

**Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña**  
**Facultad de Ciencia y Tecnología**  
**Escuela de Ingeniería Civil**



**Para la obtención del título de:**  
**INGENIERO CIVIL**

**Tema de Investigación:**

Diseño de un dispositivo capaz de encauzar los desechos sólidos flotantes de un  
Río mediante la implementación del plano inclinado

**Asesor:**

Ing. Francisco Martínez

**Sustentantes:**

Katherine Fernández Báez

Moisés Vladymir Mercedes

Fecha: 8 de diciembre del 2017

Santo Domingo, D.N., República Dominicana.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, le agradezco a Dios todopoderoso por sus infinitas bendiciones, guiarme en todo momento y permitirme poder sentirme llena de su misericordia y amor en cada paso que doy y di para llegar hasta donde estoy y quien soy el día hoy, al igual a la Virgen María por acompañarme en los momentos de tribulación. Agradezco también a la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, por haberme abierto a estudiar, por las oportunidades que me brindaron, así como a los diferentes maestros que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante paso a paso inspirándome con su amor a nuestra carrera y por crear un ambiente más que adecuado para estudiar.

Quiero agradecer a mi madre y a mi padre por su entrega y dedicación incondicional a mi persona, por siempre mostrar su fe en mí y en lo que hago, por el sustento y sacrificio incomparable que me han dado y hecho por mantenerme cómoda, llena de amor y feliz, les agradezco por ser mi inspiración en este camino difícil de recorrer y por ser quienes siempre estuvieron ahí para mí.

Agradezco al director Ing. Ramón Tavares por responsabilidad y entrega, por haber velado por mis conocimientos obtenidos. Agradezco a mi asesor de tesis el Ing. Francisco Martínez por su apoyo, preocupación, su valiosa colaboración y la gran energía y emoción que nos compartía en las investigaciones y revisiones. A María Ulloa, quien con su amor siempre me tendió la mano y me ayudo hasta donde le fue posible en todo. Agradezco a todos aquellos amigos y compañeros que siempre han estado al lado de mí durante el desarrollo de mi vida universitaria, sin ustedes no hubiera sido tan interesante. Agradezco también a la Ing. Roselyn Rodríguez quien en todo momento nos brindó su apoyo con las revisiones de nuestro trabajo de grado, sin decir que no en ningún momento, aun cuando ya no era su responsabilidad ni deber. De manera especial

agradezco al Ing. Emgelberth Vargas por haber sido un verdadero maestro, por brindarme sus conocimientos, consejos y por mostrar siempre preocupación y aprecio por mí. Gracias al Ing. Cesar Mercedes, quien ha sido tanto profesor como amigo, pues me ha brindado sus consejos en las etapas que me han tocado vivir conociéndolo, por su confianza y su cariño.

A mi compañero de tesis y amigo Vladymir Mercedes por su entrega, y sobre todo paciencia, su muestra de aprecio y confianza en mí.

De manera especial agradezco a Mario Vásquez, por ser un pilar en mi vida y estar dispuesto a ayudar en todo lo que le era posible, por apoyarme mientras trabajaba, acompañarme y animarme cuando pensé que ya no podía dar más.

Agradezco a todas aquellas personas que de una manera u otra han aportado su granito de arena para la elaboración de este proyecto.

**Katherine Fernández Báez**

Le doy un profundo agradecimiento en primer lugar a Dios porque gracias a Él todas las cosas son posibles, también a mi director de la carrera el Ing. Ramón Tavares que nos enseñó que no hay camino fácil en este trayecto. A mi asesor el Francisco Martínez que nos dio mucho apoyo en cada momento apoyando y dando nuevas ideas siempre.

Gracias a mi compañera Katherine Fernández que juntos somos un grandioso equipo, por ser siempre paciente conmigo y siempre dar lo mejor de ella, no solo en la formulación del trabajo de grado sino en todo el trayecto universitario que compartimos. Apoyo a mi maravillosa familia que siempre me apoyaba en las decisiones que tomaba y en las cosas que tenía que hacer para que todo saliera bien, ellos ponen siempre de su parte para ayudarme y eso lo valoro mucho.

Le doy gracias a mi segunda familia, los cuales conocí en la iglesia y están ahora ocupando una gran parte de mi corazón, somos conocidos como SHAJAH que significa adoración en hebreo, pero entre nosotros somos hermanos, gracias Lesly Torres, Noemi Arvelo, Lestter Torres, Marcos Torres y Chelsy Parra. Gracias por su apoyo siempre incondicional, su amor y confianza.

Gracias a mis compañeros de la universidad que han vuelto esta travesía algo muy emocionante, no hay suficiente espacio para mencionar todas las personas importantes para mí en la universidad, pero esa parte especial que siempre estuvo ahí, gracias, a ustedes Gabriel Mercedes, Carlos Reyes, Claudia Mercedes, Jake Montes de Oca, José Eduardo Gómez, Eloy Moreno, Jose Danilo Villa, Natasha Paulino, Katherine Fernández, y muchas otras personas que seguirán teniendo parte en mi corazón. Gracias a mi mejor amiga y persona que siempre me apoyo Diana Leticia, que entre las mejores personas ella es de las mejores, es alguien que valoro mucho en todos los sentidos, y gracias por estar siempre ahí para lo que necesitara.

**Moisés Vladymir Mercedes**

## DEDICATORIA

A mis padres Miguel Antonio Fernández y Martha Báez, quienes han sido un gran apoyo en mi vida y gracias a sus consejos, amor y motivaciones me ayudaron a subir el primer escalón de mi preparación como profesional. A mis hermanos, especialmente a Nahum, quien ha sido ejemplo para mí por ser Ingeniero Civil y siempre estar velando por mis estudios y formación.

A mis mejores amigos; Laura Lucia Feliz, Eduardo Rodríguez, Mariela Gonzales, Nicolee Cruz, Yonttely Domínguez y Eddy Tejada, por haber estado ahí para mí siempre que necesitaba hablar de mis situaciones universitarias y ser un apoyo.

Especialmente a los hermanos que me regalo la universidad: Vladymir Mercedes, Gabriel Mercedes, Claudia Mercedes, Carlos Reyes, Jake Montes de Oca, José Eduardo Gómez, Danilo Villa, Eloy Moreno, Natasha Paulino, Yu Wen Tsai, quienes durante todo el recorrido de nuestra formación profesional estuvieron presentes en cada momento, sin ustedes nada hubiera sido igual, tienen una parte de mi corazón. A Mario Miguel Vásquez quien me brindo todo lo posible de su parte para que este meta pudiera ser cumplida. A Joel Méndez, Juancho, y a Mario Miranda, quienes nunca han dejado de orar por mí y que logre mis sueños y metas. Muchas gracias también a Celia Cuevas por su entrega a cuidarme y apoyarme en todas mis decisiones.

Y a todos aquellos compañeros, amigos, profesores, presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio me compartieron su conocimiento y respondieron mis dudas.

**Katherine Fernández Báez**

### **A Dios:**

Por haberme permitido llegar hasta aquí de forma satisfactoria, por permitirme adquirir tantos conocimientos valiosos y útiles, los cuales puedo usar, para ser un buen profesional para el servicio de mi país.

### **A mis familiares:**

Si algo tengo y algo soy es gracias a ustedes, la educación que tengo gracias a mis padres y lo que me enseñaron y también al resto de mi familia, que fueron el modelo que puso Dios en frente de mí para llegar ser una persona con valores y sensibilidad ante las cosas de Dios para dar siempre lo mejor de mí.

### **A mis maestros:**

Cada consejo que me han dado fue valioso para mí, he tratado de seguir siempre los consejos que con tanta preocupación y sabiduría nos dan a nosotros los estudiantes, porque conocen el camino mejor que nosotros y si están dando su tiempo para que la juventud del país tenga más conocimiento para enriquecer al país, lo menos que puedo hacer es escucharlos y aprender de ustedes. En este momento lo que he aprendido se verá relucir en mis trabajos fuera de la universidad, y eso será gracias a ustedes.

**Moisés Vladymir Mercedes**

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	12
PALABRAS CLAVES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	15
CAPÍTULO I- EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	20
1.1 Planteamiento del Problema .....	20
1.1.1 Preguntas de Investigación .....	22
1.2 Objetivos de la Investigación .....	22
1.2.1 Objetivo General .....	22
1.2.2 Objetivos Específicos.....	22
1.3 Justificación .....	23
1.4 Limitaciones:.....	24
1.5 Antecedentes .....	25
CAPÍTULO II- MARCO TEÓRICO.....	29
2.1 La Contaminación.....	29
2.1.1 La contaminación del agua y sus consecuencias .....	29
2.1.2 Causas de la contaminación del agua debida a desechos sólidos .....	32
2.1.3 Causas analizadas en el área institucional y legal.....	34
2.1.4 Causas analizadas desde la perspectiva del área técnica y operativa.....	36
2.1.5 Problemática evaluada desde la perspectiva del área social y comunitaria .....	37

2.1.6 Resultados de la llegada de estos desechos al mar .....	38
2.1.7 Posibles soluciones .....	40
2.1.8 Solución Planteada.....	41
2.1.9 Reciclaje como una solución viable.....	42
2.1.10 Métodos de Reciclaje.....	43
2.1.11 Tipos de Desechos que pueden ser reciclados o reusados. ....	44
2.1.12 Cómo reciclarlos o reusarlos.....	47
2.1.13 Alternativas posibles gracias al reciclaje .....	49
2.2 Marco Conceptual.....	50
2.3 Marco Contextual.....	51
2.3.1 Río Isabela .....	51
2.3.2 Tramo del Río Isabela.....	52
CAPÍTULO III- MARCO METODOLÓGICO.....	54
3.1 Enfoque de la Investigación.....	54
3.2 Tipo de Investigación.....	54
3.3 Procedimiento de la Investigación .....	55
3.4 Método de la Investigación.....	56
3.5 Técnica de la Investigación.....	56
3.6 Análisis de los Datos.....	57
CAPÍTULO IV- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	58



4.1 Características físicas y mecánicas del tramo seleccionado para investigar.....	58
4.1.1 Características Físicas.....	58
4.1.2 Características mecánicas .....	61
4.2 Pruebas sucesivas para la modelación a escala del dispositivo. ....	62
4.2.1 Prueba 1 (4 de junio del 2017).....	62
4.2.2 Prueba 2 (12 de junio del 2017).....	63
4.2.3 Prueba 3 (16 de Julio del 2017). ....	64
4.2.4 Prueba 4 (4 de agosto del 2017).....	67
4.3 Ubicación de la sección más conveniente.....	67
4.4 Cantidad de Basura para ser Recolectada .....	69
4.5 Propuesta de Dispositivo .....	69
4.6 Presupuesto .....	72
CONCLUSIÓN.....	66
RECOMENDACIONES.....	68
BIBLIOGRAFÍA .....	69
ANEXOS .....	73
Anexo 1: Aforo .....	74
Anexo 2: Aforo .....	75
Anexo 3: Fotos del Camino al Río.....	76
Anexo 4: Diseño de Apoyos del equipo y sus vistas. ....	76
Anexo 5: Diseño de Sistema de Flotación, Malla y sus vistas.....	77
Anexo 6: Diseño de área de recolección y sus vistas.....	78

Anexo 7: Visualización del equipo ensamblado.....	79
Anexo 8. Tabla de Cálculo de Presupuesto.....	80

**INDICE DE FIGURAS**

<i>Figura 1</i> .....	26
<i>Figura 2</i> .....	26
<i>Figura 3</i> .....	28
<i>Figura 4</i> .....	39
<i>Figura 5</i> .....	52
<i>Figura 6</i> .....	53
<i>Figura 7</i> .....	59
<i>Figura 8</i> .....	59
<i>Figura 9</i> .....	60
<i>Figura 10</i> .....	61
<i>Figura 11</i> .....	63
<i>Figura 12</i> .....	65
<i>Figura 13</i> .....	66
<i>Figura 14.b</i> .....	66
<i>Figura 14.a</i> .....	66
<i>Figura 14.c</i> .....	66

<i>Figura 15.</i> .....	67
<i>Figura 17.</i> .....	68
<i>Figura 18.</i> .....	69
<i>Figura 19.</i> .....	72

## INTRODUCCIÓN

Ante la necesidad de buscar posibles soluciones a los problemas de desechos sólidos flotantes en los ríos, cañadas y otros cursos de agua del país y a nivel mundial, surge el principal objetivo de este trabajo de investigación. Se busca la creación del diseño de un dispositivo capaz de encauzar gran parte de los desechos sólidos flotantes de un río hacia una zona de almacenamiento para su posterior recolección, reciclaje o reúso.

Con esto se trata de buscar solución ante uno de los tantos factores que vuelven a un río contaminado, los residuos flotantes presentes en el mismo. Esto con tal de reutilizar estos desechos y disminuir la producción y el nivel de contaminación causado por los mismos.

Esta investigación fue elaborada para identificar un método sencillo, práctico, económico y que pueda ser utilizado en el país sin presentar un gasto significativo en comparación a otros métodos de limpieza, tomando en cuenta qué materiales, dimensiones y partes deben estar complementado dicho dispositivo para las características propias del río en el que vaya a ser colocado.

En este proyecto se evaluarán diferentes alternativas y se escogerá la de mayor eficiencia al cumplir con los objetivos como que sea de un material no contaminante para el agua, que tenga una durabilidad prolongada y sus costos no sean muy elevados.

Cada una de las partes del dispositivo serán explicadas, probadas, y en caso de existir una limitación a esta prueba, propuestas.

En el Capítulo I de la presente se desarrolla el planteamiento del problema, dando a destacar que la contaminación de los ríos es una problemática antigua, pues desde el inicio del desarrollo del hombre el mismo se ha visto viviendo en las orillas, o bien en las proximidades de ríos.

Los pobladores muchas veces ven como solución, a los niveles de basura cercanos a ellos, tirar los desechos al arroyo, cañada o río más cercano, para que sea llevado lejos, sin analizar el impacto a mayor escala al que están aportando.

En el mismo capítulo también se presentan las preguntas de investigación que permitirán el desarrollo del mismo, cómo el dónde podrían ser retenidos los desechos encauzados y las características físicas del Río Isabela que serán utilizadas para las pruebas.

Presenta el objetivo general que es el diseño mismo del dispositivo, los específicos que parten de las preguntas de investigación, las limitaciones que presenta este trabajo de investigación, la justificación del mismo y los antecedentes correspondientes al mismo, buscando siempre de fuentes confiables y recientes.

Con respecto al capítulo II, se desarrolla el marco conceptual, el cual detalla los términos que serán parte importante del desarrollo de la investigación. El marco contextual, el cual presenta una investigación en su mayoría de gabinete, para la determinación de información concerniente al tema tratado, desde cómo los desechos presentan un problema significativo, las principales causas de contaminación, hasta posibles métodos de reciclaje y el planteamiento de la solución que se busca brindar con esta tesis.

En el capítulo III se presenta el enfoque del trabajo, así como el análisis global, el objetivo explicativo y lo experimental de la investigación. Desarrolla el procedimiento y métodos utilizados para las pruebas, investigaciones y desarrollo del mismo.

En el caso del capítulo IV se presentan los resultados a las visitas de investigación al río, así como los resultados a las pruebas de diseño del equipo. Finalmente serán dadas recomendaciones y una conclusión a lo desarrollado a lo largo de toda la investigación.

## **PALABRAS CLAVES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

### **Afluente:**

A instancias de la hidrología se denomina afluente, o también llamado tributario, a aquel río secundario que desemboca en otro considerado como principal, esto quiere decir que no desemboca en el mar. (Pérez J. & Gardey A. (2012). AFLUENTE., de definición de Sitio web: <https://definicion.de>)

### **Ángulo:**

Un ángulo es la porción del plano comprendido entre dos semirrectas que tienen el mismo origen. (Hunt K. (2008). Los fundamentos de geometría. En Discovering Geometry Condensed Lessons in Spanish (1-18): Kendall Hunt Publishing.)

### **Biodegradable:**

El adjetivo biodegradable permite calificar a la sustancia que se puede degradar mediante el accionar de un agente biológico. Los animales, los hongos y las bacterias, por ejemplo, pueden lograr la descomposición de este tipo de productos.

Aquello que es biodegradable, por lo tanto, se degrada en condiciones ambientales de tipo natural por intermedio de un organismo biológico. La degradación supone que la sustancia en cuestión se descompone en los diferentes elementos químicos que la formaban. (Sánchez N. (2010). ¿Qué significa biodegradable? de veo verde Sitio web: [www.veoverde.com](http://www.veoverde.com))

### **Bulbo:**

Se puede designar a una deformación en forma de ampolla. (Fuente: propia)



**Caudal:**

Se denomina caudal en hidrografía, hidrología y, en general, en geografía física, al volumen de agua que circula por el cauce de un río en un lugar y tiempo determinados.:

Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto por unidad de tiempo.

(Ranald V. (1994). Mecánica de Fluidos e Hidráulica. México: McGRAW-HILL)

**Contaminación:**

El concepto de contaminación se emplea para referirse al proceso y el resultado de contaminar: modificar, de manera nociva, las características naturales o normales de algo Se llama contaminación a la transmisión y difusión de humos o gases tóxicos a medios como la atmósfera y el agua, como también a la presencia de polvos y gérmenes microbianos provenientes de los desechos de la actividad del ser humano. (Marimar. (2016). Contaminación. de elblogverde.com Sitio web: [www.elblogverde.com](http://www.elblogverde.com))

**Corriente fluvial:**

La corriente fluvial es la escorrentía por el cauce de un río de las aguas procedentes de la arroyada, la fusión del hielo o de la nieve, los manantiales, etc. (Britannica. (2015). Corriente fluvial., de lahistoriaconmapas Sitio web: <http://www.lahistoriaconmapas.com>)

**Encauzar:**

Consiste en guiar, encaminar, dirigir o bien encarrilar. (Fuente: propia)

**Flexión:**

Deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. (Fuente: propia)

**Fricción:**

Es la fuerza que existe entre dos superficies en contacto, que se opone a la fuerza que da inicio al deslizamiento. (Fuente: propia)

**Grado de Libertad:**

El número de grados de libertad en ingeniería se refiere al número mínimo de parámetros que necesitamos especificar para determinar completamente la velocidad de un mecanismo o el número de reacciones de una estructura. (Fuente propia)

**Obra De Arte:**

Las obras de arte son varios tipos de estructuras para poder llevar o canalizar agua. (Fuente: propia)

**Ovoide:**

El ovoide es una curva cerrada simétrica con respecto a su eje cóncava hacia él, y conformada por cuatro arcos de circunferencia. (Collins Spanish Dictionary - Complete and Unabridged 8th Edition 2005 © William Collins Sons & Co. Ltd. 1971, 1988 © HarperCollins Publishers 2005.)

**Pendiente:**

Inclinación de un objeto con respecto a la horizontal. (Fuente propia)

**PET:**

Es un poliéster aromático. Su denominación técnica es polietileno tereftalato o politereftalato de etileno y forma parte del grupo de los termoplásticos, razón por la cual es posible reciclarlo.

(QuimiNet. (2005). Polietilen Tereftalato (PET)., de QuimiNet Sitio web:

<https://www.quiminet.com>)

**Poliestireno:**

El poliestireno es un plástico económico y resistente y probablemente sólo el polietileno sea más común en su vida diaria. La cubierta exterior de la computadora que usted está utilizando en este momento probablemente esté hecha de poliestireno, al igual que las maquetas de autos y aviones. (Integraqua. (2017). tereftalato de polietileno. de Integraqua Sitio web:

<http://www.integraqua.com>)

**Práctico-mecánico:**

Se le llama a la ejecución de un proceso mecánico de forma práctica y sencilla. (Fuente: propia)

**Reciclaje:**

El reciclaje consiste en obtener una nueva materia prima o producto, mediante un proceso fisicoquímico o mecánico, a partir de productos y materiales ya en desuso o utilizado. De esta forma, conseguimos alargar el ciclo de vida de un producto, ahorrando materiales y beneficiando al medio ambiente al generar menos residuos. El reciclaje surge no sólo para

eliminar residuos, sino para hacer frente al agotamiento de los recursos naturales del planeta.  
(Ackerman, Frank. (1997).)

**Residuo:**

Todo aquel material que luego de haber cumplido su función o de haber servido para una actividad o tarea determinada, es descartado. (Fuente: propia)

**Reusar:**

Cuando de temas relacionados con el medio ambiente se trata, el concepto “reusar” se emplea para describir el acto de darle un uso distinto a un producto al que se le dio un determinado uso luego de haber sido comprado nuevo; aunque también podría referirse a darle otra vez el mismo uso a un producto. (Pérez J. & Merino M. (2011). Reusar., de definicion.de Sitio web: <https://definicion.de>)

**Tratamiento primario:**

Los tratamientos primarios son aquellos que eliminan los sólidos en suspensión presentes en el agua residual. (Fuente: propia)

**Zona de convergencia intertropical:**

Es la región del globo terrestre donde convergen los vientos alisios del hemisferio norte con los del hemisferio sur. A esta región también se la conoce como frente intertropical o zona de convergencia ecuatorial, en inglés se conoce por el acrónimo ITCZ (Intertropical Convergence Zone). Gutro R., NASA/GSFC. (2012). La zona de convergencia intertropical, ZCIT, presenta una estructura más compleja y duradera. (RAM, N. 6, 1.)

## CAPÍTULO I- EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Planteamiento del Problema

Con el aumento de la población de las ciudades que han nacido a las orillas de los mismos, el volumen de desperdicios tanto orgánicos, producto de desagües cloacales, como consecuencias del desarrollo industrial, se incrementó de manera tal que las aguas de los mismos se ven afectadas al grado que su composición deja de ser natural, afectando tanto a la fauna y flora que se alimenta de la misma como a los humanos que consumen para otras actividades.

Los ejemplos de los ríos en el mundo que han sufrido daños irreparables son muchos y la provocación de los mismos por lo general se debe a la priorización de instalación de industrias y fábricas que generan puestos de trabajo, pero sus desperdicios del ciclo productivo ponen como prioridad todo lo relacionado a la vida diaria, menos el cuidado de estos cursos de agua.

La polución de ríos, arroyos y otros acuíferos, en su mayoría reversible, no ha sido debidamente enfrentada por el Gobierno ni siquiera en los afluentes principales, y lejos de ocuparse de impulsar campañas educativas para preservar el agua, los ayuntamientos, sobre todo los de la Capital y Santiago, no logran siquiera cumplir con la recogida de basura, la que arroja esas y otras ciudades con alto riesgo para la salud y un mortal efecto sobre los acuíferos superficiales y subterráneos. La polución les quita oxígeno a las aguas de los ríos Ozama, Isabela, Higuamo y Yaque del Norte, a numerosos afluentes. ¡Mata de asfixia las fuentes de agua! (Isa, 2014).

La realidad es que en gran parte de la población dominicana domina la creencia de que los ríos y todo el medio ambiente, son basureros naturales y que sus aguas sirven para llevarse todo sin costo alguno: animales muertos, heces fecales, combustibles, lubricantes, entre otros muchos desperdicios.

Ríos, arroyos y cañadas, se llenan de impurezas con los desperdicios de poblaciones radicadas en sus orillas, que van dejando ríos de aguas muertas.

En sus aguas vierten desechos orgánicos fermentables o de descomposición lenta, fenoles, ácido clorhídrico, petróleo, plásticos, diversas sustancias no biodegradables. (Isa, 2014).

En el caso de esta investigación, se tomará como referencia el Río Isabela, el cual posee una gran cantidad de desechos sólidos flotantes, tanto orgánicos, como plásticos, metales, ropa, entre muchos otros desechos.

La población aledaña ve este afluyente como una solución a la no recogida de basura, es decir que tiran sus desperdicios en el mismo para que sean llevados a lugares remotos, cuando la realidad es que solo agravan la situación general de contaminación del país y del mundo a través de los mares.

En esta investigación se busca el diseño de un dispositivo que, aprovechando la corriente natural del curso de la cuenca, por la disposición de pendiente y ángulo que posea el aparato sea capaz de transportar los desechos a un lugar determinado para su fácil recogida y clasificación, sin afectar a los seres vivos que dependen de dicho hábitat.

### **1.1.1 Preguntas de Investigación**

1. ¿Cuál es la velocidad, caudal y dirección del flujo del tramo del río que se usará para las pruebas de investigación?
2. ¿Cómo se puede diseñar un equipo de limpieza que cumpla con la función buscada de encauzar los desechos?
3. ¿Dónde serán retenidos los desechos?
4. ¿Cómo llegarán a recoger los desechos?
5. ¿Cuánta basura se podrá recoger en el río aproximadamente con este dispositivo en un tiempo determinado?
6. ¿Cuál es la ubicación más conveniente para la implementación del sistema propuesto en el tramo de investigación?

### **1.2 Objetivos de la Investigación**

#### **1.2.1 Objetivo General**

Diseñar de un equipo capaz de encauzar los desechos sólidos flotantes de un río mediante la implementación del plano inclinado

#### **1.2.2 Objetivos Específicos**

1. Investigar características físicas y mecánicas del río.
2. Idear y modelar a escala un equipo que pueda realizar la función de encauzar los desechos flotantes con el uso de la corriente del río y la implementación del plano inclinado.
3. Proponer una zona de recolección de desechos flotantes.
4. Establecer ruta para llegar al equipo y a la zona de recolección.

5. Estimar cantidad de basura del afluente en un periodo determinado.
6. Establecer ubicación más conveniente para instalar el equipo en el tramo de investigación.

### **1.3 Justificación**

Un río en sí es capaz de sobrevivir ante el ataque de contaminantes, pues la naturaleza los ha dotado de mecanismo de defensa como la corriente, pero como la cantidad de basura supera la capacidad misma de defensa del río se hace imposible para estos evitar que la basura se acumule y agote con esto también la cantidad de oxígeno en los mismos, haciendo que la fauna y la flora sea afectada y a su vez elevando de esta manera la toxicidad del afluente (Dr. Ollero A. (2013), ¿Por qué NO hay que limpiar los ríos?, de Geografía Física de la Universidad de Zaragoza).

Ante esta necesidad se ha decidido crear un dispositivo capaz de encauzar los desechos flotantes aprovechando el método de defensa natural del río, la escorrentía por el cauce, es decir la energía de la corriente.

Desde hace varios días la basura se acumula en el cauce del río Isabela, debajo de puente Francisco J. Peynado, que comunica el municipio Santo Domingo Norte y el Distrito Nacional, creando una especie de mole de plásticos y otros desechos. La acumulación de desperdicios se produce por el bloqueo de un barco en la zona de deshuesadero, sirviendo de muro de contención a la basura, la mayoría plásticos, que llegan al río desde los distintos sectores cercanos a su cauce (Guerrero, 2016, *Diario Libre*, pg.2).



Un barco sólo por estar en el cauce del río sirvió para detener la basura. Si se une este factor en conjunto a un dispositivo en el río, y un ángulo capaz de producir los vectores necesarios para crear un arrastre controlado de estos desechos, podríamos entonces encauzar estos residuos flotantes hasta un lugar para su posterior recogida, con un mínimo grado de dificultad.

Esas personas realizan esa mala acción bajo la excusa de que el río es un adecuado medio de transporte que se lleva la basura, y de manera vergonzosa vemos que hasta en los canales de riesgo la gente tira la basura con la falsa creencia de que el agua se lleva la basura para otro lugar. (De León, 2016, Diario Libre)

La gran contaminación del río Isabela se refleja en la piel de los niños que viven en sus orillas en el sector. Diarrea, escamosis, dengue y parasitosis son algunas de las enfermedades que se alojan en los cuerpecitos de los pequeños, según moradores.

“Solo los que vivimos por acá vemos la gran contaminación del río por la basura y los desperdicios, situación que nos preocupa” (Espinoza., agosto 31, 2014. Contaminación del río Isabela preocupa personas viven en orilla. Del Hoy Digital). Cabe destacar que la situación permanece, pues quien visita aquel afluente puede notar a primera vista la gran contaminación que este posee.

#### **1.4 Limitaciones:**

1. La falta de fuentes confiables para obtener información básica necesaria.
2. Falta de información concisa de porcentajes de basura en el país.
3. El período de tiempo de recolección de la información en campo comprende una duración a partir de mayo 14 del 2017 hasta el 5 de septiembre del 2018

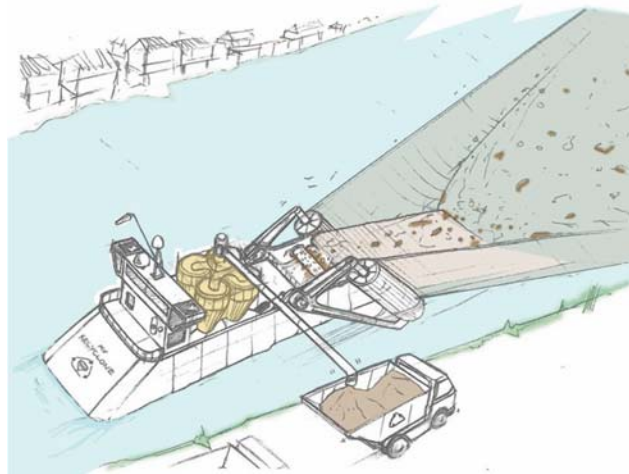
4. Las pruebas serán realizadas específicamente en un tramo del Río Isabela, en Santo Domingo, República Dominicana, delimitado entre las siguientes coordenadas: 18°33'04.4"N 69°59'14.4"W y 18°33'06.5"N 69°59'13.8"W.
5. Como estudiantes de una universidad buscando un título de grado, no se poseen los recursos suficientes para el diseño físico del equipo a escala real, así que se limita a la propuesta del mismo, pruebas para su realización y un diseño a escala menor.
6. La investigación se limita a presentar el espacio destinado a la recolección y recogida en forma de medio ovoide, no se tratará el método utilizado para su recogida y reciclado posterior, respecto al tema se presentarán algunas recomendaciones.
7. El proyecto en estudio se limitará a encontrar un posible diseño que encauce gran parte de los desechos flotantes, no desechos en su totalidad.
8. La investigación se limita a las características físicas obtenidas del tramo del río durante el tiempo de investigación.

### **1.5 Antecedentes**

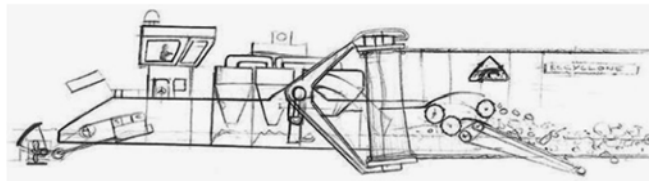
Un primer trabajo corresponde a James Dyson (2011), quien realizó la: “Propuesta de una aspiradora gigante para limpiar la superficie de los ríos de residuos plásticos” (Figuras 1 y 2). Con el fin de extraer de la superficie de las aguas tanto los residuos de diferentes tamaños. El famoso diseñador de aspiradoras James Dyson, hizo un bosquejo de cómo se vería la tecnología de sus electrodomésticos aplicada al rescate de los ríos.

El MV ReCyclone es una barcaza que podría extraer los residuos plásticos de la superficie por medio de redes y un sistema de succión se encargaría de recoger la basura para separarla y procesarla.

Esta barcaza utilizará tornos hidráulicos para recoger la basura mientras roza por el agua para luego separarla de acuerdo con el tamaño.



*Figura 1.* El MV ReCyclone. Dyson, J. (2017). Propuesta de una aspiradora gigante para limpiar la superficie de los ríos de residuos plásticos. Recuperado de <http://http://inhabitat.com>



*Figura 2.* El MV ReCyclone en sección. Dyson, J. (2017). Propuesta de una aspiradora gigante para limpiar la superficie de los ríos de residuos plásticos. Recuperado de <http://http://inhabitat.com>

Un segundo trabajo de Vela Coreño (2009), estudiante universitario mexicano de la Unidad Azcapotzalco de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) realizó el trabajo denominado: “La creación de un equipo para limpieza de ríos utilizando el principio de Arquímedes”.

Se trata de un proyecto de tres fases, la primera consiste en colocar cribas de acero a lo largo de tres kilómetros en los lechos de los ríos para evitar la corrosión, por medio del cual estas se aprovechan las diferentes densidades de la basura con el fin de lograr que flote y sea capturada, para después retirarla por medio de compuertas que funcionan de manera automática y que son controladas con sensores registradores de desperdicios.

Una vez concluida la recolección de la basura se procede a la segunda fase, que tiene como característica "encapsular el río" para agregar químicos coagulantes. En la tercera fase el recurso puede purificarse y para ello se requiere un trecho de 100 metros lineales, para neutralizar metales pesados y eliminar bacterias y también se hace pasar el recurso por una cámara de rayos ultravioletas, con estos dos elementos se logra agua potable propia para el consumo.

Un tercer trabajo de Paulina Lord Méndez (2014), lleva por título: "El Trash Inceptor" (Figura 3). De la creación de una rueda gigante impulsada con energía solar limpia, para remover desechos flotantes del puerto de Baltimore. Él junto a Daniel Chase y Clearwater Mills, diseñó una rueda gigante impulsada por energía solar generada por 30 paneles que recupera la basura del agua que después incinera y convierte en energía eléctrica.

La rueda tiene dos plumas color naranja que ayudan a dirigir la basura hacia un embudo que jala la basura con un sistema de rastrillos, los desechos pasan por una banda transportadora que los lleva a un contenedor de basura de 14 metros y medio. El contenedor se transporta por barco a una planta donde la basura se incinera para producir energía eléctrica. Las bombas, que funcionan con energía solar, mueven hasta 75.708 litros de agua por hora, esto hace que la rueda se mueva y funcione la banda transportadora.



*Figura 3.* El Trash Inceptor. Dyson, J. (2014). Rueda gigante impulsada con energía solar limpia para remover desechos. Recuperado de <http://inhabitat.com>.

Estos trabajos son pertinentes con la investigación aquí planteada, ya que abordan la limpieza de un río con la visión de mejorar el medio ambiente sin consumo de energía excesiva en la ejecución, los cuales son conceptos semejantes para el dispositivo que se propone en este trabajo de investigación.

## **CAPÍTULO II- MARCO TEÓRICO**

### **2.1 La Contaminación**

#### **2.1.1 La contaminación del agua y sus consecuencias**

Los residuos sólidos en el agua constituyen un problema grave tanto en alta mar, como en costas y ríos, que empeora constantemente. Los residuos sólidos pueden ser transportados a grandes distancias por las corrientes marinas y los vientos, tienen varios medios de procedencia, tales como haber sido arrojados directamente a los mismos, o bien resultado del arrastre por el viento.

Hay residuos en prácticamente todas partes del medio marino y costero (en alta mar, en el fondo del mar, en las marismas litorales, en desembocaduras de ríos, en las playas); y no solamente en zonas densamente pobladas, sino también en lugares muy remotos de la tierra, lejos de fuentes contaminantes evidentes. La contaminación provocada por la población alejada de la costa también repercute en los desechos que llegan a los océanos.

La mayor parte de estos residuos son de lenta degradación y permanecen durante decenios. Una parte son letales para la fauna, matando y dañando una y otra vez de forma indiscriminada. Los residuos de lenta degradación constan principalmente de plástico, metal y vidrio, materiales que no se degradan fácilmente y con rapidez en el medio ambiente. La hojalata tarda en descomponerse más de 10 años; el aluminio más de 2 siglos; los plásticos más de 4 siglos, esta constituye el 90% de los desechos que se encuentran en el mar; y una botella de vidrio un tiempo indefinido. (Martínez, 2011)

En 2010 se vertieron al mar una media de ocho millones de toneladas de plástico desde 192 países con costa, según un estudio publicado en Hoy Science.

Es una descomunal masa entre 10 y 1.000 veces mayor que la que había flotando, es decir, como con los icebergs, el problema de la contaminación marina puede ser monstruosamente mayor de lo que se aprecia desde la superficie. En 2025 la cantidad acumulada puede alcanzar los 155 millones de toneladas. Domínguez, N. (2015). *El mundo tira ocho millones de toneladas de plástico al mar cada año*. Febrero 2, 2015, de EL PAÍS.

Los residuos sólidos matan y dañan, causan dolor y sufrimiento. Causan una muerte cruel a los mamíferos marinos, aves marinas y otras muchas formas de vida en el medio marino; desde las más pequeñas a las más grandes. Estos son una amenaza manifiesta para la fauna, pero también con frecuencia una amenaza que no se ve o que bien no es tomada como importante.

Cabe destacar que existen dos fuentes principales de las que provienen estos desechos:

La primera proviene de fuentes terrestres y estas incluyen los usuarios, aguas de escorrentías, vertederos, basura sólida, ríos y quebradas, estructuras flotantes y recipientes con basura. La basura marina también proviene del desbordamiento de alcantarillados sanitarios y pluviales. Algunos desperdicios típicos de estas fuentes incluyen desperdicios médicos, basura de la calle y aguas residuales. Las fuentes de contaminación terrestres que vierten sus desechos en los ríos son responsables del 80% de la basura marina encontrada en nuestras playas y en el océano.

Estamos con esto destacando que un 80% de la basura que se encuentra en nuestros océanos llegan a los mismos por medio de los ríos y alcantarillas. (Hugo, 2011).

La segunda fuente de basura marina proviene de actividades llevadas a cabo en los mares, y este tipo de basura incluye basura de las galeras o cocinas en los barcos, basura generada por nautas recreativos o pescadores y en las facilidades de exploración y producción de gas y petróleo.

Estudios realizados con relación a los efectos de los plásticos sobre la vida marina indican, que cada año mueren hasta 2, 000,000 de aves marinas y más de 100,000, especies marinas entre ballenas, focas, delfines, leones marinos y tortugas de mar, cuando ingieren bolsas, trozos de trazas, redes de arrastre, sogas, empaques plásticos y otras formas de basura hechos con plásticos, arrojados a los océanos desde los barcos o que llegan por los ríos y en las áreas terrestres costeras. (Hugo, 2011).

El oceanógrafo Charles J. Moore, quien en 1997 descubrió la gran mancha de basura del Pacífico y estudia el impacto del plástico marino, siente que aún falta un veredicto sobre los efectos de la ingesta en la salud humana.

Sin embargo, piensa que nuestra exposición está aumentando rápidamente, en particular a través de la propagación de microplásticos. "El plástico está en el aire que respiramos, se ha convertido en parte de la tierra y del reino animal", "Nos estamos convirtiendo en personas de plástico". (Moore, 2016). Moore cree que no comprendemos cabalmente los daños causados por la contaminación por plástico, pues los giros oceánicos donde se acumula han sido ignorados.

Los giros son el 40% de los océanos del mundo, sin embargo, estas áreas no son parte de ninguna zona económica exclusiva, no se utilizan para el transporte de mercancías, no se explotan para recursos marinos y su bienestar no le preocupa a nadie. (Moore, 2016).

El problema de la contaminación plástica ha ganado tanta atención en la última década, que ha visto un aumento en la investigación y la puesta en marcha de importantes iniciativas como la Alianza Mundial sobre la Basura Marina, que reúnen intereses políticos, conservacionistas y empresariales en la búsqueda de soluciones. (Monks, A. (2016), Julio 18. Un 'océano de plástico' está acabando con la vida marina en el Pacífico. *CNN*)



Kershaw, presidente del Gesamp, cree que la clave es poner fin a la cultura del plástico desechable e implementar sistemas de ciclo cerrado para que el material sea reutilizado, lo que reduciría la demanda de nueva producción.

Alrededor del 80% de los residuos plásticos en los océanos se origina en tierra, y las tasas de reciclaje son bajísimas, en Estados Unidos sólo el 9% del plástico se recicla, según la agencia de protección ambiental de ese país. (Monks, A. (2016), Julio 18. Un 'océano de plástico' está acabando con la vida marina en el Pacífico.*CNN*).

"Nosotros estamos más enfocados en impedir que la contaminación llegue a los océanos", (Wallace, 2016), directora del programa de desechos marinos de la agencia estadounidense Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, responsable de dirigir campañas de limpieza de playas y de educación pública.

### **2.1.2 Causas de la contaminación del agua debida a desechos sólidos**

El desarrollo y la modernización ha generado una sociedad de consumo en la que los residuos que se generan se han convertido en un problema para el medio ambiente, debido a que domina una cultura de comprar, usar y tirar, con el propósito de facilitar las acciones de mercado y disminuir costos en fabricación de materiales (Escuela de Química. (2011). Contaminación del agua y reciclaje como una solución, de Universidad de San Carlos de Guatemala Sitio web: <http://studylib.es>).

En el caso de los residuos sólidos domésticos usualmente son depositados por los habitantes de la vivienda en un solo recipiente, el cual, luego, es descargado a un solo camión recolector, el

cual, transporta a un solo sitio de disposición final, donde en el mejor de los casos, se logra separar a algunos de esos residuos para reciclarlos o reusarlos.

El problema se origina cuando en la mayoría de los municipios y poblados pequeños el servicio de recolección y disposición de los residuos sólidos es deficiente, no reciben la visita de estos camiones recolectores y ven como solución la disposición de estos desechos flotantes en los ríos y cañadas más cercanas (Escuela de Química, USAC, 2011).

La problemática originada por la gestión inadecuada de los residuos sólidos se está agravando a nivel mundial, pues con el crecimiento demográfico también está aumentando la cantidad de basura.

Hablando a nivel nacional en suelo dominicano se han identificado 348 botaderos de basura y tres vertederos semicontrolados, los cuales reciben una producción global diaria de 7,891 toneladas de residuos a cielo abierto, según estudios realizados por el Programa de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés) para la Protección Ambiental (USAID, 2011).

De esos vertederos previamente numerados, un 60% de estos están en zonas de alta importancia hidrológica, esto incluye proximidades a ríos. Cabe destacar que la mayoría de estos vertederos no deben ser vistos como una solución permanente para los residuos sólidos, pues no existe una ley o reglamento que estipule el reciclaje como acción de mejora y no están en condiciones aptas en las cuales un vertedero debe estar.

### **2.1.3 Causas analizadas en el área institucional y legal**

#### **a. Debilidad institucional.**

En nuestro país no se ha desarrollado un sector formal de residuos sólidos, por lo tanto, no ha contado hasta ahora con el desarrollo ni el protagonismo necesarios para que el manejo de los residuos sólidos tenga prioridad (Escuela de Química. (2011). Contaminación del agua y reciclaje como una solución, de Universidad de San Carlos de Guatemala Sitio web: <http://studylib.es>).

#### **b. Centralismo y operatividad deficiente.**

Existe deficiencia administrativa por parte del Estado como ente normativo y fiscalizador, y de los gobiernos locales como operadores. Las limitaciones se deben al centralismo y a la falta de prioridad que tiene el manejo de residuos sólidos (Escuela de Química, USAC, 2011).

#### **c. Falta de planificación.**

Existen a largo plazo pocos planes operativos, financieros o ambientales en relación con el manejo de los residuos sólidos, tanto a nivel nacional como a nivel de los organismos ejecutores (Escuela de Química, USAC, 2011).

#### **d. Carencia de sistemas nacionales de educación, información y seguimiento.**

Esto hace falta para que se lleve a cabo una planificación eficiente y que se ejecute de acuerdo con lo planificado. Esto resulta un elemento muy valioso ante la toma de decisiones, la jerarquización de labores de monitoreo y la relación de labores de monitoreo, vigilancia y control (Escuela de Química, USAC, 2011).

**e. Incumplimiento de los instrumentos legales.**

En ocasiones los órganos responsables no toman las medidas adecuadas a los municipios causantes del problema de la contaminación, y muchas veces es la falta de conocimiento de parte de los municipios que están en contra de la ley al tirar la basura en la calle y/o lugares no creados para estos fines, por la falta de comunicación, en otras instancias las reglas son invalidadas porque no hay otra solución asequible (Escuela de Química, USAC, 2011).

**f. Falta de políticas para reducir la generación de residuos sólidos.**

Aunque siempre hay pequeños movimientos de reciclaje originados en escuelas y universidades, no hay un plan nacional que comprometa la población a tomar cartas en el asunto del reciclaje, se ha buscado la forma de darle una ganancia con los trabajos de clasificación de basura y recolección de botellas, también países han establecido multas por la tira de basura, pero por la falta de recursos esto no ha continuado (Escuela de Química, USAC, 2011).

**g. Programas a corto, mediano y largo plazos. Pocos países los han formulado;**

Esto es necesario para tomar una visión tanto a los colaboradores como con la población, haciendo de medidas y cambios un gran movimiento de residuos partiendo de la colaboración de la población (Escuela de Química, USAC, 2011).

**h. Calificación de los recursos humanos.**

Los salarios a los trabajadores que se dedican a limpiar las calles, carreteras, puentes y ríos es poco, muchas personas hacen trabajos informales de recogida de basura o de clasificación de la misma, por un bien económico insuficiente (Escuela de Química, USAC, 2011).

**i. Privatización.**

Las opiniones dicen que el sector privado es más eficiente en el trabajo de labores públicas como la gestión de estos residuos, ya que tienen un interés económico y tienen costos más bajos para la nación (Escuela de Química, USAC, 2011).

**2.1.4 Causas analizadas desde la perspectiva del área técnica y operativa****a. Manejo de residuos especiales y peligrosos.**

Estos generalmente se mezclan con los demás, esto es por falta de la conciencia de la población acerca de los daños que causan estos residuos específicos como son las pilas, bombillos, tarjetas de computadora, etc. (Escuela de Química, USAC, 2011).

**b. Almacenamiento temporal de los residuos.**

Falta de planeación para la recogida de esta basura, y esto causa sobre acumulación, haciendo al medio ambiente y creando vectores que pueden afectar a la población cercana (Escuela de Química, USAC, 2011).

**c. Barrido.**

El barrido a mano genera más empleos para personas que no están capacitadas en trabajos de otro tipo, aunque no sea tan eficiente como a máquina (Escuela de Química, USAC, 2011).

**d. Recolección con equipo.**

Estas máquinas han sido eficientes recogiendo la mayoría de los desechos sólidos generados en las grandes ciudades del país, aunque tiene un inconveniente de no ser igualmente eficiente en

zonas rurales, lo que quiere decir que se requiere otra solución para la basura generada por estas zonas rurales del país (Escuela de Química, USAC, 2011).

#### **e. Relleno sanitario.**

Es un método muy utilizado en la república dominicana, aunque muchos de los desechos que se llaman sanitarios no cumplen con las especificaciones técnicas requeridas. En puntos intermedios a ciudades se encuentran algunos grandes botaderos abiertos de basura y también utilizan los cuerpos de agua (Escuela de Química, USAC, 2011).

#### **f. Reciclaje y Reúso.**

Esta es una práctica que se está viendo recientemente en nuestro país, utilizando residuos que ya no cumplen con la función para la que fueron hechas y están siendo parte de algo más grande y valioso, lo cual deja en ocasiones ganancias para los creadores (Escuela de Química, USAC, 2011).

### **2.1.5 Problemática evaluada desde la perspectiva del área social y comunitaria**

La participación comunitaria en el manejo de los residuos sólidos es acertada con relación a lo que espera la institución que ejecuta la recogida de estos desechos, ya que la institución no tiene un plan para reciclaje en caso de que los moradores depositen su basura en tanques clasificados para reciclaje y los moradores tampoco están concientizados para hacer esto, también que consideran que la problemática es generada únicamente por la municipalidad. Las comunidades no ven justo pagar por los servicios ofrecidos de la recogida de basura, Finalmente, mientras la desocupación sea elevada y la extrema pobreza se mantenga, habrá segregadores de residuos sólidos. Será necesario mitigar este problema social y apoyar la organización y el desarrollo de

las capacidades gerenciales, operacionales y financieras de las cooperativas, asociaciones y microempresas de segregadores. (Álvarez, 2000)

### **2.1.6 Resultados de la llegada de estos desechos al mar**

En la tierra, la basura constituye un grave problema en sí:

Mundialmente se produce un volumen neto de 7.000 a 10.000 millones de toneladas de residuos al año. La consecuente acumulación de los mismos, sumado a la mala gestión de los sistemas, ha sobrepasado hasta los más exigentes estándares propuestos por multitudinarias campañas ecologistas. Arroyo, M. ((2017)). Cada año se producen entre 7.000 y 10.000 millones de toneladas de residuos urbanos en el mundo. (mayo 15, 2017, de *Residuos Profesional* Sitio web: <https://www.residuosprofesional.com>)

“Si tomáramos toda esa basura flotante y la colocamos en las playas del mundo, habría suficiente material para rodear al planeta con una línea recta en donde cada 30 centímetros se colocase una bolsa llena de restos”. (Jambek, J. 2014)

Uno de los resultados o bien consecuencias de nuestra sociedad consumista es la gran cantidad de material que desechamos día tras día; y desafortunadamente el problema de la basura ha llegado a ser tan grave que se ha llegado a formar un nuevo “continente” de basura, compuesto principalmente por plástico y polietileno.

Se trata de una masa enorme de nuestros desechos, arrojados por las corrientes oceánicas a zonas donde el mar abierto se convierte en un relleno sanitario no intencional que abarca miles de kilómetros de ancho y hasta 100 metros de profundidad.

El Gran Parche de Basura del Pacífico Norte se considera el nombre oficial de esta masa de basura flotante que está agrupada en el Giro Central del Pacífico Norte (entre Hawái, California

y Alaska). Otros nombres comunes incluyen la Sopa de Plástico, la Isla de Basura, Isla Tóxica, la Gran Zona de Basura del Pacífico, la Mancha de Basura, el Séptimo Continente, Continente de Basura y Vórtice de plástico.

Cabe destacar que este no es la única acumulación de este tipo a nivel mundial pero sí la más grande, hay otras acumulaciones menores de desechos en otras partes del planeta debido a las zonas de convergencia del flujo oceánico.

Otras zonas con este tipo de flujos y por tanto presentan acumulaciones de desechos se pueden visualizar en la siguiente imagen:

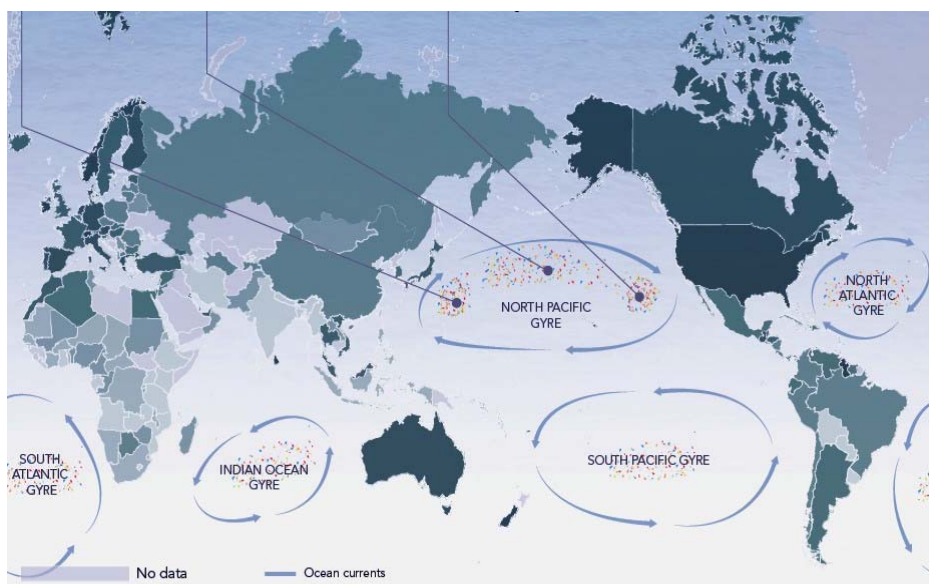


Figura 4. Continentes de basura en el mundo. Fuente: *bluebird-electric.net* (s.f.).

Un equipo de científicos del departamento del 5 Gyres Project, en el 2009, detectó una masa flotante de detritos de plástico compuesta por 200.000.000 partículas en suspensión. Fenómeno al que se le denominó la North Atlantic Garbage Patch.



A diferencia de su contraparte pacífica, este vórtice presenta una característica radicalmente nueva. Impulsado por la misma corriente que lo gesta, la masa parece que “bailara” desplazándose rítmicamente de su centro de acción a través de un radio de 1.600 kilómetros. Sorprendentemente, no tuvo que pasar mucho tiempo para que apareciera de la nada un caso completamente similar. Esta vez al otro lado del mundo.

A mediados del año 2010, fue descubierta la “Isla de Basura del Océano Índico”, un fenómeno de nube plástica similar apostado entre las aguas meridionales entre los desérticos continentes de Australia y África occidental.

Para el año 2015, ya se había determinado que existía más de una isla de basura repartidas por todo el suelo oceánico de los principales mares del mundo. Específicamente una en cada uno de los giros y corrientes oceánicas se había confirmado la existencia de al menos una de estas masas de desechos inorgánicos. Información con la cual se vislumbra en su totalidad el hecho de que la basura oceánica es un problema verdaderamente global. Y que todos los océanos del mundo están gravemente contaminados. (Navas, E. (2014). *La basura que se ha encontrado al buscar el avión desaparecido*, de MUNDO Sitio web: <http://www.bbc.com/>)

### **2.1.7 Posibles soluciones**

El primer intento de saneamiento puede verse a partir del año 2008, cuando fue formada la Environmental Cleanup Coalition, que se traduce como “Coalición para la Limpieza del Ambiente”. Organización la cual busca a través del envío de flotas de barcos especializados retirar buena parte de la basura depositada para su posterior reciclaje y destrucción.

Otras iniciativas como la empresa The Ocean Cleanup, formulada por Boyan Slat, estudiante de ingeniería aeroespacial de la Universidad Tecnológica de Delft proponen alternativas más técnicas de solución. Otras soluciones han sido presentadas de manera más local, el sentido de que han sido presentadas como soluciones para limpiezas de ríos, evitando de esta manera que estos desechos lleguen al mar, evitando que el problema sea mayor, como por ejemplo las ya mencionadas en los antecedentes.

Un primer trabajo corresponde a James Dyson (2011), quien realizó la: “Propuesta de una aspiradora gigante para limpiar la superficie de los ríos de residuos plásticos” esta tenía el fin de extraer de la superficie de las aguas tanto los residuos de diferentes tamaños. Un segundo trabajo de Vela Coreño (2009), estudiante universitario mexicano de la Unidad Azcapotzalco de la UAM realizó el trabajo denominado: “la creación de un equipo para limpieza de ríos utilizando el principio de Arquímedes”, se basaba en la recolección de la basura, encapsular el río para agregar químicos y purificar mediante un trecho de 100 metros lineales, para neutralizar metales pesados y eliminar bacterias. Un tercer trabajo de Paulina Lord Méndez (2014), lleva por título: “El Trash Inceptor” (ver Figura 3). De la creación de una rueda gigante impulsada con energía solar limpia, para remover desechos flotantes del puerto de Baltimore.

### **2.1.8 Solución Planteada**

Este trabajo de investigación busca contribuir con el planteamiento de una solución al problema de desechos sólidos flotantes en los ríos y sus afluentes ya que estamos conscientes que no se trata de una solución absoluta. De esta manera se investiga un modo práctico-mecánico de disminuir la cantidad de los mismos que llegan al mar, y por tanto evitar que estos lleguen a formar parte de los continentes de basura anteriormente mencionados.

Recordando que el 80% de los plásticos que se encuentran en el océano provienen de la tierra, existe la importancia y la urgencia de seguir promoviendo campañas de reciclaje en nuestro país. Es hora de encontrar soluciones y formar parte del cuidado de nuestros océanos y a la vez de nuestra salud... ‘Limpiar el océano es como trapear el suelo con el grifo aún abierto’, (Wallace, 2016).

Debemos actuar desde la tierra, es decir que cada país, debe aportar su granito de arena para reducir la llegada de estos residuos. Para esto se presenta lo siguiente:

Se plantea un dispositivo que no utiliza energía alguna, más de la que aporte el río para dirigir estos desechos a un punto para su posterior recolección y posible clasificación para reciclaje, es decir que se encontraría en los ríos, evitando que los desechos lleguen a su desembocadura, y en lugar de esto, sean recolectados.

### **2.1.9 Reciclaje como una solución viable.**

Las dificultades para la eliminación de los desechos domiciliarios e industriales pueden ser superadas con la generalización del concepto de reciclado.

Reciclar significa volver a usar como materia prima elementos utilizados y descartados anteriormente, para producir otros nuevos. Esa tarea permite una sensible disminución de los residuos, a la vez que ahorra enormes cantidades de agua y energía.

En países desarrollados, el proceso se facilita con la recolección selectiva de la basura. El papel, el vidrio y otros materiales son fácilmente reciclables. En cambio, sería conveniente limitar el uso de envases plásticos que no sean los nuevos polímeros biodegradables y de envases de hojalata -actualmente, en realidad, de aluminio- ya que la producción de la lámina de este material es cara y contaminante, y genera elevado consumo de agua.

Lo que fundamentalmente deberá existir es un estudio de precios de los desechos con y sin valor agregado, un modelo de gestión propio, y un conjunto de tecnologías apropiadas a la realidad nacional. (Sueldo, 2015)

### **2.1.10 Métodos de Reciclaje**

#### **2.1.10.1 Separación en la Fuente:**

Separación en la fuente es la recuperación de los materiales reciclables en su punto de origen como, por ejemplo: el hogar, comercio, industrias y escuelas. Estos materiales recuperados son llevados a los centros de acopio y reciclaje correspondientes a sus categorías en donde los almacenan y algunos los preparan para ser procesado o exportados.

Una de las ventajas de la separación en la fuente es que los materiales reciclables recobrados no están contaminados al no estar mezclados con el resto de los residuos sólidos. Este método contribuye a reducir el volumen de los residuos sólidos que llega a los sistemas de relleno sanitario y por lo tanto alarga la vida útil de estos. Otra ventaja de este método es que disminuye los costos municipales de recolección y disposición final de los residuos sólidos.

El éxito de este método dependerá en gran medida, del desarrollo de programas educativos para concienciar sobre la importancia de cooperar implantando la estrategia del reciclaje en nuestro diario vivir.

#### **2.1.10.2 Separación Manual después del Recogido:**

La separación manual de los residuos sólidos ocurre después de la recogida. Este método no es recomendado al presentar problemas de salud y seguridad porque los materiales a recuperarse ya se han mezclados con otros desechos contaminados.

### **2.1.10.3 Separación Mecánica:**

La separación mecánica es la recuperación de materiales por medios mecánicos o electromecánicos después de la recogida. Algunos de estos sistemas de separación mecánica segregan todos los materiales. Este método permite recobrar mayor cantidad de residuos sólidos que los otros métodos manuales discutidos anteriormente

### **2.1.11 Tipos de Desechos que pueden ser reciclados o reusados.**

#### **2.1.11.1 Papel**

El papel y sus derivados se obtienen de las fibras de celulosa de los árboles. Los árboles son un recurso natural renovable muy valioso. Estos proveen recreación pasiva, producen oxígeno, y reducen el aumento y los efectos nocivos del dióxido de carbono al purificar el aire que respiramos. Los árboles, por medio de sus sistemas de raíces, estabilizan el nivel del suelo y la erosión del terreno. Además, proveen sombra, reducen los niveles de ruido y son importantes en el bienestar psicológico y físico de los seres humanos. El papel que se recupera para reciclar puede utilizarse para refabricar una gran variedad de papel. La recuperación de una tonelada de papel evita el corte de aproximadamente diecisiete (17) árboles medianos.

El papel se clasifica en dos categorías, alta calidad y baja calidad. Categorías; Alta calidad: Papel de maquinilla, de fotocopias, de impresoras láser y computadoras, papel timbrado, de borradores y tarjetas tabuladoras, entre otros. Baja calidad: Periódicos, papel en colores, revistas (sin brillo), cartón y cartapacios, entre otros.

En los Estados Unidos el periódico reciclado se usa para producir papel para nuevos periódicos. Productos como cartón corrugado o papel se usan para embalaje y empaque. Estos se colocan en columnas paralelas y se amarran para dar rigidez. (Guallaniya,2010)

### **2.1.11.2 Vidrio**

El vidrio es un material 100% reciclable, que se puede usar una y otra vez para hacer nuevos envases. Los envases de vidrio pueden ser recuperados aun cuando estén rotos o en pedazos. En la recuperación del vidrio para reciclar es necesario eliminar los contaminantes, tales como tapas y anillas de metal. Los fabricantes de envases de vidrio recuperan las botellas para lavarlas, triturarlas, y luego mezclarlas con arena sílice, piedra caliza, carbonato de soda, sulfato de sodio y aluminio.

Estos materiales se pesan y mezclan mediante un sistema computarizado, se colocan en un horno donde se derriten a una temperatura de 2,800°F. La mezcla de vidrio derretido se vierte en moldes, y por medio de aire comprimido o presión, adquiere la forma de los mismos. En otros países se utiliza el vidrio como un sustituto de agregado en la manufactura de asfalto y productos relacionados. Este material es fácil de recobrar en la fuente de origen. (Guallaniya,2010)

En la clasificación del vidrio se establecen tres (3) categorías, las cuales son establecidas por su color

- Verde
  
- Ámbar
  
- Transparente

### **2.1.11.3 Plástico**

El plástico se origina de un componente básico llamado resina, el cual es un derivado del aceite o gas natural (petróleo). La industria del plástico tiene un sistema de códigos para identificar las siete categorías de este material. Los envases de plástico son fácilmente recuperables en su

fuelle de origen. PET (1) o tereftalato de polietileno y el HDPE (2) o polietileno de alta densidad son los más usados.

Una gran cantidad de productos es hecha de plástico reciclado. El plástico tipo PET (1) es usado para crear envases para la leche, jugos y otros productos. Entre el PET (1) reciclado tenemos toallas de fregar, postes plásticos y fibras para relleno. Mientras que del plástico tipo HDPE (2) tenemos sustitutos de madera, juguetes y enseres del hogar. Los envases de plástico son fácilmente recuperables en su fuente de origen.

Clasificación: los envases de plástico muestran los códigos o números establecidos para la identificación de este material. Estos códigos se encuentran en el fondo de los envases con el símbolo de reciclaje y el número que establece el tipo de plástico.

PET (tereftalato de polietileno): Se utiliza mayormente en la fabricación de bebidas suaves y refrescos.

HDPE (polietileno de alta densidad): Una gran cantidad de productos son elaborados de este tipo de plástico. Es el más común en los productos del consumidor: botellas para la leche, agua, detergentes, suavizadores de ropa y blanqueadores.

PVC (cloruro de polivinilo): Se utiliza para fabricar envases aceites cosméticos, enjuagadores bucales, mangueras de jardín, cortinas de baño, tarjetas de crédito.

LDPE (polietileno de baja densidad): Cosméticos y ciertos productos de aseo personal. Bolsas plásticas para emparedados y bolsas transparentes de lavanderías.

PP (polipropileno): En las tapas plásticas de los envases, en la fabricación de sorbetos y alfombras.

PS (poliestireno): Es utilizado en la producción de espuma plástica. Vasos o tazas de bebidas calientes.

Plásticos mezclados: Incluye una gran variedad de productos como plásticos mixtos.

#### **2.1.11.4 Aluminio**

El aluminio es un metal que se extrae de un mineral llamado bauxita mediante un proceso eléctrico. La producción del aluminio tiene dos etapas principales. Se extrae la alúmina de la bauxita y se funde para obtener aluminio. Al reciclar aluminio, se ahorra 95 % de la energía necesaria para producir aluminio utilizando como materia prima el mineral bauxita. Gran parte del éxito de la recuperación de este metal se ha logrado con la participación de personas que se dedican a su recuperación en comunidades, comercios y otros lugares. (Guallaniya,2010)

#### **2.1.12 Cómo reciclarlos o reusarlos**

##### **2.1.12.1 Proceso para la elaboración de papel reciclado:**

1. El papel es recuperado, empacado y llevado a los molinos o fábricas de papel.
2. En el molino o fábrica de papel, llega el material dónde se mezcla con agua, como si fuera una licuadora, el producto de esta mezcla se conoce como pulpa de papel.
3. Se elimina el exceso de agua de la pulpa y se coloca en un molde.
4. El papel se pasa por unos grandes cilindros calientes para ser secado con una textura lisa y uniforme.



**2.1.12.2 Proceso para la elaboración de vidrio reciclado:**

1. En el proceso de la recuperación del vidrio es necesario quitar las argollas y tapas, por ser estos contaminantes en el proceso.
2. El vidrio es triturado y mezclado con otros compuestos.
3. Esta mezcla se derrite a altas temperaturas y con diferentes tipos de moldes se elaboran botellas y envases con diversas formas.
4. Una vez salen del molde van a un período de enfriamiento para ser inspeccionados y luego empacados.

**2.1.12.3 Proceso para la elaboración de plástico reciclado:**

1. Este material se recupera y segrega.
2. Una vez está separado es triturado y empacado.
3. Esta materia prima es derretida para la elaboración de envases nuevos para diferentes productos.

**2.1.12.4 Proceso para la elaboración de aluminio reciclado:**

1. Se recuperan las latas de aluminio, se compactan y empacan.
2. Luego de este procedimiento son enviadas a industrias para completar el proceso.
3. En estas industrias el aluminio se derrite y se forman nuevas láminas de aluminio para hacer latas u otros productos de este material.

### 2.1.13 Alternativas posibles gracias al reciclaje

A modo de ejemplo y a los efectos de aproximación a una alternativa viable al actual "problema de la basura" se enumera que se podría y debería hacer con desechos:

Con Resto De Alimentos: abono orgánico, tierra para plantas, lombricultura y alimentación de cerdos y otros animales.

- Con plásticos: mediante el reciclaje se pueden hacer bolsas, bancos, juegos para parques, postes para campo, baldes, baldosas, balizas, útiles escolares, láminas para carpetas o tarjetas, cerdas para diversos cepillos. Mediante reutilización las botellas se pueden lavar para rellenado, y los vasos descartables pueden utilizarse de maletines.
- Con Botellas De Vidrio: reutilización luego de lavados o nuevas botellas y otros productos de vidrio mediante el reciclaje.
- Con Envases Tetra Brick: recuperación del papel o planchas de aglomerado para confección de distintos muebles.
- Con Maderas: diversos muebles, láminas, juguetes o fuente de energía
- Con Cajones De Madera: juguetes y juegos.
- Con Papeles y Cartones: mediante reciclado otros papeles y cartones.
- Con Muebles y Electrodomésticos Rotos: reparación o recuperación de materiales.
- Con Metales En General: mediante el reciclaje se evita usar nueva materia prima a la vez que se ahorra energía. Algunos metales que deben ser recuperados para reciclar son: oro, plata, cobre, bronce, estaño, plomo, aluminio y hierro.
- Con Latas De Aluminio: mediante el reciclaje se pueden hacer nuevas latas.
- Con Latas De Acero: se pueden reutilizar como macetas para plantas, o fundir.

- Con Tanques y Bidones Plásticos y De Acero: juegos para parques, depósito para clasificación diferenciada de desechos o recipientes de basura.
- Con Trapos y Restos De Ropa Vieja: nuevos tejidos.
- Con Huesos De Animales: fertilizante y alimento para animales.
- Con Neumáticos Gastados: juegos de parques, vallas de seguridad y relleno de carreteras.

## 2.2 Marco Conceptual

**Afluente:** Curso de agua, también llamado tributario, que no desemboca en el mar sino en otro río más importante con el cual se une en un lugar llamado confluencia. (Atlas Catamarca. (2014). Sitio web: [www.atlas.catamarca.gov.ar](http://www.atlas.catamarca.gov.ar)).

**Contaminación:** El concepto de contaminación se emplea para referirse al proceso y el resultado de contaminar: modificar, de manera nociva, las características naturales o normales de algo. (Eco A, enero 2011)

**Desechos flotantes:** Se definen como todos los elementos que incorporados en cierta cantidad al medio ambiente pueden afectar negativamente o ser dañinos a la vida humana, salud o bienestar del hombre, a la flora y la fauna, el cual flota ya que su densidad es menor que la del agua y por ende puede flotar. (Abed Al, febrero 2017)

**Flotación:** efecto de flotar (sostenerse en la superficie de un líquido o gas, ondear, estar en el ambiente influyendo en el ánimo). (Pérez, J. & Gardey, A. (2011) de Definición de Sitio web: <https://definicion.de/>)

**Plano inclinado:** Se refiere a la inclinación dada por un ángulo del dispositivo a diseñar con respecto al eje del río. (Fuente, propia)

**Reciclaje y Reúso:** el concepto “reusar” se emplea para describir el acto de darle un uso distinto a un producto al que se le dio un determinado uso luego de haber sido comprado nuevo; aunque también podría referirse a darle otra vez el mismo uso a un producto. Por otra parte, el concepto de “reciclaje” hace referencia al proceso de usar materiales (desperdicios) para crear nuevos productos; es decir, los desechos se transforman en materia prima para la creación de productos diferentes. (Vaivasuata, 2016)

## **2.3 Marco Contextual**

### **2.3.1 Río Isabela**

Este río es un buen candidato para nuestra investigación porque tiene las condiciones de contaminación que se buscan corregir con el dispositivo propuesto.

Este río pasa al norte de la ciudad de Santo Domingo, nace en la loma EL Pílon. Abastece de agua potable al municipio de Villa Altigracia y junto con los ríos Higüero y Básima, comparte una misma loma en su cabecera, la cual ha sido severamente castigada por la deforestación.

En éste río se forman, dos unidades menores de humedales, pero de gran importancia ecológica, se trata de las ciénagas del Río La Yaguasa, dentro del Parque Mirador del Norte y de las ciénagas de La Hondonada, en la desembocadura del Arroyo La Chorrera, que viene altamente contaminado desde el Vertedero de Duquesa. Además, contiene 4 lagunas, que en realidad son meandros abandonados, que se encuentran en medio de una exuberante vegetación compuesta por los bosques de galería que todavía existen en estos ambientes.

La gran contaminación del río Isabela se refleja en la piel de los niños que viven en sus orillas en el sector capitalino La Zurza. Diarrea, escamosis, dengue y parasitosis son algunas de las

enfermedades que se alojan en los cuerpecitos de los pequeños, la mayoría subnutridos, según moradores. (EcuRed. 2014. Río Isabela. Sitio web: <https://www.ecured.cu/>)

Un tramo de este río es el utilizado para los ensayos del modelo del equipo que se está diseñando, tomando consideración con la pequeña porción de río para posteriormente poder inferir los resultados a un diseño mayor.

### 2.3.2 Tramo del Río Isabela

La selección del tramo consiste en encontrar con facilidades de acceso con vehículo ligero y que no sea muy profundo, ya que dificultaría los ensayos con el dispositivo. Este fue seleccionado en el Distrito Municipio Cabecera Palmajero a 1.31km al sur de la Scuderia Ieromazzo.

Las coordenadas geográficas en las que se encuentra ubicado el tramo son las siguientes:

Latitud=  $18^{\circ}33'5.86''$  N, Longitud=  $69^{\circ}59'13.33''$  W.



Figura 5. Izquierda: Posición del tramo donde se ejecutan las pruebas. Derecha: Longitud del tramo.

Fuente: Google Earth.



*Figura 6.* Imágenes del tramo donde se ejecutaron las pruebas. Fuente: Propia.

## **CAPÍTULO III- MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 Enfoque de la Investigación**

Diseñar un equipo que cumpla con los requerimientos mencionados en capítulos anteriores, debe contar con el apoyo de una investigación tanto cuantitativa para la determinación de cantidad de desechos que circulan por el tramo seleccionado en un periodo de tiempo determinado y también una investigación cualitativa, pues por medio de distintos casos de prueba del diseño y de distintas evoluciones y modificaciones del equipo, se obtendrán distintos resultados que luego serán analizados y con estos resultados se podrá decidir cuál resultado del modelo es el más viable.

Para identificar cuál será este modelo se harán comparaciones cuantitativas entre las distintas características buscadas, desde la economía, posibilidad de reciclaje o reúso, facilidad de instalación, facilidad de creación del mismo, durabilidad, costo de diseño, resistencia, necesidad de mantenimiento, entre otras.

Ante la creación de este modelo será necesario visitar el río que será utilizado para la prueba a escala del diseño y en este caso iniciar las pruebas para la obtención del ángulo y la pendiente para la determinación de los factores necesarios para encauzar los desechos sólidos flotantes del río de la forma más eficiente posible.

### **3.2 Tipo de Investigación**

Por su análisis global, esta investigación es aplicada pues busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar. Es decir que se necesita conocer cómo funciona un río y cómo están siendo contaminados, para comenzar a pensar qué hacer para buscar soluciones, iniciar el diseño de la solución y llevarla a la realidad por medio de pruebas.

Por su objetivo, explicativa pues pretende conducir a un sentido de comprensión o entendimiento de un fenómeno. Apunta a las causas de los eventos físicos en el río, y las causas sociales que elevan la contaminación. Pretende responder a preguntas como: ¿Por qué ocurre? ¿En qué condiciones ocurre? ¿Cómo solucionarlo? Es estructurada y requiere del control y manipulación de variables en un mayor o menor grado.

Por su recogida de datos es experimental, pues el investigador no sólo identifica las características del equipo que se estudian, sino que las controla, las altera o manipula con el fin de observar los resultados al tiempo que procura evitar que otros factores intervengan en la observación y lograr obtener los mejores resultados posibles. Además, el inicio de las pruebas del dispositivo será en un laboratorio hidráulico para poder crear condiciones distintas que cumplan con los requerimientos.

Por su periodo y secuencia es transversal pues esta apunta a un momento o tiempo definido, la creación del modelo.

### **3.3 Procedimiento de la Investigación**

Para esta investigación fue utilizado el siguiente esquema de procedimiento:

1. Búsqueda de información bibliográfica sobre el Río Isabela, y sobre sus contaminantes.
2. Elaboración bosquejo de la propuesta de solución al problema.
3. Diseño a escala de posibles evoluciones al dispositivo solución.
4. Prueba de las evoluciones.
5. Decisión de Diseño Final y su elaboración.



6. Prueba de diseño final en tramo del Río Isabela.
7. Análisis de los resultados e información.
8. Redacción del informe final.

### **3.4 Método de la Investigación**

El método de investigación es deductivo, pues ante conocimientos generales, leyes, métodos, teorías, entre otros, se llega a un fin específico que es la solución al problema presente.

- Se investigarán leyes y postulaciones que aporten a la creación del dispositivo y que permitan su funcionamiento.
- Se plantean posibilidades de diseño que permitan encauzar los desechos sólidos.
- Se pondrán a prueba dichos equipos.

### **3.5 Técnica de la Investigación**

En el caso de esta investigación se estará frente a una observación abierta y observación participante pues luego de tener estructurados los modelos, para poder llegar a resultados, que se convertirán en soluciones, se necesita observar e interactuar con el mismo.

-Se observa el funcionamiento del dispositivo a distintos ángulos, bajo otras condiciones similares, como velocidad y caudal.

-Se observa como los desechos son encauzados para luego llegar a conclusiones del mejor lugar para su posterior recogida.

### **3.6 Análisis de los Datos**

Los datos de la investigación han sido estudiados y analizados mediante gráficos comparativos entre cada uno de los equipos diseñados, a su vez podrá ser confirmada o no la viabilidad del diseño del equipo, cuál de los modelos es el más indicado, con qué ángulo y con qué condiciones podrá dar su mejor rendimiento.

Para la selección de los materiales serán comparados entre sus propiedades, características y el impacto ambiental que generen en el río. También propiedades mecánicas del material como su resistencia a la flexión y al cortante.

## **CAPÍTULO IV- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Características físicas y mecánicas del tramo seleccionado para investigar.**

#### **4.1.1 Características Físicas**

En la visita realizada el 4 de junio del 2017, al tramo de investigación del Río Isabela, entre las coordenadas 18°33'04.4"N 69°59'14.4"W y 18°33'06.5"N 69°59'13.8"W, se investigaron y tomaron las características físicas tales como dirección y ancho de la sección del río. Para la dirección se comprobó que el río tiene inclinación del flujo con respecto a su eje, lo cual significa que, colocando el dispositivo con una inclinación en el mismo sentido, puede ser más eficiente el arrastre de sólidos por su superficie.

Se vio un aproximado de los ángulos que favorecen más al dispositivo para el arrastre de desechos flotantes, los definitivos serán explicados posteriormente.

Los ángulos ensayados fueron 20°, 30°, 60° y 45°, tomando en cuenta que estos son calculados con respecto a una línea imaginaria que corta perpendicularmente la dirección del curso del río (ver figura 7). Resultando ser el más favorable para el primer material investigado, tela, entre 35°-45° (Figura 8), lo cual no es un ángulo definitivo ya que el material era muy rugoso y por esta razón la fricción era muy alta, además 45° fue el ángulo en el cual la tensión aplicada a la sábana podía mantenerla sin curvaturas pronunciadas.

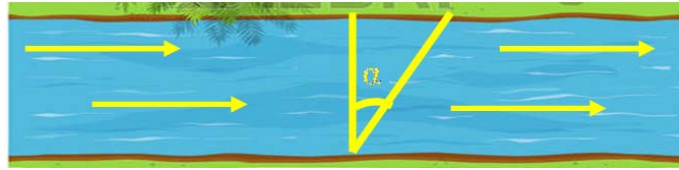


Figura 7. Ángulo que se forma respecto al río. Fuente: Propia



Figura 8. Foto del funcionamiento de la sábana a 45°. Fuente: Propia

En esta visita también fue posible tomar medidas aproximadas con cintas convencionales para tener una idea de que tan ancho es el tramo, e inferir este ancho con un tramo más significativo del mismo río.

Para simular el dispositivo se utilizó sábanas amarradas por varios nudos y tensada en sus dos extremos por personas y una tercera tirando materiales flotantes clasificados, para evitar se perdieran en el río, y ante esto visualizar cómo actuaba la sábana como línea de encauce.

Las longitudes fueron tomadas en tres tramos y se obtuvieron anchos de:

- Sección 1:

14.78 m

- Sección 2:

20.29 m

- Sección 3:

27.74 m



*Sección 1*



*Sección 2*



*Sección 3*

*Figura 9. Imágenes Satelitales de distancias tomadas de secciones del tramo de izquierda. Fuente: Google Earth.*

#### 4.1.2 Características mecánicas

La determinación del caudal del río se determinó mediante aforos realizados a las 8:00 am y a las 5:45 pm el día 12 de junio del 2017, por el Técnico Eduardo Brito (Figura 10). Es importante dar como observación que, durante la semana entre la visita anterior y esta, no llovió y al llegar al río se pudo notar que su nivel era menor al de la semana anterior. La profundidad promedio del río el día del aforo era de 0.20 m en la mañana y 0.22m en la tarde.

La velocidad promedio fue de 0.39 m/s para las 8:00 am y de 0.41 m/s para las 5:45 pm. Estos datos fueron obtenidos en la visita realizada el 12 de junio del 2017. (Ver Anexo #1 y Anexo 2)



Figura 10. Fotos del técnico Eduardo Brito ejecutando el aforo en el río. Fuente: Propia.

## **4.2 Pruebas sucesivas para la modelación a escala del dispositivo.**

### **4.2.1 Prueba 1 (4 de junio del 2017).**

Lo primero a solucionar fue estabilizar lo que simbolizaría el dispositivo, en este caso se utilizó una sábana, lo suficientemente tensada para que mantuviera la dirección y no se flexionara por la fuerza del río, creando así bulbos lo cual podría estancar los residuos sólidos flotantes.

Cuando se logró estabilizar la sábana a un ángulo de  $30^\circ$  a partir del lado derecho, requiriendo de mucha fuerza, se lanzó el primer desecho flotante, el cual no se movió y se vio atrapado por los nudos de la sábana. Otro detalle es que debido a la poca profundidad brindada por la misma el desecho tendía a pasar por debajo de la misma, dificultando aún más la investigación.

Se intentó en un ángulo mayor, esta vez  $40^\circ$  para el cual el desecho se movió levemente hasta llegar a un punto en el que no continuaba su trayectoria.

A continuación, se intentó con un ángulo de  $60^\circ$  para el cual los desechos se movían lentamente, haciendo entrar en duda si realmente es posible encauzar los desechos de esa manera.

Finalmente se llegó a la conclusión de cambiar el ángulo, y esta vez iniciar por el lado izquierdo a medirlo. De esta manera se ubicó y tensó nuevamente la sábana, se colocó a  $30^\circ$  para el cual los desechos actuaban moviéndose lentamente pero finalmente llegando a su destino. Buscando mayor velocidad fue colocada nuevamente a  $45^\circ$  para el que finalmente se comenzó a observar lo que se deseaba, los desechos moviéndose a una velocidad razonable, pero aún insuficiente.

Con el cambio de lado del ángulo se llegó al detalle de que para instalar el dispositivo primero se deben observar los flujos de agua dentro del río, ver si en el tramo a colocar existe una inclinación del flujo y lograr colocar el dispositivo a favor de esta.

#### 4.2.2 Prueba 2 (12 de junio del 2017).

Utilizando un tubo PVC de 3" (Figura 10) para ensayar el mismo procedimiento, el problema de la deformación fue salvado, pero aún los residuos seguían pasando por debajo del tubo.

En cuanto al desplazamiento de los desechos se obtuvo una velocidad mucho mayor al ensayo anterior, ya que el PVC es un material que genera menos fricción al paso de los desechos.

Se utilizaron los mismos ángulos que en la prueba anterior y se presentaron velocidades mayores mediante el incremento de la inclinación con respecto al eje del río. Dando a relucir que la velocidad es directamente proporcional al ángulo en que se coloque el dispositivo.



*Figura 11.* Tubo PVC de 3" simulando ser el dispositivo, apoyado y nivelado por personas. Fuente: Propia.



Al igual que con la sábana debido a la poca profundidad ocupada por el PVC, los desechos en algunos momentos tendían a pasar por debajo del PVC en lugar de ser encauzados.

Durante transcurrido entre junio y julio, en el país se presentaron fines de semana con lluvia continua, causando el inconveniente de que, por seguridad, no era recomendable entrar al río y además los equipos de medición podrían verse afectados.

Una estación total, que se pensaba usar para medir los tramos del río con mayor precisión que una con la cinta, no estaba adaptada para estar en condiciones de humedad.

En este tiempo se realizaron investigaciones y bosquejos de lo que podría funcionar como malla en el dispositivo, de manera tal que no generara una fricción mayor a la velocidad y la fuerza generada para arrastrar los desechos, que fuera fácil de preparar, de bajo costo y duradera.

Teniendo en cuenta evitar que los desechos pasaran por debajo de la misma.

#### **4.2.3 Prueba 3 (16 de Julio del 2017).**

A través de los análisis anteriormente mencionados, se llegó a la conclusión de realizar un marco en PVC, de  $\frac{3}{4}$ " , con una longitud de 11.90 metros y una profundidad de 15 centímetros. Este marco serviría de soporte a una malla vallado naranja, o bien malla de seguridad naranja. La cual fue colocada en 3 capas bien estiradas, para evitar la formación de protuberancias y lograr que los agujeros en la misma no fueran mayores a una tapa de refrescos.



Figura 12. Preparación de la malla con el marco de PVC de  $\frac{3}{4}$ ". Fuente: Propia.

La realidad fue que, al introducir la malla al río, la misma se pandeo al punto de desprender el PVC de sus uniones y por tanto haciendo imposible probar esta malla.

Con esto se descubrió que no resultaba conveniente el uso de este diámetro para el fin buscado, siendo necesario aumentarlo o como otra solución dividir el marco por segmentos.

Para esa fecha se solicitó la colaboración de habitantes de la zona, el cual debía contabilizar y clasificar los desechos que fueran encontrando en el tramo del río durante un tiempo determinado de dos semanas.

Los domingos siguientes a la prueba anterior, continuaron con lluvias, por lo cual se decidió continuar con las investigaciones y bosquejos de cómo lograr evitar la deformación presentada al introducir al marco al río. Como solución se determinó utilizar accesorios en forma de T de PVC y que el marco realmente estuviera integrado por marcos aún más pequeños con longitud de 1.32 metros.

Al llegar al río se decidió iniciar con las mediciones utilizando una estación total, esta vez una TOPCON, pese a que llovió, se lograron tomar las longitudes los 3 tramos anteriormente medidos con cinta.



Figura 13. Medición de las secciones utilizando Estación Total. Fuente: Propia.



Figura 14.a Medición de Sección 1. Fuente: Propia. Figura 14.b Medición de Sección 2. Fuente: Propia.



Figura 14.c Medición de Sección 3. Fuente: Propia.

#### 4.2.4 Prueba 4 (4 de agosto del 2017).

El río se encontraba más alto que en las pruebas anteriores y por tanto con aún mayor fuerza. Al introducir el marco a aproximadamente  $20^\circ$ , el mismo se pandeó, cabe destacar que menos que cuando no tenía las conexiones T, pero aun así era un pandeó significativo. Al colocarlo a  $30^\circ$  la deformación disminuyó notablemente.

Al iniciar a lanzar los desechos de prueba, los mismos inmediatamente hacían contacto con la malla se desplazaban a una velocidad constante y por lo visto suficiente para recoger desechos aún mayores a botellas plásticas, platos y vasos foam, vasos plásticos, tenedores, cucharas, etc.



*Figura 15. Prueba de marco y malla con t. Fuente: Propia.*

#### 4.3 Ubicación de la sección más conveniente

En las visitas realizadas el 21 de mayo del 2017 se investigó a lo largo de varios tramos del río cuál sección presentaba características válidas para realizar los estudios para el diseño del dispositivo, como una profundidad leve, y un caudal significativo. Se encontró que la que será



presentada a continuación brindaba la seguridad de tener una vía de acceso fácil (Ver figura 16 y Anexo #3) sin correr peligros con los equipos que se pudieran necesitar a lo largo de la investigación y la seguridad de los investigadores no se viera afectada.

La Sección seleccionada fue la anteriormente mencionada como #1. Coordenadas en UTM: 95803.00 m E, 2051482.00 m N en la Zona 19 Q Norte.



Figura 17. Imagen Satelital de Ruta de Llegada. Fuente: Google Earth

#### 4.4 Cantidad de Basura para ser Recolectada

En el tramo investigado se colectaron y contabilizaron gracias a la ayuda de la población aledaña, a la cual se le pidió colaboración para la investigación, aproximadamente 700 botellas de plástico, 250 platos foam, 150 vasos plásticos, 185 vasos foam, 25 cajas de cartón, 10 electrodomésticos rotos, 35 botellas de cristal, entre otros desperdicios fueron recolectados tan solo en tres semanas (Ver figura 18). Los cuales representan la posible basura a ser recogida gracias al equipo propuesto.

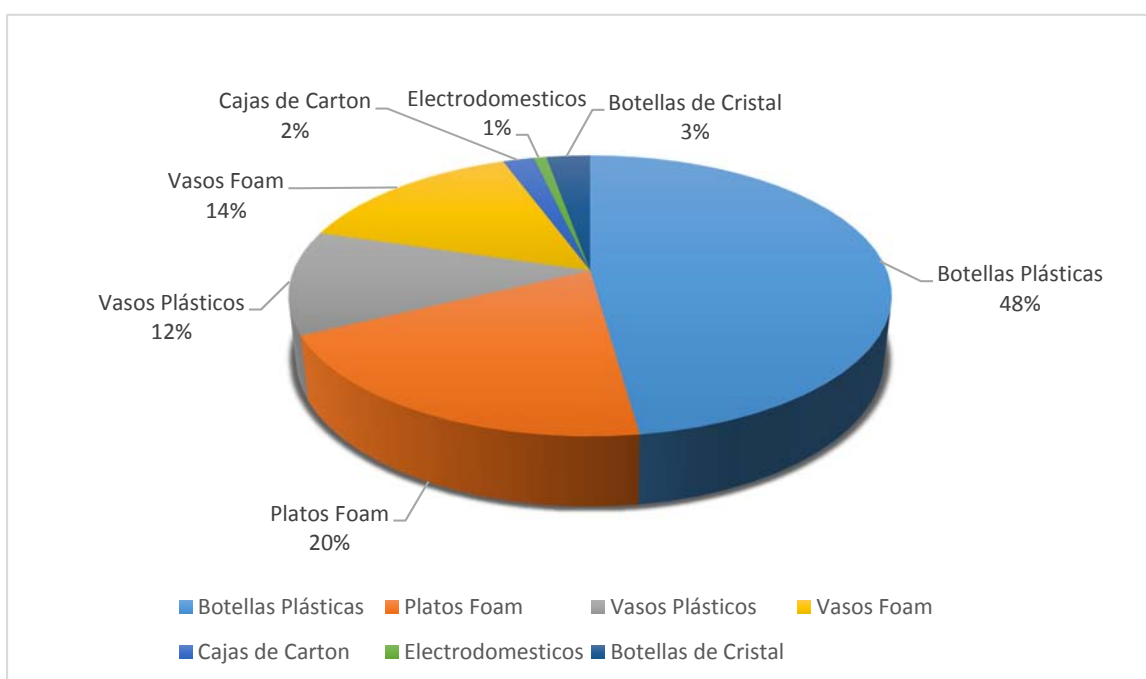


Figura 18. Gráfica Pastel de Porcentaje de Basura contabilizada en 3 semanas. Fuente: propia

#### 4.5 Propuesta de Dispositivo

Se plantea un dispositivo que no utiliza energía alguna, más que la que ofrece el río para dirigir estos desechos a un punto para su recolección y posterior recogida y posible clasificación para

reciclaje, es decir que se encontraría en los ríos evitando que los desechos lleguen a su desembocadura, y en lugar de esto, sean removidos.

Para hacer esto posible el dispositivo se colocará formando un ángulo conveniente con respecto a la dirección del flujo del río, generando una modalidad de plano inclinado, en el cual la gravedad se sustituye por la energía generada por el caudal del río.

El dispositivo propuesto consiste en una malla con un marco capaz de ofrecer resistencia a la flexión provocada por la corriente del río y a su vez ser agarre y refuerzo de la malla, capaz de transmitir los esfuerzos a los apoyos. Tanto la longitud del marco como la de la malla dependen del ancho del río, la longitud de ambos es 15 m y 0.15 m de profundidad. (Ver Figura 19)

Los apoyos tendrán un solo grado de libertad que será el vertical, esto para poder permitir el uso de un sistema de flotación que mantenga el equipo al nivel del río, ya que este tiende a aumentar o disminuir su caudal y nivel del agua. Para permitir la flotación, dentro del apoyo se encontrará una boya conectada a la malla, y en contacto con el río gracias a la implementación de vasos comunicantes, los cuales consisten en un agujero sumergido hecho en las paredes del río que conecte el agua con el centro del apoyo, lo cual mantendrá el agua interna del apoyo al mismo nivel que la del río por el principio de los vasos comunicantes. El tubo de Acero inoxidable del apoyo exterior, el cual está empotrado en tierra dos veces la profundidad del río para lograr el concepto el empotramiento, tiene 3” de diámetro y una longitud fuera de la tierra de metro y medio. El tubo interior tiene 2 ½” de diámetro, su altura es igual de metro y medio y su profundidad es la necesaria para realizar el vaso comunicante con el río. (Ver Anexo #4)

Este sistema de flotación consiste en un flotador foam forrado con el mismo geotextil de la malla colocado sobre la cuerda superior, la cual está conectada a apoyos empotrados, los cuales poseen

una perforación vertical suficiente para permitir el desplazamiento vertical del dispositivo siempre que el nivel del río varíe. El flotador tendrá forma de medio cilindro con radio de 10 cm, y un alambre de acero inoxidable de 3/8" de diámetro. (Ver Anexo #5)

La malla es de un material resistente y capaz de permitir el paso del agua, más no el de los sólidos, a su vez no crear una fricción con magnitud capaz de superar la fuerza aportada por la pendiente y la corriente, que permita deslizar los desechos a lo largo del dispositivo.

También la malla es tensada para no crear bulbos que dificulten el paso o bien estanquen los residuos flotantes.

La malla debe ser lo suficientemente durable como para no necesitar un mantenimiento temprano, resistir las condiciones del río y no ser un factor de contaminación en el mismo. A través de investigaciones se llegó a la conclusión de utilizar un geotextil con un espesor de 2-3mm y agujeros de 2 x 2 cm colocados cada 1 cm (Ver Anexo #5)

Para el almacenamiento de los desechos se utilizará un espacio excavado, en la orilla del río en forma de medio ovoide, con altura de 1 metro, soportado por un muro con una altura sobresaliente igual a la mitad de la profundidad, los desechos serán retenidos en la salida del agua por una rejilla metálica colocada a 30° con respecto a la vertical cuyos agujeros no serán mayores a 2 x 2 cm. (Ver anexo #6)

Para una visualización del equipo ensamblado se recomienda ver anexo #7 y la figura 19.





Figura 19. Equipo ensamblado. Fuente: Propia

#### 4.6 Presupuesto

Cabe a destacar que por ser el diseño del dispositivo una propuesta general, que sus dimensiones varían en función al curso de agua en que se encuentre y que los precios varían según el material a utilizar, el tiempo y el lugar de compra, en este presupuesto se presentan los costos aproximados para realizar el mismo en el tramo de investigación.

Materiales para utilizar:

- Tubo Hierro Galvanizado 3"
- Tubo Hierro Galvanizado 2 1/2"
- Tubo de PVC 1"
- Malla Geotextil
- Cable de acero inoxidable de 3/8"
- Bloque de Foam
- 2 Malacates
- Rejilla de Hierro Galvanizado
- Muro de Contención o Muro de Gaviones
- Perforación en suelo

Dando esto un costo total aproximado, para el tramo seleccionado de investigación, de:  
RD\$ 140,000.

<b>Presupuesto Aproximado de Diseño</b>					
<b>Artículo</b>	<b>Longitud/Area/Volumen por unidad</b>	<b>Precio por unidad</b>	<b>Longitud/Area/Volumen Necesaria</b>	<b>Unidades Necesarias</b>	<b>Precio total</b>
Tubo de hierro Galvanizado de 3"	20 pies	\$3,074.00	10 pies por c/lado	1	\$3,074.00
Tubo de hierro Galvanizado de 2 1/2"	20 pies	\$1,856.00	10 pies por c/lado	1	\$1,856.00
Tubo de Presión PVC 1"	19 pies	\$336.00	130 pies	7	\$2,352.00
Codo de Presión PVC 1"	-	\$10.00	-	4	\$40.00
T de Presión PVC 1"	-	\$16.00	-	20	\$320.00
Cable de acero Inoxidable de 3/8"	1 pie	\$51.00	70 pies	70	\$3,570.00
Malacates	-	\$1,570.00	-	2	\$3,140.00
Rejila de Hierro Galvanizado	1 pie <sup>2</sup>	\$1,632.00	10 pies <sup>2</sup>	10	\$16,320.00
Perforacion en el suelo	-	\$20,000.00	-	2	\$40,000.00
Muro de Gaviones	1 m <sup>3</sup>	\$5,000.00	8 m <sup>3</sup>	8	\$40,000.00
Flotador de Foam	1 pie	\$100.00	50 pies	50	\$5,000.00
Malla	1 pie	\$500.00	50 pies de longitud	50	\$25,000.00
				<b>Total</b>	<b>\$140,672.00</b>

Figura 20. Tabla de Cálculos de presupuesto aproximado. Fuente: Propia (Ver anexo 8)

## CONCLUSIÓN

De acuerdo con las pruebas de investigación efectuadas en campo y tomando en cuenta los resultados del análisis realizado se puede concluir que:

- 1) Las características físicas del río que se quiera sanear serán esenciales para la determinación de las dimensiones de los elementos del dispositivo y la dirección de ubicarlos, estas características son tales como el ancho del tramo, el caudal, la profundidad y la dirección del flujo. En el caso del tramo de río investigado se obtuvo un ancho entre 14.78m y 16.46m, la profundidad del cauce y la velocidad del mismo para el día del aforo fue de 0.20 m y 0.39m/s respectivamente en la mañana y 0.22 m con 0.41 m/s en la tarde, el flujo se dirige al suroeste con respecto al norte magnético.
- 2) Para el diseño del dispositivo se debe tomar en cuenta los factores físicos y mecánicos anteriormente presentados, para garantizar que el dispositivo soporte los esfuerzos provocados por el agua y a su vez los apoyos resistan la presión transmitida por el dispositivo. También identificar el ángulo más favorable para el encauce de los desechos a la zona de almacenamiento, el cual por medio de pruebas resultó ser de entre 30°y 40°para nuestro tramo de investigación. El equipo contará con una malla de una profundidad entre 0.15 a 0.5m, sobre un marco capaz de ofrecer resistencia a flexionarse, apoyos para transmitir los esfuerzos al suelo, un flotador integrado a la malla para permitir su movimiento en el eje vertical ante el aumento o disminución de la altura del río y una zona de recolección en forma de medio ovoide con una rejilla para evitar el paso de la basura nuevamente al río.

- 3) La propuesta más acertada para una zona de almacenamiento o de colección de desechos, es la creación de un agujero en forma de medio ovoide que permita entrada de agua y de desechos y en la salida separe agua de desechos mediante una malla metálica inclinada a  $30^\circ$  con respecto a la vertical y anclada al muro de contención que soporta el terreno ante posibles deslizamientos, permitiendo detener los desechos y dirige el flujo de agua.
- 4) Los viajes para la realización del estudio nos permiten afirmar que la ruta debe ser factible para el paso de cualquier maquinaria pesada, y segura para que personas puedan transitar por la misma y finalmente llegar a la zona de recolección y regresar sin inconvenientes.
- 5) La cantidad de basura dependerá de la zona y las costumbres que tengan los pobladores de la misma, la utilización del cauce del río como una solución a la acumulación de basura por parte de los habitantes se traducirá en mayor contaminación a los ríos, esta contaminación debe ser medida para determinar el tamaño de la zona de almacenamiento y su periodo de limpieza.
- 6) Mediante la observación de la zona y de la profundidad del cuerpo de agua se concluye que la ubicación más conveniente es aquella justo después de la población cercana en la dirección a la corriente ya que en esta zona se acumulan más desechos, también donde el río posea un caudal considerable, una profundidad que permita al equipo operar su sistema de flotación y sea seguro para su operación e instalación.

## RECOMENDACIONES

Dentro de un proyecto tan ambicioso como lo fue este, siempre se desea que haya una mejora continua del mismo; por lo tanto, se recomienda a futuros estudiantes que tengan interés en el proyecto, la continuación de las investigaciones para las mejoras al equipo.

Entre esas recomendaciones se encuentra continuar probando nuevos materiales, para posibles mejores resultados, materiales menos costosos, con menos fricción, mayor flotación y por tanto menor diámetro necesario para el flotador.

Se pueden realizar notables mejoras en el equipo cómo está la posibilidad de investigar y poder anexar a este, unos tipos de ganchos capaces de recolectar fundas y plásticos de estas características, los cuales se vean llevándolos al lugar de recogida utilizando el movimiento del río o cañada en el que se encuentre como fuente de energía por medio de un molino o un método investigado.

Conociendo que el área de recolección es tan solo una propuesta, esta podría llevar significativas mejoras, desde su proceso de diseño, el material del muro, el cual podría ser un muro de gaviones, hasta como poder llegar a recoger estos desechos. Esta mejora podría ser utilizar una rampa que permita mover los desechos desde el agua hasta un lugar para su fácil recolección fuera de la misma.

Se recomienda que una vez los desechos sean retenidos en la rejilla, los mismos podrían ser limpiados cada 2 a 4 semanas dependiendo de la cantidad de basura observada utilizando una excavadora. Estos desechos recogidos recomendamos sean pasados por un proceso de separación y reciclaje y con esto incluso pagar el mantenimiento del equipo.

Se deben retirar la malla y el flotador en caso de ser anunciado huracanes y tormentas.

## BIBLIOGRAFÍA

O'NEILL, S. (2007). Responsibility for removing rubbish from rivers de THE IRISH TIMES

Sitio web: <https://www.irishtimes.com>

Toner K. & Clarke E. (2013). Taking out the rivers' trash, one piece at a time., de CNN Sitio

web: <http://edition.cnn.com>

Apia. (2014). Rubbish in our rivers needs to stop! de SPRED Sitio web: <http://www.sprep.org>

Vyawahare M. (2017). Apia. (2014). Rubbish in our rivers needs to stop! de SPRED Sitio web:

<http://www.sprep.org>, de hindustantimes Sitio web: [www.hindustantimes.com](http://www.hindustantimes.com)

Banerjee A. (2016). How do I make a river cleaning machine which run on flow of water? de

Quora Sitio web: <https://www.quora.com>

Vyas K. (2016). Rivers: Not just clean them, revive them, de India Waterportal Sitio web:

<http://www.indiawaterportal.org>

De Brabandere, S. (2017). Go with the Flow: Model Rivers with Cornmeal, Sand, & Water, de

Science Buddies Sitio web: <https://www.sciencebuddies.org>

De Brabandere, S. (2015). Clean River Water May Be a Viable Water Source For Some

Communities., de USAID Sitio web: [www.clean-water-for-laymen.com](http://www.clean-water-for-laymen.com)

De Brabandere, S. (Ferrerias, R.). Los desechos sólidos en la República Dominicana: su proceso

y destino final, de OPD Sitio web: <http://www.opd.org.do>

Ferrerias R. (2015). La basura en República Dominicana: ¿un problema del Gobierno o de

todos?, de Hoy Digital Sitio web: <http://hoy.com.do>

Pérez J. & Gardey A. (2012). AFLUENTE., de definicion.de Sitio web: <https://definicion.de>

Pérez J. & Gardey A. (2012). AFLUENTE., de definicion.de Sitio web: <https://definicion.de>

Hunt K. (2008). Los fundamentos de geometría. En Discovering Geometry Condensed Lessons in Spanish (1-18): Kendall Hunt Publishing.

Sánchez N. (2010). ¿Qué significa biodegradable?, de veo verde Sitio web:

[www.veoverde.com](http://www.veoverde.com)

Ranald V. (1994). Mecánica de Fluidos e Hidráulica. México: McGRAW-HILL

Marimar. (2016). Contaminación, de elblogverde.com Sitio web: [www.elblogverde.com](http://www.elblogverde.com)

Britannica. (2015). Corriente fluvial, de lahistoriaconmapas Sitio web:

<http://www.lahistoriaconmapas.com>

Collins Spanish Dictionary - Complete and Unabridged 8th Edition 2005 © William Collins Sons & Co. Ltd. 1971, 1988 © HarperCollins Publishers 2005.

QuimiNet . (2005). Polietilen Tereftalato (PET), de QuimiNet Sitio web:

<https://www.quiminet.com>

Integraqua. (2017). tereftalato de polietileno, de Integraqua Sitio web:

<http://www.integraqua.com>

Ackerman, Frank. (1997).

Pérez J. & Merino M. (2011). Reusar, de definicion.de Sitio web: <https://definicion.de>

Gutro R., NASA/GSFC. (2012). La zona de convergencia intertropical, ZCIT, presenta una estructura más compleja y duradera. RAM, N. 6, 1.

Veoverde (2014). Experto en aspiradoras diseña sistema para limpiar, de i-Ambiente Sitio web: <http://www.i-ambiente.es>

Chow, L. (2015). Solar-Powered Water Wheel Removes 350 Tons of Trash From Baltimore Harbor, de EcoWatch Sitio web: [www.ecowatch.com](http://www.ecowatch.com)

Jambeck, J. & Geyer, R. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean, de Science Sitio web: <http://science.sciencemag.org>

Monks, K. (2016). Un 'océano de plástico' está acabando con la vida marina en el Pacífico, de CÑÑ Sitio web: <http://cnnespanol.cnn.com>

Acurio, G., Rossin, A., Fernando P. & Zepeda, F. (2015). Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Parte 1, de Estructurplan On Line Sitio web: [www.estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar)

Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003). Norma para la gestión ambiental de residuos sólidos no peligrosos. Santo Domingo, R.D.

Mayo 15, 2017, de Residuos Profesional Sitio web: <https://www.residuosprofesional.com>

Navas, E. (2014). La basura que se ha encontrado al buscar el avión desaparecido, de MUNDO Sitio web: <http://www.bbc.com/>

Berton, J. (2007), Continent-size toxic stew of plastic trash fouling swath of Pacific Ocean, San Francisco Chronicle (San Francisco: Hearst)



Bradshaw, K. (2009), The Great Garbage Swirl, Mautime Weekly (Maui).

Autoridad de Desperdicios Sólidos. (2017). Materiales reciclables, de Gobierno de Puerto Rico

Sitio web: <http://www.ads.pr.gov>

Atlas catamarca. (2014). Sitio web: [www.atlas.catamarca.gov.ar](http://www.atlas.catamarca.gov.ar)

(Pérez, J. & Gardey, A. (2011) de Definición de Sitio web: <https://definicion.de/>)

(EcuRed. 2014. Río Isabela. Sitio web: <https://www.ecured.cu/>)

## **ANEXOS**

Anexo 1: Aforo

<b>AFOROS</b>		<b>DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA HIDROMETRIA</b>		<b>INDRHI</b>	
RIO O CANAL <u>Rio Isabela</u>		ESTACION O LUGAR <u>Palmarcero</u>			
FECHA <u>11.6.2017</u>		MOLINETE <u>2629</u>		ASPA <u>1</u>	

<b>TIPO DE FLUJO</b> <input checked="" type="checkbox"/> 1. TRANQUILO <input type="checkbox"/> 2. TURBULENTO <input type="checkbox"/> 3. CREDEDA	<b>ESTADO DEL TIEMPO</b> <input type="checkbox"/> 1. DESPEJADO <input type="checkbox"/> 2. NUBES DIFERSAS <input checked="" type="checkbox"/> 3. NUBLADO	<b>METODO</b> <input type="checkbox"/> 1. CABLE VEA O TORNO <input type="checkbox"/> 2. BOTE <input checked="" type="checkbox"/> 3. VADEO <input type="checkbox"/> 4. OTRO	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:50%;">INICIO</td> <td style="width:50%;">MIRA</td> </tr> <tr> <td><u>0:12 AMPTM</u></td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>FIN</td> <td>M</td> </tr> </table>	INICIO	MIRA	<u>0:12 AMPTM</u>	M	FIN	M
INICIO	MIRA								
<u>0:12 AMPTM</u>	M								
FIN	M								

TEMPERATURA \_\_\_\_\_ °C  
 PH \_\_\_\_\_  
 CONDUCTIVIDAD \_\_\_\_\_  $\mu$ S

NOTA:  
 - Coloque una "X" en donde corresponda.  
 - En caso de información adicional, utilice el reverso de esta hoja.

Dist. a la Orilla M	Profundidad r M	Ancho b M	Area aob <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	MEDICIONES DE VELOCIDAD EN V.8.2				MEDICIONES DE VELOCIDAD EN V.8.5				Vel. media Vm m/s	Caudal q <sub>0</sub> a Vm m <sup>3</sup>	Observaciones
				Rev.		Vel.		Rev.		Vel.				
				50s	m/s	50s	m/s	50s	m/s	50s	m/s			
1														
2	0.70	0.12	0.70	0.12			31	0.213				0.213	0.025	Aforo Realizado a 70 metros aguas abasos de la obra de TEMA.
3	1.2	0.21	1.0	0.21			40	0.269				0.269	0.034	
4	2.7	0.23	1.0	0.23			61	0.373				0.373	0.047	
5	3.7	0.25	1.0	0.25			78	0.506				0.506	0.072	
6	4.7	0.27	1.0	0.27			73	0.479				0.479	0.076	
7	5.7	0.27	1.0	0.27			60	0.399				0.373	0.046	
8	6.7	0.24	1.0	0.24			59	0.381				0.381	0.049	
9	7.7	0.23	1.0	0.23			49	0.325				0.325	0.039	
10	8.7	0.23	1.0	0.23			57	0.367				0.367	0.049	
11	9.7	0.18	1.0	0.18			52	0.375				0.375	0.047	
12	10.7	0.15	1.0	0.15			61	0.400				0.400	0.051	
13	11.7	0.18	1.0	0.18			62	0.426				0.406	0.053	
14	12.7	0.15	1.0	0.15			62	0.406				0.406	0.050	
15	13.7	0.12	1.0	0.12			69	0.499				0.499	0.059	
16	14.7	0.10	1.0	0.10			65	0.425				0.425	0.049	
17	15.7	0.09	1.0	0.09			47	0.312				0.312	0.025	
18	16.7	0	1.0											
19														
20														

ANCHO TOTAL (M) → <u>16.70</u>	← AREA TOTAL (M <sup>2</sup> )	CALDAJ TOTAL AFORADO (M <sup>3</sup> /S) → <u>1.176</u>
--------------------------------	--------------------------------	---

<b>RESUMEN DE AFORO</b>		<b>DATOS DEL AFORADOR</b>	
CAUDAL AFORADO	Q <sub>0</sub> = <u>1.176</u>	M <sup>3</sup> /S	AFORADOR <u>Roberto Buitrago</u>
MIRA PROMEDIO	B = <u>-</u>	M	CALCULADO POR _____
AREA TOTAL	A = <u>3.04</u>	M <sup>2</sup>	FIRMA DEL OBSERVADOR _____
ANCHO TOTAL	B = <u>16.70</u>	M	<b>PARA USO EN LA OFICINA</b>
VELOCIDAD PROMEDIO	Q <sub>0</sub> = <u>0.387</u>	M/S	REVISADO _____
PROFUNDIDAD PROMEDIO	A <sub>0</sub> = <u>0.20</u>	M	INGRESADO Y FECHA _____

Anexo 2: Aforo

<b>AFOROS</b>		<b>DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA HIDROMETRIA</b>		<b>INDRHI</b>	
CANALES <u>Rio ISABELA</u>			ESTACION O LUGAR <u>PALMAROSO</u>		
FECHA <u>11, 6, 2017</u> MOLINETE <u>2629</u> ASPI <u>1</u>					

<b>TIPO DE FLUJO</b> <input checked="" type="radio"/> 1. TRANQUILO <input type="radio"/> 2. TURBULENTO <input type="radio"/> 3. CUBIERTA	<b>ESTADO DEL TIEMPO</b> <input type="radio"/> 1. DESPEJADO <input type="radio"/> 2. NUBES DISPERSAS <input checked="" type="radio"/> 3. NUBLADO	<b>METODO</b> <input type="radio"/> 1. CABLE VILLO TORNO <input type="radio"/> 2. BOTE <input checked="" type="radio"/> 3. VATEO <input type="radio"/> 4. OTRO	<b>INICIO</b> <u>5:40</u> AM/PM <b>FIN</b> _____ AM/PM TEMPERATURA _____ °C PH _____ CONDUCTIVIDAD _____ uS
---	---	--	---

NOTA:  
- Coloque una "X" en donde corresponda.  
- En caso de instrucción adicional, utilice el reverso de esta hoja.

Dist. a la Orilla M	Profundidad t M	Ancho b M	Area a-tub m <sup>2</sup>	MEDICIONES DE VELOCIDAD EN V42				MEDICIONES DE VELOCIDAD EN V04				Vel. media Vm m/s	Caudal q=V <sub>m</sub> x A m <sup>3</sup> /s	Observaciones
				Rev. 5m	Vel. m/s	Rev. 5m	Vel. m/s	Rev. 5m	Vel. m/s	Rev. 5m	Vel. m/s			
1														
2	0.70	0.18	0.70	0.13			25	0.75				0.175	0.123	Aforo realizado con sonómetros Aguas abajo de la toma  Estuvo lloviendo en el Area
3	1.70	0.21	1.0	0.21			30	0.706				0.206	0.213	
4	2.7	0.25	1.0	0.25			73	1.474				0.471	0.112	
5	3.7	0.27	1.0	0.27			64	0.913				0.513	0.192	
6	4.7	0.30	1.0	0.30			80	0.918				0.508	0.155	
7	5.7	0.30	1.0	0.30			75	0.927				0.492	0.178	
8	6.7	0.26	1.0	0.26			68	0.715				0.412	0.115	
9	7.7	0.23	1.0	0.23			55	0.362				0.362	0.162	
10	8.7	0.24	1.0	0.20			55	0.366				0.360	0.026	
11	9.7	0.20	1.0	0.20			50	0.28				0.38	0.074	
12	10.7	0.20	1.0	0.20			64	0.915				0.412	0.094	
13	11.7	0.18	1.0	0.18			15	0.125				0.28	0.027	
14	12.7	0.15	1.0	0.15			91	0.224				0.514	0.074	
15	13.7	0.13	1.0	0.12			66	0.94				0.43	0.052	
16	14.7	0.10	1.0	0.10			69	0.918				0.48	0.042	
17	15.7	0.09	1.0	0.09			50	0.286				0.206	0.019	
18	17.0	0	1.5											
19														
20														

ANCHO TOTAL (M) → <u>17.0</u>	← AREA TOTAL (M <sup>2</sup> ) <u>3.19</u>	CALCAL TOTAL AFORADO (M <sup>3</sup> /s) → <u>1.310</u>
-------------------------------	--	---

<b>RESUMEN DE AFORO</b>		<b>DATOS DEL AFORADOR</b>	
CALCAL AFORADO	Q=	<u>1.310</u>	M <sup>3</sup> /S
MIRA PROMEDIO	H=	<u>-</u>	M
AREA TOTAL	A=	<u>3.19</u>	M <sup>2</sup>
ANCHO TOTAL	B=	<u>17.0</u>	M
VELOCIDAD PROMEDIO	Q <sub>v</sub> =	<u>0.911</u>	M/S
PROMEDIO PROMEDIO	A <sub>v</sub> =	<u>0.22</u>	M
		AFORADOR <u>Eduardo Brito Y.</u>	
		CALCULADO POR _____	
		FIRMA DEL OBSERVADOR _____	
<b>PARA USO EN LA OFICINA</b>			
		REVISADO _____	
		DIGITADO Y FECHA _____	

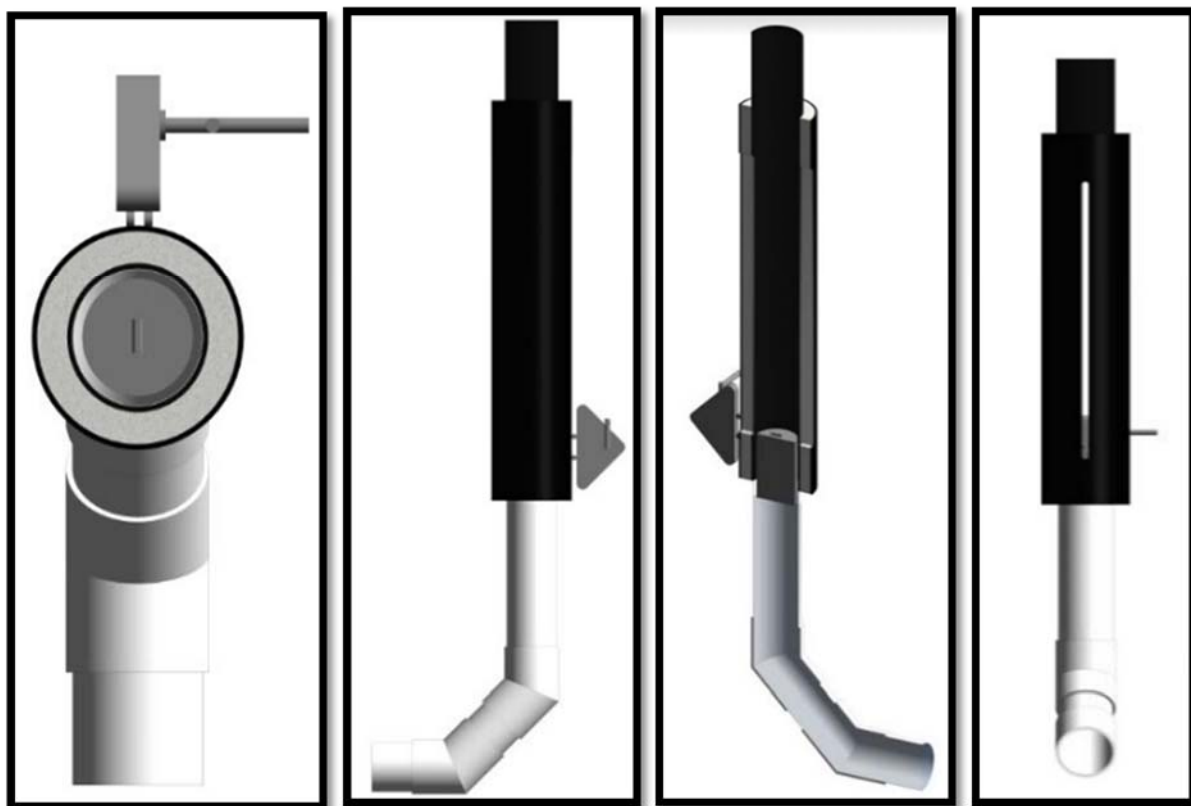
5811

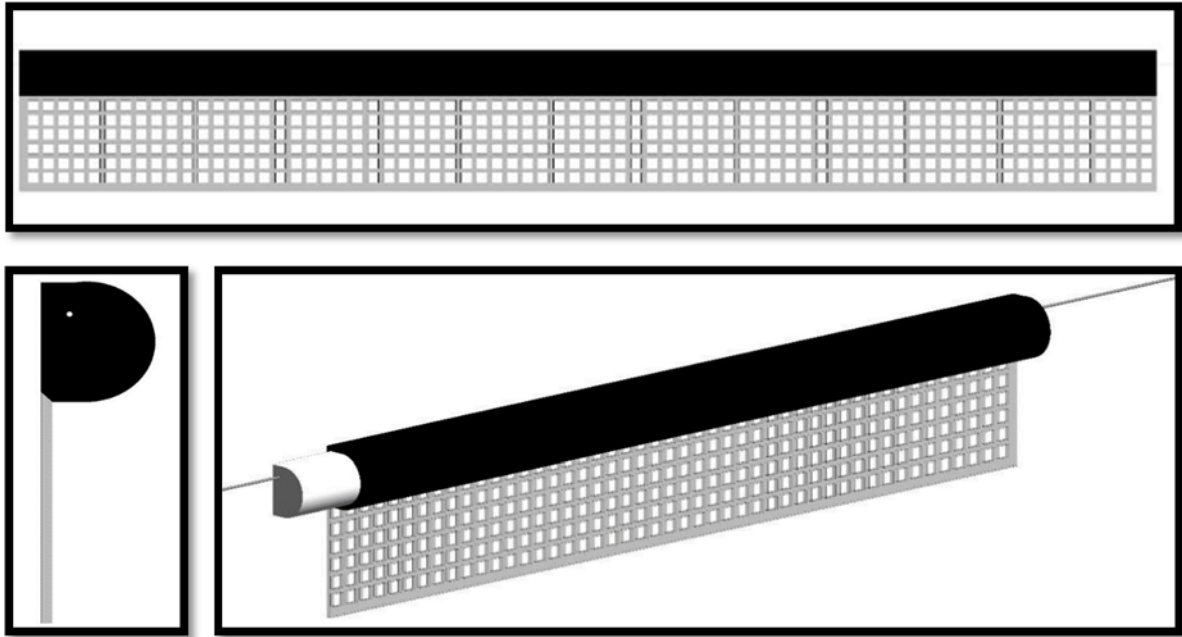




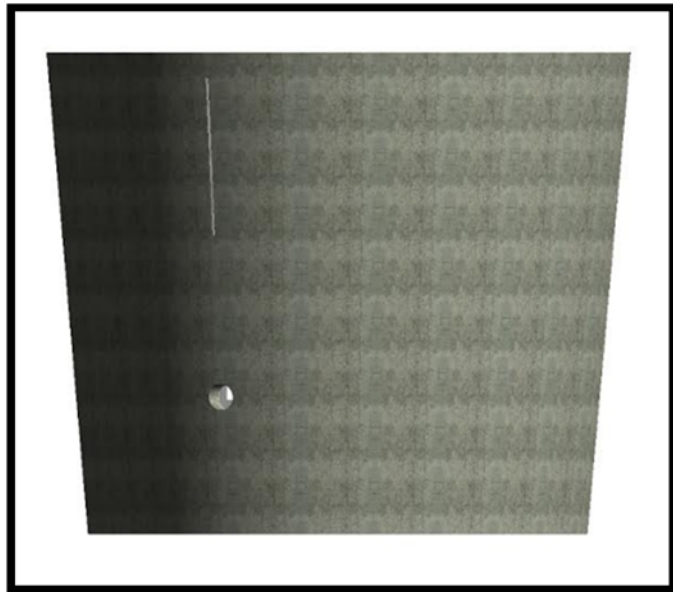
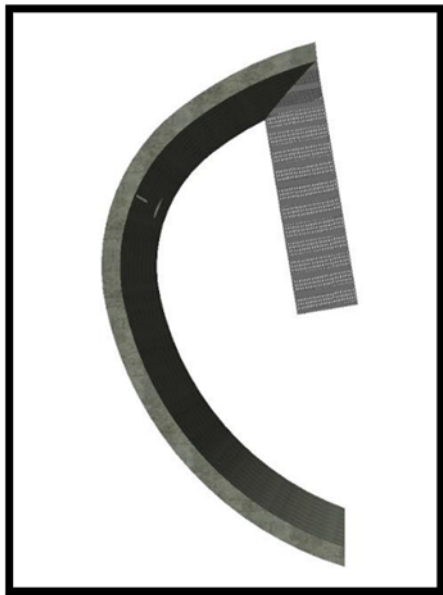
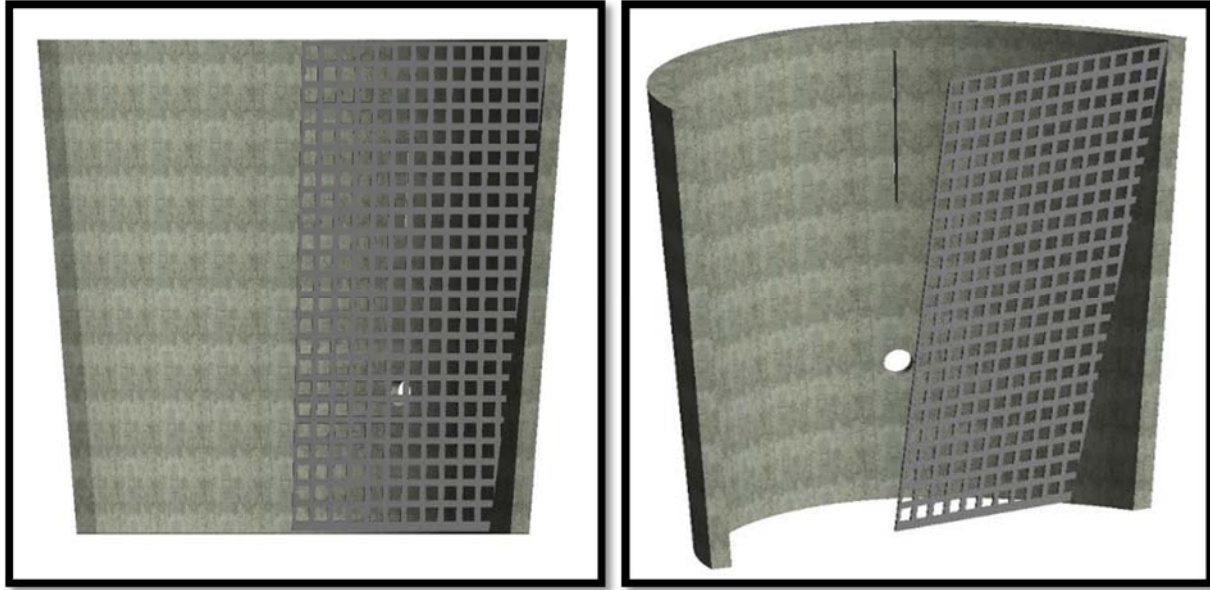
Anexo 3: Fotos del Camino al Río.

Anexo 4: Diseño de Apoyos del equipo y sus vistas.

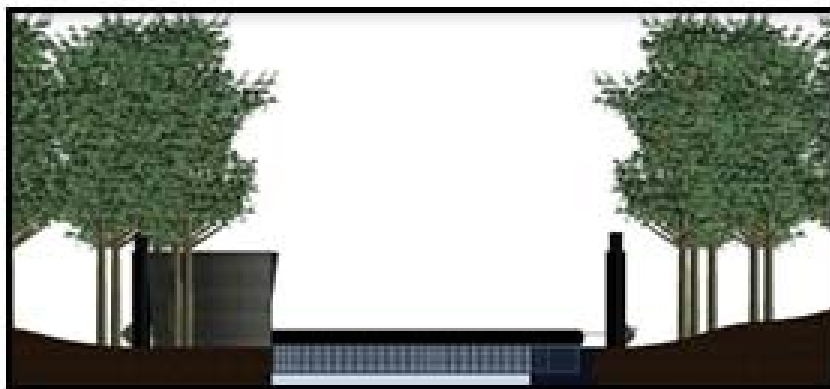
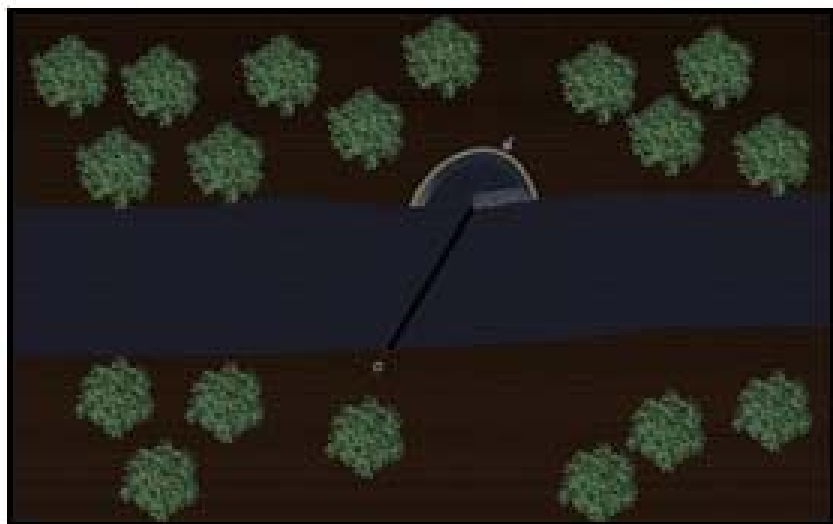
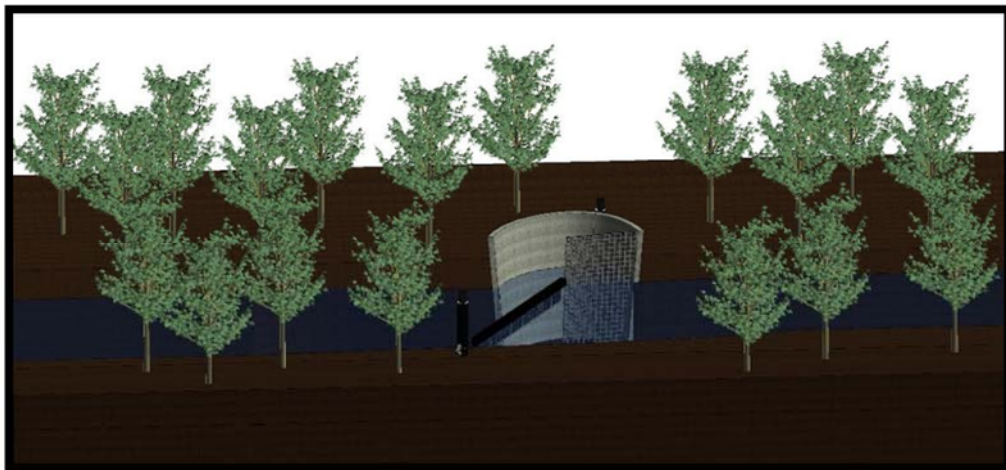




Anexo 5: Diseño de Sistema de Flotación, Malla y sus vistas.



Anexo 6: Diseño de área de recolección y sus vistas



Anexo 7: Visualización del equipo ensamblado.



Anexo 8. Tabla de Cálculo de Presupuesto

<b>Presupuesto Aproximado de Diseño</b>						
<b>Artículo</b>	<b>Longitud/Área/Volumen por unidad</b>	<b>Precio por unidad</b>	<b>Longitud/Área/Volumen Necesaria</b>	<b>Unidades Necesarias</b>	<b>Precio total</b>	
Tubo de hierro Galvanizado de 3"	20 pies	\$3,074.00	10 pies por c/lado	1	\$3,074.00	
Tubo de hierro Galvanizado de 2 1/2"	20 pies	\$1,856.00	10 pies por c/lado	1	\$1,856.00	
Tubo de Presión PVC 1"	19 pies	\$336.00	130 pies	7	\$2,352.00	
Codo de Presión PVC 1"	-	\$10.00	-	4	\$40.00	
T de Presión PVC 1"	-	\$16.00	-	20	\$320.00	
Cable de acero Inoxidable de 3/8"	1 pie	\$51.00	70 pies	70	\$3,570.00	
Malacates	-	\$1,570.00	-	2	\$3,140.00	
Rejilla de Hierro Galvanizado	1 pie <sup>2</sup>	\$1,632.00	10 pies <sup>2</sup>	10	\$16,320.00	
Perforacion en el suelo	-	\$20,000.00	-	2	\$40,000.00	
Muro de Gaviones	1 m <sup>3</sup>	\$5,000.00	8 m <sup>3</sup>	8	\$40,000.00	
Flotador de Foam	1 pie	\$100.00	50 pies	50	\$5,000.00	
Malla	1 pie	\$500.00	50 pies de longitud	50	\$25,000.00	
<b>Total</b>					<b>\$140,672.00</b>	