



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL LODO RESIDUAL PROVENIENTE DE LA
PTAR DE LA CORPORACIÓN FAVORITA, PARA LA PRODUCCIÓN DE UN
FERTILIZANTE**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de: INGENIEROS AMBIENTALES

AUTORES: KARINA LISETH ALQUINGA IÑACASHA

EDUARDO DANILO GARCÍA CORAL

TUTOR: XIMENA DEL ROCÍO BORJA VELA

Quito - Ecuador

2022

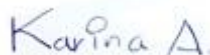
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros Karina Liseth Alquina Iñacasha, con documento de identificación No. 1724145642 y Eduardo Danilo García Coral con documento de identificación No. 1721715710, manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 30 septiembre del año 2022

Atentamente,



Karina Liseth Alquina Iñacasha

1724145642



Eduardo Danilo García Coral

1721715710

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros Karina Liseth Alquina Iñacasha, con documento de identificación No. 1724145642 y Eduardo Danilo García Coral con documento de identificación No. 1721715710, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Trabajo Experimental: "Estudio de factibilidad de lodo residual proveniente de la Ptar de la corporación favorita, para la producción de un fertilizante", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Ambientales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 30 de septiembre del año 2022

Atentamente,





Karina Liseth Alquina Iñacasha

Eduardo Danilo García Coral

1724145642

1721715710

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ximena Del Rocío Borja Vela, con documento de identificación N° 1711223584, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL LODO RESIDUAL PROVENIENTE DE LA PTAR DE LA CORPORACIÓN FAVORITA PARA LA PRODUCCIÓN DE UN FERTILIZANTE, realizado por Karina Liseth Alquina Iñacasha, con documento de identificación No. 1724145642 y Eduardo Danilo García Coral con documento de identificación No. 1721715710, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 30 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Ing. Ximena Del Rocío Borja Vela M.Sc.

1711223584

DEDICATORIA

Lleno de regocijo quiero dedicar este proyecto a cada uno de mis seres queridos quienes han sido mi fortaleza para seguir adelante durante mi carrera.

Este proyecto se lo dedico a Dios por regalarme la vida y la bendición de llegar hasta aquí, en especial quiero agradecer por su apoyo, consejos, comprensión, amor y ayuda en todo momento a mi padre Rómulo García y a mi tía Miriam Castro quienes me han enseñado y me han dado siempre una guía en valores, principios y sobre todo me han brindado el amor necesario para seguir esforzándome día con día hasta conseguir mis sueños.

Agradezco al señor Germán Agreda por ser una guía, y compartirme sus conocimientos, a la Srta. Daniela Frías compañera inseparable quien ha estado conmigo en mis momentos más difíciles, gracias por su cariño, apoyo y confianza, quienes han sido parte de mis alegrías y tristezas desde el fondo de mi corazón gracias. Agradezco a todas las personas que de una u otra manera me apoyaron en este largo trayecto,

A mi querida compañera de tesis Karina Alquina y a mi tutora Ing. Ximena Borja por su guía y ayuda en todo momento.

A mis compañeros, amigos y profesores por su cariño, gracias por su apoyo.

Eduardo García

Este logro se lo dedico al tesoro más grande que Dios ha puesto en mi vida, mis padres Santiago Alquina y Rocio Iñacasha; quienes siempre confiaron en que alcanzaría esta meta que también es suya gracias al cariño y apoyo incondicional en cada paso que he dado en mi formación académica Me siento dichosa al tener juntos unos excelentes padres quienes con su ejemplo han sembrado valores en nuestro hogar para que pueda formarme como un gran ser humano.

A mi hermano Diego Alquina por su amor, paciencia y sobre todo por el apoyo incondicional.

A mi sobrino Alan Alquina, quién llegó a mi vida para llenarla de alegrías, además de su compañía constante en cada paso que he dado en mi carrera.

A Eduardo García, compañero de tesis por ser parte de este proceso y estar en cada paso del camino.

A Daniela Frías y Danilo Salguero, quienes conocí a lo largo de mi carrera y me han brindado su apoyo y aliento durante este proceso y por su puesto a mi tutora Ing. Ximena Borja por su guía y ayuda en todo momento.

Karina Alquina

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la carrera, de manera especial, a la Ing. Ximena Borja quien se prestó en calidad de tutora del trabajo experimental y ha guiado con paciencia, aportaciones y profesionalismo como docente, pero sobre todo por confiar en nuestro trabajo.

A nuestra amiga, colega y colaboradora Daniela Frías, quien formo parte de todo este proceso, brindarnos su apoyo con mucha preocupación y acompañarnos hasta el momento último de esta etapa.

A nuestros familiares por estar siempre presentes con su apoyo incondicional, brindándonos consejos y palabras de aliento para siempre esforzarnos hasta cumplir las metas planteadas.

A nuestros compañeros (as) de la Carrera de Ingeniería Ambiental, por brindarnos apoyo académico.

Finalmente, a todas aquellas personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito.

Karina Alquina

Eduardo García

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos de la investigación	3
1.1.1. <i>Objetivo General</i>	3
1.1.2. <i>Objetivos Específicos</i>	3
1.2. Hipótesis	3
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
2.1. Aspectos técnicos y científicos	5
2.1.1. <i>Lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales</i>	5
2.1.1.1. <i>Procedencia de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales</i>	5
2.1.2. <i>Caracterización de lodos</i>	6
2.1.3. <i>Tratamiento de lodos</i>	8
2.1.4. <i>Compostaje</i>	11
2.1.5. <i>Tipos de Compostaje</i>	11
2.1.6. <i>Sistemas de Compostaje</i>	13
2.2. Descripción del proceso de tratamiento de aguas residuales en una PTAR de la corporación La Favorita	17
2.2.1. <i>Pretratamiento efluente lavado de papa</i>	18
2.2.2. <i>Control hidráulico y cribado</i>	19
2.3. Marco legal	25
2.3.1. <i>Constitución de la república del Ecuador</i>	25
2.3.2. <i>Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua</i>	26
2.3.3. <i>Ley orgánica de la salud</i>	27
2.3.4. <i>Ley de gestión ambiental</i>	27
2.3.5. <i>Acuerdo N° 061_ Reforma del libro vi del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente</i>	28
2.3.6. <i>Acuerdo 097ª_ Norma de Calidad Ambiental y descarga de efluentes: recurso agua</i>	28
2.3.7. <i>Norma técnica para el control de descargas líquidas</i>	29
3. MATERIALES Y MÉTODOS	30

3.1. Localización del área de estudio.....	30
3.2. Detalle del área de estudio.....	31
3.3. Caracterización del lodo	31
3.4. Proceso de producción del fertilizante.....	34
3.4.1. Establecimiento de matriz de selección	40
3.5. Selección del material de soporte	43
3.6. Recolección y acondicionamiento de sustratos	43
3.7. Balance de sustratos.....	44
3.8. Construcción de tambor rotatorio	45
3.9. Monitoreo del compostaje en el tambor rotatorio.....	49
3.9.1. Protocolo de medición de variables de operación	49
3.9.2. Seguimiento de variables in-situ del proceso	49
3.10. Seguimientos variables ex-situ del proceso:.....	50
3.10.1. <i>Humedad</i>	50
3.10.2. <i>Cenizas</i>	50
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
4.1. Resultados de mediciones variables de seguimiento	51
4.1.3. <i>Humedad</i>	58
4.1.4. <i>Cenizas</i>	60
4.2. Rendimiento abono-materia prima	61
4.2.1. Análisis de la composición del compost obtenido.....	63
4.3. Factibilidad financiera de la producción del fertilizante	68
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
5.2. Conclusiones.....	72
5.1. Recomendaciones	72
6 BIBLIOGRAFÍA	73
7 ANEXOS	77
7.1. Límites máximos permisibles según la normativa	77
7.2. Protocolos de medición variables proceso compostaje	90
7.2.1. Cálculo del contenido de humedad en un fertilizante según la Norma Ecuatoriana NTE INEN 222:2013	92
7.3. Resultados de caracterizaciones de biosólido.....	93
7.4. Resultados de mediciones de temperaturas y pH	107

7.5. Anexo Fotográfico	127
7.6. Caracterización de Agua Residual de La Planta de tratamiento	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Técnicas de tratamiento de lodos residuales.	9
Figura 2 Pilas estáticas aireadas artificialmente a través de tuberías perforadas y aspiración de aire	15
Figura 3 Estructura de un reactor tipo vertical con mezclador	17
Figura 4 Ubicación de la planta de tratamiento de agua residual	31
Figura 5 Cuarteo de la muestra de lodos residuales	33
Figura 6 Muestra de lodo obtenida y llevada a análisis	34
Figura 7 Papel periódico cortado	44
Figura 8 Sustrato de pasto.....	45
Figura 9 Partes del tambor rotatorio	47
Figura 10 Perfil de temperaturas en los reactores a los 15 cm	52
Figura 11 Perfil de temperaturas en los reactores a los 20 cm	53
Figura 12 Perfil de temperaturas en los reactores a los 30 cm	54
Figura 13 Evolución del parámetro de pH en cada reactor	57
Figura 14 Seguimiento del contenido de humedad para cada reactor	59
Figura 15 Producto final empacado	62
Figura 16 Salida de lodos de la Ptar Favorita	128
Figura 17 Lodos residuales en proceso de secado	128
Figura 18 Toma de muestra de lodo residual.....	129
Figura 19 Mediciones diarias de temperatura en los reactores	129
Figura 20 Volteos de los reactores cada 24 horas.....	130
Figura 21 Medición diaria del pH en cada reactor	130
Figura 22 Comparación de la tira reactiva, para sacar el valor de pH	131
Figura 23 Mezcla homogenizada, para medir pH	131
Figura 24 Evidencia del uso de lodo en plantas ornamentales	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tasas de bombeo trabajadas en la PTAR.....	22
---	----

Tabla 2	Niveles de operación de las bombas	23
Tabla 3	Parámetros de análisis de la muestra de lodos residuales	34
Tabla 4	Sistema y técnicas de compostaje	36
Tabla 5	Ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de compostaje	37
Tabla 6	Criterios tomados en cuenta para la selección del sistema de compostaje	40
Tabla 7	Alternativas para el sistema de compostaje	41
Tabla 8	Matriz de Pugh para la selección del proceso de compostaje a emplear	42
Tabla 9	Proporción de los materiales usados en cada reactor	45
Tabla 10	Dimensiones del contenedor plástico	46
Tabla 11	Partes del tambor y su descripción detallada	48
Tabla 12	Coeficientes de biodegradabilidad (K_b) para cada reactor.....	61
Tabla 13	Rendimiento abono/materia prima de los reactores	63
Tabla 14	Resultado análisis carbono orgánico.....	65
Tabla 15	Resultado análisis nitrógeno	65
Tabla 16	Resultado cálculo C/N	66
Tabla 17	Resultado análisis fósforo	67
Tabla 18	Resultado análisis potasio	68
Tabla 19	Presupuesto económico.....	70
ÍNDICE DE ANEXOS		

Anexo 1	Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	77
Anexo 2	Límites máximos permisibles por cuerpo receptor	81
Anexo 3	Procedimiento medición temperatura	90
Anexo 4	Procedimiento medición de pH	91
Anexo 5	Procedimiento medición de cenizas	92
Anexo 6	Mediciones de temperatura 1er reactor a las distintas profundidades.....	108
Anexo 7	Promedio de las tres ubicaciones en el 1er reactor según la profundidad	111
Anexo 8	Mediciones de temperatura 2do reactor	113
Anexo 9	Promedio de las tres ubicaciones en el 2do reactor según la profundidad	116
Anexo 10	Mediciones de temperatura 3er reactor	118
Anexo 11	Promedio de las tres ubicaciones en el 3er reactor según la profundidad	121
Anexo 12	Temperatura promedio de los reactores según su altura	123
Anexo 13	% Humedad	124
Anexo 14	Promedio pH en los tres reactores	125

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CDC: Centro de Distribución Cotogchoa

PTAR: Planta de tratamiento de aguas residuales

CE: Conductividad eléctrica pH: Potencial de

Hidrógeno

EPA: Empresa Pública del Agua

HP: Caballos de fuerza

SCFM: Pies cúbicos estándar por minuto

L/s: Litros por segundo

MCA: Metro columna de agua

SAE: Servicio de Acreditación Ecuatoriano

RESUMEN

El proyecto se enfocó en el desarrollo de una propuesta de producción de un fertilizante órgano-mineral, a partir de los lodos generados en una planta de tratamiento de aguas residuales de la Corporación Favorita; con el fin de aprovechar su potencial en nutrientes agronómicos y mitigar las emisiones de gases efecto invernadero que ocasionan al disponerse en un relleno sanitario. Se realizó por medio de un proceso de compostaje aerobio y su posterior combinación con minerales tipo N-P-K.

Para el desarrollo de este proyecto, se realizó una caracterización fisicoquímica de los lodos residuales. Una vez obtenidos los resultados de los análisis realizados en un laboratorio externo, se establecieron como materiales de soporte, el papel periódico y podas de césped. Se determinaron las alternativas y criterios más influyentes en el proceso por medio de una matriz de selección PUGH, en donde determino emplear el sistema de compostaje correspondiente al reactor horizontal con aireación y volteo, en el cual se realizaron dos réplicas para estimar la representatividad de datos. Los tres reactores fueron cargados con la misma mezcla de materiales. Con la puesta en marcha del proceso, se realizó un seguimiento durante 55 días de las variables: temperatura, pH, humedad y cenizas. Una vez terminado el proceso, se procedió a caracterizar la mezcla transformada en abono orgánico.

Palabras claves: lodos residuales, reactor horizontal, compostaje aerobio, fertilizante órgano-mineral, matriz de selección PUGH

ABSTRACT

The project focused on the development of a proposal for the production of an organo-mineral fertilizer, from the sludge generated in a wastewater treatment plant of the Favorita Corporation; in order to take advantage of its potential in agronomic nutrients and mitigate greenhouse gas emissions caused by being disposed of in a sanitary landfill. It was carried out through an aerobic composting process and its subsequent combination with N-P-K type minerals.

For the development of this project, a physicochemical characterization of the residual sludge was carried out. Once the results of the analyzes carried out in an external laboratory were obtained, newspaper and lawn pruning were established as support materials. The most influential alternatives and criteria in the process were determined by means of a PUGH selection matrix, where it was determined to use the composting system corresponding to the horizontal reactor with aeration and turning, in which two replications were made to estimate the representativeness of data. All three reactors were charged with the same mix of materials. With the start-up of the process, a follow-up of the variables was carried out for 55 days: temperature, pH, humidity and ashes. Once the process was finished, the mixture transformed into organic fertilizer was characterized.

Keywords: sewage sludge, horizontal reactor, aerobic composting, organo-mineral fertilizer, PUGH selection matrix

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la población mundial, se considera uno de los mayores problemas ambientales, el consumo desmedido de recursos, acompañado con el crecimiento de la industria, la demanda de agua dulce llegará a un déficit del 40% para el año 2030. (ESPINOSA, 2020)

La generación de aguas residuales por su deficiente manejo y disposición ocasiona contaminación en fuentes hídricas, acción que pone en riesgo la calidad y disponibilidad de la misma. (MUÑOZ, 2017)

La generación de aguas residuales se ha convertido en una problemática ambiental, salubre, económica y social debido al inadecuado saneamiento del recurso agua. Si el agua residual es devuelta al entorno natural sin un tratamiento previo, provoca una serie de impactos negativos a nivel nacional. Por lo tanto, la descarga de las aguas residuales afecta directamente a los cuerpos de agua (ríos, lagos y lagunas), a la flora, fauna y al ser humano”. (ESPINOSA, 2020)

La Corporación Favorita posee y opera el Centro de Distribución Cotogchoa (CDC), en el cantón Rumiñahui de la provincia de Pichincha. En ese centro se desarrollan múltiples actividades relacionadas con la distribución de toda la gama de productos que se expenden en los almacenes de sus marcas comerciales asociadas, como Megamaxi, Supermaxi, Aki, SuperAki, Kywi, entre otros. La mayor parte de las operaciones están relacionadas con la actividad de los supermercados.

El centro de distribución cuenta con oficinas administrativas, cafetería para sus empleados y servicios sanitarios en múltiples ubicaciones; todo lo cual consume agua potable y produce aguas residuales. Las aguas servidas son conducidas por un sistema de recolección que descarga en la planta de tratamiento existente. El centro opera regularmente entre siete de

la mañana y cinco de la tarde, en este horario se produce una mayor cantidad de descargas, sin embargo, existe descargas mínimas en la noche. (Jiménez, 2019)

El tratamiento de aguas servidas, nos ayuda en la descontaminación del agua, este proceso genera la formación de lodos.

El lodo resultante con un manejo apropiado, puede usar como fertilizante del suelo, se realiza un análisis donde se determina sus características físicas y químicas. (VASQUEZ, 2018).

La aplicación de fertilizantes en el sector agrícola, cumple un rol importante en el crecimiento de las plantas y el rendimiento de producción. La urea y el superfosfato triple son los insumos más usados los cuales con el tiempo han elevado su valor comercial, convirtiéndose en un problema para los pequeños agricultores de productos tradicionales como el trigo y el maíz que afecta su economía. La aplicación de bio sólidos podría convertirse en una solución ya que cuenta con constituyentes nutricionales importantes que pueden ser sustitutos de los fertilizantes agrícolas. (PÁRRAGA, 2016)

De acuerdo a lo anterior, el presente trabajo tiene como finalidad obtener información sobre la composición y características de lodos resultantes de la PTAR de Corporación Favorita, con el fin de analizar su posible aprovechamiento en la producción de un fertilizante agrícola. “Estos resultados contribuirán en la construcción de una línea base sobre el conocimiento de las características de los lodos residuales generados, aportando ciertas proyecciones y orientaciones sobre la gestión más aconsejable de este residuo”. (MUÑOZ, 2017)

1.1. Objetivos de la investigación

1.1.1. Objetivo General

Evaluar las propiedades físicas (humedad, temperatura, cenizas) y químicas (relación carbono nitrógeno, pH) del lodo obtenido de la PTAR para considerar su aplicación como fertilizante.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Elaborar el fertilizante a nivel de laboratorio a partir del lodo de la PTAR de Corporación Favorita.
- Realizar análisis físicos y químicos en el material antes y después del y tratamiento.
- Evaluar la factibilidad económica de la producción del fertilizante.

1.2. Hipótesis

Los biosólidos procedentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de Corporación Favorita tienen efectos positivos como fertilizante

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La PTAR es una infraestructura sanitaria, en donde se efectúa el proceso de depuración de los efluentes de origen industrial o doméstico, con el fin de disminuir contaminantes con efectos nocivos para la salud y el ambiente. Además, permiten que los efluentes se ajusten a la normativa aplicable para descarga. (GUALOTO, 2016)

El agua residual en una Planta de tratamiento tiene como principales componentes: basura, arena, espuma y lodo, este último componente depende de las características de agua residual, su proceso de tratamiento y su edad. (Huamán, 2019)

Los lodos o fangos son el subproducto de plantas depuradoras de aguas residuales, consisten en una mezcla de agua y sólidos que se separa del agua tratada. La cantidad de lodo producido depende de factores como el clima, el sistema de diseño de la planta de tratamiento, y el proceso del cual se generan, se puede medir en términos de masa en (base seca) o en volumen en (base húmeda). (DIGIBUO UNIOV, s.f.)

Los tipos de lodos son: lodos primarios los cuales son producto de la decantación primaria, lodos secundarios, procedente del excedente en el retirado del tratamiento biológico y mixtos, la mezcla de lodos primarios y secundarios. Además, existen lodos procedentes de tratamientos anaerobios, de lagunas de estabilización, de procesos de espesamiento y deshidratación, de lavado de filtros de arena y de procesos de ablandamiento de aguas (DIGIBUO UNIOV, s.f.)

Los lodos son de gran importancia ya que son una fuente potencial de materia orgánica y energía, sin embargo, al no tener un manejo adecuado, se convierte en un problema, debido a su alto contenido de patógenos y metales pesados, por lo que se requiere un proceso de estabilización. La cantidad de lodo producido es muy variable, depende del

proceso de tratamiento, de las características del agua residual, del grado de tratamiento previo, del tiempo de sedimentación, de la densidad de sólidos, del contenido de humedad, del tipo de equipo o método de remoción de lodos y de la frecuencia de remoción de los mismos. (Laca, 2019)

2.1. Aspectos técnicos y científicos

2.1.1. *Lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales*

Son residuos y biosólidos provenientes del posterior tratamiento de aguas residuales, proceso por el cual se elimina contaminantes, resultando agua apta para su uso. (Vargas, 2018). Las características de estos lodos dependen de la calidad de las aguas residuales y del tipo de proceso de tratamiento seguido. De manera general, están compuestos principalmente por sustancias orgánicas, que puede variar entre 45 a 90% en su composición, contienen nutrientes como nitrógeno y fósforo. Además, pueden proporcionar cantidades significativas de elementos potencialmente tóxicos, como metales pesados, y patógenos como huevos helmintos, coliformes fecales, salmonella, protozoos y virus. (MARÍN, 2019)

2.1.1.1. *Procedencia de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales*

Los lodos generados, en su composición dependen del tipo de planta de tratamiento y las operaciones que se realizan en ésta. En PTAR domésticas, los lodos son generados de los procesos de sedimentación primaria, tratamiento biológico y de tratamiento químico. (MARÍN, 2019)

2.1.1.2. **Lodos primarios.**

(GUALOTO, 2016) afirma que: son subproductos obtenidos del tratamiento primario de aguas residuales: operaciones de cribado, desarenado, desengrasado y sedimentación, se considera de fácil digestión y tiene por características ser gris, pegajoso y de olor ofensivo.

Es común que los lodos recolectados presenten una humedad que varía entre un 93 y 97%, por lo que es necesario un tratamiento previo a de su disposición, con el fin de disminuir su contenido de agua y estabilizarlos biológicamente. (MARÍN, 2019)

2.1.1.3. **Lodos secundarios.**

Denominados lodos activados, poseen entre sus características, el color marrón, bajo condiciones adecuadas no emana un olor ofensivo, tiene olor a tierra húmeda, y es digerible. (Morales, 2009) Comúnmente proceden de un tratamiento biológico y sedimentador secundario. (MARÍN, 2019)

2.1.1.4. **Lodos terciarios.**

Lodos tratados mediante un acondicionamiento químico, su olor es menos desagradable que el primario, es digerible a menor velocidad. (Morales, 2009)

En este tratamiento se reduce la humedad del lodo desde un 90-99% a un 65- 85%, dependiendo de la naturaleza de los sólidos a tratar, permitiendo la coagulación de éstos. Generalmente son tratados con una mínima dosificación de sales de hierro o aluminio, cal y polímeros orgánicos, con el fin de mejorar su rendimiento, impedir la rápida degradación de la materia orgánica y mitigar los malos olores (MARÍN, 2019)

2.1.2. *Caracterización de lodos*

Se realiza la Determinación de los parámetros fisicoquímicos mediante protocolos de ensayos, según en la normatividad con el fin de establecer los posibles usos de los lodos, o los tratamientos previos a su disposición final. (MARÍN, 2019)

2.1.2.1. **Parámetros fisicoquímicos**

2.1.2.1.1. pH

Indica el nivel de alcalinidad o acidez de una solución por medio de la determinación cuantitativa de iones de hidrógeno que contiene una solución determinada. La escala de pH contiene una serie de números que varían de 0 a 14. las medidas de 0-7 indican acidez y los que son mayores de 7 - 14 indican basicidad, mientras que cuando el valor es 7 indica neutralidad. El pH influye en el proceso de compostaje, debido a su acción sobre los microorganismos, en general, las bacterias toleran pH entre 6 y 7.5 (MARÍN, 2019)

2.1.2.1.2. Humedad.

Es un parámetro determinante para facilitar el transporte de nutrientes y microorganismos. El control de la humedad en el compostaje, logra una estabilización, inactiva patógenos y controla olores, es óptimo en un intervalo de 40-65%. (MARÍN, 2019)

2.1.2.1.3. Cenizas

Es una medida que indica el porcentaje de la materia seca que permanece como materia orgánica tras el proceso de compostaje. En composta la materia orgánica tiende a reducirse debido a su mineralización y a la consiguiente pérdida de carbono en forma de anhídrido carbónico. (MARÍN, 2019)

Para un compostaje óptimo, el contenido de cenizas debe comprenderse entre 30 y 60%; en casos por debajo de 30% el compost está mezclado con arena, tierra, cenizas u otro compuesto mineral, y valores superiores al 60% indican que los residuos no están suficientemente compostados. (MARÍN, 2019)

El contenido de cenizas se determina por medio del método de calcinación, el cual consiste en calcinar la muestra seca de la determinación de humedad, en una mufla a 550°C durante 3 horas, pesar la muestra antes de llevarla a la mufla a calcinación y una vez terminado

el tiempo de calcinación, la muestra se lleva a un desecador hasta peso constante y se realiza la toma de pesos. (MÁRQUEZ, 2014)

2.1.2.1.4. Relación C/N

La relación Carbono/Nitrógeno como indicador del compostaje, determina la actividad microbiana; el carbono se emplea para establecer la energía y el crecimiento celular, mientras que el nitrógeno es empleado para la formación de células y síntesis de proteínas. (MARÍN, 2019)

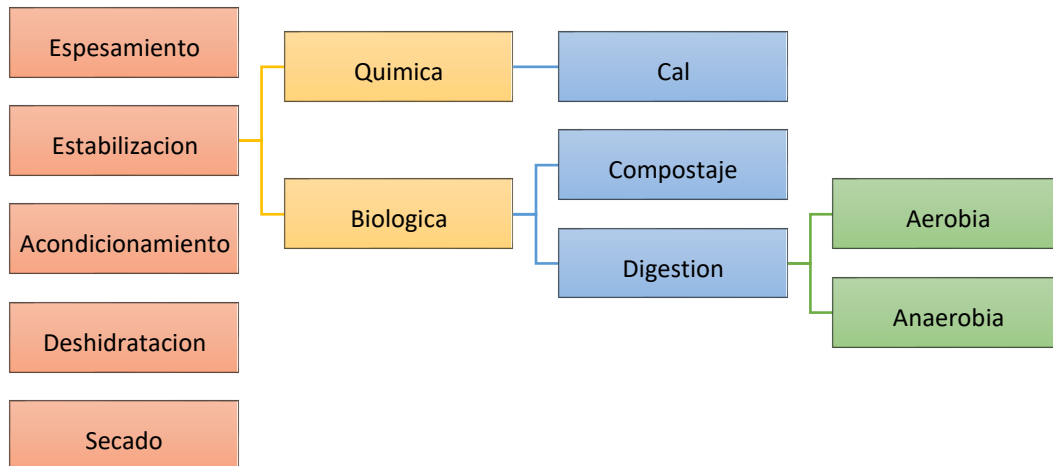
Los lodos son residuos ricos en nitrógeno con relaciones C/N entre 5 y 11, y para obtener un abono de calidad, para una óptima relación se mezcla con sustratos has obtener una relación entre 15 y 30. (MARÍN, 2019)

2.1.3. Tratamiento de lodos

Procesos para el tratamiento de lodos residuales, los cuales se observan en la Figura 1.

Figura 1

Técnicas de tratamiento de lodos residuales.



Nota. El diagrama describe los procesos para el tratamiento de lodos residuales, Adaptado de Cabeza de la Vaca, F. (2008). Digestión anaerobia de lodos residuales usando un reactor de manto de lodos no convencional (Tipo UASB).

2.1.3.1. **Espesamiento**

Este proceso reduce el volumen del lodo, aumentando la concentración de los sólidos. El espesado se lleva a cabo mediante flotación, espesado por gravedad y centrifugación.; procedimientos físicos. Además, se puede estabilizar el lodo mediante digestión anaerobia, en este su espesamiento no debe pasar del 7% en sólidos totales (70 g/L), estableciendo concentración entre el 3 y el 6%, con objeto de no afectar las propiedades reológicas del lodo y sus consecuencias en bombas, tuberías y mezcladores. (MARÍN, 2019)

2.1.3.2. **Estabilización**

Dentro de la línea de lodos existen variados procesos de tratamiento que se combinan para obtener un producto apto para su disposición final. Estos procesos están enfocados a dos aspectos fundamentales: (1) reducción de volumen y peso mediante la eliminación de agua, para ello los principales métodos empleados son el espesamiento, desaguado y secado; (2) reducción del poder de fermentación o estabilización que consiste en reducirla actividad biológica contenida en el lodo así como el contenido de microorganismos patógenos causantes de enfermedades, algunos métodos para ello son la estabilización con cal, tratamiento térmico, digestión anaerobia, digestión aerobia y compostaje. (PÁRRAGA, 2016)

Las técnicas más utilizadas para la Estabilización de los lodos residuales son:

2.1.3.2.1. ***Estabilización química.***

Consiste en el uso de compuestos químicos como la cal y el cloro. La estabilización con cal consiste en añadir al lodo dosis suficientes de cal para elevar su pH por encima de 12. Dado que la reacción de la cal con el agua del lodo es exotérmica, la temperatura

se incrementa, alcanzando valores superiores a 50 °C. El efecto combinado de un entorno fuertemente alcalino, de pasteurizado, hace desfavorable la actividad biológica de los microorganismos, reduciendo sustancialmente el número de organismos patógenos. (PÁRRAGA, 2016)

2.1.3.2.2. Estabilización biológica.

Es la estabilización dada por acción de microorganismos mediante la conversión de la fracción volátil a metano o dióxido de carbono, principalmente se usa bacterias; existen tres tipos principales de procesos biológicos para la estabilización. (PÁRRAGA, 2016)

2.1.3.2.2.1. Compostaje.

Proceso aerobio complejo donde se da la pérdida de la materia orgánica junto con la producción de sustancias húmicas para dar lugar a un producto final estable (humus). (

PÁRRAGA, 2016)

2.1.3.2.2.2. Digestión

2.1.3.2.2.2.1. Digestión anaerobia.

En la digestión anaerobia se da en ausencia de oxígeno, con la acción de microorganismos que degradan materia orgánica produciendo principalmente metano y dióxido de carbono. Este proceso suele tener lugar en intervalos mesofílico (35°C) y termofílico (55°C) de temperatura. (Cabeza de la Vaca, 2008)

2.1.3.2.2.2.2. Digestión aerobia.

Este proceso estabiliza el lodo por medio de oxígeno, obteniendo dióxido de carbono, agua y amoníaco, el cual puede oxidarse, si las condiciones lo permiten, hasta nitrato. (Cabeza de la Vaca, 2008)

2.1.4. Compostaje.

Consiste en la transformación de la materia orgánica en insumos aprovechables para el suelo, mediante un proceso biológico aerobio, por acción de grupos de microorganismos descomponedores, a ciertas condiciones ambientales controladas; incremento de la temperatura (usualmente entre 55 - 60 °C) para la destrucción de patógenos y con pH entre 6,5 y 8 que favorezca el crecimiento de las plantas, reduzca la movilidad de metales pesados y pueda ser usado benéficamente como acondicionador de suelos. (MARÍN, 2019)

En todo proceso de compostaje, se pueden diferenciar por lo menos dos fases:

2.1.4.1. Fase de descomposición.

“Fase activa del proceso de compostaje en la que se simplifican las moléculas complejas en moléculas orgánicas e inorgánicas más sencillas. Es un proceso exotérmico, debido principalmente a la actividad biológica donde los microorganismos consumen oxígeno y se alimentan de la materia orgánica”. (MARÍN, 2019)

2.1.4.2. Fase de maduración.

Fase que se presenta cuando la temperatura del compostaje baja a menos de 40 °C hasta presentar valores cercanos a la temperatura ambiente. Durante esta fase ocurre un proceso de humificación de la materia orgánica, produciéndose una composta madura con características húmicas, con esto se considera al material biológicamente estable y se da por terminado el proceso. (MARÍN, 2019)

2.1.5. Tipos de Compostaje

2.1.5.1. Compostaje aerobio.

Proceso biológico en presencia de oxígeno establecido por etapas mesotérmicas (20- 40 °C) con etapas termogénicas (40- 75°C) y la participación de microorganismos mesófilos y termófilos, comprende cuatro etapas: etapa de latencia, mesófila 1, termófila y mesófila 2 (de enfriamiento). (MARÍN, 2019)

2.1.5.2. **Fase de latencia.**

Etapa inicial del proceso de biodegradación, ocurre desde el momento en que se realiza el montaje del compost hasta que se empieza a notar una elevación de temperatura. Para que esta etapa de inicio, se deben fijar en los valores adecuados los parámetros de relación carbono / nitrógeno, temperatura, humedad, pH, concentración de oxígeno, cantidad de biomasa, carga microbiana. Su tiempo de duración es aproximadamente de 72 horas, si se tienen inicialmente los parámetros dentro de los valores apropiados.

(MARÍN, 2019)

2.1.5.3. **Fase mesofílica o mesotérmica 1.**

(MARÍN, 2019) determina que esta etapa que ocurre generalmente entre los 20 y 40 °C, donde se produce el desarrollo de la flora mesofílica, predominando las bacterias, levaduras, mohos y actinomicetos mesófilos. En esta fase, toma lugar la descomposición de los azúcares, almidón, proteínas y grasas, lo que libera una cuantiosa energía y conlleva a que se multipliquen rápidamente los microorganismos, se eleve la temperatura en el interior del sistema y disminuya el pH a valores de alrededor de 5,5 en corto tiempo (24 a 72 horas).

2.1.5.4. **Fase termofílica o termogénica.**

(MARÍN, 2019) explica que en esta fase predomina la microflora (actinomicetos y bacilos) termófila debido a los cambios en la temperatura, ésta puede incrementarse desde los 40° hasta los 70°C, provocando la eliminación de agentes patógenos, hongos,

esporas y todos los elementos biológicos no deseados, genera de vapor de agua y dióxido de carbono. Al comenzar el desenlace de esta etapa, el agotamiento de nutrientes genera una disminución notoria en la temperatura y por ende la pérdida de microorganismos termófilos.

2.1.5.5. **Fase mesofílica 2 (de enfriamiento).**

(MARÍN, 2019) detalla que esta etapa es la que la temperatura desciende hasta valores próximos a la de la temperatura ambiente y se produce una recolonización de microorganismos mesófilos, que permanecieron inactivos durante la fase anterior y que resistieron las altas temperaturas. Se produce la estabilización progresiva del compost en la cual estos microorganismos mesófilos comienzan a degradar los elementos más resistentes como la celulosa y la lignina y compuestos orgánicos tóxicos.

2.1.5.6. **Compostaje anaerobio.**

“Proceso que descompone la materia orgánica sin presencia de oxígeno por medio de microorganismos anaerobios donde los lodos resultantes pueden ser empleados como fertilizante debido a su capacidad de mejorar los suelos.” (MARÍN, 2019)

2.1.6. *Sistemas de Compostaje*

2.1.6.1. **Sistema abierto.**

(MARÍN, 2019) detalla estos sistemas de compostaje, se dan al aire libre, son sencillos entre ellos: las pilas, que pueden ser estáticas o con movimiento mediante una técnica de volteo manual o mecanizada.

2.1.6.2. **Pilas estáticas.**

(MARÍN, 2019). Detalla este sistema es relativamente simple, el más económico y el más utilizado. Se realizan hileras del material orgánico a compostar, que pueden ser extensas o no, dependiendo de la técnica de aireación a emplear. Las medidas de estas

pilas, oscilan entre 1,2 a 2 metros de altura, por 2 a 4 metros de ancho, siendo la longitud variable. La aireación de estos sistemas se efectúa de dos formas: por convección natural (aireación pasiva) o por aireación forzada, esta última se consigue por tres métodos: succión, insuflado y alternada (succión e insuflado). Las pilas estáticas por aireación natural, constan de tuberías que deben atravesarla y permitir que el aire caliente que sube desde el centro de la pila cree un vacío parcial que aspire el aire de los lados, La altura recomendada de la pila es de 1 a 1,5 metros, aunque la forma y tamaño oportuno de la pila depende del tamaño de partículas, contenido de humedad, porosidad y nivel de descomposición, todo lo cual afecta el movimiento del aire hacia el centro de la pila.

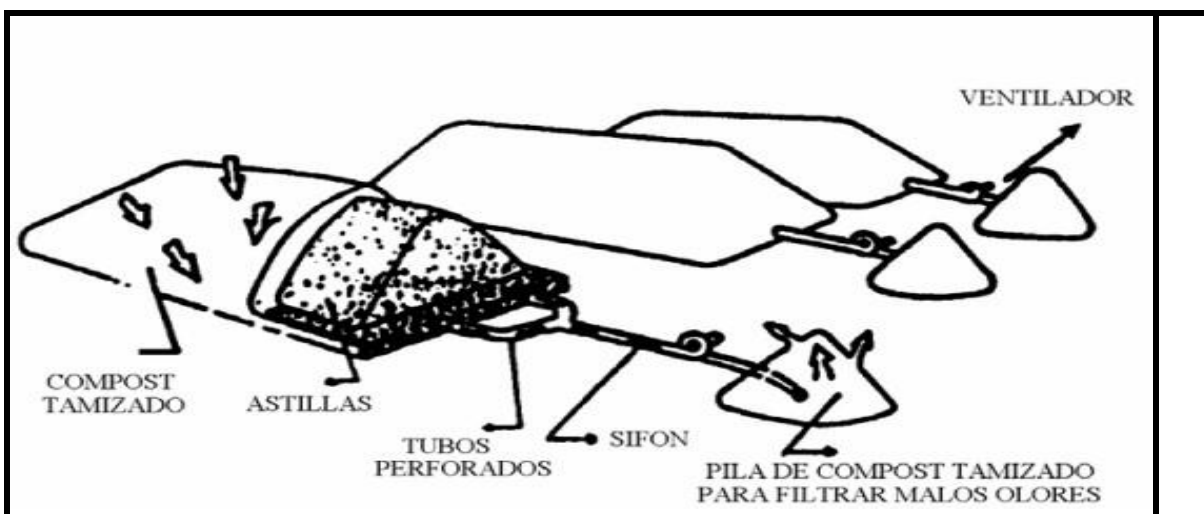
Por otro lado, las pilas que funcionan con aireación forzada, suministran aire a presión o succionan aire mediante maquinaria, para ello, se utilizan compresores para inyectar aire al interior o aspiradores que succionan aire hacia el exterior. El proceso puede tener un tiempo de duración entre 60 y 120 días (MARÍN, 2019).

2.1.6.3. Pilas con volteo.

(MARÍN, 2019) detalla que este sistema la mezcla puede hacerse de forma manual o mecánica, se confecciona en capas o se mezcla los materiales en determinadas

Figura 2

Pilas estáticas aireadas artificialmente a través de tuberías perforadas y aspiración de aire



*Nota Se observa el funcionamiento de las pilas estáticas paso a paso. Obtenido de VILLA. (s.f).
PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DEL COMPOST.*

proporciones. El término de volteo es asociado con la aireación por medio de la destrucción y reconstrucción de la pila con una frecuencia determinada.

2.1.6.4. **Sistema cerrado.**

Estos sistemas se encuentran aislados del ambiente, lo que permite un mayor control de las condiciones del proceso y de las emisiones, así como un menor tiempo de residencia (generalmente pueden acelerar la fase de degradación de al menos 7 a 15 días), dependiendo del tipo de sustrato empleado. Entre ellos: reactores de flujo horizontal y vertical. Los reactores de flujo vertical suelen tener alturas superiores a los 4 metros y pueden ser continuos o discontinuos. Los reactores discontinuos comprenden alturas de 2-3 m con un sistema de aireación forzada o volteo hacia pisos inferiores. Los reactores de flujo horizontal se dividen entre aquellos que poseen un sistema de movimiento rotatorio, y los que permanecen estáticos. El principal inconveniente que generan estos, es elevado costo de inversión de las instalaciones (MARÍN, 2019).

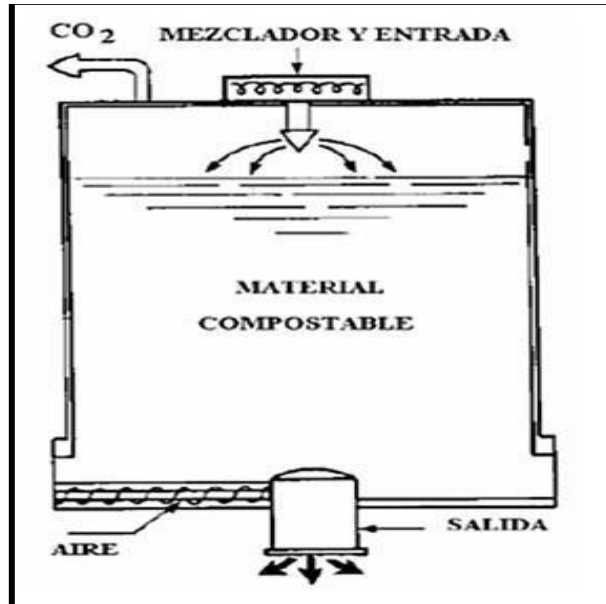
2.1.6.5. **Reactores verticales.**

Son tanques cilíndricos cerrados, aislados térmicamente y pueden operar de forma continua o discontinua. Este tipo de reactores maneja un sistema de aireación y extracción de material, procesos que residen en la parte inferior del reactor. En la parte inferior del reactor, se introduce el material mediante un tornillo alimentador. En los sistemas cerrados continuos se utilizan reactores de 4- 10 metros de altura, con un volumen total de 1000 a 3000 metros cúbicos. A medida que se va extrayendo el material compostado, el material fresco va descendiendo. El control de la aireación se realiza por la temperatura y las características de los gases de salida (éstos son aspirados

por la parte superior del reactor). El tiempo de residencia es de 2 semanas. Este sistema de compostaje conlleva a un costo elevado de inversión y operación (MARÍN, 2019).

Figura 3

Estructura de un reactor tipo vertical con mezclador



Nota. La ilustración muestra la operación del sistema de compostaje Se obtuvo de Santiago, N. (2018). PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANDS PARA EL MUNICIPIO DE ARANDAS.

2.1.6.6. Reactores horizontales.

Estos reactores consisten de un cilindro horizontal que suele tener de dos a tres metros de diámetro, pueden ser estáticos o con movimiento. Estos últimos pueden ser cargados y tener un sistema de mezclado por volteo, o con un mezclador interno que generalmente gira a una velocidad de 2 rpm a lo largo de su eje longitudinal. El material preseleccionado se somete a un proceso de fermentación que tiene lugar en un tambor que puede trabajar en continuo o por cargas durante 15 a 30 días en condiciones estáticas o de volteo periódico, el cual consiste de un tratamiento mecánico continuo, en el que

se presenta una fase de preparación del sustrato fisicoquímico, para después de este, por medio de pilas o en el reactor, obtener el compostaje. La principal ventaja del sistema de reactor con movimiento es que consigue un cierto grado de mezcla y homogeniza los residuos, lo que se traduce en menor tiempo de fermentación comparado con otros tipos de reactores. El principal inconveniente de estos sistemas es el costo de inversión y de operación de las instalaciones. (MARÍN, 2019)

2.2. Descripción del proceso de tratamiento de aguas residuales en una PTAR de la corporación La Favorita

La PTAR perteneciente a la Corporación Favorita opera en el Centro de Distribución Cotogchoa (CDC), ubicado en el cantón Rumiñahui de la provincia de Pichincha.

Las actividades en el CDC asociadas con la producción de aguas residuales, entre otras son: lavado, clasificación y empaque de productos vegetales y animales; lavado de equipos y jabas para manipulación de productos; y lavado de los furgones que sirven para distribución de los productos.

El centro de distribución además cuenta con oficinas administrativas, cafetería para sus empleados y servicios sanitarios en múltiples ubicaciones; todo lo cual consume agua potable y produce aguas residuales las mismas que están servidas por un sistema de recolección que descarga en la planta de tratamiento existente.

La PTAR cuenta con cinco procesos de tratamiento: (1) un proceso de sedimentación para el efluente de lavado de papa, con el fin de reducir los sólidos en suspensión, en base a un clarificador lamelar con tubo floculador y un sistema de inyección de coagulante; (2) un sistema de cribado, para reducir los sólidos que por su tamaño puedan afectar la operación del filtro percolador, mediante un tamiz de placa perforado con un sinfín compactador; (3) un proceso

de ecualización, para regular la tasa de tratamiento y las cargas contaminantes, mediante un tanque con mezcladores/aireadores para evitar una condición séptica del agua a tratar; (4) un proceso de biosíntesis para reducir la carga de demanda biológica de oxígeno, mediante un filtro percolador de alto impacto; y (5) un proceso de sedimentación secundaria, para eliminar cualquier sólido que pueda desprenderse del filtro percolador del caudal efluente.

A continuación, se describen los procesos del tratamiento de las aguas residuales en la PTAR ubicada en el CDC perteneciente a la Corporación Favorita.

2.2.1. Pretratamiento efluente lavado de papa

(Jiménez., 2019) identificó: Como fuente importante de aporte a la concentración de sólidos suspendidos, al efluente del lavado de papa, debido a que el origen de las papas a procesar en el lavado es variable, no se puede determinar un comportamiento estable, pues pueden traer adheridas partículas de arcilla, o limo o arenas pequeñas.

El clarificador lamelar diseñado para el efluente de papa tiene una capacidad de 5 metros cúbicos por hora, donde el efluente tratado se dirigirá al sistema de alcantarillado sanitario para ser tratado en la PTAR, mientras que el lodo retenido se dirigirá a un lecho de secado para ser deshidratado y despachado finalmente. El clarificador sin la ayuda del proceso químico logra sedimentar partículas de arena con tamaño máximo de 0,053 mm. Por lo tanto, cuentan con un sistema de coagulación/floculación mediante la adición de un coagulante.

Para preparar la solución de coagulante cuenta con un tanque que permite manejar la jornada diaria de 8 horas. A este tanque le añaden 75 kg de polvo coagulante (Policloruro de Aluminio) para conseguir una solución al 4% de aluminio, la misma que es inyectada a

una tasa de 0,417 litros por minuto para lograr la coagulación máxima en el tanque de 300 litros suficiente para las tres jornadas de 4 horas durante el lavado de papas, utilizando 25 kg de Policloruro de Aluminio en polvo por día.

La inyección de coagulante se realiza mediante una bomba peristáltica, de capacidad suficiente para inyectar la solución de coagulante (Jiménez., 2019) .

2.2.2. Control hidráulico y cribado

(Jiménez., 2019) detalla: Como la capacidad de la PTAR es limitada cuenta con una cámara de regulación de caudal, que posee un vertedero lateral ajustable, en acero inoxidable. Además, cuenta con un vertedero lateral en acero inoxidable de 60 mm de altura, con la capacidad de elevar la altura en el canal hasta 100 mm, cuando mantenga un traslape de 20 mm con el vertedero de hormigón, lo cual es equivalente al tirante para 30 LPS.

El sistema de cribado esta interpuesto por un canal con reja gruesa con separación entre barras de 50 mm. El propósito de esa reja es eliminar palos o elementos mayores a 50 mm que puedan atorar el tamiz perforado.

Los canales de cribado tienen una pendiente constante de 0,5% con lo cual el tamiz tiene una profundidad de 20 cm bajo el fondo del canal de control hidráulico y de 30 cm bajo el vertedero lateral. Esos niveles serán los niveles de regulación para que el tornillo giratorio del tamiz gire y limpie el tamiz de sólidos acumulados. Cabe indicar que el tirante para un caudal de 30 LPS en un canal de 500 mm de ancho con el 0,5% de pendiente está en el orden de 16 mm, muy inferior a la capacidad permitida de 300 mm y la velocidad de 3,6 m/s. Por tanto, que el agua se acumula aguas arriba del tamiz y cuando esta gira el agua retenida se moviliza hacia él a gran velocidad, arrastrando los sólidos eventualmente depositados. (Jiménez., 2019)

2.2.3. Ecuación

(Jiménez., 2019) detalla:

Al almacenar un volumen de aguas residuales es necesario mantener los sólidos en suspensión para que no se asienten lodos en el fondo del tanque y además se recomienda mantenerlo aireado con una concentración de oxígeno en el agua de al menos 0,5 mg/L, para evitar que se produzca una condición séptica. (Jiménez, 2019)

El tanque de ecuación diseñado en la PTAR es para 350 metros cúbicos, este volumen permite no bombear desde la ecuación con la entrada normal del colector durante 6 horas. Para mantener el líquido mezclado y ventilado cuenta con dos mezcladores aireadores tipo Venturi, dotados de bombas sumergibles que descargan en el propio tanque a través de un Venturi que succiona aire del plenum del tanque.

Los mezcladores tienen una potencia mínima según recomendación de la EPA de 0,04 HP por cada 3,78 metros cúbicos almacenados y una capacidad de aireación de 2 SCFM por cada 3,78 metros cúbicos almacenados.

En el caso de aplicación, por lo tanto, entre los dos mezcladores aireadores deberán cubrir al menos 4 HP de potencia y poder inyectar 200 SCFM al tanque cuando esté lleno. (Jiménez, 2019)

2.2.4. Sistema de bombeo

(Jiménez., 2019) detalla:

Para transferir a una tasa estable el agua almacenada en el tanque de ecualización al filtro percolador, cuenta con un sistema de bombeo compuesto por dos bombas sumergibles, instaladas en un pozo en el tanque de ecualización.

Las bombas funcionan individualmente y transfieren la tasa máxima de bombeo o la tasa mínima. La tasa de bombeo es el doble del caudal de tratamiento para que el filtro percolador opere mejor ya que se recicla al menos el 50% del caudal que pasa por él.

Es decir, si el caudal de tratamiento es de 5 LPS, la tasa de bombeo debe ser 10 LPS (Jiménez., 2019).

Las bombas son capaces de operar bajo las siguientes condiciones:

Tabla 1 *Tasas de bombeo trabajadas en la PTAR*

Tasa de bombeo	Caudal (LPS)	Cabeza hidráulica total (mca)
Mínima	8	13,5
Máxima	12	14,0

Nota. Tomado de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, 2019); Documento entregado por la corporación Favorita

El sistema de bombeo opera con una sola bomba, controlada por sensores de nivel en el tanque que indica el punto bajo-bajo cuando el nivel del líquido esté en el nivel mínimo antes de que se produzca un vórtice y entrada de aire a la bomba. Los sensores de nivel también indican adicionalmente dos niveles, para lograr que el tanque de ecualización evacue todo su contenido una vez por día.

Se considera los siguientes niveles de operación (ver *tabla 2*)

Tabla 2 Niveles de operación de las bombas

Nivel	Tasa de bombeo (LPS)
< bajo-bajo	0
Entre bajo-bajo y bajo-bajo + 1,33 m	8
Nivel	Tasa de bombeo (LPS)
Entre bajo-bajo+1,33m y bajo-bajo+2,66 m	10
Sobre bajo-bajo+2,66 m	12

Nota. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, 2019); Documento entregado por la corporación Favorita

2.2.5. Filtro percolador

Estratégicamente ubicados para lograr una mezcla de todo el contenido y mantener el nivel de oxígeno disuelto en al menos 0,5 mg/L. El filtro percolador de alto impacto diseñado con 45 metros cúbicos de medio filtrante y una tasa de recirculación de 100%, capaz de reducir el contenido de demanda biológica de oxígeno a una concentración menor a 100 mg/L, permanentemente.

2.2.6. Clarificadores

El diseño de los clarificadores toma en cuenta dos parámetros: la carga hidráulica superficial y la carga hidráulica sobre los vertederos. Para la primera se asume la recomendación de la EPA, de 1200 pies cuadrados de área de clarificador por cada millón de galones de tratamiento diario. Para la segunda se verifica que no supere los diez mil galones de agua por día por pie de vertedero.

Dada la configuración del tanque de equalización, que tiene 6,15 metros de ancho, se implementaron dos clarificadores con ancho de 2,83 metros y un muro interno de cuarenta y nueve centímetros de ancho. Con el ancho de 2,83 metros los clarificadores son de 6,25 metros de largo.

Dado que el filtro percolador requiere la recirculación de la mitad del caudal que procesa, la PTAR cuenta dos vertederos de salida en cada clarificador, uno para recirculación y otro para descarga, ofreciendo 2 bordes de 2,80 m cada uno o una longitud total por clarificador de 11,2m. La carga hidráulica consecuentemente cuando el filtro descarga 10 LPS al clarificador, será de 6222 gd/ft, lo cual es menor que 10000 gd/ft. Con este diseño, la PTAR puede operar con un clarificador fuera de servicio y si el caudal de tratamiento aumenta, la PTAR opera con los dos clarificadores.

Desde la cámara de distribución de caudal del filtro percolador, se direccionan dos tuberías de 150 mm hacia los vertederos de distribución en los clarificadores. El caudal que entra a los vertederos de recirculación, fluye por un colector de 150 mm al pozo de bombas en el tanque de equalización, el cual permite la recirculación del 50% del caudal procesado en el clarificador. El caudal que entra a los vertederos de descarga, se recoge en una tubería de 150 mm que permite el flujo hasta la cámara de descarga de la PTAR. Todos los vertederos son de acero inoxidable garantizando su vida útil.

2.2.7. Tanque de lodos

Como etapa final del proceso la PTAR cuenta con un tanque de almacenamiento de lodos, donde se transfiere hidráulicamente los lodos acumulados en el fondo de los

clarificadores y se los almacena con una ventilación adecuada hasta que un gestor ambiental disponga de ellos.

El volumen estimado de producción de lodos es 1540 litros diarios, por lo cual el tanque tiene capacidad para 62 metros cúbicos. Si teóricamente se transfirieran los 1541 litros.

2.2.8. Sistema de control de olores

Debido a que la PTAR está ubicada contigua a una vía principal y frente a otras facilidades y viviendas que pueden verse afectadas por olores propios del manejo de aguas residuales, la PTAR cuenta con un sistema de control de olores que recoge el aire fétido del plenum de los tanques y estructuras de la PTAR y los inyecta a un biofiltro.

Dado que el tanque de equalización y el de almacenamiento de lodos son agitados, se trabaja con una tasa de 12 recambios por hora. Las demás estructuras que tienen una condición más estable tienen solo una tasa de ventilación de 6 recambios por hora. El volumen total de aire fétido a ventilar se estima en 7200 metros cúbicos por hora. A una tasa de filtración conservadora, de $50 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{día}$, se utiliza un lecho filtrante de 144 metros cuadrados compuesto de piedra pómez o cascajo, carbón vegetal, y limo (tierra sin arcilla), esta mezcla permite y estimula el crecimiento de biomasa que sintetiza los contaminantes del aire.

Cabe mencionar que, cuenta con dos ventiladores para manejo del aire fétido, que funcionarán alternadamente, para garantizar redundancia y operación continua del sistema. Cada acceso de absorción de aire fétido, está dotado con una tubería con una válvula de aislamiento tipo mariposa, para controlar el caudal que se absorbe de cada estructura.

2.3. Marco legal

Las bases legales vigentes que van a sustentar el objeto de estudio son:

2.3.1. *Constitución de la república del Ecuador*

(Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador, 2008) cuenta con el registro Oficial N° 499, Asamblea Nacional de la República del Ecuador, Ecuador, 20 de octubre de 2008.

2.3.1.1. **TÍTULO II Derechos**

Capítulo segundo: Derechos del buen vivir. Sección primera: Agua y alimentación

Art. 12.- “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida” Sección segunda: Ambiente sano.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak kawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador, 2008)

2.3.1.2. **TÍTULO VII Régimen del Buen Vivir.**

(Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador, 2008) posee: el capítulo segundo: Biodiversidad y recursos naturales. Sección sexta: Agua.

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua. (Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador, 2008)

2.3.2. *Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua.*

Registro Oficial N° 305, Gobierno Nacional del Ecuador, Ecuador, Quito, 6 de agosto de 2014.

2.3.2.1. **TÍTULO II Recursos hídricos**

Capítulo I: Definición, infraestructura y clasificación de los recursos hídricos.

Artículo 11.- Infraestructura hidráulica. Se consideran obras o infraestructura hidráulica las destinadas a la captación, extracción, almacenamiento, regulación, conducción, control y aprovechamiento de las aguas así como al saneamiento, depuración, tratamiento y reutilización de las aguas aprovechadas y las que tengan como objeto la recarga artificial de acuíferos, la actuación sobre cauces, corrección del régimen de corrientes, protección frente a avenidas o crecientes, tales como presas, embalses, canales, conducciones, depósitos de abastecimiento a poblaciones, alcantarillado, colectores de aguas pluviales y residuales, instalaciones de saneamiento, depuración y tratamiento, estaciones de aforo, piezómetros, redes de control de

calidad así como todas las obras y equipamientos necesarios para la protección del dominio hídrico público (Presidencia de la Republica del Ecuador, 2014)

2.3.3. *Ley orgánica de la salud*

Registro Oficial N° 423, Gobierno Nacional del Ecuador, Ecuador, 22 de diciembre del 2006, con modificación el 18 de diciembre del 2015.

2.3.3.1. **LIBRO II: Salud y seguridad ambiente**

TITULO ÚNICO Capítulo I: Del agua para consumo humano.

Art. 102.- Es responsabilidad del Estado, a través de los municipios del país y en coordinación con las respectivas instituciones públicas, dotar a la población de sistemas de alcantarillado sanitario, pluvial y otros de disposición de excretas y aguas servidas que no afecten a la salud individual, colectiva y al ambiente; así como de sistemas de tratamiento de aguas servidas (Ministerio de Salud, 2006)

2.3.4. *Ley de gestión ambiental*

Registro oficial N° 418, codificación 19, Gobierno Nacional del Ecuador, Ecuador, 10 de septiembre del 2004.

2.3.4.1. **TITULO I Ámbito y principios de la gestión ambiental**

Art. 5.- “Se establece el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental como un mecanismo de coordinación transectorial, interacción y cooperación entre los distintos ámbitos, sistemas y subsistemas de manejo ambiental y de gestión de recursos naturales” (SUIA, 2004)

2.3.5. Acuerdo N° 061_ Reforma del libro vi del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente

Registro oficial Órgano del Gobierno del Ecuador, Edición especial N° 316, Ecuador, 4 de mayo de 2015.

2.3.5.1. Capítulo VIII: Calidad de los componentes bióticos y abióticos

Sección I: Disposiciones generales

Art. 195 Responsabilidad. - La Autoridad Ambiental Competente en ningún caso será responsable por emisiones, descargas y vertidos que contengan componentes diferentes o que no cumplan con los límites establecidos reportados por el Sujeto de Control quien será responsable en el ámbito administrativo, civil, o penal.

Adicionalmente a la imposición de sanciones administrativas, civiles o penales generadas por incumplimientos a la normativa ambiental aplicable, el incumplimiento de las medidas de contingencia para la limpieza, remediación y restauración de una área contaminada que a su vez pasa a ser una fuente de contaminación del entorno, puede conllevar a la generación de pasivos ambientales, cuya responsabilidad recaerá sobre quien o quienes generaron la contaminación, sobre el Sujeto de Control que no tome los correctivos inmediatos y sobre quien impida la aplicación de las medidas correctivas pertinentes de ser el caso. (MAE, 2015)

2.3.6. Acuerdo 097ª_ Norma de Calidad Ambiental y descarga de efluentes: recurso agua.

Registro Oficial Edición especial N°387, Presidencia de la República del Ecuador, Ecuador, 4 de noviembre del 2015.

2.3.6.1. LIBRO VI ANEXO 1.

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- a. Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
 - b. Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
 - c. Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua
- (MAE, 2015)

Esta Norma se aplica durante la descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: Agua dulce y agua marina los cuales deberán cumplir con los siguientes criterios (*ver anexo 1*)

2.3.7. ***Norma técnica para el control de descargas líquidas***

Resolución N° 003, Dirección Metropolitana Ambiental, Ecuador, 14 octubre del 2005.

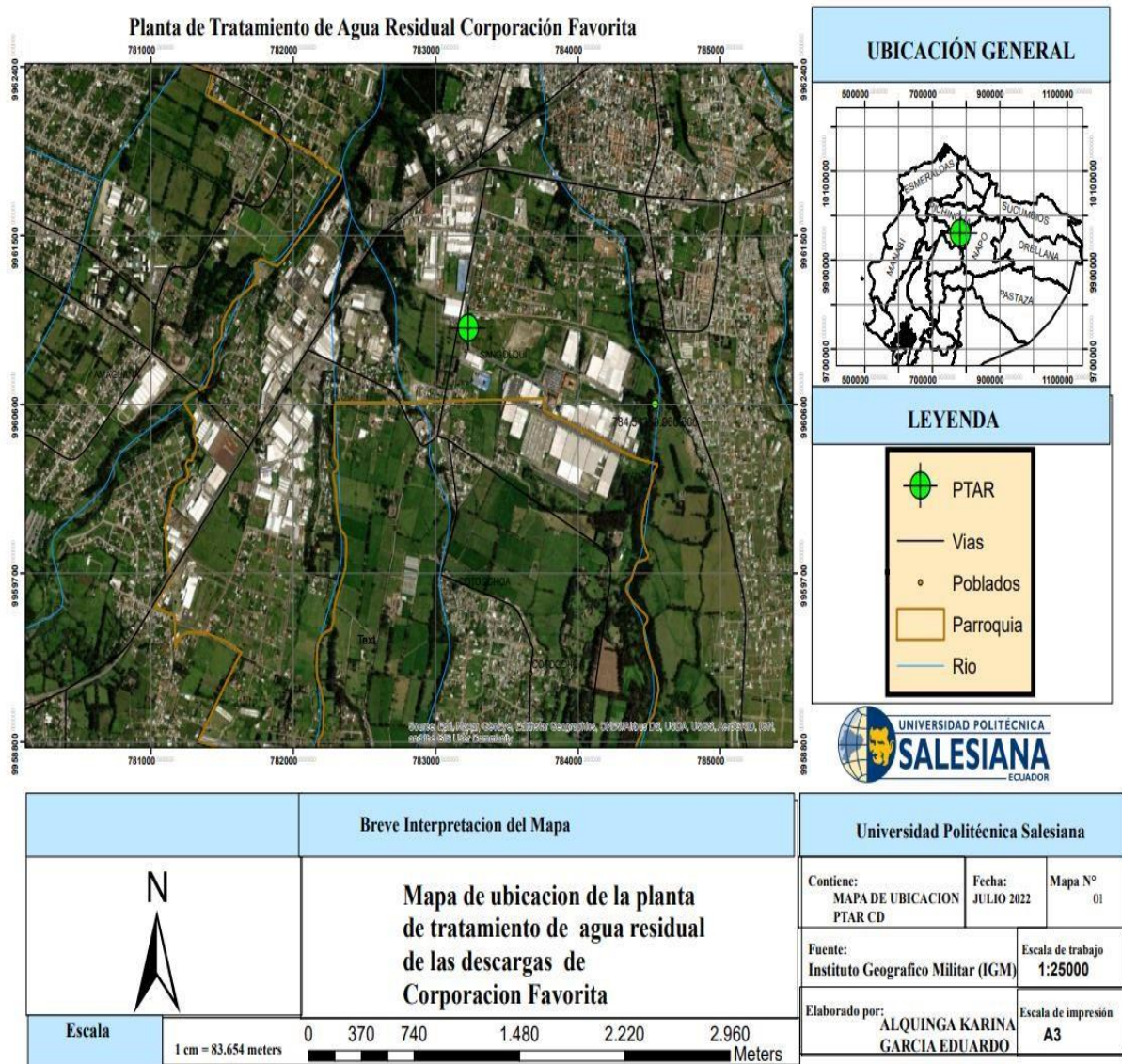
Esta Norma deberá cumplir con los siguientes criterios (*ver anexo 2*).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del área de estudio

El presente trabajo se desarrolló en el centro de distribución Cotogchoa (CDC), en el cantón Rumiñahui de la provincia de Pichincha, perteneciente a la Corporación Favorita.

Figura 4 Ubicación de la planta de tratamiento de agua residual



Nota. El mapa presenta la ubicación de la Ptar dentro del centro de distribución Cotogchoa. Elaboración propia: Alquina K y García E.

3.2. Detalle del área de estudio

Para el levantamiento de información se realizó una planificación previa a la visita al área de estudio, para lo cual se tuvo en cuenta los horarios de trabajo en el centro.

Para conocer las etapas existentes en la PTAR, posterior a ello se hizo un recorrido in situ por el área.

3.3. Caracterización del lodo

Para la determinación de los principales parámetros del lodo, se realizó un protocolo de muestreo por cuarteo.

Dicho procedimiento abarcó la toma de una porción de distintos puntos y profundidades de la torta de lodo que se encuentra en el lecho de secado, se tuvo en cuenta no tomar porciones de las capas superiores, las cuales se desecan y generan costras, que permiten el incremento de la actividad anaerobia ni tomar parte del lecho de arena, de esta manera, se evitaron errores en los futuros análisis. (MARÍN, 2019)

Los materiales utilizados para la toma de la muestra se encuentran detallados a continuación, de igual forma los parámetros y métodos se pueden observar en la *Tabla 3*

Materiales:

- bolsa de polietileno sellables (ziploc) ○
- Bolsas plásticas negras ○ Cooler (nevera portátil termo espuma) ○ Hielo en gel

Se tomó 1 kilogramo de masa de muestra para análisis fisicoquímicos; cantidad suficiente para los análisis requeridos y para cualquier análisis repetido.

Seguido a la toma de porción de lodo, se realizó una reducción de tamaño de la muestra por medio de la técnica de cuarteo, la cual consistió en dividir la porción en cuatro

montículos iguales en forma de conos (ver *Ilustración 3*), y mezclar dichos montículos tres veces hasta formar un montículo principal. (MARÍN., 2019)

Figura 5

Cuarteo de la muestra de lodos residuales



Nota. Formación de montículos para obtener una muestra. Tomado por Alquina y García

Luego se realizó división del montículo principal, en c, mezclados para obtener la masa de muestra requerida con los dos cuartos finales formados de la mezcla, posterior se colocó la muestra en bolsas ziploc.

Para su conservación la muestra se ubicó en una bolsa interna y se selló y, se ubicó dentro de una bolsa exterior, de esta forma se evitó la generación de olores y gases al ambiente. Y finalmente, se introdujo en una nevera portátil poliuretano (Cooler) con un hielo en gel, para evitar su exposición al sol, con el fin de evitar la pérdida de elementos volátiles y minimizar el cambio inducido biológicamente.

Figura 6

Muestra de lodo obtenida y llevada a análisis



Nota. Muestra obtenida para realizar los análisis físico-químicos, Tomado por: Alquina K y García E

La muestra se llevó al Laboratorio ambiental ANAVANLAB, acreditado por el SAE, donde se llevaron a cabo los análisis fisicoquímicos, y se comparó con la norma NOM-052SEMARNAT-2005 características, identificación, clasificación y listado residuos peligrosos.

En la Tabla 3. Se describen los resultados de los parámetros analizados con su respectivo método analítico.

Tabla 3 *Parámetros de análisis de la muestra de lodos residuales*

N°	Parámetros analizados	Metodología
1	pH	AAA-PE-S014/ EPA 9045 B
2	Reacción con ácido	Cualitativo
3	Reacción con agua	Cualitativo
N°	Parámetros analizados	Metodología
4	Reacción con álcali	Cualitativo
5	Inflamabilidad	NOM-052-SEMARNAT/05
6	Pesticidas organoclorados	EPA 8141

7	Cloro fenoles	NA
8	VOC's	EPA 5032
9	Salmonella	-----
10	Recuento de Huevos de Helminfos	SM 9810-B
11	Coliformes fecales media	SM 9223 D
12	Arsénico	AAA-PE-A023/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015
13	Bario	AAA-PE-A022/ SM 3111 D. EPA 3015
14	Cadmio	AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015
15	Cromo total	AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015
16	Mercurio	AAA-PE-A023/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015
17	Plata	AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015
18	Plomo	AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015
19	Selenio	AAA-PE-A023/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015

Nota. Los resultados de los análisis de laboratorio ambiental ANAVANLAB se encuentran en el Anexo 7.3.

3.4. Proceso de producción del fertilizante

Esta sección hace referencia al procedimiento que corresponde a la selección del sistema de compostaje a emplear, el cual se realiza por medio de una matriz de selección basada en los criterios: eficiencia, disponibilidad de espacio, facilidad de control, facilidad de mantenimiento, tiempo empleado, costos y recursos (mano de obra), disponibilidad de materiales, peligrosidad. De igual manera, se describe la metodología empleada para el

proceso de compostaje en el sistema escogido, junto a las variables involucradas en la operación y su respectivo seguimiento a través de la medición de parámetros principales, como: pH, temperatura, contenido de humedad y cenizas. Y finalmente, abarca el balance de materiales para la inclusión de minerales al compost obtenido. (MARÍN, 2019)

3.4.1. Matriz de selección del sistema de compostaje

En la Tabla 4 se detallan los sistemas y técnicas que se pueden emplear en el proceso de compostaje. Según (Lopez, 1996), éstos se dividen en sistemas abiertos y sistemas cerrados.

Tabla 4 Sistema y técnicas de compostaje

Sistemas	Forma de operación	Técnica	Sistemas	Forma de operación	Técnica
Pilas con		Reactores	Continuos	volteo	
				verticales	
	Aireación pasiva				Discontinuos
Pilas		Succión			Estáticos
estáticas	Aireación forzada	Insuflado	Reactores	Con movimiento	Alternada horizontales
				del material	

Nota. La tabla detalla el funcionamiento de los sistemas abiertos para generar un fertilizante, Tomado de Lopez. (1996). Composting of Agricultural Wastes. Londres: de Bertoldi.

Cada sistema se maneja a condiciones diferentes y requieren distintas medidas de control sobre el proceso, lo que los hace simples o complejos. (Lopez, 1996)

Para lograr un mayor nivel de confianza en el proceso de selección se detallaron las alternativas de sistemas de compostaje junto a cada criterio a evaluar, para lo cual se reunió

y organizó la información, a través de fuentes bibliográficas confiables. Todas las alternativas propuestas se prepararon con la misma metodología. (MARÍN., 2019) Las ventajas y desventajas se presentan en la Tabla 5 por evaluación cada uno de los sistemas de compostaje mediante la siguiente matriz de selección.

Tabla 5 *Ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de compostaje*

Sistema de compostaje	Ventajas	Desventajas
Pila con volteo	<p>Sistema sencillo y económico. El volteo se puede realizar de manera manual mediante pala cargadora, o a través de maquinaria especializada. En este sistema, se remueve periódicamente la materia orgánica para homogeneizar la mezcla y la temperatura. Se pueden realizar controles automáticos de temperatura, humedad y oxígeno. El volteo influye positivamente sobre la estructura física de la mezcla y las condiciones de aireación, aumentando la porosidad. ^A</p>	<p>Si se manejan grandes volúmenes de materia orgánica, el espacio requerido es extenso, lo que puede generar costos significativos y un manejo de espacios más amplios para mover la mezcla durante los volteos. No mantiene un nivel de oxigenación constante por lo que el proceso evoluciona más lento que en los sistemas con ventilación.</p> <p>Requiere una labor intensiva debido a una mayor frecuencia de volteo. Riesgo de re inoculación durante el volteo. ^b</p>
Sistema de compostaje	Ventajas	Desventajas

<p>Pila estática con aireación pasiva</p>	<p>Sistema apropiado al realizarse un análisis coste/ eficacia. Para permitir la ventilación natural, se requiere de estructuras simples que permiten un mejor flujo de la masa de aire desde la parte inferior hacia la zona superior de la pila. Funciona satisfactoriamente mientras se mantengan las condiciones aerobias y el contenido de humedad. Una vez formada la pila, no se moverá del sitio. ^c</p>	<p>El tamaño y forma de la pila puede ser extenso, dependiendo del tamaño de partícula, contenido de humedad, porosidad y nivel de descomposición. El tiempo de duración, depende del material a compostar, la cantidad de residuo y la no homogeneización de la mezcla, puede ser largo (hasta 4 meses). Generación de gases al ambiente y malos olores. No se puede emplear cualquier residuo orgánico en diferentes condiciones. ^d</p>
<p>Pila estática con aireación forzada</p>	<p>Permite tener un mayor control de la concentración de Oxígeno y mantenerla en un intervalo apropiado, esto favorece la actividad metabólica de los microorganismos aerobios. Se puede llevar a cabo por varias vías: Por succión, insuflado y alternada. Puede realizarse de forma: Continua o a intervalos. Una vez formada la pila, no se moverá del sitio. ^e</p>	<p>Sistema de costo más elevado comparado con los anteriores, requiere de sistemas de aireación, los cuales suministran aire a presión, suelen operar a temperaturas elevadas y hay gasto energético. Este sistema tiene como principal inconveniente una falta de homogeneización de la masa, lo que conlleva a que el material pueda presentar compactaciones produciendo de esta manera zonas anaerobias y por ende se vuelve lento el proceso.</p> <p>Generación de gases al ambiente que no son controlados. ^F</p>

	Ventajas	Desventajas
Sistema de compostaje		
Reactor vertical continuo	<p>Permite un mayor control de las condiciones del proceso y de las emisiones. Se Pueden incluir sistemas de medición (temperatura, oxígeno, entre otros.) y sistemas de mezcla interna. Por ser un sistema cerrado, no se generan olores ni gases al ambiente. ^G</p>	<p>Presenta elevados costos de inversión, de mantenimiento y energéticos. Suelen tener alturas superiores a los 4 metros, lo que requiere de personal especializado. Presenta inconvenientes al llevarse acumulaciones en el fondo del reactor y el material antes y después del proceso requiere adecuaciones. ^H</p>
Reactor vertical discontinuo	<p>Permite un mayor control de las condiciones del proceso y de las emisiones. Se Pueden incluir sistemas de medición (temperatura, oxígeno, etc.) y sistemas de mezcla interna. Su operación es más sencilla. Por ser un sistema cerrado, no se generan olores ni gases al ambiente. ^I</p>	<p>Presenta elevados costos de construcción, de mantenimiento y energéticos. Contienen a diferentes alturas, pilas de 2 a 3 metros con un sistema de aireación forzada o volteo hacia pisos inferiores. El tiempo de residencia es grande, más si se desea obtener una calidad máxima. ^J</p>

<p>Reactor horizontal estático</p>	<p>Permite un mayor control de las condiciones del proceso y de las emisiones. Se Pueden incluir sistemas de medición (temperatura, oxígeno) y sistemas de mezcla interna. Ahorran espacio. Por ser un sistema cerrado, no se generan olores ni gases al ambiente.^K</p>	<p>Presenta elevados costos iniciales. No existe mezcla del material durante el proceso. La falta de volteos del material incide negativamente sobre la calidad y madurez del compost final. Generalmente sólo se usa al inicio del proceso, como preparación del material para luego dejarlo madurar en el exterior del reactor (en una pila, por lo general).^L</p>
------------------------------------	--	---

	Ventajas	Desventajas
<p>Sistema de compostaje</p>		

<p>Reactor horizontal con volteo</p>	<p>Permite un mayor control de las condiciones del proceso y de las emisiones. Se Pueden incluir sistemas de medición (temperatura, oxígeno,) y sistemas de mezcla interna. Ahorran espacio. El reactor puede tener internamente estructuras que permiten el mezclado.^M</p>	<p>El costo inicial es muy alto, esto se debe por el requerimiento de control de las variables principales para su adecuado funcionamiento, los materiales de construcción, su mantenimiento y la necesidad de personal especializado para su manejo. El material después del proceso requiere de adecuaciones.^N</p>
--------------------------------------	--	---

Nota. ^A (Ecologica, 2010)^B (TORTAROLO, 2008)^C (Chaparro, 2013). ^d (Porcel, 2012)..

^e (Docampo, 2013). ^F (Martinez).. ^G (JM, 1996). ^H (MARÍN, 2019) . ^I (MARÍN., 2019) ^J

(MARÍN, 2019)^K (M, 2000). (MARÍN, 2019), ^M (MARÍN., 2019), ^N

3.4.2. Establecimiento de matriz de selección

Los criterios para seleccionar el sistema de compostaje se detallan en la Tabla 6. La selección del proceso implicó la adopción de una alternativa, donde se analizó el desempeño, tomando como referencia distintos criterios para la selección del sistema de compostaje.

Tabla 6 *Criterios tomados en cuenta para la selección del sistema de compostaje*

Criterios	Justificación
Tiempo empleado	Aprovechamiento de recursos en el menor tiempo
Eficiencia	Estimación de cantidades necesarias de material inicial para su alta transformación en fertilizante de buena calidad.
Disponibilidad de espacio	Espacio suficiente para implementación de los reactores.
Peligrosidad	Buen manejo y control de procesos acorde a la reglamentación: emisiones, olores, plagas, enfermedades.
Facilidad de control	Control de variables en tiempos estimados para determinar el avance del proceso y detectar posibles fallas.
Facilidad de mantenimiento	Factible asepsia durante el proceso, limpieza de maquinaria y equipos para evitar la entrada de contaminación.

Disponibilidad de materiales

Facilidad de adquisición de materiales iniciales

Nota. Se muestran los criterios considerados para la selección del sistema de compostaje,

Adaptado de: ^L (MARÍN, 2019)

Las alternativas del sistema de compostaje a desarrollar, se enlistaron en la Tabla 7. Seguido al establecimiento de criterios detallado en la Tabla 6. Se definió el método multicriterio de toma de decisión.

Tabla 7 *Alternativas para el sistema de compostaje*

Alternativas
1 Pila con Volteo
2 Pila estática con aireación pasiva
3 Pila estática con aireación forzada
4 Reactor vertical continuo
5 Reactor vertical discontinuo
6 Reactor horizontal estático
7 Reactor horizontal con volteo

Fuente 12 Elaboración propia: Alquina K y García E.

El método seleccionado es la matriz de Pugh, (Pugh, 1991) detalla que este método, permite comparar opciones mediante un arreglo multidimensional, a través de una selección ponderada o convergencia controlada. Este método se utiliza para comparar lógicamente diferentes opciones basadas en criterios predefinidos y en el modelado de preferencias. Se asignó un valor puntual a cada criterio, considerando la importancia que tenga sobre los demás criterios, la puntuación se realizó en forma de símbolo, ya sea una puntuación positiva, negativa o neutral. Luego se evaluó una sumatoria de los valores positivos, negativos y neutros y se multiplicaron por el factor de importancia del criterio, siendo el valor máximo de 3, de esta forma se obtuvo una salida numérica.

La alternativa que obtuvo el valor más alto, es la más compatible y la que se implementó en el proyecto (MARÍN., 2019).

En la Tabla 8, se efectúa la demostración del desarrollo de la matriz de selección del proceso de compostaje (MARÍN., 2019)

Tabla 8 *Matriz de Pugh para la selección del proceso de compostaje a emplear*

		Clasificación (1-3)		Alternativas				
Criterios		1	2	3	4	5	6	7
Eficiencia	3	-	-	0	+	+	+	+
Disponibilidad de espacio	de 2	-	-	-	0	0	+	+
Facilidad de control	1	0	-	+	+	+	+	+
Facilidad de mantenimiento	1	-	0	-	-	-	+	+
Tiempo empleado	3	-	+	-	0	+	0	+
Costos y recursos de obra	mano 3	+	-	+	-	-	-	-
Disponibilidad de materiales	1	+	+	-	-	-	-	-
		Clasificación (1-3)		Alternativas				
Peligrosidad	2	-	-	-	+	+	+	+
TOTAL	16							
Suma de positivos		2	2	2	3	4	5	6
Suma de negativos		5	5	5	3	3	2	2
Suma de neutros		1	0	1	2	1	1	0
Suma ponderada de positivos		4	4	4	6	9	9	12
Suma ponderada de negativas		11	12	9	5	5	4	4
TOTAL		-7	-8	-5	1	4	5	8

Nota. La tabla presenta la calificación en base a los criterios detallados para cada alternativa.

Elaboración propia: Alquina K y García E.

Se escoge el sistema reactor horizontal por volteo de acuerdo con las necesidades y criterios establecidos por la PTAR, el cual obtuvo un puntaje ponderado de 8.

3.5. Selección del material de soporte

Se requirió incluir materiales de soporte, por lo cual se utilizó papel comercio y podas de césped, los mismos que aportan un gran contenido de carbono como fuente de alimento para los microorganismos degradadores de la materia orgánica y se encuentran biodisponibles en el centro de distribución Cotogchoa, a demás estos no requieren de mayor adecuación, debido a que son fáciles de triturar y su contenido de humedad es relativamente bajo, lo que evita un proceso de secado posterior (MARÍN., 2019)

3.6. Recolección y acondicionamiento de sustratos

Los sustratos utilizados en esta investigación, corresponden a lodos procedentes de la PTAR de la Corporación Favorita, podas de césped de campos verdes contiguos a la misma y papel periódico reciclado en el Centro de Distribución Cotogchoa.

El sustrato de pasto, se obtuvo de las podas de jardineras, y requirió trozarlo con los dedos hasta un tamaño de partícula de 2,5-3 cm, de esta manera se facilitó su homogenización en la mezcla, se retiró parte de contenido de humedad.

El papel periódico fue cortado manualmente, hasta una dimensión de partícula deseado (3 cm) y recolectado en una bolsa de plástico negro.

Figura 7

Papel periódico cortado

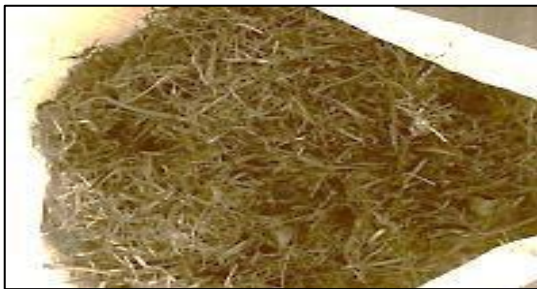


Nota. Papel triturado tomado por: Alquina y García.

3.7. Balance de sustratos

Se considero la capacidad de llenado máximo permisible de cada reactor, su capacidad es dada en términos de volumen, por lo cual es necesario involucrar las densidades de cada material para obtener la masa requerida de cada componente, considerando un 80 % de su capacidad total en cada reactor, para facilitar el volteo y permitir una mejor aireación, además de mantener el calor interno del reactor. (MARÍN., 2019) **Figura 8**

Sustrato de pasto



Nota. Elaboración propia: Alquina K y García E.

Dado que el material principal del estudio es el lodo de la PTAR, se garantizó el uso de un 60% del mismo. El material de soporte se mantuvo en una proporción de 39% de podas de césped y 1% de papel de prensa.

Tabla 9 *Proporción de los materiales usados en cada reactor*

Material	Cantidad (Kg)
Lodo PTAR	32,95
Césped de poda	8,03
Papel periódico	0,23

*Nota. La tabla proporciona la cantidad en kg de los materiales colocados en el reactor
Elaboración propia: Alquina K y García E.*

3.8. Construcción de tambor rotatorio

En esta etapa se describe la construcción del tambor rotatorio. Se realizó dos réplicas más para llevar el proceso por triplicado y de esta forma minimizar distorsiones en los resultados. Las dimensiones y la capacidad de los tanques de 60 litros son detallados en la Tabla 10.

Tabla 10 Dimensiones del contenedor plástico

Dimensiones	Unidad	Valor
Capacidad	Litros	60,0
Altura	cm	62.5,0
Diámetro exterior	cm	40,0
Diámetro tapa	cm	32,0
Peso	Kilogramos	3,4

*Nota. Se detalla las dimensiones que posee el contenedor plástico, Elaboración propia:
Alquina K. y García E.*

En la Figura 9, se observa la fisonomía del tambor rotatorio, construido y empleado en la presente investigación. La misma que se detallada en la Tabla 11, donde se especifican las partes del tambor y su correspondiente descripción.

Figura 9

Partes del tambor rotatorio Descripción de las partes que conforman el reactor horizontal



Nota. Elaboración propia: Alquina K y García E.

Tabla 11 Partes del tambor y su descripción detallada

Ítem	Parte	Descripción
1	Ventana carga y descarga material	Apertura en la mitad del cilindro de tamaño de una hoja A4 (21 cm x 29,7 cm), con accesorios que permiten el movimiento de abrir y cerrar de la ventana: dos bisagras y un pestillo. Para permitir un mejor cierre de la ventana, es bordeada por el interior de la apertura con tiras de caucho. Posee una manija para permitir el agarre y apertura de la ventana.
2	Aspas	El contenedor tiene instaladas al interior 4 aspas en tubo de PVC reciclado de 12 centímetros de largo y 10 centímetros de ancho cortados por la mitad. Ubicadas dos a cada lado en el lado opuesto a la ventana.
3	Orificio de salida de lixiviados	Abertura en el cilindro de 3 centímetros de diámetro en el lado opuesto a la ventana que permite la disposición de un tapón que impida la salida de lixiviados al realizar los volteos.
4	Orificios de aireación	Perforaciones de ¼ de pulgada, en todo el contorno superior del cilindro para permitir la aireación hacia dentro del contenedor.
5	Eje rotación	En el centro de cada lado, se encuentran puestas dos platinas, una interna y otra externa (anclada a un tubo en acero galvanizado de 10 centímetros) que son ajustadas con tornillos, actuando como eje de volteo

Se instala en el tapón una manguera de centímetro y medio de diámetro, que conecta a un recipiente plástico donde serán recogidos los lixiviados

Nota. Se detallan los materiales utilizados en la construcción del reactor por triplicado.

Elaboración propia: Alquinga K y García E.

3.9. Monitoreo del compostaje en el tambor rotatorio

El compostaje en el tambor rotatorio permaneció durante 55 días. Dentro de este tiempo, se monitoreó y llevó registro de las variables de operación.

3.9.1. Protocolo de medición de variables de operación

A diario se realizaron mediciones de pH y temperatura a profundidades de 15, 20 y 30 centímetros en 3 puntos diferentes del reactor. Éstas se llevaron a cabo en el lugar de experimentación (*in-situ*). (MARÍN., 2019)

En el *Anexo 7.2*. Se detallan mediante diagramas de flujo, los protocolos realizados para las mediciones de cada parámetro de seguimiento. (MARÍN., 2019)

De igual manera, se realizaron volteos periódicos al compost, para generar la aireación, siendo el rango más apropiado para la rotación del tambor de tres vueltas cada 24 horas. (MARÍN., 2019)

3.9.2. Seguimiento de variables in-situ del proceso

Se realizaron las mediciones de parámetros de temperatura, pH, humedad y cenizas.

3.9.2.1. Temperatura:

La medición de la temperatura se realizó una vez al día a la misma hora, antes de someter los reactores a volteo. Se llevó a cabo con un termómetro digital portátil, con medición

tomadas en tres puntos a lo largo de cada reactor, equidistantes entre sí por 15 cm y a diferentes profundidades, de 15 cm, 20 cm y 30 cm.

3.9.2.2. **pH**

Monitoreado con tiras indicadoras de pH diariamente. El procedimiento para la medición de pH consistió en realizar un extracto de muestra de 5 gramos de composta, que fue obtenida de 3 puntos diferentes de cada reactor después de cada volteo.

3.10. **Seguimientos variables ex-situ del proceso:**

3.10.1. *Humedad*

Se toman pequeñas porciones semanales de diferentes puntos, hasta obtener una muestra de 30 gramos.

3.10.2. *Cenizas*

Se tomaron los datos finales del porcentaje de materia orgánica para obtener el porcentaje de cenizas obtenidos al final del compostaje.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diseño del tambor rotatorio a pequeña escala fue basado en el modelo propuesto por (Fernández, 2010) y (Singh, 2009), quienes realizaron compostaje de lodos residuales demostrando que este sistema es una alternativa eficiente, la cual presenta una estabilización muy cercana a la ideal, en un periodo más corto, debido a la facilidad del volteo de la mezcla, la aireación y la conservación de la humedad y la temperatura.

4.1. Resultados de mediciones variables de seguimiento.

El comportamiento de los parámetros de temperatura, pH, humedad y cenizas corresponden a lo siguiente:

4.1.1. Temperatura:

La temperatura óptima para la eliminación de patógenos y parásitos en el compostaje es de 35- 55 °C. (innova., s.f.) sugiere que “a temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados”

En la experimentación se observó un comportamiento de variación de temperatura similar en los tres reactores, fue evidente que en los extremos de los reactores y a menores

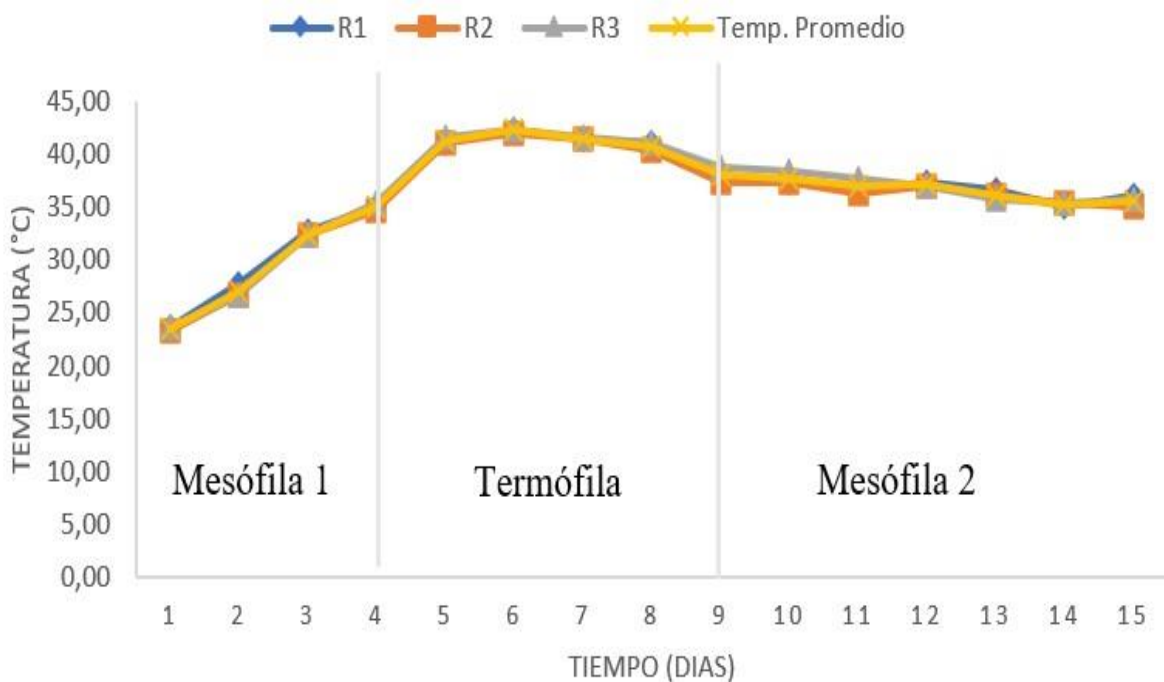
profundidades se obtenía las temperaturas más bajas, y en el centro y a mayor profundidad, las temperaturas más altas, como se detalla en las tablas del *anexo 7.4*.

En las siguientes gráficas se observan perfiles de temperatura a las diferentes profundidades (15 cm, 20 cm y 30 cm) en cada reactor.

Al inicio del proceso, en el momento de mezclar los materiales y disponerlos en los reactores, se registró una temperatura promedio de 23,67 °C. (BAHAMÓN, 2019) sugiere que esta “derivado de la alta humedad en la mezcla de materiales al inicio del proceso de compostaje y por el comienzo de la actividad microbiana”.

Figura 10

Perfil de temperaturas en los reactores a los 15 cm



Nota. La grafica muestra el comportamiento de la temperatura a una profundidad de 15 cm para los tres reactores. Elaboración propia: Alquina K y García E.

Como podemos ver en la Figura 10, en los primeros cuatro días se generó un ascenso en la temperatura, (Bahamón, 2019) sugiere que se debe a la acción de las bacterias mesófilas,

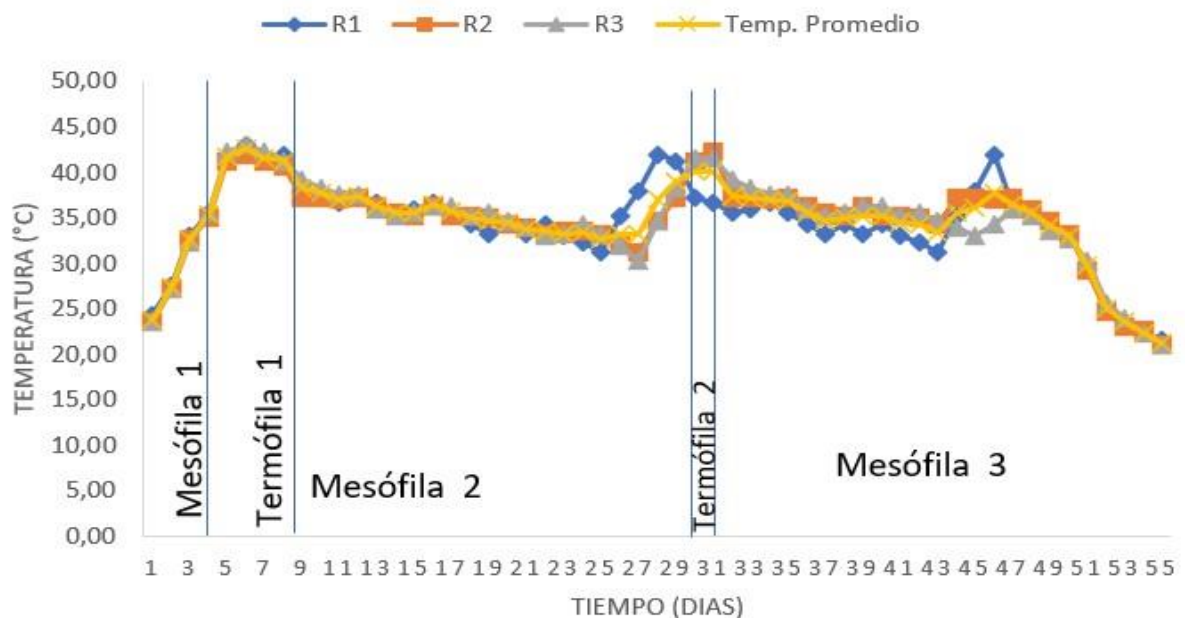
las cuales inician el proceso de degradación de los elementos más biodegradables, se alcanzó una temperatura promedio de 35°C, lo cual corresponde a la etapa mesófila 1.

A partir del quinto día se intensificó la actividad microbiana de bacterias y aumentó la temperatura del reactor lo que indicó que el proceso estaba en la etapa termófila donde alcanzó una temperatura máxima promedio de 42,22 °C en un periodo de cuatro días.

A partir del noveno día, la temperatura bajó dando lugar a la fase mesófila, y se empezó a notar una disminución de volumen de material, lo que (Bahamón, 2019), asocia con la pérdida de humedad y la biodegradación de los materiales.

A partir del día 15 no hay registros de mediciones de temperatura a la profundidad de 15 cm, ya que la altura del material en proceso de compostaje descendió, como resultado de la biodegradación de materia.

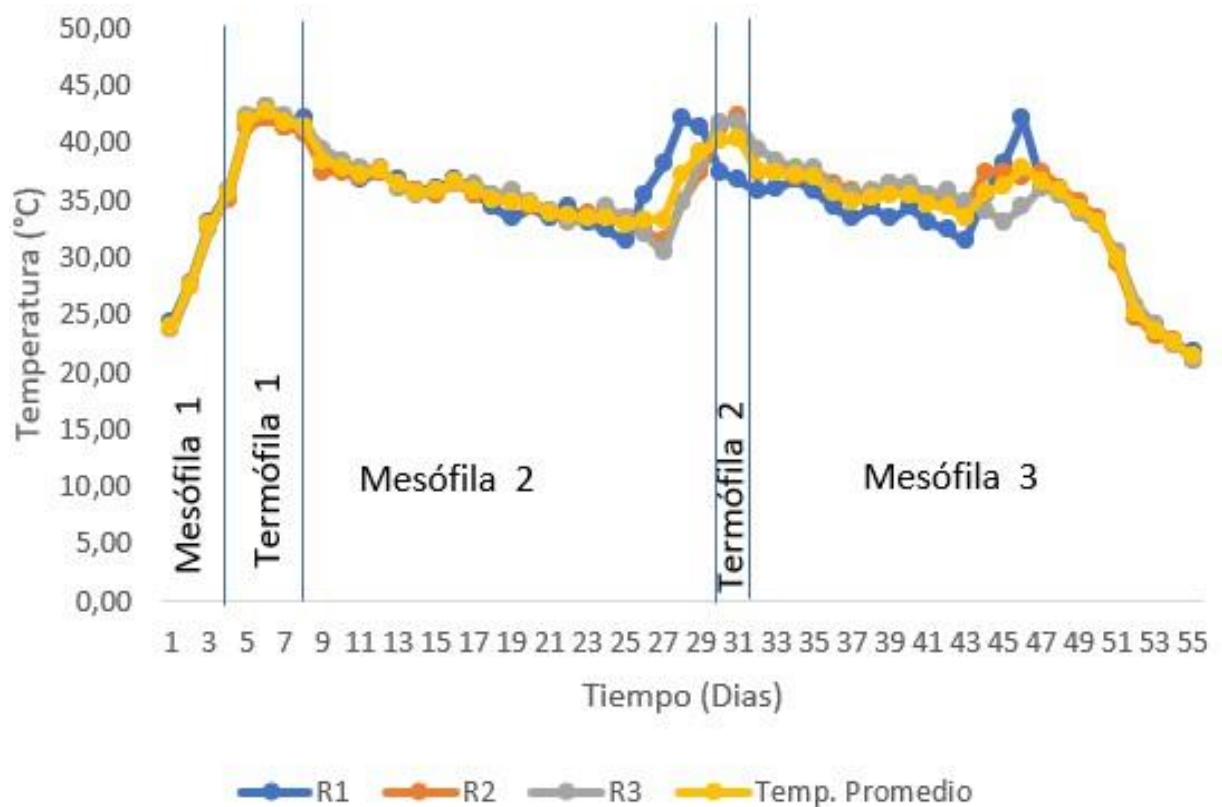
Figura 11 Perfil de temperaturas en los reactores a los 20 cm



Nota. La figura muestra el comportamiento de la temperatura a una profundidad de 20 cm para los tres reactores. Elaboración propia: Alquina K y García E.

Figura 12

Perfil de temperaturas en los reactores a los 30 cm



La figura muestra el comportamiento de la temperatura a una profundidad de 30 cm para los tres reactores. Elaboración propia: Alquina K y García E.

Como podemos ver en la Figura 11 y en la Figura 12, a la profundidad de 20 cm, en el sexto día se logró una temperatura máxima promedio de 42,67 °C y a la profundidad de 30cm, una temperatura máxima promedio de 43,11 °C, por lo cual (Bahamón, 2019) confirma que “no hay sanitización, sin embargo, se da la eliminación de los microorganismos patógenos ($T < 60$ °C)”.

A partir del día 20, se tomó la decisión de aplicar melaza diluida en agua tibia (4-5mL de melaza por litro de agua), una sola vez, con el objetivo de activar el proceso de descomposición y así poder alcanzar mejores niveles de temperatura (REYES, 2011)determina que “la melaza es un material con alto contenido de azúcares (aporta carbono), que actúa como acelerador de descomposición de la materia orgánica”.

La melaza se aplicó en cada uno de los reactores. En el día 27 del proceso de compostaje, favoreciendo a que la actividad microbológica se multiplique, lo cual se reflejó en el incremento de temperatura a los 3 días de su aplicación, sin embargo, no se alcanzaron temperaturas muy altas, siendo la máxima promedio para la profundidad de 20cm de 40,22 °C y para la profundidad de 30 cm 40,44 °C, durante 2 días, y a partir del día 32 se observó una disminución de la temperatura.

Según (Vargas., 2015)este acontecimiento se debió por el descenso de la actividad microbiana, ocurrido por el agotamiento de carbohidratos que componían la melaza.

La temperatura descendió hasta llegar a un valor de alrededor de los 21 °C. De acuerdo con (Vargas., 2015)"la temperatura registrada es cercana a la temperatura del medio ambiente (15 °C), lo que evidenció la presencia de la fase final (de enfriamiento) del compostaje".

Al mantenerse el proceso de compostaje con temperatura mesófilas, se esperó un incremento de microorganismos y en consecuencia una mayor degradación de los compuestos. Sin embargo, al obtener el resultado del compostaje, se evidenció pequeñas partículas de papel periódico, lo que indicó que no se generó una buena degradación de éste.

De acuerdo con (Bahamón, 2019) la posible explicación al suceso es que el contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina en este residuo, pues son componentes muy complejos de degradar

4.1.2. pH:

Es un buen indicador en el proceso de degradación, durante las primeras etapas, el pH sufrió un descenso (alrededor de 5,0).

De acuerdo con (Bahamón, 2019) este descenso es atribuible a la actuación de los microorganismos sobre la materia orgánica más débil, lo cual produce una liberación de ácidos orgánicos que sirven de sustratos para futuras poblaciones microbianas y dióxido de carbono.

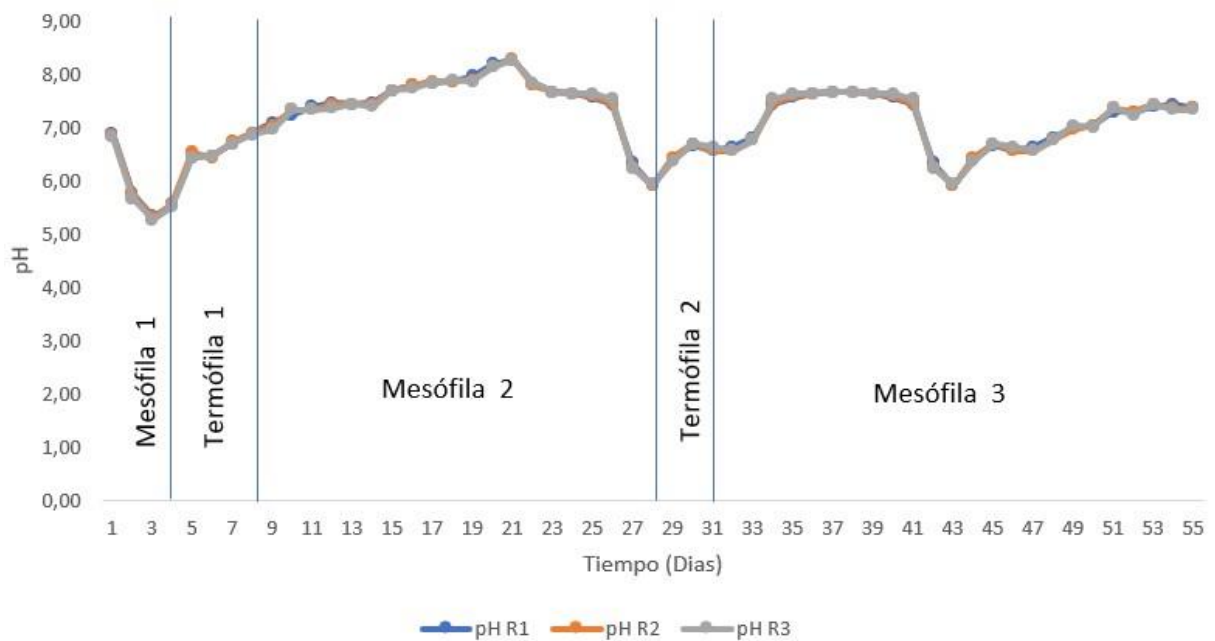
Posteriormente tuvo lugar una subida del pH. Según (Lossin, 1970) esto es consecuencia del aumento en la concentración del ion amoni.

(MONEDERO, 2001), que un elevado aumento del pH, acompañado de fuertes subidas de temperatura, puede generar pérdida de nitrógeno en forma de amoníaco. Según se estabiliza el material, los valores de pH suelen situarse entre 7 y 9 como consecuencia de la liberación de CO₂, y la producción de amoníaco de la degradación de las proteínas.

Podremos observar en la Figura 13, se evidencia el comportamiento del pH para los tres reactores durante el proceso de compostaje.

Figura 13

Evolución del parámetro de pH en cada reactor



Nota. La figura muestra el comportamiento del pH para los tres reactores.

Elaboración propia: Alquina K y García E.

En el inicio del proceso, los reactores se encontraron en un pH cercano al neutro, debido a los aportes de las materias primas, en las cuales prevalecieron pH cercanos a 7, como se observó anteriormente. En los primeros 3 días del proceso, el pH disminuyó en los tres reactores, alcanzó un valor mínimo promedio de 5,30, esta disminución se debió a la actividad de los microorganismos sobre la materia orgánica, liberando ácidos orgánicos (MARÍN, 2019)

Luego del decrecimiento del pH, éste empezó a incrementarse hasta llegar a un medio alcalino, tuvo lugar en las fases termófila 1 y mesófila 2, obteniéndose en el día 21 un valor máximo promedio de pH de 8,28 en etapa mesófila. De acuerdo con (Suler, 1997) comportamiento se dio por la rápida descomposición de los compuestos nitrogenados por parte de los microorganismos.

En el día 27, el pH empezó a disminuir debido a la incorporación de melaza, la cual tiene un pH ligeramente ácido (pH=6), seguido a esto, ocurrió de nuevo incremento del pH, está

vez llegando a la fase termófila 2 proporcionada por la acción de la melaza en la actividad microbiológica.

En la fase mesófila 3, el pH tendió a estabilizarse en un valor neutro. (Suler, 1997) menciona que esto es debido a la formación de compuestos húmicos.

El trabajo realizado por (Suler, 1997), relaciona el comportamiento del pH con la aireación del sistema para residuos sólidos orgánicos, y concluye que los productos finales que contienen un pH entre 7 y 8 demuestran una aireación adecuada y un producto final maduro. Además, estableció que la degradación orgánica se inhibe cuando se mantiene un pH menor a 7 (Suler, 1997).

De estas observaciones, se pudo determinar que la aireación durante el proceso fue la adecuada, obteniendo un producto final con un pH dentro del rango establecido por los autores; sin embargo, en el producto final, se presentaron pequeños trozos de papel que no se descompusieron en su totalidad.

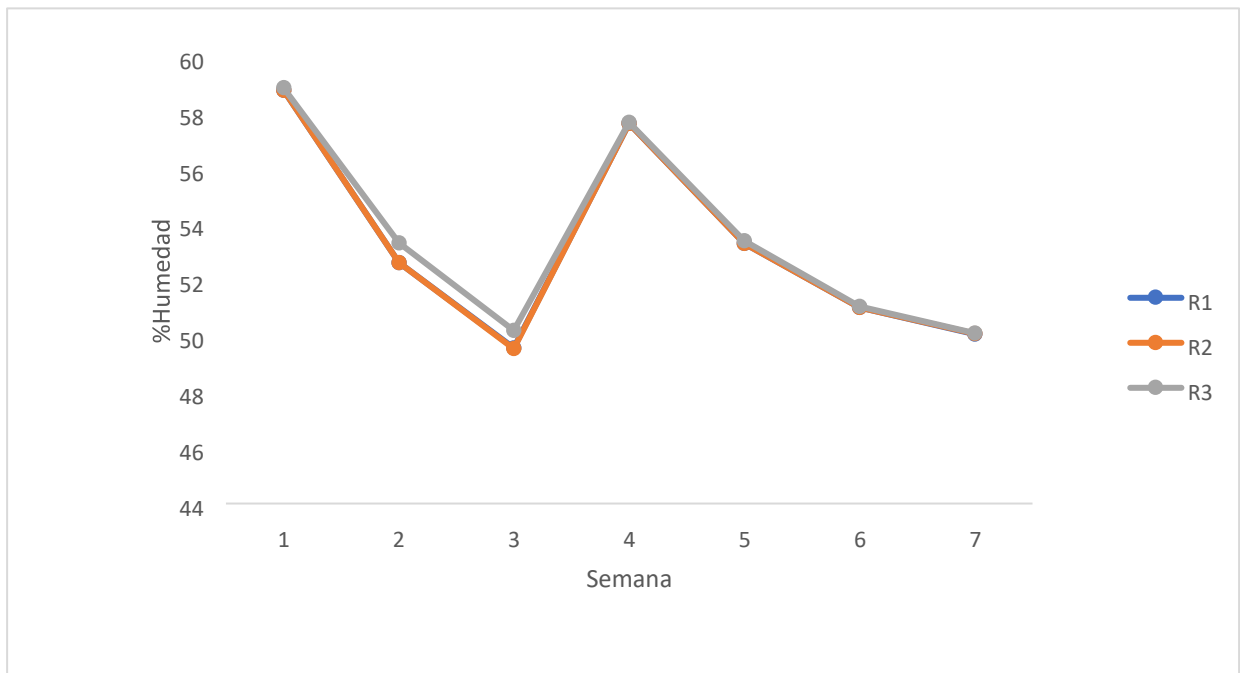
4.1.3. Humedad

Parámetro relacionado con los microorganismos dado que utilizan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular (MARÍN, 2019).

La mezcla al inicio del proceso de compostaje presentó una humedad del 58,85%, la cual resulta adecuada para cumplir con lo descrito anteriormente.

Figura 14

Seguimiento del contenido de humedad para cada reactor



Nota. La figura muestra el comportamiento de la humedad, para los tres reactores.

Elaboración propia: Alquina K y García E.

En la Figura 14, se observa el comportamiento de contenido de humedad en los 3 reactores, el cual fue similar entre éstos.

Recomienda como valores convenientes para el rango de humedad desde 40 hasta 60%. En los 3 reactores se observó una leve pérdida de la humedad inicial de 58,85% a un 49,78% en la tercera semana del proceso, manteniéndose siempre dentro del rango adecuado, facilitando el transporte de nutrientes hacia los microorganismos. De acuerdo con (MARÍN., 2019), el no generar lixiviados, correspondió también a la estructura del material, al ser de alta densidad y tender a la compactación del mismo, no se da una circulación del agua por efecto de gravedad y la existencia de fuerzas de cohesión entre ésta y las partículas del compost. (MARÍN., 2019)

En la semana 4, se presentó un crecimiento en el contenido de humedad, debido a la adición de melaza diluida en agua, lo cual humedeció el material que se encuentra en proceso de compostaje. Seguidamente, se observó un decrecimiento en el contenido de humedad

nuevamente, a lo que se concluyó que la humedad se notó favorecida con la aplicación del sistema de tambor rotatorio y con la frecuencia de volteo, pues facilitó la conservación de líquidos. Al final del proceso de compostaje se obtuvo una humedad promedio en los 3 reactores de 50,09%. (MARÍN., 2019)

4.1.4. Cenizas

De acuerdo con (MARÍN., 2019), la materia orgánica tendió a descender debido a su mineralización por parte de los microorganismos y a la posterior pérdida de carbono en forma de anhídrido carbónico. La velocidad de transformación de materia orgánica depende de su naturaleza física y química, de los microorganismos que intervienen y de las condiciones físico-químicas del proceso (humedad, aireación, temperatura y pH). Para calcular el % de cenizas se despejaron los siguientes cálculos considerando que ya teníamos valores de carbono orgánico proporcionado por el laboratorio:

- **Carbono orgánico**

$$\%CO = \frac{\%MO}{1.724}$$

Donde

%CO: porcentaje de carbono orgánico

%MO: porcentaje de materia orgánica

1.724: factor Van Benmelen

- **Materia orgánica**

$$\%MO = 100 - \%Cenizas$$

Dónde

%MO: porcentaje de materia orgánica.

Obteniendo así la Tabla 12 que muestra el porcentaje de ceniza obtenido en cada reactor.

Tabla 12 *Coeficientes de biodegradabilidad (K_b) para cada reactor*

Carbono orgánico (%)			Materia orgánica (%)			Cenizas (%)		
			R1	R2	R3	R1	R2	R3
R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
30	32	29	52	54	50	48	46	50

Nota. La tabla muestra los porcentajes obtenidos en los análisis del compost Elaboración propia: Alquina K y García E

Como se puede observar en la Tabla 12, los tres reactores tienen un gran porcentaje de cenizas, de acuerdo con (MARÍN, 2019), estos resultados indicaron que gran parte de materia orgánica fue degradada. Este porcentaje de biodegradabilidad reveló la falta de degradación del material de compostaje, lo cual se evidenció al obtener partículas de papel en el producto final

4.2. Rendimiento abono-materia prima

Para conocer el rendimiento de cada uno de los reactores, se pesó el contenido del material en uno de los reactores, después de los 55 días (tiempo que duró el proceso

compostaje), En la Ilustración 14, se presenta el producto final empacado en bolsa ziploc, después de secado y tamizado. (MARÍN., 2019)

Figura 15

Producto final empacado



Nota. Muestra del compost obtenido al finalizar los 55 días. Tomado por Alquina K y García E

A continuación, en la Tabla 13, se detallan los rendimientos para cada tratamiento considerando la cantidad inicial de los materiales en cada reactor.

Tabla 13 *Rendimiento abono/materia prima de los reactores*

Reactor	Cantidad material inicial (kg)	Cantidad compost final (kg)	Cantidad papel no biodegradado (kg)	Rendimiento (%)	Rendimiento promedio (%)
1	41,18	17,38	0,8688	40,08	39,35
2	41,18	16,98	0,6792	39,58	
3	41,18	16,47	16,427	38,4	

Nota. La tabla muestra el rendimiento obtenido en el proceso de compostaje. Elaboración propia: Alquina K y García E

De acuerdo con los resultados de la Tabla 13, se consideró el mejor rendimiento para el reactor 1, seguido de los reactores 2 y 3; y se obtuvo en los tres tanques un rendimiento similar.

Sin embargo, de acuerdo al (inia, s.f.), los rendimientos del compost obtenido con respecto a la materia prima, se estimaron un poco bajos.

4.2.1. Análisis de la composición del compost obtenido

Los resultados de la caracterización de los compost realizados en el laboratorio ANAVANLAB, muestran un primer factor muy importante en el proceso de compostaje:

4.2.1.1. Humedad.

El compost obtenido muestra un contenido humedad (35,55%). según el análisis de laboratorio. De acuerdo con (MARÍN., 2019), “la humedad permite la movilidad de los microorganismos, el transporte de nutrientes y el flujo de oxígeno para mantener las condiciones aerobias”.

4.2.1.2. pH

En cuanto al pH obtenido en el compost, fue de 7,4.

De acuerdo con (INTAGRI, s.f.) el resultado obtenido es favorable para aplicación a suelos ácidos, una posible variante en suelos ácidos es el continuo uso de fertilizantes que dejan residuos ácidos; es conveniente agregar un compuesto alcalino (cal), para elevar el pH, y de esta manera actuar como correctivo para neutralizar la acidez de los suelos, además de eliminar los agentes patógenos que están presentes en el compost obtenido. (MARÍN., 2019)

4.2.1.3. **Materia orgánica**

(MARÍN., 2019)considera que “el contenido de la materia orgánica es un parámetro fundamental para definir la calidad del compost. En el progreso del compostaje, el contenido de materia orgánica disminuyó debido a su mineralización y a la perdida de carbono en forma de dióxido de carbono”.

El porcentaje de materia orgánica obtenida en el abono orgánico, fue de 28,53%.

4.2.1.4. **Carbono orgánico:**

(MARÍN., 2019), determina que “el carbono es un compuesto que interviene en la disminución de la tasa de erosión y mantiene la actividad de los microorganismos al ser fuente de energía para estos”.

Tabla 14 Resultado análisis carbono orgánico

Carbono orgánico (%)		
R1	R2	R3
30	31,5	29,2

Nota. Muestra los resultados obtenidos en los análisis. Resultado laboratorio

ANAVANLAB

4.2.1.5. **Nitrógeno**

De acuerdo con (MARÍN, 2019), el nitrógeno es un macronutriente que instituye en la síntesis de proteínas, componente importante en el crecimiento de las plantas, generando mayor producción de frutos o flores.

Tabla 15 Resultado análisis nitrógeno

Nitrógeno (%)		
R1	R2	R3
5	5	5

Nota. Resultado análisis ANAVANLAB

4.2.1.6. **Relación C/N:**

Para obtener la relación C/N se utilizó la siguiente ecuación.

$$C/N = \frac{CO (\%)}{NT(\%)}$$

Donde:

C/N: relación carbono-nitrógeno

CO (%): porcentaje de carbono orgánico

NT (%): porcentaje de nitrógeno total

Tabla 16 Resultado calculo C/N

Relación C/N		
R1	R2	R3
6	6,3	5,84

Nota. Resultado de cálculos para la obtención de la relación C/N. Elaboración propia:

(MARÍN., 2019) recomienda que el rango ideal de compost maduro tenga una relación C/N entre 10 y 15. En la Tabla 16, se observó que el abono orgánico tiene una relación C/N para el primer reactor de 6, el segundo de 6,3 y el tercero de 5,84; lo que nos indica que está muy por debajo de lo recomendado.

El valor de relación C/N al final del proceso de compostaje fue menor que al inicio, lo cual en concordancia con (MARÍN., 2019), es normal en proceso de compostaje, debido a la mineralización del nitrógeno y el consumo de carbono por parte de los microorganismos en la transformación de la materia orgánica.

4.2.1.6. Fosforo: de acuerdo con (IFA), el fosforo es esencial para la fotosíntesis y la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta.

Tabla 17 Resultado análisis fosforo

Fosforo (mg/kg)		
R1	R2	R3
84,6	52,8	27,8

Nota. Resultados obtenidos con del laboratorio ANAVANLAB

Se observo en la Tabla 17, en concordancia con (IFA), el fosforo obtenido es favorable para el suelo como fertilizante ya que la cantidad de fosforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o dónde la fijación limita su disponibilidad. (Aguirre, 2021)

4.2.1.7.Potasio:

De acuerdo con (Roberts, 1997) a diferencia del N, P y otros nutrientes esenciales, el K no forma parte de la estructura química de la planta. Sin embargo, este nutriente juega un importante papel regulador dentro de la planta. La mayor parte del K se encuentra en forma soluble en el jugo celular. El K activa enzimas, mantiene el turgor de la célula, mejora la foto síntesis y el transporte de azúcares y almidones, ayuda a la absorción de N y la síntesis de proteínas.

Se lo reconoce como un elemento que mejora la calidad ya que el K fortifica los tallos, mejora la resistencia a plagas y enfermedades y ayuda a la planta a resistir mejor estrés.

Tabla 18 Resultado análisis potasio

Potasio (mg/kg)		
R1	R2	R3
500	500	500

Nota. Resultados obtenidos del laboratorio ANAVANLAB

Se observo en la Tabla 18, que el potasio debido a la alta cantidad presentes favorable para la aplicación como fertilizante. De acuerdo con (IFA), el potasio es necesario ya que las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades.

4.3. Factibilidad financiera de la producción del fertilizante

Este capítulo se realizó con la finalidad de estudiar la viabilidad y rentabilidad de la implementación y desarrollo del proceso de producción del fertilizante orgánico mineral. Para ello se tuvo en cuenta costos de inversión en los reactores, costos de materias primas y servicios de laboratorio.

Con la finalidad de estudiar la viabilidad y rentabilidad de la implementación y desarrollo del proceso de producción del fertilizante a partir de lodo residual. En tabla descrita se detalla los costos de inversión en implementos, costo de análisis, así mismo, se tuvo en cuenta como ahorro, económico y un alivio ambiental al no disponer del lodo en un relleno sanitario.

Mediante la determinación del aprovechamiento de lodo residual como fertilizante según la caracterización física y química del mismo se demuestra que los lodos de la planta de tratamiento de corporación favorita son aptos para su aprovechamiento como fertilizante, esto a su vez disminuye los costos de transporte y construcción de infraestructura para el tratamiento de lodo residual

Al realizar un presupuesto económico se termina que se recuperaría la inversión ya que este manejo es económicamente viable como alternativa a una gestión tratamiento posterior del lodo como lo es su deshidratación lo que implica costos de transporte hacia gestores autorizados o la implementación de nuevos infraestructura dentro de la empresa.

Tabla 19 *Presupuesto económico*

ACTIVIDAD	RECURSO	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUBTOTAL	APORTES
			UNITARIO			ESTUDIANTES
Construcción del tambor rotatorio y dos replicas.	Tanque de plástico de 60L	unidad	\$6	3	\$18	\$18
	tornillos	UNIDAD	\$2	1	\$2	\$2
	sierra	UNIDAD	\$1	1	\$1	\$1
	Cooler	unidad	\$3	1	\$3	\$3
Medición de nitrógeno total de las muestras de lodo	Fundas ciplog	Paquete	\$4	1	\$4	\$4
	Paquete guantes de nitrilo	Paquete	\$13	1	\$13	\$13
	Paquete de cofias	Paquete	\$5	1	\$5	\$5

Mascarillas	unidad	\$2	2	\$4	\$4
-------------	--------	-----	---	-----	-----

70

RECURSO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL	APORTES
----------------	---------------	----------------------------	-----------------	-----------------	----------------

Análisis de laboratorio muestras de lodo 1	unidad	\$20	1	\$20	\$20
--	--------	------	---	------	------

Análisis de laboratorio muestras de lodo 1	unidad	\$20	1	\$20	\$20
--	--------	------	---	------	------

Análisis de laboratorio muestras de lodo 1	unidad	\$20	1	\$20	\$20
--	--------	------	---	------	------

**Medición de
carbono y
nitrógeno total
de las muestras
de compost**

Análisis de laboratorio muestras de compost 1	unidad	\$50	1	\$50	\$50
---	--------	------	---	------	------

Análisis de laboratorio muestras compost 2	unidad	\$50	1	\$50	\$50
--	--------	------	---	------	------

Análisis de laboratorio muestras de compost 3	unidad	\$50	1	\$50	\$50
---	--------	------	---	------	------

TOTAL

\$239 \$260

Nota. Presupuesto utilizado en la elaboración del trabajo. Elaborado por Alquina K, García E.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.2. Conclusiones

- El análisis de carácter fisicoquímico aplicado de acuerdo a la relación C/N en los tanques es 6, 6.3, 5.84 se alcanzó una humedad final promedio para los tres tanques del 50,09 % y un pH final promedio de 7,36. Además de un contenido de ceniza de 48,46 y 50 para cada uno de los tanques. Una relación C/N en un valor promedio se sitúa entre 8.5 y 11.5 la cual evalúa la concentración de carbono frente al Nitrógeno, el resultado muestra una relación carbono nitrógeno menor a 8.5 que se puede deberse a una falta de energía o a una alta liberación de nitrógeno minerales es decir le falta maduración para ser utilizado como fertilizante ya que este parámetro controla el desarrollo microbiano.
- Existe la factibilidad de uso de los lodos de la planta de tratamiento de Corporación Favorita con su proceso de compostaje como fertilizante, con un porcentaje C/N 6.6
- El proyecto es económicamente viable como alternativa a una gestión tratamiento posterior del lodo como lo es su deshidratación lo que implica costos de transporte hacia gestores autorizados o la implementación de nueva infraestructura dentro de la empresa.

5.1. Recomendaciones

- ✦ Se recomienda la utilización de más indicadores como podría ser: edad de lodo, biomasa descartada, color del lodo, además, se recomienda utilizar materiales de fácil biodegradación y que aporten un significativo contenido de nitrógeno, así como biomasa que de descartan como viruta de la madera.

- ✦ Se recomienda aplicar el fertilizante obtenido del lodo según un análisis de micronutrientes para conocer el tipo de especies en el cual se puede aplicar el fertilizante, tanto en especies ornamentales como para especies alimenticias
- ✦ Para la aplicación de la matriz Pugh es recomendable conocer la capacidad de lodo obtenido de la planta de tratamiento y la humedad del lodo, parámetros necesarios al momento de realizar un compostaje
- ✦ Establecer un estudio a nivel macro de factibilidad económica a gran escala de la aplicación de este sistema de manejo de lodo residual dentro de Corporación Favorita.
- ✦ Este método se lo puede replicar con ciertas condiciones como seleccionar un área específica para ello que este bajo techo y que se exista en volteo sistemático.
- ✦ Estudiar alternativas de operación con la utilización de otras materias más beneficiosas para el compostaje

6 BIBLIOGRAFÍA

- PÁRRAGA, A. (2016). "BIOSÓLIDOS PROVENIENTES DE AGUAS RESIDUALES DE UNA PROCESADORA DE PESCADO APLICADOS AL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* var. INIAP-528) EN LA PROVINCIA DE MANABÍ". Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11870/1/TESIS%20DE%20MAESTRIA%20P%20C%2081RRAGA%20CEDE%20C%2091O.pdf>
- Aguirre, L. (2021). *ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CHIPILÍN (*Crotalaria longirostrata*); CATARINA, SAN MARCOS*. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2021/06/14/Aguirre-Luis.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador. (2008)., (pág. 13).
- Cabeza de la Vaca, F. A. (2008). *Digestión anaerobia de lodos residuales usando un reactor de manto de lodos no convencional (Tipo UASB)*. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2992/cabezadevacainclan.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Chaparro, J. (2013). *Evaluación de la biodegradación de residuos sólidos ganaderos tratados mediante pilas de compostaje*. Chile. Obtenido de http://repopib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/1346/1/Chaparro_Urrutia_Jorge_Luis.pdf
- DIGIBUO UNIOV. (s.f.). *RODUCCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LODOS*. Obtenido de <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/50969/Laca18%20META%20Produccion%20y%20caracteristicas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Docampo, R. (Diciembre de 2013). COMPOSTAJE Y COMPOST. *INIA Las Brujas*(35), 64. Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1839/1/128221231213112259.pdf>
- Ecologica, M. d. (2010). *Jose Alvarez*. Junta de Andalucía. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/311789650_Manual_de_compostaje_para_Agricultura_Ecologica
- ESPINOSA, L. A., & LIZANO, K. E. (MARZO de 2020). *DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LODOS ACTIVOS PARA LA COMUNIDAD DE PAQUIESTANCIA*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18606/1/UPS%20-%20ST004520.pdf>
- Fernández, F. (2010). Feasibility of composting combinations of sewage sludge, olive mill waste and winery waste in a rotary drum reactor. *Waste management*, 30. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20435457/>
- GUALOTO, J. J. (DICIEMBRE de 2016). *PROPUESTA DE GESTIÓN DE LODOS RESIDUALES MUNICIPALES. CASO DE ESTUDIO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE LA PARROQUIA RURAL DE NONO*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17066/1/CD-7650.pdf>
- Huamán, H. M., & Huamán, J. D. (2019). *ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LODOS RESIDUALES GENERADOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CAJABAMBA PARA LA OBTENCIÓN DE COMPOST Y*

- LADRILLOS COMBUSTIBLES*. Obtenido de <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/1226/AN%C3%81LISIS%20Y%20TRATAMIENTO%20DE%20LODOS%20RESIDUALES%20GENERADOS%20EN%20LA%20PLANTA%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20AGUAS%20RESIDUALES%20DE%20CAJABAMBA%20PARA%20LA%20OBTENCI%C3%93N%20DE%20COMPOST>
- IFA. (s.f.). *Fertilizantes y su uso*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>
- inia. (s.f.). *INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA*. Obtenido de <http://www.inia.es/saportal/guest/guest>.
- Jiménez, E. (febrero de 2019). *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Diseño de Procesos*. Obtenido de <file:///C:/Users/LENOVO/Desktop/190220%20CDC%20memoria%20de%20dise%C3%83o.pdf>
- Jiménez., E. (febrero de 2019). *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales*. Corporación Favorita. Obtenido de <file:///C:/Users/LENOVO/Desktop/190220%20CDC%20memoria%20de%20dise%C3%83o.pdf>
- JM, R. (1996). Compostaje de Residuos Agrícolas. *La ciencia del compostaje*, 30.
- Laca, A., Laca, A., & Díaz, J. (2019). *PRODUCCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LODOS*. Obtenido de <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/50969/Laca18%20META%20Produccion%20y%20caracteristicas.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=29.1.,s%C3%B3lidos%20separada%20del%20agua%20tratada>.
- Lopez. (1996). *Composting of Agricultural Wastes*. Londres: de Bertoldi. Obtenido de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-1569-5_51
- Lossin. (1970). An investigation of the pH characteristics of compost. *Compost Sc.*
- M, N. (2000). *Producción y gestión del compost*. Obtenido de <https://digital.csic.es/handle/10261/16792> MAE.
- (2015). MAE., (pág. 45).
- MARÍN, D. (2019). *PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO DE LODOS RESIDUALES PROVENIENTES DE UNA PTAR DEL MUNICIPIO DE SOPÓ CUNDINAMARCA PARA LA PRODUCCIÓN DE UN FERTILIZANTE ORGANO-MINERAL*. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7393/1/6122932-2019-1IQ.pdf>
- MARÍN., D. (2019). *PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO DE LODOS RESIDUALES PROVENIENTES DE UNA PTAR DEL MUNICIPIO DE SOPÓ CUNDINAMARCA PARA LA PRODUCCIÓN DE UN FERTILIZANTE ORGANO-MINERAL*. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7393/1/6122932-2019-1IQ.pdf>
- MÁRQUEZ, M. B. (2014). *REFRIGERACIÓN Y CONGELACIÓN DE ALIMENTOS* TERMINOLOGÍA, DEFINICIONES Y EXPLICACIONES. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isA>

- Martinez, P. (s.f.). Op. 30.
- Ministerio de Salud. (2006)., (pág. 20).
- MONEDERO, S. (2001). *Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH*. Obtenido de https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=S%C3%A1nchez-Monedero%20MA%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=11341692
- Morales, I. J. (2009). *Aprovechamiento de lodos primarios provenientes del tratamiento de aguas residuales de una industria láctea por medio de la producción de concentrados para animales del sector porcícola y ganadero vacuno*. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1154&context=ing_ambiental_sanitaria#:~:text=LODO%20PRIMARIO%3A%20es%20aquel%20generado,de%20tratamiento%20de%20agua%20residual.
- MUÑOZ, B. S. (JULIO de 2017). *VALORACIÓN DE LODOS RESIDUALES PROCEDENTES DE LA PLANTA PILOTO DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LA EPMAPS*. Obtenido de <https://1library.co/document/q7r12vry-universidad-internacional-facultad-cienciasambientales-trabajo-carrera-titulado.html>
- Porcel, M. (2012). *Sistema de gestión de residuos sólidos orgánicos en el Régimen Abierto para varones del Centro de Rehabilitación Santa Cruz – Palmasola*. Sevilla. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/292320756_Sistema_de_gestion_de_residuos_solidos_organicos_en_el_Regimen_Abierto_para_varones_del_Centro_de_Rehabilitacion_Santa_Cruz_-_Palmasola
- Presidencia de la Republica del Ecuador. (2014)., (pág. 5).
- Pugh, S. (1991). *Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering*. Wesley.
- Roberts. (1997). *PAPEL DEL FOSFORO Y DEL POTASIO EN EL ESTABLECIMIENTO DE LOS CULTIVOS*. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/2473CABE355B4BBE85258012005ECC69/\\$FILE/Art%201.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/2473CABE355B4BBE85258012005ECC69/$FILE/Art%201.pdf)
- Singh. (2009). Maturation of primary stabilized compost from rotary drum composter. *Resources, Conservation and Recycling*, 7.
- SUIA. (2004). SUIA., (pág. 1).
- Suler. (Febrero de 1997). Effect of Temperature, Aeration, and Moisture on CO₂ Formation in Bench-Scale, Continuously Thermophilic Composting of Solid Waste. *Appl Environ Microbiol*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC170689/>
- TORTAROLO, F. (2008). *COMPOSTAJE, INFLUENCIA DE LA INOCULACIÓN DE MICROORGANISMOS SOBRE LA TEMPERATURA EN EL PROCESO DE*. Buenos Aires.
- UNESCO. (2017). *AGUAS RESIDUALES EL RECURSO DESAPROVECHADO*. Obtenido de [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/\\$FILE/1__15.247647s.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/$FILE/1__15.247647s.pdf)
- Vargas. (2018). *APROVECHAMIENTO DE LOS LODOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE FUNZA, COMO INSUMO DE CULTIVO Y MEJORAMIENTO DEL SUELO*. Obtenido de

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16425/1/Trabajo%20de%20Grado%20-%20%20%20Lodos%20Funza.pdf>

VASQUEZ, J. P., & VARGAS, G. (2018). *APROVECHAMIENTO DE LODOS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPIO DE FUNZA, COMO INSUMO DE CULTIVO Y MEJORAMIENTO DEL SUELO*. Obtenido de UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16425/1/Trabajo%20de%20Grado%20-%20%20%20Lodos%20Funza.pdf>

7 ANEXOS

7.1. Límites máximos permisibles según la normativa

Anexo 1 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/L	0.3
Alquil mercurio		mg/L	No detectable
Aldehídos		mg/L	2.0
Aluminio	Al	mg/L	0.2
Arsénico total	As	mg/L	0.1
Bario	Ba	mg/L	2.0
Boro tota	B	mg/L	2.0
Cadmio	Cd	mg/L	0.02
Cianuro (total)		mg/L	0.1
Cloro Activo	Cl	mg/L	0.5

Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/L	0.1
Cloruros	Cl ⁻	mg/L	1000
Cobre	Cu	mg/L	1.0
Cobalto	Co	mg/L	0.5
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Coliformes Fecales	Nmp/100mL		Remoción > al 99,9%
Color real	Color real	Unidades de color	Inapreciable en dilución 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/L	0.2
Cromo hexavalente		mg/L	0.5
Demanda Bioquímica de oxígeno (5 días)			100
Demanda Química de DQO oxígeno		mg/L	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/L	1.0
Estaño	Sn	mg/L	5.0
Fluoruros	F	mg/L	5.0

Fósforo Total	P	mg/L	10.0
Hierro(total)	Fe	mg/L	10.0
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/L	20.0
Manganeso(total)	Mn	mg/L	2.0
Materia Flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/L	0.005
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite
			Máximo
			Permissible
Níquel	Ni	mg/L	2.0
Nitrato + Nitritos	Expresado como nitrógeno (N)	mg/L	10.0
Nitrógeno total	N	mg/L	15.0
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/L	0.05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/L	0.1
Plata	Ag	mg/L	0.1
Plomo	Pb	mg/L	0.2

Potencial de hidrogeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/L	0.1
Sólidos		mL/L	1.0
Sedimentables			
Solidos suspendidos		mg/L	100
Totales			
Solidos totales	-	mg/L	1600
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Sulfatos	SO ₄ ⁻⁻	mg/L	1000
	4		
Sulfitos	SO ₃	mg/L	2.0
Sulfuros	S	mg/L	0.5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/L	0.5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/L	1.0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/L	1.0
Vanadio	Va	mg/L	5.0

Zinc	Zn	mg/L	5.0
------	----	------	-----

Nota. *La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida. Tomado de MAE. (2015).

Anexo 2 *Límites máximos permisibles por cuerpo receptor*

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible	
			Alcantarillado	Cauce de agua
Aceites y grasas	A y G	mg/L	50	30
Aluminio	Al	mg/L	5,0	5,0
Arsénico total	As	mg/L	0,1	0,1
Bario	Ba	mg/L	-	2,0
Boro total	B	mg/L	-	2,0
Cadmio	Cd	mg/L	0,02	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/L	0,007	0,007
Cloro Activo	Cl	mg/L	-	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/L	0,1	0,1
Cloruros	CL ⁻	mg/L	-	1000
Cobre	Cu	mg/L	2,0	2,0
Cobalto	Co	mg/L	0,5	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 mL	-	Remoción > al 99.9%

Color real	Color real	Unidades de color	-	*Inapreciable en dilución; 1/20
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/L	0,2	0,2
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/L	0,5	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	DBO ₅	mg/L	170	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO de	mg/L	350	160

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible	
			Parámetros	Parámetros
Estaño	Sn	mg/L	-	5,0
Fluoruros	F	mg/L	-	5,0
Fósforo total	P	mg/L	15	10
Hierro	Fe	mg/L	25	10
Hidrocarburos Totales	TPH	mg/L	20	20
Materia flotante	Visible	-	Ausencia	Ausencia
Manganeso	Mn	mg/L	10,0	2,0
Mercurio (total)	Hg	mg/L	0,006	0,006
Níquel	Ni	mg/L	2,0	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/L	-	30
Nitrógeno Total	N	mg/L	60,0	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados Totales	mg/L	0,05	0,05

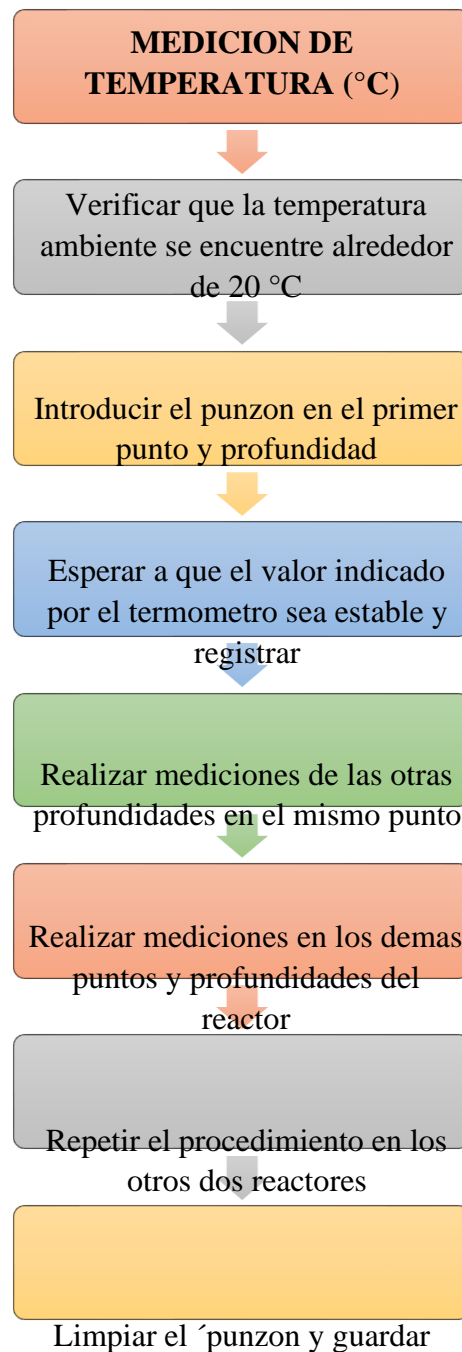
Organofosforados				
Organofosforados y carbamatos		mg/L	0,1	0,1
Totales				
Plata	Ag	mg/L	0,5	0,1
Plomo	Pb	mg/L	0,5	0,2
Potencial				
	PH	mg/L	5-9	5-9
hidrógeno				
Selenio	Se	mg/L	0,5	0,1
Sólidos				
Sedimentables	-	mg/L	10	1,0
Sulfuros	S	mg/L	1,0	0,5
Sólidos				
Suspendidos	SS	mg/L	100	80
Sulfatos	SO ₄	mg/L	400	1000
Temperatura	-	°C	<40	<35

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible	Parámetros
	Substancias			
Tensoactivos	activas al azul de metileno	mg/L	1	0,5
Turbidez	-	NTU	-	**
Zinc	Zn	mg/L	1,0	2,0

Notas: * La apreciación del color se estima sobre los 10 mL de muestra diluida. ** No se incrementará en 5 unidades, la turbidez del cuerpo receptor. Tomado de MAE. (2006)

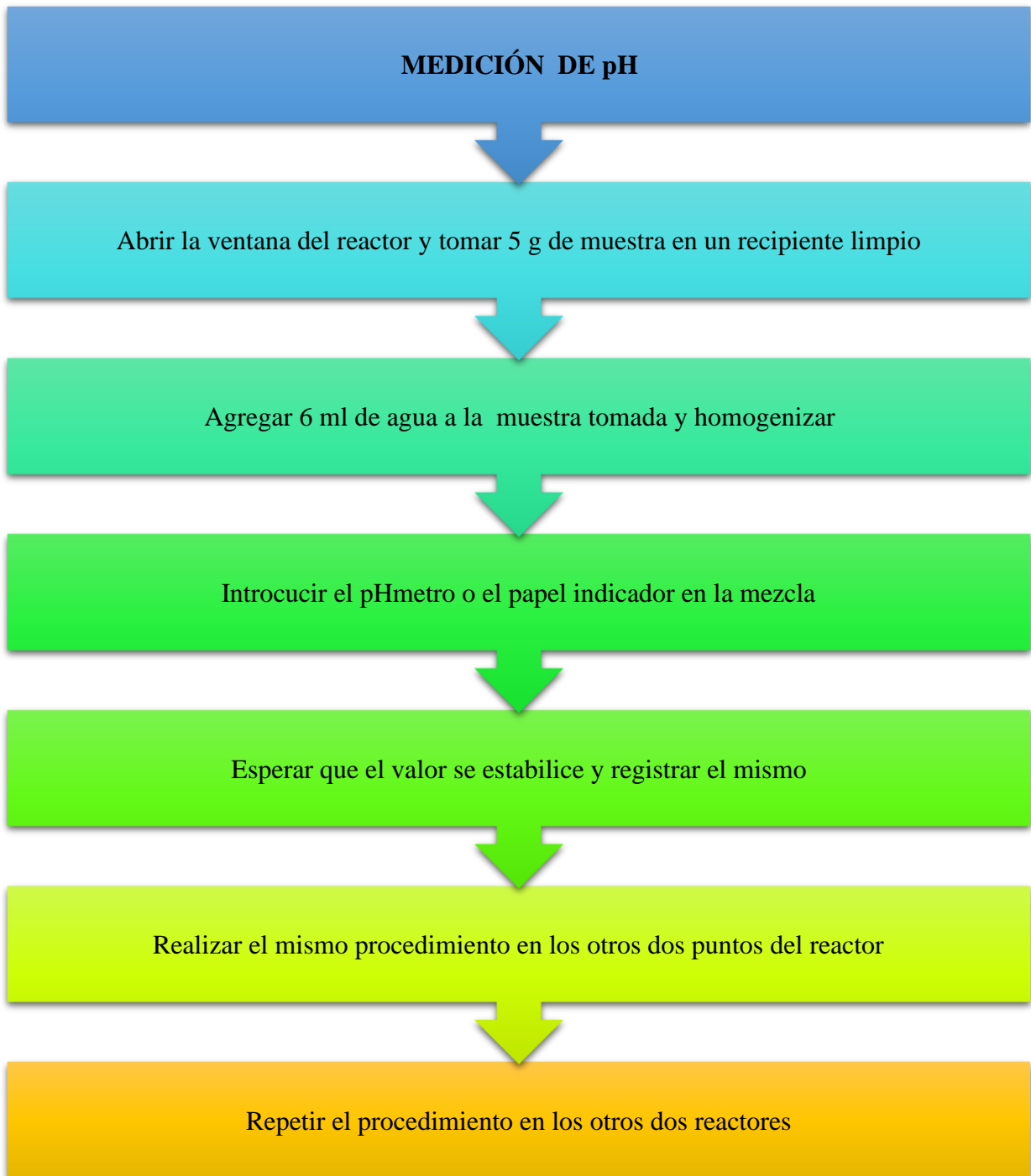
7.2. Protocolos de medición variables proceso compostaje

Anexo 3 Procedimiento medición temperatura



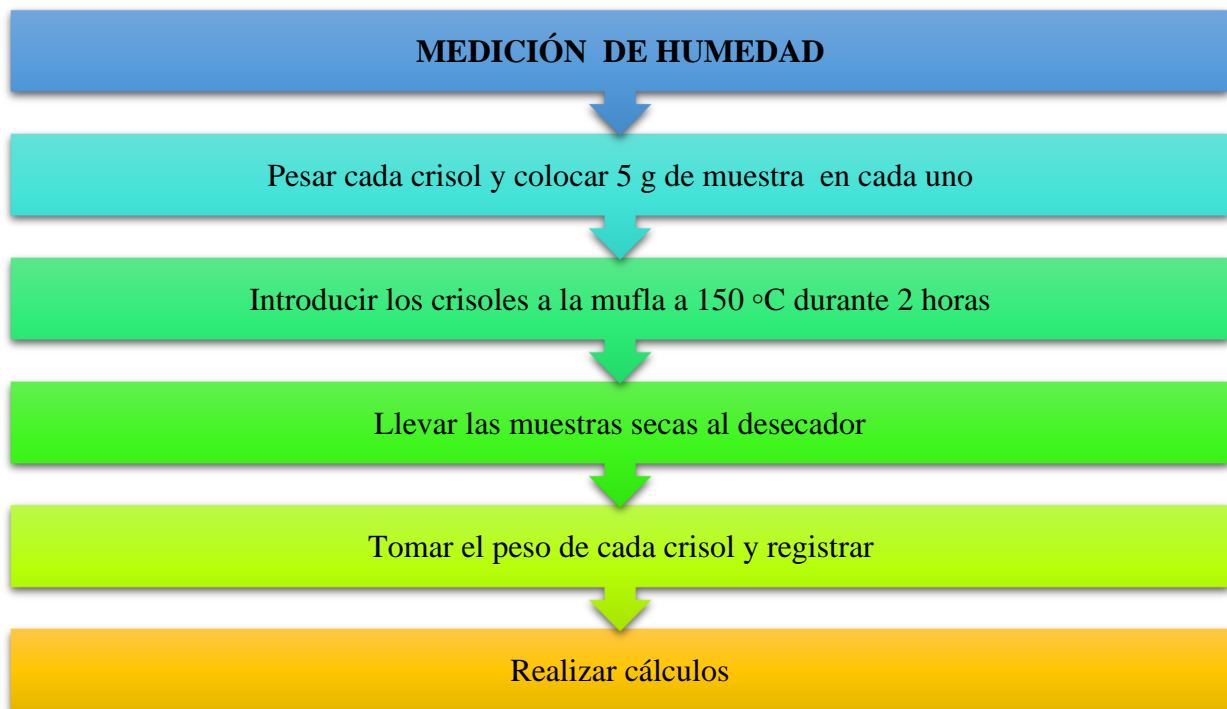
Nota. Pasos para llevar a cabo la medición de temperatura en los reactores Elaboración propia: Alquina K y García E.

Anexo 4
Procedimiento medición de pH



Nota. Pasos para medir el pH en los reactores. Elaboración propia: Alquina K y García E.

Anexo 5
Procedimiento medición de cenizas



Nota. Pasos para medir la humedad del compost. Elaboración propia: Alquina K y García E.

7.2.1. Cálculo del contenido de humedad en un fertilizante según la Norma Ecuatoriana NTE INEN 222:2013

$$\%H_2O = 100 \times \frac{(m_0 - m_1)}{m_0}$$

Donde:

%H₂O : contenido de humedad, en porcentaje de masa

m₀: masa del pesa filtro con la muestra (antes del tratamiento) en g

m₁: masa del pesa filtro con la muestra (después del tratamiento) en g

7.3. Resultados de caracterizaciones de biosólido

ANÁLITICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS

ANAVANLAB CIA. LTDA.

Matrícula: La Primavera 1, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá.
Contacto: 3508852 / 5543303 / servicioalcliente@anavab.com.ec



Muestra ANAVAB No: 28747
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS Nº 28747			
1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	CORPORACION FAVORITA C.A.	TELÉFONO:	299 8500 extensión 6309
DIRECCIÓN:	Avenida General Enriquez s/n vía Cotacocha	ATENCIÓN A:	Ing. Andrea López / Ing. Eliana Zea Paredón

2. INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	PTAR CENTRO DE DISTRIBUCION
TIPO DE MUESTRA:	LODO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	15/10/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	PTAR CENTRO DE DISTRIBUCION WGS84 0783229-9961015		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	ANAVANLAB CIA. LTDA.
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	15/10/2021		PERIODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	15/10/2021 al 16/10/2021

Norma de Comparación: NOM 604 SEMARNAT. TABLA 2 LÍM. MÁX. PERMISIBLES BACTERIAS Y PARÁSITOS EN LODOS Y BIOSLÓIDOS. CLASE A

3. RESULTADOS:							
AA	PARÁMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
3	Salmonella		g	< 2,00	< 3	CUMPLE	NA
3	Recuento de Huevos de Helmintos	SM 9810-B	g	< 1,00	< 1	CUMPLE	NA
(*)	Coliformes Fecales Media	SM 9223-D	NMP/g	2437,72	< 1000	NO CUMPLE	NA

NOTAS:

AA (Acreditaciones):	*Referencia sobre forma del alcance de acreditación ISO	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y están estimados con 95% nivel de confianza (K=2.0)
3 Ensayos dentro del alcance de acreditación del ISE realizados en Matriz Quito		
(*) Los ensayos mencionados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación ISE.		
3 Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3 Ensayos dentro del alcance de acreditación del ISE realizados en la central Avenidas de Córdova y Miguel Alemán, Quito, Ecuador.		
El presente informe solo aplica a la muestra analizada.		
El procedimiento de Toma de Muestra utilizado por ANAVANLAB -AAA-PI-0001 / AAA-PI-0002		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió

4. OBSERVACIONES:	INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:
Resultados de Salmonella y Recuento de Huevos Helmintos realizado en el Laboratorio Centro Ceval.	Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 26 de octubre de 2021

MC0703-07

Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA. LTDA.

ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS

ANAVANLAB CIA. LTDA.

Matriz: La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá.
Contactos: 3002852 / 5043303 / servicioalcliente@anavallab.com.ec



Muestra ANAVLAB No: 28746
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS Nº 28746

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	CORPORACION FAVORITA C.A.	TÉLFONO:	299 6500 extensión 6209
DIRECCIÓN:	Avenida General Enriquez s/n vía Cotacachi	ATENCIÓN A:	Ing. Andrea López / Ing. Diana Zea Pazmiño

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	PTAR CENTRO DE DISTRIBUCION
TIPO DE MUESTRA:	LODO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	15/10/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	PTAR CENTRO DE DISTRIBUCION WGSB4 0783229-9963215		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	ANAVANLAB CIA. LTDA
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	15/10/2021		PERIODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	15/10/2021 al 12/11/2021

3. RESULTADOS

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	**INCERTIDUMBRE + % U
2	Pesticidas Organoclorados	EPA 8141	mg/Kg	< 0,00002	NA
2	Clorofenoles	NA	mg/Kg	< 0,020	NA
2	VOCs	EPA 5032	mg/Kg	< 0,00100	NA

NOTAS:

AA (Acreditaciones):	*Indicaciones fuera del alcance de acreditación SII	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1. Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SII.	SII	No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método no aplica a la norma
(*) Los ensayos marcados con (*) se miden también en el alcance de acreditación SII.	SII	No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método no aplica a la norma
2. Ensayos subacreditados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subacreditado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subacreditados.		
3. Ensayos dentro del alcance de acreditación del SII realizados en Nacional Avenida 9 de Octubre y Miguel Alemán esquina, El Cajas		
El presente informe está sólo a la muestra analizada.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por SII/ANAVLAB: AAA-PV-002 / SII-PV-002	

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

4. OBSERVACIONES

Resultados de Pesticidas Organoclorados y Vocs realizado en el Laboratorio Centro Ceval. Resultados de Clorofenoles realizado en el Laboratorio Lasa.

INFORME APROBADO
Y AUTORIZADO POR:
Lcda. Alejandra Hidalgo
Gerente Técnica
ANAVANLAB CIA. LTDA.

Quito, 12 de noviembre de 2021

MC0703-07

Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA.LTDA.

INFORME DE RESULTADOS N° 28742

1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	CORPORACION FAVORITA C.A.	TELÉFONO:	290 6500 extensión 6309
DIRECCIÓN:	Avenida General Enriquez s/n vía Cotacocha	ATENCIÓN A:	Ing. Andrea López / Ing. Diana Zoa Pazmiño

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	PTAR CENTRO DE DISTRIBUCION
TIPO DE MUESTRA:	LDDO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	15/10/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	PTAR CENTRO DE DISTRIBUCION WGSBA 0781229-9961015		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	ANAVANLAB CIA. LTDA
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	15/10/2021		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	15/10/2021 al 21/10/2021

Norma de Comparación: NOM-052-SEMARNAT-2005 CARACTERÍSTICAS, IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y LISTADO RESIDUOS PELIGROSOS

3. RESULTADOS:							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	pH	AAA-PE-5014/ ERA 50MS B	unidad pH	7,3	2 a 12,5	CUMPLE	1

NOTAS:

AA (Acreditaciones):	* Dependientes, fuera del alcance de acreditación SAE	** Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%
1. Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Quito		
[*] Los ensayos realizados con (*) se están incluyendo en el alcance de acreditación SAE.		
2. Ensayos subcontratados. De el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3. Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida de Cotacocha y Miguel Alemán, El Cajas		
El presente informe solo aplica a la muestra analizada.		
Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-002 / AAA-PI-001		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

4. OBSERVACIONES	INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:
	Leda Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 21 de octubre de 2021

Digitado y emitido por: ANA
 ALEJANDRA HIDALGO ALVARADO
 Fecha: 2021-10-21 20:44:38 +02:00
 Ubicación: Anapíto
 Localidad: -



ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.

Matriz: La Primavera 1, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá.
Contacto: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aanlab.com.ec



Muestra AANLab No: 28745
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS Nº 28745

1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	CORPORACION FAVORITA C.A.	TELÉFONO:	299 6500 extensión 6309
DIRECCIÓN:	Avenida General Enriquez s/n vía Cotacachi	ATENCIÓN A:	Ing. Andrea López / Ing. Diana Zea Párraño

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	PTAR CENTRO DE DISTRIBUCIÓN
TIPO DE MUESTRA:	L000		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	15/10/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	PTAR CENTRO DE DISTRIBUCION WGSBA 0783229-9961015		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	ANAVANLAB CIA. LTDA
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	15/10/2021	PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	15/10/2021 al 27/10/2021	

Norma de Comparación: NOM-052-SEMARNAT-2005 CARACTERÍSTICAS, IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y LISTADO RESIDUOS PELIGROSOS

3. RESULTADOS:							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
(*)	INFLAMABILIDAD	NOM-052-SEMARNAT/05	NA	AUSENCIA	AUSENCIA	CUMPLE	NA

NOTAS:

AA [Acreditación]:	*Referencias: fuera del alcance de acreditación IAF	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%
1. Escopo dentro del alcance de acreditación del IAF realizado en Quito		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación IAF. El presente informe solo aplica a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAN-PI-005 / AAN-PI-002		
2. Escopo laboratorio. En el caso de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3. Escopo dentro del alcance de acreditación del IAF realizado en Sucursal Sucumbich de Cotacachi y Miguel Cambas Imajina, El Cajas		
El presente informe solo aplica a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAN-PI-005 / AAN-PI-002		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

4. OBSERVACIONES	<p>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR: Leda Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 27 de octubre de 2021</p> 
------------------	---

MCD703-07

Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.

INFORME DE RESULTADOS N° 28744

1.- DATOS GENERALES

CUENTE:	CORPORACION FAVORITA C.A.	TELÉFONO:	299 0500 extensión 6309
DIRECCIÓN:	Avenida General Enriquez s/n vía Cotacachi	ATENCIÓN A:	Ing. Andrea López / Ing. Diana Zoa Patrón

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	PTAR CENTRO DE DISTRIBUCION
TIPO DE MUESTRA:	LODO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	15/10/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	PTAR CENTRO DE DISTRIBUCION WGS84 0783229-9961015		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	ANAVANLAB CIA. LTDA
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	15/10/2021		PERIODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	15/10/2021 al 28/10/2021

Norma de Comparación: NOM 052 SEMARNAT 2005, TABLA 2 LÍM. MÁX. PERMISIBLE EXTRACTO PECT

3. RESULTADOS:

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Aséptico	AAA-PE-A022/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015	mg/L	< 0,0005	5,0	CUMPLE	NA
1	Bario	AAA-PE-A022/ SM 3111 D. EPA 3015	mg/L	< 1,0	100	CUMPLE	30
1	Cadmio	AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015	mg/L	< 0,01	1,0	CUMPLE	30
1	Cromo Total	AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015	mg/L	< 0,3	5,0	CUMPLE	30
1	Mercurio	AAA-PE-A022/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015	mg/L	< 0,0010	0,2	CUMPLE	NA
1	Plata	AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015	mg/L	< 0,1	5,0	CUMPLE	30
1	Piombo	AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015	mg/L	< 0,2	5,0	CUMPLE	30
1	Selenio	AAA-PE-A022/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015	mg/L	< 0,005	1,0	CUMPLE	NA

NOTAS:

AA (Acreditación):	Integración de la Norma del Sistema de Acreditación SA2	** Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1. Envase dentro del alcance de acreditación del SAE realizado en Quito		
(*) Los envases marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE.		
2. Envase subcontratado. En el momento de elaboración, se utilizó el laboratorio subcontratado: ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3. Envase dentro del alcance de acreditación del SAE realizado en Integral Ambiental de Cotacachi y Riquelme Química en Quito		
El presente informe solo aplica a la muestra analizada.		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

4. OBSERVACIONES

	<p>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR: Loda, Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 28 de octubre de 2021</p> 
--	--

ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.

Matriz: La Primavera I, Leonardo Da Vinci 54-230 y Alberto Durero, Cumbajá.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aanlab.com.ec



Muestra ANALAB No: 28743
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS Nº 28743

1.- DATOS GENERALES:

CLIENTE:	CORPORACIÓN FAVORITA C.A.	TÉLEFONO:	299 6500 extensión 6309
DIRECCIÓN:	Avenida General Enriquez s/n vía Cotacachi	ATENCIÓN A:	Ing. Andrea López / Ing. Diana Zea Parraño

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	PTAR CENTRO DE DISTRIBUCIÓN
TIPO DE MUESTRA:	LODD		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	15/10/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	PTAR CENTRO DE DISTRIBUCION WGSBA 0783229-9961015		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	ANAVANLAB CIA. LTDA
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	15/10/2021		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	15/10/2021 al 23/10/2021

Norma de Comparación: NOM-052-SEMARNAT-2005 CARACTERÍSTICAS, IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y LISTADO RESIDUOS PELIGROSOS

3. RESULTADOS:

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	**INCERTIDUMBRE + % U
(*)	Reacción con ácido	CUALITATIVO	NA	AUSENCIA	AUSENCIA	CUMPLE	NA
(*)	Reacción con agua	CUALITATIVO	N/A	AUSENCIA	AUSENCIA	CUMPLE	NA
(*)	Reacción con álcali	CUALITATIVO	N/A	AUSENCIA	AUSENCIA	CUMPLE	NA

NOTAS:

AA (Acreditación):	*Certificación emitida por el alcance de acreditación SAE	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han obtenido con GUM, nivel de confianza 95,95%
1. Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Quito		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo aplica a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: SAE-PI-001 / SAE-PI-002		
2. Ensayos subcontratados. Es el operador de laboratorio analista el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3. Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida El Chiriquí y Miguel Alemán Insua, El Cajas		
El presente informe solo aplica a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: SAE-PI-001 / SAE-PI-002		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se indica.

4. OBSERVACIONES

INFORME APROBADO
Y AUTORIZADO POR:
Leda Alejandra Hidalgo
Gerente Técnica
ANAVANLAB CIA. LTDA.
Quito, 27 de octubre de 2021

ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.

Matriz: La Primavera I, Leonardo da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca



INFORME DE RESULTADOS No. 39950

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	EDUARDO DANILO GARCIA	TELEFONO:	096 108 3441
DIRECCION:	SANTA RITA CALLE TENDALES Y CUSUBAMBA	ATENCION A:	ING. EDUARDO GARCIA

2.-INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE
TIPO DE MUESTRA:	LODO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	14/06/2022
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	MUESTRA T1		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	14/06/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	21/06/2022 al 21/06/2022

3.- RESULTADOS

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	+/- % U**
(*)	Nitrógeno total	SM 4500-N C	%	0,2	NA

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.

Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.-OBSERVACIONES	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 21/06/2022	
------------------	--	---

ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.

Matriz: La Primavera I, Leonardo da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aanalah.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca



INFORME DE RESULTADOS No. 39951

1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	EDUARDO DANILO GARCIA	TELEFONO:	096 108 3441
DIRECCION:	SANTA RITA CALLE TENDALES Y CUSUBAMBA	ATENCION A:	ING. EDUARDO GARCIA
2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:
TIPO DE MUESTRA:	LODO		NO DISPONIBLE
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	MUESTRA T2		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	14/06/2022		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:
			CLIENTE
		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	21/06/2022 al 21/06/2022

3.- RESULTADOS					
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	+/- % U**
(*)	Nitrógeno total	SM 4500-N C	%	0,2	NA

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.
Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 21/06/2022	

**ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.**

Matriz: La Primavera I, Leonardo da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aanalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca



INFORME DE RESULTADOS No. 39952

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	EDUARDO DANILO GARCIA	TELEFONO:	096 108 3441
DIRECCION:	SANTA RITA CALLE TENDALES Y CUSUBAMBA	ATENCION A:	ING. EDUARDO GARCLA

2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE
TIPO DE MUESTRA:	LODO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	14/06/2022
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	MUESTRA T3		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	14/06/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	21/06/2022 al 21/06/2022

3.- RESULTADOS

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	+/- % U**
(*)	Nitrógeno total	SM 4500-N C	%	0,1	NA

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-0001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.

Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 21/06/2022	
--------------------------	--	--

**ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.**

Matriz: La Primavera 1, Leonardo da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca



INFORME DE RESULTADOS No. 40948

1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	EDUARDO DANILO GARCIA	TELEFONO:	096 108 3441
DIRECCION:	SANTA RITA CALLE TENDALES Y CUSUBAMBA	ATENCION A:	ING. EDUARDO GARCIA
2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		NO DISPONIBLE
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	TANQUE 1		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	29/07/2022		28/07/2022
			RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:
			CLIENTE
			PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:
			29/07/2022 al 02/08/2022

3.- RESULTADOS					
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	+/- % U**
(*)	Carbono Orgánico Total	Volumetría	%	30,0	NA
(*)	Nitrógeno total	SM 4500-N C	%	< 5,0	NA

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-003 / AAA-PI-001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.
Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 03/08/2022
	

**ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.**

Matriz: La Primavera 1, Leonardo da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aanalah.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca



INFORME DE RESULTADOS No. 40947

1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	EDUARDO DANILO GARCIA	TELEFONO:	096 108 3441
DIRECCION:	SANTA RITA CALLE TENDALES Y CUSUBAMBA	ATENCION A:	ING. EDUARDO GARCIA

2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	28/07/2022
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	TANQUE 2		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	29/07/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	29/07/2022 al 02/08/2022

3.- RESULTADOS

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	+/- % U**
(*)	Carbono Orgánico Total	Volumetría	%	31,5	NA
(*)	Nitrógeno total	SM 4500-N C	%	< 5,0	NA

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PS-A003 / AAA-PI-5001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.
Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de Identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 03/08/2022	
--------------------------	--	---

ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.

Matriz: La Primavera 1, Leonardo da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aanalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca



INFORME DE RESULTADOS No. 40946

1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	EDUARDO DANILO GARCIA	TELEFONO:	096 108 3441
DIRECCION:	SANTA RITA CALLE TENDALES Y CUSUBAMBA	ATENCION A:	ING. EDUARDO GARCIA


2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	28/07/2022
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	TANQUE 3		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	29/07/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	29/07/2022 al 02/08/2022

3.- RESULTADOS					
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	+/- % U**
(*)	Carbono Orgánico Total	Volumetría	%	29,2	NA
(*)	Nitrógeno total	SM 4500-N C	%	< 5,0	NA

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-AD03 / AAA-PI-SD01

El presente Informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.

Este Informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Leda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 03/08/2022	
-------------------	--	---



**ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.**

Matriz: La Primavera 1, Leonardo da Vinci S6-236 y Alberto Durerero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca

Orden No. 42325-42327
Muestra AAALab No. 42327
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS No. 42327

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	EDUARDO DANILO GARCIA	TELEFONO:	096 108 3441
DIRECCION:	SANTA RITA CALLE TENDALES Y CUSUBAMBA	ATENCION A:	ING. EDUARDO GARCIA

2.- INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	16/09/2022
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	TANQUE 3		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	16/09/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	16/09/2022 al 23/09/2022

3.- RESULTADOS

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	+/- % U**
(*)	Fósforo Total	SM 4500 P B-C	mg/kg	84,6	NA
(*)	Potasio	EPA 7000A	mg/kg	>500	NA

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A063 / AAA-PI-S001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.
Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 26/09/2022	
--------------------------	--	---

INFORME DE RESULTADOS No. 42325


1.- DATOS GENERALES					
CLIENTE:	EDUARDO DANILO GARCIA			TELEFONO:	096 108 3441
DIRECCION:	SANTA RITA CALLE TENDALES Y CUSUBAMBA			ATENCION A:	ING. EDUARDO GARCIA
2.- INFORMACION DE LA MUESTRA		INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	16/09/2022	
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	TANQUE 1		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE	
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	16/09/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	16/09/2022 al 23/09/2022	

3.- RESULTADOS					
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	+/- % U**
(*)	Fósforo Total	SM 4500 P B-C	mg/kg	27,8	NA
(*)	Potasio	EPA 7000A	mg/kg	>500	NA

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.
Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES	INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 26/09/2022	
-------------------	--	---

INFORME DE RESULTADOS No. 42326						
1.- DATOS GENERALES						
CLIENTE:	EDUARDO DANILO GARCIA			TELEFONO:	096 108 3441	
DIRECCION:	SANTA RITA CALLE TENDALES Y CUSUBAMBA			ATENCION A:	ING. EDUARDO GARCIA	
2.- INFORMACION DE LA MUESTRA		INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	NO DISPONIBLE	
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	16/09/2022		
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	TANQUE 2		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE		
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	16/09/2022		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	16/09/2022 al 23/09/2022		
3.- RESULTADOS						
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO		UNIDADES	RESULTADO	+/- % U**
(*)	Fósforo Total	SM 4500 P B-C		mg/kg	52,8	NA
(*)	Potasio	EPA 7000A		mg/kg	>500	NA
AA (Acreditaciones):				NOTAS		
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.		2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.		*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.		
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.		4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.		**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.		ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.						
Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.						
4.- OBSERVACIONES			INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 26/09/2022			

7.4. Resultados de mediciones de temperaturas y pH

Anexo 6

Mediciones de temperatura 1er reactor a las distintas profundidades

Mediciones temperatura primer reactor (°C)			
Fecha	Ubicación		
	1	2	3

	Altura (cm)								
	15	20	30	15	20	30	15	20	30
16/4/2022	24	24	25	24	25	25	23	24	24
17/4/2022	27	27	28	28	28	28	28	28	28
18/4/2022	33	33	33	32	33	33	33	33	34
19/4/2022	35	35	35	35	36	37	35	36	36
20/4/2022	41	42	42	41	42	43	41	41	42
21/4/2022	42	43	43	43	44	44	42	42	42
22/4/2022	41	41	42	42	42	42	41	41	41
23/4/2022	41	41	42	41	43	43	41	42	42
24/4/2022	38	38	38	38	38	38	38	39	39
25/4/2022	37	38	38	38	38	39	37	37	38
26/4/2022	37	37	37	37	37	37	36	36	37
27/4/2022	37	38	38	38	37	38	37	37	38
28/4/2022	37	37	37	37	37	37	36	36	37
29/4/2022	35	36	36	35	36	36	35	35	35
30/4/2022	36	36	36	36	36	36	36	36	37
1/5/2022		37	37		37	38		36	37
2/5/2022		35	36		36	36		36	36
3/5/2022		34	35		35	35		34	34
4/5/2022		33	34		34	34		33	33
5/5/2022		35	35		34	35		34	35
6/5/2022		33	34		34	34		33	34
7/5/2022		34	34		34	35		35	35

Fecha	Ubicación							
	1		2		3			
	Altura (cm)							
15	20	30	15	20	30	15	20	30
8/5/2022	33	33		33	34		33	33

9/5/2022	32	33	33	33	32	33
10/5/2022	31	32	32	32	31	31
11/5/2022	35	35	36	36	35	36
12/5/2022	38	39	38	39	38	38
13/5/2022	41	42	43	44	42	42
14/5/2022	41	42	42	42	41	41
15/5/2022	38	38	37	38	37	38
16/5/2022	37	37	37	37	36	37
17/5/2022	36	35	36	36	35	35
18/5/2022	36	36	36	36	36	37
19/5/2022	37	37	37	38	36	37
20/5/2022	35	36	36	36	36	36
21/5/2022	34	35	35	35	34	34
22/5/2022	33	34	34	34	33	33
23/5/2022	35	35	34	35	34	35
24/5/2022	33	34	34	34	33	34
25/5/2022	34	34	34	35	35	35
26/5/2022	33	33	33	34	33	33
27/5/2022	32	33	33	33	32	33
28/5/2022	31	32	32	32	31	31
29/5/2022	35	35	36	36	35	36
30/5/2022	38	39	38	39	38	38
31/5/2022	41	42	43	44	42	41

1/6/2022	36	37	37	37	36	37
2/6/2022	36	36	36	36	35	36
3/6/2022	34	34	35	35	34	35
Fecha	Ubicación					
	1		2		3	
	Altura (cm)					
15	20	30	15	20	30	15
	20	30	20	30	20	30
4/6/2022	33	33	33	34	33	33
5/6/2022	29	30	30	30	30	30
6/6/2022	25	24	25	25	24	25
7/6/2022	24	24	24	25	23	24
8/6/2022	22	23	23	23	22	23
9/6/2022	21	22	22	22	22	22

Nota. Mediciones registradas diariamente dentro de los reactores Elaboración propia:

Alquinga K y García E.

Anexo 7

Promedio de las tres ubicaciones en el 1er rector según la profundidad

Días	Ubicación		
	15 cm	20 cm	30 cm
1	23,67	24,33	24,67
2	27,67	27,67	28,00
3	32,67	33,00	33,33
4	35,00	35,67	36,00
5	41,00	41,67	42,33
6	42,33	43,00	43,00
7	41,33	41,33	41,67
8	41,00	42,00	42,33
9	38,00	38,33	38,33
10	37,33	37,67	38,33
11	36,67	36,67	37,00
12	37,33	37,33	38,00
13	36,67	36,67	37,00
14	35,00	35,67	35,67
15	36,00	36,00	36,33
16		36,67	37,33
17		35,67	36,00
18		34,33	34,67
19		33,33	33,67
20		34,33	35,00
21		33,33	34,00
22		34,33	34,67

23		33,00	33,33
24		32,33	33,00
25		31,33	31,67
26		35,33	35,67
Ubicación			
Días	15 cm	20 cm	30 cm
27		38,00	38,67
28		42,00	42,67
29		41,33	41,67
30		37,33	38,00
31		36,67	37,00
32		35,67	35,33
33		36,00	36,33
34		36,67	37,33
35		35,67	36,00
36		34,33	34,67
37		33,33	33,67
38		34,33	35,00
39		33,33	34,00
40		34,33	34,67
41		33,00	33,33
42		32,33	33,00
43		31,33	31,67
44		35,33	35,67
45		38,00	38,67
46		42,00	42,33
47		36,33	37,00
48		35,67	36,00
49		34,33	34,67
50		33,00	33,33
51		29,67	30,00

52	24,67	24,67
53	23,67	24,33
54	22,33	23,00
55	21,67	22,00

Nota. Promedio de las temperaturas. Elaboración propia: Alquina K y García E.

Anexo 8

Mediciones de temperatura 2do reactor

Mediciones temperatura primer reactor (°C)									
Fecha	Ubicación								
	1			2			3		
	Altura (cm)								
	15	20	30	15	20	30	15	20	30
16/4/2022	23	24	24	24	24	25	23	23	24
17/4/2022	26	27	27	27	28	28	27	27	28
18/4/2022	32	32	33	33	33	34	32	33	33
19/4/2022	34	35	35	35	35	36	35	35	35
20/4/2022	40	41	41	42	42	43	41	41	42
21/4/2022	41	41	42	43	43	44	42	42	43
22/4/2022	41	41	41	42	42	42	41	41	42
23/4/2022	40	41	41	41	41	42	40	40	41
24/4/2022	37	37	38	38	38	38	37	37	37
25/4/2022	37	37	38	38	38	39	37	37	37
26/4/2022	37	37	37	36	37	37	36	37	37
27/4/2022	37	37	38	37	38	38	37	37	37
28/4/2022	36	36	37	36	37	37	36	36	37
29/4/2022	36	36	36	35	36	36	35	35	35
30/4/2022	34	35	35	36	36	36	35	35	35
1/5/2022	36	36		37	37		36	36	
2/5/2022	35	35		36	36		35	36	
3/5/2022	35	36		36	37		35	35	
4/5/2022	34	35		36	36		35	36	

5/5/2022	34	34	35	35	34	34
6/5/2022	34	34	34	35	34	34
7/5/2022	33	34	34	35	33	33
8/5/2022	33	34	34	34	34	34
9/5/2022	33	34	34	35	34	35

Mediciones temperatura primer reactor (°C)

Fecha 15	Ubicación							
	1		2		3			
	Altura (cm)							
	20	30	15	20	30	15	20	30
10/5/2022	33	33	34	34	33	34	33	34
11/5/2022	32	33	33	33	32	33	32	33
12/5/2022	31	31	32	32	31	31	31	31
13/5/2022	34	35	35	36	35	35	35	35
14/5/2022	37	38	38	39	37	38	37	38
15/5/2022	41	42	42	43	41	41	41	41
16/5/2022	42	42	43	43	42	42	42	42
17/5/2022	37	38	38	38	37	37	37	37
18/5/2022	37	38	38	39	37	37	37	37
19/5/2022	37	37	37	37	37	37	37	37
20/5/2022	37	38	38	38	37	37	37	37
21/5/2022	36	37	37	37	36	37	36	37
22/5/2022	36	36	36	36	35	35	35	35
23/5/2022	35	35	36	36	35	35	35	35
24/5/2022	36	36	37	37	36	36	36	36
25/5/2022	35	35	36	36	35	36	35	36
26/5/2022	35	36	36	37	35	35	35	35
27/5/2022	34	35	36	36	35	36	35	36
28/5/2022	34	34	35	35	34	34	34	34
29/5/2022	37	38	38	38	37	37	37	37
30/5/2022	37	38	38	39	37	37	37	37

31/5/2022	37	37	37	37	37	37
1/6/2022	37	38	38	38	37	37
2/6/2022	37	36	36	37	35	36
3/6/2022	35	34	35	35	34	34
4/6/2022	33	33	34	34	33	33

Mediciones temperatura primer reactor (°C)						
Fecha	Ubicación					
	15		20		30	
	1		2		3	
	Altura (cm)					
	20		15		20	
	30	15	20	30	15	20
5/6/2022	29	29	30	30	29	30
6/6/2022	25	25	25	26	24	24
7/6/2022	23	24	24	24	22	23
8/6/2022	23	23	23	24	22	22
9/6/2022	21	22	21	22	21	21

Nota. Mediciones de temperatura para el primer reactor. Elaboración propia: Alquina K y García E.

Anexo 9

Promedio de las tres ubicaciones en el 2do rector según la profundidad

Días	Ubicación		
	15 cm	20 cm	30 cm
1	23,33	23,67	24,33
2	26,67	27,33	27,67
3	32,33	32,67	33,33
4	34,67	35,00	35,33
5	41,00	41,33	42,00
6	42,00	42,00	43,00
7	41,33	41,33	41,67
8	40,33	40,67	41,33
9	37,33	37,33	37,67
10	37,33	37,33	38,00
11	36,33	37,00	37,00
12	37,00	37,33	37,67
13	36,00	36,33	37,00
14	35,33	35,67	35,67
15	35,00	35,33	35,33
16		36,33	36,33
17		35,33	35,67
18		35,33	36,00
19		35,00	35,67
20		34,33	34,33
21		34,00	34,33
22		33,33	34,00
23		33,67	34,00
24		33,67	34,67
25		33,33	33,67
26		32,33	33,00
27		31,33	31,33
28		34,67	35,33
29		37,33	38,33
30		41,33	42,00
31		42,33	42,33
32		37,33	37,67
33		37,33	38,00
34		37,00	37,00

35	37,33	37,67
36	36,33	37,00
37	35,67	35,67
38	35,33	35,33
39	36,33	36,33
40	35,33	35,67
41	35,33	36,00
42	35,00	35,67
43	34,33	34,33
44	37,33	37,67
45	37,33	38,00
46	37,00	37,00
47	37,33	37,67
48	36,00	36,33
49	34,67	34,33
50	33,33	33,33
51	29,33	29,67
52	24,67	25,00
53	23,00	23,67
54	22,67	23,00
55	21,00	21,67

Nota. Mediciones de temperatura para el segundo reactor. Elaboración propia: Alquinga K y

García E.

Anexo 10 Mediciones de temperatura 3er reactor

Mediciones temperatura primer reactor (°C)									
Fecha	Ubicación								
	1			2			3		
	Altura (cm)								
	15	20	30	15	20	30	15	20	30
16/4/2022	24	24	24	24	24	24	23	23	23
17/4/2022	26	27	27	27	28	28	27	27	27
18/4/2022	32	32	33	33	33	33	32	32	32
19/4/2022	35	36	36	36	36	37	35	35	36
20/4/2022	42	42	42	42	43	43	41	42	42
21/4/2022	42	43	43	43	44	44	42	42	43
22/4/2022	41	42	42	42	43	44	42	42	43
23/4/2022	40	41	41	42	42	43	41	41	42
24/4/2022	39	39	38	39	40	40	38	39	39
25/4/2022	38	38	38	39	39	39	38	38	39
26/4/2022	37	37	37	39	39	40	37	37	38
27/4/2022	37	38	38	38	38	38	36	37	37
28/4/2022	36	36	36	36	37	37	35	35	36
29/4/2022	35	35	36	36	36	36	35	35	35
30/4/2022	36	36	36	36	36	36	35	35	36
1/5/2022		36	37		37	37		36	36
2/5/2022		36	36		37	37		36	36
3/5/2022		35	36		36	37		35	35
4/5/2022		35	36		36	36		36	36
5/5/2022		35	35		35	36		34	34
6/5/2022		34	34		35	35		33	34
7/5/2022		33	34		33	34		33	33
8/5/2022		33	33		34	34		33	33
9/5/2022		34	34		35	35		34	35

Mediciones temperatura primer reactor (°C)

Fecha	Ubicación								
	1		2		3				
	Altura (cm)								
	15	20	30	15	20	30	15	20	30
10/5/2022	33	34		34	34		33	33	
11/5/2022	32	32		32	33		32	32	
12/5/2022	30	31		31	32		30	30	
13/5/2022	34	34		36	36		34	35	
14/5/2022	38	38		39	39		38	38	
15/5/2022	41	42		43	43		41	41	
16/5/2022	42	42		42	42		41	42	
17/5/2022	39	38		40	40		39	39	
18/5/2022	38	38		39	39		38	39	
19/5/2022	37	37		39	40		37	38	
20/5/2022	38	38		38	38		37	37	
21/5/2022	36	36		37	37		35	36	
22/5/2022	35	36		36	36		35	35	
23/5/2022	36	36		36	36		35	36	
24/5/2022	36	37		37	37		36	36	
25/5/2022	36	36		37	37		36	36	
26/5/2022	35	36		36	37		35	35	
27/5/2022	35	36		36	36		36	36	
28/5/2022	35	35		35	36		34	34	
29/5/2022	34	34		35	35		33	34	
30/5/2022	33	34		33	34		33	33	
31/5/2022	34	34		35	35		34	35	
1/6/2022	35	36		37	38		36	37	
2/6/2022	35	35		36	36		35	36	
3/6/2022	33	34		34	35		34	34	

4/6/2022	33	33	3334	32	33
Mediciones temperatura primer reactor (°C)					
Fecha	Ubicación				
15	1	2	3		
	Altura (cm)				
	20	30	15 20	30 15	20 30
5/6/2022	30	30	31 32	30	30
6/6/2022	26	25	26 26	25	25
7/6/2022	24	25	24 25	24	24
8/6/2022	23	23	22 23	22	23
9/6/2022	21	21	21 22	21	22

Nota. Mediciones de temperatura para el tercer reactor. Elaboración propia: Alquina K y García E.

Promedio de las tres ubicaciones en el 3er rector según la profundidad

Ubicación			
Días	15 cm	20 cm	30 cm
1	23,67	23,67	23,67
2	26,67	27,33	27,33
3	32,33	32,33	32,67
4	35,33	35,67	36,33
5	41,67	42,33	42,33
6	42,33	43,00	43,33
7	41,67	42,33	43,00
8	41,00	41,33	42,00
9	38,67	39,33	39,00
10	38,33	38,33	38,67
11	37,67	37,67	38,33
12	37,00	37,67	37,67
13	35,67	36,00	36,33
14	35,33	35,33	35,67
15	35,67	35,67	36,00
16		36,33	36,67
17		36,33	36,33
18		35,33	36,00
19		35,67	36,00
20		34,67	35,00
21		34,00	34,33
22		33,00	33,67
23		33,33	33,33
24		34,33	34,67
25		33,33	33,67
26		32,00	32,33
27		30,33	31,00
28		34,67	35,00
29		38,33	38,33
30		41,67	42,00
31		41,67	42,00
32		39,33	39,00
33		38,33	38,67
34		37,67	38,33
35		37,67	37,67
36		36,00	36,33
37		35,33	35,67
Ubicación			
Días	15 cm	20 cm	30 cm

38	35,67	36,00
39	36,33	36,67
40	36,33	36,33
41	35,33	36,00
42	35,67	36,00
43	34,67	35,00
44	34,00	34,33
45	33,00	33,67
46	34,33	34,67
47	36,00	37,00
48	35,33	35,67
49	33,67	34,33
50	32,67	33,33
51	30,33	30,67
52	25,67	25,33
53	24,00	24,67
54	22,33	23,00
55	21,00	21,67

Nota. Promedio de las tres ubicaciones en el tercer reactor. Elaboración propia: Alquina K y García E.

Anexo 12

Temperatura promedio de los reactores según su altura

Temperatura a los 15 cm	Temperatura a los 20 cm	Temperatura a los 30 cm
--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Días	R1	R2	R3	Temp. R1			Temp. R2			Temp. R3		
				Pro.			Prom.			Pro.		Prom.
1	23,67	23,33	23,67	23,56	24,33	23,67	23,67	23,89	24,67	24,33	23,67	24,22
2	27,67	26,67	26,67	27,00	27,67	27,33	27,33	27,44	28,00	27,67	27,33	27,67
3	32,67	32,33	32,33	32,44	33,00	32,67	32,33	32,67	33,33	33,33	32,67	33,11
4	35,00	34,67	35,33	35,00	35,67	35,00	35,67	35,44	36,00	35,33	36,33	35,89
5	41,00	41	41,67	41,22	41,67	41,33	42,33	41,78	42,33	42,00	42,33	42,22
6	42,33	42	42,33	42,22	43,00	42,00	43,00	42,67	43,00	43,00	43,33	43,11
7	41,33	41,33	41,67	41,44	41,33	41,33	42,33	41,67	41,67	41,67	43,00	42,11
8	41,00	40,33	41,00	40,78	42,00	40,67	41,33	41,33	42,33	41,33	42,00	41,89
9	38,00	37,33	38,67	38,00	38,33	37,33	39,33	38,33	38,33	37,67	39,00	38,33
10	37,33	37,33	38,33	37,67	37,67	37,33	38,33	37,78	38,33	38,00	38,67	38,33
11	36,67	36,33	37,67	36,89	36,67	37,00	37,67	37,11	37,00	37,00	38,33	37,44
12	37,33	37	37,00	37,11	37,33	37,33	37,67	37,44	38,00	37,67	37,67	37,78
13	36,67	36	35,67	36,11	36,67	36,33	36,00	36,33	37,00	37,00	36,33	36,78
14	35,00	35,33	35,33	35,22	35,67	35,67	35,33	35,56	35,67	35,67	35,67	35,67
15	36,00	35	35,67	35,56	36,00	35,33	35,67	35,67	36,33	35,33	36,00	35,89
16					36,67	36,33	36,33	36,44	37,33	36,33	36,67	36,78
17					35,67	35,33	36,33	35,78	36	35,67	36,33	36,00
18					34,33	35,33	35,33	35,00	34,67	36,00	36,00	35,56
19					33,33	35,00	35,67	34,67	33,67	35,67	36,00	35,11
20					34,33	34,33	34,67	34,44	35	34,33	35,00	34,78
21					33,33	34,00	34,00	33,78	34	34,33	34,33	34,22
22					34,33	33,33	33,00	33,56	34,67	34,00	33,67	34,11
23					33,00	33,67	33,33	33,33	33,33	34,00	33,33	33,56
24					32,33	33,67	34,33	33,44	33	34,67	34,67	34,11
25					31,33	33,33	33,33	32,67	31,67	33,67	33,67	33,00
26					35,33	32,33	32,00	33,22	35,67	33,00	32,33	33,67
27					38,00	31,33	30,33	33,22	38,67	31,33	31,00	33,67
28					42,00	34,67	34,67	37,11	42,67	35,33	35,00	37,67
29					41,33	37,33	38,33	39,00	41,67	38,33	38,33	39,44
30					37,33	41,33	41,67	40,11	38	42,00	42,00	40,67
31					36,67	42,33	41,67	40,22	37	42,33	42,00	40,44
32					35,67	37,33	39,33	37,44	35,33	37,67	39,00	37,33
33					36,00	37,33	38,33	37,22	36,33	38,00	38,67	37,67
34					36,67	37,00	37,67	37,11	37,33	37,00	38,33	37,56
35					35,67	37,33	37,67	36,89	36	37,67	37,67	37,11
36					34,33	36,33	36,00	35,56	34,67	37,00	36,33	36,00

	22,33	22,67	22,33	22,44	23	23,00	23,00	23,00
55	21,7	21,00	21,00	21,22	22	21,67	21,67	21,78
37	33,33	35,67	35,33	34,78	33,67	35,67	35,67	35,00
38	34,33	35,33	35,67	35,11	35	35,33	36,00	35,44
39	33,33	36,33	36,33	35,33	34	36,33	36,67	35,67
40	34,33	35,33	36,33	35,33	34,67	35,67	36,33	35,56
41	33,00	35,33	35,33	34,56	33,33	36,00	36,00	35,11
42	32,33	35,00	35,67	34,33	33	35,67	36,00	34,89
43	31,33	34,33	34,67	33,44	31,67	34,33	35,00	33,67
44	35,33	37,33	34,00	35,56	35,67	37,67	34,33	35,89
45	38,00	37,33	33,00	36,11	38,67	38,00	33,67	36,78
46	42,00	37,00	34,33	37,78	42,33	37,00	34,67	38,00
47	36,33	37,33	36,00	36,56	37	37,67	37,00	37,22
48	35,67	36,00	35,33	35,67	36	36,33	35,67	36,00
49	34,33	34,67	33,67	34,22	34,67	34,33	34,33	34,44
50	33,00	33,33	32,67	33,00	33,33	33,33	33,33	33,33
51	29,67	29,33	30,33	29,78	30	29,67	30,67	30,11
52	24,67	24,67	25,67	25,00	24,67	25,00	25,33	25,00
53	23,67	23,00	24,00	23,56	24,33	23,67	24,67	24,22
54								

	Temperatura a los 15 cm				Temperatura a los 20 cm				Temperatura a los 30 cm			
Días	R1	R2	R3	Temp. Pro.	R1	R2	R3	Temp. Prom.	R1	R2	R3	Temp. Prom.

Nota. Temperatura promedio de los reactores. Elaboración propia: Alquina K y García E.

Anexo 13

% Humedad

HUMEDAD			
R1	R2	R3	Promedio
58,82	58,82	58,9	58,85
52,63	52,63	53,34	52,87
49,58	49,55	50,2	49,78
57,63	57,63	57,67	57,64
53,32	53,32	53,41	53,35
51,03	51,03	51,07	51,04
50,08	50,09	50,11	50,09

Nota. Mediciones de humedad. Elaboración propia: Alquina K y García

Anexo 14

Promedio pH en los tres reactores

Dia	Reactor1			Reactor 2			Reactor3			Promedio			
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	pH R1	pH R2	pH R3	Total
1	6,9	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8	7	7	7	6,90	6,87	6,83	6,87
2	5,7	5,7	5,9	5,6	5,5	5,5	5,3	5,6	5,3	5,77	5,73	5,67	5,72
3	5,4	5,3	5,3	5,3	5,2	5,3	5,2	5,3	5,4	5,33	5,30	5,27	5,30
4	5,5	5,6	5,5	5,6	5,4	5,6	5,4	5,5	5,5	5,53	5,57	5,50	5,53
5	6,3	6,4	6,6	6,6	6,1	6,3	6,4	6,4	6,2	6,43	6,53	6,43	6,47
6	6,5	6,5	6,4	6,4	6,6	6,5	6,5	6,4	6,4	6,47	6,43	6,47	6,46
7	6,7	6,8	6,6	6,8	6,7	6,6	6,5	6,6	6,7	6,7	6,73	6,70	6,71
8	6,9	7	6,8	6,9	6,9	7,1	7	6,8	6,7	6,9	6,90	6,87	6,89
9	7,1	7,2	7	6,9	7	7	7,1	7,2	7,2	7,1	7,03	6,97	7,03
10	7	7,4	7,3	7,3	7,4	7,3	7,4	7,3	7,4	7,23	7,33	7,33	7,30
11	7,4	7,4	7,4	7,2	7,4	7,2	7,7	7,4	7,4	7,4	7,33	7,33	7,36
12	7,4	7,5	7,5	7,3	7,3	7,4	7,7	7,5	7,4	7,47	7,43	7,37	7,42
13	7,5	7,4	7,4	7,5	7,4	7,3	7,6	7,5	7,5	7,43	7,43	7,43	7,43
14	7,6	7,5	7,3	7,5	7,4	7,4	7,6	7,6	7,6	7,47	7,43	7,40	7,43
15	7,7	7,6	7,8	7,7	7,6	7,8	7,6	7,7	7,7	7,7	7,70	7,70	7,70
16	7,7	7,8	7,9	7,7	7,6	7,9	7,7	7,7	7,8	7,8	7,80	7,73	7,78
17	7,8	7,9	7,8	7,9	7,8	7,8	7,7	7,9	7,7	7,83	7,87	7,83	7,84
18	7,9	7,8	7,9	7,9	7,9	8	7,9	8,1	7,9	7,87	7,87	7,90	7,88
19	8	8,1	7,8	7,8	8	8	8	7,9	8	7,97	7,90	7,87	7,91
20	8,2	8,2	8,2	8	8,2	8,2	8,3	8,1	8	8,2	8,13	8,13	8,16
21	8,2	8,4	8,2	8,3	8,3	8,4	8,3	8,4	8,3	8,27	8,30	8,27	8,28

Dia	Reactor1			Reactor 2			Reactor3			Promedio			
M	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	pH R1	pH R2	pH R3	Total	
1													

22	7, 7	7,7	7,9	7,8	7,8	7,9	7,8	7,8	7,9	7,83	7,8 0	7,8 3	7,82
23	7, 7	7,7	7,6	7,7	7,7	7,7	7,6	7,5	7,6	7,67	7,6 7	7,6 7	7,67
24	7, 7	7,6	7,6	7,7	7,6	7,7	7,5	7,6	7,5	7,63	3	3	7,63
25	7, 5	7,6	7,6	7,6	7,7	7,6	7,5	7,6	7,6	7,57	7,6 0	7,6 3	7,60
26	7, 4	7,4	7,5	7,5	7,6	7,5	7,5	7,6	7,5	7,43	7,4 7	7,5 3	7,48
27	6, 4	6,3	6,3	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3	6,4	6,33	6,2 7	6,2 3	6,28
28	5, 8	6,1	5,8	5,8	6,2	6	6,1	5,8	6	5,9	5,9 0	5,9 3	5,91
29	6, 3	6,5	6,4	6,4	6,3	6,3	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4 3	6,3 7	6,40
30	6, 5	6,7	6,8	6,6	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,67	6,7 0	6,7 0	6,69
31	6, 7	6,6	6,4	6,7	6,8	6,5	6,6	6,5	6,6	6,57	6,5 7	6,6 3	6,59
32	6, 8	6,6	6,5	6,6	6,6	6,7	6,9	6,6	6,5	6,63	6,5 7	6,5 7	6,59
33	6, 9	6,8	6,7	6,8	6,8	6,6	6,8	6,7	6,7	6,8	6,7 7	6,7 7	6,78
34	7, 4	7,4	7,5	7,5	7,6	7,5	7,5	7,6	7,5	7,43	7,4 7	7,5 3	7,48
35	7, 5	7,6	7,6	7,6	7,7	7,6	7,5	7,6	7,6	7,57	7,6 0	7,6 3	7,60
36	7, 7	7,6	7,6	7,7	7,6	7,7	7,5	7,6	7,5	7,63	7,6 3	7,6 3	7,63
37	7, 7	7,7	7,6	7,7	7,7	7,7	7,6	7,5	7,6	7,67	7,6 7	7,6 7	7,67
38	7, 7	7,7	7,6	7,7	7,7	7,7	7,6	7,5	7,6	7,67	7,6 7	7,6 7	7,67
39	7, 7	7,6	7,6	7,7	7,6	7,7	7,5	7,6	7,5	7,63	7,6 3	7,6 3	7,63
40	7, 5	7,6	7,6	7,6	7,7	7,6	7,5	7,6	7,6	7,57	7,6 0	7,6 3	7,60
41	7, 4	7,4	7,5	7,5	7,6	7,5	7,5	7,6	7,5	7,43	7,4 7	7,5 3	7,48
42	6, 4	6,3	6,3	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3	6,4	6,33	6,2 7	6,2 3	6,28
	8	6,1	5,8	5,8	6,2	6	6,1	5,8	6	5,9	5,9 0	5,9 3	5,91
44	6, 3 9	6,5	6,4	6,4	6,3	6,3	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4 3	6,3 7	6,40
											7,6	7,6	

Dia	Reactor1			Reactor 2			Reactor3			Promedio					
	M 1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M 3	pH R1	pH	pH	Total	R2	R3
45	6,5	6,7	6,8	6,6	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,67	6,70	6,70	6,70	6,69	
46	6,7	6,6	6,4	6,7	6,8	6,5	6,6	6,5	6,6	6,57	6,57	6,63	6,53	6,59	
47	6,8	6,6	6,5	6,6	6,6	6,7	6,9	6,6	6,5	6,63	6,57	6,57	6,57	6,59	
48	6,9	6,8	6,7	6,8	6,8	6,6	6,8	6,7	6,7	6,8	6,77	6,77	6,77	6,78	
49	7	6,9	7,1	6,9	7,1	6,9	6,9	7,1	7,1	7	6,97	7,03	7,03	7,00	
50	7	7	7,1	7,02	6,9	7,03	7,05	7,08	7,1	7,03	7,04	7,04	7,04	7,03	
51	7,2	7,3	7,4	7,4	7,3	7,3	7,2	7,3	7,3	7,3	7,37	7,37	7,37	7,34	
52	7,3	7,4	7,2	7,3	7,2	7,4	7,3	7,3	7,3	7,3	7,30	7,30	7,23	7,28	
53	7,4	7,4	7,4	7,5	7,4	7,5	7,5	7,3	7,4	7,4	7,43	7,43	7,43	7,42	
54	7,4	7,4	7,5	7,2	7,3	7,4	7,4	7,3	7,3	7,43	7,37	7,37	7,33	7,38	
55	7,4	7,4	7,3	7,4	7,3	7,4	7,4	7,4	7,4	7,37	7,37	7,37	7,33	7,36	

Nota. Mediciones y promedios del pH en los reactores. Elaboración propia: Alquina K y García E.

7.5. Anexo Fotográfico

Figura 16

Salida de lodos de la Ptar Favorita



Figura 17



Lodos residuales en proceso de secado
18

Figura

Toma de muestra de lodo residual



Figura 19

Mediciones diarias de temperatura en los reactores



Figura 20

Volteos de los reactores cada 24 horas



Figura 21

Medición diaria del pH en cada reactor



Figura 22

Comparación de la tira reactiva, para sacar el valor de pH



Figura 23

*Mezcla
homogenizada, para medir pH* ilustración. 1



Figura 24

Evidencia del uso de lodo en plantas ornamentales



7.6. Caracterización de Agua Residual de La Planta de tratamiento



ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA.

Matriz: La Primavera I, Leonardo da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aanlab.com.ec



Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca

INFORME DE RESULTADOS No. 37411

1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	CORPORACION FAVORITA C.A.	TELEFONO:	[02] 2996500 EXT.: 6309
DIRECCION:	SANGOLQUI/ COTOGCHOA / AV. GENERAL ENRIQUEZ S/N	ATENCION A:	ING. ANDREA LOPEZ

2.- INFORMACION DE LA MUESTRA			
INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	CENTRO DISTRIBUCION SUR
TIPO DE MUESTRA:	AGUA RESIDUAL	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	15/03/2022
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	SALIDA PTAR (MUESTRA COMPUESTA 7 H) WGS84 17M 0783225;9961045	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	ANAVANLAB CIA. LTDA
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	15/03/2022	PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	15/03/2022 al 17/03/2022

3.- RESULTADOS

NORMA: AM097A, ANEXO 1, TABLA 8. LIMITES DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Acetres y Grasas	AAA-PE-A001/ SM 5520 C	mg/L	< 0,1	70	CUMPLE	32,2%
1	Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	AAA-PE-A010/ SM 5210 D	mg/L	36	250	CUMPLE	23,1%
1	Demanda Química de Oxígeno	AAA-PE-A011/ SM 5220 C y D	mg/L	56	500	CUMPLE	18,7%
1	Detergentes Tensoactivos MBAS	AAA-PE-A012/ SM 5540 C	mg/L	0,271	2	CUMPLE	10,6%
1	Fenoles	AAA-PE-A016/ SM 5530 B-C	mg/L	0,027	0,2	CUMPLE	20,2%
1	Sólidos Suspendidos	AAA-PE-A034/ HACH 8006	mg/L	49	220	CUMPLE	8,5%
(*)	Caudal de Descarga	Volumetría	L/s	10,35			NA
1	pH in situ	AAA-PI-A002/ SM 4500-H+ B	unid pH	8,1	6 - 9	CUMPLE	1,0%
1	Temperatura (in situ)	AAA-PI-A002/ SM 2550 B	°C	20,7	<40	CUMPLE	1,8%

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con $k=2$, nivel de confianza 95,45%.
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.

Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial. Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.

4.- OBSERVACIONES	
	<p>INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 21/03/2022</p> 