

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRIQUEZ URENA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**“Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario en la Colonia Agrícola,
Jarabacoa”.**

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Civil

Sustentando por:

Gabriel Alejandro Mercedes 13-1650

Jake Montes de Oca 11-0530

Asesora:

Ing. Amelia Pérez

2018

Santo Domingo, D.N., Republica Dominicana

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios todopoderoso por darme la oportunidad de cumplir mis metas. A Él le debo todo, desde darme unos padres maravillosos, de acompañarme en cada paso que doy, hasta perdonarme a diario. Gracias infinitas a Él.

Agradezco a la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, por haberme aceptado para formarme y por abrirme las puertas para estudiar mi carrera, también conocí muchas personas excelentes, muchos maestros que inspiraban ser mejor cada día.

Agradezco al director de la carrera durante estos 4 años, el Ing. Ramón Tavarez por su responsabilidad y preocupación por hacer las cosas bien, sin importar las críticas desde el otro punto de vista de los estudiantes.

Agradezco a mi asesora de tesis la Ing. Amelia Pérez por su apoyo, preocupación en que todo salga bien. Muy buena asesora y excelente guía.

Agradezco a todos los profesores que me han transmitido sus grandes enseñanzas, y a los que siempre estaban dispuesto a explicar, muchas gracias.

Agradezco a todos aquellos amigos y compañeros que siempre han estado al lado de mí durante estos años.

Agradezco a la Arq. Ruth Rosado, por su disponibilidad y ayudarme a hacer esto realidad. De verdad que muchas gracias, un regalo de Dios.

Y por último al personal que trabajan en la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, gracias por la colaboración y querer hacer un buen trabajo.

Gabriel Alejandro Mercedes García

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a **Dios**, con el nada es imposible y siempre me ha demostrado estar conmigo en toda mi vida y siempre mostrándome el camino que debo seguir. “La fe mueve montañas...”

A mi Padres, **Jose Montes de Oca** y **Jacqueline Zorrilla**, lo han sido todo para mi, mejor regalo que ellos no puedo pedir, siempre con su amor, apoyo, comprensión, confianza y ayuda, siempre serán un motor de impulso para mí a ser mejor. Los amo.

A mis compañeros: **Gabriel Mercedes, Carlos Reyes, Eloy Moreno, José Gómez, Katherine Fernández, Vladymir Mercedes, Claudia Mercedes, José Villa y Natasha Paulino**. Fue destinado a que nuestros caminos se cruzaran y volvernos la familia que somos y eso no se consigue por casualidad. Éxito y muchas cosas buenas nos depara el futuro.

También a mis demás compañeros: **Carlos Novas, Saul Espino, Saudy Comas, Eduardo Diaz, Elias Parra, Frederick de la Cruz, Isaac Guerrero, Ismael Ramírez, Janluc Parra, Manuel Rodríguez, Marlon Pérez, Ronald Zaldivar, Martín Rodríguez, Rony de los Santos, Steven González y Wancer Herrera**. Son el mejor equipo que puedo tener y contar con todos a cada paso que damos es el mejor sentimiento. Y dedicación especial para nuestro hermano **Victor Díaz**, síguenos cuidando y llenándonos de alegría desde lo alto, esto no solo es mío, es de todos.

A mi pareja, **Lisbe de Castro**, has sido lo mejor que puedo pedir en este mundo. Personas como tu valen su peso en oro. Todo lo que me has demostrado y lo que me has ayudado a conseguir mis metas te define como la mejor persona para llevar este viaje al que llamamos vida. Te amo

A mis amigos y demás familiares, que de una forma u otra me dejan saber lo importante que soy para ellos y que siempre me alientan a ser mejor y nunca rendirme. Saben que los llevo en el corazón y nunca los olvido por todo lo que han influido y hecho en mí.

Simple y sencillo, gracias por todo y a todos.

Jake Montes De Oca

DEDICATORIA

A mis padres Alejandro Mercedes y Adalgisa García. El apoyo de ellos ha sido tan grande, que no se puede explicar. Ellos fueron ese motor, ese apoyo emocional en mi vida y gracias a sus consejos y su infinito amor, puedo llegar a lograr esta meta.

A mis hermanos, por ayudarme cuando lo necesitaba y por la confianza que tienen en mí de que siempre haré las cosas bien, de que soy excelente como ellos lo son.

A Mariana, por darme tanto, por apoyarme y por hacerme sentir que puedo conseguir lo que quiera, con Dios.

A mi amigo Juanmy Villa Diaz, más que un amigo, es como mi hermano, quien siempre estuvo dispuesto a escucharme y aconsejarme de la vida.

A mi amiga Claudia Mercedes, sin ella esto no fuera posible. Su compañía y su apoyo fueron esenciales. Siempre lo recordaré.

A mis amigas Stephanie Garrido, Jinet Carpio, Ariannly Sánchez y Yudeysi Urraca, que siempre confiaron en mí y me brindaron su apoyo incondicional desde la distancia. **A Virginia Núñez** por su gran corazón y dedicación, y a la vez inspirarme.

A mis amigos, Claudia Mercedes, Carlos Reyes, Katherine Fernández, Yu Wen Tsai Huang, Natasha Paulino, Moisés Mercedes, José Eduardo Gómez, José Danilo Villa, Eloy Moreno y Jake Montes De Oca, quienes me ayudaron bastante en estos años de carrera, con alegrías y tristezas, creamos un vínculo que espero que siga a pesar de los años. **A María Alejandra Gómez** porque estuvo presente y me apoyó cuando más lo necesitaba. También a todas aquellas personas que durante estos 4 años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Gabriel Alejandro Mercedes García

ÍNDICE

Capítulo I: Planteamiento del problema	12
1.1 Planteamiento y formulación del problema	13
1.1.1 Preguntas de investigación	15
1.2 Objetivos de la investigación	15
1.2.1 Objetivo general	15
1.2.2 Objetivos específicos	15
1.2 Justificación	16
1.4 Antecedentes	17
1.5 Alcances y limitaciones	18
1.5 Formulación de Hipótesis	19
Capítulo II: Marco teórico	21
2.1 Marco Teórico	22
Capítulo III: Marco Conceptual	30
3.1 Marco conceptual	31
Capítulo IV: Marco contextual	39
4.1 Marco contextual	40
Capítulo V: Marco metodológico	46
5.1 Enfoque de la investigación	47
5.2 Tipo de investigación	47

5.3 Procedimiento de diseño	48
<i>Capítulo VI: Resultados</i> _____	54
<i>Capítulo VII: Conclusión y Recomendaciones</i> _____	55
7.1 Conclusión.....	56
7.2 Recomendaciones.....	57
7.2.1 Recomendaciones	58
<i>Bibliografía</i> _____	62
<i>Anexos</i> _____	63

Índice de Figuras

Figura 1. Puntos de monitoreo Arroyo Yerbabuena, Jarabacoa. Fuente: (Yaque, 2017).....	29
Figura 2. Puntos de monitoreo Arroyo Yerbabuena, Jarabacoa. Fuente (Yaque, 2017)	29
Figura 3. Climografía de Jarabacoa. Fuente: (Climate-Data.org, 2017).....	41
Figura 4. Ubicación del Sector La Colonia Agrícola. Fuente: (Google Maps)	44
Figura 5. Mapa de La Colonia Agrícola, Jarabacoa. Fuente : (Google Earth)	45
Figura 6. Ubicación recomendada para la planta de tratamiento. Fuente: (Propia) 58	
Figura 7. Macrofitas Flotantes. Fuente: (Yaque, 2017).	64
Figura 8. Plancha de ubicación. Fuente: (Propia)	65
Figura 9. Tanques recolectores. Fuente: (Yaque, 2017)	66
Figura 10. Macrofitas Flotantes. Fuente: (Yaque, 2017)	67
Figura 11. Salida del filtro. Fuente: (Propia).....	67
Figura 12. Sustentes e Ingenieros de Plan Yaque. Fuente: (Propia)	68
Figura 13. Proceso de Macrofitas. Fuente: (Propia).	69
Figura 14. Cañada en el Sector La Colonia Agrícola. Fuente: (Propia)	70
Figura 15. Canaletas que dirigen agua residual y agua pluvial. Fuente: (Propia) ...	71
Figura 16. Sistema actual en el Sector La Colonia Agrícola. Fuente: (Propia)	72

Índice de Tablas

Tabla 1 . Datos geográficos. Fuente: (Análisis de Calidad de Agua del Rio Yaque del Norte en la zona de Influencia de la comunidad Arroyo Frío en la Provincia de La Vega, 2017).....	27
Tabla 2. Información calidad del agua. Fuente: (Análisis de Calidad de Agua del Rio Yaque del Norte en la zona de Influencia de la comunidad Arroyo Frío en la Provincia de La Vega, 2017).....	27
Tabla 3. Índice de calidad de agua. Fuente: (Análisis de Calidad de Agua del Rio Yaque del Norte en la zona de Influencia de la comunidad Arroyo Frío en la Provincia de La Vega, 2017).....	28
Tabla 4. Parámetros climáticos promedio de Jarabacoa. Fuente: (ONAMET)	42
Tabla 5. Población de la Colonia Agrícola Censo 2010. Fuente: ((ONE)).....	42
Tabla 6. Condición económica de la población de la Colonia Agrícola Censo 2010 Fuente: ((ONE)).....	43
Tabla 7. Nivel educativo de la población de la Colonia Agrícola Censo 2010 Fuente: ((ONE), 2017)	43

Introducción

En República Dominicana, el tema de la salud se ha vuelto algo vital para toda la nación ya que el nivel de contaminación en el agua ha aumentado considerablemente por más de 20 años, específicamente en algunas zonas como La colonia agrícola, según un artículo publicado en Jarabacoa Teve, en agosto de 2016. Debido a esto el funcionamiento y la regulación tanto de sistemas de alcantarillado como de plantas de tratamiento es un plan que se ha estado implementando para combatir la contaminación en las diferentes fuentes acuíferas de nuestro país y es un gran apoyo a los sectores de Salud y Medio Ambiente.

La colonia agrícola se ha vuelto un punto clave para la causa de esta contaminación que, a la larga, afecta también a una principal fuente como lo es Arroyo Yerbabuena donde descargan todas las aguas residuales que van a parar al Yaque del Norte que alimenta la producción agrícola de la línea Noroeste y permite almacenar el agua de consumo humano para los habitantes de Santiago y Moca.

Según la información obtenida a través de un artículo publicado por Miguel Ponce el 13 de abril de 2016 en Mocapresente.net, Jarabacoa, perteneciente a la provincia La Vega, cuenta con una población que supera los 70 mil habitantes.

La organización del Plan Yaque está implementando la utilización de los sistemas de alcantarillados sanitarios de las zonas en cuestión y, se trata de llegar a un convenio con la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU) para realizar dicho proyecto en conjunto.

Al encontrar evidencia de información del vertido de aguas residuales a los arroyos y ríos en la zona, surge como interés el diseño de una red de alcantarillado sanitario en la comunidad Colonia Agrícola. Luego de una evaluación exhaustiva de las posibles zonas afectadas, se escoge una de las menos pobladas donde la atención de las instituciones competentes es menor y donde no existen regulaciones certeras de saneamiento para allí determinar qué la implementación de la red en ese tramo es adecuado para iniciar con la implementación del mismo; se selecciona la Colonia Agrícola debido a que es una de las comunidades ubicada en la cuenca alta de Jarabacoa y la que posee un mayor número de pobladores, de manera que al tratar de buscar una solución lo primero es realizar un diseño factible para generar una solución verídica.

Capítulo I: Planteamiento del problema

1.1 Planteamiento y formulación del problema

Las algas se hacen presentes en los ríos Yaque del Norte, Jimenoa y Baiguate, situación atribuida a los focos de contaminación en sus cuencas, mientras en Constanza temen que con la depredación desaparezcan varias fuentes acuíferas. El geólogo y ambientalista Osiris de León asegura que el problema obedece a la descarga directa de aguas cloacales por falta de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento. En el arroyo Yerbabuena donde van a parar todas las aguas residuales que van al Yaque del Norte, afluente que alimenta la producción agrícola de la línea Noroeste y permite almacenar el agua de consumo humano para los habitantes de Santiago y Moca. El comunicador Roberto Ureña, quien hace cinco años se crucificó durante dos días para demandar una planta de tratamiento e impedir el desvío del Yaque para construir una presa, lamenta que el gobierno eliminó la obra del presupuesto.

La preocupación sobre los daños ambientales a estos tres ríos es externada por el empresario Moshe Gil Genao, quien advierte sobre las algas que han empezado a cubrir las aguas del balneario La Confluencia, donde se unen el Jimenoa y el Yaque. El expresidente de la Sociedad Ecológica del Cibao, Nelson Bautista considera que son tres los frentes que avanzan sin piedad y llevarán al extremo las aguas que se recibe desde Constanza.

La búsqueda de suelos vírgenes, o con acceso a fuentes de agua, se ha llevado consigo bosques en zonas vitales para la sostenibilidad ambiental. Igualmente, la sobreexplotación de los predios, sin medir las consecuencias (Ponce, 2016).

La red de alcantarillado sanitario es responsabilidad del Instituto Nacional de Agua Potable y Alcantarillado (INAPA) y del Ayuntamiento de Jarabacoa. A pesar de esto el municipio no cuenta con esta necesaria instalación, que hace un tiempo atrás se inició con la construcción de una red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento, pero la obra fue paralizada, por falta de voluntad política y supuesta falta de recursos económicos.

En la actualidad las viviendas cuentan con sépticos y filtrantes, pero también existen muchas de ellas que carecen de estas instalaciones y están conectadas al sistema de alcantarillado pluvial y descargan en las cañadas, arroyos y ríos. Este hecho resulta ser grave por los efectos negativos que acarrea a la población (Jarabacoa, 2006).

A partir de todo lo que se dice del problema surgen dos vertientes la primera se encuentra en el nivel de insalubridad con que constan los municipios de Jarabacoa debido a la inexistencia de un sistema de alcantarillado sanitario y la segunda vertiente está asociada a la reducción de la calidad de las aguas de ríos y arroyos que trae como consecuencia la contaminación de los recursos hídricos que se encuentran en la zona, ya que estas aguas negras son vertidas directamente a cañadas que sin ningún tipo de tratamiento tienen como destino final el Arroyo de Yerba Buena que es una de las partes más bajas del municipio de Jarabacoa.

1.1.1 Preguntas de investigación

1. ¿Cómo se puede aprovechar el espacio para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario?
2. ¿Cómo es el comportamiento a nivel altimétrico de la zona?
3. ¿De qué manera se puede tratar disminuir el nivel de contaminación provocado por los diversos factores existentes?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

- Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario en la zona de La colonia agrícola en Jarabacoa.

1.2.2 Objetivos específicos

- Aprovechar el mínimo espacio para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario.
- Realizar un levantamiento topográfico en la zona de diseño.
- Presentar opciones para disminuir el nivel de contaminación provocada al agua del río, sugiriendo un tipo de planta de tratamiento de aguas residuales.

1.2 Justificación

La importancia de realizar un sistema de alcantarillado en la comunidad colonia agrícola ubicada en el municipio de Jarabacoa provincia La Vega, es poder mitigar los factores contaminantes que aportan diversos problemas a los moradores de la comunidad y establecer finalmente las condiciones necesarias de salubridad para que este proyecto pueda servir en el futuro como utensilio para resolver la problemática que hoy se vive en dicho municipio.

Es tema de entendimiento la omisión a la Ley 64-00 en lo que respecta a la contaminación ambiental por vertido de desechos a los ríos y arroyos de la zona se dan los indicios de la posible contaminación de los mismos y la necesidad de forma urgente de lo que es un sistema de alcantarillado sanitario.

La utilidad y justificación que motiva a estudiar la necesidad de un sistema de alcantarillado es el problema de la contaminación ambiental por vertimiento de desechos en las aguas, y así buscar mecanismos que aseguren el permanente cumplimiento de la presente Ley de Medio Ambiente, y finalmente poder sugerir medidas que ayudarían a conservar, preservar y restaurar los ríos y arroyos que se ven afectados por el problema.

El propósito de este trabajo de grado es de proveer a la comunidad un diseño que sea factible y económico, por la razón de es que una población de muy escaso nivel económico y de un

gran nivel de pobreza, y que cumpla con los reglamentos y normativas que regulan nuestro país por parte del Ministerio de Obras Publicas y Comunicación (MOPC) y la Corporación de Acueductos y Alcantarillados de la Vega (CORAAVEGA), para contribuir con el mejoramiento de la situación en la que se encuentra, respecto a la contaminación y al tratamiento de sus aguas residuales.

1.4 Antecedentes

En primer lugar, tenemos que, en enero de 2010 presentado en la Universidad de El Salvador, en San Salvador el trabajo de grado “*Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamientos de aguas residuales para la ciudad de San José Guayabal, municipio de San José Guayabal, Departamento de Cuscatlán.*” Por Elin Elizabeth Chinchilla Menjivar y Eva Corina Rodríguez Ayala en obtención del título de Ingeniera Civil.

Esta investigación trata diseñar un sistema de alcantarillado sanitario y una correspondiente planta de tratamiento para proveer una adecuada recolección, manejo y tratamiento de las aguas residuales de origen doméstico en dicha zona.

También, en marzo 2011 presentado en la universidad de San Carlos de Guatemala, en Guatemala el trabajo de grado “*Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio El Centro y sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio La Tejera, municipio de San Juan Ermita, Departamento de Chiquimula.*” Por Oscar Rolando Martínez Jordán en obtención del título de Ingeniera Civil.

En esta investigación se buscó hacer dos tipos de diseños: uno de abastecimiento de agua potable y otro de sistema de alcantarillado para dos comunidades diferentes ya que ambas carecían de este tipo de soluciones básicas para su regulación de los servicios de agua.

1.5 Alcances y limitaciones

Alcances

Con esta investigación se pretende diseñar y desarrollar un sistema de alcantarillado sanitario para el sector de la colonia agrícola, Jarabacoa.

También se incluirán estudios topográficos y de suelos para y posteriormente el diseño de los elementos de la ya mencionada estructura. Al igual se incluirá, en la parte final, los planos del proyecto mencionado.

Limitaciones

No se efectuarán procesos consecuentes al diseño del sistema de alcantarillado, es decir, el funcionamiento de la misma.

El área a trabajar para el desarrollo de esta tesis solo será para el sector La colonia agrícola.

No se realizarán evaluaciones de impacto ambiental en un enfoque socio económico.

1.5 Formulación de Hipótesis

La necesidad de la existencia de un proyecto que regule las aguas residuales de la comunidad Colonia Agrícola se basa en factores contaminantes procedentes de desechos que pueden ser causantes de diversos problemas en esta comunidad. Lo que ha llevado a que se formule una hipótesis general al preguntar: ¿Es factible el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad Colonia Agrícola?

De ser esta suposición verdadera, se podrá proveer de una solución que ayude a evitar que los moradores de dicha comunidad sufran de consecuencias y podrá considerarse como un proyecto para la posible adecuación de la zona.

De ser esta suposición falsa, se dará a conocer que la hipótesis es nula.

Para poder orientar la investigación a un resultado objetivo, se usarán varios métodos de investigación, auxiliándonos de estudios del agua en cuestión y en los recursos existentes ya publicados concernientes a dicha localidad.

Esta hipótesis se limitará a reproducir una investigación, por lo que podrá ser utilizada en proyectos futuros. Se usará una variable independiente llamada con relación a la Variable Dependiente. Las intervenciones serán realizadas por los sustentantes de dicha hipótesis.

Capítulo II: Marco teórico

2.1 Marco Teórico

A pesar de que alrededor del 65% del agua que se produce en el país nace en la región norte, el municipio de Jarabacoa tiene un precario abastecimiento del preciado líquido, según manifestó el presidente del Consejo de Apoyo a Jarabacoa, José Tejeda.

Durante una visita a LISTÍN DIARIO, Tejeda manifestó que la petición de la construcción de un acueducto, alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales del municipio, se ha realizado por varias vías al presidente de la República Dominicana, Danilo Medina, sin embargo, las respuestas no han llegado.

Los miembros del Consejo, Andrés Dilonex y Jordi Hernández, quienes acompañaron a Tejeda, indicaron que desde el año 2003, la construcción del acueducto está paralizada. La obra se encuentra en un 35% de su construcción, según informaron.

Tejeda expresó que paradójicamente el presidente Danilo Medina declaró el próximo 2018 como el año del agua, mientras en Jarabacoa no la tienen.

Explicó que más de 50 juntas de vecinos, incluyendo las principales autoridades del municipio de La Vega, se han unido en favor de que esta obra sea terminada, la cual tiene un costo aproximado de RD\$860 millones.

La misión aseguró que dentro de los objetivos del municipio no está el realizar ninguna presión social, ni marchas, sino que confían en que el presidente les escuchará su reclamo.

“Lo que se necesita es la terminación, solo le falta el 65%”, dijo Tejeda.

El asesor financiero e inmobiliario, Andrés Dilonex sostuvo que las personas que construyen en Jarabacoa deben realizar un pozo tubular para poder acceder al agua, lo que con el paso del tiempo incrementa la contaminación de los principales ríos que pasan por el municipio. “Yo tengo 11 años viviendo en el sector de Buena Vista y no he recibido ni una gota de agua del acueducto que data de hace más de 50 años”, destacó Tejeda (ListinDiario, 2017).

El presidente de la Asociación para el Desarrollo de La Vega, René García, pidió al presidente Danilo Medina que incluya en el Presupuesto Nacional del 2014 las partidas para construir un acueducto y una planta de tratamiento de aguas residuales en este municipio.

Afirmó que ambas obras son prioritarias para el desarrollo de Jarabacoa y de gran impacto para la provincia La Vega.

Dijo que Medina se comprometió a construir ambas obras y que, al excluirlas del proyecto de presupuesto, el gobernante lanzó “un balde de agua fría” a los munícipes de esa demarcación.

Advirtió que los distintos sectores de Jarabacoa, con el respaldo de los municipios La Vega, Constanza y Jima, no piensan quedarse de brazos cruzados ante la promesa incumplida del Gobierno.

Afirmó que, en un encuentro reciente, comerciantes, empresarios, religiosos y líderes de organizaciones sociales acordaron iniciar un plan de lucha para que Medina envíe un adendum al Congreso Nacional incluyendo las partidas para levantar esas obras.

Aseguró que ese plan cuenta con el respaldo de legisladores y dirigentes políticos (ElNacional, 2013).

Obteniendo parte de esta información se puede definir la relación que existe entre los problemas y cada uno de los objetivos que se buscan dentro de esta investigación, tal como es la evaluación de los factores de contaminación que arrojaran los resultados de cuales aportan conocimiento de la necesidad de la implementación de un sistema de alcantarillado, también la cantidad de agua residuales que ingresa a los arroyos existentes en la zona a evaluar y cómo afecta toda esta contaminación a la población de la colonia agrícola en Jarabacoa.

La colonia agrícola es uno de los sectores que conforman lo que es el municipio de Jarabacoa y es uno de los más importantes por su nivel de producción en el área de agricultura.

En este poblado, al igual que en muchos otros del mismo municipio, tienen una particularidad que afecta tanto a ellos mismos como a las demás poblaciones. El nivel de contaminación de las aguas residuales ha ido en incremento en los últimos 20 años.

Esta consecuencia se debe al aumento de la población al paso del tiempo, la contaminación que produce la misma al arrojar los desechos a las aguas de los arroyos, que por ende se van acumulando en una de las fuentes acuíferas más importantes del país (Arroyo Yerbabuena) y, la falta de concientización de los habitantes.

Se realizó una investigación y una evaluación in situ de la problemática del lugar y se pudo concluir que, en esa población, al igual que prácticamente toda Jarabacoa, no hay existencia de un sistema de alcantarillado sanitario para la dirección de las aguas residuales que se obtiene producto de los desperdicios y desechos de sus pobladores.

Actualmente en la República Dominicana se están tomando medidas sobre la contaminación de las aguas, al igual que la realización de proyectos ambiciosos y revolucionarios para el tratamiento de las aguas residuales y la pérdida monetaria que estas mismas provocan.

Por esta situación que ha ido tomando un auge al pasar el tiempo, se propone esta iniciativa de un diseño de sistema de alcantarillado para poder aportar tanto a la nación como a la ingeniería sobre esta problemática, que en cierto punto nos afecta igual a todos.

La institución Plan Yaque generó estudios de calidad de agua en lo que es el arroyo yerbabuena los cuales dieron con altos niveles E-coli generados debido al vertimiento de las aguas negras a este arroyo. El título de este reporte lleva como nombre “Influencia de la población de Jarabacoa en el aumento de los niveles de Escherichia coli en Arroyo Yerba Buena”, donde hacen una descripción en específico de la bacteria y de la situación del arroyo.

El arroyo Yerbabuena es un tributario de la cuenca del Rio Yaque del Norte, ubicado en la parte alta de la misma, recorre gran parte de la ciudad de Jarabacoa, recogiendo las aguas residuales producidas en los sectores: Palo Blanco, El Mirador, Ercilia Pepin, Yerba Buena y el Bolsillo. Los niveles de contaminación del arroyo aumentan a medida que atraviesa estos sectores debido a la falta de sistemas que traten el agua antes de llegar a este arroyo que termina en el rio Yaque del Norte, destacando que la comunidad Colonia Agrícola lleva todas sus aguas residuales a la cañada El Gato la cual termina desembocando en el rio Jimenoa.

Según estudios realizados anteriormente dentro de un trabajo de grado al rio Jimenoa se encontraron los siguientes resultados:

Datos Geográficos			
Nombre del sitio:	Arroyo Frío		
Río:	Las Palmas		
Microcuenca:	Las Palmas		
Subcuenca:	Jimenoa		
Cuenca:	Río Yaque del Norte		
Coordenadas:	X	19Q0333527	
	Y	2103015	
Fecha	13 de Julio del 2017		
Hora	0	8	am

Tabla 1 . Datos geográficos. Fuente: (Análisis de Calidad de Agua del Río Yaque del Norte en la zona de Influencia de la comunidad Arroyo Frío en la Provincia de La Vega, 2017)

Infomación Calidad del Agua					
Cód.	Parámetros	ud	Valores		
1	OD	mg/L	7.99	8	8.04
2	OD	%	98.3	98.4	99.6
3	Amonio	mg/L	0.23	0.14	0.11
4	Nitritos	mg/L	2.7	2.8	2.95
5	Turbidez	NTU	3.26	3.5	3.33
6	TDS	mg/L	73.4	72.8	72.8
7	CE	μS/cm	102.4	102.2	102.2
8	CE esp	μS/cm	112.6	112.3	112.3
9	ph	unid de ph	6.5	6.5	6.5
10	Temperatura	0c	20.3	20.3	20.3
11	DBO5	μS/cm	6.16	6.16	6.16
12	Coliformes fecales	NMP/100ml	24000	24000	24000
13	Fosfatos	mg/L	3.5	3.5	3.5

Tabla 2. Información calidad del agua. Fuente: (Análisis de Calidad de Agua del Río Yaque del Norte en la zona de Influencia de la comunidad Arroyo Frío en la Provincia de La Vega, 2017)

Índice de Calidad de Agua (ICA)					
Parámetro	Resultado de la medición	Ud	Peso (w)	Valor de parámetro	Índice
Oxígeno Disuelto	98.8	%	0.17	99	16.83
E-coli	240	ucf	0.16	36	5.76
PH	6.5	ud ph	0.11	72	7.92
Temperatura	20.3	oc	0.10	21	2.10
Nitrato de Nitrógeno	2.81	mg/L	0.10	91	9.10
Turbidez	3.36	NTU	0.08	89	7.12
Sólidos Totales Disueltos (TDS)	73	mg/L	0.07	86	6.02
Fosfato Total	3.50	mg/L	0.10	19	1.90
DOB5	6.16	mg/L	0.11	50	5.50
Sumatoria de los índices					62.25
Índice Cualitativo (Calidad del Agua)					Media

Tabla 3. Índice de calidad de agua. Fuente: (Análisis de Calidad de Agua del Río Yaque del Norte en la zona de Influencia de la comunidad Arroyo Frío en la Provincia de La Vega, 2017)

Plan Yaque dentro de su unidad ‘Agua y Saneamiento’, ha estado realizando monitoreo para determinar el grado de contaminación del arroyo Yerbabuena desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Yaque del Norte.

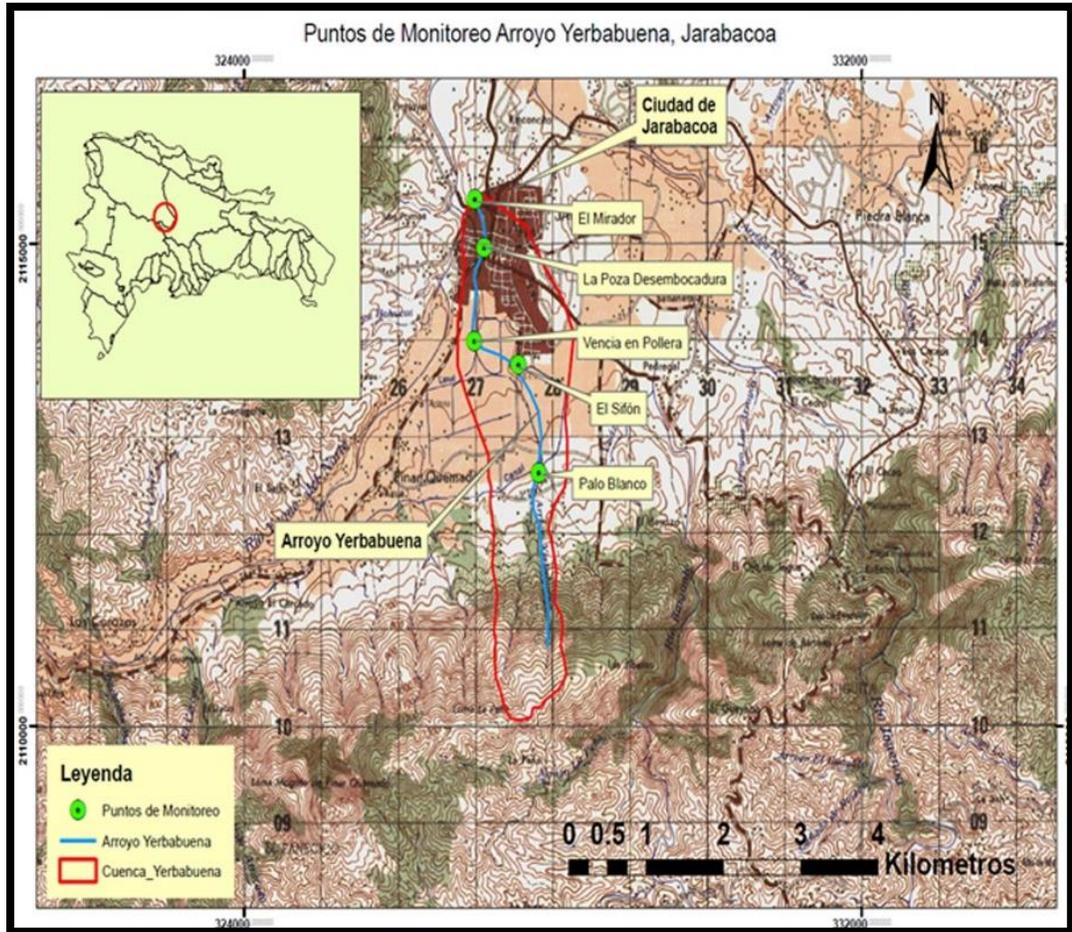


Figura 1. Puntos de monitoreo Arroyo Yerbabuena, Jarabacoa. Fuente: (Yaque, 2017)

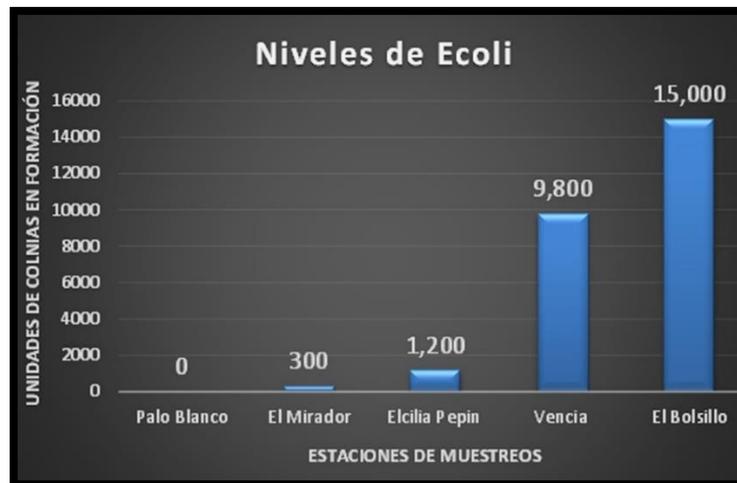


Figura 2. Puntos de monitoreo Arroyo Yerbabuena, Jarabacoa. Fuente (Yaque, 2017)

Capitulo III: Marco Conceptual

3.1 Marco conceptual

Aguas residuales

Las aguas residuales o aguas servidas contienen una pequeña cantidad de sólidos en relación con el peso del agua. Aproximadamente, una tonelada de agua residual tiene una libra de sólidos, los cuales se pueden encontrar en solución, en suspensión o sedimentados.

Las aguas residuales se componen, básicamente, de un 99,9 % de agua en su estado como agua potable y un 0,1% por peso de sólidos, ya sea disueltos o suspendidos en el agua. El agua sirve de transporte de estos sólidos.

Clasificación de aguas residuales

- **Aguas residuales domésticas (ARD):** Son aquellos líquidos provenientes de las viviendas, edificios comerciales e institucionales.

- **Aguas Negras:** Se les denomina aguas negras a las aguas residuales provenientes de inodoros, es decir, las que transportan excrementos humanos y orina, con un alto contenido de sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales.

Características importantes de las aguas residuales

- **Acidez:** Es la capacidad cuantitativa de un agua de neutralizar una base fuerte a un pH de 8.2. Esta se origina en la disolución de CO₂ atmosférico, en la oxidación biológica de la materia orgánica o en la descarga de aguas residuales industriales.

- **Alcalinidad:** Es una medida de la capacidad del agua de neutralizar ácidos. Esta capacidad la hace importante en el tratamiento químico de aguas residuales, en los procesos de remoción biológica de nutrientes, en la remoción de amoníaco y en tratamientos anaerobios.

- **Coliformes:** Son un organismo indicador de contaminación, es decir, son un indicador de la existencia de organismos productores de enfermedad.

- **Color:** Las aguas residuales domésticas son de color gris, y a medida que el agua envejece cambia a color gris oscuro y luego a negro. Este color es producido principalmente por la formación de sulfuros metálicos. El color en aguas industriales puede indicar el origen de la polución, y es una medida de buen estado o deterioro de los procesos de tratamiento.

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):** Es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias. Este es el parámetro más usado para medir la calidad de las aguas residuales ya que con ella se determina la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua, sirve para diseñar unidades de tratamiento biológico, para evaluar la

eficiencia de los procesos de tratamiento y para fijar las cargas orgánicas permisibles en fuentes receptoras.

- **Grasas y Aceites:** Se definen como sustancias solubles en hexano. Se consideran grasas y aceites a los compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno que flotan en el agua residual, recubren las superficies con las cuales entran en contacto, causan iridiscencia y problemas de mantenimiento, e intervienen con la actividad biológica pues son difíciles de biodegradar.

Metales pesados: Los metales pesados en altas concentraciones son todos tóxicos, entre ellos cabe resaltar el mercurio, cadmio y plomo, ya que estos elementos se magnifican biológicamente, en el medio natural, a través de la cadena alimenticia.

- **Olor:** Los olores en las aguas residuales constituyen una de las principales objeciones ambientales y su control en plantas de tratamiento es muy importante. Entre los problemas que se atribuyen a los olores ofensivos se señalan pérdida de apetito, menor consumo de agua, dificultades respiratorias, náusea, vómito, pérdida del valor de la propiedad y del potencial de su desarrollo.

- **Oxígeno disuelto (OD):** Es un gas de baja solubilidad en el agua, es esencial para la vida acuática aerobia. Su solubilidad oscila entre 7 mg/L a 35°C y 14.6 mg/L a 0°C para presión de una atmósfera. Debido a la baja disponibilidad de OD, se limita la capacidad autopurificadora de los cuerpos de agua y por tal razón se hace necesario el tratamiento de las

aguas residuales previo a su disposición en ríos y embalses. El suministro de oxígeno y las concentraciones de OD en tratamientos biológicos aerobios y aguas receptoras de aguas residuales son aspectos de la mayor importancia en el diseño, operación y evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales.

- **pH:** Es la medida de la concentración del ion hidrógeno en el agua, se encuentra expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar de ion hidrogeno. Aguas con concentración adversa del ion hidrógeno son difíciles de tratar biológicamente. Aguas con pH menor de seis, en tratamiento biológico, favorecen el crecimiento de hongos sobre las bacterias. El valor de pH adecuado para diferentes procesos de tratamiento y para la existencia de la mayoría de la vida biológica es de 6.5 a 8.5.

- **Temperatura:** Es un parámetro importante por su efecto sobre las características del agua, sobre las operaciones y procesos de tratamiento, así como el método de disposición final. La temperatura afecta y altera la vida acuática, modifica la concentración de saturación de oxígeno disuelto y la velocidad de las reacciones químicas y de la actividad bacterial.

Adicionalmente la tasa de sedimentación de sólidos en aguas cálidas es mayor que en aguas frías, por el cambio de la viscosidad del agua. La temperatura óptima para la actividad bacterial es de 25°C a 35°C.

- **Turbiedad:** Constituye una medida óptica del material suspendido en el agua. Es un factor importante en el control de calidad.

Etapas del proceso de las aguas residuales

- **Tratamiento primario:**

El tratamiento primario establece una serie de mecanismos de descontaminación, los cuales son métodos mecánicos como, por ejemplo: desarenadores y tanques de remoción de grasas.

En el tratamiento primario el propósito principal del mismo es remover los sólidos sedimentables y lograrlo por filtración, un tanque Imhoff o con algunas lagunas de estabilización anaerobia.

- **Tratamiento secundario:**

Su objetivo principal es remover las materias que puedan descomponerse y que estén suspendidas, en estado coloidal o en solución. Los mecanismos de filtración biológica, lodos activados y lagunas aerobias, anaerobias y facultativas, se consideran factibles para cumplir con ese objetivo.

- **Tratamiento terciario:**

Con este tratamiento se elimina gran cantidad de contaminantes, por medio de la cloración.

Con esto, queda parcialmente completo el proceso, ya que no siempre se podrá eliminar ciertas sustancias inorgánicas que presenten disueltas en el agua.

Alcantarillado

La planeación y desarrollo de los asentamientos de los seres humanos lleva consigo un planeamiento de servicios básicos de acueductos, alcantarillados, disposición de basuras, aseo, teléfono, electricidad, etc.

Los sistemas a utilizar para la evacuación tanto de las aguas residuales como pluviales son redes de colectores, conectado por pozos de inspección que se instalan en excavaciones a una determinada profundidad en las vías públicas. Este tipo de aguas están compuestas por las aguas de uso doméstico, industrial, comercial e institucional, lo que provoca que se tomen en cuenta como pertenecientes a los caudales de diseño del sistema de acueducto.

Los sistemas de alcantarillado no resuelven completamente los problemas ambientales y de salud de la población en cuestión, ya que corrientes que llevan estas aguas contaminadas generalmente desembocan en la superficie de las aguas más cercanas, donde su proceso de descomposición da lugar a una fuente de bacterias, parásitos, virus, que generan a su vez una

enorme cantidad de enfermedades que dan origen a condiciones más precarias para la población aguas abajo.

Existe la posibilidad de tratar estas aguas hasta el punto que se puedan reutilizar para cualquier propósito.

Componentes de una red de alcantarillado sanitario

Colectores terciarios: Son tuberías de diámetro pequeño (150 a 250 mm de diámetro interno, que se pueden colocar debajo de las veredas, a los cuales se conectan las acometidas domiciliarias.

Colectores secundarios: Son las tuberías que recogen las aguas de los colectores terciarios y las conducen a los colectores principales. Están ubicadas bajo tierras, en las vías públicas.

Colectores principales: Son tuberías de gran diámetro, usualmente situadas en las partes más bajas de las ciudades, y llevan todas las aguas servidas a su último destino.

Pozos de inspección: Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores para facilitar el mantenimiento.

Conexiones domiciliarias: Son pequeñas cámaras (de hormigón o plástico reforzado) que conectan el alcantarillado interior del recinto con el público.

Estaciones de bombeo: Como las redes de alcantarillado trabajan por gravedad, las tuberías necesitan tener una ligera pendiente para funcionar óptimamente, calculada para garantizar al agua una velocidad mínima que no permita la sedimentación de los materiales sólidos transportados. Cuando la topografía de la ciudad es plana, los colectores pueden llegar a tener profundidades superiores a 4-6 m, lo que hace difícil y costosa su construcción y aún más complicado su mantenimiento. En este tipo de situaciones, conviene intercalar en la red estaciones de bombeo, que permitan elevar el agua servida a una cota próxima a la cota de la vía.

Líneas de impulsión: Tubería en presión que se inicia en una estación de bombeo y se concluye en otro colector o en la estación de tratamiento.

Estación de tratamiento de las aguas residuales: Existen diferentes tipos de estaciones de tratamiento que dependen de la calidad del agua de salida y se clasifican en: primario, secundario o terciario.

Vertido final de las aguas tratadas: Puede ser:

Llevada a un río o arroyo.

Vertida al mar, próximo a la costa.

Reutilizada para riego y otros usos apropiados.

Capitulo IV: Marco contextual

4.1 Marco contextual

Ubicado en el mismo centro de la cordillera central, Jarabacoa se levanta en una altiplanicie de 525 msnm. Posee coordenadas geográficas 19°07'11"N 70°38'18"O

Tres son los principales ríos que pasan por Jarabacoa: El Yaque del Norte, el Jimenoa y el Baiguate. El municipio posee también tres impresionantes saltos de agua: el Salto de Jimenoa 1, Salto de Jimenoa 2 y el Salto Baiguate, y constituye la vía de acceso principal hacia el Pico Duarte (el más grande de las Antillas con 3.175 msnm).

Limita al norte con la Concepción de La Vega, al sur con Constanza, al este con Monseñor Nouel, y al oeste con Santiago.

Clima

Esta ciudad tiene un clima tropical. Es una gran cantidad de lluvia en Jarabacoa, incluso en el mes más seco. Este clima es considerado Af según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura media anual es 22.9 ° C en Jarabacoa. La precipitación es de 1340 mm al año.

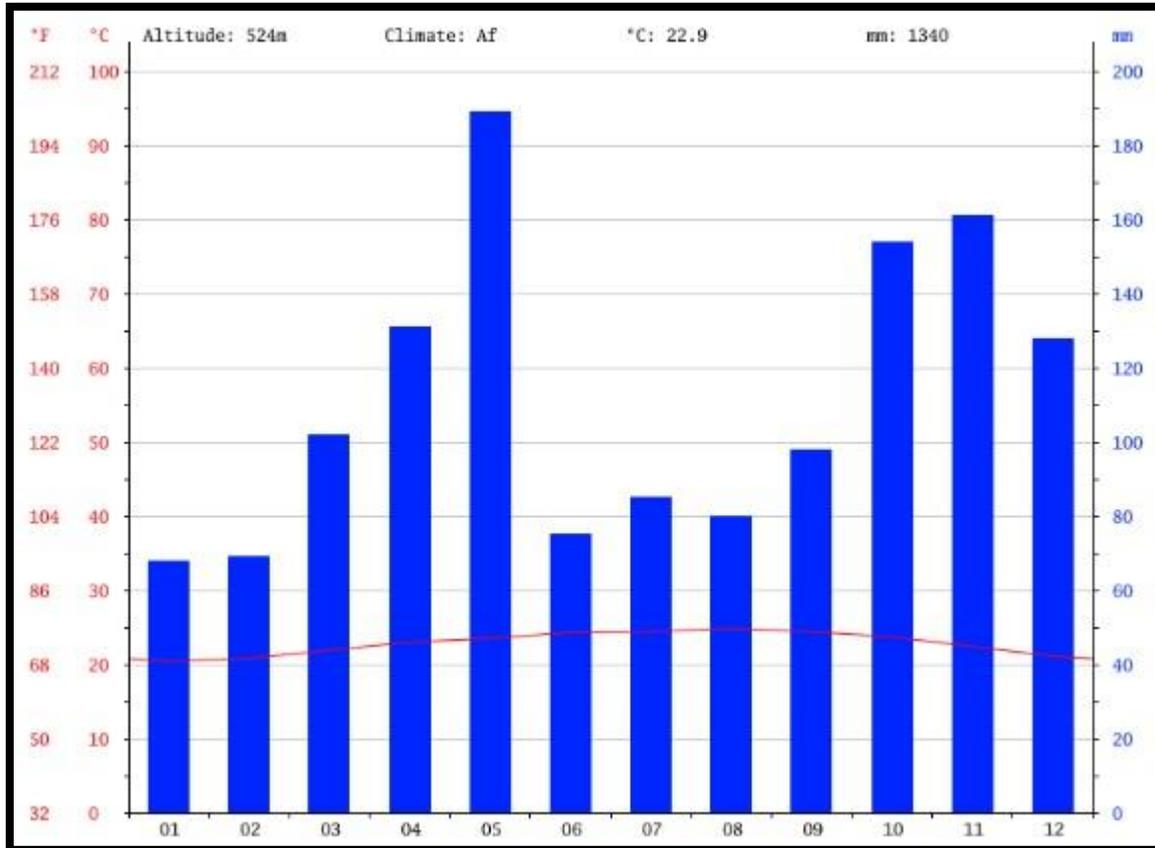


Figura 3. Climografía de Jarabacoa. Fuente: (Climate-Data.org, 2017)

La menor cantidad de lluvia ocurre en enero. El promedio de este mes es 68 mm. La mayor cantidad de precipitación ocurre en mayo, con un promedio de 189 mm.

Esta localidad presenta un clima tropical lluvioso; aunque está atenuado debido a su altitud, unos 500 metros sobre el nivel del mar.

Las temperaturas presentan poca variación, pero en general entre marzo y noviembre las madrugadas y las mañanas son agradables, las tardes son calurosas y las noches templadas; en tanto que entre diciembre y febrero las madrugadas y las mañanas son frescas o ligeramente frías, las tardes son templadas y las noches agradables.

La temperatura mínima más baja desde que se llevan registros ha sido de 7,1 °C en el 24 de febrero de 2012 al superarse el registro extremo de 7,5 °C del 7 de febrero de 1979.

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	34.4	36.1	35.6	34.4	35.0	37.8	38.3	36.0	38.0	34.0	33.0	30.0	38.3
Temp. máx. media (°C)	25.4	26.0	27.0	27.6	28.3	29.8	29.9	30.0	29.8	29.0	26.8	25.3	27.9
Temp. media (°C)	20.0	20.5	21.3	22.1	23.0	23.9	24.0	24.1	23.9	23.4	22.0	20.5	22.4
Temp. mín. media (°C)	14.6	14.9	15.6	16.6	17.6	17.9	18.1	18.2	17.9	17.7	17.0	15.6	16.8
Lluvias (mm)	130.6	110.8	112.3	163.3	210.7	88.4	89.4	155.5	137.2	158.6	194.2	153.9	1704.9
Días de lluvias (≥ 1 mm)	11				14	7	8	9	10	13			72

Tabla 4. Parámetros climáticos promedio de Jarabacoa. Fuente: (ONAMET)

Colonia Agrícola

Es una comunidad anteriormente conocida como Colonia Agraria que se encuentra dentro del municipio de Jarabacoa en la provincia de la Vega, dentro del pueblo denominado el Mirador, consta con 3763 habitantes dentro de los cuales 3131 poseen un nivel de educación y el 38% de la población labora regularmente en distintos ámbitos de producción económica de la comunidad.

Poblacion			
AREA # 02130301101013	Barrio La Colonia Agraria		
Sexo	Casos	%	Acumulado %
Hombres	1869	50	50
Mujeres	1894	50	100
Total	3763	100	100

Tabla 5. Población de la Colonia Agrícola Censo 2010. Fuente: ((ONE))

Condicion Economica			
AREA # 02130301101013	Barrio La Colonia Agraria		
Condición Actividad Económica	Casos	%	Acumulado %
Ocupado	1159	38	38
Cesante	62	2	40
Busca trab. 1era Vez	22	1	40
Desalentado	81	3	43
Quehaceres domésticos	625	20	63
Estudiante	602	20	83
Rentista	9	0	83
Jubilado/Pensionado	19	1	84
Discapacitado	59	2	85
Anciano	33	1	87
Otra actividad	55	2	88
Ninguna actividad	296	10	98
No declarada	65	2	100
Total	3087	100	100

Tabla 6. Condición económica de la población de la Colonia Agrícola Censo 2010
Fuente: ((ONE)).

Nivel Educativo			
AREA # 02130301101013	Barrio La Colonia Agraria		
Nivel educativo más alto al que asistió	Casos	%	Acumulado %
Preprimaria	357	11	11
Primaria o básica	1541	49	61
Secundaria o media	907	29	90
Universitaria o superior	326	10	100
Total	3131	100	100

Tabla 7. Nivel educativo de la población de la Colonia Agrícola Censo 2010 Fuente:
((ONE), 2017)

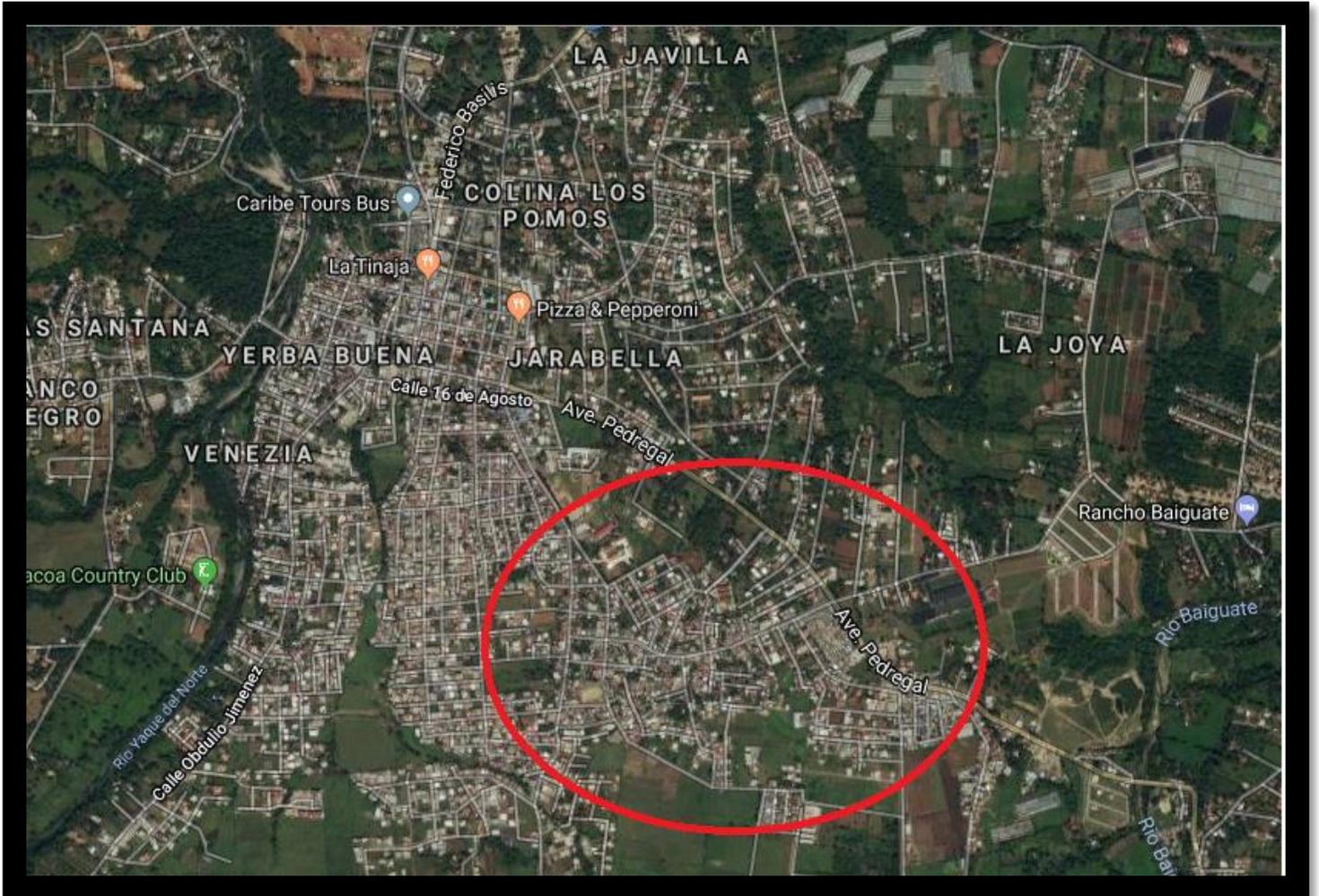


Figura 4. Ubicación del Sector La Colonia Agrícola. Fuente: (Google Maps)



Figura 5. Mapa de La Colonia Agrícola, Jarabacoa. Fuente : (Google Earth)

Capítulo V: Marco metodológico

5.1 Enfoque de la investigación

El enfoque es cuantitativo ya que permite la examinación de los datos de manera numérica en el campo estadístico. Un procedimiento de medición de datos para un estudio y análisis posterior. También se puede decir que el enfoque de la investigación es cualitativo ya que se basará en recolección de datos de tipo descriptivo y de observaciones para descubrir de manera discursiva categorías conceptuales de la necesidad en la zona donde se aplicará el proyecto.

5.2 Tipo de investigación

Desde el punto de vista del análisis global esta investigación puede considerarse aplicada debido a que busca la generación de conocimientos con aplicación directa a los problemas de la zona de Jarabacoa, conceptualizándolo en la comunidad de la Colonia Agraria.

La investigación es de tipo descriptivo ya que tiene el fin de especificar las propiedades, las características y perfiles de procesos, objetos u otro tipo de fenómeno sometido a un análisis.

Según Arias (1999): *“Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables y aun cuando no se formulen hipótesis, tales variables aparecen enunciadas en los objetivos de investigación”*.

5.3 Procedimiento de diseño

El procedimiento de la investigación es escoger y designar un medio confiable, apto y seguro para la investigación que sea capaz de ser utilizado para desarrollar el proyecto. Las informaciones obtenidas para el desarrollo de esta investigación fueron adquiridas a partir de documentos relacionados con la estructura de las plantas de tratamiento de aguas residuales de Guatemala, datos de oficinas que pertenecen a la institución del Plan Yaque anteriormente vistas en la figura 1 y 2.

Alcantarillado Sanitario

El alcantarillado sanitario tiene el propósito de transportar las aguas residuales generadas por las actividades humanas, mayoritariamente domésticas. No obstante, a este sistema pueden entrar aguas residuales provenientes de otras actividades como las comerciales, industriales y algunas no controladas como las infiltraciones.

Parámetros de Diseño

Población

Debe estimarse la población actual y futura del proyecto, con base a lo establecido en “Sistema de abastecimiento de agua Potable”.

$$Pf = Pi (1+i)^t$$

Pf= población futura
Pi= población inicial
i= tasa de crecimiento
t= periodo de diseño

Generación de Aguas Residuales

El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales.

Conjuntamente con la población y los caudales de agua potable se generarán los caudales para el alcantarillado sanitario: medio diario, de infiltración y máximo horario.

Caudal medio diario de aguas residuales

El caudal medio diario de aguas residuales (Qmed) para un colector con un área de drenaje dada es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales, áreas verdes e institucionales.

$$Q_{med/d} (AP) = \frac{Pob * Dot}{86,400} = LPS$$

$$Q_{med/diario} (A_{Residual}) = Fr * Q_{med/d} (AP)$$

El coeficiente de retorno (*Fr*), es la fracción del agua de uso doméstico servida, entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

Población Residencial: 0.80

Habitaciones Hoteleras: 0.85

Turistas Ocasionales: 0.80

Comercio: 0.40 a 0.50

Institucional: 0.40 a 0.50

Industrial: 0.40 a 0.50

Conexiones Erradas (Oe)

Deben considerarse los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de techos y patios.

El caudal por conexiones erradas a considerar será del 5% al 15% del caudal máximo horario de aguas residuales.

Caudal de Infiltración (Qinf.)

Su estimación debe hacerse en lo posible a partir de:

- Aforos en el sistema en horas cuando el consumo de agua es mínimo.
- Consideraciones sobre la naturaleza y permeabilidad del suelo.
- La topografía de la zona y su drenaje.
- La cantidad y distribución temporal de la precipitación.
- La variación del nivel freático con respecto a las cotas clave de los colectores.
- Las dimensiones, estado y tipo de colectores.
- Los tipos, número y calidad constructiva de uniones y juntas.

El aporte puede establecerse con base a considerar para tuberías:

- Termoplásticas (PVC-PEHD-GRP) un valor de infiltración de 10M3/KM-DIA.
- Hormigón (simple o armado) 50 M3/KM-DIA.

$$Q_{inf} = Q_{ui} * L$$

Caudal Máximo Horario (Qmax/h)

El caudal máximo horario del día de máximo consumo se estima a partir del caudal final medio diario, mediante el uso del factor de mayoración F.

$$Q_{\max/h} = F * Q_{\text{med}/d}$$

El factor de mayoración (F) para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario, tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población.

Para poblaciones de más de 1,000 hab. Se usará el método del coeficiente de Harmon.

$$F = 1 + \frac{14}{(4 + \sqrt{p})} \quad P = \text{población expresada en miles.}$$

Para poblaciones de menos de 1,000 hab. Se usará el método del coeficiente de Babbit.

$$F = \frac{5}{p^{0.2}}$$

Caudal de diseño (Qdis.)

El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo, Qmax/h, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas.

$$Q_{\text{dis}} = Q_{\max/h} + Q_{\text{inf}} + Q_e$$

Diámetro Real Mínimo

El diámetro interno real mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado sanitario convencional es 200 mm (8 plg).

Las conexiones domiciliarias se harán en un diámetro mínimo de 4", las previstas para edificios, hoteles y comercios de envergaduras en un diámetro mínimo de 6".

Velocidad Mínima

Se debe disponer de una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo. Para lograr esto, se establece la velocidad mínima como criterio de diseño. La velocidad mínima real permitida en el colector es 0.30 m/s. Además, se debe considerar:

- Velocidad mínima a tubo lleno = 0.60 m/s
- Velocidad mínima recomendable = 0.45 m/s

Velocidad Mínima De Aguas Residuales Industriales

DBO (mg/l)	Velocidad mínima real (m/s)
Hasta 225	0,50
De 226 a 350	0,65
De 351 a 500	0,75
De 501 a 690	0,90
De 691 a 900	1,00

Velocidad Máxima

Los valores máximos permisibles para la velocidad media en los colectores por gravedad dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión.

En general, se recomienda que la velocidad máxima real no sobrepase 5 m/s.

$$V = \frac{1}{n} RH^{2/3} S^{1/2}$$

- n= Coeficiente de rugosidad n=0.009 PVC
- R=Radio hidráulico de la sección.
- S= Pendiente hidráulica
- V= Velocidad del flujo en m/s

$$RH = Am/Pm$$

Pendiente de diseño

- ***Pendiente mínima***

El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de auto limpieza y de control de gases adecuadas. Se utilizará como pendiente mínima aquella que no produzca velocidades menores a la mínima permisible a tubo lleno.

- ***Pendiente máxima***

El valor de la pendiente máxima admisible es aquel para el cual se tenga una velocidad máxima real que no produzca velocidades mayores a la máxima permisible a tubo lleno.

Capítulo VI: Resultados

Capítulo VII: Conclusión y Recomendaciones

7.1 Conclusión

- La ejecución del diseño del sistema de alcantarillado sanitario destinado para la comunidad Colonia Agrícola, permitirá reducir la contaminación generada por las descargas de aguas residuales sin tratamiento, disminuyendo el potencial contacto de los habitantes con las aguas residuales y con organismos vectores causantes de enfermedades propiciadas por éstas. A la vez se reducirá la contaminación potencial de las aguas superficiales, es decir, arroyos y ríos.
- El diseño generado de alcantarillado sanitario presenta un diseño por gravedad y el tratamiento de las aguas residuales recolectadas por éste, obliga a construir una planta de tratamiento para las aguas recolectadas.
- El diseño de sistema de alcantarillado cumple con los requisitos de velocidad y pendiente establecidos en el reglamento para el diseño de agua potable y alcantarillado sanitario.
- Para el sistema de alcantarillado por gravedad se utilizaron tuberías de junta rápida de PVC, de 8 pulgadas de diámetro.
- El 100% de las viviendas de la comunidad la Colonia Agrícola quedará abarcada por el sistema de alcantarillado sanitario.

7.2 Recomendaciones

- Tratamiento De Aguas Residuales.
- Realizar estudios de sobre el nivel de contaminación existente en las aguas y tener sistemas de tratamiento de las aguas residuales serán por medio de plantas convencionales, que consta de: Pre –tratamiento, el cual consiste en la aplicación de un sistema de rejillas, desarenador y Medidor de caudal Parshall; seguido de un tratamiento primario por medio de un sedimentador primario; posteriormente un tratamiento secundario que incorpora un sistema de filtro percolador y un sedimentador secundario; finalmente se realiza un tratamiento de lodos a través de un digestor de lodos y un patio de secado de lodos.
- Tratar que los diseños de la planta de tratamiento de las aguas residuales sean realizados para que funcionen por gravedad, para poder condicionar un balance económico a la hora de los costos.
- Para asegurar el buen funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales, se le debe realizar un adecuado mantenimiento, respetando los tiempos establecidos en los diseños y de esta manera se podrá garantizar el adecuado tratamiento de las aguas residuales, evitando que se deterioren o contaminen los cuerpos de agua receptores.

7.2.1 Recomendaciones

- Una planta de tratamiento aeróbica, el cual con el uso de macrofitas flotantes eliminan gran parte de la contaminación del agua. Los humedales artificiales consisten normalmente en un monocultivo o policultivo de plantas superiores (macrofitas) dispuestas en lagunas, tanques o canales poco profundos.

A continuación, la ubicación más factible de la planta recomendada con las coordenadas:

19° 6' 57.79" N y 70° 38' 10.04" W.

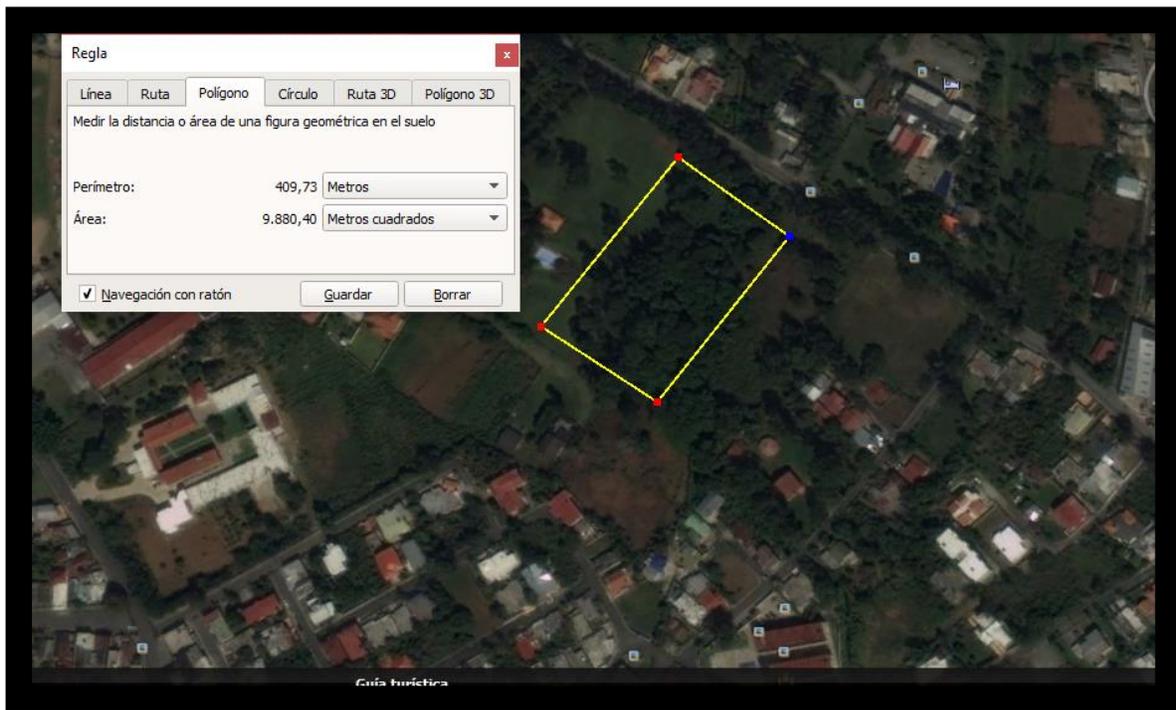


Figura 6. Ubicación recomendada para la planta de tratamiento. Fuente: (Propia)

La principal ventaja que ofrecen estos sistemas es la gran superficie de contacto que tienen sus raíces con el agua residual ya que ésta les baña por completo, lo que permite una gran actividad depuradora de la materia orgánica por medio de los microorganismos adheridos a dicha superficie o por las propias raíces directamente.

Como inconveniente principal está la capacidad limitada que tienen de acumular biomasa, ya que los cuerpos de las plantas no llegan a alcanzar una altura significativa, permaneciendo normalmente próximos a la superficie del agua.

El corazón del sistema está constituido por un tapiz flotante de vegetación, formado sobre la superficie de un canal o laguna, cuyos elementos básicos son las plantas (especies seleccionadas entre las de tipo "emergente", adaptadas a la climatología del lugar) que van a tener sumergido en el agua su sistema radicular y una parte de la base del tallo.

(Gonzalez)

Ventajas del sistema

Entre las ventajas específicas de este sistema sobre los sistemas de depuración que utilizan macrofitas emergentes enraizadas en un suelo o sustrato tales como los de tipo FWS o SsF cabe citar:

- Mayor economía en la construcción, ya que no lleva ningún tipo de relleno.
- Mayor economía en la implantación ya que se puede hacer sobre el propio canal o balsa sin tener que vaciarle.
- Mejor funcionamiento por no existir resistencia al paso del agua por colmatación del lecho.
- Mayor economía en el mantenimiento, ya que no existe colmatación y por lo tanto no es necesario la retirada periódica del lecho de grava junto con las raíces y rizomas, causantes de la colmatación.
- Mayor capacidad de depuración por estar todo el sistema radicular bañado por el agua.

Desventajas del sistema

- Rendimiento menor que en los sistemas convencionales.
- Mayor superficie que en los sistemas convencionales.
- Posibilidad de olores y mosquitos si no hay un buen pretratamiento o por estancamiento del sistema.
- Procesos sometidos a patentes.

La superficie de plantación requerida varía de 1,5 a 2,5 m² por cada habitante equivalente siendo necesaria una superficie complementaria de aproximadamente 1,5 m² por habitante equivalente para los pasillos entre canales.

El tiempo de retención puede ser variable en función de la profundidad, pero como mínimo se debe considerar de unos 5 días.

La profundidad de los canales recomendada debe ser como mínimo de 0,5 m de lámina de agua y 0,2 m de resguardo. La anchura de los canales puede ser variable, aunque en general se recomienda que sea entre 2,5 y 4 m para facilitar el manejo del mantenimiento.

Bibliografía

(ONE), O. N. (2017).

El Nacional. (21 de Octubre de 2013). Reclaman acueducto y planta tratamiento.

Gonzalez, J. F. (s.f.). Manual Depuración Macrofitas. En E. De Miguel Beascochea, J. De Miguel Muñoz, & D. Fernández de la Mora, *Manual Depuración Macrofitas*.

Jarabacoa, P. E. (Julio de 2006).

ListinDiario. (22 de Diciembre de 2017). Municipales de Jarabacoa reclaman un acueducto.

Ponce, M. (12 de Abril de 2016). Ríos de Jarabacoa y Constanza lucen contaminados.

Anexos

Anexo 1. Informe de visitas

En el siguiente informe, se habla de la demostración de un modelo de planta de tratamiento que están siendo implementado en el área de Jarabacoa.

Esta trata de una planta de tratamiento de tecnología verde, una planta de tratamiento aeróbica, el cual con el uso de macrofitas flotantes eliminan gran parte de la contaminación del agua.



Figura 7. Macrofitas Flotantes. Fuente: (Yaque, 2017).

Visitando una de ellas que corresponde a Buenos Aires II, se observó el funcionamiento de esta planta y de los componentes de la misma.



Figura 8. Plancha de ubicación. Fuente: (Propia)

Los sistemas de tratamientos construidos por el Plan Yaqué, reducen de manera significativa los niveles de material orgánico (Demanda Biológica de Oxígeno ‘DBO5’) e inorgánico (Demanda Química de Oxígeno”DQO”) y grandes cantidades de los coliformes fecales contenidos en los afluentes que ingresan a los sistemas de tratamiento; mejorando así la salud de los cuerpos de agua, garantizando su uso y evitando su degradación.

Este sistema se ha convertido en uno de los retos ecológicos y económicos más acuciantes del Planeta.

Contiene primero estos tanques que recogen todas las aguas que se desea tratar. Se pasa un proceso de decantación para que las bacterias mueran.



Figura 9. Tanques recolectores. Fuente: (Yaque, 2017)

Análisis realizados en las entradas y salidas de los sistemas de tratamiento, muestran valores por encima del 80% en la reducción de la DBO5 y DQO, así también una reducción significativa de coliformes fecales. Esto partiendo de que, un alto porcentaje de la población dominicana no cuenta con servicios sanitarios para las aguas residuales generadas en las actividades diarias.

Estas aguas luego de ser decantadas pasan por un filtro percolador donde se acumulan todos los contaminantes que van a ser extraídos por las raíces de estas plantas, que absorben eficientemente los contaminantes.



Figura 10. Macrofitas Flotantes. Fuente: (Yaque, 2017)

El Filtro Percolador se llena con material de alta superficie específica, tales como piedras, grava, botellas de PVC trituradas, o material filtrante preformado especialmente.

El filtro normalmente tiene de 1 a 3 m de profundidad, pero los filtros hechos con material plástico más ligero pueden ser de hasta 12 m de profundidad. Al pasar por este tipo de filtro natural, saldrá en un 95% de agua libre de impurezas



Figura 11. Salida del filtro. Fuente: (Propia)

Las plantas de tratamiento de ingeniería verde son una tecnología que contribuye al mejoramiento ambiental del país. Tomándolas como la base para la aplicación de otros métodos y proyectos podemos acelerar la regeneración y tratamiento de nuestras fuentes fluviales.



Figura 12. Sustentes e Ingenieros de Plan Yaque. Fuente: (Propia)

Ante la inquietud de porque el uso de macrofitas flotantes, es porque este ha demostrado eficiencias de remoción significativamente altas en todos los constituyentes de las aguas residuales. Una cantidad importante de especies ha sido empleada en sistemas de tratamiento, y en ejercicios investigativos a escala real y a escala laboratorio, siendo el jacinto de agua, la macrofita de mayor interés dada las características ya señaladas.

Esta especie, de acuerdo con los reportes de la literatura, alcanza reducciones de DBO5 en el orden de 95 %, y hasta 90,2 % para la DQO. En el caso de los sólidos suspendidos se registran disminuciones con valores que se encuentran en el rango de 21 % y 91 %. En cuanto al fósforo total y nitrógeno total, se alcanzaron máximas remociones de 91,7 % y 98,5 % respectivamente, siendo este último, el contaminante con mayor remoción.

También visitando otras de las instalaciones, se puede observar en esta el proceso en sus inicios donde la macrofitas aún está creciendo.



Figura 13. Proceso de Macrofitas. Fuente: (Propia).

Anexo 2. Situación actual en La Colonia Agrícola



Figura 14. Cañada en el Sector La Colonia Agrícola. Fuente: (Propia)



Figura 15. Canaletas que dirigen agua residual y agua pluvial. Fuente: (Propia)



Figura 16. Sistema actual en el Sector La Colonia Agrícola. Fuente: (Propia)