



REPORTE FINAL DE ESTADÍA

Javier Bernabe García

Diseño y construcción a escala de un colector solar
para la destilación de agua

2020, Año de Leona Vicario,
Benemérita Madre de la Patria

2020, Año Internacional de la
Sanidad Vegetal



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo Ingeniería en Energías Renovables

Nombre del asesor académico
Dr. Juan Manuel Padilla Flores

Jefe de carrera
Dr. Octavio Maldonado Saavedra

Presenta
Javier Bernabe García

Cuitláhuac, Ver. 20 de abril de 2021

2020, Año de Leona Vicario,
Benemérita Madre de la Patria

2020, Año Internacional de la
Sanidad Vegetal





Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Reporte para obtener título de ING en Energías Renovables

Nombre del Proyecto

Diseño y construcción a escala, de un colector solar para la destilación de agua

Presenta

Javier Bernabe García

**2020, Año de Leona Vicario,
Benemérita Madre de la Patria**

**2020, Año Internacional de la
Sanidad Vegetal**



AGRADECIMIENTOS

A mi Madre: Yesenia Bernabe García quien con su amor, sacrificio y dedicación me ha brindado la oportunidad de luchar por mis sueños; gracias por sus consejos y sobre todo su apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

A mi Abuelita Didia, por confiar en mí, por darme fortaleza para poder vencer los obstáculos que se atravesaban en el pasar de los años, hacerme saber que soy capaz de superarme y por hacer más alegres mis días.

A mi asesor industrial: Dr. Eunice Villicaña Ortiz, por haberme dado la oportunidad de colaborar con ella, por sus consejos y apoyo durante mi estadía.

A mi asesor académico, Dr. Juan Manuel Padilla, por guiarme a lo largo de las estadías, por sus consejos, su tiempo y esfuerzo.

A todos mis maestros dentro de la universidad, por darme las herramientas necesarias para poder llegar a ser un profesionalista.

A mis amigos y compañeros de clases, quienes han hecho amenos mis días en la universidad y han influido en mi desarrollo durante esta etapa.

RESUMEN

En el presente trabajo se mostrarán los diversos temas que se abordaron después de varios meses de investigación, buscando en diferentes fuentes y recopilando la información necesaria y adecuada las cuales son de mucha importancia para dar a conocer nuestro proyecto de un sistema de destilador solar en un modelo a escala el cual aprovecha la energía solar, de esta forma aplicando el funcionamiento de las energías renovables en este caso la energía por radiación solar. La información de este documento está dividida en diferentes capítulos desde las Energías Renovables, problemática, propuestas, tipos de colectores solares, proceso de fabricación, resultados, mantenimiento entre otros.

En el capítulo de las Energías Renovables hablamos un poco de la historia y de los tipos de energías renovables hasta la actualidad; en la problemática se plantea el por qué se requiere este proyecto y sus prestaciones que aportaría en su modelo escala y grandes rangos; en los tipos de colectores solares podemos encontrar los distintos prototipos ya creados y experimentados con el mismo funcionamiento, pero con sus distintos beneficios según su diseño; en el proceso de fabricación se lleva a cabo las formas en las que se fue desarrollando nuestro prototipo ,paso a paso hasta su fabricación completa; en la parte de resultados se muestra el proyecto terminado en su mejor perfil, con todos los detalles sin ninguna falla, de igual manera se obtiene lo que es estadísticas de su funcionamiento ya que es un proyecto que aprovecha la radiación solar lo cual no es muy factible en algunas regiones por lo que se puso a prueba en nuestra región ya que el municipio de Papantla al estar cerca de las zonas costeras cuenta con una buena radiación solar y de esta forma poder saber sus reacciones y poder obtener resultados favorables y esperados; en la parte de mantenimiento se llevó a cabo un análisis para determinar el mejor de esta forma añadir los pasos que se deberán realizar para llevar a cabo dicho trabajo ya que es de mucha importancia ya que en nuestro destilador estaremos utilizando agua.

El capítulo 3 contiene las capturas de pantalla del programa en el cual nos fue de ayuda para poder visualizar el diseño del destilador y realizar cambios antes de su fabricación teniendo en cuenta el tipo de material y las dimensiones requeridas, así como la importancia de saber y conocer las características de las herramientas según la aplicación requerida. Sin pasar por alto que para tener un buen diseño debes pensar en todo dado que el mantenimiento es de suma importancia y no es algo que se vea al inicio de las cosas.

Finalmente, en el capítulo 4 se muestran los resultados, recomendaciones por el método experimenta lo cual nos da margue de mejora para próximas aplicaciones.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	2
CONTENIDO	3
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	7
1.1 Marco teórico	8
1.1.1 El Agua	8
1.1.2 Destilador de agua	9
1.1.2.1 ¿Qué es la destilación?	10
1.1.3 Energías renovables	11
1.1.3.1 Ventajas de la energía renovable	11
1.1.4 Energía solar.	13
1.1.5 Radiación solar	13
1.1.5.1 Irradiancia directa.....	13
1.1.5.2 Irradiancia difusa	13
1.1.5.3 Horas Solares pico.....	14
1.1.6 Destilador solar	16
1.1.7 Funcionamiento del destilador solar	18
1.1.8 Tipo de destiladores solares	19
1.1.8.1 Destilador de una sola vertiente	19
1.1.8.2 Destilador solar de dos vertientes.....	20
1.1.8.3 Destilador solar de invernadero.....	21
1.1.8.4 Destilador solar de cascada	22
1.1.8.5 Destilador solar esférico de barrera.....	23
1.1.8.6 Destilador solar multietapas.....	24
1.1.9 Ventajas y desventajas de los destiladores solares	25
1.1.9.1 Ventajas	25
1.1.9.2 Desventajas.....	25
1.1.10 ¿Qué es la destilación solar?	26
1.1.11 La destilación solar en la naturaleza	27
1.1.12 Investigaciones previas de los destiladores solares	28
1.1.13 Planteamiento del Problema.....	29
1.1.14 Objetivos	29

1.1.15 Objetivos específicos	29
1.1.16 Hipótesis	30
1.1.17 Justificación del Proyecto	30
1.1.18 Limitaciones y Alcances	31
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	32
2.1 Datos necesarios para el funcionamiento	32
2.2 Data climática	33
2.2.1 Radiación directa de Papantla, Ver.....	33
2.2.2 Irradiación de la zona de Papantla, Ver.....	35
2.3 Ubicación de Papantla de Olarte, Veracruz.....	40
2.4 Materiales para la construcción del destilador	43
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO	45
3.1 Diseño del prototipo	45
3.2 Elaboración del destilador solar	48
3.3 Construcción del prototipo	49
3.4 Materiales y herramientas utilizadas.....	59
3.5 Mapa de Gantt	61
3.6 Mantenimiento.....	62
3.6.1 Preventivo	62
3.6.2 Correctivo.....	62
3.6.3 Predictivo	62
3.6.4 Rutinas de mantenimiento.....	62
3.6.5 Inspección y limpieza del tanque generador de vapor.....	63
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	64
4.1 Resultados	64
4.2 Conclusiones.....	76
4.3 Recomendaciones.....	77
Bibliografía.....	78

Contenido de ilustraciones

Ilustración 1 El agua	6
Ilustración 2 Colectores solares	9
Ilustración 3 Tipo de Energías Renovables.....	12
Ilustración 4 Mapa de radiación solar mundial (globalsolaratlas, s.f.)	14
En la siguiente gráfica (Ilustración 5 Horas de sol pico (HSP)), muestra la irradiancia normal (potencia en W/m ²) a lo largo de un día, ésta va aumentando hasta llegar a su máximo (1100 W/m ²), a partir del cual empieza a disminuir, es decir, la irradiancia va variando. Si embargo, en la gráfica de color verde, la irradiancia es constante (1000 W/m ²) durante un periodo de tiempo (7,2 h). (HelioEsfera, 2008).....	14
Ilustración 6 Horas de sol pico (HSP).....	15
Ilustración 7 Destiladores Solares	17
Ilustración 8 Destilador solar de una vertiente.....	19
Ilustración 9 Destilador Solar	20
Ilustración 10 Destilador solar de invernadero	21
Ilustración 11 Destilador solar de cascada.....	22
Ilustración 12 Destilador solar esférico de barrera	23
Ilustración 13 Destilador solar multietapa.....	24
Ilustración 14 La destilación solar en la naturaleza	27
Ilustración 15 Grafica de Temperatura mensual en Papantla, Ver.....	34
Ilustración 16 Grafica de Radiación directa	34
Ilustración 17 Grafica de Irradiación solar que incide sobre el cielo, Papantla, Ver.....	36
Ilustración 18 Grafica de horas solares por día en los meses del año 2020 de Papantla, Ver.	38
Ilustración 19 Grafica de horas solares mensuales en, Papantla, Ver.	39
Ilustración 20 Irradiación de Papantla, Ver.....	40
Ilustración 21 Imagen tomada satelitalmente de Google maps enfocando y encerrando la zona de Papantla, Ver. Donde se hicieron las mediciones	41
Ilustración 22 Coordenadas de Papantla, Ver.....	42
Ilustración 23 Captura de pantalla Autocad 2021 utilizado para diseñar el plano del destilador solar.	46
Ilustración 24 Captura de pantalla del programa autocad del diseño del Plano con medidas del prototipo de Destilador solar	46
Ilustración 25 Captura en autocad del diseño del prototipo de destilador solar	47
Ilustración 26 Captura en autocad del diseño del prototipo de destilador solar	47
Ilustración 27 Captura en autocad del diseño del prototipo de destilador solar	47
Ilustración 28 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	49
Ilustración 29 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	49
Ilustración 30 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	50
Ilustración 31 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	50
Ilustración 32 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	51
Ilustración 33 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	51
Ilustración 34 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	52
Ilustración 35 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	52
Ilustración 36 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	53
Ilustración 37 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	54
Ilustración 38 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	55
Ilustración 39 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	55
Ilustración 40 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	56
Ilustración 41 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	56

Ilustración 42 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	57
Ilustración 43 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	57
Ilustración 44 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.....	58
Ilustración 45 Diagrama de Gantt, elaboración propia.....	61
Ilustración 46 Fotografía tomada 07/04/2021 a las 11:30am	65
Ilustración 47 Fotografía tomada 07/04/2021 a las 12:00pm	66
Ilustración 48 Fotografía tomada 07/04/2021 a las 11:33am	66
Ilustración 49 Fotografía tomada 07/04/2021 a las 03:15pm	67
Ilustración 50 Fotografía tomada 07/04/2021 a las 01:10pm	67
Ilustración 51 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 11:00am	68
Ilustración 52 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 11:05am	68
Ilustración 53 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 12:05pm	69
Ilustración 54 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 12:35pm	69
Ilustración 55 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 01:00pm	70
Ilustración 56 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 02:15pm	71
Ilustración 57 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 03:15pm	72
Ilustración 58 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 04:30pm	72
Ilustración 59 Fotografía tomada 09/04/2021 a las 09:30am	73
Ilustración 60 Fotografía tomada 09/04/2021 a las 10:15am	73
Ilustración 61 Fotografía tomada 09/04/2021 a las 11:20am	74
Ilustración 62 Fotografía tomada 09/04/2021 a las 02:30pm	75
Ilustración 63 Fotografía tomada 09/04/2021 a las 12:09pm	75

Contenido de tablas

Tabla 1 Radiación Directa en Papantla, ver.....	33
Tabla 2 Temperatura en Papantla, Ver	33
Tabla 3 Irradiación solar e incidencia de insolación.....	35
Tabla 4 Horas Solares por día	37
Tabla 5 Materiales Utilizados para la fabricación del destilador solar.....	59
Tabla 6 Herramientas utilizadas en la elaboración del destilador solar.	60

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La energía renovable, es toda la energía que se obtiene de fuentes naturales como el agua, el sol, el viento y la biomasa animal o vegetal.

La energía renovable proviene de los recursos naturales, por esa razón no contamina el medioambiente y no se agota; porque algunos recursos como el sol son abundantes o porque son recursos que pueden encontrarse en cualquier parte del mundo.

La energía renovable ha sido un tema de mucha importancia a nivel mundial, debido que se están buscando soluciones más amigables con el medio ambiente.

La energía solar es la que se obtiene de la luz o del calor del sol. Las formas de uso de la energía solar pueden ser muy diversas

Solar Fotovoltaica: transforma en forma directa la radiación del sol y se convierte en electricidad, por medio de paneles fotovoltaicos.

Solar Termoeléctrica: también se conoce como termo solar, en este caso se aprovecha la energía solar para producir calor y con ella se puede calentar agua y cocinar alimentos. La energía del sol se concentra por medio del uso de espejos o lentes.

Los destiladores solares son aparatos sumamente sencillos, que aprovechan la radiación solar para producir agua potable a partir de agua de mar. También pueden emplearse para obtener agua dulce de otras fuentes de agua contaminada o salobre. Su principio de funcionamiento consiste en emplear el calor del sol para calentar una cierta cantidad de agua. Esta agua, al aumentar su temperatura unos diez grados sobre la temperatura ambiental, humedece el aire sobre su superficie. Si se coloca una lámina de material transparente a unos centímetros sobre la superficie del agua, la humedad se depositará sobre dicha lámina -que estará a una temperatura cercana a la temperatura ambiental- y se acumulará gradualmente hasta producir una cantidad útil de agua potable. Si esta lámina transparente se inclina un poco, la humedad condensada se escurrirá hasta un punto donde pueda colectarse para luego usarse.

1.1 Marco teórico

1.1.1 El Agua

La Tierra es un lugar con mucha agua. Cerca del 70 por ciento de la superficie de planeta está cubierta de agua. El agua también existe en el aire en forma de vapor y en el suelo como hidratante de la tierra y en los acuíferos.

Entendida como uno de los elementos más importantes y centrales para la supervivencia de cualquier forma de vida, el agua es sin duda alguna necesaria y útil en un sinnúmero de formas para seguir reproduciendo la vida en el único planeta hasta ahora conocido por el ser humano como habitable.

La destilación solar es un proceso heliotérmico en el cual se calienta una masa de agua, contenida en un recipiente cerrado con una cubierta transparente, por efecto de la radiación solar. El calentamiento provoca la evaporación de una parte del agua y su condensación sobre la superficie interior de la cubierta transparente con la colección del condensado. Si el agua contiene sólidos disueltos o en suspensión ellos permanecen en el agua debido a la diferencia de sus presiones de vapor. (Hidrológico, 1995)



Ilustración 1 El agua

1.1.2 Destilador de agua

La palabra destilador proviene de la palabra latina *destillare* que significa vaporizar los líquidos por medio del calor. El destilador de agua que se usa en el laboratorio purifica el agua corriente, mediante procesos controlados de vaporización y enfriamiento. Al aplicar energía térmica al agua en fase líquida, luego de un proceso de calentamiento, se convierte en vapor de agua. Esto permite separar las moléculas de agua, de las moléculas de otras sustancias o elementos que se encuentran mezclados o diluidos. El vapor de agua se recolecta y se lleva a través de un condensador, donde el vapor se enfría y vuelve a la fase líquida. Entonces, el condensado se recoge en un tanque de almacenamiento diferente. El agua destilada presenta mejores características de pureza comparada con el agua corriente; prácticamente se encuentra libre de sustancias que la contaminen. (Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S, 2011)

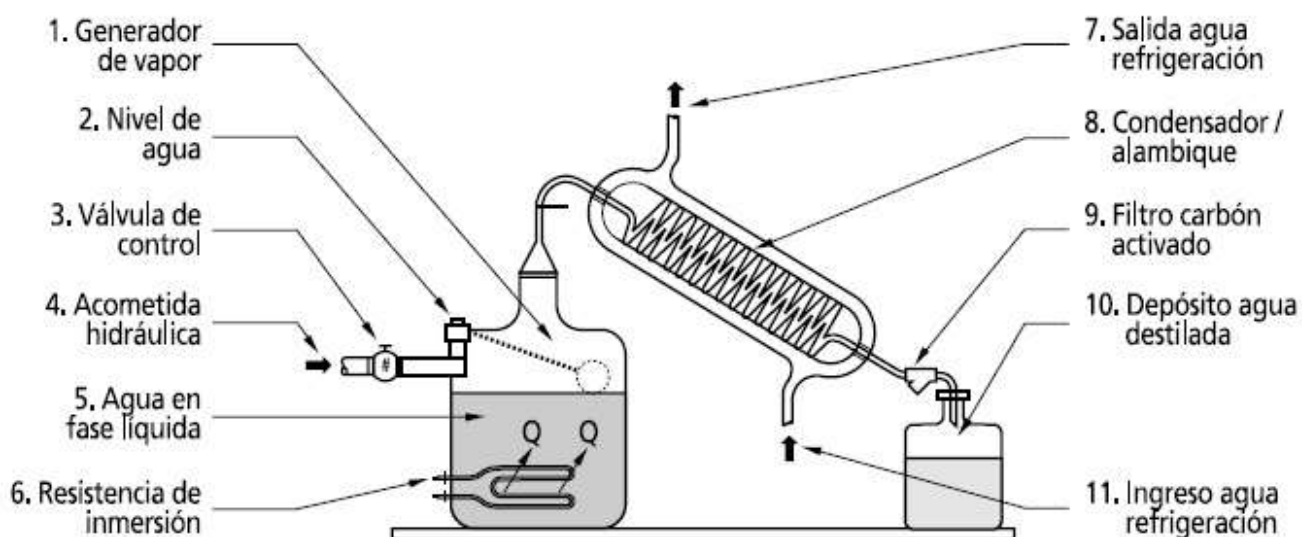


Ilustración 2 Colectores solares

1.1.2.1 ¿Qué es la destilación?

Se denomina destilación a un método de separación de fases, que se encuentra entre los métodos de separación de mezclas. La destilación consiste en el uso consecutivo y controlado de dos procesos físicos: la vaporización y la condensación, usándolas de manera selectiva para separar los componentes de una mezcla por lo general de tipo homogéneo, es decir, en la que no pueden distinguirse a simple vista sus componentes.

Las mezclas que pueden ser separadas en sus componentes individuales utilizando la destilación pueden contener dos líquidos, un sólido en un líquido o incluso gases licuados. Este método de separación se basa en la diferencia de puntos de ebullición (propiedad inherente de la materia, que es la temperatura a la que la presión de vapor de un líquido se iguala a la presión que rodea al líquido) de las distintas sustancias. Pasará primero a la fase vapor la sustancia que menor punto de ebullición tenga, luego esta sustancia se condensará en otro recipiente, y quedará relativamente pura.

De este modo, para que la destilación se lleve a cabo correctamente, deberemos hervir la mezcla hasta alcanzar el punto de ebullición de una de las sustancias integrantes, que entonces pasará a ser vapor y podrá ser conducido hasta un recipiente enfriado, en el que se condensa y se transforma en líquido nuevamente.

La otra sustancia integrante, en cambio, permanecerá en el recipiente sin alteraciones; pero en ambos casos tendremos sustancias puras, libres de la mezcla inicial. (Estela Raffino, 2020)

1.1.3 Energías renovables

Las energías renovables son fuentes de energías limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero –causantes del cambio climático- ni emisiones contaminantes. Además, sus costes evolucionan a la baja de forma sostenida, mientras que la tendencia general de costes de los combustibles fósiles es la opuesta, al margen de su volatilidad coyuntural. (ACCIONA, s.f.)

1.1.3.1 Ventajas de la energía renovable

Son innumerables las ventajas que se pueden obtener con el uso de las energías no renovables, pero las podemos resumir en las siguientes: (Quiroa, 2019)

- **No emiten gases de efecto invernadero:** es una de las soluciones más limpias para producir energía. El hecho de no contaminar el ambiente las convierte en una de las mejores opciones para conservar y preservar el medio ambiente.
- **Disminuyen la dependencia energética:** el sol, el agua y el viento se encuentra en cualquier lugar del mundo, a diferencia de los combustibles fósiles que sólo se encuentran en ciertos lugares del planeta, por lo que los países que no los poseen los tienen que importar de otras naciones.
- **No se terminan:** como provienen de los recursos naturales, se puede usar cuanto se quiera y siguen siendo renovables. Por esa razón se consideran como una opción sostenible para el uso de energía en el futuro para toda la humanidad.



Ilustración 3 Tipos de Energías Renovables.

1.1.4 Energía solar.

La energía solar es la producida por la luz –energía fotovoltaica- o el calor del sol – termo solar- para la generación de electricidad o la producción de calor. Inagotable y renovable, pues procede del sol, se obtiene por medio de paneles y espejos. (ACCIONA, s.f.)

1.1.5 Radiación solar

La radiación solar es la energía emitida por el Sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas, es la magnitud que mide la energía por unidad de área de radiación solar incidente en una superficie colocada en un lugar y rango de tiempo bien especificados. Es decir, no toda la radiación solar que genera el Sol llega la Tierra. La magnitud que describe la radiación solar que llega a la tierra es la irradiancia. La irradiancia se expresa en unidades de potencia por superficie, generalmente vatios por metro cuadrado. Cuando hablamos de irradiación solar, nos referimos a la cantidad de irradiancia recibida en un tiempo determinado. (Planas, 2019)

Para un mejor tratamiento de la radiación solar en cuanto a sus aplicaciones, el flujo radiante solar se suele descomponer en dos términos:

1.1.5.1 Irradiancia directa

Es la componente del flujo radiactivo solar que incide sobre una superficie unidad y que no ha sido dispersada por la atmósfera. Esta componente tiene en cada instante una dirección perfectamente definida que coincide con la dirección de propagación del flujo solar.

1.1.5.2 Irradiancia difusa

Es la componente del flujo radiactivo solar que incide sobre una superficie unidad, cuya dirección de propagación ha sido modificada por dispersión en la atmósfera. A diferencia con la irradiancia directa, esta radiación llega a la superficie desde cualquier región del hemisferio.

(HUEZO BAUTISTA, 2012)

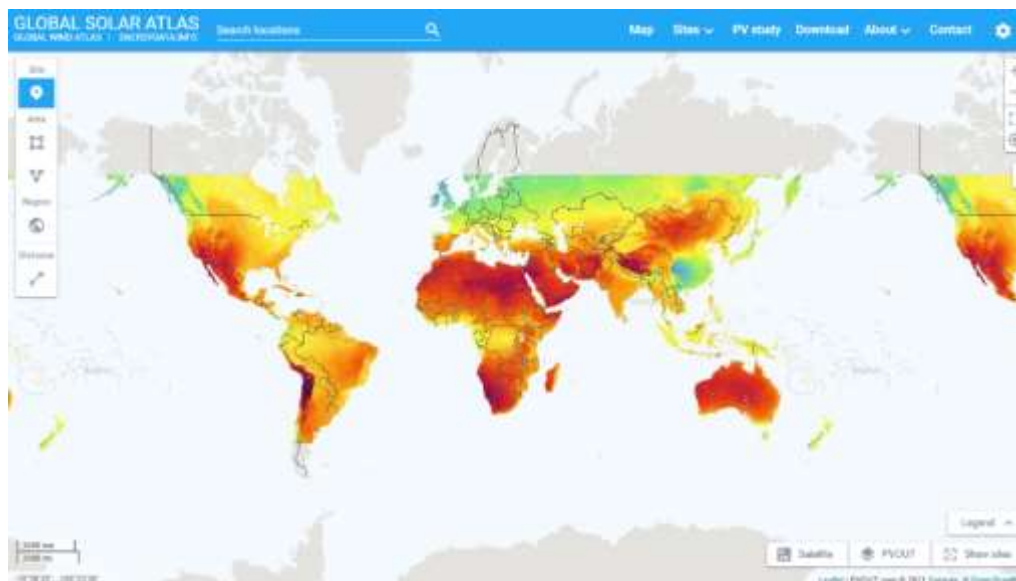


Ilustración 4 Mapa de radiación solar mundial (globalsolaratlas, s.f.)

1.1.5.3 Horas Solares pico

Las horas de sol pico (HSP) en una unidad de medida de irradiación (energía) suponiendo una radiación constante de 1000 W/m^2 . Por lo tanto, es una magnitud que se mide en “horas”.

Cuando hablamos de 1 hora de sol pico (HSP), nos referimos a la energía recibida por una radiación de 1000 W/m^2 durante 1 hora. Este parámetro nos permite calcular de forma sencilla la energía recibida en un periodo de tiempo.

En la siguiente gráfica (Ilustración 5 Horas de sol pico (HSP)), muestra la irradiancia normal (potencia en W/m^2) a lo largo de un día, ésta va aumentando hasta llegar a su máximo (1100 W/m^2), a partir del cual empieza a disminuir, es decir, la irradiancia va variando. Si embargo, en la gráfica de color verde, la irradiancia es constante (1000 W/m^2) durante un periodo de tiempo (7,2 h). (HelioEsfera, 2008)



Horas de sol pico (HSP)

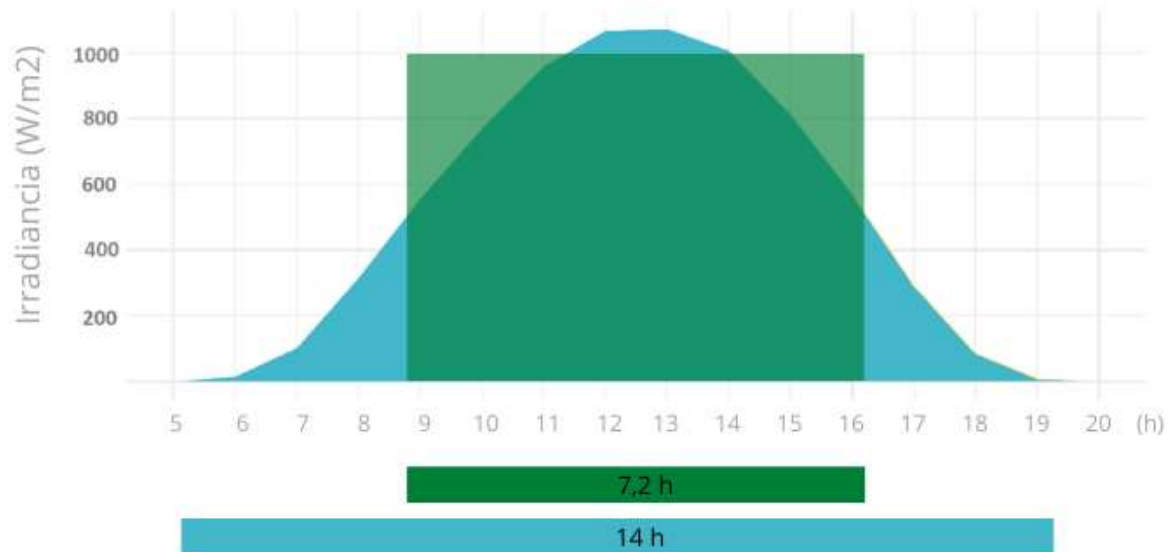


Ilustración 6 Horas de sol pico en la zona centro de Papantla Ver (HSP)

1.1.6 Destilador solar

Los destiladores solares son ingenios que permiten obtener agua dulce donde esta escasea, pero se encuentra en abundancia mezclada con otras sustancias que la hacen inutilizable. En esencia se trata de reproducir a pequeña escala y de manera acelerada el ciclo natural del agua.

Mediante los destiladores solares es posible obtener agua dulce del agua del mar, del agua embarrada e incluso de la contenida en los vegetales. Es de especial utilidad en zonas desérticas próximas al mar ya que cuenta con los dos elementos fundamentales: abundancia de agua salada y de radiación solar.

Los equipos de destilación solar, si están fabricados con materiales adecuados, pueden funcionar con pleno rendimiento durante muchos años y ofrecer una gran cantidad de agua potable gratuita.

Los principios de la destilación solar pueden ser aplicados en distintas escalas; desde destiladores pequeños domésticos para obtener unos cuantos litros de agua al día hasta grandes instalaciones con los que obtener varios metros cúbicos diarios.

Existen ejemplos de grandes equipos de destilación solar que se han aplicado con éxito para obtener agua en lugares donde escaseaba. La primera gran planta de destilación solar que se llevó a cabo es en 1874 cuando el inglés Charles Wilson diseño y dirigió la instalación en el desierto de Atacama (Chile) para la Salitrera Lastenia Salinas. Esta central era capaz de proporcionar un promedio de 22 500 litros de agua diarios y estuvo en funcionamiento hasta el año 1907. Esta instalación contaba con una superficie de captación superior a los 4000 metros cuadrados.

Desde entonces otras grandes instalaciones de este tipo se han desarrollado en diversas zonas del mundo con escasez de agua, pero con acceso al mar como Israel, Islas Canarias (España) y en diversas islas áridas del mediterráneo entre otras. La destiladora solar de mayor tamaño del mundo es la instalada en la isla de Patmos (Grecia) que cuenta con una superficie superior a los 8000 m². (Gleick, 1996)

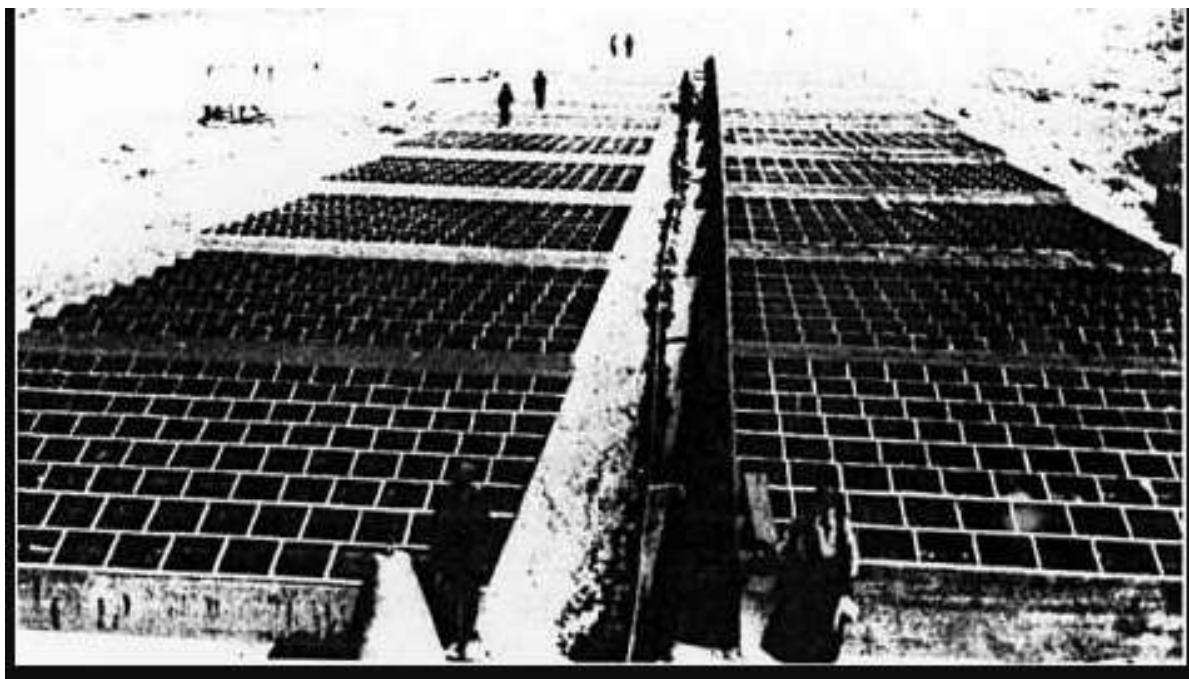


Ilustración 7 Destiladores Solares

1.1.7 Funcionamiento del destilador solar

Su principio de funcionamiento reproduce en pequeña escala el ciclo natural del agua independiente del tipo que sea. Este consiste en una caja o espacio contenedor donde se dispone un recipiente o estanque con fondo de color negro para depositar el agua salada o contaminada a destilar.

En la parte superior y cerrando este espacio se coloca una superficie transparente que permite pasar la radiación solar, por el efecto invernadero se logra el calentamiento del agua al tiempo que también se retiene la humedad en el interior de la superficie transparente. La radiación solar en contacto con el recipiente negro eleva la temperatura del agua en el recipiente pintado de negro, favoreciendo la evaporación. El vapor de agua asciende entonces por convección hasta topar con la superficie transparente, que por estar en contacto con el exterior está a una temperatura más fría que el resto del destilador. En esta superficie se condensa el agua formando pequeñas gotas. La superficie transparente está dispuesta de manera adecuada para favorecer que las gotas, conforme continúa el proceso y van aumentando de tamaño y fluyan hacia un recipiente donde se recoge toda el agua destilada. Mientras dure la radiación solar y exista agua que destilar el proceso se mantiene. (Charles, 1927)

1.1.8 Tipo de destiladores solares

1.1.8.1 Destilador de una sola vertiente

Se trata de una caja cubierta por un cristal inclinado. La caja está dividida en dos compartimentos: uno con el fondo de color negro donde se coloca el agua a evaporar y que ocupa la mayor parte de la caja y el otro donde se recoge el agua destilada y que se encuentra en el lado de menor altura. (Gleick, 1996)

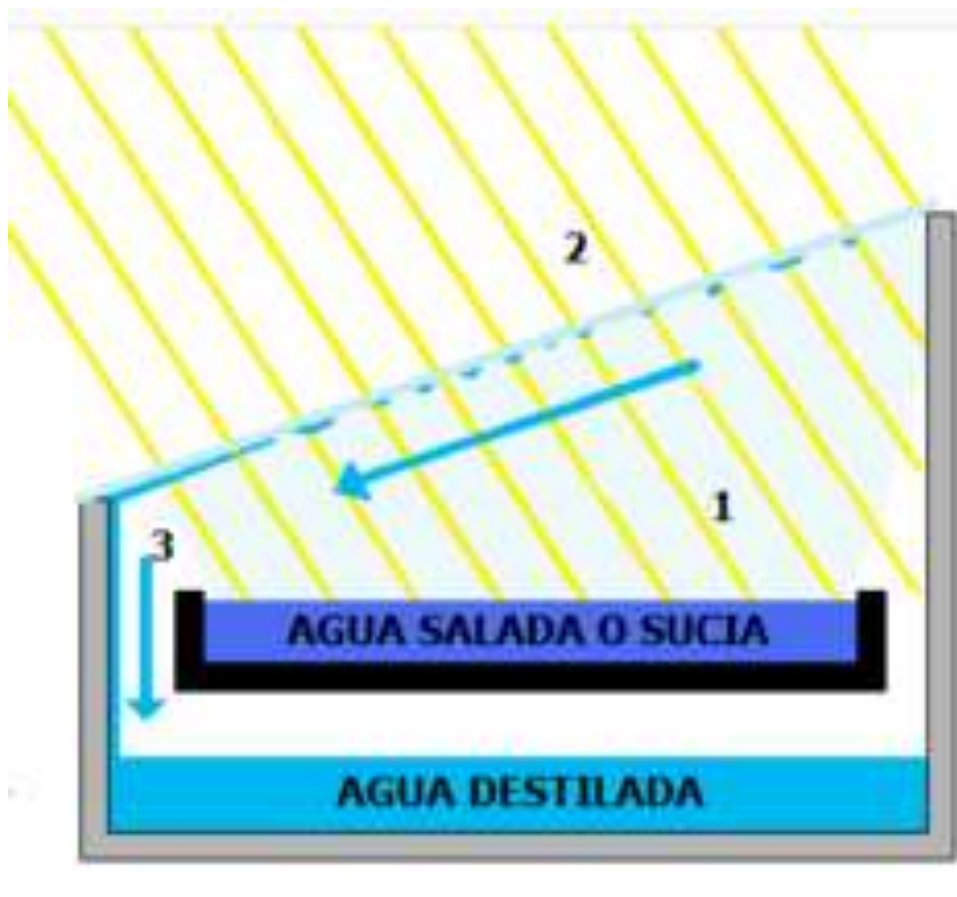


Ilustración 8 Destilador solar de una vertiente

1.1.8.2 Destilador solar de dos vertientes

Este modelo consta de un “tejado” dos aguas de material transparente. Las gotas de agua que se han condensado en el panel transparente se deslizan por los lados y precipitan a un depósito situado bajo la bandeja donde se dispone el agua para destilar. Desde el depósito de almacenamiento se extrae el agua por medio de un grifo. (Gleick, 1996)

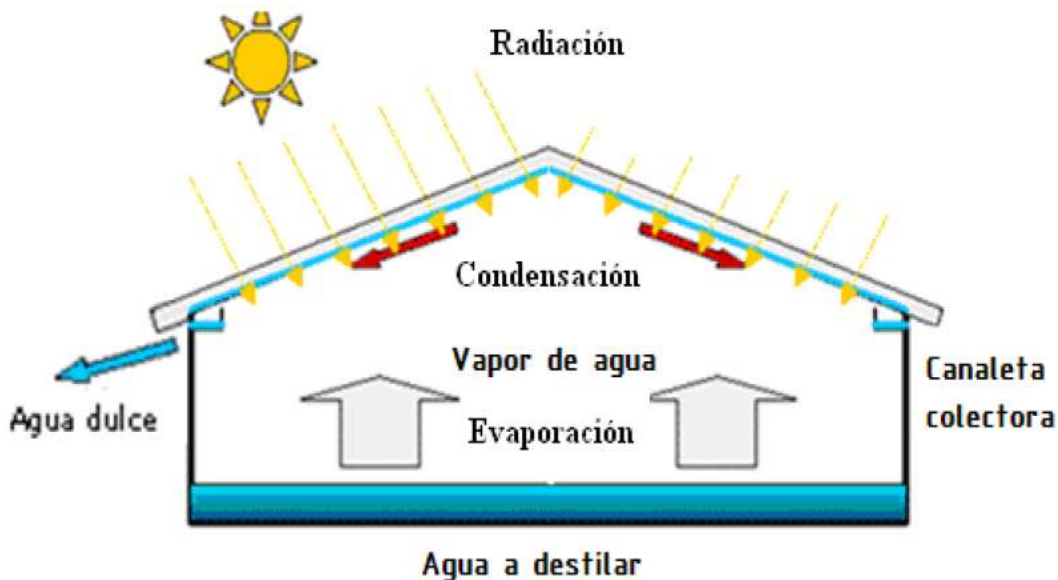


Ilustración 9 Destilador Solar y su funcionamiento.

1.1.8.3 Destilador solar de invernadero

Este es un modelo de destilador solar de gran tamaño. Se trata de estructuras de invernadero. En esencia es el mismo modelo que el destilador solar de dos vertientes, pero de grandes proporciones. (Gleick, 1996)

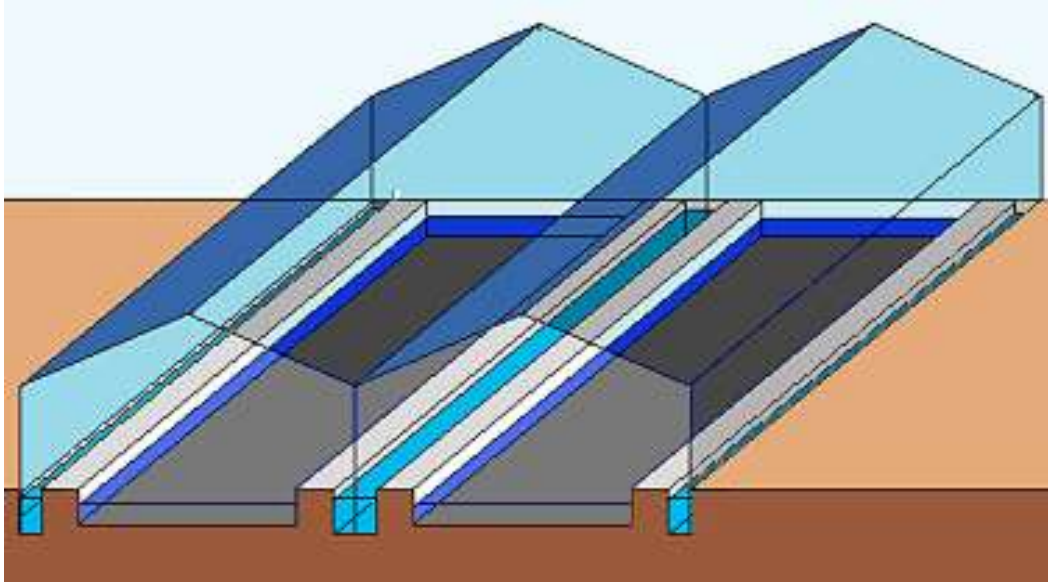


Ilustración 10 Destilador solar de invernadero

1.1.8.4 Destilador solar de cascada

Posee forma de escalera o terrazas. En la parte superior de cada escalón se colocan los depósitos de color negro donde se coloca el agua a destilar. Cuando la radiación solar incide en el destilador comienza la evaporación y el vapor de agua se condensa en una superficie transparente inclinada sobre las terrazas, este termina en un recipiente que permite recoger el agua ya destilada. (Gleick, 1996)

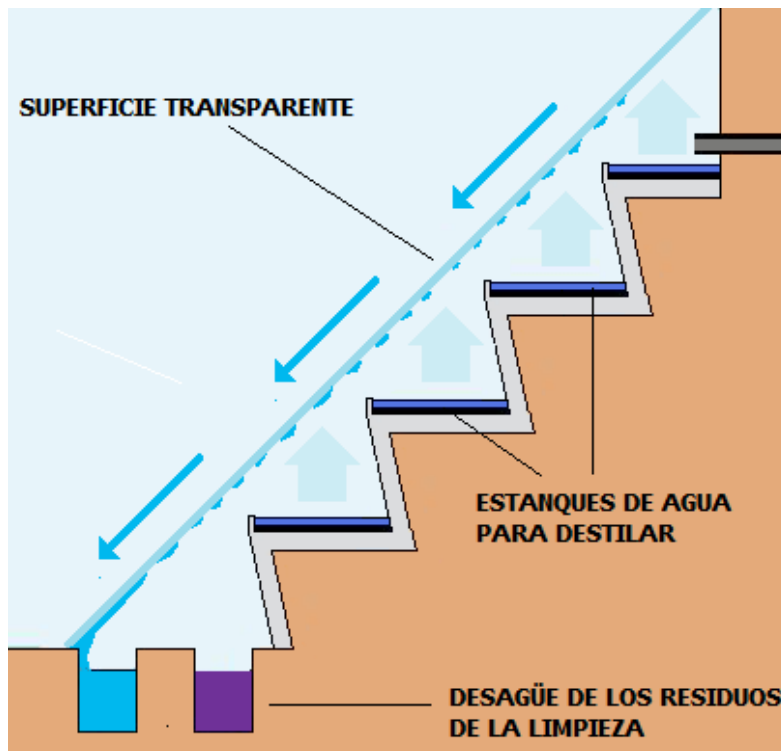


Ilustración 11 Destilador solar de cascada

1.1.8.5 Destilador solar esférico de barrera

Este tipo de destilador posee forma esférica del material transparente y una barrera que recorre su cara interna accionada por un pequeño motor. En una bandeja con fondo de color oscuro situada en la parte central de la esfera se deposita el agua a destilar. (Gleick, 1996)

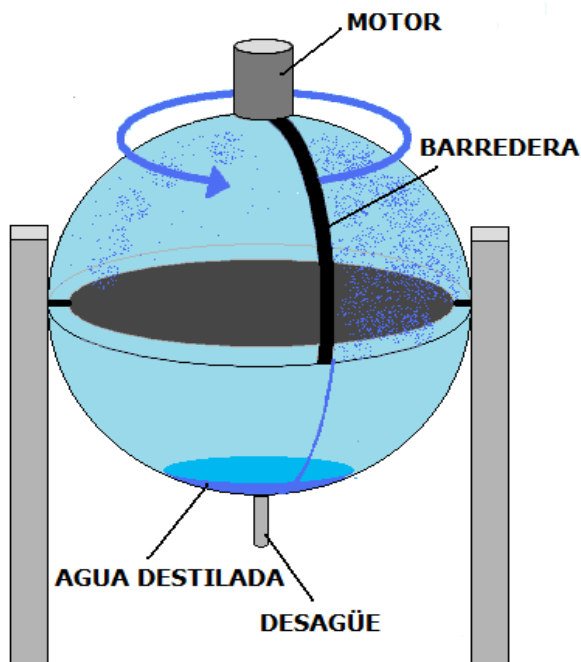


Ilustración 12 Destilador solar esférico de barrera

1.1.8.6 Destilador solar multietapas

Este modelo es más complejo, pero a la vez más eficiente, emplea sistemas de colectores solares complejos (concentradores parabólicos, tubos de vacío, e incluso sistemas de placa plana de alta eficiencia), por lo que alcanza altas temperaturas. El vapor de agua se condensa con ayuda de un refrigerante y el calor se recupera y se almacena en depósitos. Este sistema requiere ya de inversiones mayores que los anteriores. (Gleick, 1996)

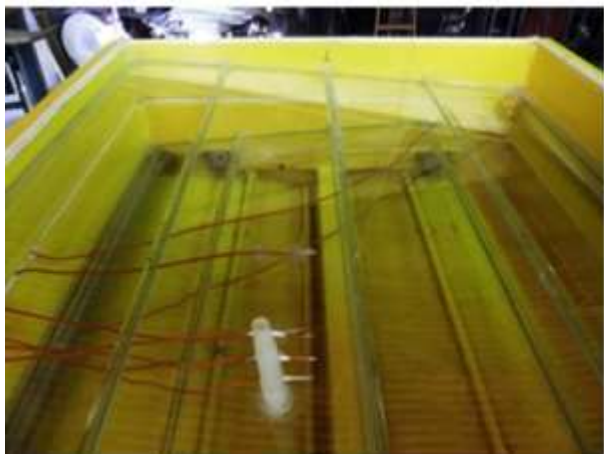


Ilustración 13 Destilador solar multietapa

1.1.9 Ventajas y desventajas de los destiladores solares

1.1.9.1 Ventajas

- Aprovechamos la radiación solar del sol.
- Obtenemos agua destilada libre de cualquier microorganismo.
- Son equipos de poco presupuesto
- Son factibles en la mayor parte del país
- Disminuimos el consumo de gas al calentar agua

1.1.9.2 Desventajas

- El clima varea por lo que se hace muy difícil tener la radiación ideal.
- No se estima una cantidad exacta de destilación
- No da su potencial por la situación de donde se ubican las residencias

1.1.10 ¿Qué es la destilación solar?

La destilación es un proceso por el cual, mediante la aplicación de calor se puede separar las distintas sustancias de una mezcla líquida. Este proceso se basa en las diferentes temperaturas que necesitan cada una de las sustancias de una mezcla para evaporarse y en la posterior condensación por separado de cada una de ellas.

La humanidad ha empleado la destilación para diversos fines, como para la producción de determinados tipos de alcohol, la obtención de agua pura o de otros compuestos químicos en estado puro.

Como fuente de calor, la energía solar puede emplearse para destilar. ya sea concentrándola y alcanzando altas temperaturas o bien a temperaturas bajas.

La destilación solar a baja temperatura resulta un sistema muy sencillo, eficiente y de fácil accesibilidad para todo tipo de sociedades. Aplicado de forma masiva podría evitar un buen número de enfermedades en los países pobres producto del consumo de agua en mal estado de conservación. (Gleick, 1996)

1.1.11 La destilación solar en la naturaleza

En la naturaleza se produce la destilación a gran escala en el ciclo del agua. Mediante la energía que aporta el sol, se evapora el agua de los mares y de otras superficies húmedas, ascendiendo en la atmósfera y desplazándose en estado gaseoso impulsada por las corrientes de aire. Cuando se dan las condiciones adecuadas esta agua se condensa en forma de pequeñísimas gotas que se quedan suspendidas en la atmósfera formando las nubes. Si las condiciones siguen siendo adecuadas continua el proceso de condensación pasando al estado líquido cada vez más cantidad de agua y haciéndose las gotas suspendidas cada vez más grandes y pesadas hasta el punto de que por gravedad empiecen a caer hasta el suelo produciéndose las precipitaciones (lluvia, nieve, granizo etc...). (Gleick, 1996)

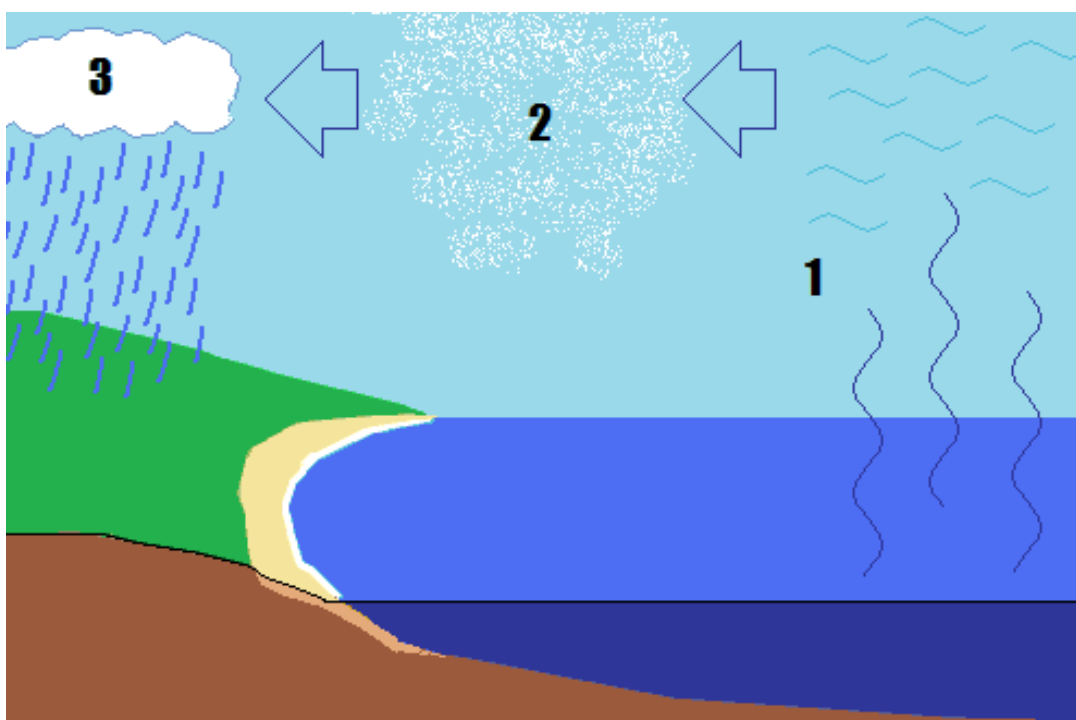


Ilustración 14 La destilación solar en la naturaleza

1.1.12 Investigaciones previas de los destiladores solares

Desde hace ya varios años, con el descubrimiento de la energía solar se ha mostrado un auge en la búsqueda del aprovechamiento de esta, así como la forma de obtener el máximo rendimiento y beneficio de las nuevas tecnologías para hacer más cómoda la vida diaria del ser humano, de la misma forma se busca el aprovechamiento de la irradiación solar para disminuir el uso de los combustibles fósiles.

Por lo tanto, la creación de un destilador solar aplicando tecnología que ya se usa para fines parecido como lo es el colector solar para uso doméstico, etc.

Tomando en cuenta el ciclo natural del agua en la naturaleza se aplica a este método de destilación para obtener agua purificada la cual tiene varias utilidades, ya sea en el uso doméstico, medicinal, industrial, tecnológico, etc.

Los materiales utilizados en los destiladores normalmente son reutilizados ya sea plástico, metal, vidrio; dependiendo de la aplicación y las capacidades del usuario, en la mayoría de los laboratorios los destiladores que utilizan destilan por medio de una resistencia eléctrica.

La información que se encuentra en este trabajo de investigación ha sido recabada en diferentes sitios de internet y también de diversos documentos que han sido de suma importancia, por lo cual se encuentran al final en la bibliografía y citados en el texto.

1.1.13 Planteamiento del Problema

Los laboratorios de la UTCV carecen por lo general de destiladores sustentables, todos utilizan sistemas de destilación a base de resistencias lo que genera un alto consumo de energía eléctrica, con este proyecto se busca desarrollar un sistema sustentable que aproveche la energía solar.

1.1.14 Objetivos

Diseñar y construir un prototipo mediante el acoplamiento de un colector solar y un sistema de destilación, a base de vidrio y silicón para la destilación de agua en laboratorios de la UTCV.

1.1.15 Objetivos específicos

- Buscar información en revistas, libros, en páginas web confiables y patentes
- Diseñar el prototipo de colector solar acoplado a un sistema de destilación en base de la información recopilada.
- Elegir materiales para la construcción del prototipo
- Elaborar el prototipo
- Realizar pruebas experimentales con el prototipo (destilación de agua)
- Realizar ajustes

1.1.16 Hipótesis

El acoplamiento de un concentrador solar con un sistema de destilación podría generar un prototipo sustentable, que podría ser utilizado para producir el agua destilada requerida por los laboratorios de la UTCV.

1.1.17 Justificación del Proyecto

Por lo general la obtención de agua destilada se basa en sistemas de alimentación de energía eléctrica generada por diferentes fuentes entre las que destaca la producida por la quema de hidrocarburos, los destiladores solares se han hecho en pequeños prototipos, pero en la actualidad ya se cuenta con destiladores solares a gran escala que generan muchos litros de agua diaria.

Con los destiladores solares se puede obtener agua pura y limpia, le podemos dar un buen uso al agua de río o de mar dependiendo las zonas, no se requiere de mucho dinero para su creación, es muy adaptable a la casa, no ocupa mucho espacio,

El agua destilada que se requieren en los laboratorios para realizar diversas prácticas es impresionante dado que no solo un grupo de estudiantes lo utiliza diariamente, si no varios; y como el agua destilada que se utiliza es obtenida mediante la combustión de gas y de resistencias eléctricas, lo que contribuye a nuestra huella de carbono y genera un gasto tanto para estudiantes como para la institución, por estos motivos es relevante el diseño y desarrollo de un prototipo basado en un concentrador solar, acoplado a un sistema de destilación, que busca como resultado, satisfacer las necesidades de agua destilada de los laboratorios de la UTCV y que a su vez impacte en la economía de los estudiantes y la universidad, encaminando a esta última a ser sustentable.

1.1.18 Limitaciones y Alcances

Existen infinidad de aplicaciones de la operación de destilación. Se emplean en numerosas industrias desde la industria petroquímica a la farmacéutica, así como lo es para uso doméstico para la desalinización del agua del mar o purificar agua para beber de ríos contaminados. Se puede afirmar que prácticamente en cualquier proceso químico existe una destilación debido a la necesidad de separación de ciertos componentes de otros menos valiosos.

Sin embargo, los alcances dependen de las horas pico del lugar y de la data climática que predomine en el lugar, lo cual al depender de la luz del sol nos limita a trabajar de día durante 3 a 4 horas seguidas dependiendo de las condiciones climáticas y la estación del año en curso.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1 Datos necesarios para el funcionamiento

Para el funcionamiento del destilador solar es necesario conocer tener en cuenta las variantes que interviene para un buen desempeño del mismo. Por lo cual se requiere tener fuentes de información confiables que nos permitan obtener los datos que necesitamos. Necesitamos conocerla zona en la cual se ocupará el destilador solar y buscar la data climática de la zona así mismo dependiendo de la información que obtengamos podremos saber cuál es el tipo de destilador solar que mejor se adapta a las condiciones del lugar.

2.2 Data climática

2.2.1 Radiación directa de Papantla, Ver.

En la siguiente tabla se observan diferentes parámetros y meses del año en los cuales cambia la radiación directa que existe en Papantla, Ver., la misma información la se visualiza en una gráfica de barras en la cual se muestra cual es la radiación directa normal, máxima y mínima sobreponiéndose una con otra para observar la variación a lo largo del año.

También se observan la temperatura máxima y mínima de la zona en otra tabla y gráfica, toda esta información fue obtenida de la página de internet NASA's POWER.

(NASA's POWER, 2021)

Tabla 2 Radiación Directa en Papantla, ver

RADIACION DIRECTA EN PAPANTLA, VER.												
PARAMETROS	ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
RAD DIREC. NORMAL	3.43	3.79	4.17	4.51	4.88	4.29	4.06	4.24	3.63	3.94	4.09	3.65
RAD DIREC_MAX	5.03	5.94	5.93	5.89	6.3	5.6	5.29	5.37	5.28	5.71	5.7	5.27
RAD DIREC_MIN	1.53	2.37	2.61	3.06	3.94	3.13	2.81	2.81	1.76	2.43	2.66	2.12
TEMP_MAX	22.23	24.26	27.29	29.99	31	29.55	27.86	27.66	26.7	25.4	23.71	22.23
TEMP_MIN	13.79	14.87	16.7	19.31	21.11	21.6	20.97	21.14	20.81	18.8	16.33	14.48

Tabla 5 Temperatura en Papantla, Ver

TEMPERATURA (°C) EN PAPANTLA, VER.												
PARAMETROS	ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
TEMP_MAX	22.23	24.26	27.29	29.99	31	29.55	27.86	27.66	26.7	25.4	23.71	22.23
TEMP_MIN	13.79	14.87	16.7	19.31	21.11	21.6	20.97	21.14	20.81	18.8	16.33	14.48

TEMPERATURA (°C) EN PAPANTLA, VER.

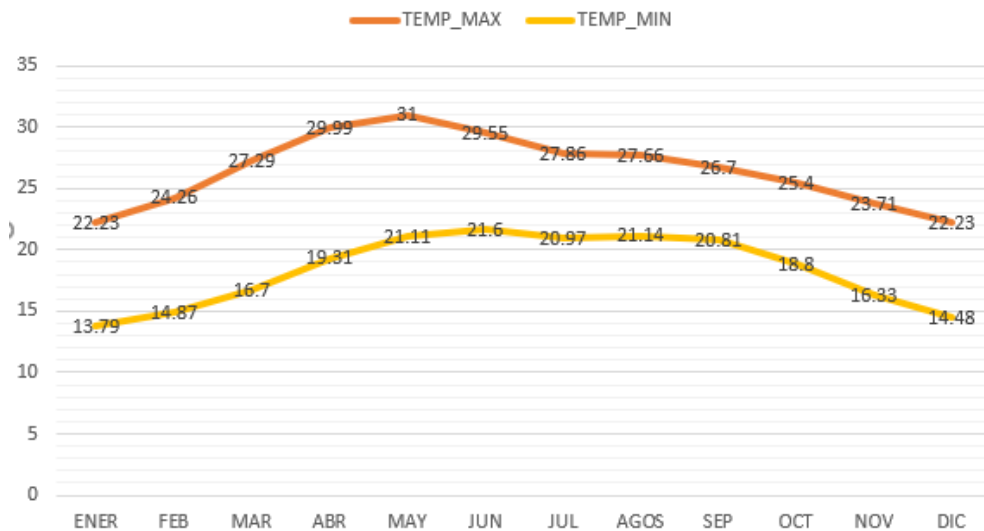


Ilustración 9 Grafica de Temperatura mensual en Papantla, Ver

RADIACIÓN DIRECTA EN PAPANTLA, VER.

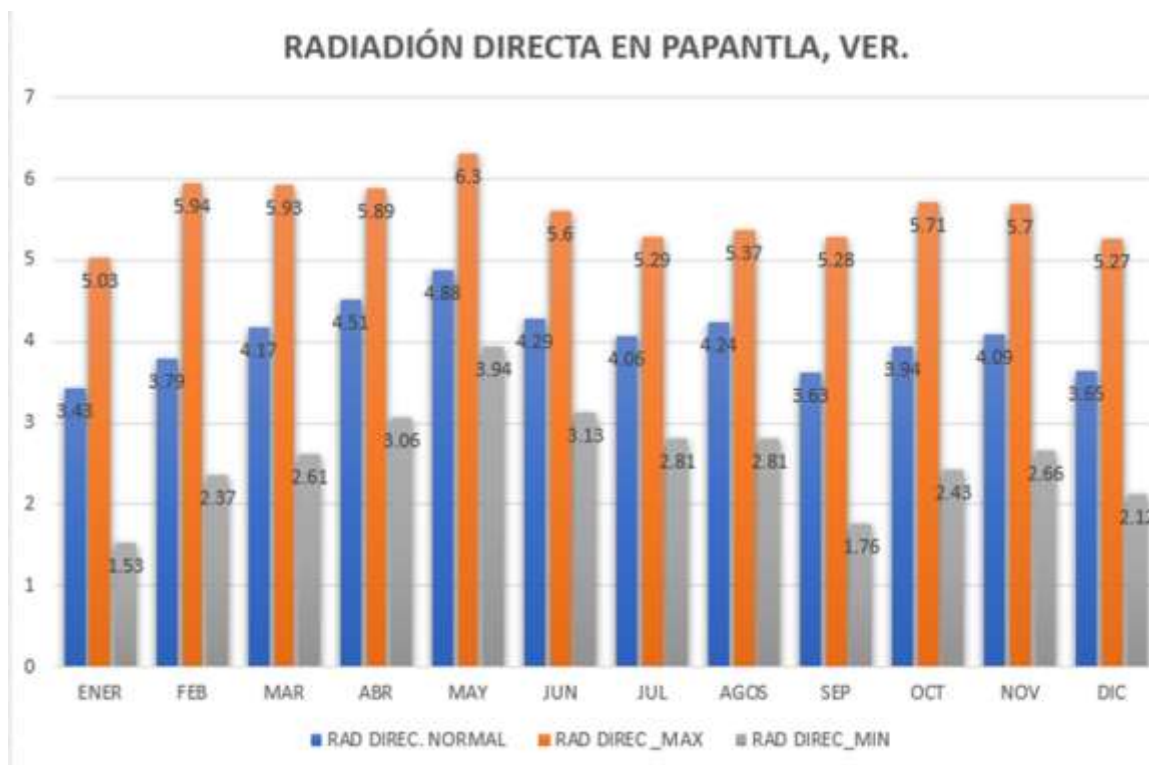


Ilustración 8 Grafica de Radiación directa mensual en Papantla Ver.

2.2.2 Irradiación de la zona de Papantla, Ver.

Se muestra las horas pico por día, mes y año. Así como la suma de las horas pico por mes durante un año.

NASA / POWER SRB / FLASHFlux / MERRA2 / 0.5 x 0.5 Grados Climatologías
 Parámetro solar adicional de 22 años Climatologías mensuales y anuales (julio de 1983 - junio de 2005) Climatologías meteorológicas y solares mensuales y anuales de 30 años (enero de 1984 - diciembre de 2013)
 Ubicación: Latitud 20.4563 Longitud -97.3194
 Elevación desde MERRA-2: Promedio para la región de 1 / 2x1 / 2 grados de latitud / longitud = 548,96 metros Sitio = nd
 (NASA's POWER, 2021)

Tabla 7 Irradiación solar e incidencia de insolación.

IRRADIACIÓN SOLAR E INCIDENCIA DE INSOLACION DEL CIELO												
PARAMETROS	ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ALLSKY_SFC_SW_DWN	3.34	3.99	4.74	5.36	5.77	5.42	5.27	5.26	4.56	4.24	3.78	3.3
SI_EF_MAX_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL	3.93	5.01	5.61	6.04	6.4	6.16	5.98	5.8	5.44	5.09	4.47	3.88
SI_EF_MAX_TILTED_SURFACE_LATITUDE	4.68	5.7	5.92	5.93	5.97	5.57	5.48	5.58	5.56	5.64	5.36	4.73
SI_EF_MAX_TILTED_SURFACE_VERTICAL	3.54	3.74	2.88	1.97	1.5	1.57	1.58	1.72	2.42	3.38	4.08	3.8
SI_EF_MAX_OPTIMAL	4.94	5.84	5.92	6.07	6.42	6.24	6.02	5.8	5.58	5.71	5.68	5.1
SI_EF_MIN_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL	2.16	3.14	3.72	4.35	5.06	4.62	4.38	4.21	3.16	3.31	3.02	2.44
SI_EF_MIN_TILTED_SURFACE_LATITUDE	2.36	3.38	3.81	4.26	4.77	4.28	4.1	4.07	3.17	3.5	3.39	2.76
SI_EF_MIN_TILTED_SURFACE_VERTICAL	1.59	2.1	1.96	1.71	1.54	1.56	1.53	1.57	1.58	2.05	2.38	2.01
SI_EF_MIN_OPTIMAL	2.38	3.39	3.82	4.36	5.07	4.65	4.39	4.21	3.2	3.5	3.47	2.84

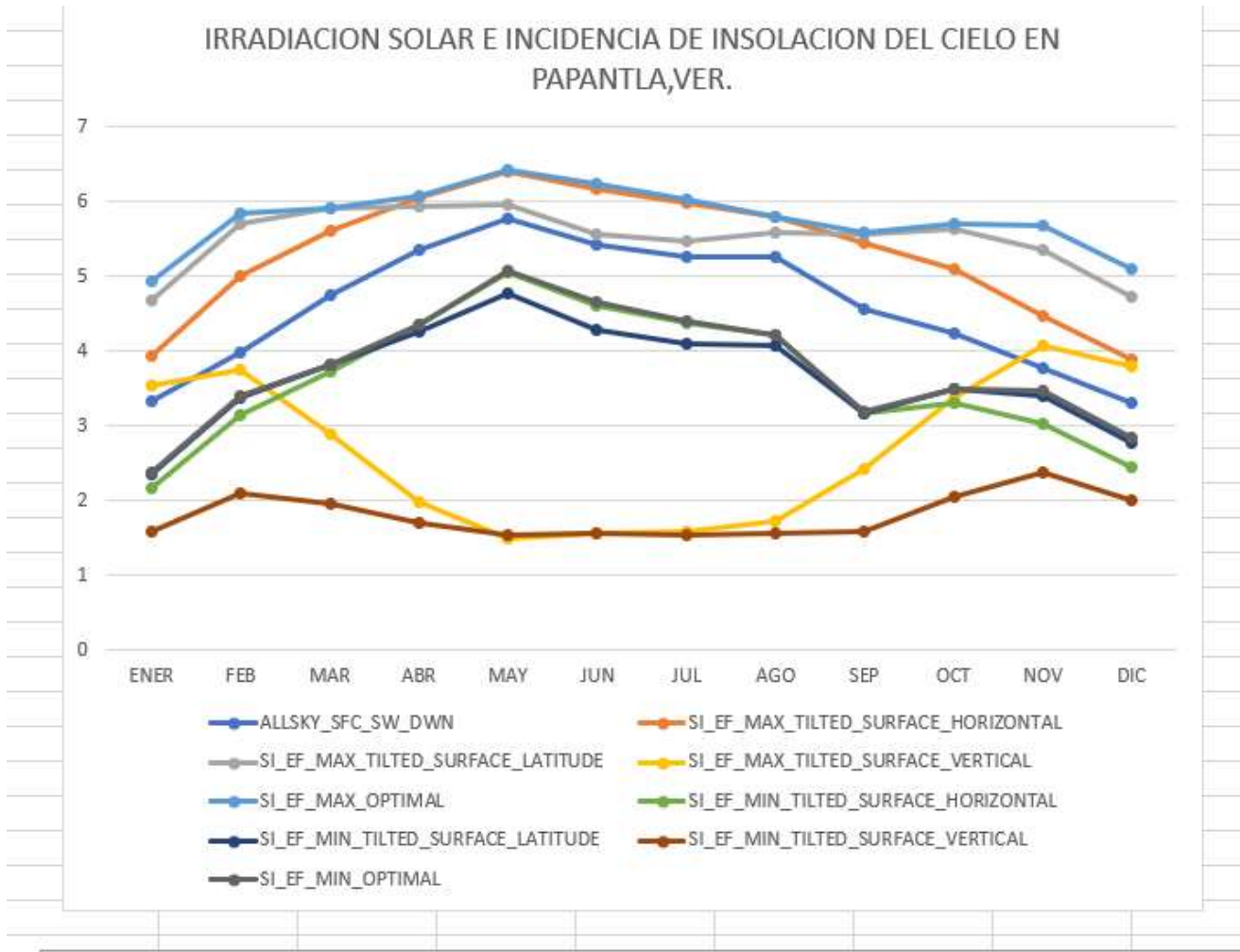


Ilustración 13 Grafica de Irradiación solar que incide sobre el cielo mensual en Papantla, Ver..

Tabla 9 Horas Solares por mes en l zona centro de Papantla Ver.

HORAS	ENER	FEB	MARZ	ABRI	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 - 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 - 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 - 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 - 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 - 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 - 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 - 7	0	0	19	75	109	157	114	94	76	67	17	0
7 - 8	108	162	230	267	264	315	295	297	263	286	250	170
8 - 9	316	344	370	381	374	416	397	401	370	408	387	351
9 - 10	413	438	465	477	456	493	477	488	460	493	467	436
10 - 11	458	495	511	538	505	531	523	538	503	533	490	480
11 - 12	459	518	530	565	518	527	533	550	514	524	489	483
12 - 13	448	513	535	552	502	515	521	529	484	494	471	464
13 - 14	443	498	515	527	484	502	500	512	440	460	452	442
14 - 15	419	481	492	474	422	458	470	477	401	404	412	408
15 - 16	374	447	438	387	342	389	421	430	354	341	359	363
16 - 17	314	377	347	285	243	302	348	357	293	269	276	286
17 - 18	166	255	242	187	152	219	262	270	202	121	79	85
18 - 19	0	18	56	53	41	92	112	97	20	0	0	0
19 - 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 - 21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 - 22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 - 23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 - 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

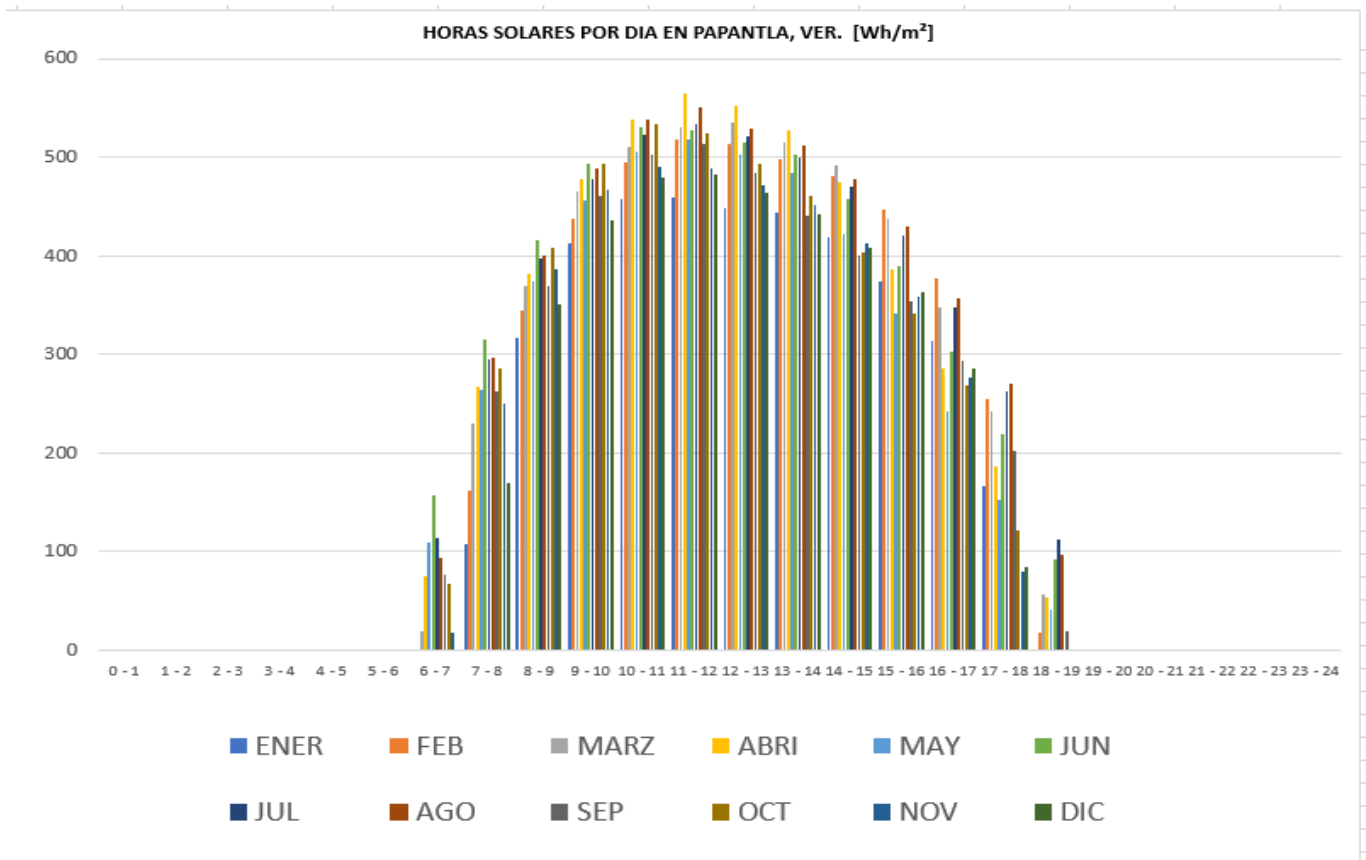


Ilustración 15 Grafica de horas solares por día en los meses del año 2020 de Papantla, Ver.

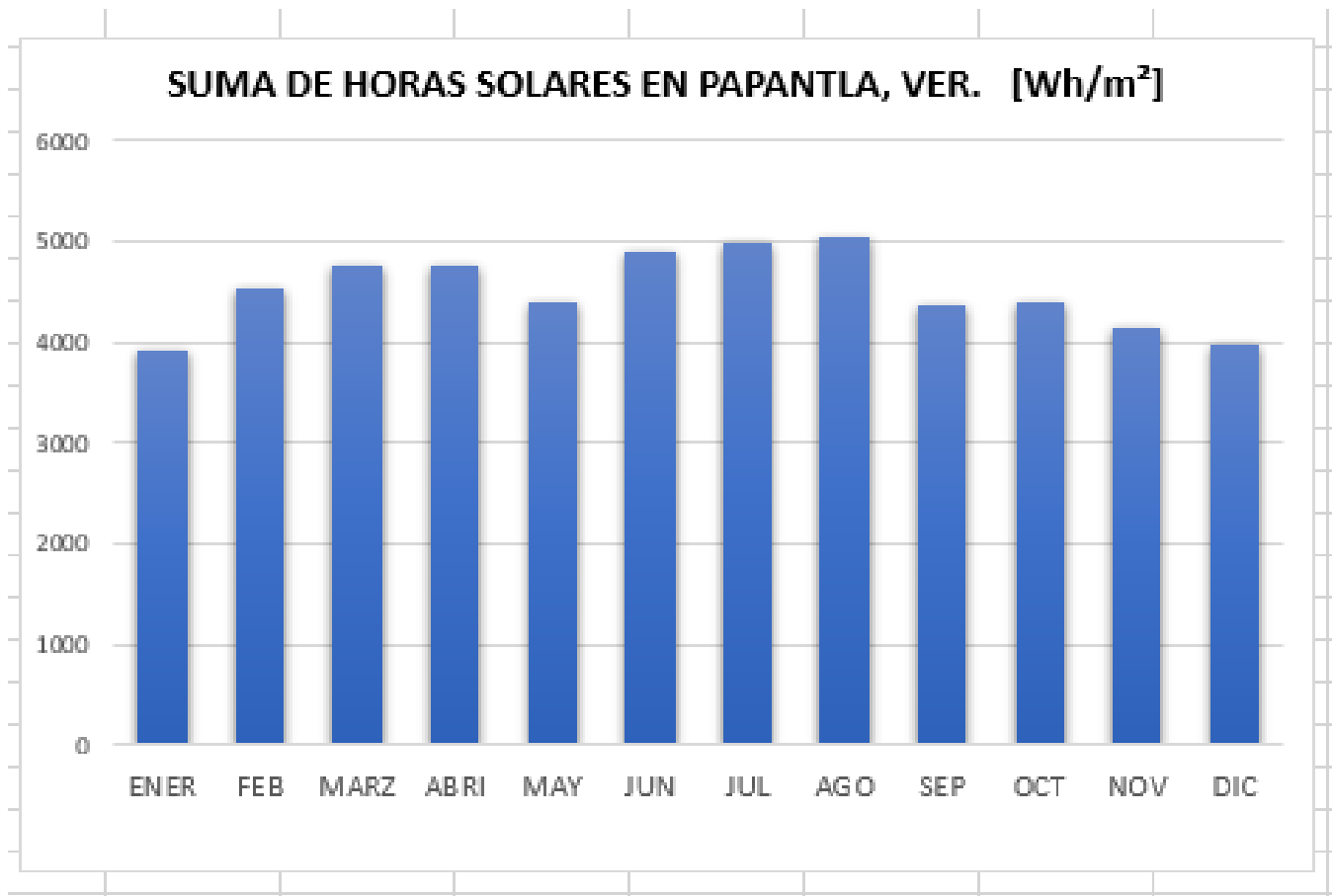


Ilustración 16 Grafica de horas solares mensuales en Papantla, Ver.

2.3 Ubicación de Papantla de Olarte, Veracruz.

En la zona de Papantla de Olarte Veracruz contamos con una la irradiación directa de 3.4 kWh/m² y una irradiación global de 4.8 kWh/m². Lo cual nos permite aprovechar un amplio margen de horas pico para el funcionamiento óptimo del Destilador solar, generando de agua destilada a partir de agua corriente. (Atlas solar global, 2021)

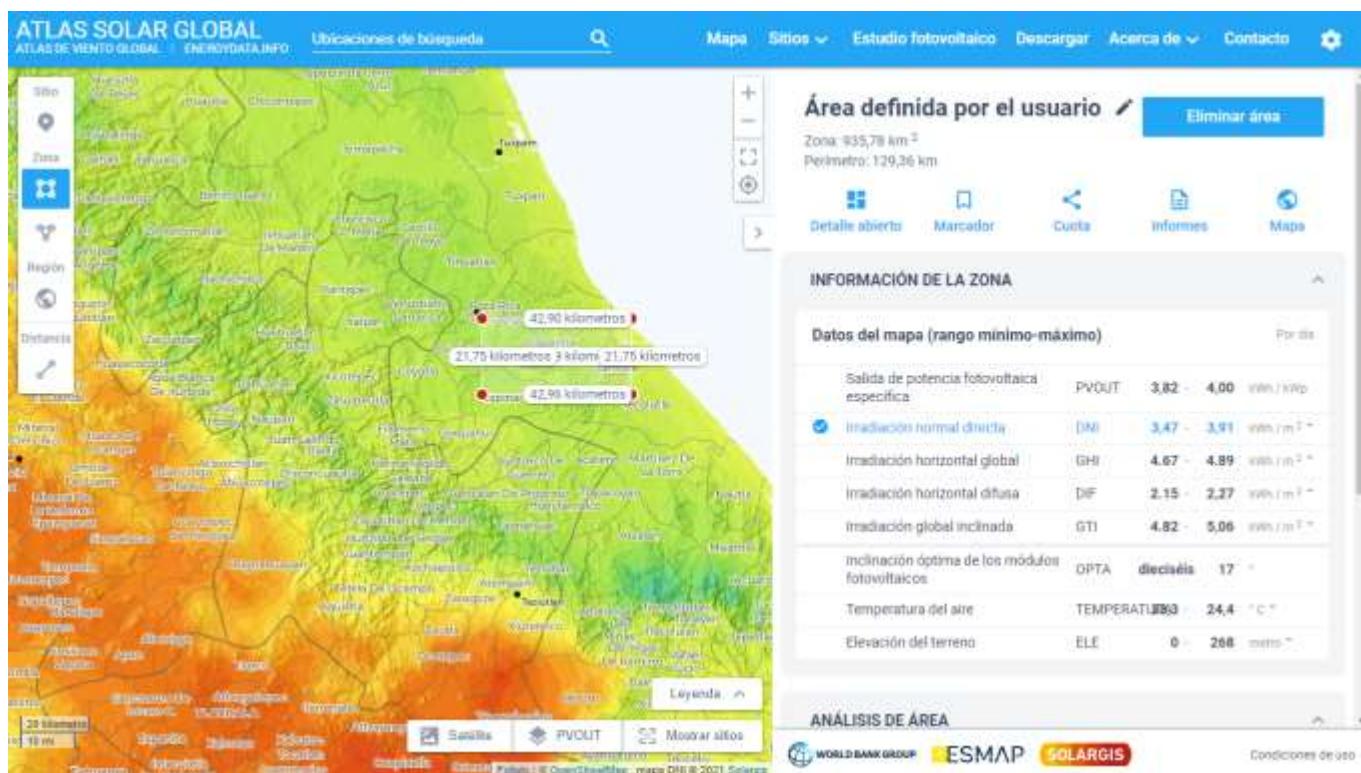


Ilustración 17 Irradiación de Papantla, Ver.

La elaboración del diseño del prototipo y fabricación del mismo fue realizada en Papantla de Olarte Veracruz.

Papantla de Olarte se encuentra a 191 metros sobre el nivel del mar. El clima de Papantla de Olarte está clasificado como tropical. Papantla de Olarte es una ciudad con precipitaciones significativas. Incluso en el mes más seco hay mucha lluvia. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Af. La temperatura media anual es 23.4 °C en Papantla de Olarte. La precipitación es de 1544 mm al año. (CLIMATE-DATA.ORG, 2021)

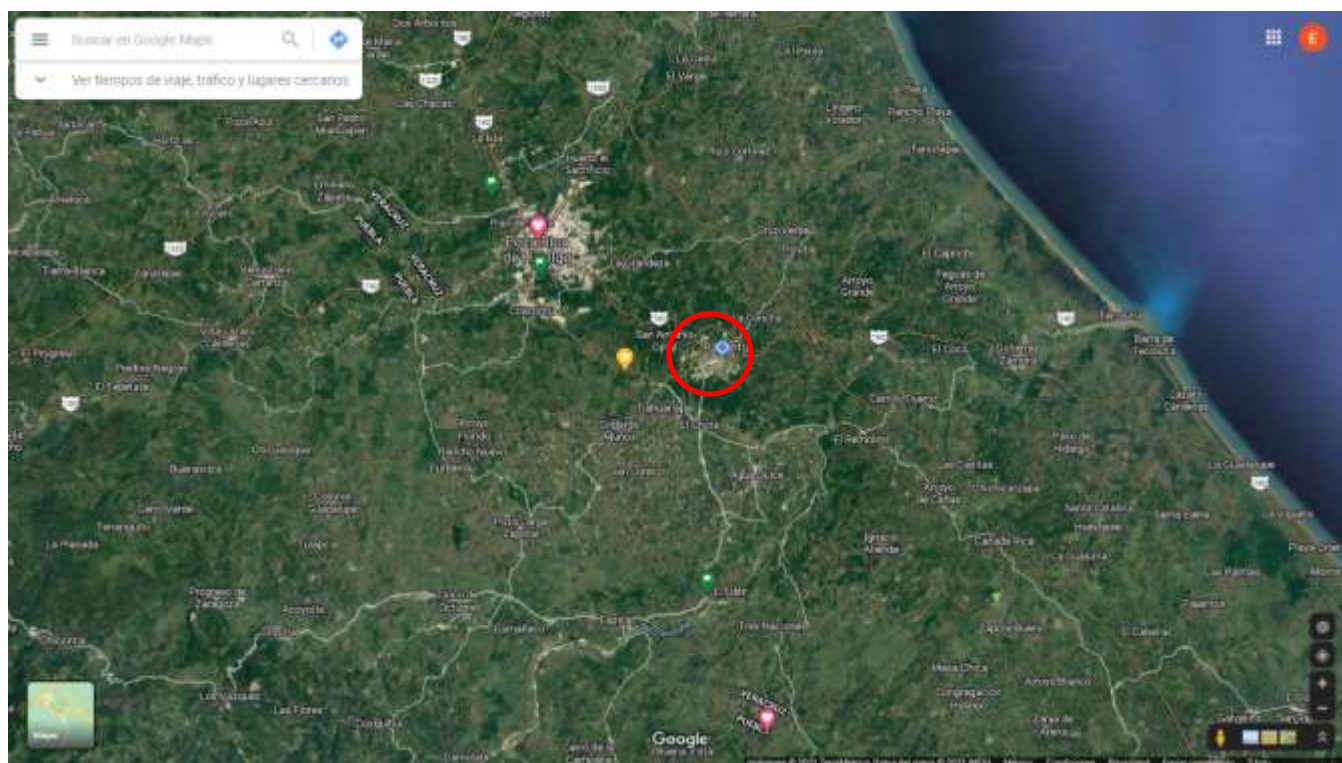


Ilustración 18 Imagen tomada satelitalmente de Google maps enfocando y encerrando la zona de Papantla, Ver. Donde se hicieron las mediciones

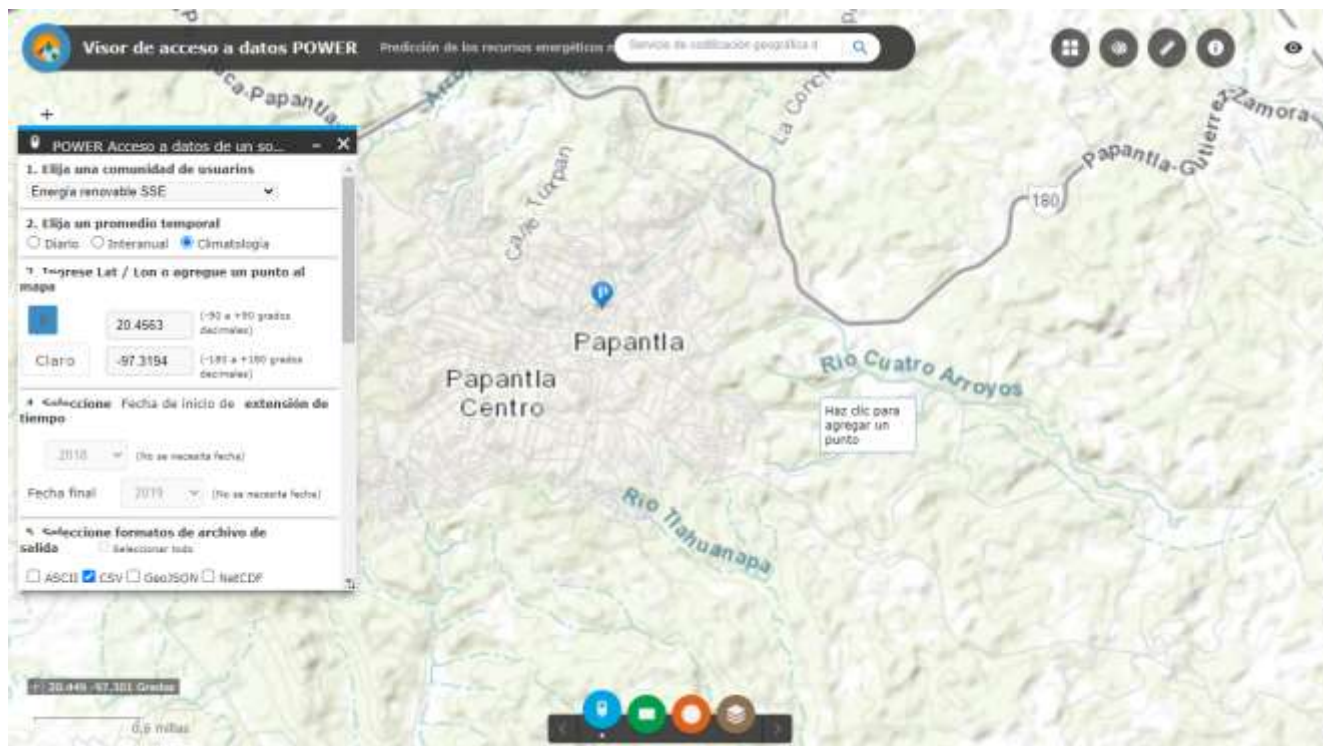


Ilustración 19 Coordenadas de Papantla, Ver.

2.4 Materiales para la construcción del destilador

Se conocen diversos tipos de destiladores solares, entre los que se destacan los que utilizan el efecto invernadero por ser este uno de los procedimientos más sencillos y económicos de obtención de agua destilada. La literatura consultada reporta la existencia de diversas tecnologías y materiales para el diseño y construcción de destiladores solares.

Se realiza el análisis técnico y económico de un destilador solar de bandeja construido de vidrio.

Las escasas horas solares y la poca irradiación de la zona hicieron que se optará por un destilador solar de dos vertientes para tener una mayor captación de irradiación y escurrimiento del agua destilada.

Teniendo en cuenta lo siguiente:

Eficiencia: Este parámetro se refiere a la característica fundamental de funcionamiento de todos los equipos, para los destiladores solares es la cantidad de energía utilizada en la vaporización del agua sobre la cantidad de energía que incide sobre el destilador solar.

Facilidad de trabajo: La cual se evalúa en función de la complejidad de operación que tendrá el equipo al momento de su utilización.

Mantenimiento: Se refiere al costo que esto demanda sobre un equipo, lo que repercute tanto en el tiempo de vida, como en el costo del equipo y eficiencia del mismo, un equipo que requiere mantenimiento mínimo en etapas y en costos, proveerá una mayor comodidad al usuario y menos gastos al realizarlo

Costo: Se refiere al valor correspondiente al costo de materiales y mano de obra que intervendrán en la construcción del equipo.

Fabricación: Es el nivel de complejidad que presenta el modelo experimental al momento del montaje además se toma en cuenta la precisión que presenta dicho equipo.

Fabricación: Es el nivel de complejidad que presenta el modelo experimental al momento del montaje además se toma en cuenta la precisión que presenta dicho equipo.

Las ventajas del vidrio

- Su alta claridad permite la visibilidad de los contenidos y la grabación precisa de los volúmenes.
- Los recipientes de vidrio sellados son impermeables a los gases atmosféricos, lo que evita la degradación oxidativa de los contenidos.
- El vidrio es inerte y no contribuye a la lixiviación de la contaminación, excepto en algunas especies iónicas.
- La cristalería es capaz de reutilizarse después de la limpieza prescrita
- Los artículos de vidrio se esterilizan fácilmente en comparación con los artículos de plástico.

De la misma forma al ser vidrio no se puede soldar o atornillar, por lo cual se llegó a la conclusión que lo ideal sería pegar el vidrio con silicón al igual que como están hechas las peceras, en esta ocasión se recomienda utilizar un tipo de silicón que no genere bacterias y soporte temperaturas de alrededor de los 80°C.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Diseño del prototipo

El prototipo del Destilador solar se diseñó con ayuda del programa de diseño en 2D y 3D AutoCAD 2021, el prototipo del destilador solar fue pensado y diseñado para tener un eficiente funcionamiento en la zona de Papantla de Olarte Veracruz, este cuenta con unas dimensiones de 30*40*37.3cm.

Esta diseñado con dos vertientes en la zona superior a un ángulo de inclinación de 45° lo cual es ideal para generar un escurrimiento del agua que al llegar a punto de evaporación se condensa en al tener contacto con la parte superior y escurre hasta la parte de abajo donde se almacena en un recipiente independiente.

Las paredes del sistema de destilación es fabricado en su totalidad de vidrio cristal de 6mm de espesor, y sus piezas que lo conforma se colocaron con silicón especial que no genera bacterias al tener contacto prolongado con el agua.

El agua a destilar se coloca dentro del destilador en una bandeja de aluminio el cual por el tipo de material del cual está conformado tiende a tener una transferencia de calor con mayor facilidad.

Se conforma por dos partes por separado, una parte superior y una inferior, la superior consta de medidas más reducidas dado que esta parte se coloca en el interior de la inferior, para crear un sistema en el cual al estar colocadas en su lugar el agua fluya hacia abajo en lugar de recorrer las uniones del cristal, el diseño esta hecho de tal manera que sea fácil el acceso al interior para introducir agua nueva a destilar, o realizar algún tipo de mantenimiento, en caso de ser necesario realizar alguna modificación.

En las siguientes imágenes podremos observar el diseño del prototipo del destilador solar y las medidas utilizadas para su fabricación, el diseño fue realizado por capas para diferenciar cada una de las 3 partes que lo componen, en la imagen se observa unos dibujos de color azul, rojo, verde y rosado; el azul simula ser la parte inferior la cual se le suma unos refuerzos transversales ubicados en medio del sistemas de recolección esto tiene una triple función la cual es reforzar la estructura, cargar la parte superior (simula un tope) y también sirve de base para la charola que contiene el agua a destilar; estas barras o bases se encuentran ilustradas de color verde. La parte superior se encuentra ilustrada de color rojo, esta es la parte en donde se capta la irradiación solar y el vapor de agua se condensa al tener contacto con el cristal, a su vez cuenta con doble pendiente y una inclinación de 45° en forma de para maximizar el escurrimiento del líquido.

En la parte de abajo se encuentra un espacio abierto por el cual escurrirá y saldrá del prototipo y será almacenado en un una deposito aparte.



Ilustración 20 Captura de pantalla Autocad 2021 utilizado para diseñar el plano del destilador solar.

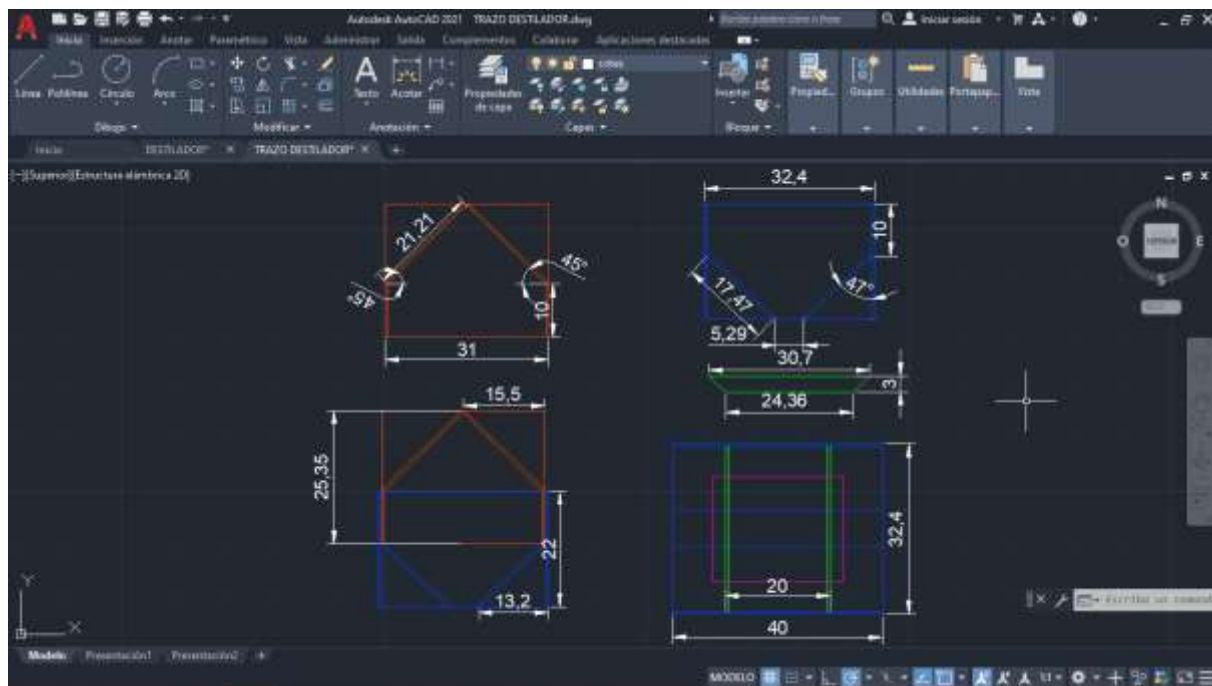


Ilustración 21 Captura de pantalla del programa autocad del diseño del Plano con medidas del prototipo de Destilador solar

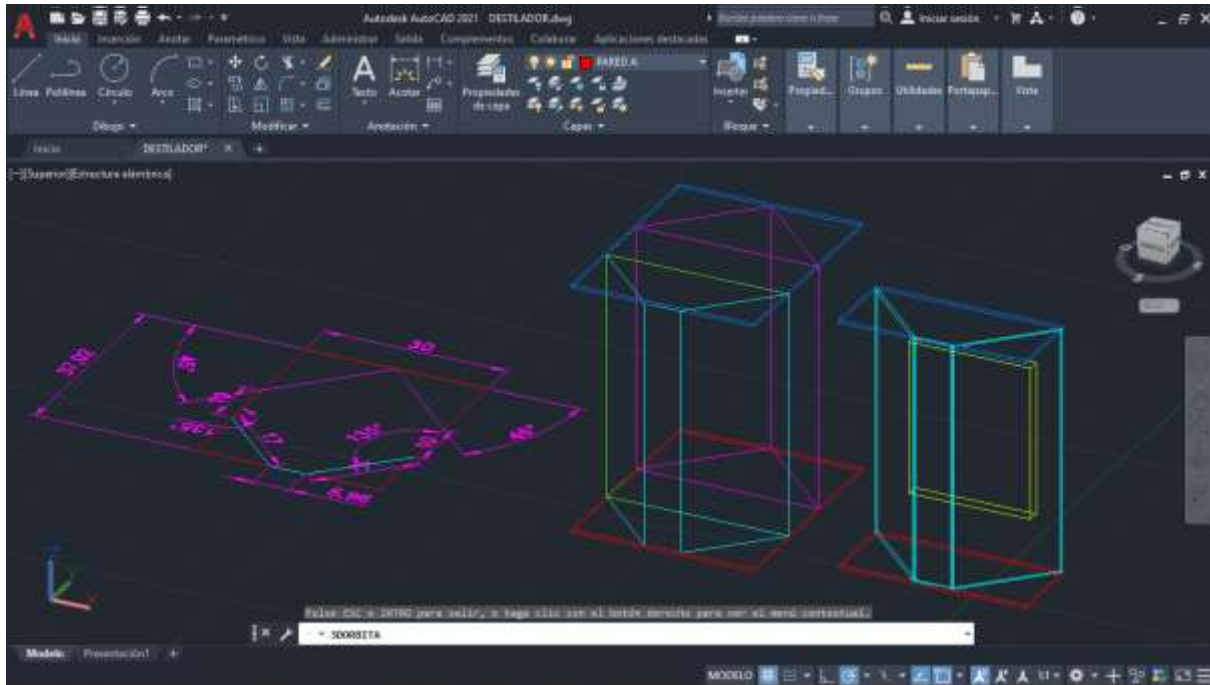


Ilustración 23 Captura en autocad del diseño del prototipo de destilador solar

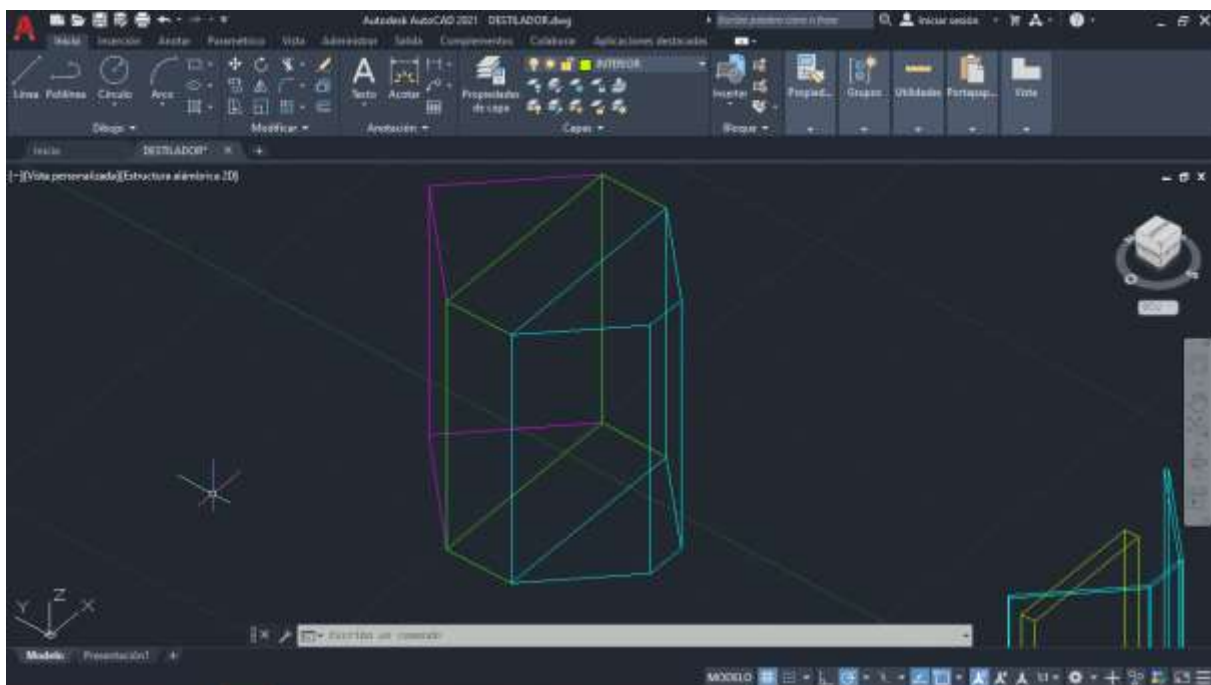


Ilustración 24 Captura en autocad del diseño del prototipo de destilador solar

3.2 Elaboración del destilador solar

El prototipo se elaboró con material de calidad se adecue a las necesidades del mismo para tener un adecuado desempeño y sea de fácil mantenimiento, así como también evitar la proliferación de bacterias no deseadas dentro del mismo.

Para su elaboración se utilizó el programa de diseño AutoCAD, el cual es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D.

Tomando en cuenta las medidas requeridas para almacenar la cantidad de agua a destilar, el material requerido así como el grosor del mismo y la forma de la fabricación se dibujó e imprimieron los planos para el trazo y el corte del material a utilizar el cual casi en su totalidad es vidrio cristal de 6mm de espesor así como el tipo y la posición de las uniones, así como también el pegamento requerido para poder unir las piezas y que este no generara bacterias por contacto y exposición prolongada con el agua del interior.

Para detener el cristal durante la fabricación se requirió de unas escuadras magnéticas la cuales al unir las en la parte de en medio se colocaba el cristal según la posición que se requería, esto facilitó el ensamble de las partes dado que cualquier error podría ser fatal dado que se tendría que volver a comprar más vidrio y empezar a unir todo de nuevo.

De la misma forma las escuadras magnéticas permitieron que el silicón pudiese secar sin la necesidad de detenerlo en las manos todo el tiempo de secado.

Al principio se utilizó cinta masking para evitar manchar gran parte del vidrio y no solo la unión, pero conforme se fue uniéndose se hizo más fácil la aplicación del silicón.

3.3 Construcción del prototipo



Ilustración 25 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 26 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 27 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 28 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 29 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 30 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 32 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 31 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 33 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 34 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 35 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 36 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 37 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 38 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 39 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 40 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.



Ilustración 41 Anexo foto de la fabricación del destilador solar.

3.4 Materiales y herramientas utilizadas

Tabla 11 Materiales Utilizados para la fabricación del destilador solar

MATERIAL		
VIDRIO CRISTAL DE 6MM		
SILICON FRIO DE TUBO ANTI-HONGO		
BANDEJA DE ALUMINIO 20*25*05 CM		

Tabla 12 Herramientas utilizadas en la elaboración del destilador solar.

HERRAMIENTAS	
CORTADOR DE VIDRIO TRUPER	
LIMA PARA CRISTAL GRANO 1200	
PISTOLA PARA SILICON DE TUBO	
ESCUADRA	
FLEXOMETRO	
ESCUADRAS MAGNETICAS	
PLUMON SHARPIE	

3.5 Mapa de Gantt



Ilustración 42 Diagrama de Gantt, elaboración propia.

Ilustración 43 Fotografía tomada 07/04/2021 a las 11:30am **Ilustración 44** Diagrama de Gantt, elaboración propia.

3.6 Mantenimiento

Para optimizar la vida útil de cualquier equipo o línea de producción es importante realizar un mantenimiento preventivo como correctivo, para evitar paros o un mal funcionamiento. De la misma forma el destilador solar requiere de un mantenimiento para un funcionamiento adecuado.

Existen diferentes tipos de mantenimiento. Este concepto se basa generalmente en la revisión de los activos (instalaciones, herramientas y maquinaria) para velar siempre por su buen funcionamiento.

En el sector industrial, el estado de las instalaciones y de los equipos de trabajo es fundamental, no solo para que la producción se mantenga a un ritmo estable, sino también para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

3.6.1 Preventivo

Tareas de mantenimiento que tienen como objetivo la reducción riesgos. Gracias a estas tareas se previenen fallos, errores o averías en el funcionamiento de los equipos y de las herramientas, según dicte el plan de mantenimiento para cada caso.

3.6.2 Correctivo

Como sugiere su nombre, consiste en reparar la avería una vez que se ha producido. El tiempo de reparación y la inactividad en la producción supone un coste económico para la empresa, por eso lo recomendable es que una compañía emplee recursos en la elaboración de un plan de mantenimiento para evitar este tipo acciones correctivas

3.6.3 Predictivo

La recopilación y la interpretación de datos estadísticos permite a muchas empresas aplicar una estrategia de mantenimiento predictivo en sus instalaciones y equipos. Si el departamento de mantenimiento industrial detecta valores anómalos, procede a realizar una revisión o el reemplazo de algún componente antes de que se produzca una avería.

3.6.4 Rutinas de mantenimiento

Las rutinas de mantenimiento dependen del diseño y la capacidad del destilador. Las rutinas que se describen en el presentan a continuación han sido enfocadas tomando un destilador solar que está fabricado con cristal y cuenta con una bandeja de aluminio en el interior que contiene el agua a destilar, condensado por aire del ambiente local.

3.6.5 Inspección y limpieza del tanque generador de vapor

Frecuencia: mensual

1. Retirar el panel o colector de cristal acceder al tanque de ebullición o generador de vapor.
2. Retirar la bandeja contenedora de agua del destilador solar que se encuentra dentro del tanque de ebullición.
3. Verificar visualmente si las paredes interiores presentan depósitos de sólidos o sedimentos alrededor de la superficie. La cantidad de depósitos presentes dependerá de la calidad del agua con la que se alimente el destilador. Si se comprueba la acumulación de dichos sedimentos, debe limpiarse para evitar que disminuya su rendimiento.
4. Limpiar los depósitos acumulados. Por lo general, el proceso de limpieza requiere la utilización de un producto químico o puede realizar limpieza de las paredes de cristal con una navaja.
5. Drenar la cantidad de agua contenida en el tanque de generación y revisar si este cuenta con sedimentos.
6. Añadir el producto para disolver los sedimentos que se encuentren en el depósito.
7. Mezclar bien y dejar reposar después tallar para remover.
8. Drenar el contenido del tanque, enjuagar con agua limpia lavar y drenar hasta estar seguros de que los residuos minerales sean removidos de las superficies afectadas y secar bien con un paño seco.
9. Reinstalar la bandeja contenedora de agua.
10. Colocar el panel o colector de cristal.
11. Operar normalmente el equipo.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Resultados

El destilador solar se construyó en un modelo escala para destilar de ½ L a 1L de agua.

- Se destila más de ½ L.
- Cumple con las expectativas.
- Su compostura satisface las necesidades.
- Resulto ser de bajo presupuesto.
- Nos brinda una visión a gran escala.



Ilustración 45 Fotografía tomada 07/04/2021 a las 11:30am



Ilustración 47 Fotografía tomada 07/04/2021 a las 11:33am



Ilustración 46 Fotografía tomada 07/04/2021 a las 12:00pm

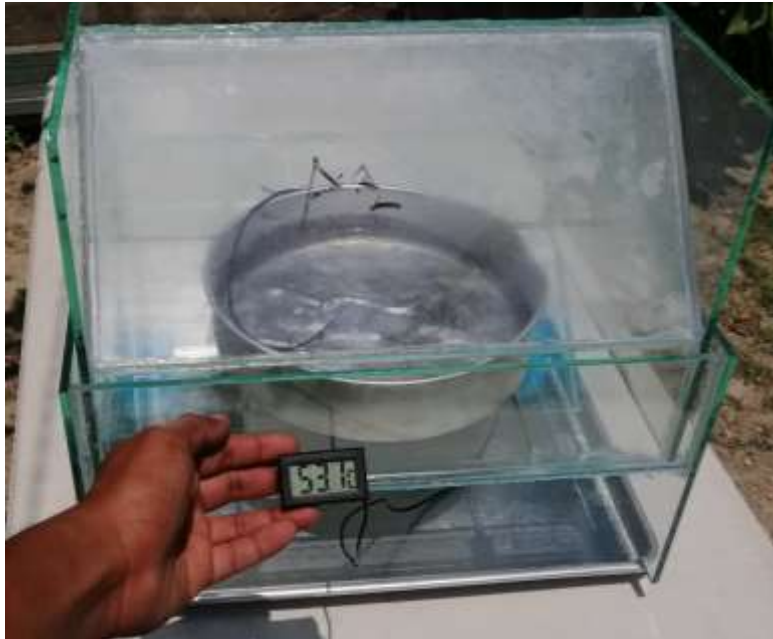


Ilustración 49 Fotografía tomada 07/04/2021 a las 01:10 pm



Ilustración 48 Fotografía tomada 07/04/2021 a las 03:15pm



Ilustración 50 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 11:00am



Ilustración 51 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 11:05am



Ilustración 52 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 12:05pm



Ilustración 53 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 12:35pm



Ilustración 54 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 01:00pm



Ilustración 55 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 02:15pm



Ilustración 56 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 03:15pm



Ilustración 57 Fotografía tomada 08/04/2021 a las 04:30pm



Ilustración 58 Fotografía tomada 09/04/2021 a las 09:30am



Ilustración 59 Fotografía tomada 09/04/2021 a las 10:15am



Ilustración 60 Fotografía tomada 09/04/2021 a las 11:20am



Ilustración 62 Fotografía tomada 09/04/2021 a las 12:09pm



Ilustración 61 Fotografía tomada 09/04/2021 a las
02:30pm

4.2 Conclusiones

Se logró diseñar y construir un prototipo a base de vidrio y el uso de silicón para su adherencia que permitió la destilación de aproximadamente de 50ml de agua al día para poder satisfacer las necesidades de un laboratorio que utiliza alrededor de 10L al día, dado que la cantidad que se logra destilar es menor a la requerida esta se puede ir almacenando durante los días que no sea requerida.

La destilación solar puede funcionar en zonas más cálidas que Papantla, Ver., por falta de irradiación, al ser una zona de cerros el sol tiende a ocultarse detrás de ellos a muy temprana hora por lo cual parecer no ser óptimo para la destilación solar.

El diseño, la construcción, así como los materiales requeridos fueron basados en la información obtenida mediante la investigación realizada, se optó por un tipo en específico de destilador al cual se le realizaron modificaciones para un mejor desempeño en la zona de Papantla, Ver.

4.3 Recomendaciones

Es importante para llevar a cabo un buen fundamento y medición de la irradiación de la zona contar con un pirómetro profesional o fabricar uno casero, los pirómetros son herramientas que miden la irradiación solar instantánea y tiene mediciones pausadas por lapsos de tiempo programable o determinados.

Aun con el pirómetro casero se requiere de uno profesional para caracterizar el mismo y poder llevar a cabo un mapeo de la irradiación del lugar en donde se utiliza el destilador solar, dado que la información bajada de internet puede tener variaciones con datos reales de la zona.

Contar con 2 termómetros que tengan un rango de medición de -50°C a 300°C , uno para el interior del destilador y otro para la temperatura ambiental del lugar, así podremos comprar una con otra y obtener datos específicos que nos ayuden a tener un desempeño óptimo del destilador de agua solar.

También es importante contar con lentes oscuras de protección para cuidar de la vista dado que el reflejo del sol en vidrio puede dañar la vista o causar accidentes.

Bibliografía

Acciona. (s.f.). Obtenido de <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/>

ACCIONA. (s.f.). ENERGIAS RENOVABLES. Obtenido de <https://www.acciona-mx.com/>

Atlas solar global. (25 de Febrero de 2021). Obtenido de <https://globalsolaratlas.info/map?c=20.150718,-97.374573,9&s=20.451017,-97.319265&m=site>

Charles, W. (1927). EcuRed. Obtenido de https://www.ecured.cu/Destilador_solar

CLIMATE-DATA.ORG. (15 de Marzo de 2021). Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/veracruz-de-ignacio-de-la-llave/papantla-de-olarte-46133/>

ECU RED. (s.f.). Obtenido de https://www.ecured.cu/Destilador_solar

Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S. (2011). equiposylaboratorio. Obtenido de <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-es-un-destilador-de-agua#:~:text=La%20palabra%20destilador%20proviene%20de,l%C3%ADquidos%20por%20medio%20del%20calor.&text=El%20vapor%20de%20agua%20se,un%20tanque%20de%20almacenamiento%20dif>

Estela Raffino, M. (15 de Diciembre de 2020). concepto.de. Obtenido de <https://concepto.de/destilacion/#ixzz6sR1Lu3Wn>

Gleick, P. H. (1996). SITIOSOLAR. Obtenido de <http://www.sitiosolar.com/los-destiladores-solares/#:~:text=Mediante%20los%20destiladores%20solares%20es,salada%20y%20de%20radiaci%C3%B3n%20solar.>

globalsolaratlas. (s.f.). Obtenido de <https://globalsolaratlas.info/map?c=8.233237,31.992188,2>

HelioEsfera. (Agosto de 2008). HelioEsfera. Obtenido de <https://www.helioesfera.com/horas-de-sol-pico-que-es-y-para-que-sirve/>

Hidrológico, E. C. (1995). USGS SCIENCE. Obtenido de <https://water.usgs.gov/gotita/earthhowmuch.html#:~:text=La%20Tierra%20es%20un%20lugar,tierra%20y%20en%20los%20acu%C3%ADferos>.

HUEZO BAUTISTA, F. R. (Mayo de 2012). edu.sv. Obtenido de http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2066/1/Dise%C3%B1o%20C_construcci%C3%B3n_y_validaci%C3%B3n_de_un_destilador_solar_para_uso_en_los_laboratorios_de_la_planta_piloto_de_la_escuela_de_ingenier%C3%ADa_qu%C3%ADmica.pdf

Instituto de ingeniería UNAM. (s.f.). Obtenido de <http://www.ii.unam.mx/es-mx/Investigacion/Proyecto/Paginas/Destiladorsolarparaagua.aspx>

NASA's POWER. (26 de Febrero de 2021). Obtenido de <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Planas, O. (4 de febrero de 2019). Solar energía. Obtenido de <https://solar-energia.net/que-es-energia-solar/radiacion-solar/irradiacion-solar#:~:text=La%20irradiaci%C3%B3n%20solar%20es%20la,el%20Sol%20llega%20la%20Tierra>.

Quiroa, M. (Noviembre de 2019). Economipedia. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/energia-renovable.html>

sitiosolar.com. (s.f.). Obtenido de <http://www.sitiosolar.com/los-destiladores-solares/>

USGS. (s.f.). Obtenido de <https://water.usgs.gov/gotita/earthhowmuch.html#:~:text=La%20Tierra%20es%20un%20lugar,tierra%20y%20en%20los%20acu%C3%ADferos>.