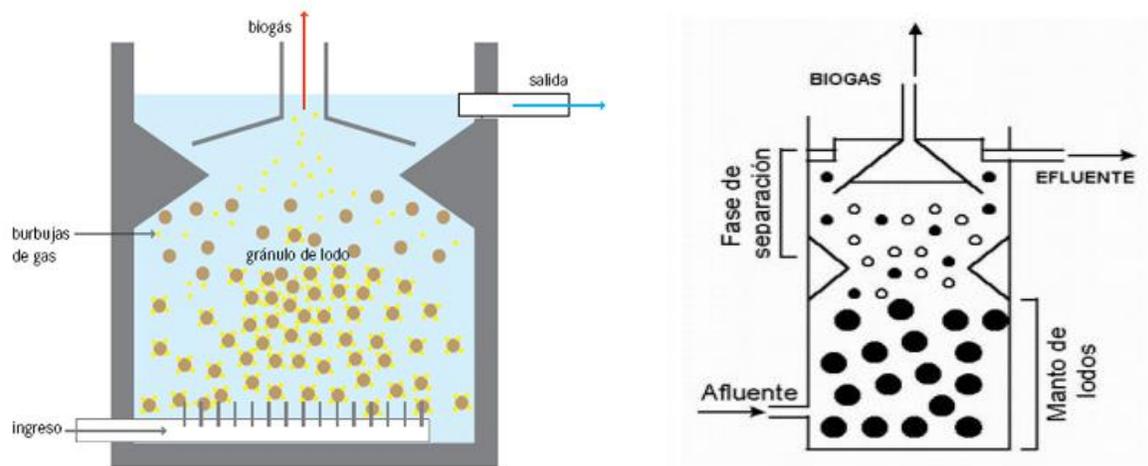


Figura 1 Esquema general de un reactor UASB de flujo ascendente

3.5.2. Proceso de los reactores UABS

Para rendimiento óptimo de los reactores UASB es necesario cribar y desarenar las aguas residuales antes de que estas entren al reactor. Las aguas residuales entran al sistema UASB a través de un sistema de distribución del afluente, este es alimentado por gravedad y no por bombeo ya que garantiza el máximo contacto entre las aguas residuales de entrada y la biomasa anaerobia (lodos) en el reactor. Las aguas residuales entran en la parte inferior del reactor, siguiendo un camino de flujo ascendente, pasan a través de una gruesa capa de lodo anaeróbico. Aquí, a través del proceso de digestión anaerobia, las aguas residuales se convierten en biogás.

La principal característica del reactor UASB reside en su dispositivo de separación de tres fases gas-líquido-sólido (GLS), situado en la parte superior del sistema UASB, facilitando así la recolección de biogás. El posicionamiento de los deflectores evita que las burbujas de biogás ingresen a la sección de sedimentación y en su lugar dirigen el biogás a la campana de colección de gas desde donde el biogás puede ser colectado. El biogás contiene aproximadamente un 75% de metano y se puede utilizar en diversas actividades pero normalmente se quema por medio de una chimenea (TEA). Posteriormente los sólidos son arrastrados a la zona de sedimentación, donde en ausencia de burbujas de biogás, se asientan y se deslizan nuevamente a la zona de digestión. El efluente tratado se recoge uniformemente desde la parte superior del UASB por un sistema de tubos perforados diseñados con precisión. (Messa, 2006)

3.5.3. Eficiencia del tratamiento con reactores UASB

Según el estudio realizado por las estudiantes Fernanda Cristina Morillo León y Eliana Fajardo de la especialización en el área saneamiento, de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, la eficiencia del Reactor Anaerobio de Manto de Lodos de Flujo Ascendente (UASB), en el tratamiento de aguas residuales para un relleno sanitario y manejo de lixiviados con un caudal de 2.2 l/s tuvo los siguientes resultados, remociones de DBO₅: 78.45%, de DQO: 81.82%, de sólidos suspendidos 71.01 % (Fajardo, 2005).

3.6. Reactor Anaerobio de flujo a pistón (RAP)

Dentro de los diferentes tipos de tratamientos de aguas residuales, se encuentra el tratamiento de tipo anaerobio en cual ha sido objetivo de muchas investigaciones y de nuevos avances tecnológicos que ahorren en gastos y sean más eficientes en la remoción de contaminantes. Un reactor de tipo RAP de flujo a pistón, es una tecnología para el tratamiento de aguas residuales, ya seas domésticas o industriales, en donde el flujo hidráulico es de tipo a pistón (Ver Figura 2). La biomasa crece en cierta forma adherida a un medio de soporte de muy alta porosidad y también de forma suspendida. (Roa F. , 2006)

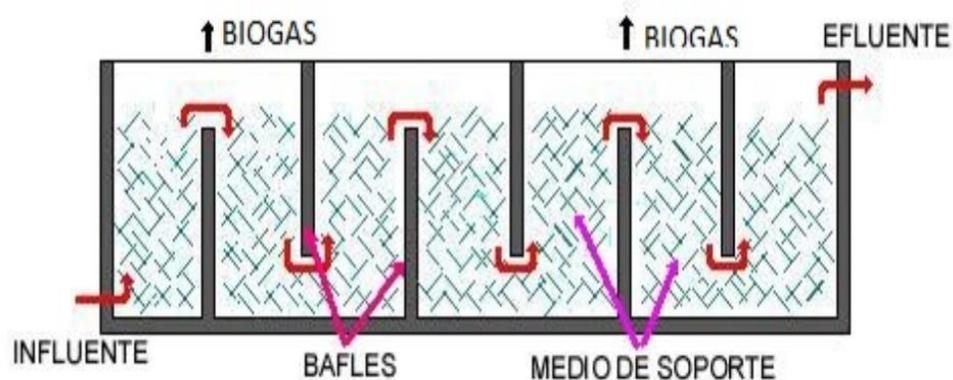


Figura 2 Esquema general de un reactor RAP de flujo a pistón.

3.6.1. Medio de soporte

Los medios de soporte juegan un papel fundamental en el tratamiento biológico de aguas residuales, es el material donde se fija el lecho bacteriano encargado de la remoción o digestión anaerobia de la materia orgánica, en pocas palabras este

soporte se encarga de aportar la rigidez y estabilidad para la adherencia y el crecimiento de la biomasa.

Los propósitos del medio de soporte se dan de la siguiente manera.

- Actúa como barrera para que los sólidos no sean arrastrados fuera del sistema.
- Es la encargada de la retención de la biomasa.
- Es la que da la facilidad de flujo del reactor a una velocidad constante.
- Mejora el contacto entre el sustrato y los sólidos biológicos contenidos en el reactor.

Los materiales más usados para medios de transporte se pueden dividir en varios grupos, los minerales como la grava media, los convencionales como los elementos sintéticos (pasta, plástico) y elementos biológicos (la guadua). (Hoces, 20014)

3.6.2. Eficiencia del reactor RAP

La eficiencia de los reactores anaerobios depende de tres factores importantes como son: el material de soporte, el sustrato bacteriano y la capacidad para degradar la materia orgánica. En el diseño del reactor RAP influye principalmente la carga contaminante a tratar y en cuanto a sus dimensiones (largo y alto) obedecen a la eficiencia que se espera. Se debe tener en cuenta para la selección del material de soporte, los requerimientos que se especifican en la tabla 1.

Tabla 1. Requerimientos de los materiales para ser empleados como medios de transporte.

Nº	REQUERIMIENTO	OBJETIVO
1	Poseer elevada porosidad y área superficial	Permitir la adherencia de los microorganismos y reducir la posibilidad de colmatación
2	Ser estructuralmente resistente	Evitar su desintegración y soportar su propio peso y el de la biopelícula adherida a su superficie
3	Ser biológica y químicamente inerte	Evitar la relación entre el lecho y los microorganismos
4	Ser suficientemente liviano	Evitar la construcciones complejas
5	Permitir la rápida proliferación de microorganismos	Reducir el tiempo de arranque del reactor anaerobio
6	No presentar superficies lisas	Garantizar porosidad y fácil adherencia de la película microbológica
7	Presentar espacios entre las superficies adherentes	Permitir el crecimiento de la biopelícula sin bloquear los intersticios del medio de soporte

Fuente: Obaya, 2006

Al seguir estas condiciones se pueden lograr resultados hasta de un 60 % de efectividad en remoción de DBO, DQO y SST bajo los parámetros estipulados en la tabla 2.

Tabla 2 Parámetros de diseño del sistema RAP

PARÁMETROS DE DISEÑO	VALOR	UNIDADES
DQO afluente	1.000 a 30.000	mg/L
Tiempo de retención a 15 °C	9 a 10	Hora
Tiempo de retención a 20 °C	8	Hora
Carga Orgánica	1.0 a 4.8	Kg DBO/m ³ -d
Carga Hidráulica por cámara	< 5.0	m ³ /m ² - h
Diámetro del medio	2.0 a 17	Cm
Velocidad de sedimentación	< 1.5	m/h
Profundidad	1.0 a 4.7	M

Fuente: Obaya, 2006

3.6.3. Arranque de los reactores anaerobios

El arranque es conocido como el proceso o periodo de tiempo que dura la biomasa en adaptarse a la cantidad y calidad del agua residual que se va a tratar, en esta etapa se presentan grandes afecciones como inestabilidad y tiempo de retención. Puede durar entre un par de meses o en su defecto un año o más dependiendo del inóculo, las características del agua del material usado para el medio de soporte y de la estrategia de arranque utilizada. La inoculación del RAP se realiza con la finalidad de lograr un arranque rápido y asegurar su funcionamiento exitoso.

En este proceso se inicia con el llenado de las unidades de agua residual que se va a tratar, seguido con la inoculación utilizando eses de caballo o vaca, la duración de la etapa del arranque está definida por el tiempo necesario para obtener una calidad constante del efluente y una cantidad de lodo que no varíe con el tiempo. De los estudios que se han llevado a cabo se han podido definir tres etapas para el arranque de este proceso:

- Adaptación primaria y crecimiento de las bacterias degradadoras.
- Formación de la biomasa metanogénica activa.
- Formación de lodo granular si las condiciones del sustrato lo permiten.

La mayoría de los estudios arroja que el final de este proceso se genera en lo que respecta a la biomasa y con la aparición del fenómeno de granulación o la aparición de biopelícula estable. (Méndez, 2006)

3.6.4. Factores que inciden en el arranque del RAP

En el proceso de arranque de un reactor RAP se involucran factores importantes que se deben conocer. Dentro de ellos está la temperatura, que debe estar entre los 30 – 35 °C, si disminuye la temperatura la formación de metano es mínima, otro factor que influye son los nutrientes, ya que los requerimientos nutricionales de las bacterias durante el proceso de degradación son bajos, los valores requeridos para los microorganismos estarían en el orden de 350:5:1, esto nos quiere decir que por cada 350 partes de (kg/d) de DBO deben haber 5 partes (kg/d) de N y 1 parte de (kg/d) de P, al adicionar estos nutrientes incrementa la eficiencia del proceso por los requerimientos nutricionales de todo ser vivo. Adicionalmente el pH juega un papel fundamental en este proceso, el reactor debe operar en un intervalo entre 6.8 y 7.5 ya que la actividad de la población metanogénica es altamente vulnerable a los cambios de pH es comparada con las demás poblaciones presentes en el lodo.

Se debe tener en cuenta la retención de lodos ya que mientras mayor sea la concentración de células activas retenidas (sedimentadas o adheridas), mayor será la carga orgánica que podrá tratar. Otro factor importante es el tiempo de retención del sólido. Un tiempo de retención alto en el reactor contribuirá a una mayor adaptación de los lodos al afluente, lo que favorece la estabilidad de la biomasa. Y por último se debe visualizar la relación de ácidos grasos volátiles y alcalinidad, la relación AGV/alcalinidad este parámetro se debe controlar para evitar acumulaciones en los reactores anaerobios con valores entre 0.2 y 0.4.

3.7. Resolución 0631 del 2015

La resolución 0631 establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público donde se dictan otras disposiciones. Además, se clasifican 73 actividades industriales, comerciales y del sector de servicios.

Este proyecto se evaluó bajo el artículo 14, donde cita textualmente “Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas - (ARnD) de actividades asociadas con servicios y otras actividades (Resolución 631 de 2015) (Ver tabla 3 y Anexo 1).

Tabla 3. Actividades asociadas con servicios y otras actividades.

PARÁMETRO	UNIDADES	TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS
Ph	unidades Ph	6.0 a 8.0
DQO	mg/l O ₂	2000
DBO	mg/l O ₂	800
SST	mg/L	400

Continuación Tabla 3. Actividades asociadas con servicios y otras actividades.

PARÁMETRO	UNIDADES	TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS
solidos sedimentales	mg/L	5.00
Grasas y aceites	mg/L	50.00
Fenoles	mg/L	0.20
Hidrocarburos totales	mg/L	10.0
Cianuro total	mg/L	1.00
Cloruros	mg/L	500.00
Sulfatos	mg/L	600.00
Aluminio	mg/L	3.00
Arsénico	mg/L	0.10
Bario	mg/L	2.00
Cadmio	mg/L	0.05
Zinc	mg/L	3.00
Cobre	mg/L	1.00
Cromo	mg/L	0.05
Mercurio	mg/L	0.01
Níquel	mg/L	0.05
Plomo	mg/L	0.20
Selenio	mg/L	0.20
Vanadio	mg/L	1.00

Fuente: Resolución 0631 del 2015.

4. METODOLOGÍA

4.1.Planta de residuos sólidos de Biorgánicos del sur del Huila S.A E.S.P.

La planta de Biorgánicos de Sur está ubicada en las coordenadas N: 1° 52'290'' y W: 76° 07'445'', con una altura de 1.279 m.s.n.m. a 7 Kilómetros de la vía que comunica al municipio de Pitalito con San Agustín (Huila), con una temperatura media de 20°C y una precipitación media 130 milímetros/año.



Figura 3 Ubicación de la planta de Biorgánicos del sur el Huila

El relleno sanitario cuenta con un área total 18 hectáreas, en su mayoría denota una topografía plana. La Empresa de carácter mixta (Pública y Privada) recibe mensualmente alrededor de 2.600 toneladas de residuos sólidos, proveniente de nueve (9) municipios del sur del Huila. Gracias a las buenas prácticas entre las Empresas Públicas de los municipios aledaños al relleno sanitario y el papel de la gerencia de Biorgánicos del sur del Huila se establecieron programas de separación en la fuente, en los cuales se ejecutan rutas selectivas, separando el material orgánico del inorgánico. Con ello realizando el aprovechamiento del 10% de los residuos inorgánicos reciclados que tiene aprovechamiento industrial en el mercado. Adicionalmente, se ha logrado un excelente desempeño con el material orgánico, con un porcentaje hasta del 65% de recuperación para la fabricación del acondicionamiento para suelos llamado AGROCOMPOST. Con la puesta en marcha de estas técnicas se ha prolongado la vida útil del relleno sanitario hasta de un 30 % al incrementar el grado de compactación, enmarcado en la legislación colombiana en el decreto N° 838 del 23 de marzo del 2005 el cual hace referencia a; los

reconocimiento se pudo caracterizar las estructuras, y analizar posibles problemáticas que se presenten en estas estructuras y las funciones de cada operador en las zonas de trabajo. Y con las dimensiones su pudo establecer (ancho, largo, profundidad, área y volumen) para cada una de las lagunas de oxidación y celda de disposición final. Del mismo modo se determinó el caudal de entrada, tiempos de retención y tiempo de llenado de cada una.

4.3. Precipitación en el área de estudio

Se establecieron distintos puntos para la toma de precipitaciones mensuales *in situ*, se fabricaron 6 pluviómetros artesanales, su diseño se realizó con botellas plásticas de gaseosa de capacidad 1.5 litros, se dejó un base con gravilla para evitar que el viento o algún factor volteé el pluviómetro, del mismo modo se demarco una línea que sirve de guía para la medida de precipitación con unidades en (mm), esta se realizó con una cinta métrica que se recuperó del material que entro a la planta de residuos sólidos. Mencionados elementos se distribuyeron en las cuatro esquinas, por el largo de la celda en la mitad entre las dos equinas se ubicaron otros dos pluviómetros un en cada lado, lo cual abarco toda el área de la celda de disposición final, arrojando los valores necesarios para la determinación de la cantidad de lixiviado generado en el área de estudio por precipitación. (González, 20015)

4.4. Determinación de la cantidad de lixiviado generado en la celda de disposición final

En el proceso para la determinación de lixiviado producido en la celda de disposición final, se establecen una serie de pasos para determinar el aumento del caudal. Por medio de la siguiente ecuación que se encuentra estipulada en el informe que fue entregado por el laboratorio encargado de realizar la actividad de compactación de los residuos sólidos de la celda de disposición final.

$$Q_{lixiviado} = P_m * A * k / 1000 \quad (\text{Ecuación 1}) \quad (\text{Roben, 2002})$$

Con el desarrollo de esta fórmula podemos calcular el aumento del caudal generado en la celda de disposición final, el cual se requiere para llevar un control de la cantidad producida y tratada.

4.5. Determinación de la cantidad de lixiviado generado en la zona de compostaje

Para la zona de compostaje, el proceso que se empleo fue por el método de bombeo ya que la topografía del sector no permite realizarlo por gravedad. Se estableció

horarios para realizar esta actividad, se contabilizó las repeticiones, el tiempo y se determinó el volumen del sumidero.



Figura 5 Línea de conducción del lixiviado desde la zona de compostaje a las piscinas de oxidación.

4.6. Análisis in situ de lixiviado y aguas subsuperficiales

Antes de la realización del muestreo se conocieron algunos parámetros de forma directa donde se pudo medir la conductividad eléctrica del agua, la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto. Estos datos fueron obtenidos gracias al oxímetro portátil, el cual fue calibrado antes de realizar la toma de las muestras. La calibración consiste en limpiar y enjuagar la membrana y la punta de la sonda donde se encuentra el ánodo y cátodo, este lavado se realiza con agua destilada, posteriormente se añaden electrolitos a la membrana y enrosca en la punta de la sonda donde se debe dejar libre de aire atrapado entre estas dos partes, adicional se debe tener en cuenta la salinidad la cual debe estar en cero (0) y por último se enciende el oxímetro y se deja que se polarice.



Figura 6. Calibración del oxímetro.

4.7.Muestreo de lixiviado y aguas subsuperficiales

Con el muestreo se permite evaluar el sistema, para dicha toma de muestras, existen varios métodos, para este caso se implementó el muestreo manual. Teóricamente son aquellos que se realizan cuando los lugares a realizar la muestra son de fácil acceso, la ventaja de este tipo de muestreo es que permite a la persona encargada de hacer esta actividad relacionarse de una manera directa con las propiedades físicas del agua (color, olor, aumento o disminución del caudal).

Para el lixiviado proveniente de la planta de residuos sólidos, su monitoreo fue de manera simple iniciando el día miércoles 15 noviembre del 2017. Durante la recolección de las muestras el clima no fue el mejor y el deseado, se presentó precipitaciones con baja intensidad por un corto tiempo, esta actividad fue llevada a cabo por el laboratorio de CONSTRUSUERLOS SUMINISTROS LTDA, el cual se encuentra acreditado ante el IDEAM, para toma de muestras de aguas residuales y superficiales, mediante la resolución N° 1305 del 5 de junio del 2014. Las muestras de las piscinas de oxidación fueron recolectadas por el personal entrenado y capacitado, el muestreo se desarrolló de la siguiente manera: se tomaron varias muestras por toda la piscina y luego se mezclaron en un balde aforador, luego se envasaron las muestras en los recipientes debidamente rotulados con la información del punto exacto del muestreo. Al realizar la toma de muestras para las aguas subsuperficiales se desarrolló de una manera más simple, por medio de los piezómetros se introdujo un extractor de aguas artesanal y de esta manera tener la muestra la cual fue envasada y rotulada debidamente.

Durante la toma de las muestras se implementó una serie de controles para preservar los parámetros físico-químicos entre ellos los reactivos químicos, como fue la nevera de icopor, ya que este ítem es de mucha importancia para asegurar la integridad de las muestras desde el momento de su recolección hasta el momento de la entrega de los resultados. La finalidad es monitorear las muestras donde su manipulación, preservación y transporte esté relacionado a cualquiera de las condiciones que intervengan negativamente en su estado. Para asegurar y controlar las muestras se deben utilizar los elementos de protección personal como guantes de nitrilo, tapa bocas o máscara respiradora con filtros para ácidos o vapores orgánicos, botas de caucho y una serie de materiales necesarios para realizar un monitoreo, siguiendo las normas que ha establecido el IDEAM en el “instructivo para la toma de muestras de aguas residuales” estableciendo los procedimientos de protección y una serie de protocolos establecidos para la realización de este tipo de actividades. (Ver figura 6).



Figura 7. Materiales y elementos empleados en las tomas de las muestras.

Los materiales y elementos con mayor importancia debe ser los recipientes o probetas para el almacenamiento de las muestra, ya que, la cantidad de recipientes depende del número de muestras que se vayan a recolectar y del tiempo total del monitoreo, así mismo el tipo de los recipientes son seleccionados y suministrados por el laboratorio o la empresa que realiza el muestreo y dependiendo del análisis requerido, dichos recipientes son en polietileno, color translúcidos con tapa rosca de seguridad y frascos en vidrio color ámbar para los análisis orgánicos. En cuanto a los análisis de grasas y aceites se emplean frascos de vidrio boca ancha y los microbiológicos se pueden usar bolsas plásticas de 100ml esterilizadas. (IDEAM Instituto de Hidrología, 2007). Cada uno de estos elementos que se identifica fácilmente en la figura 6, adicionalmente se usa un rotulo de registro en el formato de campo, este es necesario para llevar la información necesaria de capa punto de la toma.

Se establecieron 8 puntos de muestreo, el primero se realizó aguas arriba y aguas abajo, a una distancia entre 50 y 60 metros del punto de vertimiento en el río Guachicos. Posteriormente se realizaron las muestras al piezómetro 2 (Ver figura 8) referenciado satelitalmente con ubicación en latitud $1^{\circ}52'19.29''N$ y longitud $76^{\circ} 7'31.62''O$. muestreo denominado subsuperficial ya que estas no excedían una profundidad de 8 metros, seguido de las piscinas de oxidación y tanques recolectores y por último y los más importante se realizaron a la salida de la planta UASB y a la cajilla de vertimiento.

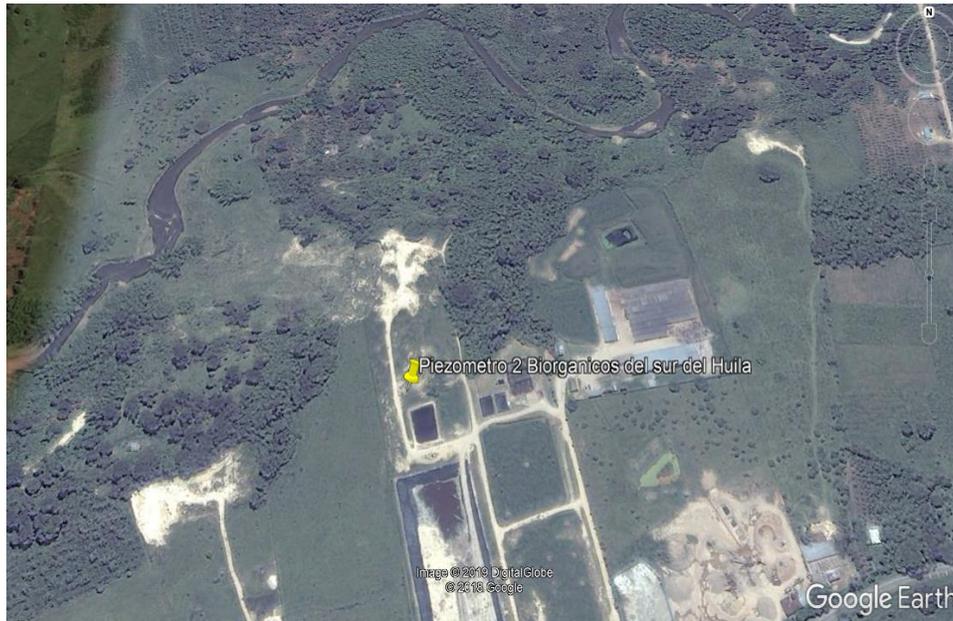


Figura 8. Ubicación del Piezómetro 2

Adicionalmente para el muestreo de aguas superficiales se desarrolló una actividad donde se implementó un extractor de aguas casero (Ver figura 9), el cual se diseñó con tubería y tapones de PVC de 1 ½ una bola de cristal y 10 metros de lazo de 5 mm de diámetro, para realizar la extracción del agua del piezómetro ya mencionado, para dicha actividad se desarrolló satisfactoriamente, donde los niveles de calidad del agua se encuentran dentro de los parámetros permisibles.



Figura 9. Extractor de aguas para los Piezómetros.

Esto se llevó a cabo con el fin de evaluar y dar cumplimiento de la normatividad ambiental actualmente vigente, y en cuanto a vertimientos puntuales a cuerpos de agua. A toda esta actividad se le realizó un registro fotográfico con el fin de documentar el seguimiento y para futuros informes que sean necesarios redactar.

4.8. Almacenamiento, preservación y transporte de la muestra

En cuanto a la preservación y almacenamiento de la muestra se correlacionan con los parámetros analíticos y el tipo de recipiente, capacidad, y tiempo máximo que puede transcurrir entre la toma de la muestra y sus análisis, en este proceso se debe mantener en una cadena de frío desde el inicio del muestreo hasta ser ingresada al laboratorio, estas muestras son transportadas en neveras de icopor o neveras que conserven el frío. (Ver figura 10)



Figura 10. Almacenamiento, preservación y transporte de la muestra

En la Tabla 4, se describen los parámetros y el tiempo máximo en el cual las muestras se deben almacenar o si se le debe adicionar algún reactivo.

Tabla 4 Requisitos para la conservación de las muestras.

PARAMETROS	CONSERVACION	ALMACENAMIENTO MAXIMO
Alcalinidad total	Refrigeración	24 horas
Coliformes Fecales	Vidrio boca ancha con tapa rosca o bolsa microbiológica estéril	6 horas
Coliformes totales	Recipientes previamente esterilizados	6 horas
Conductividad eléctrica	Refrigeración	28 horas
DBO	Refrigeración	6 / 48 horas
DQO	Análisis lo más pronto posible o adicionar H ₂ SO ₄ a pH <2.0 refrigerar	7 / 28 días
Grasas y aceites	Adicionar HCL o H ₂ SO ₄ a < 2.0 refrigerar	28 días
Orto-fosfatos	Refrigeración	48 horas
Solidos disueltos	Refrigeración	7 días

Continuación de la Tabla 5 Requisitos para la conservación de las muestras.

PARAMETROS	CONSERVACION	ALMACENAMIENTO MAXIMO
Solidos suspendidos totales	Refrigeración	2 / 7 días
Temperatura	N.A	Análisis inmediato
Turbidez	N.A	24 horas

Fuente: Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM).

4.9. Eficiencia de la planta de tratamiento de lixiviado

El sistema de tratamiento de lixiviado de Biorgánicos del sur del Huila SA. E.S.P. fue evaluado para conocer su eficiencia, esta actividad se realizó en un tiempo de 6 meses.

El sistema implementado funcionó con un caudal de 1 l/s, esta evaluación se enfocó directamente en las tomas de muestras en el afluente y en el efluente del tratamiento; para la obtención de parámetros físicos se tuvieron en consideración los muestreos realizados a las lagunas de oxidación provenientes de la zona de compostaje, al lixiviado producido de la celda de disposición final, aguas subsuperficiales y en el punto de vertimiento al río Guachicos. Con los parámetros tomados *in situ* se completó los requisitos para poder dar como concluido el muestreo. Para calcular la eficiencia de remoción de la carga contaminante del sistema empleado por Biorganicos del sur del Huila S.A. E.S.P. Se realizó basada en la siguiente formula.

$$E (\%) = \frac{Afluente - Efluente}{Efluente} * 100$$

Ecuación 2: Fuente. (Rodriguez, 2006) Ecuación para hallar el porcentaje de remoción del sistema

Con la caracterización de las aguas residuales de la empresa, se pretendió dar al cumplimiento a la resolución 0631 del 2015, que estable los límites máximos permisibles para vertimientos puntuales, de acuerdo con los criterios de calidad para el uso asignado al recurso hídrico, el cual debe cumplir con los porcentajes de remoción específicos y cargas máximas permisibles.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Dimensiones de la celda de disposición final y piscinas de oxidación

En la tabla 5 se presentan las dimensiones y variables de la laguna de oxidación de la celda y las lagunas de oxidación denominadas orgánico 1 y 2 con el objetivo de tener el conocimiento de la cantidad de lixiviado que existe en ellas. La celda de almacenamiento es una estructura trapezoidal recubierta con Polietileno de alta densidad. La cual fue medida con cinta métrica y con ayuda del personal de Biorgánicos de sur. Con las mediciones que se realizaron a la celda de disposición final se establecieron las dimensiones, las cuales son; 73m ancho x 236m de largo, lo cual da un área de 17.228 m², en cuanto a cálculo del talud no se pudo establecer sus medidas ya que es irregular y no fue tenido en cuenta al momento de diseñar la celda de disposición final, cabe resaltar que la profundidad de las tres piscinas han sufrido cambios significativos ya que la sedimentación va reduciendo su profundidad, los valores expuestos en la tabla para dicha variables son aproximados, ya que las piscinas fueron diseñadas a mediados del año 2008. (Ver figura 11) se puede observar la distribución de las piscinas que fueron diseñadas y actualmente están funcionando, también se puede apreciar las que ya han sido clausuradas ya que cumplieron la actividad para las que fueron diseñadas. Teniendo en cuenta que Biorgánicos es una empresa con más de 17 años desde que fue fundada.



Figura 11 Distribución de las piscinas de oxidación

Tabla 6 Dimensiones y variables de las piscinas de oxidación.

VARIABLE	UNIDADES	LIXIVIADOS		
		CELDA	ORGANICO 1	ORGANICO 2
Largo	m	32,8	18	18
Ancho	m	23,2	12	12
Profundidad	m	2,8	1,8	1,8
Volumen	m ³	1861	353	353
Área superficie libre	m ²	761,98	216	216
Tiempo de Retención	Días	181	38	38
Caudal entrada	l/s	1,428	5,215	5,215
Tiempo de llenado	Horas	362	19	19

5.2. Calculo de la precipitación mensual

En la tabla 6 se muestra el resultado de las precipitaciones de los meses en que se realizó la evaluación de la planta de tratamiento de Biorganicos del sur del Huila. Con estas mediciones se pudo cuantificar la cantidad de lixiviado que aumento, la toma de estos datos se realizó mediante la recolección de las precipitaciones dentro de los meses de Julio a Diciembre del año 2017, con ayuda de los pluviómetros artesanales (Ver figura 12), los cuales se diseñaron con un recipiente con paredes rectas (Botella plástica de 1.5L) y con unidades métricas para conocer la lámina de agua recolectada.

Entre los meses con mayor precipitación se encuentra Octubre y Noviembre con valores de 139 y 145.6 mm respectivamente. Mientras los meses de verano se referenciaron entre los meses de Julio y Diciembre con precipitaciones no mayores a 106.6 mm.

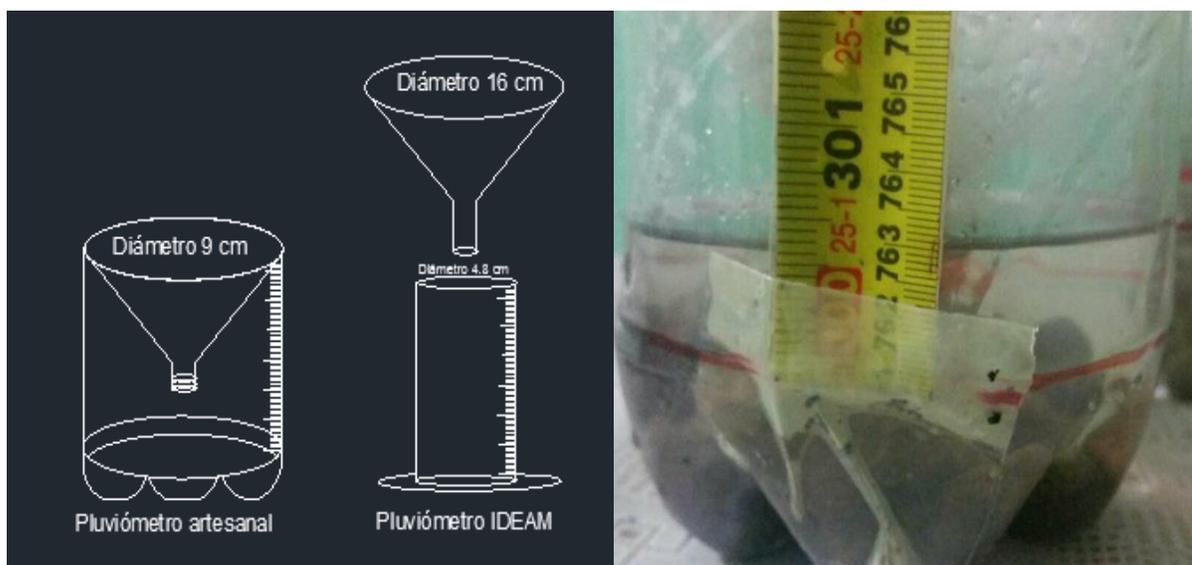
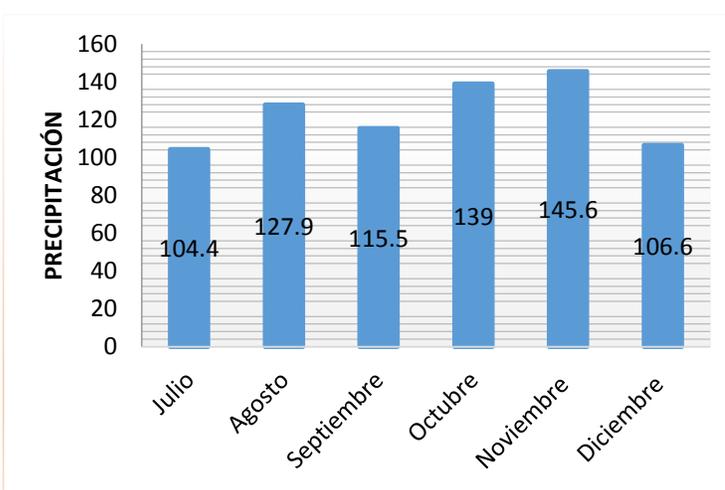


Figura 12. Esquemas y pluviómetro artesanal

Principalmente para el desarrollo de esta actividad se proyectó realizar un balance hídrico, se pretendía tener en cuenta la precipitación y la evapotranspiración, se solicitaron datos al IDEAM de la estación denominada Sevilla. Pero desafortunadamente no fue posible obtener valores. De todos modos y gracias a la mencionada estación se pudo conocer las dimensiones que tiene el pluviómetro instalado, con la cual se compararon las áreas de captación y se aforo para establecer medidas en las cuales se pudiera tener una cuantía de la precipitación tomada por los pluviómetros artesanales (Ver figura 12). Para esta actividad también se debió implementar un taque evaporímetro casero, para así calcular la evaporación del lixiviado. A continuación se presenta la tabla 6, donde se muestran los valores obtenidos en la precipitación que se establecieron en la recolección de los pluviómetros artesanales.

Tabla 7. Precipitación en la zona de estudio año 2017.

MESES AÑO 2017	PRECIPITACIÓN (mm)
Julio	104,4
Agosto	127,9
Septiembre	115,5
Octubre	139
Noviembre	145,6
Diciembre	106,6



5.3. Lixiviado generado en la celda de disposición final

La cantidad de lixiviado que se genera en la celda de disposición final, está relacionado con las características de los residuos y los factores climáticos que inciden en la planta de Biorgánicos de Sur del Huila S.A E.S.P. Con la aplicación de la fórmula que se planteó en la metodología, se pudo establecer el porcentaje del aumento del lixiviado, del mismo modo gracias a los pluviómetros se conoció la precipitación, estos datos fueron aplicados y usados para el desarrollo de esta actividad.

El volumen de lixiviado en una planta de residuos sólidos depende de los siguientes factores:

- Precipitación pluvial en el área del relleno.

- Escorrentía superficial y/o infiltración subterránea. Esta unidad geomorfología corresponde a los valles aluviales recientes y vegas de los ríos y quebradas principales tales como los ríos Guarapas, Guachicos y Magdalena.
- Evapotranspiración.
- Contenido de Humedad inicial de los Residuos Sólidos, Debido a la falta de concientización de la población y a la mala disposición y separación de residuos.
- Grado de compactación, este valor de compactación, se encuentra enmarcado en la legislación colombiana, específicamente en el decreto N° 838 del 23 de marzo del 2005.
- Capacidad de campo (capacidad del suelo y de los Residuos Sólidos para retener humedad).(POT Pitalito) suelo arcilloso y el decreto N° 838 del 23 de marzo del 2005.

El volumen de lixiviado está en función de la precipitación pluvial. No solo la escorrentía puede generarlo, el aumento del lixiviado está directamente relacionado a la precipitación directa sobre los residuos depositados o por el aumento de infiltración a través de las grietas en el terreno.

Para rellenos débilmente compactados con peso específico de 0,4 a 0,7 ton/m³, se estima una producción de lixiviado entre 25 y 50% (k = 0,25 a 0,50) de precipitación media anual correspondiente al área del relleno.

Para rellenos fuertemente compactados con peso específico > 0,7 ton/m³, se estima una generación de lixiviado entre 15 y 25% (k = 0,15 a 0,25) de la precipitación media anual correspondiente al área del relleno.

Para el caso de Biorgánicos del sur del Huila se han establecido los siguientes datos un Peso específico de compactado de los residuos sólidos a 750 kg/m³ y un contenido de humedad inicial en los residuos del 20% valores que fueron arrojados por el laboratorio que realizo la actividad de compactación.

Sobre la base de las observaciones realizadas en varios rellenos pequeños, se puede afirmar que la generación de lixiviado se presenta fundamentalmente durante los periodos de lluvias y unos cuantos días después, y se reduce durante los periodos secos.

Por lo tanto, utilizando los registros de precipitación, expresados en mm/mes, se estima el Caudal medio de Lixiviado Generado (m³/mes)

$$Q_{\text{lixiviado}} = P_m * A * k / 1000 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Esta ecuación se encuentra establecida en el informe presentado por el laboratorio de suelos quien realizo la actividad de compactación de los residuos sólidos enmarcada en el decreto 1784 del 2017 donde en el capítulo 3 hace referencia a disposición final.

Dónde:

$Q_{\text{lixiviado}} = \text{Caudal medio de lixiviado generado (m}^3\text{/mes)}$

$P_m = \text{Precipitación mensual (mm/mes)}$

$A = \text{Área superficial del relleno (m}^2\text{)}$

$k = \text{Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura}$

$1m = 1 \times 10^3 \text{ mm}$

En la siguiente tabla se presenta el cálculo del caudal medio de lixiviado generado al mes ($\text{m}^3\text{/mes}$).

Tabla 8. Calculo del caudal medio generado de lixiviado al mes de la celda de disposición final.

MES	PRECIPITACIÓ N (mm)	AREA CELDA (m ²)	COEFICIENTE DE GENERACION	CAUDAL MEDIO LIXIVIADO GENERADO (m ³ /mes)
JULIO	104.4	17228	0,25	449,65
AGOSTO	127.9	17228	0,25	550,87
SEPTIEMBRE	115.4	17228	0,25	497,67
OCTUBRE	139	17228	0,25	598,63
NOBIEMBRE	145.6	17228	0,25	627,01
DICIEMBRE	106.6	17228	0,25	459.12

En los meses de Octubre y Noviembre son los de mayor generación de lixiviados en la Celda de almacenamiento de residuos con un valores estimados entre 627,10 y 598,63 m³ al mes, mientras que en los meses de menores precipitaciones Julio y octubre dichos valores se reducen notablemente, con estimaciones de 449.65 y 497.03m³/mes.

5.4. Lixiviado generado en el proceso de compostaje

Biorgánicos del Sur del Huila, cuenta con un área de Compostaje bajo cubierta plástica de 4.000 m², el desarrollo de esta actividad puede tomar un tiempo entre 30 y 45 días en la conformación del compost, dependiendo de las condiciones de

temperatura y humedad relativa dentro del área del proceso, el compostaje se apila con ayuda de maquinaria en conos truncados de 2,0 metros de alto por 4 metros de ancho aproximadamente, de los cuales se rompen y se vuelven a apilar todos los días mientras dura el proceso, por tanto, los lixiviados generados son básicamente por el contenido de humedad inicial de los desechos orgánicos, los cuales escurren por los cuatro canales de conducción de lixiviados y estos a su vez hacia el sumidero de compostaje de dimensiones (1,45m x 1,62m x 1,38 m) con una capacidad de almacenamiento de 3,2 m³ o 3.241 litros (Ver figura 13) la cual se desocupa tres (3) veces al día, por medio de bombes de 10 minutos cada uno, a un caudal 0,324 m³ / min.

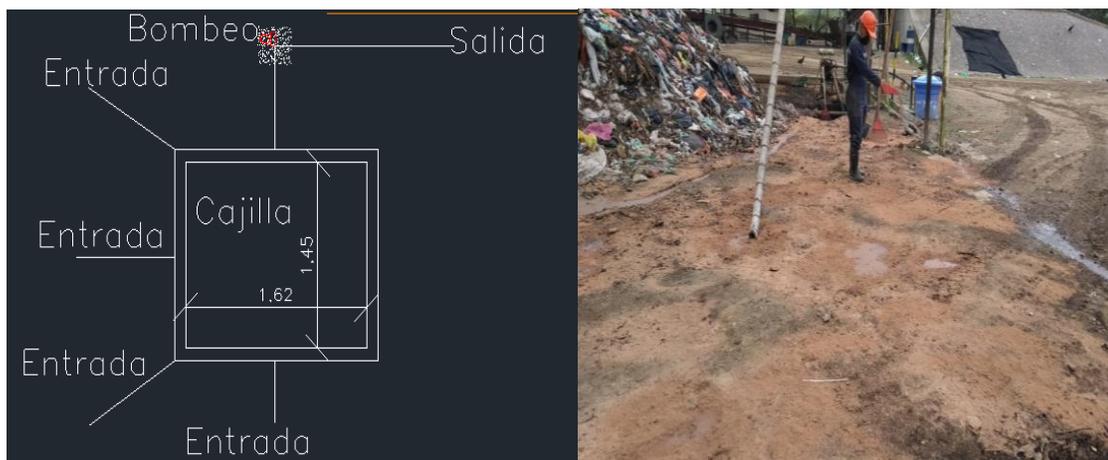


Figura 13 Vista en planta del sumidero en la zona de compostaje y fotografía.

En la siguiente tabla se muestra el caudal promedio que es bombeado hacia las piscinas de oxidación.

Tabla 9. Cálculo del caudal medio de lixiviado generado y bombeado de la zona de compostaje.

MEDICIÓN	VOLUMEN (litros)	TIEMPO (min)	CAUDAL (l/m)
1	2,425	4,1	5,915
2	1,892	3,7	5,115
3	1,771	3,2	5,535
PROMEDIO			5,521
DESVIACIÓN ESTANDAR			0,399

Los tres bombeos diarios dan un caudal máximo de generación de lixiviados en el proceso de compostaje de 16.565 (l/m) lo que equivale a 2.385 m³/día y un volumen máximo al mes de 71.559 m³. Dentro del proceso para la recolección de datos se menciona que se realizaron tres bombeos, el primero a las 7:30 de la mañana, este

tenía un mayor volumen, ya que recogía todo el lixiviado después de las 5:30 de la tarde en que concluía la jornada laboral, el segundo bombeo se realizó a la 1:30 p.m., el cual generaba un 22% menos de lixiviado que el primer bombeo, y el último bombeo se realizó a las 5:15 de la tarde con un volumen de 17,712(litros) y con un porcentaje del 27% menor al primer bombeo.

5.5. Análisis *in situ* de lixiviados, aguas superficiales y subsuperficiales

Con el resultado de estos parámetros obtenidos *in situ* de los puntos de muestreo, se obtuvo los datos de: pH, temperatura del agua, conductividad, oxígeno disuelto y porcentaje de saturación. Los puntos para dicho muestreo se pueden observar en la figura 14 que se presenta a continuación.

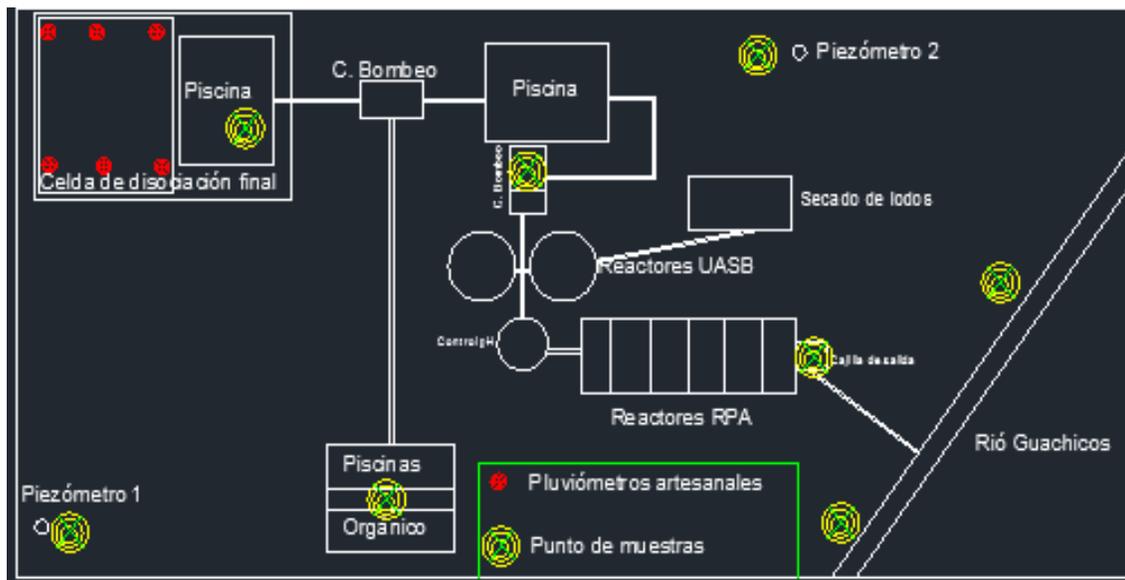


Figura 14 Esquema de los puntos de muestreo y tratamientos de aguas residuales (PTAR).

Posteriormente y gracias al laboratorio encargado del muestreo se presenta la relación de los parámetros analizados en el lugar del estudio (tabla 9).

Tabla 10 Parámetros in- situ de los puntos de muestreo.

PUNTO	pH	T° AGUA °C	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$	OXÍGENO DISUELTO $\text{mg O}_2/\text{L}$
Aguas arriba del rio Guachicos	6.4	21.1	50	7.13
Aguas abajo del rio Guachicos	6.6	21.9	70	7.03
Piezómetros	6.0	24.2	240	7.18
Piscina orgánico-lixiviado	7.8	27.9	8220	0.14
piscina celda – lixiviado	8.5	28.2	4920	1.13

Fuente: Laboratorio de Construsuelos LTDA.

Dentro de los parámetros establecidos del decreto 0631 del 2015, el pH presenta límite permisible ente 6 y 8, al analizar las muestras de los parámetros tomados *in situ*, se puede evidenciar un aumento entre cada punto tomado. Adicionalmente se percibe un incremento de nivel en la piscina de oxidación de la celda con un valor de 8.5, catalogándose como ligeramente alcalino. Posteriormente las piscinas del orgánico presentan una clasificación neutra con un valor 7.8 respectivamente, en cuanto a la temperatura se puede analizar un aumento significativo en los mismos puntos anteriores. La temperatura del agua mayor a 25 °C juega un papel importante en la biodegradación por que a mayor temperatura optimiza el desarrollo de la actividad microbiana, adicionalmente es importante considerar este parámetro ya que el oxígeno es menos soluble a mayor temperatura. Para estos puntos se enmarca valores entre 27.9 y 28.2 °C.

En cuanto a las concentraciones de oxígeno disuelto para los puntos tomados como muestreo se puede interpretar que el vertimiento al rio Guachicos hace bajar en 0.10 unidades esta concentración, donde se puede asumir que este efecto es ocasionado ya que la temperatura entre estos dos puntos baja casi un grado, del mismo modo las altas cargas bacterianas del lixiviado hace una sobrepoblación consumiendo el oxígeno disuelto disponible. Este mismo proceso se puede dar para las piscinas del orgánico como para la piscina de la celda de disposición final y por último se puede analizar que las aguas subsuperficiales se encuentran con poca carga contaminante.

5.6. Análisis resultados de laboratorio

Los análisis de resultados de los muestreos realizados a la planta de tratamiento de aguas residuales de Biorgánicos del sur del Huila y emitidos por el laboratorio de calidad de agua, se presentan a continuación. Los parámetros físicos del agua son

aquellos que pueden ser percibidas por los sentidos humanos, los cuales tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad de esta; algunas de las características físicas más importantes son: turbidez, pH, temperatura, olor, sabor, color. Los parámetros químicos más importantes están relacionados con grasas y aceites, alcalinidad, metales pesados, dureza, DBO₅, DQO, nitrilos, nitratos, oxígeno disuelto, sulfatos.

Por último los parámetros o análisis microbiológicos del agua que es una de las razones más importantes para tratar las aguas residuales, es la eliminación de todos los patógenos de origen humano presentes en las excretas con el propósito de evitar una contaminación biológica al cortar el ciclo epidemiológico de transmisión, de los cuales se conocerán los siguientes, Coliformes totales, Coliformes fecales, Salmonella.

5.6.1. Análisis de aguas superficiales

Dentro del análisis que se enmarcaron los ensayos o parámetros más importantes relacionados con el decreto 0631 del 2015, de los cuales están dentro de los niveles permisibles, sin tener un cambio entre una muestra a la otra en algunos parámetros (Tabla 10, Anexos 1 y 2).

Tabla 11 . Resultado de análisis aguas arriba y aguas abajo del río Guachicos.

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS DE LABORATORIO DE AGUAS ARRIBA DEL RIO GUACHICOS	RESULTADOS DE LABORATORIO DE AGUAS ABAJO DEL RIO GUACHICOS	VALORES PERMISIBLES DE LO NORMA RESOLUCION 0631/2015
Materia Orgánica	mg/L	5.51	6.35	N.A
Demanda química de Oxígeno (DQO)	mg/L	16.38	19.61	2000.00
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	5.16	0.72	N.A
Nitrógeno Amoniacal	mgNH ₃ -N/L	0.13	<0.05	N.A
Aluminio	mg Al/L	7.12	5.01	3.00
Mercurio total	mg Hg/L	<0.001	<0.001	0.01
Molibdeno total	mg Mo/L	<0.5	<0.5	N.A
Níquel total	mg Ni/L	<0.1	<0.1	0.50
Plomo total	mg Pb/L	<0.2	<0.2	0.20
Selenio total	mg Se/L	<0.01	<0.01	0.20
Pata total	mg Ag/L	<0.04	<0.04	N.A

Continuación de la Tabla 10. Resultado de análisis aguas arriba y aguas abajo del río Guachicos.

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS DE LABORATORIO DE AGUAS ARRIBA DEL RIO GUACHICOS	RESULTADOS DE LABORATORIO DE AGUAS ABAJO DEL RIO GUACHICOS	VALORES PERMISIBLES DE LO NORMA RESOLUCION 0631/2015
Bario total	mg Ba/L	<0.5	<0.5	2.00
Cadmio	mg Cd/L	<0.02	<0.02	0.05
Cobre total	mg Cu/L	<0.1	<0.01	1.00
Arsénico total	mg As/L	<0.01	<0.01	0.10
Conductividad eléctrica	µS/cm	50	70	N.A
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<5.0	<5.0	800.00
Nitritos	mg NO2/L mgNH3-N/L	<0.030	<0.030	N.A
Oxígeno disuelto	mg O/L	7.13	7.03	N.A
Cromo total	mg Cr/L	<0.2	<0.2	6.0 A 8.0
Hierro	mg Fe/L	<0.1	<0.1	0.50
Zinc	mg Zn/L	<0.1	<0.1	N.A

En la tabla 10 con los análisis realizados aguas arriba y aguas abajo del río Guachicos se puede observar que en cuanto a los parámetros de Materia Orgánica y DQO al hacer vertimiento al río Guachicos presentan un aumento debido a la alta cantidad de minerales y micro organismos presente en el lixiviado, este aumento no es significativo si lo comparamos con la resolución 0631 del 2015 ya que presenta valores permisibles mucho más altos, depende también del caudal del río, en cuanto a los parámetros del nitrato y nitrógeno amoniacal su carga de contaminación baja ya que estos son iones que contienen oxígeno y nitrógeno y se pueden unir a compuestos orgánicos e inorgánicos, en cuanto al aluminio su carga contaminante baja después del vertimiento debido a que funciona como agente floculante y atrae partículas de materia orgánica entre otros, pero este valor se encuentra elevado en 2 unidades con respecto a la resolución de valores límites permisibles, en cuanto a la conductividad eléctrica aumenta en 20 unidades ya que el lixiviado presenta iones disueltos (sales), en cuanto al oxígeno disuelto bajo su concentración donde se puede asumir que este efecto es ocasionado por un aumento en la temperatura.

5.6.2. Análisis de Aguas subsuperficiales

En la planta de Biorgánicos del sur del Huila S.A. E.S.P. existen dos piezómetros a una profundidad no mayor a los 8.5 metros, de los cuales en el momento de realizar el muestreo solo había presencia de agua en uno solo de ellos, denominado Piezómetro # 2 con una ubicación satelital con latitud 1°52'19.29"N y longitud 76° 7'31.62"O y con una altura sobre el nivel del mar de 1322msnm. El resultado (Ver tabla 11) para este muestreo indica niveles aceptables y permitidos dentro de los rangos enmarcados en el decreto 0631 del 2015.

Para la estación de la muestra se realizó con un elemento casero, construido con material reciclado, el cual está conformado con partes de PVC de 1 ½", una esfera de cristal y laso de 5mm de grosor.

Tabla 121. Resultado de análisis aguas subsuperficiales de los piezómetros ubicados en la planta de residuos sólidos de Biorgánicos del sur del Huila

ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS DE LABORATORIO DE AGUAS SUBSUPERFICIALES DE LOS PIEZOMETROS DE LA PLANTA DE BIORGANICOS DEL SUR DEL HUILA	VALORES PERMISIBLES DE LA NORMA QUE APLICA, RESOLUCIO N 0631/2015	Clasificación
Materia Orgánico	mg/L	3.5	N.A	
(DBO)	mg/L	10	2000.00	Bajo
Nitratos	mg N-NO3/L	0.24	-----	N.A
Nitrógeno Amoniacal	mgNH3-N/L	<0.1	-----	N.A
Aluminio	mg Al/L	<1	3.00	Bajo
Mercurio total	mg Hg/L	<0.5	0.01	Bajo
Molibdeno total	mg Mo/L	<0.02	-----	N.A
Níquel total	mg Ni/L	<0.1	0.50	Bajo
Plomo total	mg Pb/L	<0.2	0.20	Bajo
Selenio total	mg Se/L	<0.01	0.20	N.A
Plata total	mg Ag/L	<0.04	-----	N.A
Bario total	mg Ba/L	<0.5	2.00	Bajo
Cadmio	mg Cd/L	<0.02	0.05	N.A
Cobre total	mg Cu/L	<0.01	1.00	Bajo
Arsénico total	mg As/L	<0.1	0.10	Bajo
Conductividad eléctrica	µS/cm	240	-----	N.A

Continuación de la tabla 11. Resultado de análisis aguas subsuperficiales de los piezómetros ubicados en la planta de residuos sólidos de Biorgánicos del sur del Huila

ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS DE LABORATORIO DE AGUAS SUBSUPERFICIALES DE LOS PIEZOMETROS DE LA PLANTA DE BIORGANICOS DEL SUR DEL HUILA	VALORES PERMISIBLES DE LA NORMA QUE APLICA, RESOLUCIO N 0631/2015	Clasificación
(DQO5)	mg/L	<5.0	800.00	Bajo
Nitrilos	mg NO ₂ /L mgNH ₃ -N/L	<0.030	-----	N.A
Oxígeno disuelto	mg O/L	7.13	-----	N.A
pH	unidades de pH	7.22	6.0 A 8.0	Medio
Cromo total	mg Cr/L	<0.2	0.50	Bajo
Hierro	mg Fe/L	<0.1	-----	N.A
Zinc	mg Zn/L	<0.1	3.00	Bajo

Dentro de los parámetros establecidos por la resolución 0631 del 2015 se presenta los límites máximos permisibles, para este análisis del muestreo en su mayoría los parámetros obtuvieron una calificación bajas, en excepción pH 7.22 (ligeramente alcalino) tuvo una clasificación media, por otro lado hay parámetros que no se encuentran clasificados debido a que no se realizó su respectivo análisis en laboratorio o no aplica (NA) en la resolución.

5.6.3. Análisis de lixiviado de las piscinas de oxidación del orgánico y de la celda

Se cuenta dos piscinas del material del orgánico, denominadas piscinas uno y dos (1 y 2) estas reciben el lixiviado de la zona de compostaje, la cual se encuentran comunicadas entre sí por tubería de 6 pulgadas dispuestas a 3 metros de distancia entre cada tubo (Ver figura 15)

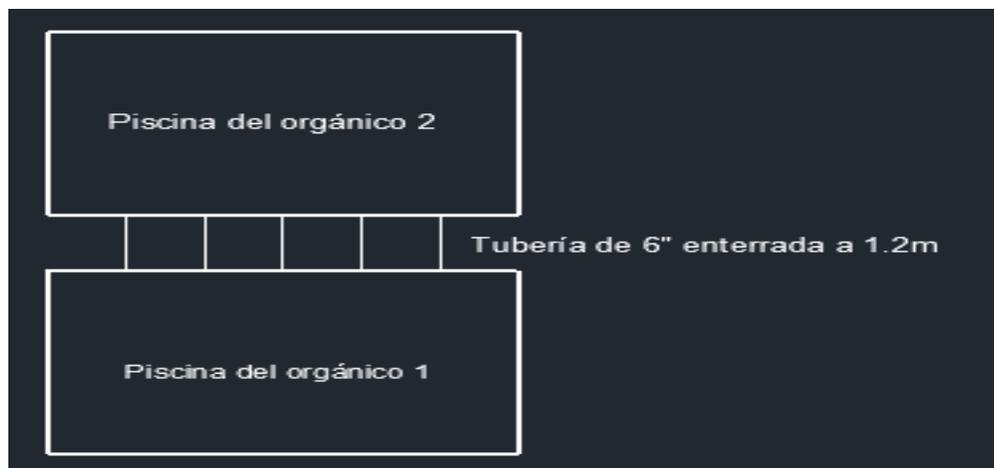


Figura 15 Diseño en planta de las piscinas de oxidación uno y dos.

Esta tubería está a una distancia de la superficie de 1.2 metros de profundidad la cual permite un espacio o zona peatonal para realizar las actividades de mantenimiento, adicionalmente lleva una cerca viva con plantas de duranta y arbustos de caballero de la noche.

En la tabla 12, se representa una comparación de las piscinas de oxidación del orgánico y la piscina de la celda, donde se ve de manera clara la diferencia entre los valores de cada parámetro medido, con niveles más altos en la piscina de la celda, en los parámetros DBO, DQO, pH. En cuanto a los Nitratos, Nitrógeno amoniacal, Níquel, en la conductividad eléctrica y en el hierro, en las piscinas de oxidación del material orgánico presenta mayor nivel.

Tabla 132 Resultado de laboratorio de las piscinas de oxidación del orgánico y celda.

ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS DE LABORATORIO DE LAS PISCINAS 1 y 2 DEL ORGANICO	RESULTADOS DE LABORATORIO DE LA PISCINA DE LA CELDA	VALORES PERMISIBLES DE LO NORMA QUE APLICA, RESOLUCION 0631/2015
Materia Orgánica	mg/L	97.4	316	N.A
Demanda química de Oxígeno (DQO)	mg/L	292.37	950.13	2000.00
Nitratos	mg N-NO3/L	3.7	2.61	N.A
Nitrógeno Amoniacal	mgNH3-N/L	715.6	84.52	N.A
Aluminio	mg Al/L	<1	<0.1	3.00
Mercurio total	mg Hg/L	<0.001	<0.001	0.01
Molibdeno total	mg Mo/L	<0.5	<0.5	N.A
Níquel total	mg Ni/L	2.47	0.29	0.50

Continuación de la Tabla 142 Resultado de laboratorio de las piscinas de oxidación del orgánico y celda.

ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS DE LABORATORIO DE LAS PISCINAS 1 y 2 DEL ORGANICO	RESULTADOS DE LABORATORIO DE LA PISCINA DE LA CELDA	VALORES PERMISIBLES DE LO NORMA QUE APLICA, RESOLUCION 0631/2015
Plomo total	mg Pb/L	<0.2	<0.2	0.20
Selenio total	mg Se/L	50	45.72	0.20
Pata total	mg Ag/L	<0.04	<0.04	N.A
Bario total	mg Ba/L	<0.5	<0.5	2.00
Cadmio	mg Cd/L	<0.02	<0.02	0.05
Cobre total	mg Cu/L	<0.01	<0.01	1.00
Arsénico total	mg As/L	0.14	<0.1	0.10
Conductividad eléctrica	µS/cm	8220	4920	N.A
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	118	383	800.00
Nitrilos	mg NO2/L mgNH3-N/L	0.703	0.687	N.A
Oxígeno disuelto	mg O/L	0.14	1.13	N.A
pH	unidades de Ph	7.18	8.73	6.0 A 8.0
Cromo total	mg Cr/L	<0.01	0.66	0.50
Hierro	mg Fe/L	19.65	3.21	N.A
Zinc	mg Zn/L	0.8	0.36	3.00

La tabla 12, se puede analizar de dos formas, una primera es la comparación entre los muestreos realizados a las piscinas del material orgánico y a la piscina de la celda de disposición final, el cual nos arroja que en las piscinas 1 y 2 del orgánico se presenta valores mayores de contaminación en cuanto a metales como el hierro, arsénico, selenio, níquel, nitrógeno amoniacal, nitrato y un bajo nivel de materia orgánica, donde cabe resaltar que este lixiviado proviene de la zona de compostaje, por tal motivo debería tener un aumento superior en el ensayo de la materia orgánica. Otro enfoque que se puede hacer esta referenciado a los parámetros de DBO y DQO para estos puntos de muestreo, ya que estos ensayos son unos de los más importantes en la caracterización de las aguas residuales, donde la DBO es la cantidad de oxígeno que los microorganismos necesitan durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra y la DQO es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por medios químicos (Ramirez, 2015). De lo anterior se puede decir que en la piscina de la celda de disposición final se encuentran con niveles más altos para estos parámetros, del mismo modo indicando grandes cantidades de materia orgánica que en las piscinas 1 y 2 del orgánico.

Por último y lo más importante se puede evidenciar que varios parámetros superan los niveles permisibles para vertimiento puntual según la resolución 0631 del 2015, entre los cuales están el níquel, selenio, arsénico, cromo y el pH. De lo cual nos indica que debemos implementar un sistema para el tratamiento de aguas residuales ya que este lixiviado es altamente toxico en cuanto a concentración de metales.

5.6.4. Análisis al vertimiento puntual y eficiencia del sistema

En la tabla 13 se presentan los resultados de calidad de aguas frente al vertimiento. La mayoría de los ensayos han reaccionado en conformidad con la teoría establecida por los autores. De los parámetros analizados se presenta una anomalía con el ensayo del Aluminio dentro del desarrollo de las actividades normales del sistema que funciona en conjunto entre los reactores UASB y el RAP donde se aprecia un aumento desproporcionado en su nivel, que incluso está por encima de los valores permisibles que aplica la resolución 0631 del 2015. (Ver tabla 13)

Tabla 153 Valores permisibles para vertimiento puntual según la resolución 0631 del 2015.

ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS DE LABORATORIO EFLUENTE DEL SISTEMA	VALORES PERMISIBLES QUE APLICA LA RESOLUCIÓN 0631/2015	CLASIFICACIÓN
Materia Orgánica	mg/L	284	N.A	N.A
Demanda química de Oxígeno (DQO)	mg/L	853,74	2000.00	Bajo
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	5,1	N.A	N.A
Nitrógeno Amoniacal	mgNH ₃ -N/L	16,6	N. A	N.A
Aluminio	mg Al/L	28,02	3.00	Alto
Mercurio total	mg Hg/L	<0.001	0.01	Bajo
Molibdeno total	mg Mo/L	<0,5	N.A	N.A
Níquel total	mg Ni/L	<0,1	0.50	Bajo
Plomo total	mg Pb/L	<0,2	0.20	Bajo
Selenio total	mg Se/L	<0,01	0.20	Bajo
Pata total	mg Ag/L	<0,04	N.A	N.A
Bario total	mg Ba/L	<0,5	2.00	Bajo
Cadmio	mg Cd/L	<0,02	0.05	Bajo
Cobre total	mg Cu/L	<0,01	1.00	Bajo
Arsénico total	mg As/L	<0,1	0.10	Bajo

Continuación de la Tabla 163 Valores permisibles para vertimiento puntual según la resolución 0631 del 2015.

ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS DE LABORATORIO EFLUENTE DEL SISTEMA	VALORES PERMISIBLES QUE APLICA LA RESOLUCIÓN 0631/2015	CLASIFICACIÓN
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	317	800.00	Bajo
Oxígeno disuelto	mg O/L	5,65	N.A	N.A
Nitritos	mg NO ₂ /L mgNH ₃ -N/L	0,05	N.A	N.A
Ph	unidades de pH	6,59	6.0 A 8.0	Bajo
Cromo total	mg Cr/L	<0,05	0.50	Bajo
Hierro	mg Fe/L	<0,1	N.A	N.A
Zinc	mg Zn/L	<0,05	3.00	Bajo

La anterior tabla está basada en el artículo 14, donde cita textualmente “Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales. Para la cual se realizó una comparación y clasificación entre los resultados de laboratorio frente a los valores permisibles, encontrando que en la mayoría de los parámetros representados con una sombra de color verde se encuentran a un nivel bajo frente a la resolución que rige. Posteriormente se puede evidenciar un aumento en la concentración del aluminio representado por un sombreado de color rojizo, lo que nos indica que se presenta una falla dentro del sistema de tratamiento, donde puede estar ligado a un mal diseño o a falta de mantenimiento por parte del personal de Biorgánicos.

Esta clasificación nos facilita el análisis y la posterior evaluación y eficiencia del sistema de tratamiento de lixiviados, estableciendo resultados y analizando cada uno de los parámetros, obteniendo una comparación con el fin de aplicar la fórmula para conocer la eficiencia y el porcentaje de eliminación de la carga contaminante para los muestreos, de la tabla 14 que se presenta a continuación se podrá conocer la eficiencia que se ha obtenido.

Tabla 174. Eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales.

ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS DE LABORATORIO AFLUENTE DEL SISTEMA	RESULTADOS DE LABORATORIO EFLUENTE DEL SISTEMA	EFICIENCIA DE REMOCIÓN DEL SISTEMA [%]
Materia Orgánica	mg/L	284	284	0,00
(DBO)	mg/L	1.411	853	39,52
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	1.982	5.1	99,74

Continuación de la tabla 14. Eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales

ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS DE LABORATORIO AFLUENTE DEL SISTEMA	RESULTADOS DE LABORATORIO EFLUENTE DEL SISTEMA	EFICIENCIA DE REMOCIÓN DEL SISTEMA [%]
Aluminio	mg Al/L	<1.0	28.02	-27.02
Mercurio total	mg Hg/L	<0,001	<0.001	0,00
Molibdeno total	mg Mo/L	<0,5	<0,50	0,00
Níquel total	mg Ni/L	0,97	<0,10	89,69
Plomo total	mg Pb/L	<0,20	<0,20	0,00
Selenio total	mg Se/L	88,51	<0,01	99,99
Pata total	mg Ag/L	<0,04	<0,04	0,00
Bario total	mg Ba/L	<0,50	<0,50	0,00
Cadmio	mg Cd/L	<0,02	<0,02	0,00
Cobre total	mg Cu/L	<0,01	<0,01	0,00
Arsénico total	mg As/L	<0,10	<0,10	0,00
Conductividad eléctrica	μS/cm	6.750	6.750	0,00
(DQO5)	mg/L	317	317	0,00
Nitritos	mg NO2/L mgNH3-N/L	0,05	0,05	0,00
Oxígeno disuelto	mg O/L	5,65	5,65	0,00
Nitritos	mg NO2/L mgNH3-N/L	0,05	0,05	0,00
Oxígeno disuelto	mg O/L	5,65	5,65	0,00
Ph	unidades de pH	6,59	6,59	0,00
Cromo total	mg Cr/L	<0,05	<0,05	0,00
Hierro	mg Fe/L	<0,10	<0,10	0,00
Zinc	mg Zn/L	<0,05	<0,05	0,00

Luego de analizar el cuadro comparativo, se establecen los parámetros para la remoción de la carga contaminante del sistema empleado por Biorganicos del sur del Huila S.A. E.S.P. La cual se realizó basados en la siguiente formula.

$$E (\%) = \frac{Afluente - Efluente}{Efluente} * 100$$

Fuente. (Rodriguez, 2006) Ecuación para hallar el porcentaje de remoción del sistema.

Encontrando que hay elementos que han perdido más del 90% de su carga contaminante como lo es El Nitrato y el Selenio, para el caso del Nitrógeno Amoniacal y Níquel ha removido un valor superior al 80% de la carga presente en el lixiviado. De igual forma lo estableció (Roa H. C., 2006) en su informe del proyecto de grado el cual menciona que el sistema UASB teóricamente elimina un 75 a 80 % de la carga contaminante. En cuanto a la demanda química de oxígeno (DQO) hay remoción pero en una proporción más baja con un 40% aproximadamente, estando en desacuerdo con la teoría establecida por el anterior autor en su informe de grado, entre otras autorías (Gomez, 1993) donde establece en su trabajo de investigación una remoción de la carga contaminante entre los 75% y los 85% para los sistemas UASB y RAP, concluyendo que la implementación en conjunto de los mencionados sistemas aportan un mayor desempeño y eficiencia.

Gracias a la tabla 14 y al orden secuencial de los parámetros evaluados se puede establecer que hay ensayos en los cuales los niveles no cambian. Dejando muchas dudas en la veracidad de la información suministrada por el laboratorio, o haciendo énfasis a que los diseños implementados en la construcción del sistema de tratamientos para lixiviados no fueron los mejores en este caso, adicionalmente, es notable evidenciar que en ciertos parámetros evaluados en la entrada al sistema son mayores o iguales a los valores que se ven reflejados después del análisis de la calidad del agua, en excepción en un parámetro en particular, como es para el caso del aluminio en donde no pierde porcentaje de remoción, si no por el contrario aumenta en un alto porcentaje su concentración, según el análisis de la ingeniera Karen Martínez quien es residente de la planta de Biorgánicos del sur del Huila, esta problemática se debe al poco mantenimiento y malos procesos de arranque de los reactores UASB y RAP ya que no se cuentan con la experiencia y conocimiento profesional para realizar esta actividad.

Para concluir con esta tabla se evidenció que en cuanto al ensayo de la materia orgánica no obtuvo ninguna remoción, a esto se puede atribuir que el arranque y estabilización del reactor UASB y el reactor RAP no fue el mejor, teniendo en cuenta que el personal de Biorganicos no tuvo una capacitación adecuada por parte de la empresa constructora de la Planta de lixiviados, otro factor negativo para la evaluación del sistema fue en que no se realizó ningún análisis a sólidos, siendo un parámetro de mucha importancia ya que los sólidos están constituidos por la materia en suspensión. Esta actividad es de gran importancia en el análisis de aguas contaminadas, siendo considerado como uno de los parámetros más usados para evaluar la contaminación de las aguas residuales domésticas y determinar la eficiencia de las plantas de tratamiento (Orjuela, 2013). Convirtiéndose en un error gravísimo al no tenerse en cuenta por el laboratorio al momento de realizar los respectivos estudios.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dentro de las instalaciones de Biorganicos del sur del Huila S.A. E.S.P se encontró una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual está conformada por dos (2) reactores UASB y un (1) sistema de tratamiento RAP, adicionalmente se hallaron tres (3) piscina, una de ellas cumple la función de decantación de solidos suspendidos, y las otras dos son receptoras de lixiviado tanto de los procesos de las actividades de la zona de compostaje y la otra proveniente de la celda de disposición final, de igual manera se estableció un (1) lecho de lodos y un (1) dosificador de pH. Donde el funcionamiento de esta planta esta direccionado a dos (2) casetas de bombeo y así obteniendo un sistema más complejo a la hora de realizar el tratamiento al lixiviado producido por los procesos de separación del material solido recibido. Con el desarrollo de las actividades y con los requerimientos que se deben llevar acabo es de mucha importancia y necesidad implementar una estación climatológica donde se establezcan parámetros mensuales y así poder conocer los datos necesarios para realizar un balance hídrico.

Con los resultados obtenidos del laboratorio se pudieron establecer los niveles de contaminación para cada parámetro descrito en la resolución 0631 del 2015, la cual facilita el análisis, evaluación, valoración de la planta de lixiviados y cálculo de su posterior eficiencia, dentro de la actividad desarrollada por parte del laboratorio de Construsuelos, y el diseño de la planta en general existen muchas inconsistencias, una de ellas, el aumento de un parámetro dentro del sistema de tratamiento y la nula remoción de varios ensayos, lo que deja inconformidad en cuanto al desarrollo de este proceso. Y por último y lo más crítico fue la omisión por parte del laboratorio que realizo el muestreo a los parámetros de solidos suspendidos.

En cuanto a la eficiencia de remoción de carga contaminante se utilizó una fórmula para calcular el porcentaje de eliminación, en el desarrollo de este análisis nuevamente se puede evidenciar las inconsistencias en sus resultados, donde se puede asumir dos fallas, la primera en los diseños o desempeño de la planta de tratamiento de aguas residuales y en su defecto los resultados del laboratorio, debido a que hay parámetros en que su valor no presenta ningún cambio en la salida hacia el vertimiento, como lo es en el ensayo de la materia orgánica y la demanda química de oxígeno, donde su valor sigue siendo el mismo a pesar de entrar al sistema de remoción de carga contaminante. Dentro del desarrollo del cálculo de la eficiencia algunos ensayos perdieron más del 82% de su carga contaminante como es el caso del Nitrógeno amoniacal, Nitratos, Níquel, Selenio. Y un 40% en el parámetro de DBO, teniendo un alto nivel de remoción y satisfaciendo lo expuesto por otras autoridades refiriéndose a los sistemas en combinación de reactores UASB y RAP. Adicionalmente se analizó el desproporcionado aumento en el ensayo del Aluminio el cual aumenta un 27% de su carga contaminante, según personal de la empresa, asume que este aumento se presenta por malos manejos en el mantenimiento del sistema en general, recomendando tener ciclos o periodos más frecuentes para realizar estas actividades lograr un mejor desempeño de la planta de tratamiento de lixiviados.

Desde un punto de vista profesional se solicitó realizar ensayos a parámetros químicos y físicos donde la empresa contratante y sin pronunciamiento alguno no contrato la realización de varios parámetros que son de suma importancia para poder evaluar en su totalidad la eficiencia de la planta de lixiviados, como lo fueron los ensayos de los sólidos, grasas, aceites e hidrocarburos ya que estos contaminan los cuerpos de agua donde pueden afectar las actividades agrícolas o la salud humana, ocasionando grandes problemas en las actividades que se desarrollen río abajo del vertimiento.

Una de las recomendaciones que deja este proyecto es a mejorar el mantenimiento a la planta de tratamiento de lixiviado, en cuanto a los reactores UASB y RAP, donde el personal de la empresa de Biorgánicos del sur del Huila deberá tener capacitación para optimizar el proceso para el cual fue diseñado. Otra recomendación es realizar semestralmente los muestreos de calidad de agua ya que la resolución 0631 del 2015 lo indica y no anualmente como se venía presentando y por ultimo realizar los análisis físicos los cuales son de mucha importancia para poder determinar una eficiencia en remoción más acertada.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Fajardo, F. C. (2005). *Estudio de los reactores UASB para el tratamiento de lixiviados del relleno sanitario la esmeralda*. Manizales Colombia .
- Giraldo, E. (2001). *Tatamiento de lixiviados de rellenos sanitarios*. 12.
- Gomez, E. G. (1993). *Alternativas tecnologicas para el tratamiento de aguas residuales*. Quito - Ecuador .
- González, N. V. (20015). *Evaluacion de los impactos ambientales generados por la construccion y operacion de la fase uno del relleno sanitario regional en el departamento del Sucre.* . Manizales - Colombia .
- Hoces, w. H. (20014). *Evaluacion en la eficiencia de tratamiento del efluente de un reactor anaerobio medianre una bateria de filtros biologicos sumergidos anaerobios*. Lima - Peru.
- IDEAM Instituto de Hidrología, M. y. (2007). *Instructivo para la toma de muestrs de aguas residuales*. Bogota- Colombia.
- Luna, M. d. (2008). *Sistema de tratamientos para lixiviados generados en rellenos sanitarios*. Sincelejo, Sucre, Colombia .
- Méndez, K. L. (2006). *Evaluacion y procesos operativos en sistemas anaerobios para el tratamiento de aguas residuales*. Costa Rica.
- Messa, F. J. (2006). *Diseño, construccion y arranque de un reactor UASB piloto para el tratamiento de lixiviado*. Manizales - Colombia .
- Obaya, L. Y. (2006). *Tratamientos para aguas residuales de rellenos sanitarios*. La Habana -Cuba.
- Orjuela, J. M. (2013). *Sistema de tratamiento de aguas residuales en Colombia*. Bogota - Colombia .
- Ramirez, A. M. (2015). *Diseño, construcción y arranque de un Reactor Anaerobio de flujo a Pistón*. Bogota - Colombia.
- Resolución 631 de 2015, 49.486 de 18 de abril de 2015 (El minesterio de ambiente y desarrollo sostenible 18 de Abril de 2015).
- Roa, H. C. (2006). *PUESTA EN MARCHA Y EVALUACIÓN DE UN REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO A PISTÓN PARA EL MANEJO DE LIXIVIADOS DEL RELLENO SANITARIO DE VILLAVICENCIO “DON JUANITO”*. Bogota-Colombia.

- Roa, H. F. (2006). *Puesta en marcha y evaluacion de un reactor anaerobio de flujo a piston para el manejo de lixiviados del relleno sanitario de villavicencio" Don Juanito"*. Bogota - Colombia .
- Roben, E. (2002). *Diseño, construccion, operacion y cierre de rellenos sanitarios* . Loja - Ecuador .
- Rodriguez, L. M. (2006). *OPERACIÓN DE UN FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE (FAFA) HASTA ALCANZAR EL ESTADO ESTABLE* . Manizales - Colombia .
- Sergio Martinez, & M. (2011). *Reactores de flujo ascendente (UASB o RAFA´s)* . Mexico.
- Valles, L. Y. (2017). *Propuesta para el diseño del nuevo relleno sanitario para el municipio de Aguachicas Cesar*. Bogota - Colombia .
- Zuñiga, J. E. (1994). *Construcción y operación de sitios controlados de disposición final de residuos solidos* . Ciudad de Mexico -Mexico.

8. ANEXOS

8.1. Resolución 0631 del 2015, Artículo 14

SECTOR: ACTIVIDADES ASOCIADAS CON SERVICIOS Y OTRAS ACTIVIDADES

ARTÍCULO 14. Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas – ARnD de actividades asociadas con servicios y otras actividades. Los parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas – ARnD de las actividades de servicios y otras actividades a cumplir, serán los siguientes:

SERVICIOS Y OTRAS ACTIVIDADES

PARAMETRO	UNIDADES	GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	RECICLAJE DE MATERIALES PLÁSTICOS Y SIMILARES	RECICLAJE DE TAMBORES
Generales					
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	200,00	2.000,00	500,00	1.000,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	150,00	800,00	200,00	600,00
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	100,00	400,00	200,00	150,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	5,00	5,00	1,00	1,00
Grasas y Aceites	mg/L	20,00	50,00	20,00	20,00
Compuestos Semivolátiles Fenólicos	mg/L		Análisis y Reporte		
Fenoles	mg/L	0,20	0,20	0,20	0,20
Formaldehído	mg/L			Análisis y Reporte	
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Hidrocarburos					
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	10,00	10,00	10,00	10,00
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	mg/L		Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno)	mg/L		Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)	mg/L		Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Compuestos de Fósforo					
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Ortofosfatos (PO ₄ ³⁻)	mg/L		Análisis y Reporte		
Compuestos de Nitrógeno					
Nitratos (N-NO ₃)	mg/L		Análisis y Reporte		
Nitritos (N-NO ₂)	mg/L		Análisis y Reporte		
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/L		Análisis y Reporte		
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Iones					
Cianuro Total (CN ⁻)	mg/L		0,50	1,00	1,00
Cloruros (Cl ⁻)	mg/L	250,00	500,00		Análisis y Reporte
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg/L	250,00	600,00		Análisis y Reporte
Sulfuros (S ²⁻)	mg/L		Análisis y Reporte		
Metales y Metaloides					
Aluminio (Al)	mg/L		3,00		
Arsénico (As)	mg/L	0,50	0,10		0,10

"Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones"

PARÁMETRO	UNIDADES	ACTIVIDADES DE ATENCIÓN A LA SALUD HUMANA - ATENCIÓN MÉDICA CON Y SIN INTERNACIÓN	ACTIVIDADES DE ATENCIÓN A LA SALUD HUMANA - HEMODIÁLISIS Y DIÁLISIS PERITONEAL	POMPAS FÚNEBRES Y ACTIVIDADES RELACIONADAS
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Dureza Cálctica	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Color Real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm)	m ⁻¹	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte

Parágrafo. En los casos en que el vertimiento puntual de aguas residuales se realice en un cuerpo de agua superficial receptor o en un tramo del mismo, que tenga como destinación el uso del agua para consumo humano y doméstico, y pecuario la concentración de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) en el vertimiento puntual de aguas residuales deberá ser menor o igual a 0,01 mg/L para aquellas actividades que lo tienen definido como de análisis y reporte.

8.2. Resultados de laboratorio


CONSTRUCIONES SUMINISTROS LTDA
INGENIERIA - LABORATORIOS - SERVICIOS


RESOLUCION DE
ACREDITACION
061385 - 05 DE
JUNIO DE 2014
NORMA NTC-60/INC
1025

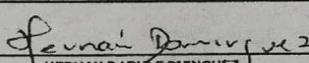
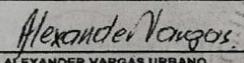
**REPORTE DE ANALISIS DE LABORATORIO
AMB-FOR-86**

ORDEN DE SERVICIO	3824	ID MUESTRA	M2087	FECHA DE MUESTREO	2017-11-15
MUESTRA TOMADA POR	CONSTRUCIONES SUMINISTROS LTDA			FECHA DE RECEPCION	2017-11-17
ESTADO DEL INFORME:	PARCIAL	FINAL	X	FECHA DE EMISION	2017-12-14

INFORMACION DEL CLIENTE			INFORMACION DEL MUESTREO		
CLIENTE	BIORGANICOS DEL SUR		TIPO DE MUESTRA	AGUA RESIDUAL	
NIT.	813 001-950-8		PLAN DE MUESTREO	17- 571	
SOLICITADO POR	KAREN SOFIA MARTINEZ TORRES		PUNTO DE TOMA	VERTIMIENTO - CAJILLA DE SALIDA - PITALITO (H)	
DIRECCION	CARRERA 2 No 4 - 02		COORDENADAS	N 01° 52' 29.8" W 078° 07' 25.5" ALTURA 1312 msnm	
TELEFONO	(8)8385606		TIPO DE MUESTREO	SIMPLE	
CIUDAD	PITALITO (H)		PROCEDIMIENTO No.	AMB-FOR-01	

FECHA DE ANALISIS	DESCRIPCION DEL SERVICIO	LMQ	UNIDADES	METODO	RESULTADO	VALORES PERMISIBLES RES. 0931 DE 2015 ART. 14
2017-12-05	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)	10	mg O ₂ /L	SM 5220 D	853.74	2000.00
2017-12-14	MATERIA ORGANICA	3	mg C/L	CALCULO	284	-
2017-11-29	NITRATOS	0.5	mg N-NO ₃ /L	Selolito de Sodio - Rodler	5.1	Análisis y Reporte
2017-11-24	NITRÓGENO AMONIAICAL	0.05	mg N-NH ₃ /L	SM 4500-NH ₃ B,C	16.6	Análisis y Reporte
2017-12-02	ALUMINIO	0.001	mg Al/L	SM 3111 D	28.02	-
2017-11-28	MERCURIO *	0.001	mg Hg/L	SM 3112 B	<0.001	-
2017-12-02	MOLIBDENO TOTAL *	0.5	mg Mo/L	SM 3030 E, SM 3111 D	<0.5	-
2017-11-29	NIQUEL *	0.1	mg Ni/L	SM 3111 B	<0.1	-
2017-11-30	PLOMO *	0.2	mg Pb/L	SM 3111 B	<0.2	-
2017-11-29	SELENIO *	0.01	mg Se/L	SM 3114 B	<0.01	-
2017-11-28	PLÁTA *	0.04	mg Ag/L	SM 3111 B	<0.04	-
2017-12-12	BARIO *	0.50	mg Ba/L	SM 3111 D	<0.5	-
2017-11-30	CADMIO	0.02	mg Cd/L	SM 3111 B	<0.02	-
2017-11-24	ARSENICO *	0.01	mg As/L	SM 3114-Aa B	<0.01	-
2017-11-28	COBRE	0.1	mg Cu/L	SM 3111 B	<0.1	-
2017-11-15	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	1.81	µS/cm	SM 2510 B	6750	-
2017-11-17	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO ₅)	5.00	mg O ₂ /L	SM 5210 B, 4500-O C	317	800.00
2017-11-30	NITRITOS	0.030	mg N-NO ₂ /L	SM 4500-NO ₂ B	0.05	Análisis y Reporte
2017-11-15	OXIGENO DISUELTO	1.09	mg O ₂ /L	SM 4500-D C	5.65	-
2017-11-15	pH	1.28	Unidades de pH	SM 4500-H ⁺ B	6.59	6,00 a 9,00
2017-12-07	CROMO TOTAL	0.05	mg Cr/L	SM 3111 B	<0.05	-
2017-11-29	HIERRO	0.100	mg Fe/L	SM 3111 B	<0.1	-
2017-11-28	ZINC	0.05	mg Zn/L	SM 3111 B	<0.05	-

Observaciones:
NA: No aplica
NE: No establecido
NR: No registra
LMQ: Límite de cuantificación
Los resultados reportados con asterisco (*) son subcontratados con un laboratorio externo.

 HERNAN DARIO DOMINGUEZ DIRECTOR OPERATIVO	 ALEXANDER VARGAS URBANO QUIMICO ANALISTA
--	--

NOTA: ESTE DICTAMEN E INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO SIN AUTORIZACION DEL LABORATORIO. ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS ELEMENTOS ENSAYADOS IDENTIFICADOS

---FIN DEL REPORTE---

LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTOS, ANÁLISIS CALIDAD DE AGUAS, AIRE, RUIDO Y ANÁLISIS HIDROBIOLÓGICOS

CARRERA 4 Nº 15- 44 Tel: 8716886 - 8716892 / Cel. 317 368 09 09 Neiva - Huila - Colombia
 EMAIL: comercial@construcciones.com - logistica@construcciones.com

Versión No. 00; Vigente desde 2016-06-22
Página 1 de



CONSTRUCSUELOS SUMINISTROS LTDA
INGENIERIA - LABORATORIOS - SERVICIOS



REGISTRACION DE
ACREDITACION
Nº 1705 - 95 DE
JUNIO DE 2014
HONORARIO: C.O. / N.E.
37935

REPORTE DE ANALISIS DE LABORATORIO
AMB-FOR-66

ORDEN DE SERVICIO	3524	ID MUESTRA	M2090	FECHA DE MUESTREO	2017-11-15
MUESTRA TOMADA POR	CONSTRUCSUELOS SUMINISTROS LTDA			FECHA DE RECEPCION	2017-11-17
ESTADO DEL INFORME:	PARCIAL	FINAL	X	FECHA DE EMISION	2017-12-14

INFORMACION DEL CLIENTE			INFORMACION DEL MUESTREO		
CLIENTE	BIORGANICOS DEL SUR		TIPO DE MUESTRA	AGUA RESIDUAL	
NIT.	813.001.950-6		PLAN DE MUESTREO	17-571	
SOLICITADO POR	KAREN SOFIA MARTINEZ TORRES		PUNTO DE TOMA	PLANTA LIJIVADOS	
DIRECCION	CARRERA 2 No 4 - 02		COORDENADAS	N 01° 52' 19.8" W 076° 07' 26.6" ALTURA 1320 metros	
TELEFONO	(8)8365606		TIPO DE MUESTREO	SIMPLE	
CIUDAD	PITALITO (H)		PROCEDIMIENTO No.	AMB-FOR-01	

FECHA DE ANALISIS	DESCRIPCION DEL SERVICIO	LMQ	UNIDADES	METODO	RESULTADO	VALORES PERMISIBLES RES. 6631 DE 2016 ART. 14
2017-12-05	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)	10	mg O ₂ /L	SM 5220 D	1411.63	2000.00
2017-12-05	MATERIA ORGANICA	3	mg O ₂ /L	CALCULO	284	-
2017-11-29	NITRATOS	0.5	mg N-NO ₃ /L	Salicilato de Sodio - Rodier	1.982	Análisis y Reporte
2017-11-24	NITRÓGENO AMONIAICAL	0.05	mg N-NH ₃ /L	Kt Colorimétrico	94.56	Análisis y Reporte
2017-12-02	ALUMINIO	1	mg Al/L	SM 3111 B	<1.0	-
2017-11-26	MERCURIO *	0.001	mg Hg/L	SM 3112 B	<0.001	-
2017-12-02	MOLIBDENO TOTAL *	0.5	mg Mo/L	SM 3030 E, SM 3111 D	<0.5	-
2017-11-29	NIQUEL *	0.02	mg Ni/L	SM 3111 B	0.97	-
2017-11-30	PLOMO *	0.01	mg Pb/L	SM 3111 B	<0.2	-
2017-11-29	SELENIO *	0.01	mg Se/L	SM 3114 B	88.51	-
2017-11-25	PLATA *	0.04	mg Ag/L	SM 3111 B	<0.04	-
2017-12-12	BARIO *	0.50	mg Ba/L	SM 3111 D	<0.5	-
2017-11-30	CADMIO	0.02	mg Cd/L	SM 3111 B	<0.02	-
2017-11-24	ARSENICO *	0.001	mg As/L	SM 3114-As B	<0.01	-
2017-11-28	COSBRE		mg Cu/L	SM 3111 B	<0.1	-
2017-11-15	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	1.81	µS/cm	SM 2510 B	6730	-
2017-11-17	DEMANDA BIQUIMICA DE OXIGENO (DBO ₅)	5.00	mg/L	SM 5210 B, 4500-O C	317	800.00
2017-11-30	NITRITOS	0.030	mg N-NO ₂ /L	SM 4500-NO ₂ B	0.05	Análisis y Reporte
2017-11-15	OXIGENO DISUELTO	1.09	mg O ₂ /L	SM 4500-O C	5.85	-
2017-11-15	pH	1.28	Unidades de pH	SM 4500-H ⁺ B	6.59	6.00 a 9.00
2017-12-07	CROMO TOTAL	0.2	mg Cr/L	0.66	<0.05	-
2017-11-29	HERRO	0.1	mg Fe/L	3.21	<0.1	-
2017-11-28	ZINC	0.1	mg Zn/L	0.5	<0.05	-

Observaciones:
NA: No aplica
NE: No establecido
NR: No registra
LMQ: Límite de cuantificación
Los resultados reportados con asterisco (*) son subcontratados con un laboratorio externo.

HERNÁN DARIÓ DOMÍNGUEZ DIRECTOR OPERATIVO	ALEXANDER VARGAS URBANO QUÍMICO ANALISTA

NOTA: ESTE DICTAMEN E INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO SIN AUTORIZACION DEL LABORATORIO. ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS ELEMENTOS ENSAYADOS IDENTIFICADOS

—FIN DEL REPORTE—

LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTOS, ANÁLISIS CALIDAD DE AGUAS, AIRE, RUIDO Y ANÁLISIS HIDROBIOLÓGICOS

CARRERA 4 Nº 15- 44 Tel: 8716886 - 8716892 / Cel. 317 368 09 09 Neiva - Huila - Colombia

EMAIL: comercial@construcsuelos.com - logistica@construcsuelos.com



REPORTE DE ANALISIS DE LABORATORIO
AMB-FOR-86

ORDEN DE SERVICIO	3824	ID MUESTRA	M2091	FECHA DE MUESTREO	2017-11-15
MUESTRA TOMADA POR	CONSTRUCSUELOS SUMINISTROS LTDA			FECHA DE RECEPCION	2017-11-17
ESTADO DEL INFORME:	PARCIAL	FINAL	X	FECHA DE EMISION	2017-12-14

INFORMACION DEL CLIENTE			INFORMACION DEL MUESTREO		
CLIENTE	BIORGANICOS DEL SUR		TIPO DE MUESTRA	AGUA RESIDUAL	
NIT.	813.001.950-6		PLAN DE MUESTREO	17-571	
SOLICITADO POR	KAREN SOFIA MARTINEZ TORRES		PUNTO DE TOMA	TANQUE RECOLECTOR LIXIVIADOS	
DIRECCION	CARRERA 2 No 4 - 02		COORDENADAS	N 01° 52' 18,8" W 076° 07' 30,9" ALTURA 1322 msnm	
TELEFONO	(8)8365606		TIPO DE MUESTREO	SIMPLE	
CIUDAD	PITALITO (H)		PROCEDIMIENTO No.	AMB-FOR-01	

FECHA DE ANALISIS AAAA-MM-DD	DESCRIPCION DEL SERVICIO	LMQ	UNIDADES	METODO	RESULTADO	VALORES PERMISIBLES RES. 8631 DE 2015 ART. 14
2017-12-05	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)	10	mg O ₂ /L	SM 5220 D	950.13	2000.00
2017-12-05	MATERIA ORGANICA	3	mg C/L	CALCULO	316	-
2017-11-29	NITRATOS	0.5	mg N-NO ₃ /L	Salicilato de Sodio - Rodier	2.81	Análisis y Reporte
2017-11-24	NITROGENO AMONIAICAL	0.05	mg N-NH ₃ /L	Kit Colorimétrico	84.52	Análisis y Reporte
2017-12-02	ALUMINIO	1	mg AL/L	SM 3111 D	<1.0	-
2017-11-28	MERCURIO *	0.001	mg Hg/L	SM 3112 B	<0.001	-
2017-12-02	MOLIBDENO TOTAL *	0.5	mg Mo/L	SM 3030 E, SM 3111 D	<0.5	-
2017-11-29	NIQUEL *	0.02	mg Ni/L	SM 3111 B	0.29	-
2017-11-30	PLOMO *	0.2	mg Pb/L	SM 3111 B	<0.2	-
2017-11-29	SELENIO *	0.01	mg Se/L	SM 3114 B	45.72	-
2017-11-28	PLATA *	0.04	mg Ag/L	SM 3111 B	<0.04	-
2017-12-12	BARIO *	0.50	mg Ba/L	SM 3111 D	<0.5	-
2017-11-30	CADMIO	0.02	mg Cd/L	SM 3111 B	<0.02	-
2017-11-24	ARSENICO *	0.001	mg As/L	SM 3114-As B	<0.01	-
2017-11-28	COBRE	0.1	mg Cu/L	SM 3111 B	<0.1	-
2017-11-15	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	1.81	µS/cm	SM 2510 B	4920	-
2017-11-17	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO ₅)	5.00	mg/L	SM 5210 B, 4500-O C	383	800.00
2017-11-30	NITRITOS	0.030	mg N-NO ₂ /L	SM 4500-NO ₂ B	0.687	Análisis y Reporte
2017-11-15	OXIGENO DISUELTO	1.09	mg O ₂ /L	SM 4500-O C	1.13	-
2017-11-15	pH	1.28	Unidades de pH	SM 4500-H ⁺ B	8.73	6.00 a 9.00
2017-12-07	CROMO TOTAL	0.05	mg Cr/L	SM 3111 B	0.66	-
2017-11-29	HIERRO	0.1	mg Fe/L	SM 3111 B	3.21	-
2017-11-28	ZINC	0.1	mg Zn/L	SM 3111 B	0.36	-

Observaciones:

NA: No aplica

NE: No establecido

NR: No registra

LMQ: Límite de cuantificación

Los resultados reportados con asterisco (*) son subcontratados con un laboratorio externo.

<i>Hernán Darío Domínguez</i>	<i>Alexander Vargas</i>	
HERNAN DARIO DOMINGUEZ	ALEXANDER VARGAS URBANO	
DIRECTOR OPERATIVO	QUIMICO ANALISTA	<i>[Firma]</i> V.B. MEB

NOTA: ESTE RESULTADO ES VALIDO SIEMPRE Y CUANDO SE HAYA REALIZADO LA AUTOCALIBRACION DEL LABORATORIO. ESTE RESULTADO ES UNICO PARA EL MUESTREO Y NO DEBE USARSE PARA OTROS MUESTREOS.

LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTOS, ANÁLISIS CALIDAD DE AGUAS, AIRE, RUIDO
Y ANÁLISIS HIDROBIOLÓGICOS

CARRERA 4 N° 15- 44 Tel: 8716886 - 8716892 / Cel.317 368 09 09 Neiva - Huila - Colombia

EMAIL: comercial@construcsuelos.com - logistica@construcsuelos.com



REPORTE DE ANALISIS DE LABORATORIO
AMB-FOR-66

ORDEN DE SERVICIO	3824	ID MUESTRA	M2093	FECHA DE MUESTREO	2017-11-15
MUESTRA TOMADA POR	CONSTRUCSUELOS SUMINISTROS LTDA			FECHA DE RECEPCION	2017-11-17
ESTADO DEL INFORME:	PARCIAL	FINAL	X	FECHA DE EMISION	2017-12-14

INFORMACION DEL CLIENTE			INFORMACION DEL MUESTREO		
CLIENTE	BIORGANICOS DEL SUR		TIPO DE MUESTRA	AGUA RESIDUAL	
NIT	813.001.950-6		PLAN DE MUESTREO	17-571	
SOLICITADO POR	KAREN SOFIA MARTINEZ TORRES		PUNTO DE TOMA	PISCINA LIXIVIADOS	
DIRECCION	CARRERA 2 No 4 - 02		COORDENADAS	N 01° 52' 18,5" W 076° 07' 29,1" ALTURA 1322 msnm	
TELEFONO	(5)3365806		TIPO DE MUESTREO	SIMPLE	
CIUDAD	PITALITO (H)		PROCEDIMIENTO No.	AMB-FOR-01	

FECHA DE ANALISIS AAAA-MM-DD	DESCRIPCION DEL SERVICIO	LMQ	UNIDADES	METODO	RESULTADO	VALORES PERMISIBLES RES. 0631 DE 2015 ART. 14
2017-12-05	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)	10	mg O ₂ /L	SM 5220 D	292.37	2000.00
2017-12-05	MATERIA ORGANICA	3	mg /L	CALCULO	97.4	-
2017-11-29	NITRATOS	0.5	mg N-NO ₃ /L	Salicilato de Sodio - Rodier	3.7	Análisis y Reporte
2017-11-24	NITROGENO AMONIAICAL	0.05	mg N-NH ₃ /L	Kit Colorimétrico	715.5	Análisis y Reporte
2017-12-02	ALUMINIO	1	mg Al/L	SM 3111 D	<1	-
2017-11-28	MERCURIO *	0.001	mg Hg/L	SM 3112 B	<0.001	-
2017-12-02	MOLIBDENO TOTAL *	0.5	mg Mo/L	SM 3030 E, SM 3111 D	<0.5	-
2017-11-29	NIQUEL *	0.02	mg Ni/L	SM 3111 B	2.47	-
2017-11-30	PLOMO *	0.01	mg Pb/L	SM 3111 B	<0.2	-
2017-11-29	SELENIO *	0.01	mg Se/L	SM 3114 B	50	-
2017-11-28	PLATA *	0.04	mg Ag/L	SM 3111 B	<0.04	-
2017-12-12	BARIO *	0.50	mg Ba/L	SM 3111 D	<0.5	-
2017-11-30	CADMIO	0.02	mg Cd/L	SM 3111 B	<0.02	-
2017-11-24	ARSENICO *	0.001	mg As/L	SM 3114-Aa B	<0.01	-
2017-11-28	COBRE	0.1	mg Cu/L	SM 3111 B	0.14	-
2017-11-15	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	1.81	µS/cm	SM 2510 B	8220	-
2017-11-17	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO ₅)	5.00	mg/L	SM 5210 B, 4500-C C	118	800.00
2017-11-30	NITRITOS	0.030	mg N-NO ₂ /L	SM 4500-NO ₂ B	0.703	Análisis y Reporte
2017-11-15	OXIGENO DISUELTO	1.09	mg O ₂ /L	SM 4500-C C	0.14	-
2017-11-15	pH	1.28	Unidades de pH	SM 4500-H* B	7.16	6,00 a 9,00
2017-12-07	CROMO TOTAL	0.05	mg Cr/L	SM 3111 D	<0.01	-
2017-11-29	HIERRO	0.100	mg Fe/L	SM 3111 B	19.65	-
2017-11-28	ZINC	0.05	mg Zn/L	SM 3111 B	0.8	-

Observaciones:
NA: No aplica
NE: No establecido
NR: No registra
LMQ: Límite de cuantificación
Los resultados reportados con asterisco (*) son subcontratados con un laboratorio externo.

HERNAN DARIO DOMINGUEZ DIRECTOR OPERATIVO	ALEXANDER VARGAS URBANO QUIMICO ANALISTA
NOTA: ESTE DICTAMEN E INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO SIN AUTORIZACION DEL LABORATORIO. ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS ELEMENTOS ENSAYADOS IDENTIFICADOS	

—FIN DE REPORTE—

LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTOS, ANÁLISIS CALIDAD DE AGUAS, AIRE, RUIDO
Y ANÁLISIS HIDROBIOLÓGICOS

CARRERA 4 N° 15- 44 Tel: 8716886 - 8716892 / Cel. 317 368 09 09 Neiva - Huila - Colombia
EMAIL: comercial@construcsuelos.com - logistica@construcsuelos.com



REPORTE DE ANALISIS DE LABORATORIO
AMB-FOR-66

ORDEN DE SERVICIO	3824	ID MUESTRA	M2092	FECHA DE MUESTREO	2017-11-15
MUESTRA TOMADA POR	CONSTRUCSUELOS SUMINISTROS LTDA			FECHA DE RECEPCION	2017-11-17
ESTADO DEL INFORME:	PARCIAL	FINAL	X	FECHA DE EMISION	2017-12-14

INFORMACION DEL CLIENTE		INFORMACION DEL MUESTREO	
CLIENTE	BIORGANICOS DEL SUR	TIPO DE MUESTRA	AGUA SUPERFICIAL
NIT.	813.001.950-5	PLAN DE MUESTREO	17- 571
SOLICITADO POR	KAREN SOFIA MARTINEZ TORRES	PUNTO DE TOMA	PIEZOMETRO No 2
DIRECCION	CARRERA 2 No 4 - 02	COORDENADAS	N 01° 52' 21,8" W 076° 07' 30,7" ALTURA 1322 msnm
TELEFONO	(8)8365606	TIPO DE MUESTREO	SIMPLE
CIUDAD	PITALITO (H)	PROCEDIMIENTO No.	AMB-FOR-01

FECHA DE ANALISIS AAAA-MM-DD	DESCRIPCION DEL SERVICIO	LMQ	UNIDADES	METODO	RESULTADO	VALORES PERMISIBLES
2017-12-05	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)	10	mg O ₂ /L	SM 5220 D	10	-
2017-12-05	MATERIA ORGANICA	3	mg C/L	CALCULO	3.5	-
2017-11-29	NITRATOS	0.5	mg N-NO ₃ /L	Salicilato de Sodio - Rodier	0.241	-
2017-11-24	NITROGENO AMONIAICAL	0.05	mg N-NH ₃ /L	SM 3111 B	<1.0	-
2017-12-02	ALUMINIO	1	mg Al/L	SM 3111 D	<1	-
2017-11-28	MERCURIO *	0.001	mg Hg/L	SM 3112 B	<0.001	-
2017-12-02	MOLIBDENO TOTAL *	0.5	mg Mo/L	SM 3030 E, SM 3111 D	<0.5	-
2017-11-29	NIQUEL *	0.02	mg Ni/L	SM 3111 B	<0.02	-
2017-11-30	PLOMO *	0.2	mg Pb/L	SM 3111 B	<0.2	-
2017-11-29	SELENIO *	0.01	mg Se/L	SM 3114 B	<0.01	-
2017-11-28	PLATA *	0.04	mg Ag/L	SM 3111 B	<0.04	-
2017-12-12	BARIO *	0.50	mg Ba/L	SM 3111 D	<0.5	-
2017-11-30	CADMIO	0.02	mg Cd/L	SM 3111 B	<0.02	-
2017-11-24	ARSENICO *	0.001	mg As/L	SM 3114-As B	<0.01	-
2017-11-28	COBRE	0.1	mg Cu/L	SM 3111 B	<0.1	-
2017-11-15	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	1.81	µS/cm	SM 2510 B	240	-
2017-11-17	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO ₅)	5.00	mg/L	SM 5210 B, 4500-O C	<5.0	-
2017-11-30	NITRITOS	0.030	mg N-NO ₂ /L	SM 4500-NO ₂ B	<0.030	-
2017-11-15	OXIGENO DISUELTO	1.09	mg O ₂ /L	SM 4500-O C	7.18	-
2017-11-15	pH	1.28	Unidades de pH	SM 4500-H ⁺ B	7.82	-
2017-12-07	CROMO TOTAL	0.2	mg Cr/L	SM 3111 B	<0.2	-
2017-11-29	HIERRO	0.100	mg Fe/L	SM 3111 B	<0.1	-
2017-11-28	ZINC	0.100	mg Zn/L	SM 3111 B	<0.1	-

Observaciones: El punto piezometro No 1 no se realizo la toma de muestras y parametros insitu, ya que en este punto no habia agua.

NA: No aplica

NE: No establecido

NR: No registra

LMQ: Limite de cuantificación

Los resultados reportados con asterisco (*) son subcontratados con un laboratorio externo.

HERNÁN DARIO DOMINGUEZ DIRECTOR OPERATIVO	ALEXANDER VARGAS URBANO QUIMICO ANALISTA
NOTA: ESTE DICTAMEN E INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO SIN AUTORIZACION DEL LABORATORIO. ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS ELEMENTOS ENSAYADOS IDENTIFICADOS	

—FIN DEL REPORTE—

LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTOS, ANÁLISIS CALIDAD DE AGUAS, AIRE, RUIDO Y ANÁLISIS HIDROBIOLÓGICOS

CARRERA 4 N° 15- 44 Tel: 8716886 – 8716892 / Cel. 317 368 09 09 Neiva – Huila - Colombia

EMAIL: comercial@construcsuelos.com - logistica@construcsuelos.com



REPORTE DE ANALISIS DE LABORATORIO
AMB-FOR-86

ORDEN DE SERVICIO	3624	ID MUESTRA	M2088	FECHA DE MUESTREO	2017-11-15
MUESTRA TOMADA POR	CONSTRUCSUELOS SUMINISTROS LTDA			FECHA DE RECEPCION	2017-11-17
ESTADO DEL INFORME:	PARCIAL	FINAL	X	FECHA DE EMISION	2017-12-14

INFORMACION DEL CLIENTE			INFORMACION DEL MUESTREO		
CLIENTE	BIORGANICOS DEL SUR		TIPO DE MUESTRA	AGUA SUPERFICIAL	
NIT.	813.001.950-6		PLAN DE MUESTREO	17- 571	
SOLICITADO POR	KAREN SOFIA MARTINEZ TORRES		PUNTO DE TOMA	AGUAS ARRIBA RIO GUACHICOS	
DIRECCION	CARRERA 2 No 4 - 02		COORDENADAS	N 01° 52' 29,8" W 076° 07' 23,7" ALTURA: 1313 msnm	
TELEFONO	(8)8555806		TIPO DE MUESTREO	SIMPLE	
CIUDAD	PITALITO (H)		PROCEDIMIENTO No.	AMB-FOR-01	

FECHA DE ANALISIS <small>AAAA - MM - DD</small>	DESCRIPCION DEL SERVICIO	LMQ	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO	VALORES PERMISIBLES
2017-12-05	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	10	mg O ₂ /L	SM 5220 D	16.39	-
2017-12-05	MATERIA ORGANICA	3	mg C /L	SM 5220 D CALCULO	5.5	-
2017-11-29	NITRATOS	0.5	mg N-NO ₃ /L	Salicilato de Sodio - Rodier	5.164	-
2017-11-24	NITRÓGENO AMONIAICAL	0.05	mg N-NH ₄ /L	Kit Colorimétrico	0.13	-
2017-12-02	ALUMINIO	1	mg Al/L	SM 3111 D	7.12	-
2017-11-28	MERCURIO *	0.001	mg Hg/L	SM 3112 B	<0.001	-
2017-12-02	MOLIBDENO TOTAL *	0.5	mg Mo/L	SM 3030 E, SM 3111 D	<0.5	-
2017-11-29	NICUEL *	0.1	mg Ni/L	SM 3111 B	<0.1	-
2017-11-30	PLOMO *	0.2	mg Pb/L	SM 3111 B	<0.2	-
2017-11-29	SELENIO *	0.01	mg Se/L	SM 3114 B	<0.01	-
2017-11-28	FLATA *	0.04	mg Ag/L	SM 3111 B	<0.04	-
2017-12-12	BARIO *	0.50	mg Ba/L	SM 3111 D	<0.5	-
2017-11-30	CADMIO	0.02	mg Cd/L	SM 3111 B	<0.02	-
2017-11-24	ARSENICO *	0.01	mg As/L	SM 3114-A ₅ B	<0.01	-
2017-11-28	COBRE	0.1	mg Cu/L	SM 3111 B	<0.1	-
2017-11-15	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	1.81	µS/cm	SM 2510 B	50	-
2017-11-17	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	5.00	mg/L	SM 5210 B, 4500-O C	<5.0	-
2017-11-30	NITRITOS	0.030	mg N-NO ₂ /L	SM 4500-NO ₂ B	<0.030	-
2017-11-15	OXÍGENO DISUELTO	1.09	mg O ₂ /L	SM 4500-O C	7.13	-
2017-11-15	pH	1.28	Unidades de pH	SM 4500-H ⁺ B	7.22	-
2017-12-07	CROMO TOTAL	0.2	mg Cr/L	SM 3111 B	<0.2	-
2017-11-29	HIERRO	0.1	mg Fe/L	SM 3111 B	<0.1	-
2017-11-28	ZINC	0.1	mg Zn/L	SM 3111 B	<0.1	-

Observaciones:
 NA: No aplica
 NE: No establecido
 NR: No registra
 LMQ: Límite de cuantificación
 Los resultados reportados con asterisco (*) son subcontratados con un laboratorio externo.

HERNÁN DARIO DOMÍNGUEZ DIRECTOR OPERATIVO	ALEXANDER VARGAS URBANO QUÍMICO ANALISTA
NOTA: ESTE DICTAMEN E INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO SIN AUTORIZACION DEL LABORATORIO. ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS ELEMENTOS ENSAYADOS IDENTIFICADOS	

—FIN DEL REPORTE—

LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTOS, ANÁLISIS CALIDAD DE AGUAS, AIRE, RUIDO Y ANÁLISIS HIDROBIOLÓGICOS

CARRERA 4 Nº 15- 44 Tel: 8716886 - 8716892 / Cel. 317 368 09 09 Neiva - Huila - Colombia
 EMAIL: comercial@construcsuelos.com - logistica@construcsuelos.com

