

**PRACTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA SERVICIVIL S.A.S COMO
AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA ADECUACIÓN DE MINIPTAR'S EN
BARRANCABERMEJA DISTRITO ESPECIAL**

LAURA DANIELA VELASCO FONSECA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2020**

**PRACTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA SERVICIVIL S.A.S COMO
AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA ADECUACIÓN DE MINIPTAR'S EN
BARRANCABERMEJA DISTRITO ESPECIAL**

LAURA DANIELA VELASCO FONSECA

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniera Civil

Director:

MARIO GARCIA SOLANO

Magister en Informática

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2020

DEDICATORIA

A DIOS, Por siempre estar presente, y darme la fortaleza,

A la Virgen María y San José, Por guiar mi camino,

A mis Padres, Por todo el apoyo, el amor, por su esfuerzo, confianza y educación que me han entregado a lo largo de los años. Son el motor que impulsa mi vida,

A mis hermanos, Por esa gran compañía, amor y motivación,

Este logro es dedicado a todos ustedes

AGRADECIMIENTOS

Principalmente quiero expresar mi gratitud a Dios por darme la serenidad, sabiduría y perseverancia para la culminación de este proyecto. A mi familia, en especial a mis padres y a mis hermanos, por ser el motor y la fuerza que me ha ayudado a salir adelante, por hacer de mí una mejor persona, ya que siempre me guiaron y motivaron con mis metas y proyectos, por el amor infinito que me han expresado en todos estos años de mi vida.

A mis abuelos, tíos y novio por su incondicionalidad, por haberme acompañado y apoyado durante esta etapa de mi vida.

Agradezco a la Universidad Industrial de Santander por darme la oportunidad de formarme como Ingeniera, así como también a cada uno de los profesores y a mi director de grado, los cuales me aportaron con sus conocimientos durante los años de estudio.

Al personal de SERVICIVIL S.A.S por acogerme y permitirme ser parte de sus proyectos, por brindarme su apoyo, dedicación, paciencia y acompañamiento en el proceso de aprendizaje.

Finalmente, a todas las personas que me acompañaron a lo largo de los años de formación como profesional.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS.....	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
2. MARCO TEÓRICO	19
2.1 PLANTAS DE TRATAMIENTO	19
2.2 TIPOS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES	19
2.2.1 Pretratamiento.	19
2.2.2 Tratamiento Primario.	20
2.2.3 Tratamiento Secundario.....	20
2.3 AGUAS RESIDUALES.....	20
2.4 FUENTES HÍDRICAS	20
2.5 AIREADORES DE BURBUJA FINA.....	21
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	22
2.6 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA LIGA	22
2.6.1 Localización.	22
2.6.2 Distribución de área.	23
2.6.3 Diseño constructivo.....	24
2.6.4 Población.	24
2.6.5 Caudal.....	25
2.7 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VILLAROSA	25
2.7.1 Localización.	25
2.7.2 Distribución de área.	26
2.7.3 Diseño constructivo.....	26
2.7.4 Población.	27

2.7.5 Caudal.....	27
3. FUNCIONAMIENTO PTAR.....	28
3.1 DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAS	28
3.2 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA LIGA	34
3.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VILLAROSA	35
4. ALCANCES.....	37
4.1 ALCANCE DEL CONTRATO	37
4.2 ALCANCE DE LA PRACTICA EMPRESARIAL	37
5. ESTADO DE LA OBRA AL INICIO DE LA PRACTICA	39
6. ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PRACTICA EMPRESARIAL	42
7. ANÁLISIS DEL SEGUIMIENTO DE OBRA.....	47
8. ESTADO DE LA OBRA AL FINALIZAR LA PRACTICA.....	50
9. CONCLUSIONES	53
10. RECOMENDACIONES.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Aireador burbuja fina.....	21
Figura 2. Ubicación de mini PTAR La liga.	23
Figura 3. Diseño constructivo miniptar La liga.	24
Figura 4. Población proyectada del diseño hidráulico de miniptar La liga.....	25
Figura 5. Ubicación de mini PTAR Villarosa.	25
Figura 6. Diseño constructivo miniptar Villarosa.	27
Figura 7. Población proyectada del diseño hidráulico de miniptar Villarosa	27
Figura 8. Cribado miniptar La liga.	28
Figura 9. Desarenador miniptar Villarosa.....	29
Figura 10. Zanjón de Oxidación miniptar Villarosa.....	29
Figura 11. Zanjón de Oxidación miniptar La liga.....	29
Figura 12. Canal de igualación miniptar La liga.	30
Figura 13. Canal de igualación miniptar Villarosa.	30
Figura 14. Sedimentadores miniptar Villarosa.	31
Figura 15. Sedimentadores miniptar La liga.	31
Figura 16. Vertedero miniptar La liga.....	32
Figura 17. Vertedero miniptar Villarosa.....	32
Figura 18. Caja de bombas miniptar La liga.	32
Figura 19. Caja de bombas miniptar Villarosa	33
Figura 20. Lechos de secado miniptar La liga.....	33
Figura 21. Lechos de secado miniptar Villarosa.	33
Figura 22. Funcionamiento miniptar La liga.	34
Figura 23. Funcionamiento miniptar Villarosa.	35
Figura 24. Vista lateral de estado de obra la liga.	40
Figura 25. Vista superior de estado de obra la liga.....	40

Figura 26. Vista superior del estado de obra Villarosa.....	41
Figura 27. Vista lateral del estado de obra Villarosa.....	41
Figura 28. Supervisión de obra - Miniptar Villarosa.	43
Figura 29. Supervisión de obra - Miniptar La Liga.	43
Figura 30. Bitácora.....	45
Figura 31. Avance físico del contrato.....	48
Figura 32. Planta barrio La liga	51
Figura 33. Vista Superior planta barrio La liga	52
Figura 34. Planta barrio Villarosa.....	52
Figura 35. Vista Superior planta barrio Villarosa.....	52

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Áreas totales.	22
Tabla 2. Distribución de áreas miniptar La liga.	23
Tabla 3. Distribución de áreas miniptar Villarosa.	26
Tabla 4. Porcentajes de estado de obra.	39
Tabla 5. Porcentajes de avance al inicio de la práctica.	39
Tabla 6. Porcentajes del avance físico del contrato.	47
Tabla 7. Porcentajes finales de estado de obra.	50
Tabla 8. Porcentajes de avance al final de la práctica.	51

LISTA DE ANEXOS

Ver documentos adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la base de datos de la Biblioteca UIS

Anexo A. Formato de registro fotográfico.

Anexo B. Formato de registro diario de obra.

Anexo C. Formato acta de mayores y menores cantidades.

Anexo D. Memorias de cálculo.

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

PTAR: Planta de tratamiento de aguas residuales.

RESUMEN

Título: Practica empresarial en la empresa Servicivil S.A.S como auxiliar de ingeniería en la adecuación de Miniptar's en Barrancabermeja distrito especial.*

Autor: Laura Daniela Velasco Fonseca **

Palabras clave: PTAR, Seguimiento, Adecuación, Servicivil, Fuentes hídricas

Descripción

En el presente documento se describe el desarrollo de la práctica empresarial en la empresa Servicivil S.A.S, llevada a cabo entre los meses de agosto a diciembre 2019, como auxiliar de ingeniería civil apoyando el seguimiento de los procesos constructivos, presupuestos, cálculo de cantidades obra y elaboración de informes periódicos que permitan llevar el control de las cantidades de obra utilizadas para la adecuación de dos plantas de tratamiento de aguas residuales que tienen como objetivo minimizar la contaminación producida por diversas actividades humanas y sectores productivos de la ciudad de Barrancabermeja, Santander. Este proyecto ha sido desarrollado teniendo en cuenta las actividades derivadas del Plan de Saneamiento Hídrico del distrito especial, es por esto que se hace necesaria la realización de este a través de un convenio interadministrativo entre la alcaldía municipal de Barrancabermeja, Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P, Cormagdalena para ser desarrollado por la empresa contratista Servicivil S.A.S con el fin de mejorar la calidad del agua que va ser entregada a las diferentes fuentes hídricas, ya que al transcurrir el tiempo han sido afectadas por el crecimiento urbanístico exponencial y a la poca planeación y control de estas zonas. La construcción de estas dos plantas aerobias mejorará la calidad del agua de la ciénaga Juan Esteban ya que estas vierten el agua tratada por la parte sur de la PTAR.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director: Mario García Solano
Magister en Informática

ABSTRACT

Title: Business practice at Servicivil S.A.S as an engineering assistant in the adaptation of Miniptar's in Barrancabermeja special distric.*

Author Laura Daniela Velasco Fonseca **

Key words: WWTP, Monitoring, Adequacy, Servicivil, Water sources.

Descripción

This paper describes the development of business practice in the company Servicivil S.A.S, carried out between the months of August to December 2019, as an auxiliary civil engineering support the follow-up of constructive processes, budgets, calculation of quantities and preparation of periodic reports that enable the control of quantities of work used for the adequacy of two plants Wastewater treatment plant that aim to minimize the pollution produced by various human activities and productive sectors of the city of Barrancabermeja, Santander. This project has been developed taking into account the activities resulting from the Plan of Water Sanitation of the special district, This is why it is necessary to carry out this through an agreement between the Alcaldia municipal de Barrancabermeja, Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P, Cormagdalena to be developed by the contractor Servicivil S.A.S in order to improve the quality of the water that will be delivered to the different water sources, since over time have been affected by the exponential urban growth and poor planning and control of these areas. The construction of these two aerobic plants will improve water quality of the swamp Juan Esteban as they pour the water treated by the southern part of the WWTP.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director: Mario García Solano
Magister en Informática

INTRODUCCIÓN

Actualmente un alto porcentaje de las aguas residuales son vertidas a las fuentes hídricas más cercanas sin ningún tipo de tratamiento previo o bien un tratamiento deficiente que no elimina gran parte de las sustancias no deseadas.

Esto impacta negativamente en la salud pública, la preservación de los recursos naturales, el medio ambiente y el sector productivo, siendo las poblaciones vulnerables con peor calidad de servicios, las más afectadas. Las consecuencias económicas también son evidentes: en muchas ocasiones el costo del impacto generado por estos residuos supera a la inversión necesaria para depurar las propias aguas residuales. Por ejemplo, las fuentes de agua están cada vez más contaminadas, y requieren de procesos de potabilización más intensos y por lo tanto más costosos. Además, el agua contaminada suele ser el origen de múltiples enfermedades, lo cual no solo representa un gran riesgo para las personas, sino que también aumenta considerablemente los costos del Estado en salud¹. Por estas razones, en Barrancabermeja se ha desarrollado un proyecto de obra pública que permita mejorar las plantas de tratamiento de las aguas residuales en dos diferentes sectores de la ciudad.

Este contrato de obra pública adjudicada a la empresa SERVICIVIL S.A.S cuenta con una inversión de (\$3.463.358.019 COP) para la adecuación de las PTARS ubicadas en el barrio La liga y Villarosa del distrito especial. Estas plantas contaban con un sistema anaerobio para su tratamiento, proceso que será reemplazado por

¹ IAGUA: Que es tan importante tratamiento aguas residuales [en línea] [citado 28 de octubre de 2019]. disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/carlot-real/que-es-tan-importante-tratamiento-aguas-residuales>

uno aerobio, ya que después de realizar rigurosos estudios se determinó que este tipo de procesos es más eficiente para el tratamiento de las aguas residuales.

El presente proyecto busca realizar el seguimiento de la ejecución de las obras para garantizar que se obtenga la información acerca del avance y estado de obra. Por lo descrito anteriormente el presente trabajo describirá el seguimiento y avance de obra para apoyar el cálculo de cantidades de obra, elaboración de informes periódicos de avance y control de ejecución de actividades o ítems presentados en el presupuesto.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la práctica empresarial como auxiliar de Ingeniería en la adecuación de miniptar's en la empresa SERVICIVIL S.A.S en Barrancabermeja, Santander.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apoyar, como auxiliar de ingeniería, en la elaboración de cronogramas, memorias de cálculo y presupuestos de las obras en SERVICIVIL S.A.S.
- Realizar labores de seguimiento en el plan de ejecución de obra, llevando un control escrito mediante oficios, bitácoras, actas y demás, para a través de estas observar y apoyar el cumplimiento al tiempo de ejecución establecido de la obra.
- Elaborar informes periódicos con el fin de observar el avance y el análisis del desarrollo de la adecuación de las plantas de tratamiento de agua residual.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 PLANTAS DE TRATAMIENTO

Son un conjunto de sistemas y operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es que a través de diferentes estructuras y equipos se logre eliminar o reducir la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales. La finalidad de estas operaciones es obtener agua con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final²

2.2 TIPOS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES

2.2.1 Pretratamiento. Busca acondicionar el agua residual para facilitar los tratamientos propiamente dichos, y preservar la instalación de erosiones y taponamientos. Incluye equipos tales como rejillas, tamices, desarenadores y desengrasadores³. En este caso, teniendo en cuenta las estructuras existentes en el proyecto, este proceso se realiza en el cribado ya que consta de rejillas que permiten realizar lo anteriormente mencionado.

² AGUASISTEC - Solución en tratamiento de aguas: [en línea] [citado 30 de octubre de 2019]. disponible en: <https://www.aguasistec.com/planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales.php>

³ Ibíd.

2.2.2 Tratamiento Primario. Busca reducir la materia suspendida por medio de la precipitación o sedimentación de sólidos, con o sin reactivos, o por medio de diversos tipos de coagulantes⁴.

2.2.3 Tratamiento Secundario. Se emplea de forma masiva para eliminar la contaminación orgánica disuelta. Consisten en la oxidación aerobia de la materia orgánica o su eliminación anaerobia. Ambos sistemas producen lodos en mayor o menor medida que, a su vez, deben ser tratados para su reducción, acondicionamiento y destino final⁵.

2.3 AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales son el resultado de residuos del uso doméstico que son aquellas utilizadas con fines higiénicos como baños, cocinas, restaurantes, lavanderías, instituciones, empresas, etc. Estas son también llamadas aguas negras⁶.

2.4 FUENTES HÍDRICAS

Las fuentes hídricas son todas las corrientes de agua, ya sean subterráneas o sobre la superficie, los ríos, riachuelos, manantiales, quebradas y pozos; de las cuales los seres humanos aprovechan para la generación de energía o el uso personal.

⁴ Ibíd.

⁵ Ibíd.

⁶ ECURED - ENCICLOPEDIA CUBANA: Tratamiento de aguas residuales [en línea] [citado 3 de noviembre de 2019] disponible en: https://www.ecured.cu/Aguas_residuales#Tratamiento_de_aguas_residuales

2.5 AIREADORES DE BURBUJA FINA

Son sistemas de aireación sumergida que introducen oxígeno en el agua necesario para la oxidación de la materia orgánica por parte de la biomasa presente en el reactor biológico. Esta modalidad de equipos genera adicionalmente la mezcla adecuada de materia orgánica, la turbulencia necesaria para el contacto alimento microorganismos y el flujo circular del agua en el reactor⁷.

El funcionamiento de estos equipos es de operación silenciosa, promueve una mezcla completa del agua evitando sedimentación de lodos en el reactor, mejor transferencia de O₂ y tiene un bajo consumo de energía. Ver figura1.

Figura 1. Aireador burbuja fina.



⁷ EDI - ENVIRONMENTAL DYNAMICS INTERNATIONAL: Sistemas de burbuja fina [en línea] [citado 6 de noviembre de 2019].disponible en: <https://www.environmentaldynamics.com/es/sistemas-de-aireacion/sistema-de-burbuja-fina>

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta las actividades derivadas del desarrollo del Plan de Saneamiento Hídrico de Barrancabermeja, se hace necesaria la realización de las miniptar's La liga y Villarosa, con el fin de plantear y diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales que cumpla con los requerimientos ambientales y de sanidad, cada uno de los productos expuestos en el contrato. En la tabla 1 se observan las áreas de cada miniptar para desarrollar lo anteriormente mencionado.

Tabla 1. Áreas totales.

<i>Estructura</i>	<i>Área [m2]</i>
Miniptar La Liga	393
Miniptar Villarosa	347
<i>TOTAL =</i>	740

2.6 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA LIGA

2.6.1 Localización. El proyecto se desarrolla en la comuna 4 en el departamento de Santander, municipio de Barrancabermeja. La planta de tratamiento Se ubica en el barrio La Liga con coordenadas 7° 02'25" N y 73°50' 12" W, limite el norte con el barrio el cerro, al este con el barrio Buenavista al Oeste con el barrio El Castillo y el sur con la ciénaga Juan Esteban, Tal como se puede observar en la figura 2.

Figura 2. Ubicación de mini PTAR La liga.



2.6.2 Distribución de área. Esta planta está compuesta por 9 estructuras principales que permiten que se realice un funcionamiento óptimo y de alta calidad para las aguas residuales provenientes de esta zona de la ciudad. La mini PTAR cuenta con un área total a construir de 393 m², la cual se discretiza más detalladamente en la tabla 2.

Tabla 2. Distribución de áreas miniptar La liga.

Estructura	Área [m2]
Cribado	11,48
Disipador	5,3
Zanjón	110,76
Canal de Igualación	12,96
Sedimentador	30,53
Vertedero	5,46
Caja de bombas	7,04
Lechos de secado	16,73
Caseta de operaciones	9,29
Urbanismo	183,45
TOTAL =	393

2.6.3 Diseño constructivo. El sistema de tratamiento de aguas residuales debe estar diseñado de manera que, cuando se opere adecuadamente, produzca en forma continua el caudal y calidad de efluente requerido⁸. Por lo mencionado anteriormente, se diseñó la miniptar de tal manera que las estructuras cumplan con los requerimientos descritos en la NSR-10 y adicionalmente las proyecciones del DANE para la ciudad de Barrancabermeja.

Figura 3. Diseño constructivo miniptar La liga.



2.6.4 Población. Teniendo en cuenta las características de la población y del RAS-2000 se seleccionaron los valores de población estimados con el método geométrico, ya que es el que más se acerca a las condiciones de crecimiento de la población de Barrancabermeja. En la figura 4 se observa la proyección por este método obtenida de las memorias de diseño de la planta.

⁸ ROMERO ROJAS Jairo Alberto; Tratamiento de aguas residuales: teoría y principios de diseño; Primera edición; Centro editorial; Bogotá, Colombia – enero 2000; Capítulos 1, 8, 12, 13, 18, 22, 26

Figura 4. Población proyectada del diseño hidráulico de miniptar La liga

Año	M. GEOMETRICO
2011	647
2015	688
2020	744
2025	804
2030	868
2035	938
2037	968

2.6.5 Caudal. De acuerdo con el estudio de caracterización realizado se obtuvo un caudal promedio diario de 3,34 l/s, un caudal máximo diario de 4,89 l/s y un caudal mínimo diario de 2,11 l/s.

2.7 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VILLAROSA

2.7.1 Localización. La adecuación de esta miniptar se desarrolla en la comuna 4 en el departamento de Santander, municipio de Barrancabermeja. Se ubica en el barrio Villarosa con coordenadas $7^{\circ} 02' 16''$ N y $73^{\circ} 49' 59''$ W, limita al norte con el barrio altos del campestre, al Este con el barrio Bosques de la Cira, al Oeste con el barrio El Palmar y al Sur con la ciénaga Juan Esteban., Tal como se puede observar en la figura 5.

Figura 5. Ubicación de mini PTAR Villarosa.



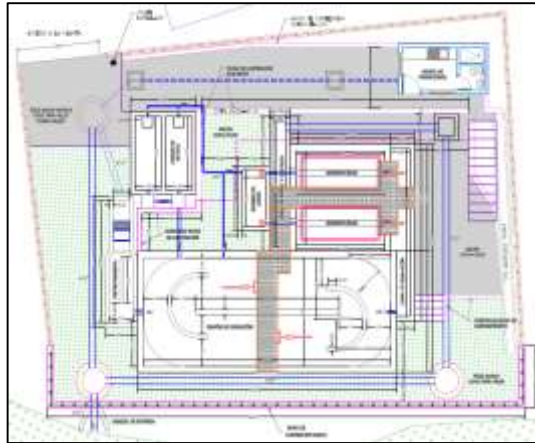
2.7.2 Distribución de área. Villarosa cuenta con un área total de 347 m², área que se encuentra distribuida en diferentes estructuras donde se desarrollan los procesos de pretratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario. Estas estructuras se encuentran discretizadas más detalladamente en la tabla 3.

Tabla 3. Distribución de áreas miniptar Villarosa.

<i>Estructura</i>	<i>Área [m2]</i>
Cribado	8,37
Zanjón	70,56
Canal de Igualación	8,35
Sedimentador	24,01
Vertedero	6,2
Caja de bombas	4,5
Lechos de secado	12,16
Caseta de operaciones	9,9
Pozos de inspección	3,4
Urbanismo	199,55
TOTAL =	347

2.7.3 Diseño constructivo. Para el desarrollo de un contrato de obra civil es de vital importancia realizar un proceso preliminar donde se realicen los diseños de la obra donde estos permitan que las actividades o procesos a realizar se ejecuten de manera correcta, optima y eficiente. En la figura 6 se observa el diseño en planta realizado para la planta de tratamiento de aguas residuales para el barrio Villarosa del distrito especial de Barrancabermeja.

Figura 6. Diseño constructivo miniptar Villarosa.



2.7.4 Población. Teniendo en cuenta los métodos existentes para el cálculo de la población proyectada se trabajó con la población calculada mediante el método geométrico ya que este se aproxima más a la rata promedio de crecimiento del distrito especial. En la figura 7 se puede evidenciar la proyección obtenida de las memorias de diseño hidráulico.

Figura 7. Población proyectada del diseño hidráulico de miniptar Villarosa

Año	M. GEOMETRICO
2011	369
2015	393
2020	424
2025	458
2030	495
2035	535
2037	552

2.7.5 Caudal. Teniendo en cuenta los cálculos de las memorias de diseño se obtuvo un caudal promedio diario de 1,01 l/s, un caudal máximo diario de 1,37 l/s y un caudal mínimo diario de 0,78 l/s.

3. FUNCIONAMIENTO PTAR

3.1 DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAS

Para obtener un óptimo funcionamiento de una planta de tratamiento de agua residual se deben contemplar los factores externos a la construcción como la población aledaña y la ubicación. Teniendo en cuenta cada uno de estos factores, los diseños de las miniptar's contienen las siguientes estructuras que permiten realizar un adecuado tratamiento de las aguas:

- Cribado: Es la estructura utilizada para separar material grueso del agua, mediante el paso de ella por una criba o rejilla⁹. De acuerdo al método de limpieza las rejillas o cribas pueden ser manuales o mecánicas. En las figuras 8 y 9 se presentan los cribados construidos en las miniptar's.

Figura 8. Cribado miniptar La liga.



⁹ Ibíd.

Figura 9. Desarenador miniptar Villarosa



- Zanjón de oxidación: Es un proceso de lodos activados, del tipo de aireación prolongada, que usa un canal cerrado, con dos curvas (deflectores), para la aireación y mezcla¹⁰. En las figuras 10 y 11 se puede observar los zanjones presentes en las plantas.

Figura 10. Zanjón de Oxidación miniptar Villarosa.



Figura 11. Zanjón de Oxidación miniptar La liga.



¹⁰ Ibíd.

- Canal de igualación: Es la estructura que se encarga de amortiguar las variaciones del caudal para lograr obtener un caudal aproximadamente constante con velocidad baja¹¹. En la parte inferior de la estructura cuenta con dos (2) válvulas de compuerta para conducir el flujo a los sedimentadores. En las figuras 12 y 13 se puede observar el canal de igualación de las Miniptar's La liga y Villarosa.

Figura 12. Canal de igualación miniptar La liga.



Figura 13. Canal de igualación miniptar Villarosa.



- Sedimentador: Es la estructura encargada de eliminar solidos suspendidos por medio del asentamiento o también llamada separación por gravedad. Cuenta con unas canaletas en su perímetro interno para recolectar el agua sedimentada.

¹¹ Ibíd.

En las figuras 14 y 15 se presentan los sedimentadores construidos en las Miniptars.

Figura 14. Sedimentadores miniptar Villarosa.



Figura 15. Sedimentadores miniptar La liga.



- Vertedero: Es la estructura encargada de recibir el agua sedimentada, es decir lista para ser devuelta a la fuente hídrica¹². En las figuras 16 y 17 se puede observar los vertederos o canal de descarga presentes en las plantas.

¹² Ibíd.

Figura 16. Vertedero miniptar La liga.



Figura 17. Vertedero miniptar Villarosa



- Caja de bombas: Es la estructura encargada de realizar la recirculación de lodos. Cuenta con una bomba que succiona los lodos y los dirige a hacia los lechos de secado. En las figuras 18 y 19 se pueden observar las cajas de bombas de las Miniptar's La liga y Villarosa.

Figura 18. Caja de bombas miniptar La liga.



Figura 19. Caja de bombas miniptar Villarosa



- Lechos de secado: Es una estructura de concreto diseñada para recibir los lodos de exceso del proceso. Cuenta con un filtro conformado por ladrillo a junta perdida, bolo, geotextil, grava y arena cubiertos para evitar que la lluvia retrase el proceso de secado. Ver figura 20 y 21.

Figura 20. Lechos de secado miniptar La liga.

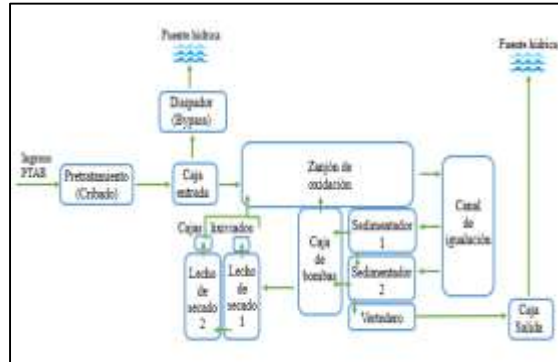


Figura 21. Lechos de secado miniptar Villarosa.



3.2 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA LIGA

Figura 22. Funcionamiento miniptar La liga.



El funcionamiento de la miniptar ubicada en el barrio la Liga inicia cuando el agua residual ingresa a la planta mediante la tubería que conduce al cribado, en esta el agua pasa por medio de rejillas que retienen los sólidos presentes más grandes, luego pasa a la caja de entrada, en esta hay un bypass hacia el disipador que se utiliza cuando la planta está en mantenimiento, pero normalmente el agua entra directamente al zanjón de oxidación. En este proceso las aguas residuales son depuradas a través un sistema de lodos activados y aireación extendida mediante aireadores de burbuja fina que le introducen la cantidad de oxígeno necesario para la reducción de materia orgánica y que a su vez mantienen el flujo del agua en rotación inversa a las manecillas del reloj, este proceso reduce la carga orgánica en un 95%. Después de pasar por el reactor biológico, el agua ingresa al canal de igualación con una menor velocidad, para luego entrar mediante una válvula de compuerta a los sedimentadores secundarios que cuentan con un proceso acelerado por módulos de sedimentación tipo colmena por donde el agua asciende hasta alcanzar las canaletas de recolección de agua sedimentada para así pasar al vertedero y finalmente regresar a la fuente hídrica.

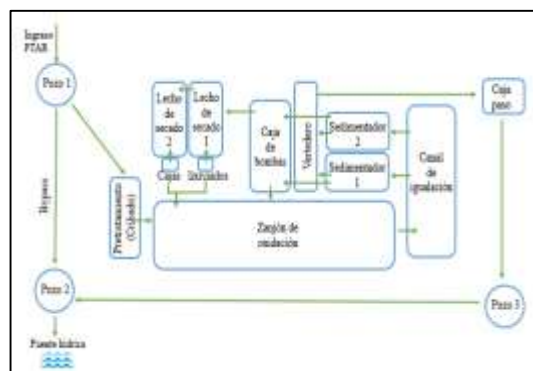
Por otro lado, los lodos que fueron sedimentados en las tolvas de los sedimentadores pasan directamente a la caja bombas mediante tubería para ser

enviado directamente a los lechos de secado, donde estos lodos quedan sobre un filtro que permiten el secado y drenado de estos mismos. El agua drenada de este filtro es recogida en las cajas de lixiviados para luego por gravedad mediante tubería ser de nuevo vertida en el zanjón de oxidación, tal como se observa en la figura 22.

Finalmente, los lodos secos son retirados de manera manual a la zona de almacenamiento temporal para después ser reutilizados en actividades agrícolas o en rellenos sanitarios.

3.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VILLAROSA

Figura 23. Funcionamiento miniptar Villarosa.



La puesta en marcha de la miniptar Villarosa inicia cuando el agua ingresa por gravedad al pozo de entrada, en este hay un bypass hacia el pozo de salida que es utilizado cuando la planta se encuentra en mantenimiento, pero cuando la planta está funcionamiento normal el agua pasa por un pretratamiento donde hay unas rejillas inclinadas a 45 grados que tienen por objeto retener los sólidos gruesos. Después pasa a un tratamiento secundario que se basa en la utilización de un zanjón de oxidación en el cual las aguas son depuradas mediante el suministro de oxígeno prolongado a través de dos (2) aireadores fijos de burbuja fina, se dirige hacia el canal de igualación para reducir la velocidad y pasar mediante unas

compuertas hacia el proceso de sedimentación acelerada a través de módulos tipo colmena. El agua va ascendiendo a través de estos módulos hasta alcanzar las canaletas que llevan el agua hacia el vertedero, para finalmente pasar por la caja de paso y los dos pozos que conducen el agua tratada de nuevo a la fuente hídrica, tal como se observa en la figura 23.

Los lodos que se encuentran en el fondo de la canaleta de los sedimentadores son conducidos a través de esta hacia la caja de bombas para así ser bombeados hacia los lechos de secado. En esta estructura los lodos son puestos sobre un medio filtrante para secar y drenar los residuos de agua existentes, estos pasan a las cajas de los lixiviados que son conducidos de nuevo hacia el zanjón de oxidación y así dar por terminado el proceso de limpieza del agua residual.

4. ALCANCES

4.1 ALCANCE DEL CONTRATO

Con el desarrollo de este contrato se busca construir pequeñas plantas de tratamiento de aguas residuales cambiando el sistema de tratamiento anaerobio por un nuevo sistema aerobio que genera menos impacto económico, social y ambiental desde sus procesos de recolección, tratamiento y disposición final. Además, mejorar su estructura mediante adecuaciones constructivas bajo los requisitos hidráulicos y sanitarios, con el fin de mejorar la calidad de vida de la población aledaña a las miniptar's y recuperar los cuerpos hídricos en los cuales se están realizando los vertimientos.

4.2 ALCANCE DE LA PRACTICA EMPRESARIAL

El contrato de adecuación de las dos Miniptars se ejecutó en 4 etapas fundamentales que se describen a continuación:

- La etapa uno (1) corresponde a los tramites, permisos y diseños.
- La etapa dos (2) demolición de la PTAR anaerobia existente.
- La etapa tres (3) comprende el proceso constructivo de las estructuras y la instalación de servicios públicos o conexiones necesarias para el funcionamiento de estas.
- La etapa cuatro (4) abarca el desarrollo de estructuras complementarias, ítems no previstos y urbanismo.

La práctica empresarial se desarrolló a partir de la etapa tres (3) en ambas plantas, por tal razón este proyecto presenta los avances, procesos y resultados de las actividades ejecutadas de esta fase en adelante.

5. ESTADO DE LA OBRA AL INICIO DE LA PRACTICA

La práctica empresarial se dio inicio el día 26 de agosto de 2019, a esta fecha el estado de la obra se encontraba como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Porcentajes de estado de obra.

<i>Miniptar</i>	<i>Porcentaje acum. [%]</i>
Miniptar La Liga	59,67%
Miniptar Villarosa	31,44%

El presupuesto del contrato está constituido por dieciséis (16) ítems que comprenden las actividades contempladas a realizar en la obra y los ítems no previstos que han sido incluidos durante la ejecución del contrato. En la tabla 5, se observa que se habían desarrollado trece (13) ítems de dieciséis (16) contemplados hasta la fecha de inicio de la práctica empresarial.

Tabla 5. Porcentajes de avance al inicio de la práctica.

<i>Ítem</i>	<i>Avance de obra [%] (26/08/19)</i>	
	<i>La liga</i>	<i>Villarosa</i>
Actividades preliminares	100%	100%
Movimiento de tierra	100%	40%
Estructura	68%	17%
Instalac. Sanitaria	15%	8%
Instalac. Hidráulica	10%	10%
Urbanismo	25%	20%
Señalización	67%	34%
Acabados	78%	74%
Cubierta	52%	47%
Lechos de secado	0%	0%

Ítem	Avance de obra [%] (26/08/19)	
	La liga	Villarosa
Equipos	0%	0%
Accesorios	19%	11%
Eléctricos	45%	38%
Actividades ambientales	88%	33%
Puesta en marcha PTAR	0%	0%
Ítems no previstos	44%	15%

El estado de la obra de La liga al inicio de la práctica empresarial se puede observar en la figura 24 y 25; En esa fecha se encontraba en construcción los muros del canal de igualación y la tapa de la caja de bombas, tal como se observa en las figuras.

Figura 24. Vista lateral de estado de obra la liga.



Figura 25. Vista superior de estado de obra la liga.



La miniptar del barrio Villarosa se encontraba reanudando actividades, entre ellas el movimiento de tierra para dar inicio a la construcción de las estructuras principales. En la figura 26 y 27 se observa el desarrollo de las actividades mencionadas anteriormente.

Figura 26. Vista superior del estado de obra Villarosa.



Figura 27. Vista lateral del estado de obra Villarosa.



6. ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PRACTICA EMPRESARIAL

Durante la práctica empresarial se desarrollaron diferentes actividades enfocadas a la planeación, seguimiento y ejecución de la obra.

Al iniciar la práctica empresarial en SERVICIVIL S.A.S se desarrolló el proceso de inducción y vinculación, donde se realizó la presentación de la empresa, personal y respectivo conducto regular a seguir. Luego, se realizó la presentación de las dos (2) obras, el personal en cada una de ellas, el cronograma de actividades, presupuesto, actas de suspensión, adición y modificación presentadas, informes periódicos, la revisión del material referente a diseños eléctricos, hidráulicos, sanitarios, estructurales y constructivos.

Lo anterior se realizó con el fin de conocer el avance de las dos (2) miniptar's con respecto a lo programado. A continuación, se presenta cada una de las labores desarrolladas durante la práctica empresarial:

- ***Supervisión de obra:***

Durante los meses presentes en la obra se supervisó el desarrollo de los procesos constructivos, apoyando así el cumplimiento de los diseños previos, especificaciones y normas técnicas necesarias. En las figuras 28 y 29 se puede observar el registro fotográfico obtenido mientras se realizaba la supervisión de los mismos.

Figura 28. Supervisión de obra - Miniptar Villarosa.



Figura 29. Supervisión de obra - Miniptar La Liga.



- **Medición de obra:**

Luego de realizar los procesos constructivos se rectificaban nuevamente las dimensiones de las estructuras construidas para así verificar que cumplieran con las especificaciones dadas en los diseños.

Estas mediciones también se realizaban para poder proceder a realizar los respectivos cálculos, evitando así sobredimensionar las estructuras ya que esto podría generar:

- Incoherencia entre lo construido y lo diseñado.
- Aumento de materiales a utilizar.
- Cobro de mayor cantidad de área o volumen.

- ***Cantidades de obra:***

Se realizó el cálculo de las cantidades de obra teniendo en cuenta las dimensiones verificadas y la unidad de medida a utilizar. Esto se realizó con el fin de:

- Llevar un control de las cantidades ejecutadas y utilizadas en las dos (2) plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Realizar actas de cobro para pasar a la entidad encargada de suministrar el pago de las actividades ejecutadas en obra.

- ***Seguimiento de obra:***


El seguimiento de la obra es parte fundamental del proyecto, ya que mediante este es posible llevar un control de las actividades realizadas e ir comparando con las programadas, así en caso de que no se cumpla con esto, reprogramar y lograr alcanzar los objetivos propuestos inicialmente en el menor tiempo posible.

Durante la práctica, este seguimiento se realizó de varias formas, entre estas están las siguientes:

- Bitácoras: Son libros donde se hace el registro cronológico diario, detallado, del avance e incidentes en obra¹³. En la figura 30 se puede evidenciar como se realizaba este registro.

¹³ LESUR Luis; Manual del residente de obra; Edición 1; Editorial Trillas; México - 2002; pág. 10 – Pág. 31

Figura 30. Bitácora

Fecha: 23 de Agosto del 2019 (Viernes)
Estado del tiempo: Mañana: Soleado Tarde: Soleado
- Durante la jornada laboral se realizaron las siguientes actividades:
- Preparación de obra de refuerzo para muro de contención
- Instalación de obra de refuerzo para muro de contención
- Formateo para muro de contención
Personal en campo: Ingeniero responsable de obra, ingeniero residente, obreros, maquinistas, inspectores de seguridad, albañiles.
 OSEA HERRERA GONZALEZ

- **Registro fotográfico:** Son las evidencias del desarrollo de obra que permiten ver de manera digital el avance de los procesos constructivos de las actividades propuestas. Este registro se entregaba en un documento de Word, donde se describía la actividad presupuestal que se estaba desarrollando en ambas obras. Ver Anexo A.
- **Registro diario de obra:** Este registro es un formato implementado por aguas de Barrancabermeja, donde se registra: El estado del tiempo, los equipos disponibles en obra, personal en obra, actividades ejecutadas, señalización e iluminación y observaciones. En el anexo B se puede observar el formato para realizar este registro.
- **Seguimiento al presupuesto:**

Se desarrolló el apoyo al seguimiento del presupuesto, apoyando la ejecución de tareas como actas de cobro, actas de mayores y menores (ver anexo C), actas modificatorias, memorias de cálculo (ver anexo D) y control del avance presupuestal de acuerdo a las cantidades ejecutadas en las plantas de tratamiento.

- ***Informes periódicos:***

Se apoyó la elaboración de 4 informes mensuales de contrato de obra pública, cada uno de estos está conformado por 5 anexos que son los siguientes:

- Anexo administrativo: Contiene las solicitudes de adición del contrato en plazo y valor, actas modificatorias, anexos al contrato principal (Otro sí modificatorio), el estado general del contrato de obra y comunicados a la comunidad.
- Anexo técnico: Contiene todo lo relacionado con lo realizado en campo, registro de actividades, eventualidades y planos.
- Anexo financiero: Contiene los documentos relacionados con el manejo presupuestal, facturación adicional, nómina del personal y la relación de personal vinculado en el contrato
- Anexo de seguridad y salud en el trabajo: Contiene pago de seguridad social del mes correspondiente, reportes de accidentalidad y permisos especiales de trabajo.
- Anexo ambiental: Contiene plan de manejo ambiental en obra, permisos y licencias ambientales.

7. ANÁLISIS DEL SEGUIMIENTO DE OBRA

A través del seguimiento realizado en la práctica empresarial se logró conocer y comparar el desarrollo de la obra respecto al plan de trabajo programado inicialmente.

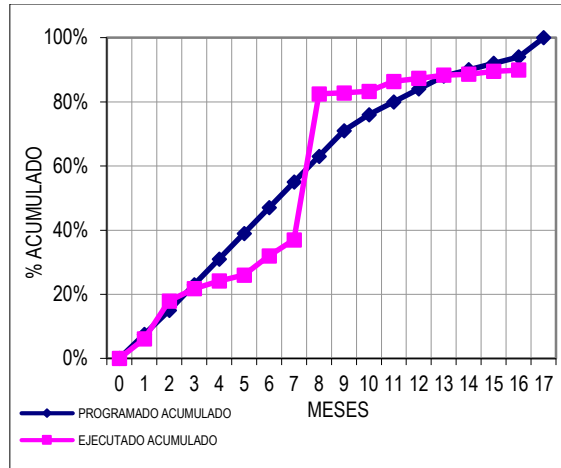
La medición de este seguimiento se realizó haciendo un análisis comparativo de los ítems ejecutados del presupuesto para de esta manera poder obtener el porcentaje no solo de avance físico de la obra sino también el avance presupuestal.

En la tabla 6 y la figura 31 se observa el comportamiento del avance físico del contrato desde el mes 1 de la obra hasta el 17, de los cuales del mes 14 al 17 se realizó el apoyo como auxiliar de ingeniería.

Tabla 6. Porcentajes del avance físico del contrato.

Mes		Programado acumulado	Ejecutado acumulado
N°	Fecha		
14	7 Sept - 6 Oct	90%	88,60%
15	7 Oct - 6 Nov	92%	89,50%
16	7 Nov - 6 Dic	94%	89,93%
17	7 Dic - 26 Dic	100%	94,71%

Figura 31. Avance físico del contrato



Durante los meses 7 y 8 se evidencia un avance altamente notorio del porcentaje ejecutado acumulado pues en esos meses se realizó una modificación en cantidades de obra debido a la necesidad de suministrar pilotes y la realización de un muro de contención que serviría para aislar la planta del humedal en épocas de invierno en la miniptar de Villarosa dado a la baja capacidad portante del suelo, y a su vez se cumplía con el costo presupuestal del inicio del contrato que era de \$2.416.350.428 COP, razón por la cual se realizó una solicitud de adición de \$1.047.007.591 COP.

Por otro lado, se hace una suspensión por 30 días de las obras en el mes 8 debido a los imprevistos encontrados en los niveles freáticos durante los trabajos en la miniptar La liga y Miniptar Villarosa. En el lapso de tiempo que comprende el mes número trece (13) se realizó una segunda suspensión, pero esta vez de la planta ubicada en el barrio Villarosa del distrito especial, las actividades de esta obra fueron retomadas a finales del mes de Julio del 2019.

Durante los meses 14, 15, 16 y 17 se realizaron actividades como movimiento de tierra, mampostería, instalaciones hidrosanitarias y construcción de estructuras concreto.

En el primer mes del desarrollo de la práctica empresarial se presentó un tiempo fuerte de lluvias que perjudica el avance en la ejecución del proyecto, ya que es necesario realizar actividades de rellenos y excavaciones dentro de los frentes de trabajo, y estas no han podido ser avanzadas debido a las condiciones presentadas, razón por la cual se evidencia un porcentaje de retraso del 1,4% con respecto a lo programado.

En las obras se evidenciaron las siguientes dificultades:

- Miniptar La liga:

Se observó una dificultad para la entrada de maquinaria y materiales debido a que la planta se encuentra en zona boscosa aledaña a la población y no había vía para acceso vehicular. Debido a esto se realizó un acceso temporal vehicular por el costado izquierdo de la planta.

- Miniptar Villarosa:

Se evidenció una dificultad en el proceso constructivo de las estructuras debido a la mala estabilidad y capacidad del suelo, a su vez su proximidad a un humedal.

8. ESTADO DE LA OBRA AL FINALIZAR LA PRACTICA

Terminados los cuatro (4) meses de la práctica empresarial el día 26 de diciembre de 2019, las obras se encuentran en un porcentaje de avance como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Porcentajes finales de estado de obra.

<i>Miniptar</i>	<i>Porcentaje acum. [%]</i>
Miniptar La Liga	98,77%
Miniptar Villarosa	90,66%

El estado del contrato se encuentra casi completo en su totalidad, ya que se han ejecutado gran parte de las actividades propuestas en los ítems del presupuesto y con el plan de trabajo o cronograma de actividades.

Las obras de este contrato celebrado entre Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P, Cormagdalena, Municipio de Barrancabermeja y SERVICIVIL S.A.S deben ser entregadas el día 31 de diciembre de 2019 para iniciar el periodo de prueba de la marcha y operación de las miniptar's.

En la tabla 8 se puede observar los porcentajes de avance de cada ítem del presupuesto hasta la fecha de finalización de la práctica.

Tabla 8. Porcentajes de avance al final de la práctica.

Ítem	Avance de obra [%] (26/12/19)	
	La liga	Villarosa
Actividades preliminares	100%	100%
Movimiento de tierra	100%	100%
Estructura	100%	98%
Instalac. Sanitaria	98%	96%
Instalac. Hidráulica	100%	99%
Urbanismo	100%	75%
Señalización	97%	96%
Acabados	100%	100%
Cubierta	100%	78%
Lechos de secado	100%	70%
Equipos	100%	89%
Accesorios	100%	91%
Eléctricos	97%	92%
Actividades ambientales	98%	95%
Puesta en marcha PTAR	50%	0%
Ítems no previstos	100%	97%

El estado de la obra ubicada en el barrio La liga se puede observar en la figura 32 y 33. En esta foto se puede evidenciar el avance de la obra, donde lo único faltante es algunas instalaciones sanitarias y eléctricas, actividades ambientales y la puesta en marcha de la planta.

Figura 32. Planta barrio La liga



Figura 33. Vista Superior planta barrio La liga



La obra de la minipar Villarosa al finalizar la práctica se encontraba aun con algunas actividades presupuestales faltantes como urbanismo y los lechos de secado que se encontraban en construcción. En la figura 34 y 35 se observa lo anteriormente mencionado.

Figura 34. Planta barrio Villarosa.



Figura 35. Vista Superior planta barrio Villarosa.



9. CONCLUSIONES

Se evidenció que realizar un correcto seguimiento y control de las actividades desarrolladas en obra permite identificar a tiempo los retrasos, posibles inconvenientes en obra y disminución del rendimiento del personal y constructivo; generando así posibilidades de buscar soluciones óptimas que ayuden a cumplir con el tiempo establecido en el plan de trabajo del contrato.

El proceso constructivo de las dos (2) plantas de tratamiento de agua residual se realizó con dificultad debido a el difícil acceso de maquinaria y material de obra, la baja capacidad portante del suelo y las condiciones climáticas en este periodo de tiempo.

Se realizó exitosamente el suministro e instalación del sistema de pilotaje hincado $\varnothing = 12"$ y muro de contención para mejorar la estabilidad del suelo.

Se logró cumplir con cada uno de los objetivos planteados en el plan del proyecto y a su vez con las responsabilidades y deberes adquiridos como apoyo de auxiliar de ingeniería civil en la empresa

sin ningún inconveniente durante el tiempo de ejecución del trabajo.

La práctica empresarial es una modalidad de proyecto de grado idónea para el estudiante enriquecer sus conocimientos, adquirir experiencia sobre el proceso constructivo y actividades que se desarrollan en obra, y a su vez complemento para la formación como profesional UIS.

10. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para un proyecto futuro no se realice una planta de tratamiento de aguas residuales próximo a la población ya que esto puede generar incomodidad en la comunidad aledaña debido al olor o ruido que esta pueda presentar.
- Se sugiere buscar un terreno más amplio para el desarrollo de próximos proyectos y a su vez que este tenga un suelo con una capacidad portante mayor para así evitar posibles daños a futuro en las estructuras por asentamientos y también de esa manera poder reducir los costos del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

AGUASISTEC - Solución en tratamiento de aguas: [en línea] [citado 30 de octubre de 2019].disponible en: <https://www.aguasistec.com/planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales.php>

ECURED - ENCICLOPEDIA CUBANA: Tratamiento de aguas residuales [en línea] [citado 3 de noviembre de 2019] disponible en: https://www.ecured.cu/Aguas_residuales#Tratamiento_de_aguas_residuales.

EDI - ENVIRONMENTAL DYNAMICS INTERNATIONAL: Sistemas de burbuja fina [en línea] [citado 6 de noviembre de 2019].disponible en: <https://www.environmentaldynamics.com/es/sistemas-de-aireacion/sistema-de-burbuja-fina>

IAGUA: Que es tan importante tratamiento aguas residuales [en línea] [citado 28 de octubre de 2019].disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/carlot-real/que-es-tan-importante-tratamiento-aguas-residuales>

LESUR Luis; Manual del residente de obra; Edición 1; Editorial Trillas; México - 2002; pág. 10 – Pág. 31.

ROMERO ROJAS Jairo Alberto; Tratamiento de aguas residuales: teoría y principios de diseño; Primera edición; Centro editorial; Bogotá, Colombia – enero 2000; Capítulos 1, 8, 12, 13, 18, 22, 26.