

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LAS AMÉRICAS



DEPARTAMENTO DE EXCELENCIA DE MECATRÓNICA

Prototipo para la Eliminación de los Micro Plásticos en el Agua por Medio de la Destilación Solar.

Sustentantes:

Sheila Contreras Cabrera (2020-10956)

Dojanni Esmerling Contreras Lamiz (2021-0067)

Gabriela Margarita Liriano Tejeda (2020-10667)

Nelson Junior Ramírez Mordán (2021-0360)

Oscar Aníbal Montilla Dipre (2021-0393)

Para la Obtención del Título:

Tecnólogo en Mecatrónica

Asesor:

Pedro Pablo Castro

Miércoles 17 de abril del año 2024

Santo Domingo, República Dominicana

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LAS AMÉRICAS



DEPARTAMENTO DE EXCELENCIA DE MECATRÓNICA

Prototipo para la Eliminación de los Micro Plásticos en el Agua por Medio de la Destilación Solar.

Sustentantes:

Sheila Contreras Cabrera (2020-10956)

Dojanni Esmerling Contreras Lamiz (2021-0067)

Gabriela Margarita Liriano Tejeda (2020-10667)

Nelson Junior Ramírez Mordán (2021-0360)

Oscar Aníbal Montilla Dipre (2021-0393)

Para la Obtención del Título:

Tecnólogo en Mecatrónica

Asesor:

Pedro Pablo Castro

Miércoles 17 de abril del año 2024

Santo Domingo, República Dominicana



Tabla de Contenido

GLOSARIO	5
AGRADECIMIENTOS	6
DEDICATORIA	7
1. Marco General de la Investigación	10
1.1 Introducción	10
1.2 Planteamiento del Problema	10
1.2.1 Procedencia de los micro plásticos.	11
1.2.3 El Daño es lo difícil	12
1.2.4 Micro plásticos: Consecuencias históricas.....	13
1.3 Justificación	14
1.3.1 Importancia del agua pura.....	14
1.3.2 Destilación de agua	15
1.3.3 El agua.....	15
1.4.5 Agua potable en la republica dominicana	16
1.5 Objetivo del proyecto	17
1.5.1 Objetivo general	17
1.5.2 Objetivos específicos	17
1.6 Alcance y Limitaciones	18
1.6.1 Alcance	18
1.6.2 Limitaciones.....	18
2. Fundamentos Teóricos	19
2.1 Destiladores solares	19
2.1.2 Características técnicas de un destilador solar	19
2.2 Elementos de un destilador solar	20
2.2.1 Colector solar	20
2.2.2 Evaporador	20
2.2.3 Cámara de aire	20
2.2.4 Condensador o cubierta.....	21
2.2.5 Elementos para la recolección del condensado.....	21
2.4 Variables e indicadores	24
2.4.1 Variable Independiente:.....	24
2.4.2 Variables Dependientes:	24
2.5 Radiación solar en la republica dominicana	26

2.6 Métodos Analíticos	28
3. Marco Metodológico	30
3.1 Tipo y Enfoque de la Investigación	30
3.1 Materialización de nuestro prototipo	31
3.1.1 Elección del tipo de destilador solar. Destilador solar de una vertiente con superficie reflejante (DSV)	31
3.1.2 Diseño del prototipo	31
3.1.3 Selección de Materiales	32
3.1.4 Construcción del prototipo:	33
4. Resultados de la Investigación	38
4.1 Descripción de Resultados	38
4.2 Desarrollo de la Propuesta de Solución	38
4.2.1 Descripción de la Propuesta	39
4.2.2. Justificación de la Propuesta	40
4.2.3. Objetivos de la Propuesta	41
4.2.4. Configuración y Modelización	42
4.3 Inversión Inicial	44
4.3.2 Fuentes de Financiamiento	44
5. Conclusión	45
6. Anexos	47
7. Referencias Bibliográficas	54

GLOSARIO

1. **CONTAMINACIÓN:** Es la introducción de sustancias en un medio que provocan que este sea inseguro o no apto para su uso.
2. **EBULLICIÓN:** Acción y efecto de hervir, consiste en el proceso físico en el cual una sustancia pasa, de manera tumultuosa, del estado líquido al gaseoso, con unas características de presión y temperatura específicas
3. **PARTÍCULAS:** Es el fragmento más pequeño de materia que mantiene las propiedades químicas de un cuerpo. En este sentido, los átomos y las moléculas son partículas.
4. **RECURSO:** Es una fuente o suministro del cual se produce un beneficio.
5. **SISTEMA:** Conjunto de partes o elementos organizadas y relacionadas que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salida) información, energía o materia.
6. **VAPOR:** Gas debido a la vaporización de un líquido o, a veces, de un sólido.
7. **VAPOR DE AGUA:** Es el gas formado cuando el agua pasa de un estado líquido a uno gaseoso.
8. **VIDRIO:** Es un material inorgánico duro, frágil, transparente y amorfo que se encuentra en la naturaleza, aunque también puede ser producido por el ser humano. Se obtiene a unos 1500 °C a partir de arena de sílice (SiO_2), carbonato de sodio (Na_2CO_3) y caliza (CaCO_3).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por permitirnos llegar a esta etapa de la carrera donde concluimos nuestros estudios que nos permitirán ser unos dignos profesionales para la sociedad dominicana.

A nuestros padres que son nuestro apoyo número uno, los cuáles nos han brindado de su tiempo, recursos, educación y amor para llegar a donde estamos y sin los cuales no estaríamos aquí.

También queremos agradecer a nuestros compañeros y maestros que nos han ayudado y apoyado en la materialización de este proyecto y tesis, como Ángel Segura, Luis Asencio y Pedro Castro.

Por ultimo y no menos importantes, a nosotros mismo, por superarnos y romper nuestros límites para convertirnos en una mejor versión cada día.

DEDICATORIA

En primera instancia dedicamos el esfuerzo de este proyecto a aquellos que lucharon cada día para cumplir nuestros sueños y anhelos, gracias por airear el terreno donde hemos podido echar raíz y crecer, puedes ver frutos de tu gran amor, mama y papa.

A aquellas amigos y allegados que recorrieron con nosotros este largo camino, nos ayudaron a salir de nuestros peores momentos y escalar hacia un mejor futuro.

Al que con devoción ofreció de sus amplios conocimientos para sumar múltiples habilidades en nosotros, los maestros: Santo Mateo, Obed Hernández, Ramon y demás.

RESUMEN

Dada la creciente alarma y pese a ser minoritarios, se ha empezado a estudiar la presencia de micro plásticos en entornos acuáticos y terrestres. En 2015, Eerkes-Medrano et al¹¹ realizaron una revisión en la que se planteaban la presencia de micro plásticos y su impacto en aguas continentales. Llegaron a la conclusión de que, aunque a priori el alcance y efecto era similar al del entorno marino (mucho más estudiado), era necesario profundizar y promover más estudios en ese contexto.

Aun cuando el número de publicaciones relacionadas con las aguas continentales sigue siendo menor, estudios como el de Pinheiro, recogieron datos de especies de peces de agua dulce donde se detectó presencia de micro plásticos. Las especies se seleccionaron por su alto consumo por parte de los humanos y su importancia en la cadena trófica. La contaminación encontrada fue mayor en áreas urbanizadas que en zonas alejadas de los núcleos urbanos.

A pesar de que se ha descrito que las depuradoras de aguas residuales no tienen capacidad de eliminación de micro plásticos (microesferas y microfibras), los cuales terminan en el medio acuático³¹, Pivokonsky et al³² compararon su presencia en la República Checa, en abastecimientos antes y después del tratamiento del agua potable por filtración/flotación. Se redujeron los niveles hasta un 83% de media, prevaleciendo principalmente fragmentos menores a 50 μm . En cualquier caso, la presencia de micro plásticos en el agua de consumo sigue siendo significativa en este estudio.

Por el contrario, un reciente estudio realizado en la zona de Oldenburg-East-Frisian (Alemania) sugería que, pese a la alarma social, la presencia de micro plásticos tanto en captaciones de agua de consumo humano como en agua tratada es baja,

midiéndose una media de 0,7 partículas/m³, valor prácticamente despreciable, aunque el estudio no es concluyente pues el tamaño de la muestra es pequeño y estaba circunscrito a un área geográfica concreta. Advierte que son necesarios estudios orientados a la detección de micro plásticos y nano plásticos, pues se desconoce el alcance de la posibilidad de contaminación mediante envases alimentarios, bien mediante migración o transferencia.

1. Marco General de la Investigación

1.1 Introducción

En este documento se describe de manera general las causas y efectos de la contaminación por micro plásticos con un enfoque en el consumo cotidiano de agua contaminada por estos micro plásticos., también se describen las etapas que se llevan a cabo en un sistema de destilación solar como son la evaporación y condensación, y teniendo en cuenta que la destilación es la alternativa de purificación que se aplica, también se analiza los conceptos de las fuentes naturales utilizadas para el funcionamiento del sistema, en el caso del proyecto, el agua y la energía solar.

El desarrollo de este proyecto se basa en la materialización de un prototipo de purificación de agua que utiliza la energía solar como medio de evaporación para la destilación de partículas, en nuestro caso específico partículas micro plásticas y así separarlas del agua, obteniendo agua limpia y purificada. La materialización del proyecto consiste en la creación de un sistema autónomo que permite la colecta del agua contaminada a través de una bomba de agua, para depositarla en la superficie de destilación.

1.2 Planteamiento del Problema

¿Qué sistema tecnológico podría ayudar a reducir o eliminar la contaminación por micro plásticos en el agua potable, y así suplir agua de calidad a los hogares dominicanos minimizando o llevando a cero los riesgos de contraer enfermedades en el uso del agua potable?

Hemos sido testigos de que la contaminación por plásticos ha incrementado en las últimas décadas, siendo este uno de los temas más preocupantes debido a sus efectos

negativos en el medio ambiente y cambio climático, generando también preocupaciones alarmantes para la salud humana. Aunque el plástico es considerado uno de los materiales más resistentes y duraderos en el tiempo, este se somete a erosiones físicas y químicas teniendo como consecuencia así la fragmentación de este en pequeñas partículas.

A pesar de que no existe el termino estandarizado, estas pequeñas partículas con un límite de 5 mm son consideradas como micro plásticos, estos micro plásticos son el nuevo modelo de contaminación por plásticos estando presentes tanto en el agua potable como en el agua embotellada. Se encuentran en abundancia en el océano el cual contiene la mayor concentración de este contaminante

1.2.1 Procedencia de los micro plásticos.

Son provenientes de microfibras de tejidos sintéticos, como las chaquetas de forro polar (fleece), las microesferas de los productos de limpieza domésticos, las microfibras de los neumáticos de los autos, el polvo de pintura y la descomposición de residuos plásticos de mayor tamaño.

Se descomponen en partículas microscópicas al exponerse al sol y al agua, y pueden transportarse por el aire y depositarse en las fuentes de agua o introducirse directamente en el agua por escorrentía o eliminación inadecuada de residuos sólidos.

1.2.2 Efectos de los micro plásticos en la salud humana

Las consecuencias que pueden provocar en el ser humano porque es plástico y que por su simple existencia y componentes químicos provocan un efecto negativo en la salud humana, como intoxicación, alergias, inflamaciones y daños en la piel.

Además de las evidencias del efecto físico y químico directo, también se ha descrito que los plásticos pueden actuar como vehículos de especies invasoras o incluso

adsorber en su superficie otros contaminantes como los BPCs (bifenilos policlorados), los HAPs (hidrocarburos aromáticos policíclicos) o el DDT (diclorodifeniltricloroetano), incrementando así el potencial efecto contaminante cuando se degradan y dando lugar a los micro plásticos.

1.2.3 El Daño es lo difícil

Los científicos llevan un cuarto de siglo estudiando los micro plásticos, definidos como partículas que miden menos de cinco milímetros. Richard Thompson, científico marino de la Universidad de Plymouth, acuñó el término en 2004 tras encontrar montones de trozos de plástico del tamaño de un arroz sobre la orilla de una playa inglesa. En los años siguientes, los científicos localizaron micro plásticos en todo el mundo, desde el fondo de la Fosa de las Marianas hasta la cima del Monte Everest.

Los micro plásticos están en la sal, la cerveza, las frutas y verduras frescas y el agua potable. Las partículas transportadas por el aire pueden dar la vuelta al globo en cuestión de días y caer del cielo como una lluvia. Las expediciones marítimas para contar los micro plásticos en el océano arrojan cifras incomprensibles, que se han multiplicado con el tiempo a medida que más toneladas de residuos plásticos entran en los océanos cada año y se desintegran. Un recuento revisado por expertos y publicado en 2014 cifraba el total en cinco billones. En el último recuento, realizado el año pasado, científicos japoneses de la Universidad de Kyushu calcularon 24,4 billones de micro plásticos en la parte superior de los océanos del mundo, el equivalente a unos 30 000 millones de botellas de agua de medio litro, una cifra en sí misma difícil de comprender.

"Cuando empecé a hacer este trabajo en 2014, los únicos estudios que se hacían consistían en buscar dónde estaban", dice Alice Horton, científica marina del Centro

Nacional de Oceanografía del Reino Unido especializada en la contaminación por micro plásticos. "Ya podemos dejar de buscar. Sabemos que donde miremos, los encontraremos".

Tanto los plásticos como los aditivos químicos pueden ser tóxicos. El análisis más reciente ha identificado más de 10 000 sustancias químicas únicas utilizadas en los plásticos, de las cuales más de 2400 son potencialmente preocupantes, afirma Scott Coffin, científico investigador de la Junta Estatal de Control de Recursos Hídricos de California (Estados Unidos). Muchos de ellos "no están adecuadamente regulados" en muchos países, dice el estudio, e incluye 901 sustancias químicas cuyo uso en los envases de alimentos no está aprobado en algunas jurisdicciones.

(Geographic, Laura Parker, 2022)

1.2.4 Micro plásticos: Consecuencias históricas.

El mundo se ahoga bajo el peso de la contaminación por plásticos a causa de los más de 430 millones de toneladas de plástico producidas anualmente. Dos tercios son productos de vida corta que en cuestión de segundos o minutos se convierten en basura, que luego invade los océanos y, a menudo, penetra en la cadena alimentaria humana.

Una de las consecuencias más perjudiciales y duraderas de la crisis de la contaminación por plásticos son los micro plásticos, una amenaza creciente para la salud de las personas y del planeta.

Estas pequeñísimas partículas de plástico están presentes en artículos de uso cotidiano, como cigarrillos, ropa y cosméticos. Las investigaciones del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) demuestran que algunos productos continúan aumentando la acumulación de micro plásticos en el medio ambiente.

Cuando son ingeridos por la vida marina, como aves, peces, mamíferos y plantas, los micro plásticos provocan efectos tanto tóxicos como mecánicos, lo que da lugar a problemas como la reducción de la ingesta de alimentos, la asfixia, los cambios de comportamiento y la alteración genética.

Además de invadir en la cadena alimentaria humana a través de los mariscos, las personas pueden inhalar micro plásticos del aire, ingerirlos del agua y absorberlos a través de productos para la piel. Se han encontrado micro plásticos en diversos órganos humanos, e incluso en la placenta de los recién nacidos.

(ONU, Programa para el medio ambiente 2023)

1.3 Justificación

El agua desempeña un trabajo vital en el ser humano siendo este el recurso o uno de los recursos más importantes sin el cual el ser humano no podría vivir. Es de fundamental importancia que el agua que consumimos tanto para beber como para la higiene personal sea agua de calidad, lo suficiente para no hacerle daño a la salud y para mantener al ser humano o seres vivos sanos.

1.3.1 Importancia del agua pura

Cada persona necesita al día entre 20 y 50 litros de agua sin contaminantes químicos ni microbianos nocivos, para beber y para la higiene, de acuerdo con estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS); sin embargo, en todo el mundo, más de mil millones de personas no tienen acceso a agua potable, y 2 mil 600 millones carecen de saneamiento adecuado, lo que ocasiona contaminación por microbios.

(Green Space, Jocelyn soto 2021)

Debemos garantizar que el agua que consumimos sea segura y pura, y así evitar las consecuencias de este nuevo sistema contaminante que tanto nos preocupa, es fundamental invertir en un sistema de purificación de agua que nos brinde la seguridad de que el agua que estamos consumiendo no nos hará daño.

Esta es la razón por que hemos tomado la iniciativa de crear este sistema de purificación del agua, este proceso de destilación nos permite eliminar contaminantes de micro plásticos de una fuente de agua. El objetivo es producir agua para limpia con un perfil de tratamiento diseñado para limitar la inclusión de este contaminante y brindar agua se purifica para consumo humano.

1.3.2 Destilación de agua

El agua destilada, es aquella que como todo tipo de agua su composición se basa en la unidad de moléculas H₂O, pero con la diferencia de que ha sido sometida a un proceso de purificación como la destilación, donde se ha eliminado sales minerales, impurezas, microorganismos, iones y otros agentes extraños a la composición del agua.

La destilación es uno de los métodos utilizados para la purificación del agua que existen, este específicamente implica la evaporación del agua y luego la condensación del vapor para obtener agua pura, donde con este método se separan las macropartículas del agua. Este proceso elimina la mayoría de los contaminantes presentes en el agua, incluyendo sales minerales y productos químicos.

1.3.3 El agua

Es uno de los recursos naturales más importante, abundante, principal constituyente del globo terráqueo (casi la tercera cuarta parte) y del organismo humano

(60 y 70%) siendo la base de todo ser vivo. Contiene sustancias orgánicas y minerales disueltos o en suspensión, su símbolo (H_2O) que significa que está formada de un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno.

Se presenta en tres estados físicos; líquido, sólido y gaseoso, es considerado como un recurso renovable, siempre y cuando se cumpla con un control en su uso, pero si es mal utilizado y se lo contamina, pasa a ser un recurso no renovable.

1.3.3.1 Características y propiedades. A presión atmosférica:

- Celsius: $100^{\circ}C$

1.3.3.2 Análisis químico del agua. Se puede diferenciar el agua mediante un análisis químico para clasificarla según los tipos de compuestos y porcentajes de pH que contiene y así saber si es apta para la purificación y por efecto para el consumo humano. Agua destilada, exenta de gases disueltos, impurezas minerales y orgánicas mediante ebullición y por consiguiente condensación.

1.4.5 Agua potable en la república dominicana

En los hogares dominicanos no hay un sistema de análisis y/o purificación de agua y tampoco existe un método de conocer la calidad del agua potable que están consumiendo en sus hogares, debido a que estamos interesados en resolver la problemática de la contaminación por micro plásticos en el agua potable, estamos desarrollando un sistema que permita al usuario o consumidor con una forma sencilla de usar y con una alta eficiencia de trabajo, destilar el agua y eliminar de esta micro plásticos, microorganismos e impurezas presentes, evitando así el consumo de agua contaminada en los hogares dominicanos que puede causar daños en la salud humana.

El proyecto consistirá en la creación de un sistema de destilación que utiliza la energía solar como recurso natural para calentar el agua y así evaporarla, con este método se busca separar las partículas contaminantes micro plásticas del agua y obtener agua limpia y pura.

1.5 Objetivo del proyecto

1.5.1 Objetivo general

Desarrollar un prototipo de purificación de agua, que destile micro plásticos, permitiendo así que el consumidor obtenga agua pura, de una fuente segura, a través del método de destilación solar.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Conocer los efectos del consumo de agua contaminada por micro plásticos en la salud humana.
2. Utilizar la energía solar como método de destilación, para separar los micro plásticos del agua.
3. Mejorar la calidad del agua de consumo en la republicana dominicana, evitando los efectos negativos de la contaminación por micro plásticos.

1.6 Alcance y Limitaciones

1.6.1 Alcance

1. Desarrollo de un prototipo funcional y efectivo que utilice el método de destilación solar para separar partículas micro plásticas del agua.
2. Implementación de un sistema automatizado que permita recolectar el agua con la contaminación por los micro plásticos, destilarla; quedando está totalmente limpia a través de un proceso de evaporación con energía solar, para luego almacenar el agua en un recipiente donde no sea permutado por otros contaminantes.
3. Diseño y creación de un recipiente de almacenamiento para el agua destilada.
4. Realización de pruebas de calidad del agua para verificar la efectividad del proceso de destilación.

1.6.2 Limitaciones

1. El tiempo de desarrollo del proyecto e inconvenientes que se presentan a medida que surgen dudas.
2. Limitación en la disponibilidad de datos y estudios previos sobre la presencia y el impacto de los micro plásticos en el agua local.
3. Método de prueba: La ausencia de laboratorios certificados para analizar la presencia de micro plásticos en el agua potable y la falta de una forma precisa de comprobar la eficacia del proceso de destilación plantea desafíos en la validación del sistema.

2. Fundamentos Teóricos

2.1 Destiladores solares

Los destiladores solares son sistemas que, mediante el aprovechamiento de la captación de energía solar, purifican agua en base a la reproducción acelerada de los ciclos naturales de evaporación y condensación (efecto invernadero), este proceso se lo conoce como destilación solar, ya que el agua producto del destilado queda libre de sales, se eliminan bacterias, hongos, virus y otros tipos de contaminantes por lo tanto es apta para el consumo humano. Este proceso dependerá de factores como la radiación solar, velocidad del viento (que enfría el vidrio exterior), temperatura interior y exterior en el sistema, etc.

Existen destiladores solares que pueden abarcar usos domésticos hasta aplicaciones de tipo industrial, esto dependerá del volumen de agua que se quiera purificar.

2.1.2 Características técnicas de un destilador solar

El destilador solar requiere de un elemento que atraiga la energía solar con el fin de incrementar la temperatura del agua y así evaporarla. La radiación visible e infrarroja es absorbida por cualquier superficie de color oscuro, de preferencia negro mate. El acabado mate se usa para lograr una mejor absorción y evitar pérdidas de una fracción de luz por reflexión. El colector solar que contiene el agua que se quiere destilar debe ser de color negro, para evitar las pérdidas indeseables de calor, es necesario que el colector esté aislado térmicamente por la parte inferior. El calentamiento del agua produce evaporación, el agua evaporada se recolecta mediante una cubierta de vidrio o algún otro material colocado sobre el evaporador a una distancia e inclinación adecuadas.

Existen varios diseños de condensadores. El más simple consiste en una caseta de vidrio con una inclinación aproximada de 20° con respecto a la horizontal, lo cual permite que las gotas de agua condensada escurran hacia abajo en donde se colectan en pequeños canales.

2.2 Elementos de un destilador solar

2.2.1 Colector solar

El colector solar es un recipiente en donde se almacena el agua que se va a tratar, debe tener las características físicas para una buena absorción térmica y para evitar corrosión y oxido. Se requiere de un aislante térmico en la base, para evitar pérdidas de calor. El tanque colector tendrá los recubrimientos adecuados para soportar las altas temperaturas, estanqueidad del sistema y ataque químico.

2.2.2 Evaporador

La superficie del agua actúa como evaporador, donde alcanza una temperatura en la cual se logra iniciar el proceso evaporativo, aumentando la presión de vapor de agua. Influye la radiación solar directa para la obtención de la evaporación.

2.2.3 Cámara de aire

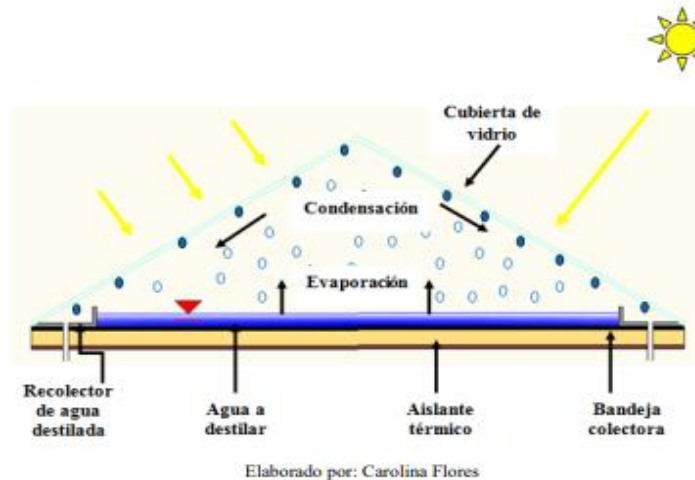
La cámara de aire se localiza entre la superficie de agua (evaporador) y la superficie interna de la cubierta de vidrio (condensador). Traslada agua al aire al aire para convertirlo en aire saturado, el aire transporta las moléculas de agua que suben por difusión molecular.

2.2.4 Condensador o cubierta

El condensador o cubierta es la zona interna de la cubierta del destilador, que debe ser de un material transparente para el paso de los rayos solares y sin retención de altas temperaturas ya que debe tener una temperatura menor que el resto del destilador y sobre todo del evaporador con una distancia para que se genere vapor en la cámara de aire, la diferencia de temperatura entre las partes produce un cambio de fase de vapor a líquido, consiguiendo el condensado. La eficiencia del condensador se basa en el área de mismo, que tiene que ser igual que el área del evaporador, la velocidad del viento es importante para la buena ventilación, ya que se mantiene a una temperatura baja y la inclinación de la superficie, que debe indicarse para que el agua condensada se desplace a los costados de la cubierta y se almacene en los depósitos del agua tratada.

2.2.5 Elementos para la recolección del condensado

El destilado que escurre hacia abajo, a lo largo de la cubierta del condensador, debe ser recolectado de forma que no se contamine y no se vuelva a evaporar. Para ello se utilizan conducciones independientes colocadas en la parte baja del condensador, pero protegidas adecuadamente contra la posibilidad de que el destilado se mezcle con el agua por tratar. Estas conducciones llevan el destilado al punto deseado, que suele ser un depósito relativamente cercano. El destilado o condensado puede ser utilizado para riego, consumo humano, baterías de automóviles, y otros.



2.2.5.1 Destilación. El proceso consiste en calentar una cierta cantidad de agua en un recipiente herméticamente cerrado y conectado a un condensador por su parte superior, el vapor de agua sube y al pasar por el condensador nuevamente se convierte en líquido (agua destilada), que será almacenada en un recipiente colector que está conectado al otro extremo del condensador.

En la naturaleza, la destilación es un proceso que se produce en el ciclo del agua, por medio del calentamiento solar, este tipo de destilación se simula en el proyecto del destilador solar en mínima escala.

2.2.5.2 Evaporación. La evaporación es el proceso físico por el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso, este proceso implica que las moléculas en estado líquido (en este caso el agua) se transformen en gas espontáneamente (vapor de agua).

En la naturaleza se da el estado de evaporación (Figura 1.15), en donde la radiación solar proporciona a las moléculas de agua la energía necesaria para el cambio de estado. En la superficie terrestre todo tipo de agua está expuesta a la evaporación, en cuestión de intensidad, este fenómeno se debilita cuando es menor la agitación de las

moléculas y al contrario se hace más intenso cuando existe mayor cantidad de líquido para evaporarse.

2.2.5.3 Condensación. La condensación es el proceso por el cual el agua cambia de fase, de vapor o gas a estado líquido, cuando la presión de vapor de agua (PV) es mayor que la presión de vapor de saturación (PVS). Este proceso depende de dos factores como la presión y la temperatura. El equipo industrial o de laboratorio necesario para realizar este proceso de manera artificial se denomina condensador.

La condensación es un proceso regido con los factores en competición de energía y entropía. Mientras que el estado líquido es más favorable desde el punto de vista energético, el estado gaseoso es el más entrópico.

2.4 Variables e indicadores

2.4.1 Variable Independiente:

Método de destilación: La destilación solar es una manera simple de purificar agua, usando el calor del sol para generar la evaporación del suelo húmedo o del aire ambiental para condensarlo en alguna superficie. En un destilador solar, el agua impura se contiene fuera del colector, donde se evapora por la luz solar que brilla con el plástico transparente o vidrio. El vapor de agua pura condensa en la película de plástico y corre por su propio peso hacia el punto más bajo, donde es recogida y almacenada.

2.4.2 Variables Dependientes:

Eficacia en la separación de partículas micro plásticas:

Uno de los estudios más recientes se llevó a cabo en el poblado de Mangas, Hidalgo, donde se diseñaron y construyeron 6 destiladores solares de caseta de un metro cuadrado cada uno. Durante un año, se realizaron mediciones de temperatura, producción de agua destilada, radiación solar y salinidad del agua destilada. Los resultados mostraron que los destiladores solares tuvieron un buen desempeño a lo largo de la prueba, con una producción promedio de 2282 ml/m²día.

La suma de un calentador solar aumenta la producción de agua destilada:

La producción de agua destilada también se puede mejorar elevando la temperatura del agua salina antes de ingresar al destilador solar. Esto se hace mediante el precalentamiento del agua de alimentación con calentadores solares. Para este propósito, Badran y Al-Tahaineh (2005) combinaron un destilador solar simple con un colector solar ... En el mes de octubre lograron una producción de 3.51 L/m² /día, alrededor de 36% más que cuando el alambique se operó sin precalentamiento del agua de alimentación, la

cual fue de 2.24 L/m² /día. En otro trabajo, Badran et al. (2005) reportaron un incremento del 52% en el rendimiento de un alambique solar piramidal cuando se acopló con un colector ... en el mes de mayo. El rendimiento sin el colector fue de 3.30 L/m² /día, mientras que con el colector fue de 5.0 L/m² /día. (Aguilar Castro, 2021, p. 23).

“The system having a combination of solar water heater and solar still gave an efficiency of 38.8% and 15% respectively which can be considered satisfactory given the area of the collector and heating rate.” (Ehiomogue, Igwe, Oduma, Udoumoh and others, 2023, p.4)

“Integration of a solar distiller with a PV/T solar collector has been demonstrated to enhance the performance of the hybrid system.”.

(Jasim, Maryam & Ahmed, Omer. (2023), p.772).

Velocidad de evaporación del agua:

La evaporación es el paso continuo de una sustancia del estado líquido al de vapor. Se efectúa en la superficie del líquido y ocurre a cualquier temperatura hasta que se satura de vapor el espacio inmediato al líquido. El proceso de evaporación en un sistema abierto depende del tamaño de la superficie expuesta, del tipo de sustancia y del porcentaje de vapor en los alrededores. La velocidad de evaporación es tanto mayor cuanto más seca está la capa de aire en contacto con el líquido, es decir, cuanto más alejada está de la saturación; y si el aire está saturado, cesa la evaporación.

(Manzur, A., & Cardoso, J. (2015), p.2).

Medición de variables de temperatura y presión

“Las variables que se midieron fueron la temperatura del agua en los depósitos de la torre de destilación, la masa de agua destilada generada por cada depósito y la temperatura del líquido a la entrada y salida del colector.”

(Urresta, Esteban, Moya, Marcelo, Campana, Andrés, & Rodríguez, Darío, 2022, p.9).

2.5 Radiación solar en la república dominicana

Mediante indagación en tesis y artículos publicados que van de la mano de la implementación de destilación solar para el tratamiento del agua, se concluye que la radiación solar promedio es indispensable para conocer la eficiencia térmica del destilador solar.

Se realizó una investigación y análisis acerca de la radiación solar emitida en la provincia de Santo Domingo, República Dominicana. Se recurrió a la herramienta interactiva proporcionada por el Banco Mundial y la Corporación Financiera Internacional, en conjunto el Grupo del Banco Mundial, Atlas Solar Global que genera de manera rápida y fácil datos sobre recursos solares y el potencial de energía fotovoltaica a nivel mundial.

Los datos extraídos a través de Global Solar Atlas

(<https://globalsolaratlas.info/map>) referentes al año 2023 fueron los siguientes:

Promedio por horas de Irradiación en [Wh/m^2]												
Santo Domingo (Distrito Nacional)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
Horas												
0-1												
1-2												
2-3												
3-4												
4-5												
5-6			10	50	79	61	55	46	45	20	10	
6-7	136	161	257	305	269	232	247	275	318	319	281	175
7-8	453	464	463	442	372	342	382	416	475	487	485	467
8-9	578	583	554	514	444	416	454	491	555	560	582	575
9-10	594	587	563	529	465	450	459	487	574	561	579	593
10-11	549	558	587	570	531	505	483	512	588	562	552	545
11-12	530	563	625	605	563	539	508	537	607	558	538	525
12-13	545	581	640	630	573	540	505	526	591	549	516	507
13-14	534	571	630	604	530	478	460	462	519	483	483	488
14-15	489	527	557	532	443	391	384	383	420	400	425	438
15-16	443	467	490	431	346	295	294	290	316	312	349	376
16-17	310	360	367	313	252	205	207	207	214	178	165	205
17-18	19	85	119	110	113	100	110	94	50	8		
18-19							4					
19-20												
20-21												
21-22												
22-23												
23-24												
Totales	5180	5507	5862	5635	4980	4554	4552	4726	5272	4997	4965	4894



Estos datos nos ofrecen un promedio anual de **507.60 Wh/m²** = 1827.36 kJ/m² entre las 8:00 y las 16:00; tiempo en el cual se realizarán las pruebas del destilador solar.

2.6 Métodos Analíticos

En la república dominicana no hay laboratorios especializados o con información sobre los métodos científicos utilizados para la determinación de micro plásticos en el agua, hemos recurrido a fuentes y autoridades fuera del país, para obtener información acerca de estos métodos.

Por ejemplo, La National Oceanic and Atmospheric Administration de EEUU publicó en 2015 una guía con recomendaciones para la cuantificación de partículas sintéticas en agua y en sedimentos³⁶. Este método consiste en la determinación gravimétrica de los microplásticos comprendidos entre 5 y 0,3 mm que:

- I. Son resistentes a la oxidación húmeda con peróxido.
- II. Flotan en una solución 5M de ClNa.
- III. Se confirman mediante una inspección visual con microscopía de 40 aumentos.

Esta metodología es aplicable a los plásticos más comunes, como son el polietileno, el polipropileno, el poliestireno y los polivinilcloruros. Sin embargo, este método no es capaz de identificar la composición exacta, lo que sería el siguiente paso para una correcta gestión y control de sus efectos químicos y toxicológicos.

En este sentido, sí se han hecho avances, recogidos por el informe GESAMP 2016¹³, para la identificación de los plásticos mediante distintas técnicas instrumentales como la espectroscopía de transmisión de infrarrojos con transformada de Fourier (FTIR), la espectroscopía Raman, la calorimetría diferencial de barrido o la cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS), entre otras muchas. En cualquier caso, en el reciente informe de 2019 de la propia GESAMP³⁷, pese a haber recomendaciones en la toma de muestras, resultados relativos en volumen, superficie o peso de residuo seco, o caracterización de componentes en micro plásticos, sigue sin haber un método estandarizado que permita la comparación directa y la valoración de resultados.

3. Marco Metodológico

3.1 Tipo y Enfoque de la Investigación

El proyecto investiga el uso práctico porque se basa en la creación de un sistema funcional para purificar el agua mediante la destilación solar, para abordar directamente la mejora de la calidad del agua y la conservación del medio ambiente.

Hemos escogido este tipo de investigación experimental porque el proyecto consta en construir y evaluar este prototipo de destilador solar que permite la eliminación de micro contaminantes, hablando especialmente de los micro plásticos, este método de investigación es el adecuado a nuestro proyecto porque se alinea con los objetivos que queremos lograr, permitiéndonos investigar nuevos conceptos y aplicar nuestras ideas hasta cumplir el objetivo del proyecto, que nuestro sistema sea capaz de brindar agua limpia.

En este proyecto usaremos la combinación del enfoque cualitativo y el cuantitativo, con interés de comprender la investigación que desarrollamos.

Utilizaremos el enfoque cualitativo para llegar a una comprensión profunda de los procesos y experimentos que estamos desarrollando para la purificación del agua y sobre el efecto de los micro plásticos en la salud analizando documentos importantes del tema y utilizando el método de observación para calificar el proceso, también usaremos el método cuantitativo para obtener datos numéricos y medibles de la eficiencia de purificación del agua. Optamos por utilizar los dos enfoques para tener una perspectiva completa de nuestro proyecto, deseando obtener así mejores resultados.

3.1 Materialización de nuestro prototipo

3.1.1 Elección del tipo de destilador solar. Destilador solar de una vertiente con superficie reflejante (DSV)

La radiación solar incidente sobre el vidrio cobertor y la reflejada por el espejo de la pared posterior se trasmite a través del vidrio y la absorbe el fondo metálico de la cubeta pintado de negro y el agua contenida, con el aumento de temperatura, se evapora el agua en todo el volumen de la cámara del destilador aumentando la humedad relativa interior, que se condensa al entrar en contacto con la cubierta de vidrio inclinada y paredes laterales a menor temperatura por estar en contacto con el aire del ambiente que lo rodea. El agua condensada se desliza por gravedad por el plano inclinado del cobertor de vidrio y paredes laterales verticales hasta llegar a los tubos recolectores. En este proceso, se transfiere energía calorífica desde la cubeta con agua hacia la cubierta de vidrio por convección, radiación y por el proceso de evaporación condensación. A su vez, hay pérdidas de calor hacia el medio ambiente, principalmente a través del vidrio transparente por convección y radiación y por conducción por el fondo y paredes laterales del destilador (Donald 1999).

3.1.2 Diseño del prototipo

a) La inclinación del destilador se toma en cuenta la latitud de la Republica Dominicana, según el ministerio de Relaciones Exteriores de la Republica Dominicana (MIREX), La República Dominicana se encuentra ubicada en las Antillas Mayores en 17° 36'- 19° 58' latitud norte y 68° 19'-72° 01' latitud oeste, más específicos en la provincia de Santo Domingo la latitud es de 18.47186 (En la imagen de Madera de Laterales podemos

ver que tiene una inclinación de 71.53° tomando de referencia el eje vertical, si le sumamos 18.47° nos daría 90°).

- b) Fue utilizado el software de diseño Fusión 360 para visualización en 3D.
- c) Un calentador solar añadió al destilador solar que acelera el proceso de destilación para que nos proporcione más litros de aguas destiladas al final del proceso.

Para la parte del calentador se tomó en cuenta la misma inclinación de latitud que el destilador:

$$\begin{aligned}
 Co &= h * \sin \emptyset \\
 Co &= 23'' * \sin(18.47) \\
 Co &= 7.286'' \\
 Co &= 7.29''
 \end{aligned}$$

$$Ca = h * \cos(18.47)$$

$$\begin{aligned}
 Ca &= 23'' * \cos(18.47) \\
 Ca &= 21.815''
 \end{aligned}$$

$$Ca = 21.82''$$

3.1.3 Selección de Materiales

- a) Base de Madera
- b) Madera de Fondo
- c) Madera de Laterales
- d) Madera de Frente
- e) Vidrio
- f) Soporte del Vidrio
- g) Termocuplas Tipo K + Módulos
- h) Flota eléctrica de alta temperatura
- i) Flota eléctrica de alta temperatura en forma de L
- j) Flota eléctrica de alta temperatura en forma de L

k) Panel solar

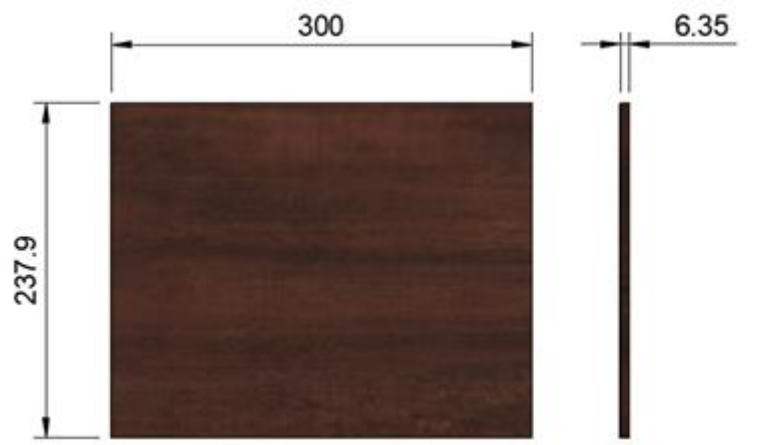
l) Otros

3.1.4 Construcción del prototipo:

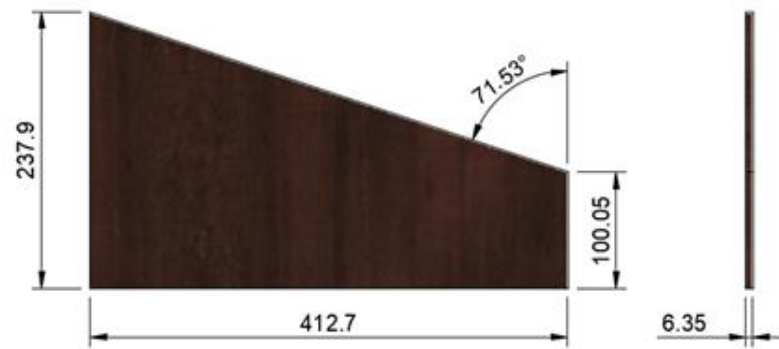
Base de Madera



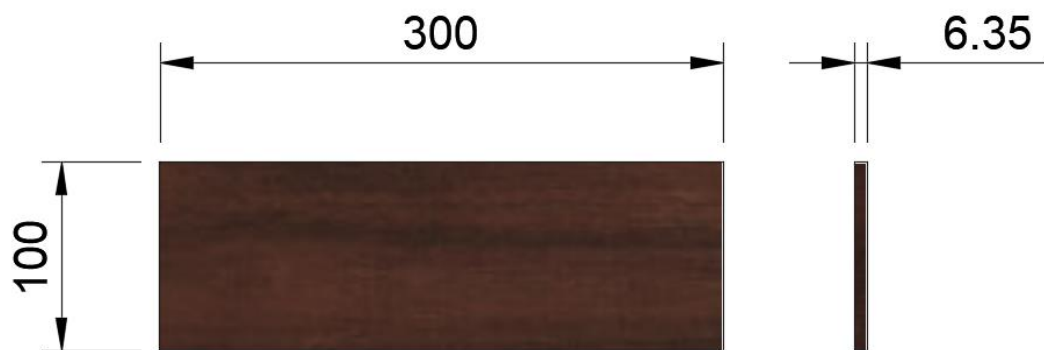
Madera de Fondo



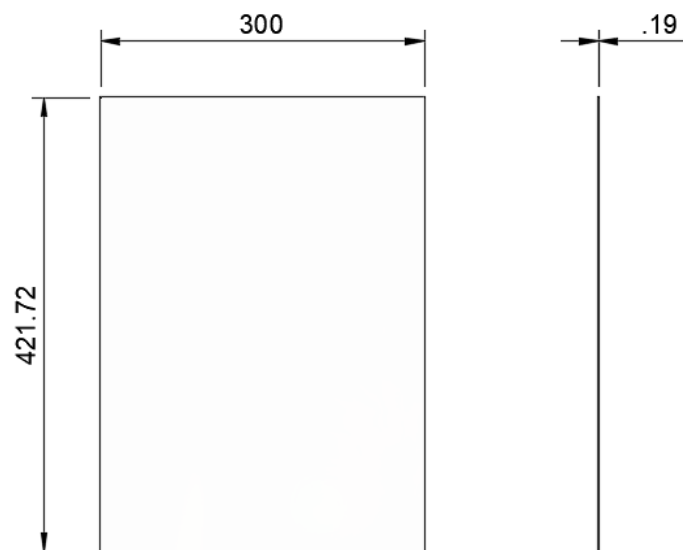
Madera de Laterales



Madera de Frente

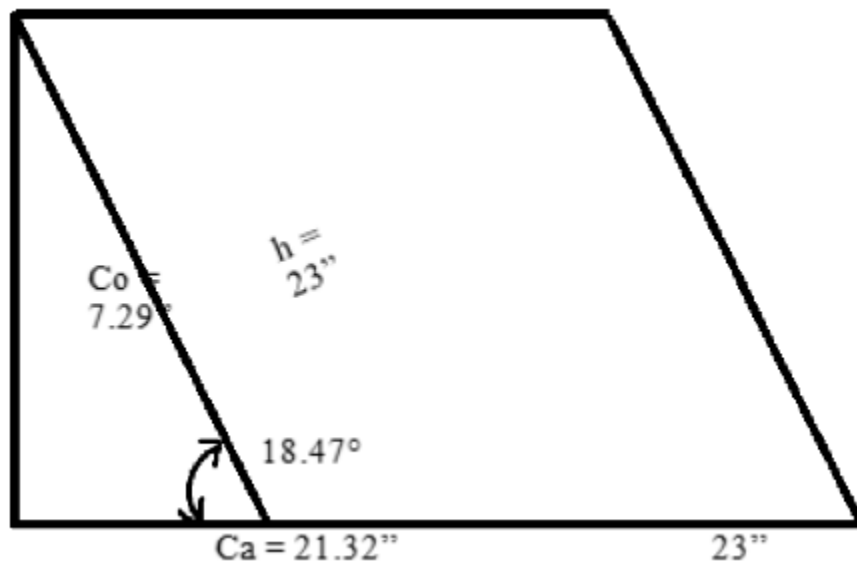


Vidrio



Soporte del Vidrio





$$\begin{aligned}
 Co &= h * \sin \theta \\
 Co &= 23'' * \sin(18.47) \\
 Co &= 7.286'' \\
 Co &= 7.29''
 \end{aligned}$$

$$Ca = h * \cos(18.47)$$

$$\begin{aligned}
 Ca &= 23'' * \cos(18.47) \\
 Ca &= 21.815''
 \end{aligned}$$

$$Ca = 21.82''$$

Page 1 of 1

1/1/2020

1

1/1/2020

1/2/20

1/2/20



4. Resultados de la Investigación

4.1 Descripción de Resultados

Mediante la puesta en prueba del prototipo se pudieron afirmar las hipótesis planteadas para el desarrollo del proyecto. Obteniendo la automatización del proceso de destilación solar acompañado de un calentador solar para aumentar la temperatura, optimizando y acelerando el proceso de destilación del agua.

Con la implantación del calentador solar se registraron temperaturas del agua de alrededor de 89°C en un día parcialmente nublado, esto influyo positivamente en el desempeño del funcionamiento del destilador solar.

Se obtuvo la destilación de acerca 5 ml de agua luego de pasado un tiempo aproximado de quince minutos.

4.2 Desarrollo de la Propuesta de Solución

Para la eliminación de los micro plásticos en el agua ideamos la implementación de un destilador solar. Luego de un tiempo de evaluación de su eficiencia con relación de oferta y demanda del agua dentro del hogar, se incluyó el calentador solar para elevar la temperatura del agua antes que se surgiera el proceso de destilación.

Para evaluar y supervisar su ejecución de trabajo se agregan las termocuplas las cuales nos proporcionen indicadores de la temperatura dentro del destilador y fuera de este, de manera comparativa.

4.2.1 Descripción de la Propuesta

Los avances que hemos realizado por Ideonella son el camino para el consumo de agua sin residuos de micro plásticos. Hemos realizado mejoras específicas no solo en el sistema de recolección de agua, en donde trabajamos con el fin de que el destilador y su recolección de agua limpia sea más eficiente y sin desperdicios de esta; sino también en lo que es la parte electrónica, automatizando los procesos y coordinando los horarios donde se produzca más irradiación solar, haciendo así más fácil el mapeo y recolección de datos por el sistema Ideonella. aunque el desarrollo creado es un prototipo, esta iniciativa marca un hito significativo en la creación de un sistema de destilación solar, funcional y asequible.

El objetivo principal de este proyecto es mejorar y abaratar un destilador de agua solar, para la obtención de muestras libres de microplásticos, utilizando luego de haber estudiado los principios del agua, donde esta se evapora y luego se condensa, para así volver a la tierra en forma de gotas de agua ya limpias y refinadas, creamos un sistema de evaporación donde logramos: optimizar el tiempo de condensación y disminuir la pérdida de calor.

Para lograr esto, hemos utilizado técnicas para transportar ese vapor de agua de una manera más eficiente y sin pérdidas de este. Las herramientas y técnicas usadas abarcan la utilización de sensores de nivel y módulos electrónicos, además de la programación para el control y monitoreo del sistema completo.

Como equipo, hemos alcanzado el objetivo de la mejora de destilación e implementación de un nuevo diseño de un destilador de agua solar, aunque el diseño final está en desarrollo. Estos resultados resaltan la confianza y sustentabilidad del enfoque, así

como el impacto potencial que puede tener en la calidad de vida de las personas que padecen enfermedades de la piel y/o problemas de salud.

4.2.2. Justificación de la Propuesta

La propuesta de crear y desarrollar un destilador de agua solar es una respuesta fundamental a la necesidad de dar una solución accesible y funcional a las personas con enfermedades de la piel y/o problemas de salud. Esta propuesta marca un antes y después en la calidad de vida de los usuarios, abordando problemas de salud que pueden vivir en su vida diaria.

Consumir agua destilada, los usuarios pueden sentir seguros de la proveniencia de su agua y mejorar su calidad de vida y cuidado de su piel, sintiéndose así más seguros de sí mismos.

El espacio utilizado por el mismo es otro aspecto crucial, ya que no necesita moverse ni un monitoreo constante. Este está creado para mantenerse funcionando durante las horas del día de manera óptima y sin intervención humana.

La simplicidad de su estructura y los materiales que se usan asegura que se pueda llevar el mantenimiento adecuado por los usuarios sin mayor complicación. Esta facilidad permite que, sin necesidad de un experto, el usuario pueda desenvolverse y solucionar problemas que se puedan generar por el uso continuo.

Al reducir los costos y facilitar la producción en masa, estamos trabajando para eliminar barreras financieras y proporcionamos una solución viable para personas de diversos niveles socioeconómicos.

Uno de los beneficios más destacados de nuestra propuesta es su impacto directo en la salud y la calidad de vida de los usuarios. Al proporcionar un sistema para disminuir la cantidad de micro plásticos que entran en nuestro cuerpo gracias a nuestro entorno, no solo mejora la funcionabilidad física, también contribuye al cuidado de la salud mental y emocional de los usuarios. La capacidad de eliminar los residuos de plástico en nuestro sistema nervioso central a la larga tendrá un impacto positivo en nuestro cuerpo.

4.2.3. Objetivos de la Propuesta

Estos objetivos constituyen hitos fundamentales que guían la planificación, el diseño implementación del dispositivo, y abarcan áreas cruciales para su éxito y Funcionabilidad. Los objetivos detallados han sido establecidos en consonancia con la visión y el propósito global del destilador y se enfocan en aspectos clave que garantizan su eficiencia y aplicabilidad.

Objetivos generales

- Adquirir sensores de nivel y térmicos. Para recibir las señales enviadas por el destilador a través de su funcionamiento.
- Lograr que el destilador realice su proceso de evaporación y condensación. Parte fundamental para trabajar de manera óptima.
- Fabricar destiladores de fácil armado, fácil mantenimiento, escalables y de bajo costos.

Objetivos específicos

- Investigar colocación estratégica. Para mejor recepción de irradiación solar.
- Estar bien orientado hacia el Este.

- Conocer las señales que entrega al controlador. De manera que se pueda procesar la información en el microcontrolador y se pueda procesar el movimiento deseado.
- Realizar varios muestreos para captar información de señales. Técnica para emplear y corroborar que funciona bien en cualquier lugar, siempre y cuando cumpla con las especificaciones requeridas.
- Hacer PCB tomando en cuenta las especificaciones del tamaño. Con el objetivo de ocupar poco espacio y añadir profesionalismo.
- Investigar y seleccionar los materiales y componentes necesarios para la construcción del prototipo, considerando su disponibilidad, durabilidad y costo, con el objetivo de garantizar la accesibilidad económica.

4.2.4. Configuración y Modelización

Este apartado está enfocado en la configuración y el modelo desarrollado de Ideonella. Los elementos claves presentes en este proceso son:

Materiales de construcción: La madera Hidrofugas ha sido seleccionada, como el material de construcción junto con el acero inoxidable, debido a su composición que permite una mejor permeabilidad y resistencia a la oxidación.

Microcontrolador: Se utilizó un ESP32, este microcontrolador ofrece un gran rendimiento y capacidad de procesamiento, esta elección se basó en la necesidad de manejar de manera eficiente las señales de los sensores y ejecutar funciones complejas simultáneamente para obtener resultados esperados.

Los detalles presentados son fundamentales para entender la base técnica sobre la cual se ha desarrollado el dispositivo y como cada componente ha sido seleccionado cuidadosamente para lograr los objetivos de diseño y funcionabilidad.

4.2.5 Aspectos Técnicos

El destilador por el momento estará hecho de madera hidrofuga para su constitución principal y de acero inoxidable para el almacenamiento del agua, tendrá una parte de control la cual debe ir en la habitación o dentro de la residencia y demás componentes para su funcionamiento.

Las señales serán captadas a través de sensores, de nivel y de temperatura, que estarán conectados al destilador, estas señales serán captadas y procesadas por un microcontrolador, el cual se encargará de enviarle señales correspondientes a los dispositivos, que se encargan de la circulación del agua.

Cabe destacar que este destilador solo se estará utilizando una bomba de agua, por lo que la cantidad de agua estará limitada por el caudal de esta.

4.3 Inversión Inicial

No.	Item	Cantidad	Precio	Coupon	Tax	Subtotal	Enlace
1	Recipiente de acero inoxidable	1	N/A	N/A	N/A	N/A	
2	MAX6675 Module + K Type Thermocouple	1	\$1.55	2%	7%	\$1.63	https://www.aliexpress.us/item/3256806035859658.html
3	Plywood 5/8 4'x8'	1	\$35.00	0%	0%	\$35.00	
4	Manguera de silicona 3/8"	1	\$2.00	0%	0%	\$2.00	
5	Zinc Liso 3'x6'	1	\$5.00	0%	0%	\$5.00	
6	Bateria 12V	1	\$9.58	0%	0%	\$9.58	
7	Panel Solar	1	\$25.27	0%	0%	\$25.27	https://www.amazon.com/SUNYIMA-seguridad-ajustable-impermeable-reflector/dp/B0CP5XWJZ5
8	ESP32	1	\$8.00	0%	0%	\$8.00	
9	Float Switch Stainless Steel (45mm)	1	\$2.52	0%	7%	\$2.70	https://www.aliexpress.us/item/1005006082601103.html
10	Float Switch Right Angle	1	\$3.30	2%	7%	\$3.47	https://www.aliexpress.us/item/3256806133061922.html
11	Fibra de Vidrio 48"x2'	1	\$3.50	0%	0%	\$3.50	https://www.ochoa.com.do/articulo/03-19-0071
12	PCB	1	\$7.50	0%	0%	\$7.50	
13	Vidrio	1	\$20.00	0%	0%	\$20.00	
14	Water Pump 12V (45W)	1	19.99	0%	0%	\$19.99	https://www.amazon.com/dp/B07YXTN3LJ
					Total USD	\$143.63	
					Total DOP	\$ 8,673.75	

4.3.2 Fuentes de Financiamiento

El estado dominicano: El estado puede proporcionar financiación para el desarrollo y la implementación de Ideonella en los hogares dominicanos, volviéndose socio mayoritario del proyecto.

- Empresas privadas: Empresas privadas interesadas en el proyecto pueden convertirse en accionistas del proyecto, colaborando con el costo de producción y su salida al mercado.

- Inversionistas: Personas que entiendan que el proyecto tiene potencial y estén interesadas en colaborar con el financiamiento del proyecto.

- Préstamos bancarios: Los préstamos bancarios son una fuente de ayuda favorable, para poder tener inversiones de fondos propios al final del pago de dicho préstamo.

5. Conclusión

Con base en investigaciones realizadas para redactar esta tesis y para el desarrollo del proyecto, podemos afirmar la necesidad e importancia de consumir agua libre de contaminantes, evitando efectos negativos en la salud.

La presencia y efectos de micro plásticos en entornos acuáticos es una cuestión emergente con impacto a nivel mundial. Su estudio está mucho más avanzado en el ámbito marino y solo en los últimos años se ha empezado a valorar en aguas continentales y destinadas al consumo humano.

Se están dirigiendo las acciones, en primer lugar, a reducir el origen primario de los micro plásticos, controlando su uso en la composición de otros productos. Sin embargo, la mayor dificultad se encuentra en la gestión de los originados por degradación de los plásticos ya presentes en el agua. En este sentido, ya se está empezando a legislar, limitando el uso de plásticos de un solo uso.

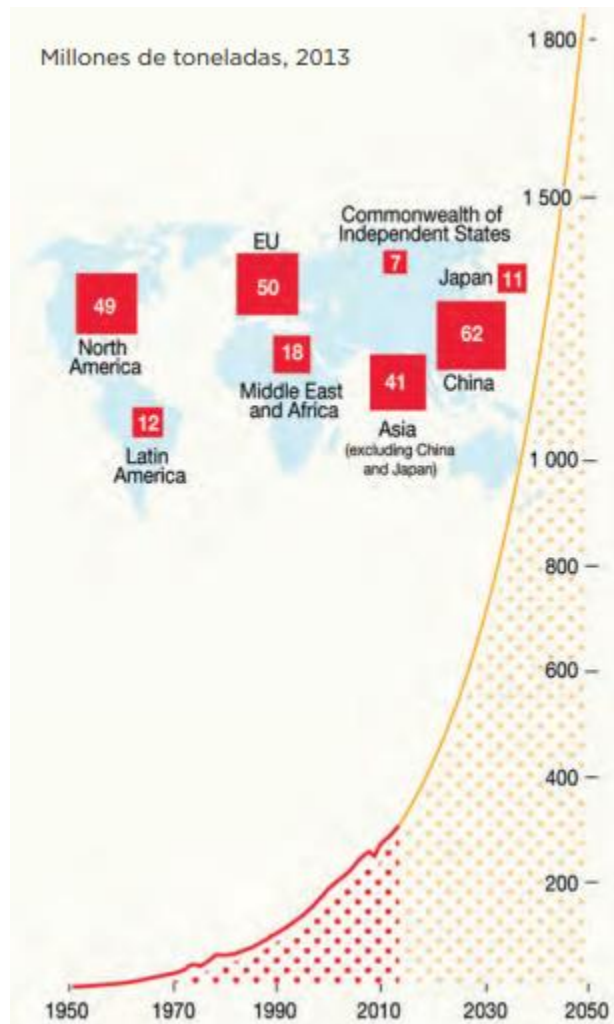
Los resultados de los estudios publicados son contradictorios respecto a la presencia de micro plásticos tanto en abastecimientos como en agua de consumo y embotellada. Un factor limitante es la falta de coordinación, tanto en la definición y descripción de los micro plásticos como en la dificultad de estandarizar métodos analíticos que permitan la comparación de resultados.

En vista de estos argumentos, nuestro proyecto desarrolla la propuesta adecuada para minimizar esta problemática, aunque comprendemos que no eliminaremos todos los micro plásticos de nuestro medio ambiente, nuestro fin es que el agua de consumo humano sea saludable, por eso nuestro prototipo se basa en un concepto individual para

los hogares donde toda persona o familia que use nuestro producto pueda obtener agua limpia y purificada al consumirla en sus hogares.

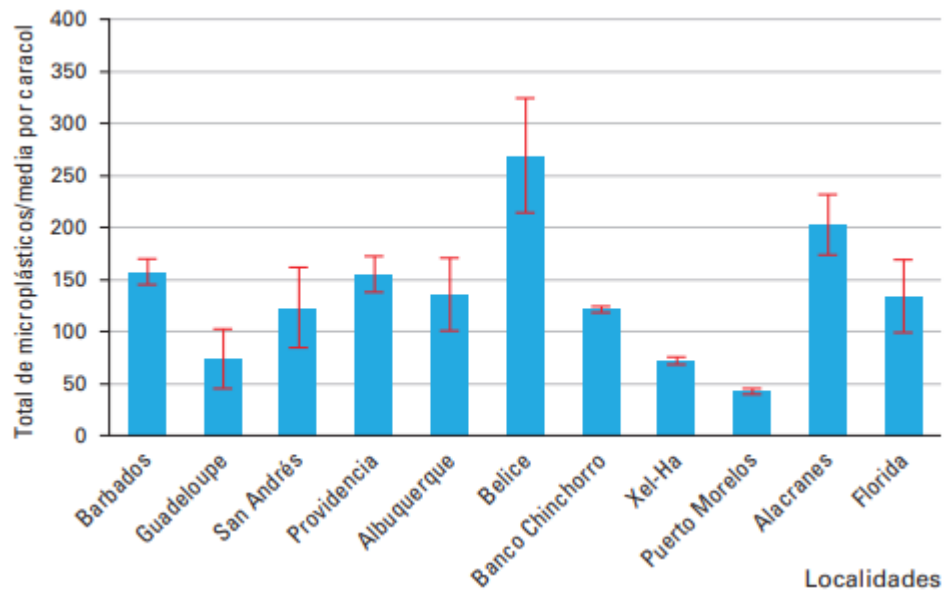
6. Anexos

Producción mundial de plástico y tendencias futuras.



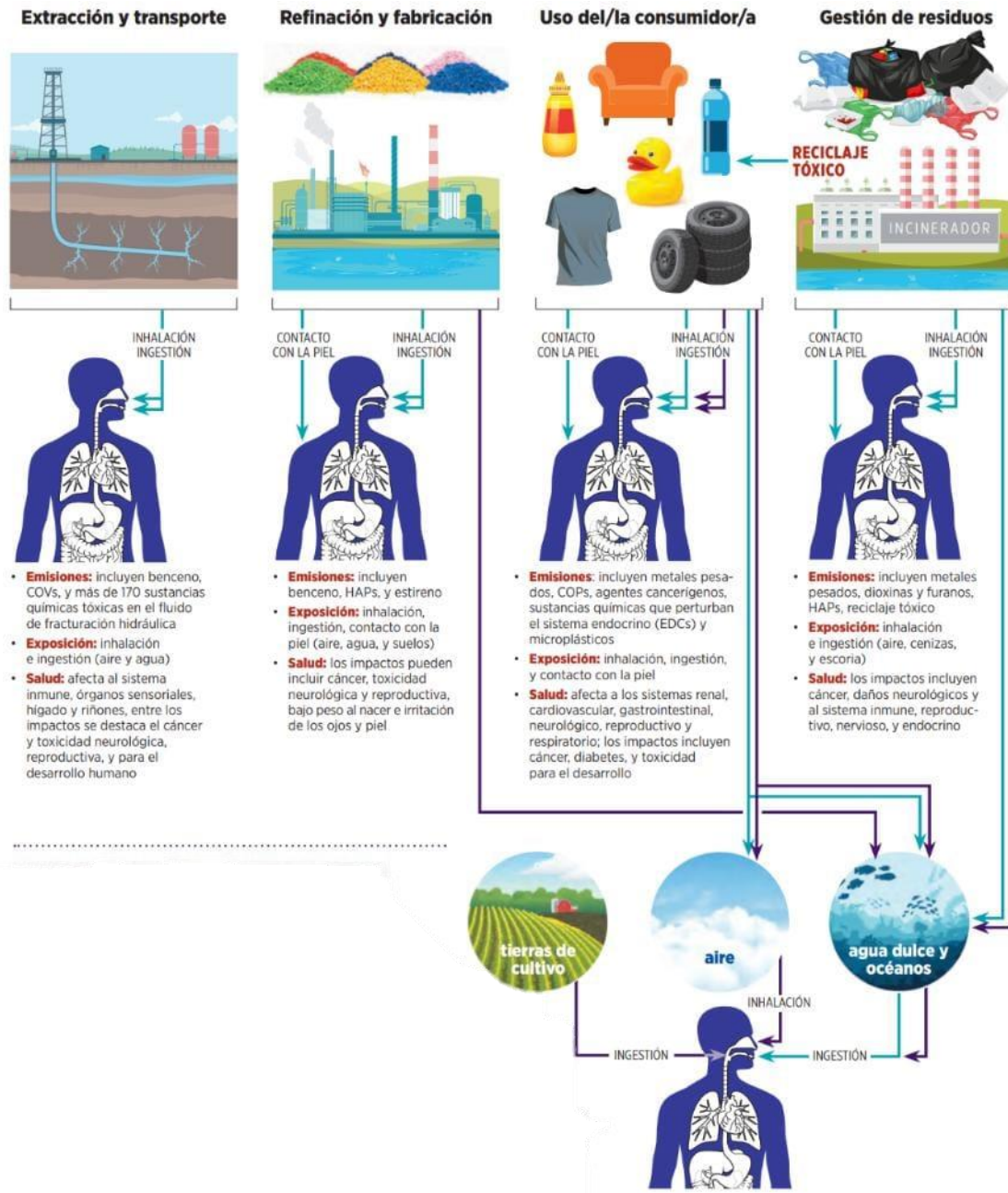
Fuente: Ryan, A Brief History of Marine Litter Research, in M. Bergmann, L. Gutow, M. Klages (Eds.), Marine Anthropogenic Litter, Berlin Springer, 2015; Plastics Europe

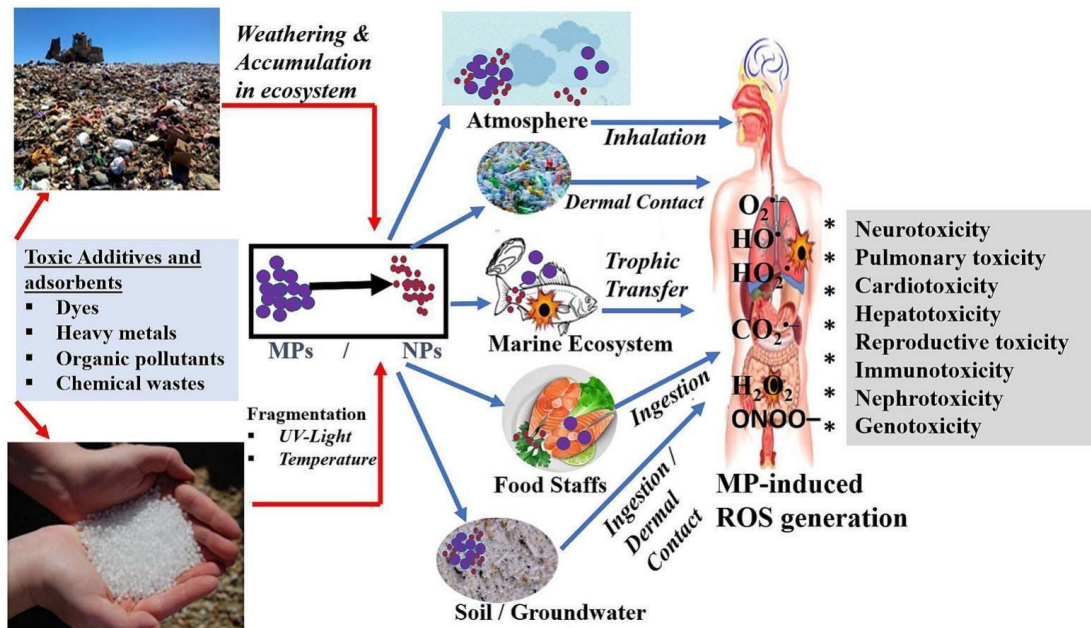
Resultados de la concentración de contaminantes micro plásticos en varios sitios del Caribe.



Elaboración: Dalila Aldana; diseño: Martha Enríquez Díaz.

Exposición directa a plásticos





Bomba de Agua 12V (45W)

amazon.com

Final Details for Order #113-3747290-3677006

[Print this page for your records.](#)

Order Placed: February 8, 2024
Amazon.com order number: 113-3747290-3677006
Order Total: USD 21.39

Shipped on February 11, 2024

Items Ordered	Price
1 of: IEIK 12 Volt Diaphragm Pump 4LPM 1.05 GPM 108PSI Self Priming Sprayer Pump 12V DC Fresh Water Pump Water Pressure Sprayer Pump Adjustable for RV Camper Marine Boat Lawn (45W)	\$19.99
Sold by: Smilesupplier (seller profile)	
Supplied by: Smilesupplier (seller profile)	

Condition: New

Shipping Address:
Dojanni Contreras BM-247976
8400 NW 25TH ST STE 100 BM-247976
DORAL, FL 33198-1536
United States

Shipping Speed:
FREE Prime Delivery

Payment information

Payment Method:
Mastercard ending in 6055

Billing address
Dojanni Contreras BM-247976
8400 NW 25TH ST STE 100 BM-247976
DORAL, FL 33198-1536
United States

Credit Card transactions

Item(s) Subtotal:	USD 19.99
Shipping & Handling:	USD 0.00

Total before tax:	USD 19.99
Estimated tax to be collected:	USD 1.40

Grand Total:	USD 21.39
Payment Grand Total:	DOP 1,284.87
MasterCard ending in 6055: February 11, 2024:	\$21.39

To view the status of your order, return to [Order Summary](#).

[Conditions of Use](#) | [Privacy Notice](#) © 1996-2024, Amazon.com, Inc. or its affiliates

Termocuplas Tipo K + Módulos

Invoice

Supplier name	TENSTAR ROBOT Store	Customer Name	Dojanni Contreras		
Marketplace Facilitator	Alibaba.com Singapore E-Commerce Private Limited	Delivery Address	8400 NW 25th ST Suite 100 Doral Florida		
		Invoice Date		Invoice No.	
		2024-02-06-0400		B10MZFL20240207067135	
Transaction	Quantity	Price (USD)	Sales Tax Rate	Sales Tax Amount (USD)	Total inclusive of Sales Tax (USD)
MAX6675S&A MAX6675 Module - K Type Thermocouple Sensor Temperature Degrees for Arduino	2	1.52	7.000%	0.21	3.25
Total amount in CNY				0.21	3.25

Flota eléctrica de alta temperatura

Invoice

Supplier name		Oulihye Lifestyle Store		Customer Name		Dojanni Contreras	
Marketplace Facilitator		Alibaba.com Singapore E-Commerce Private Limited		Delivery Address		8400 NW 25th ST Suite 100 Doral Florida	
				Invoice Date		Invoice No.	
				2024-02-06 -0400		B10MZFL20240207067259	
Transaction		Quantity	Price (USD)	Sales Tax Rate	Sales Tax Amount (USD)	Total inclusive of Sales Tax (USD)	
Floot Switch High Temperature Resistant Stainless Steel Water Tower Tank Liquid Water Level Automatic Level Controller Sensor		1	2.52	7.000%	0.18	2.70	
Total amount in USD					0.18	2.70	

Flota eléctrica de alta temperatura en forma de L

Invoice

Supplier name	Boutique Hot Selling Tools Store			Customer Name	Dojanni Contreras	
Marketplace Facilitator	Alibaba.com Singapore E-Commerce Private Limited			Delivery Address	8400 NW 25th ST Suite 100 Doral Florida	
					Invoice Date	Invoice No.
					2024-02-06-0400	B10MZFL20240207067156
Transaction	Quantity	Price (USD)	Sales Tax Rate	Sales Tax Amount (USD)	Total inclusive of Sales Tax (USD)	
Stainless Steel SUS304 & SUS316 Floot Switch Tank Liquid Right Angle Water Level Sensor L Type For 0-110V DC Voltage Circuit	1	3.14	7.000%	0.22	3.36	
Total amount in CNY				0.22	3.36	

Invoice

Supplier name TENSAR.ROBOT Store

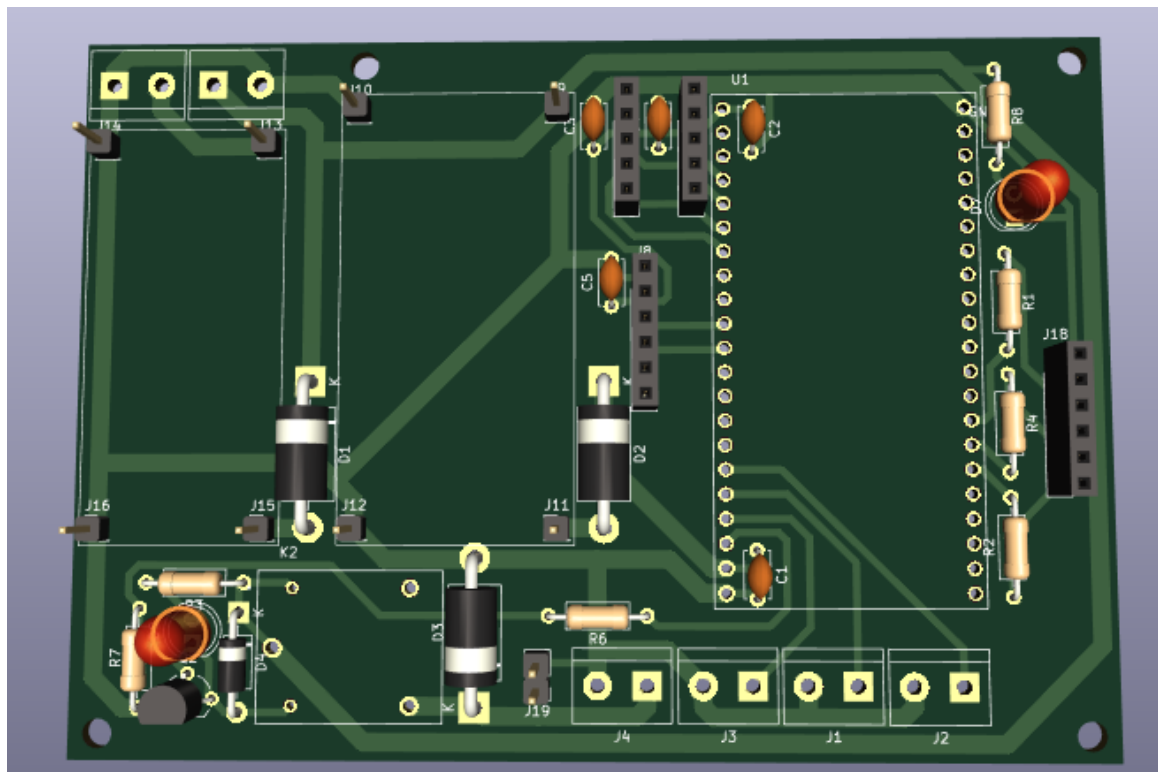
Customer Name Dojanni Contreras

Marketplace Facilitator Alibaba.com Singapore E-Commerce Private Limited

Delivery Address 8400 NW 25th ST Suite 100 Doral Florida

Transaction	Quantity	Price (USD)	Sales Tax Rate	Invoice Date	Invoice No.
				2024-02-01 -0400	B10MZFL2024020214975
16 Bit I2C ADS1115 Module ADC 4 Channel with Pro Gain Amplifier	1	1.41	7.000%	Sales Tax Amount (USD)	0.1
D53231 IC Module Precision Clock Module D53231SN / D53231M	1	1.25	7.000%	Sales Tax Amount (USD)	0.09
Memory Real Time 3.3V/5V For Raspberry Pi					
Total amount in CNY				0.19	2.85

Diseño PCB



Diseño final



7. Referencias Bibliográficas

Segundo principio de la termodinámica. (24 de enero de 2024). En Wikipedia.

[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Segundo principio de la termodin%C3%A1mica&oldid=157618358](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Segundo_principio_de_la_termodin%C3%A1mica&oldid=157618358)

Geodatos. (s. f.). *Coordenadas geográficas de República Dominicana*.

<https://www.geodatos.net/coordenadas/republica-dominicana>

Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD). (s. f.). *Datos de Calidad*. [https://portal.caasd.gob.do/informaciones/datos-calidad-de-](https://portal.caasd.gob.do/informaciones/datos-calidad-de-agua)

[agua](https://portal.caasd.gob.do/informaciones/datos-calidad-de-agua)

Ministerio de Relaciones Exteriores. (07 de abril de 2022). *Información general*.

<https://mirex.gob.do/informacion-general/#:~:text=La%20Rep%C3%BAblica%20Dominicana%20se%20encuentra,superficial%20de%2048.442%20kil%C3%B3metros%20cuadrados>

Castro, J. (10 de agosto de 2020). *Diseño y construcción de un destilador solar con condensación por separado*. Centro de Investigación Científica y de Educación

Superior de Ensenada, Baja California (CICESE).

https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3589/1/tesis_Jos%C3%A9%20Aguilar%20Castro_10%20ago%202021.pdf

A. Manzur y J. Cardoso. (16 de febrero de 2015). *Velocidad de evaporación del agua*.

Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmfe/v61n1/v61n1a7.pdf>

Urresta, Esteban, Moya, Marcelo, Campana, Andrés, & Rodríguez, Darío. (2022).

Desalinizador solar de múltiples etapas para su aplicación en zonas costeras del Ecuador. Enfoque UTE, 13(1), 1-22. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.781>

Ehiomogue, Precious & Prince, Nzubechukwu & Oduma, Okechukwu & Stanley, Asishana & Alugbe, Marcellus & Paul, Tosin. (2023). PERFORMANCE EVALUATION OF A COMBINED SOLAR WATER HEATER AND WATER DISTILLER FOR DOMESTIC PURPOSES.

Jasim, Maryam & Ahmed, Omer. (2023). Comparative Evaluation of a Conventional and Photovoltaic/Thermal-Integrated Solar Distiller under Iraqi Climatic Conditions. Journal Européen des Systèmes Automatics. <https://doi.org/10.18280/jesa.560507>

¿Cuál es el impacto de los microplásticos en la salud y el medio ambiente? (2023, marzo 14). Scancotec.com; Scanco - Equipos analíticos de laboratorio. <https://scancotec.com/blog/cual-es-el-impacto-de-los-microplasticos-en-la-salud-y-el-medio-ambiente/>

nuwater. (2023, agosto 17). Explorando los beneficios de los sistemas de purificación de agua. NuWater Water Treatment Solutions South Africa. <https://nuwater.com/es/explorando-los-beneficios-de-los-sistemas-de-purificaci%C3%B3n-de-agua/>

¿Qué son los microplásticos y cómo contaminan el agua? (2024, enero 18). iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-son-microplasticos-y-como-contaminan-agua>

The emerging role of microplastics in systemic toxicity: Involvement of reactive oxygen species (ROS) - ScienceDirect. (s/f).

(S/f). Ciel.org. Recuperado el 17 de abril de 2024, de <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/03/Plastic-Health-Spanish.pdf>