



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”**

ESCUELA DE POSTGRADO

**COMPARACIÓN DE DESTILADORES SOLARES PARA LA
OBTENCIÓN DE AGUA DULCE EN POZOS DE AGUA
SALOBRE EN LA C.C. SAN JUAN BAUTISTA DE CATACAOS
– PIURA – 2018**

Tesis para optar el grado de Maestro
en Ciencias e Ingeniería
Mención en Gestión Ambiental

ROBERTO FLORENTINO CHIROQUE LUJÁN

Asesor: **Mag. TITO TINOCO MEYHUAY**

Huaraz – Ancash – Perú

2018

Nº Registro: T0622

MIEMBROS DEL JURADO

Doctor Prudencio Celso Hidalgo Camarena

Presidente

Doctor Cesar Manuel Gregorio Dávila Paredes

Secretario

Magister Tito Tinoco Meyhuay

Vocal

ASESOR

Magister Tito Tinoco Meyhuay

AGRADECIMIENTO

- Agradezco a mi Dios todo poderoso por la vida, el amor y la fé que ha puesto en mi camino. También a mi padre Florentino Fortunato Chiroque Chávez, a mis hermanos Ana María de Canti, Bray Alexander Chiroque Luján y Luz Karina Chiroque Luján por sus consejos, el apoyo incondicional su paciencia y comprensión en este tiempo de estudio.
- A mi asesor y amigo Mag. Tito Tinoco Meyhuay, a la Srta. Socorro Chiroque Chávez mi tía por el apoyo brindado durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

A Dios Todo Poderoso

A mi Padre Tino Chiroque Chávez

A mi hermano Bray Alexander Chiroque Luján

A mi hermana Luz Karina Chiroque Luján

A mi hermana Ana Canti y su esposo Máximo Canti

A mi sobrina Melanie Canti,

A la Srta. Irma Socorro Chiroque Chávez mi tía

A las ánimas de mi madre Balbina Luján de Chiroque

y de mi hermana Emma Marcela Chiroque Luján

Por quienes me inicien en mi carrera

profesional y se hicieron fuente

de inspiración para avanzar en estos

lares de mi vida académica y profesional.

INDICE

	Página
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos	3
Hipótesis	4
Variables.....	4
II. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Bases Teóricas	10
2.3. Definición de términos	26
III. METODOLOGÍA	29
3.1 Tipo y diseño de Investigación	29
3.2 Plan de recolección de la información y Diseño estadístico	29
- Población.....	29
- Muestra.....	29
3.3 Instrumentos de Recolección de la Información	29
3.4 Plan de procesamiento y análisis estadístico de la información.....	31
IV. RESULTADOS	32
4.1. Comparación de las variables en estudio	32
4.2. Evaluación de los supuestos del Análisis de Varianza.....	38
4.3. Evaluación de la rentabilidad económica de los destiladores	44
4.4. Evaluación de la calidad del agua	46

V. DISCUSIÓN	48
VI. CONCLUSIONES	51
VII. RECOMENDACIONES	52
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXO.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01:	Operacionalización de Variables-A	6
Tabla N°01:	Operacionalización de Variables-B	7
Tabla N°02:	Requerimiento de agua para la supervivencia por persona según normas técnicas sobre agua, saneamiento e higiene en emergencias dado por la OMS y la OPS	14
Tabla N°03:	Guía de cantidades mínimas de agua para uso no doméstico en emergencias. (Esfera 2011)	14
Tabla N°04:	Plan de muestreo y comparación de variables con fecha de evaluación real	30
Tabla N°05:	Distribución de variables de estudio.....	30
Tabla N°06:	Análisis de varianza para la cantidad de agua destilada obtenida ..	32
Tabla N°07:	Cantidad en cm ³ promedio de agua obtenida con los destiladores y en los diferentes meses	33
Tabla N°08:	Relación entre los factores climatológicos y el volumen de agua obtenida con los destiladores	37
Tabla N°09:	Resultados de la prueba de Kolmogorow, Sirminov).....	38
Tabla N°10:	Contraste de Levene sobre la igualdad de las Varianzas error (a) ..	39
Tabla N°11:	Rentabilidad económica de los módulos solares en estudio.....	44
Tabla N°12:	Evaluación física química y biológica de las aguas del experimento en laboratorio Hidráulica de la UDEP61	46
Tabla N°13:	Evaluación física química y biológica de las aguas del experimento en laboratorio Hidráulica de la UDEP	47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración N°1: Destilador solar de una vertiente (a un agua)	20
Ilustración N°2: Destilador solar de dos vertientes (a dos aguas)	21
Ilustración N°3: Destilador solar en Cascada, terrazas o escalonado	22
Ilustración N°4: Componentes de la Radiación solar terrestre	25

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico N°01: Promedio de volumen de agua destilada obtenida por mes	34
Gráfico N°02: Volumen promedio de agua destilada según tipo de destilador...	35
Gráfico N°03: Volumen promedio de agua destilada por mes y tipo de destilador.....	36
Gráfico N°04: Comparación del comportamiento de la incidencia de las horas de sol y las temperaturas versus la producción de agua destilada por día de muestreo	41
Gráfico N°05: Comportamiento de la temperatura y las horas de sol en los diferentes días de evaluación del experimento.....	42
Gráfico N°06: Comportamiento de la producción de agua en litros con destiladores solares en estudio y en los diferentes días de evaluación	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Ilustración N°01	Proceso de recolección de muestras	62
Ilustración N°02	Recojo manual de agua del pozo artesanal.....	62
Ilustración N°03	El pozo cuenta con una profundidad de 60 metros y el agua es amarga	63
Ilustración N°04	Lata de 20 litros de agua extraída del pozo artesanal	63
Ilustración N°05	Dando tracción manual a la polea para recoger el agua del pozo	64
Ilustración N°06	Recolectando las muestras de agua del pozo artesanal para llevar al laboratorio para análisis físico químico y biológico de aguas en la UDEP.....	64
Ilustración N°07	Recolección de muestras de 1 litro con depósitos esterilizados.....	65
Ilustración N°08	Recolección de muestras de 1 litro con depósitos esterilizados para analizar en la UDEP	65
Ilustración N°09	Noria de la Familia Sandoval Habitantes del Campo.....	66
Ilustración N°10	Módulo de destilación solar modelo en terrazas sin tapa.....	66
Ilustración N°11	Módulo de destilación solar modelo en terrazas sin tapa con base mayor bases menores de vidrio negro.	67
Ilustración N°12	Módulo de destilación solar modelo en terrazas instalado y trabajando	67
Ilustración N°13	Ingreso del agua a tratar hacia el módulo es por gravedad	68
Ilustración N°14	Módulo de destilación solar modelo en terrazas instalado y trabajando.....	68

Ilustración N°15	Trabajando en la construcción e instalación del módulo de destilación solar aun agua.....	69
Ilustración N°16	Módulo de destilación solar a un agua instalado y Trabajando.....	69
Ilustración N°17	Trabajando en la construcción e instalación del módulo de destilación solar a dos aguas.	70
Ilustración N°18	Trabajando en la construcción e instalación del módulo de destilación solar a dos aguas.	70
Ilustración N°19	Trabajando en la construcción e instalación de los módulos de destilación solar.....	71
Ilustración N°20	Alimentación de agua del módulo de destilación solar a un agua.	71
Ilustración N°21	Ganadería de los Flores en campo.....	74
Ilustración N°22	Reunión en el campo de la familia Flores.	74
Ilustración N°23	Casas de los vivientes en el desierto de Sechura, (Familia Silva).	75
Ilustración N°24	Casas de los vivientes en el desierto de Sechura.....	75
Ilustración N°25	Noria de la Familia Silva (ganadero del desierto de Sechura).....	76
Ilustración N°26	Polea para levantar agua del pozo artesanal.....	76
Ilustración N°27	Dando arranque al sistema manual de polea para levantar el agua con latas.....	77
Ilustración N°28	Recogiendo la lata de agua de la noria de los Silvas.....	77
Ilustración N°29	Estanque para almacenamiento de agua bombeada.	78

Ilustración N°30	Sistema de abastecimiento de agua de pozo artesanal con motor petrolero en pleno trabajo.....	78
Ilustración N°31	Los amigos de las Noria de los Silvas.....	79
Ilustración N°32	Pobladores del Centro Poblado Almirante Grau.	79
Ilustración N°33	Ganaderos del Sector Almirante Grau.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01	Cuadro de datos tomados en todo el proceso que duró el experimento.	72
Tabla N° 02	Presupuesto usado para la construcción y uso de los destiladores solares del experimento.	73
Tabla N°03-A	Matriz de consistencia y Operacionalidad de Variables.....	81
Tabla N°03-B	Matriz de consistencia y Operacionalidad de Variables.....	82
Tabla N°04	Informe de Análisis de Aguas de la UDEP.	83

RESUMEN

El presente trabajo surge ante la necesidad de encontrar alternativas que permitan usar el escaso recurso hídrico para las asociaciones ganaderas ubicadas dentro de los linderos del desierto de Sechura y de la Comunidad Campesina San Juan Bautista de Catacaos. Por ello se determinó la posibilidad técnica y económica de poder usar el agua existente en las norias o pozos artesanales subterráneos que hacen estos ganaderos sabiendo que el 50 % de éstas contienen aguas salobres o amargas no aptas para la ganadería. Se hizo el estudio comparativo de cuatro modelos de destiladores solares durante los meses de octubre, noviembre y diciembre para la obtención de agua dulce o destilada para consumo humano en esa zona. Para el efecto se usó el modelo estadístico Bifactorial de Bloques al Azar, se hizo el análisis de varianza y se complementó con la prueba Tukey; obteniéndose los siguientes resultados con un intervalo de confianza del 95 %: El tratamiento (D-1) destilador a dos aguas, obtiene volúmenes de agua que van desde los 1.509 a 1.763 litros por día. El tratamiento (D-3) destilador en terrazas obtiene volúmenes de 1.380 a 1.635 litros de agua por día. El tratamiento del destilador solar modificado a dos aguas (D-2) permite un volumen de producción de 1.294 a 1.549 litros por día. El tratamiento testigo o módulo solar a un agua (D-0) permite obtener valores que van desde los 0.784 litros hasta los 1.038 litros de agua producida por día, y el tratamiento D-1 presenta un menor costo de 34.1 soles en un horizonte de 10 años.

Palabras claves: Comparación, modelos de destiladores, destiladores solares, obtención de agua destilada para consumo humano.

ABSTRACT

This work arises from the need to find alternatives that allow the use of scarce resources for livestock associations located within the boundaries of the Sechura Desert and the San Juan Bautista de Catacaos Peasant Community. For this reason, it is intended to determine the technical and economic possibility of using the water that exists in the underground wells or wells made by these farmers knowing that 50% of these contain brackish or bitter waters not suitable for livestock. For this purpose, the comparison of four models of solar distillers during the months of October, November and December to obtain fresh or distilled water for human consumption in that area has been studied. For this purpose, a Bifactor block statistical model was used, the analysis of variance was made and it was complemented with the Tukey test; obtaining the following results with a confidence interval of 95%: The treatment (D-1) distiller to two waters, obtains volumes of water that go from the 1,509 to 1,763 liters day. The treatment (D-3) distiller on terraces obtains volumes of 1,380 to 1,635 liters of water per day. The treatment of the solar distiller modified to two waters (D-2) allows a production volume of 1,294 to 1,549 liters per day. The control treatment or solar module to a water (D-0) this allows values ranging from 0.784 liters to 1.038 liters of water produced per day. And the D-1 treatment presents a lower cost of 34.1 sol over a 10-year horizon.

Key words: Comparison, models of distillers, solar distillers, obtaining distilled water for human consumption.

I. INTRODUCCIÓN

El poblador rural del bosque seco de la región Norte del Perú, particularmente el habitante del desierto de Sechura de la ciudad de Piura vive afrontando cada día el problema de escases del recurso hídrico, lo cual los va hostigando y limitando en su lucha por tener un desarrollo económico e integral basada en su actividad ganadera dentro de los bosques secos del desierto de Sechura.

Con la finalidad de contribuir para atender el problema de la escases del recurso hídrico en las familias ganaderas vivientes de los bosques secos del desierto de Sechura de Piura, el presente trabajo de investigación, propone dotar de un indicador económico válido en función de la evaluación de diferentes modelos de destiladores solares en diferentes meses del año en estos bosques secos de Piura y así poder conocer las posibilidades económicas de introducir estos sistemas en estos grupos sociales de esta Región Norteña.

A nivel nacional en las universidades, instituciones públicas y privadas dedicadas a la investigación, se ven escasos trabajos desarrollados sobre evaluación de modelos de destiladores solares para determinar volúmenes de agua destilada de producción, en este contexto, el profesor-investigador Erich Saettone (2015), docente de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Lima mostró que el destilador más sencillo y barato, llamado destilador de bandeja escalonada con paredes reflectoras, ha demostrado ser un 40 % más eficiente que otros en la producción de agua desalada. Asimismo, se confirmó que la calidad del agua obtenida cumple con los estándares nacionales para su consumo, esto lo señalo en el XXII Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente (XXII SPES).

También a nivel de las investigaciones en América, Central la Universidad de Oriente de Cuba (2009), presenta un prototipo de destilador solar de bandeja, construido de fibra de vidrio con la finalidad de obtener agua destilada para ser empleada en baterías. Estudia tener identificadas o localizadas las mayores pérdidas de líquido producido y mejorar posteriormente su diseño. La productividad del equipo alcanza valores de 350 ml al día, lo cual representa 2,2 L/m² día, similar al de otros prototipos desarrollados en el CIES en Santiago de Cuba y en correspondencia a lo que debe esperarse de acuerdo a las condiciones ambientales existentes (nivel de radiación, temperatura ambiente, velocidad del viento).

Vemos también críticas y aportes como las de Ros Antonio (2011) quien señala: La energía solar es el método ideal para producir agua en zonas áridas y muy aisladas del resto de poblaciones. A pesar de tener un coste energético nulo y escasa inversión necesaria, su baja rentabilidad reside en su escasa producción por metro cuadrado de colector al destilarse tan sólo unos litros al día en el caso de condiciones climatológicas favorables. Por lo tanto, no se han desarrollado a gran escala en lugares con un consumo elevado de agua dulce y sólo es posible pensar en estas instalaciones en sitios totalmente aislados y faltos de suministro de electricidad y agua.

Así pues, con el estudio de diferentes modelos de destiladores solares durante los meses de octubre a diciembre en el año 2017, con el objeto de determinar indicadores económicos y de producción de agua destilada acorde a la realidad y necesidad de este sector del bosque seco del Desierto de Sechura, es que se decidió

realizar la presente investigación aplicándolo en la Comunidad Campesina San Juan Bautista de Catacaos del Departamento de Piura.

La presente investigación se clasifica como un experimento en el que los resultados obtenidos fueron sometidos a evaluaciones estadísticas mediante fórmulas descritas en el ítem metodología. Así mismo, se realizó el procesamiento de los datos, haciendo el uso del diseño de investigación Experimento Bifactorial de Bloque al Azar. Se usó el método Tukey para realizar la comparación de los resultados.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Comparación de destiladores solares para la obtención de agua dulce en pozos de agua salobre en la C.C. San Juan Bautista de Catacaos – Piura – 2017.

1.1.2 Objetivos específicos

- a. Determinar el diseño más adecuado de destilador solar que permita alcanzar o superar la cantidad de 20 litros de agua dulce diario por persona para su consumo humano bajo condiciones ambientales del Desierto de Sechura en familias ganaderas de la Asociación Centro Poblado El Tabanco del distritito del Tallan de la Provincia y departamento de Piura y en la Comunidad Campesina San Juan Bautista de Catacaos

- b. Determinar el diseño más adecuado ambiental y económicamente posible.

1.2 Hipótesis

Hipótesis Alternativa (H₁).

El efecto de introducir el uso de módulos de destiladores solares permitirá que los ganaderos del Centro Poblado El Tabanco de la Comunidad Campesina. San Juan Bautista de Catacaos puedan obtener en cantidad suficiente el agua necesaria para suplir sus necesidades básicas en el campo y no incurrir en mayores gastos por transporte de agua dulce a su zona de trabajo.

Hipótesis Nula (H₀)

El efecto de introducir el uso de módulos de destiladores solares no permite que los ganaderos del Centro Poblado El Tabanco de la Comunidad Campesina. San Juan Bautista de Catacaos puedan obtener en cantidad suficiente de agua necesaria para suplir sus necesidades básicas en el campo.

1.3 Variables

1.3.1.- **Variable 1:** Influencia de los **Modelos de Destiladores Solares**

1. Destilador solar de una vertiente (un agua) : D-0
2. Destilador solar de dos vertientes (dos aguas) : D-1
3. Destilador solar de dos vertientes modificado : D-2
4. Destilador solar en terrazas o cascada : D-3

1.3.2.- **Variable 2**; Influencia de la Estacionalidad climática para los meses de: (octubre, noviembre y diciembre)

1. Primer mes de evaluación (octubre) : **M-1**
2. Segundo mes de evaluación (noviembre) : **M-2**
3. Tercer mes de evaluación (diciembre) : **M-3**

1.3.3. Operacionalización de Variables

Tabla N°1: Operacionalización de Variables-A.

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	MARCO TEORICO	HIPOTESIS
<p>COMPARACIÓN DE DESTILADORES SOLARES PARA LA OBTENCION DE AGUA DULCE EN POZOS DE AGUA SALOBRE EN LA C.C. SAN JUAN BAUTISTA DE CATACAOS – PIURA - 2017</p>	<p>¿Cuál sería el efecto de introducir el uso de módulos de destiladores solares para la obtención de agua dulce para consumo humano y ganadero a partir de fuentes de aguas salobres de las norias en las áreas de pastoreo de ganado de la Asociación Centro Poblado El Tabanco en la Comunidad Campesina San Juan Bautista de Catacaos Piura?</p>	<p>1.1.1. Objetivo General: Determinar el efecto de introducir el uso de módulos de destiladores solares para la obtención de agua dulce para consumo humano y ganadero a partir de fuentes de aguas salobres de las norias en las áreas de pastoreo de ganado de la Asociación Centro Poblado El Tabanco en la Comunidad Campesina San Juan Bautista de Catacaos Piura.</p>	<p>A nivel Internacional; Según las Naciones Unidas, La Organización Mundial de la Salud y El Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (2011, Pag. 09) dice “toda persona debe disponer de 50 a 100 litros de agua por día... pero el acceso a 20-25 litros por persona al día representa el mínimo, para casos especiales:</p>	<p>Hipótesis Alternativa (H₁): El efecto de introducir el uso de modulos de destiladores solares permitirá que los ganderos puedan obtener en cantidad suficiente el agua necesaria para suplir sus necesidades básicas en el campo y no incurrir en mayores gastos por transporte de agua dulce a su zona de trabajo.</p>
	<p>Problema específico 1.- Los destiladores solares pueden ayudar a generar la cantidad de agua mínima necesaria para el consumo humano en las familias ganaderas que pueblan del Centro Poblado El Tabanco de la Comunidad Campesina. San Juan Bautista de Catacaos.</p>	<p>Objetivos específicos 1.- Determinar si los destiladores solares pueden ayudar a generar la cantidad de agua mínima necesaria para el consumo humano en las familias ganaderas que pueblan del Centro Poblado El Tabanco de la Comunidad Campesina. San Juan Bautista de Catacaos.</p>	<p>Respecto de los destiladores solares Ros Antonio (2011) señala que, la energía solar es el método ideal para producir agua en zonas áridas y muy aisladas del resto de poblaciones. A pesar de tener un coste energético nulo y escasa inversión necesaria, su baja rentabilidad reside en su escasa producción por metro cuadrado de colector al destilarse tan sólo unos litros al día en el caso de condiciones climatológicas favorables. Por lo tanto no se han desarrollado a gran escala en lugares con un consumo elevado de agua dulce y sólo es posible pensar en estas instalaciones en sitios totalmente aislados y faltos de suministro de electricidad y agua.</p>	<p>Hipótesis Nula (H₀): El efecto de introducir el uso de modulos de destiladores solares no permite que los ganderos puedan obtener en cantidad suficiente el agua necesaria para suplir sus necesidades básicas en el campo e incurren en mayores gastos por transporte de agua dulce a su zona de trabajo.</p>
	<p>Problema específico 2.- Cual sería el modelo de destilador solar que permite generar la cantidad mínima necesaria de aguapo día para el consumo humano en las familias ganaderas que pueblan del Centro Poblado El Tabanco de la</p>	<p>Objetivos específicos 2.- Determinar el diseño más adecuado de destilador solar que permita alcanzar o superar la cantidad de 20 litros de agua dulce diario por persona para su consumo humano bajo condiciones ambientales del desierto de Sechura en pobladores del Tabanco de la</p>		
	<p>Problema específico 3.- cual sería el diseño de destilador solar más adecuado ambiental y económicamente posible para generar la cantidad de agua mínima necesaria para el pobladores del Centro Poblado El Tabanco de la</p>	<p>Objetivos específicos 3.- Determinar el diseño más adecuado ambiental y económicamente posible.</p>		

OPERACIONALIDAD			
VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Variable Independiente 1: Influencia del uso de destiladores solares para obtención de agua dulce a partir de agua salobre de norias.	1. Destilador solar de una vertiente (testigo); 1m ² base x 2.5 cm de altura.	Litros de agua dulce obtenida por cada litro de agua salobre usada con el destilador solar de una vertiente (testigo)	Tipo de Investigación: Experimental
	2. Destilador solar de dos vertientes; 1m ² base x 2.5 cm de altura.	Litros de agua dulce obtenida por cada litro de agua salobre usada con el destilador solar de dos vertiente	Diseño de investigación: Arreglo Experimental Bifactorial de Bloques al Azar
	3. Destilador solar de dos vertientes modificado; 1m ² base x 2.5 cm de altura.	Litros de agua dulce obtenida por cada litro de agua salobre usada con el destilador solar de dos vertientes modificado	Población y muestra: La población en estudio será los N baldes de 20 litros de agua que se pueden tomar de la noria o poso subterráneo artesanal de la Familia Sandoval Sernaqué, los mismos que están dentro de la Asociación Centro Poblado El Tabanco, esto será durante los meses de Junio, Julio, y Agosto del 2017, los cuales podrán ser sometidos a una selección al azar para obtener la muestra que entrará al proceso de destilación para fines de la investigación experimental.
	4. Destilador solar en cascada o terrazas, 1m ² base x 2.5 cm de altura.	Litros de agua dulce obtenida por cada litro de agua salobre usada con el destilador solar en cascada o escalonado	La muestra en estudio será los 48 baldes de 20 litros de agua cada uno los mismos que serán recolectados y recibirán los tratamientos en estudio durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre. Esta muestra es seleccionada a criterio de experto.
Variable independiente 2: Influencia de la Estacionalidad del clima para la destilación de agua salobre de norias o pozos	Mes Primero (31 días)	Litros de agua dulce obtenida en el mes de Octubre por cada litro de agua salobre usada con el destilador solar de una vertiente, de dos vertientes, de dos vertientes modificado y el del modelo en cascada o escalonado.	Observación, medición con la bureta.
	Mes Segundo(30 días)	Litros de agua dulce obtenida en el mes de noviembre por cada litro de agua salobre usada con el destilador solar de una vertiente, de dos vertientes, de dos vertientes modificado y el del modelo en cascada o escalonado.	Observación, medición con la bureta.
	Mes Tercero (31 días)	Litros de agua dulce obtenida en el mes de Diciembre por cada litro de agua salobre usada con el destilador solar de una vertiente, de dos vertientes, de dos vertientes modificado y el modelo en cascada o escalonado.	Observación, medición con la bureta.
Variable dependiente: volumen de agua obtenido a partir de agua salobre de norias.	Cantidad de agua acumulada por día promedio obtenida durante las 12 horas/día del experimento en el mes de Octubre.	litros de agua acumulada por día promedio obtenida durante las 12 horas/día del experimento en el mes de Octubre del 2017	Técnicas e Instrumentos : Por observación estructurada o sistémica.
	Cantidad de agua acumulada por día promedio obtenida durante las 12 horas/día del experimento en el mes de Noviembre.	litros de agua acumulada por día promedio obtenida durante las 12 horas/día del experimento en el mes de Noviembre del 2017	Técnica de procesamiento de datos: Se compararán los promedios obtenidos de cada tratamiento según el método Fischer y después de un ANOVA respectivo
	Cantidad de agua acumulada por día promedio obtenida durante las 12 horas/día del experimento en el mes de Diciembre.	litros de agua acumulada por día promedio obtenida durante las 12 horas/día del experimento en el mes Diciembre de Agosto del 2017	

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Investigación

2.1.1. Respecto de los destiladores solares

El profesor-investigador Erich Saettone (2015), docente de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Lima mostró que el destilador más sencillo y barato, llamado destilador de bandeja escalonada con paredes reflectoras, el cual cuenta con un formato que integra dos modelos tradicionales, ha demostrado ser un 40 % más eficiente que otros en la producción de agua desalada. Asimismo, se confirmó que la calidad del agua obtenida cumple con los estándares nacionales para su consumo, también menciona que no hay acuerdo respecto a la profundidad del agua de mar en las bandejas, aunque la mayoría concuerda en que no debe sobrepasar los 2 cm. Señaló el XXII Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente (XXII SPES)

En América Central podemos citar: a la Universidad de Oriente de Cuba (2009), quienes presentan un prototipo de destilador solar de bandeja, construido de fibra de vidrio con la finalidad de obtener agua destilada para ser empleada en baterías. Se refiere el comportamiento del destilador y se realiza un análisis termodinámico del equipo en cuestión lo que conlleva el desarrollo de balances de masa, energía, entropía y exergía con el objetivo de evaluar el equipo, cuantificar los valores de las energías que se pierden y se ganan con vistas a tener

localizadas las mayores pérdidas y mejorar posteriormente su diseño. La productividad del equipo alcanza valores de 350 ml al día, lo cual representa 2,2 l/m² día, similar al de otros prototipos desarrollados en el CIES en Santiago de Cuba y en correspondencia a lo que debe esperarse de acuerdo a las condiciones ambientales existentes (nivel de radiación, temperatura ambiente, velocidad del viento).

Según las Naciones Unidas, La Organización Mundial de la Salud y El Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (2011, Pág., 09) dice:

Toda persona debe disponer de 50 a 100 litros de agua por día... pero el acceso a 20-25 litros por persona al día representa el mínimo, para casos especiales:

Ros Antonio (2011) señala: La energía solar es el método ideal para producir agua en zonas áridas y muy aisladas del resto de poblaciones. A pesar de tener un coste energético nulo y escasa inversión necesaria, su baja rentabilidad reside en su escasa producción por metro cuadrado de colector al destilarse tan sólo unos litros al día en el caso de condiciones climatológicas favorables. Por lo tanto, no se han desarrollado a gran escala en lugares con un consumo elevado de agua dulce y sólo es posible pensar en estas instalaciones en sitios totalmente aislados y faltos de suministro de electricidad y agua.

Prodes (2010) destaca respecto de los destiladores solares:

El principio de su funcionamiento es sencillo, se basa en el hecho de que el vidrio y otros materiales transparentes poseen la propiedad de transmitir la radiación solar de onda corta recibida de forma incidente. Esa radiación se absorbe como calor por parte de una superficie negra en contacto con el agua salada que queremos destilar. El agua se calienta y evapora de forma parcial. El vapor se condensa en la cobertura transparente, que se halla a una temperatura menor al estar en contacto con el aire del ambiente, y se recoge en un recipiente o hendidura al efecto. Las unidades bien diseñadas pueden producir entre 2,5 y 4 l/m² de área recolectora al día. Los destiladores solares son fiables y presentan una vida técnica larga, y su coste se estima en unos 40-100€ por m² de área recolectora.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. La destilación solar:

¿Qué es la destilación solar?

Energizar (s.f.) señala: 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.

Fonseca, Susana; (2009) presenta un prototipo de destilador solar de bandeja, construido de fibra de vidrio con la finalidad de obtener agua destilada para ser empleada en baterías. Se refiere al comportamiento del destilador y se realiza un análisis termodinámico del equipo en cuestión lo que conlleva el desarrollo de balances de masa, energía, entropía y exergía con el objetivo de evaluar el equipo, cuantificar los valores de las energías que se pierden y se ganan con vistas a tener localizadas las mayores pérdidas y mejorar posteriormente su diseño. La productividad del equipo alcanza valores de 350 ml al día, lo cual representa $2,2 \text{ l/m}^2$ día, similar al de otros prototipos desarrollados en el CIES en Santiago de Cuba y en correspondencia a lo que debe esperarse de

acuerdo a las condiciones ambientales existentes (nivel de radiación, temperatura ambiente, velocidad del viento).

Respecto de la destilación solar Fouquet (2017), dice: 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.). Por este proceso el agua del mar, que está mezclada con una gran cantidad de sales y otras sustancias, se separa quedando en un estado prácticamente puro que es como cae en la lluvia. Toda el agua dulce que se encuentra en las zonas continentales de la tierra es producto de la destilación atmosférica que se produce en el ciclo del agua según lo señala Desalinizadores solares (2013)

2.2.2 Las necesidades mínimas de agua para el humano.

Respecto de la necesidad mínima de agua para el hombre en casos de emergencia según el Organismo Mundial de la salud junto con La Organización Panamericana de la Salud y la ONG Esfera (2011) dicen: Las mujeres y los hombres tienen diferentes prioridades sobre el uso del agua. Las mujeres por lo general están preocupadas por los usos básicos del agua en el hogar y agua para su higiene personal durante la menstruación, mientras que los hombres pueden tener preocupaciones sobre la disponibilidad de agua para el ganado, huerta, etc. En la evaluación, tome en consideración el desperdicio y pérdidas de agua. Las Normas de Esfera sugieren una cantidad mínima de agua para la supervivencia, para qué la misma sirva como punto de partida para el cálculo de la demanda según el contexto de emergencia. Véase la Tabla N° 3

Esfera (2011) también señala que la accesibilidad al agua es importante, dice: puede ser que exista gran disponibilidad de agua, pero pueden existir otras barreras o limitaciones para que las personas accedan y hagan uso de la misma, tales como el tiempo de viaje y/o haciendo colas para acceder al agua. Si las personas se tardan más de 30 minutos para recoger el agua, la cantidad que se colecta se reduce (ver figura 2). Proporcionar instalaciones para el lavado y servicio de lavandería cerca de los puntos de agua reduce la necesidad de transportar agua.

Tabla 2: Requerimiento de agua para la supervivencia por persona según normas técnicas sobre agua, saneamiento e higiene en emergencias dado por la Organización Mundial para la Salud y la Organización Panamericana de la Salud

Tipo de necesidad	Cantidad	Comentarios
Sobrevivencia (bebida y alimentación)	2.5 a 3 lpd	Depende del clima y fisiología de las personas
Prácticas básicas de higiene	2 a 6 lpd	Depende de costumbres sociales y culturales
Necesidades básicas para cocinar	3 a 6 lpd	Depende del tipo de comida, costumbres sociales y culturales
Total	7.5 a 15 lpd	lpd: litros por persona al día

Fuente: 1; Organismo Mundial de la salud y la Organización Panamericana de la Salud

Tabla 3: Guía de cantidades mínimas de agua para uso no doméstico en emergencias. (Esfera 2011)

Uso	Cantidad de agua referencial
Centros de salud y hospitales	5 litros/por paciente ambulatorio 40- 60 litros/ por paciente hospitalizado/por día Es probable que se requieran cantidades adicionales de agua para lavanderías, retretes de descarga, etc.
Centros de tratamiento del cólera	60 litros/por paciente/por día 15 litros/por encargado de la asistencia/por día
Centros de alimentación terapéutica	30 litros/por paciente hospitalizado/por día 15 litros/ por encargado de la asistencia/ por día
Centros de acogida o de tránsito	15 litros/por persona/por día si la persona permanece más de un día 3 litros/por persona/por día si la persona permanece sólo durante el día

Escuelas	3 litros/por alumno/por día para beber y lavarse las manos (no se incluye el uso para los retretes: véase más abajo Retretes públicos)
Mezquitas	2–5 litros/por persona/por día para beber y lavarse
Retretes públicos	1–2 litros/por usuario/por día para lavarse las manos 2–8 litros / por cubículo/por día para la limpieza del retrete.
Todos los retretes de descarga de agua	20–40 litros/por usuario/por día para los retretes de tipo convencional conectados al alcantarillado 3–5 litros/por usuario/por día para retretes de sifón
Higiene anal	1–2 litros/por persona/por día
Ganado	20–30 litros/por animal grande o mediano/por día 5 litros/por animal pequeño/por día.

Fuente: 2 • Esfera amigable, (2016), Manual Carta Humanitaria y Normas Mínimas Para la Respuesta Humanitaria, Indeci,

2.2.3 Del poblador ganadero de las zonas áridas de Catacaos y los bosques secos donde se desarrolla el trabajo

El área donde se desarrolla el trabajo pertenece al distrito de Catacaos, y muy cerca al distrito de El Tallan. El distrito peruano de Catacaos, según Wikipedia (junio 2008), es uno de los diez distritos que conforman la provincia de Piura, en el departamento de Piura, bajo la administración del Gobierno Regional de Piura, en la costa norte del Perú. Limita por el norte con los distritos de Piura y Castilla; por el sur con los distritos de La Arena y Cura Mori y con la provincia de Sechura; por el este con las provincias de Morropón y Lambayeque; y por el oeste con la Provincia de Paita.

2.2.4 El Desierto de Sechura:

El desierto de Sechura, según Wikipedia (febrero, 2018), es un desierto costero en el noroeste del Perú, que se extiende por la mayor parte del territorio de los departamentos de Piura y Lambayeque. Constituye la zona más ancha del desierto costero del Perú.

De norte a sur, presenta una longitud máxima de unos 150 km; de este a oeste, el desierto de Sechura tiene una anchura máxima de unos 100 km, comprendidos entre las estribaciones de la cordillera Occidental, una alineación montañosa que constituye el ramal costero de los Andes peruanos (macizo Illescas), y el litoral del Pacífico, donde se encuentra la bahía de Sechura en el noroeste. Este desierto es una árida meseta formada por materiales del terciario, con escasa vegetación, que comprende varias lagunas intermitentes. La aridez del clima y los suelos improductivos limitan el asentamiento de la población, excepto en los oasis que constituyen las desembocaduras de los ríos Piura, al norte, y Chancay-Lambayeque, al sur; en estas áreas es posible la agricultura. Al norte del desierto se explotan yacimientos petrolíferos. Se encuentra a unos 55 km al suroeste de la ciudad de Piura. Es uno de los desiertos más grandes del Perú, con una extensión de más de 5000 km².

2.2.5 Destiladores solares:

Energizar, (2017), Un Destilador Solar es un sistema muy sencillo y eficiente que permite reproducir de manera acelerada los ciclos naturales de evaporación y condensación del agua, que, al utilizarlos de manera controlada, se puede obtener agua pura.

Este proceso quita las sales, elimina residuos de hongos, bacterias, virus y demás contaminantes, obteniendo agua apta para consumo humano.

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.

Es posible obtener entre 3 y 5 litros diarios por m² de destilador, en días soleados.

Calameo, (2017), señala: Los destiladores solares son ingenios que permiten obtener agua dulce donde ésta 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. También señala que la producción específica por unidad de superficie, por experiencias desarrolladas en Omán y en las Islas canarias, es hasta la fecha muy reducida (entre 5 y 7 litros por m² y día), las temperaturas de operación se sitúan entre los 50 y los 80 °C. 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.

Expociencias.com (2017) dice que 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.

Sitiosolar.com (s.f.) señala que los destiladores solares suponen en esencia reproducir en pequeña escala el ciclo natural del agua, Esto se puede hacer de la siguiente manera: En una caja o espacio contenedor se dispone un recipiente o estanque con fondo de color negro en donde se vierte el agua salada o contaminada para destilar. Cerrando este espacio se coloca una superficie transparente que permite pasar la radiación solar y que provoca el efecto invernadero al tiempo que también retiene la humedad. La radiación solar en contacto con el recipiente negro eleva la temperatura del recipiente del agua en su interior y del aire favoreciendo la evaporación. De esta manera en el interior del destilador se crea una atmósfera muy cálida y saturada de

humedad. 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, 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. El rendimiento de los destiladores solares está en función de la potencia de la radiación solar, de la temperatura ambiente, así como en la forma y las características del destilador.

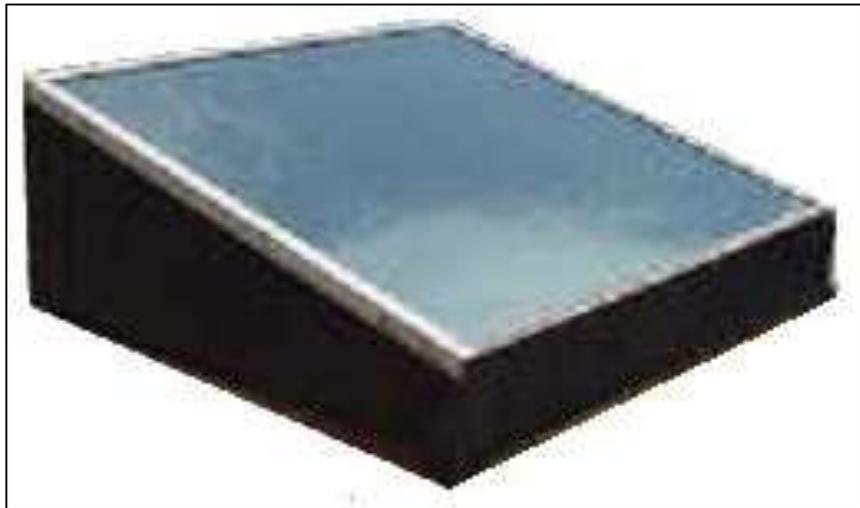
Prodes (2010) manifiesta que el modelo watercone de destilador solar puede eliminar elementos tan tóxicos como el mercurio, el arsénico o el cadmio, al igual que otros procesos de destilación. El Watercone puede satisfacer las necesidades diarias de agua de una persona, contribuyendo a los Objetivos de Desarrollo del Milenio, con el acceso global al agua potable.

2.2.6. Destilador solar de una vertiente:

Olivares, (2014), Señala que el destilador de una vertiente (o un agua) es quizá el modelo de destilador más sencillo de estructura. Es un destilador cuyo marco externo es una caja, formada por una capa de espesor suficiente, dependiendo del material con el que se fabrique,

con el objetivo de reducir la conducción de energía a través del fondo y de las paredes laterales del recipiente. La caja está dividida en dos compartimentos, uno con el fondo de color negro donde se coloca el agua a evaporar, absorbedor, 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. El destilador posee además una cubierta cuadrangular transparente de vidrio, cuyas dimensiones son variadas, con un grosor de entre 3 y 5 mm colocada con una determinada inclinación (de 15° a 30°) respecto de las paredes del destilador. Esta inclinación debe ser tal que permita fluir hasta el colector a la totalidad del condensado, sin que nada caiga dentro del compartimento

Ilustración 01: destilador solar de una vertiente (a un agua)



2.2.7. Destilador solar de dos vertientes:

Jiménez B; José. (2013), conceptualiza que un destilador solar de dos vertientes es un ingenio solar térmico que nos permitirá llegar a obtener hasta medio litro de agua destilada en un día de sol. Puede

parecer que el agua obtenida durante toda una jornada soleada no sea gran cosa, pero es conveniente recordar que, mediante la destilación solar, se obtiene agua potable en muchos lugares del mundo, como es el caso de Israel.

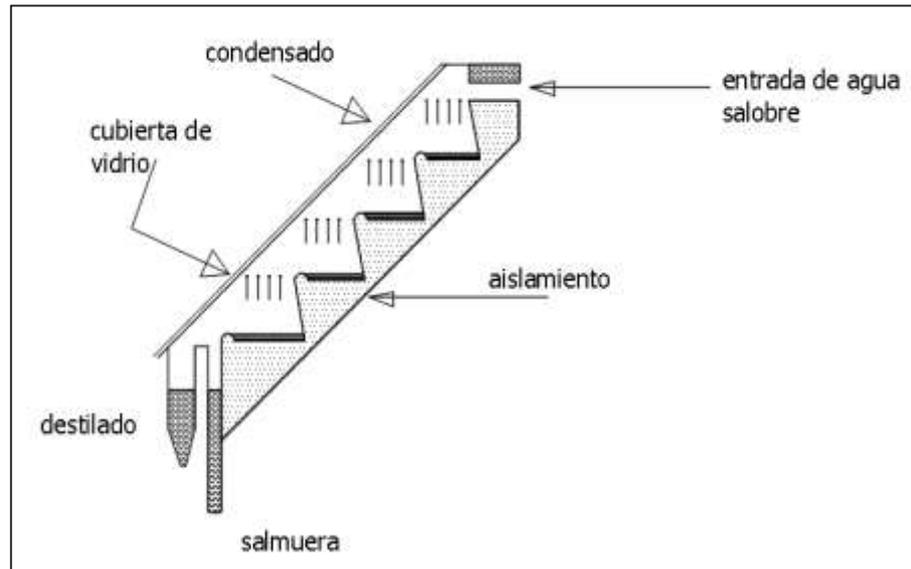
Ilustración 02: Destilador solar de dos vertientes (o dos aguas)



2.2.8. El destilador solar de cascada:

Ecured (2018), describe al destilador solar de cascada: que 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.

Ilustración 03: Destilador solar en cascada, terrazas o escalonado, vista de perfil.



2.2.9. Estacionalidad Climática:

Montealegre (2000), respecto de la estacionalidad climática, señala que a esta escala corresponde la fluctuación del clima a nivel mensual. La determinación del ciclo anual de los elementos climáticos es una fase fundamental dentro de la variabilidad climática a este nivel.

2.2.10. El Clima

DeConceptos.com (2018), el clima es la agrupación de fenómenos meteorológicos (temperatura humedad, presión atmosférica, precipitaciones y vientos) que caracterizan el estado medio de la atmósfera, en un lugar determinado de la superficie de la Tierra, basado en observaciones prolongadas.

2.2.11. El Clima Piurano:

Ítalo Rodríguez & Eder Villarreal (2008), señalan que la Región Piura, en su costa, presenta escasa presencia de lluvias; temperaturas máximas llegan a 36° C en febrero y mínimas en 15°C en el mes de junio, en la costa, en general la temperatura promedio es de 23°C, mientras que ENPERU (2015), dice: Piura posee un clima tropical y seco, con una temperatura promedio anual de 24°C, que en el verano supera los 35°C, pudiendo llegar hasta 40°C cuando se presenta el Fenómeno El Niño extraordinario. La época de lluvias es entre enero y marzo La parte costera de Piura tiene un clima desértico, semidesértico, y sub tropical.

2.2.12. La Radiación Solar o Energía Solar:

Meteorología en red (2017), la radiación solar es una importante variable meteorológica que sirve para conocer la cantidad de “calor” que recibiremos del sol en la superficie terrestre. Esta cantidad de radiación solar está siendo alterada por el cambio climático y la retención de gases de efecto invernadero.

La radiación solar es capaz de calentar la superficie del suelo y de los objetos (incluso la nuestra) sin apenas calentar el aire.

Pedro J Hernández; (2014), la energía solar que incide sobre la superficie de nuestro planeta se manifiesta de la siguiente manera radiación directa, difusa y reflejada

La radiación directa: es aquella que proviene directamente del sol.

La radiación difusa: es aquella que proviene de la atmosfera, por dispersión de parte de la radiación solar en ella. En los días más soleados sin presencia de nubosidades este tipo de radiación puede suponer aproximadamente el 15% del global, pero en los días nublados en los que se reduce la cantidad de radiación directa este tipo de radiación aumenta de manera considerable.

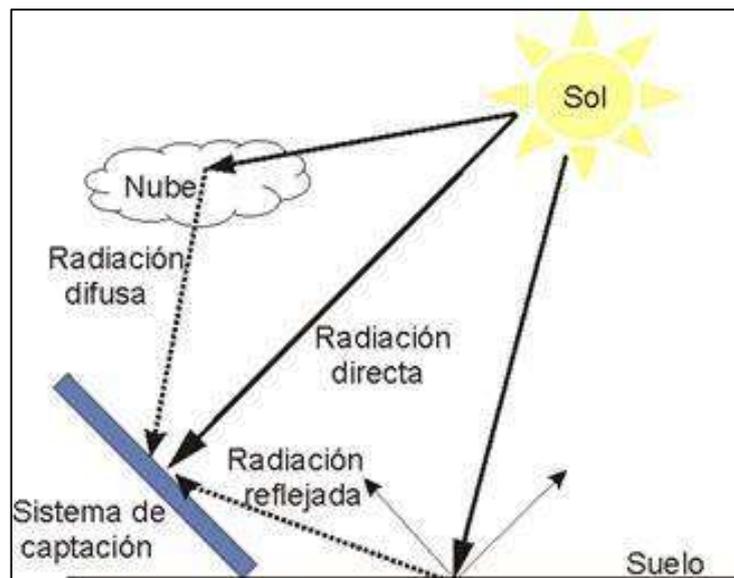
En cuanto a las edificaciones se puede afirmar que los cerramientos verticales reciben la mitad de la radiación solar que pueden recibir los horizontales. Por esta razón, más adelante estudiaremos formas de controlar la sobreexposición solar que sufre este cerramiento, en concreto los aislamientos de las cubiertas.

La radiación reflejada es aquella que proviene “rebotada” de la superficie terrestre. La cantidad de este tipo de radiación depende del llamado coeficiente de reflexión de la superficie o “albedo”. Son únicamente las superficies verticales (perpendiculares a la superficie terrestre) las que reciben esta radiación.

Hermann Scheer (2018), señala que para cuantificar la radiación solar se utilizan dos magnitudes que corresponden a la potencia y a la energía de la radiación que llegan a una unidad de superficie, se denominan Irradiancia e irradiación y sus definiciones y unidades son las siguientes:

Irradiancia: potencia o radiación incidente por unidad de superficie. Indica la intensidad de la radiación solar. Se mide en vatios por metro cuadrado (W/m^2).

Ilustración 04: Componentes de la Radiación solar terrestre



Irradiación: integración o suma de las irradiancias en un periodo de tiempo determinado. Es la cantidad de energía solar recibida durante un periodo de tiempo. Se mide en julios por metro cuadrado por un periodo de tiempo (J/m^2 por hora, día, semana, mes, año, etc., según el caso).

En la práctica, dada la relación con la generación de energía eléctrica, se utiliza como unidad el $\text{W}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ y sus múltiplos más habituales $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ y $\text{MW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$.

2.3. Definición de términos

- a. **Destilación.** Wikipedia (2018), la destilación es el proceso de separar las distintas sustancias que componen una mezcla líquida mediante vaporización y condensación selectivas. Dichas sustancias, que pueden ser componentes líquidos, sólidos disueltos en líquidos o gases licuados, se separan aprovechando los diferentes puntos de ebullición de cada una de ellas, ya que el punto de ebullición es una propiedad intensiva de cada sustancia, es decir, no varía en función de la masa o el volumen, aunque sí en función de la presión.

- b. **Destilador solar:** Sitosolar (2013), dice: 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.

- c. **Evaporación:** - Pérez (2018), señalan que, la evaporación es el proceso por el cual las moléculas en estado líquido (por ejemplo, el agua) se hacen gaseosas espontáneamente (ej.: vapor de agua). Es lo opuesto a la condensación. Generalmente, la evaporación puede verse por la desaparición gradual del líquido cuando se expone a un volumen significativo de gas. Por término medio, las moléculas no tienen bastante energía para escaparse del líquido, porque de lo contrario el líquido se convertiría en vapor rápidamente. Cuando las moléculas chocan, se

transfieren la energía de una a otra en grados variantes según el modo en que chocan.

- d. **Condensación.** - Absorsistem (2018), definen a condensación como un proceso físico que consiste en el paso de una sustancia en forma gaseosa a forma líquida. Este cambio de fase genera una cierta cantidad de energía llamada “calor latente”. El paso de gas a líquido depende, entre otros factores, de la presión y de la temperatura.

La condensación, a una temperatura dada, conlleva una liberación de energía. Así, el estado líquido es más favorable desde el punto de vista energético.

e. La Temperatura

Concepto definición de (2014), la Temperatura es una magnitud que mide el nivel térmico o el calor que un cuerpo posee. Toda sustancia en determinado estado de agregación (sólido, líquido o gas), está constituida por moléculas que se encuentran en continuo movimiento. La suma de las energías de todas las moléculas del cuerpo se conoce como energía térmica; y la temperatura es la medida de esa energía promedio respectivamente.

f. Las horas de sol

Etesa S.A (2009), señala que las horas de sol es la duración media de brillo solar u horas de sol o heliofanía en horas, y esto representa el tiempo total

durante el cual incide luz solar directa sobre alguna localidad, entre el alba y el atardecer. El total de horas de brillo solar de un lugar es uno de los factores que determinan el clima de esa localidad.

El Heliofanógrafo es el instrumento que nos permite medir la duración del brillo solar, es una esfera de cristal que concentra los rayos solares y quema una faja subdividida en intervalos de tiempo, a medida que la inclinación del sol va variando, va quemando la faja, al disminuir la intensidad del brillo solar, ya sea por nubosidad u otras razones, la faja deja de quemarse. Esto nos permite obtener un registro de las horas de sol que se tienen en el día.

g. Los pozos artesanales o las norias:

Wikiwater (2010), señala que se trata de pozos realizados, excepto en los casos más modernos, mediante la excavación manual del suelo (con picos, palas, etc.). En general son poco profundos (entre 8 y 20 metros). Debido a esta escasa profundidad, son los que presentan mayor riesgo de contaminación. Suele ser el único medio relativamente cómodo para obtener agua, sobre todo en los países en desarrollo donde no hay aguas superficiales. Este tipo de pozos puede construirse parcialmente a mano o, más frecuentemente, con equipos mecanizados. En general, su diámetro interno oscila entre 1 y 1,80 m. Están sólidamente apuntalados con encubados de hormigón o metálicos, coronados por un brocal y protegidos frente a las intrusiones animales.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de Investigación:

- **Tipo de Investigación:**

Experimental

- **Diseño de investigación**

Experimento Bifactorial de Bloques al Azar. Se usará el método Fischer y Tukey para realizar las comparaciones dos a dos.

3.2. Plan de recolección de la información y Diseño estadístico

Población y Muestra (o Unidad de Análisis)

- **Población:** La población muestral fueron 104 latas de 20 litros de agua del pozo artesanal seleccionado.

- **Muestra de Estudio o Unidad de Análisis**

La muestra o unidad de análisis fueron 52 latas de 20 litros de agua del pozo artesanal seleccionado.

3.3. Instrumentos de recolección de la información:

La técnica para la recolección de la información será por observación estructurada o sistemática, esto considerando el esquema de la Tabla 04 y 05

La recolección de información tiene el siguiente esquema para la recolección de datos.

Tabla 4: Plan de muestreo y comparación de variables con fecha de evaluación real

Comparación de las Variables en estudio volumen dado en cm ³	Fecha de destilación y recolección de las muestras de agua salobre según experimento												
	Variable 2: Influencia de la estacionalidad climática en los meses de												
	Octubre				Noviembre				Diciembre				
variable 1: Influencia de modelos de destiladores solares para obtención de agua dulce	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30
	Destilador a un agua (testigo) - D ₀	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
Destilador a dos aguas D ₁	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅
Destilador a dos aguas modificado D ₂	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅
Destilador en terrazas D ₃	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅

Lo mismo que puede apreciarse de otro modo:

Tabla 05: Distribución de variables de estudio

Variables en estudio		Tratamientos en estudio	Repeticiones			
D ₀	m ₁	D ₀ m ₁	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
	m ₂	D ₀ m ₂	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
	m ₃	D ₀ m ₃	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
D ₁	m ₁	D ₁ m ₁	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
	m ₂	D ₁ m ₂	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
	m ₃	D ₁ m ₃	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
D ₂	m ₁	D ₂ m ₁	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
	m ₂	D ₂ m ₂	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
	m ₃	D ₂ m ₃	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
D ₃	m ₁	D ₃ m ₁	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
	m ₂	D ₃ m ₂	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
	m ₃	D ₃ m ₃	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄

Dónde:

D : Son los cuatro modelos de destiladores que se evaluaron.

m : Es el mes en el que se llevó a cabo la evaluación.

r : Son las repeticiones que tuvo cada tratamiento, en el experimento

m₁ = Se hizo en el mes de octubre 2017

m₂ = Se hizo en el mes de noviembre. 2017

m₃ = Se hizo en el mes de diciembre 2017

D - 0 = Es el modelo de destilador de una vertiente.

D - 1 = Es el modelo de destilador de dos vertientes.

D - 2 = Es el modelo de destilador de dos vertientes modificado.

D - 3 = Es el modelo de destilador escalonado o en cascada.

3.4. Plan de procesamiento y análisis estadístico de datos

Se compararán los promedios obtenidos de cada tratamiento según el método

Fischer y después de un ANOVA respectivo.

IV. RESULTADOS

4.1. Comparación de las variables en estudio

Tabla 06: Análisis de varianza para la cantidad de agua destilada obtenida.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl.	Cuadrados medios	F	Sig.
Día (Bloque)	1.279	4	0.320	15.1	0.000**
Mes	3.895	3	1.298	61.6	0.000**
Destilador	2.235	2	1.117	53.0	0.000**
Destilador x Mes	0.273	6	0.046	2.16	0.070
Error	0.759	36	0.021		
Total	9.117	51			

Fuente: Datos del experimento, CV=7.9%

** : Prueba altamente significativa

Los resultados del análisis de varianza indican que existen diferencias significativas (Sig. <0.05) en el promedio de agua destilada obtenida en los meses de octubre, noviembre y diciembre; también se encontró diferencias significativas en el promedio de agua destilada obtenida con los diferentes destiladores. Por otro lado, el estudio no encontró diferencias significativas (Sig. >0.05) en la interacción destilador por mes.

El coeficiente de variación de 23.9% indica que la variabilidad de los datos es relativamente baja, lo que les da confiabilidad a los resultados.

Tabla 07: Cantidad en cm³/m²/día promedio de agua obtenida con los destiladores y en los diferentes meses

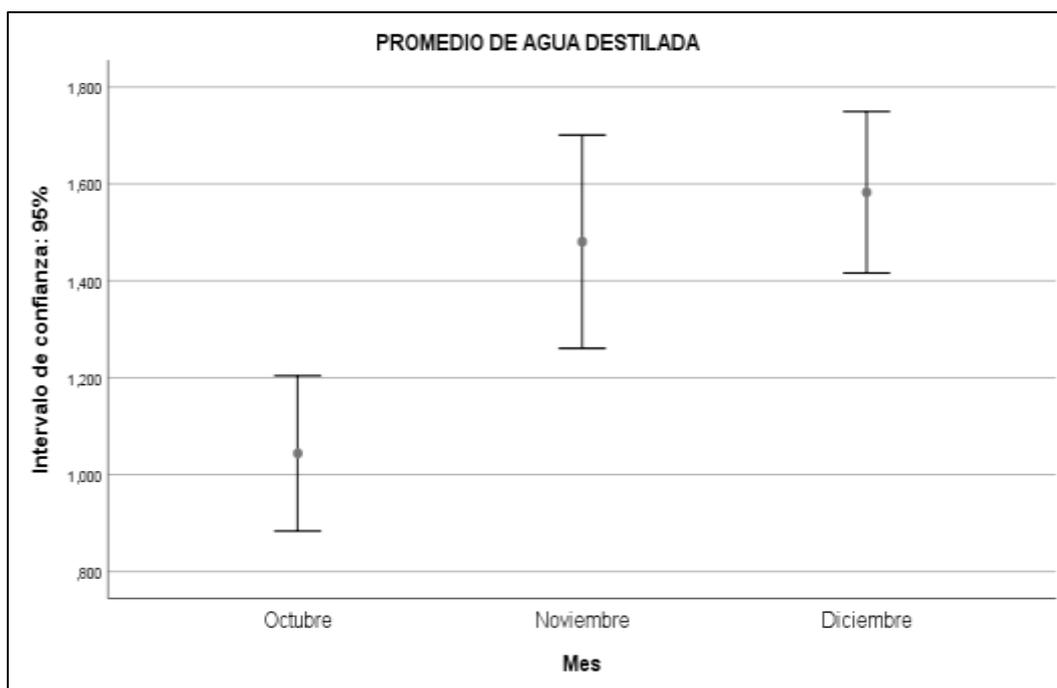
Destiladores	MESES				Intervalo de confianza del 95%
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
Destilador solar de una vertiente (Testigo)	732 a	960 ab	1042 ab	921 a	784, 1038
Destilador solar de dos vertientes	1279 bc	1806 cd	1823 d	1651 b	1509, 1763
Destilador solar de dos vertientes modificado	1070 ab	1465 bcd	1729 cd	1445 b	1294, 1549
Destilador escalonado o en terrazas	1094 ab	1691 cd	1738 cd	1525 b	1380, 1635
Total	1044 a	1481 b	1583 b	1386	
Intervalo de confianza del 95%	930	1367	1481		
	1158	1595	1685		

Fuente: Datos del experimento

†: Promedios con una letra en común no difieren significativamente.

Luego de encontrar diferencias significativas en los promedios de agua destilada obtenidos en los diferentes meses y destiladores, se procede a comparar los pares de promedios usando la prueba Tukey; esta prueba no requiere que las pruebas del análisis de varianza sean significativas, por lo que también se ha utilizado en la interacción.

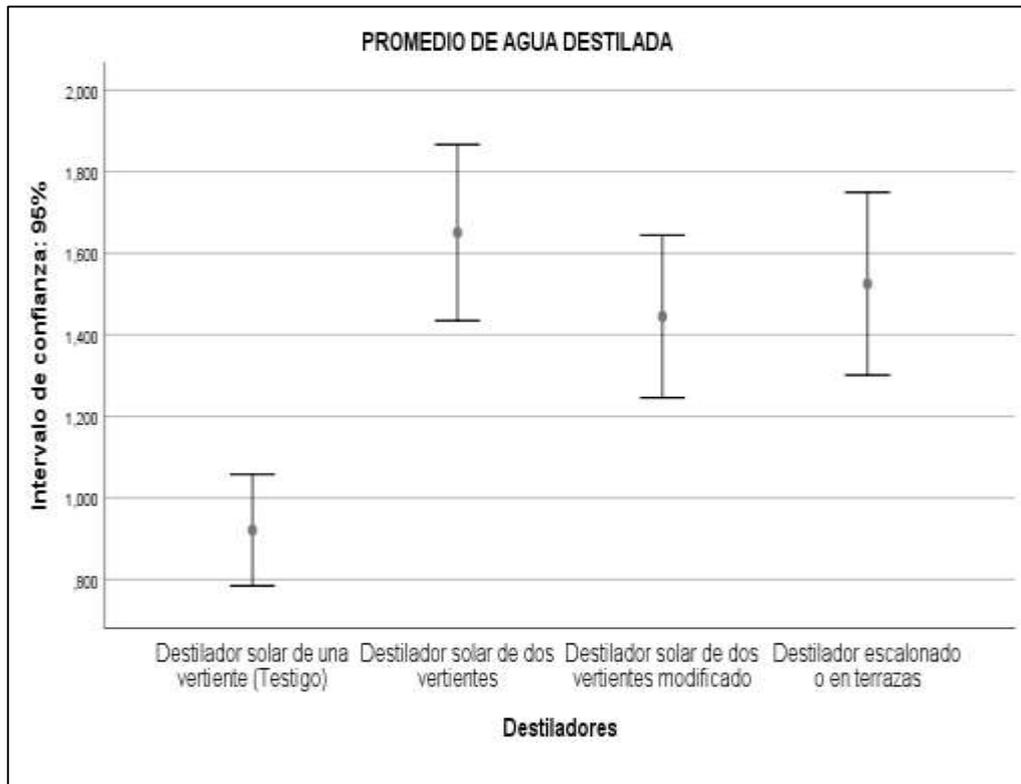
Grafico 01: Promedio de volumen de agua destilada obtenida pos mes



Fuente: 3 Datos del experimento

Los resultados muestran que el mayor volumen promedio de agua destilada producida en los cuatro modelos de destiladores, se obtuvo en el mes de noviembre y diciembre, con un promedio de 1481 y 1583, cc/m²/día respectivamente; en tanto que en el mes octubre el promedio fue de 1044 cc/m²/día.

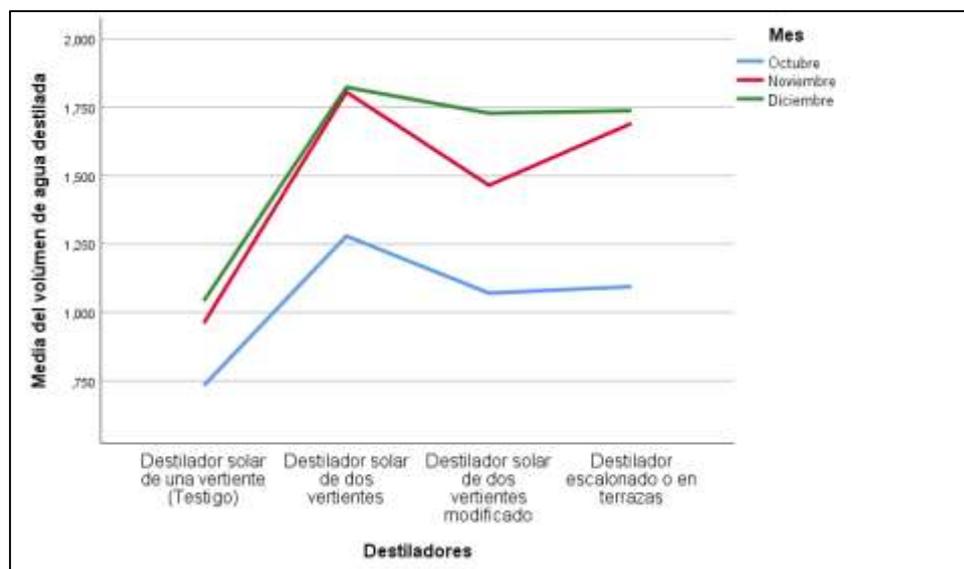
Grafico 02: Volumen promedio de agua destilada según tipo de destilador cc/m²/día



Fuente: 4, Datos del experimento

En el caso de los destiladores, los mayores volúmenes de agua se logran con el destilador solar de dos vertientes, destilador solar a dos vertientes modificado y destilador solar escalonado, con promedios de 1651, 1445 y 1525 cc/m²/día respectivamente.

Grafico 03: Volumen promedio de agua destilada por mes y tipo de destilador



Fuente: 5, Datos del experimento

Al evaluar las interacciones, los resultados indican que los mayores promedios se logran en el mes de diciembre o noviembre usando el destilador modificado de dos vertientes, con promedios de 1823 y 1806 cc/m²/día respectivamente; también se logra promedios similares, pero ligeramente inferiores, en el mes de diciembre con destilador escalonado o en terrazas o destilador solar de dos vertientes modificado, cuyos promedios son de 1729 y 1738 cc/m²/día. En el mes de noviembre también se logró volúmenes similares, con destilador solar a dos vertientes modificado y con destilador escalonado o en terrazas, con volúmenes de agua de 1465 y 1691 cc/m²/día respectivamente.

Tabla 08: Relación entre los factores climatológicos y el volumen de agua obtenido con los destiladores

Factores climatológicos	Pearson	Destilador solar de una vertiente	Destilador solar de dos vertientes	Destilador solar de dos vertientes modificado	Destilador solar en terrazas
Temperatura media	R	0,604*	0,503	0,708**	0,469
	Sig. (bilateral)	0,029	0,080	0,007	0,106
	N	13	13	13	13
Temperatura máxima	R	0,501	0,405	0,610*	0,351
	Sig. (bilateral)	0,081	0,170	0,027	0,240
	N	13	13	13	13
Temperatura mínima	R	0,588*	0,417	0,573*	0,484
	Sig. (bilateral)	0,034	0,156	0,040	0,094
	N	13	13	13	13
Horas de sol	R	143	0,056	-0,133	-0,254
	Sig. (bilateral)	0,640	0,857	0,665	0,402
	N	13	13	13	13

Fuente: Datos del experimento

Los resultados del análisis de correlación indican que el volumen de agua destilada obtenida con un destilador de una vertiente o el obtenido con un destilador solar de dos vertientes modificado, se relaciona en forma significativa (Sig.<0.05) y directa con la temperatura media; el primer tipo de destilador también se relaciona significativamente con la temperatura mínima, mientras que el segundo evidencia este tipo de relación tanto con la temperatura mínima como con la temperatura máxima. Las correlaciones positivas implican que en la medida que dicha temperatura se incrementa, el volumen de agua destilada, obtenida con los destiladores mencionados se

incrementa. Con las horas de sol, no se encontró relaciones significativas con el volumen de agua destilada logrado con los diferentes destiladores.

4.2. Evaluación de los supuestos del Análisis de Varianza Supuesto de normalidad

Para evaluar el supuesto de normalidad de los datos se utilizó la prueba de Kolmogorov, Smirnov, cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla 09: Resultados de la prueba de Kolmogorow, Sirminov

		Volumen de agua
N		52
Parámetros normales(a,b)	Media	1.38557
	Desviación típica	0.422810
Diferencias más extremas	Absoluta	0.137
	Positiva	0.115
	Negativa	-0.137
Z de Kolmogorov-Smirnov		0.985
Sig. asintót. (bilateral)		0.286
Sig. exacta (bilateral)		0.261
Probabilidad en el punto		0.000

Fuente: 6, Datos del experimento

- a.- La distribución de contraste es la Normal.
- b.- Se han calculado a partir de los datos.

La hipótesis que contrasta la prueba indicada es que los datos siguen una distribución normal (Hipótesis nula), frente a la hipótesis de que los datos no siguen dicha distribución (Hipótesis alternativa); la significancia de la prueba,

Sig.=0.261, es superior al nivel de 0.05, correspondiente a un nivel de significancia de la prueba del 5%, lo que conduce a aceptar la hipótesis de que los datos siguen una distribución normal.

Supuesto de homogeneidad de varianzas

Para comprobar este supuesto se utilizó la prueba de Levene, cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla 10: Contraste de Levene sobre la igualdad de las Varianzas error (a)

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1.011	11	40	.454

Esta prueba contrasta la hipótesis de que las varianzas son iguales (Hipótesis nula) frente a la hipótesis de que las varianzas no son iguales (Hipótesis alternativa). El nivel de significación de la prueba de 0.454, es superior al nivel de 0.05, correspondiente a un nivel de significación de la prueba del 5%, lo que conduce a aceptar la hipótesis de que las varianzas son iguales.

Los resultados indican que se cumplen los dos supuestos críticos del análisis de varianza, lo que garantiza la aplicabilidad de las pruebas del análisis de varianza.

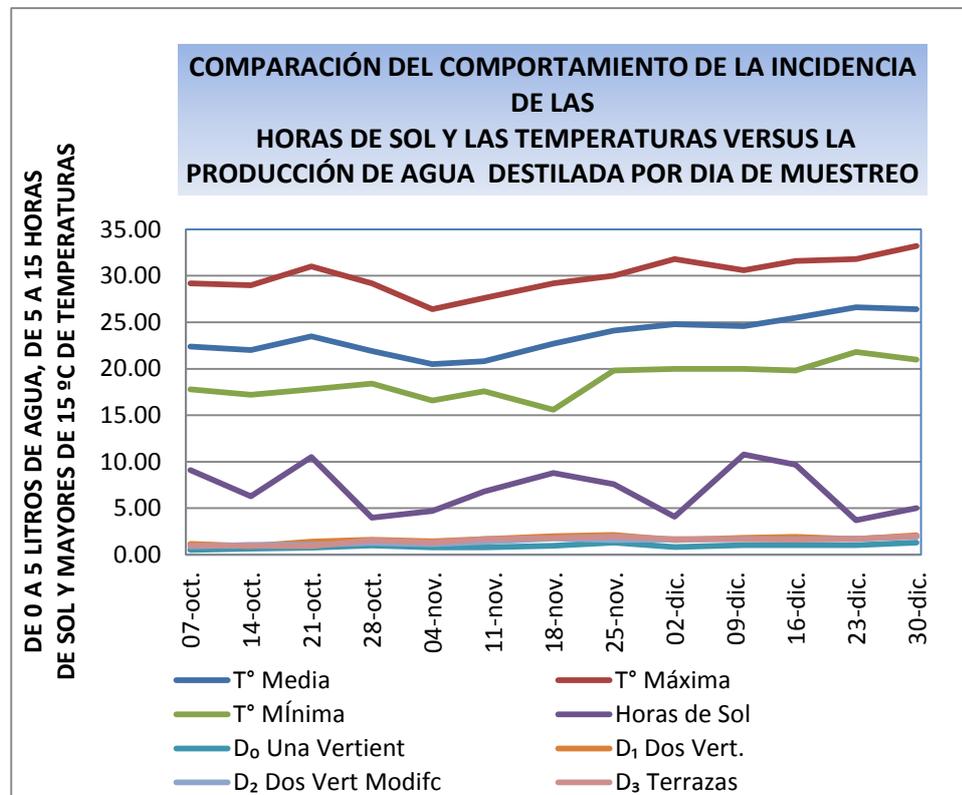
Comparación del comportamiento de la incidencia de las horas de sol y las temperaturas versus la producción de agua destilada por día de muestreo

Se puede apreciar que la producción de agua destilada se comporta en forma ascendente en casi todos los modelos de destiladores a medida que van llegando al mes de diciembre.

También se podría señalar la probabilidad del efecto invernadero que se genera dentro de los módulos de destilación solar, y a la vez sean los que mayor influencia pueden ejercer en la producción de agua destilada.

Cabe señalar que en el campo o en cualquier ambiente expuesto al polvo y al viento, la humedad ambiental forma capas de polvo y tierra sobre los módulos de destilación que impiden el fácil paso de los rayos de la radiación solar directa, más si podría ingresar la radiación solar difusa y la radiación solar reflejada hacia dentro del sistema.

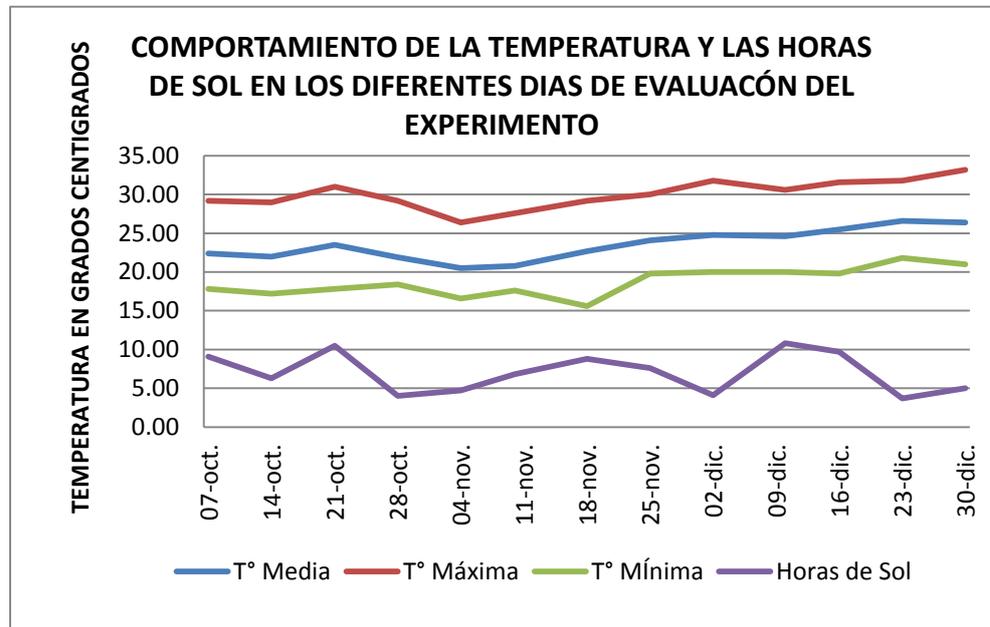
Grafico 04: Comparación del comportamiento de la incidencia de las horas de sol y las temperaturas versus la producción de agua destilada por día de muestreo



Según el grafico 04, podemos apreciar que el volumen de agua para los cuatro destiladores solares en prueba se va incrementando poco a poco a medida que nos vamos acercando al mes de diciembre. Esto lo señalan las líneas de colores azul claro (D₀), celeste (D₂), marrón claro (D₁) y rosado (D₃) que se encuentran próximas a la parte inferior de la base del gráfico.

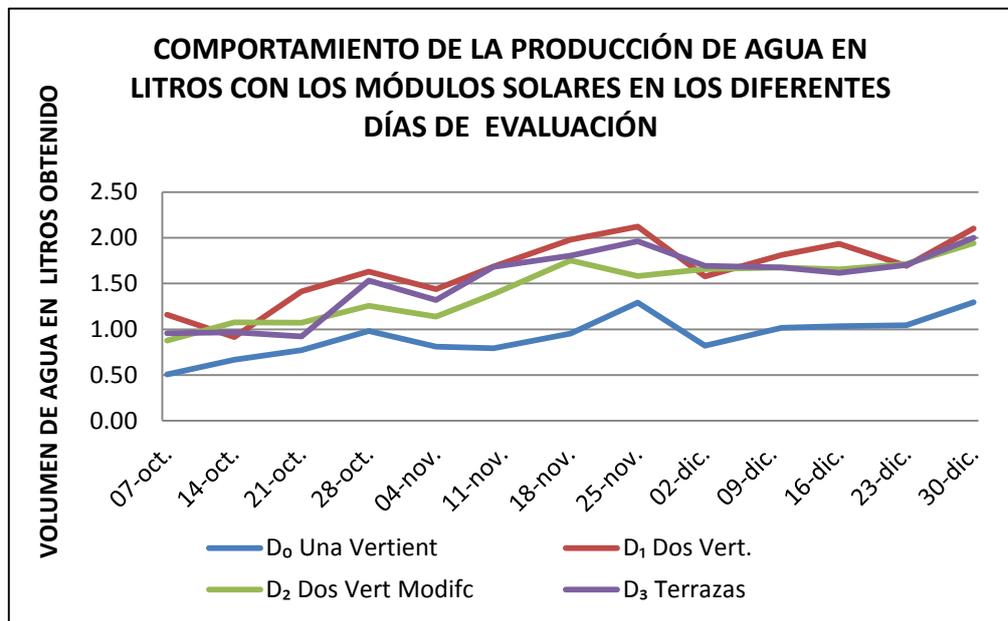
Se puede apreciar, también, que se da un comportamiento de incremento ligero de producción de agua destilada paralelo al comportamiento de la temperatura tal como se ve en los colores rojo, azul claro y verde de la parte superior del grafico que corresponde a las temperaturas (máxima, promedio y mínima).

Grafico 05: Comportamiento de la temperatura y las horas de sol en los diferentes días de evaluación del experimento



En el Grafico 05 podemos apreciar el comportamiento de los elementos del clima durante los meses de evaluación del experimento: temperatura máxima, temperatura promedio y temperatura mínima junto con las horas de sol. Podemos apreciar que las temperaturas tienen un comportamiento ascendente desde el mes de octubre, pero las horas de sol son irregulares, las mismas que se dan en mayor o menor número de horas sin importar el mes.

Gráfico 6: Comportamiento de la producción de agua en litros con destiladores solares en estudio y en los diferentes días de evaluación



En el Grafico 06 podemos apreciar que también la producción de agua destilada en cada uno de los módulos tiende a ir incrementándose ligeramente desde el primer día de evaluación del 07 de octubre hasta el 31 del mes de diciembre.

4.3. Evaluación de Rentabilidad Económica de los Destiladores en estudio:

Tabla 11: Rentabilidad económica de los módulos solares en estudio

MODELO DE DESTILADOR	Descripción	Costo Total S/.	Cantidad de agua promedio de tres meses producida Litros/día	Obtención de 20 litros de agua		Costo S/. de agua potable por mes según EPSGrau (10m ³ /mes)	Costo mensual del agua en un horizonte de 10 años para obtener 20 litros minimos de agua/día en el desierto	Costo S/. de Los 20 litros de agua potable obtenidda de los modulos según tarifa de EPSGrau
				litros	Inversión total para obtener 20 litros de agua por día según cada sistema S/.			
Destilador a un agua (testigo) - D ₀	Módulo solar con marcos de aluminio con paredes de plástico a un agua y con 1m ² de base mas cubeta para agua de metal	400.37	0.92	20.00	8,692.06	70	72.4	0.14
Destilador a dos aguas D ₁	Módulo solar con marcos de aluminio, con plástico a dos aguas, 1m ² de base vidrio y triplay mas cubeta para agua de metal	337.42	1.65	20.00	4,088.34	70	34.1	0.14
Destilador a dos aguas modificado D ₂	Módulo con marcos de aluminio con paredes de vidrio a dos aguas y forrado con plástico, 1m ² de base de vidrio y triplay.	571.85	1.45	20.00	7,914.81	70	66.0	0.14
Destilador escalonado o en terrazas D ₃	Módulo solar en terrazas de vidrio a un agua, 1m ² de base de vidrio y triplay.	722.18	1.53	20.00	9,468.85	70	78.9	0.14

1. Desde el punto de vista económico y teniendo en cuenta la mayor cantidad de agua lograda con el módulo de dos vertientes de plástico obtenemos la cantidad de 1.65 litros en promedio por día durante los tres meses con un costo más económico de S/. 337.4 el módulo, ahora que si aumentamos la inversión a una cantidad aproximada de S/. 4088.3 esto permitirá producir 20 litros de agua diarios y se puede pagar en un periodo acumulado de 10 años, el costo mensual de agua que correspondería sería de S/. 34 soles (sin considerar intereses) para tener 20 litros diarios de agua destilada como mínimo según la FAO, en el desierto y para consumo humano.

4.4. Evaluación de la calidad del agua.

Tabla 12: Evaluación físico química y biológica de las aguas del experimento en laboratorio Hidráulica de la UDEP

Código de laboratorio		Lab 141/18			
Fecha de muestreo ^(C)		14-03-2018			
Hora de muestreo ^(C)		02:30 p.m.			
Lugar de muestreo ^(C)		Fozo Artesanal Centro Poblado Tabanco Distrito de "El Tallán"- Comunidad de Sechura		Reglamento de Calidad de agua DIOESA	CUMPE SI/NO
Tipo de producto ^(C)		Agua subterránea			
Tipo de ensayo		Unidad	LDM	Resultado	
Análisis Microbiológicos					
Bacterias heterotróficas ⁽¹⁾		UFC/mL	1	650 000	0 NO
Coliformes termotolerantes (NMP)		NMP/100 mL	1,8	130	< 1,8 NO
Coliformes totales (NMP)		NMP/100 mL	1,8	130	< 1,8 NO
Escherichia coli		NMP/100 mL	1,8	79	< 1,8 NO
(4) Análisis Biológicos					
Huevos de Helminto		Huevos/L	1	40	0 NO
Quistes y oocistos de Protozoarios patógenos		Organismos/L	1	20	0 NO
	Algas	Organismos/L	1	7 750	0 NO
	Copépodos	Organismos/L	1	< 1	0 SI
	Rotíferos	Organismos/L	1	< 1	0 SI
	Nematodos	Organismos/L	1	20	0 NO
	Protozoarios	Organismos/L	1	920	0 NO
(4),(44) Análisis de Metales Pesados					
Aluminio total		mg/L	0,002 51	0,017 66	0,2 SI
Antimonio total		mg/L	0,000 04	0,000 11	0,02 SI
Arsénico total		mg/L	0,000 09	0,003 06	0,010 SI
Bario total		mg/L	0,000 12	0,041 33	0,70 SI
Berilio total		mg/L	0,000 05	< 0,000 05	
Boro total		mg/L	0,000 27	0,525 63	1,5 SI
Cadmio total		mg/L	0,000 06	0,000 74	0,003 SI
Calcio total		mg/L	0,008 0	129,80	
Cobalto total		mg/L	0,000 05	0,000 36	
Cobre total		mg/L	0,000 05	0,000 81	2,0 SI
Cromo total		mg/L	0,000 04	0,000 39	0,050 SI
Estafio total		mg/L	0,000 06	0,000 30	
Estroncio total		mg/L	0,000 06	1,53	
Hierro total		mg/L	0,003 3	0,010 0	0,3 SI
Litio total		mg/L	0,000 04	0,004 77	
Magnesio total		mg/L	0,001 0	58,01	
Manganeso total		mg/L	0,000 08	0,415 74	0,4 NO
Mercurio total		mg/L	0,000 07	< 0,000 07	0,001 SI
Molibdono total		mg/L	0,000 04	0,045 77	0,07 SI
Niquel total		mg/L	0,000 07	< 0,000 07	0,020 SI
Plata total		mg/L	0,000 02	0,000 09	
Piomo total		mg/L	0,000 05	0,000 30	0,010 SI
Potasio total		mg/L	0,003 2	1,16	
Selenio total		mg/L	0,002 1	0,006 3	0,010 SI
Silicio total		mg/L	0,000 39	20,60	
Sodio total		mg/L	0,005 5	412,10	200 NO
Talio total		mg/L	0,000 04	< 0,000 04	
Titanio total		mg/L	0,000 13	0,001 50	
Uranio total		mg/L	0,000 13	0,016 94	0,015 NO
Vanadio total		mg/L	0,000 05	0,013 63	
Zinc total		mg/L	0,001 5	0,004 5	3,0 SI

Tabla 13: Evaluación físico química y biológica de las aguas del experimento en laboratorio Hidráulica de la UDEP

Código de laboratorio	Lab 15718				
Código de cliente	M1				
Fecha de muestreo ⁽¹⁾	20-03-2018				
Hora de muestreo ⁽¹⁾	07:00 a.m.				
Lugar de muestreo ⁽¹⁾	Sistema de Tratamiento del Modulo de Destilación Solar, Centro Poblado El Tabanco-El Tallán-Piura			Reglamento de Calidad de agua DIGESA	CUMPE SI/NO
Tipo de producto ⁽²⁾	Agua de proceso				
Tipo de ensayo	Unidad	L.D.M	Resultado		
Análisis Microbiológicos					
⁽³⁾ Bacterias heterotóficas ⁽³⁾	UFC/mL	1	350 000	0	NO
Coliformes termotolerantes (NMP)	NMP/100 mL	1,8	49	< 1,8	NO
Coliformes totales (NMP)	NMP/100 mL	1,8	2 200	< 1,8	NO
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	1,8	33	< 1,8	NO
⁽⁴⁾Análisis Biológicos					
Huevos de Helminto	Huevos/L	1	<1	0	SI
Quiistes y ooquistes de Protozoarios patógenos	Organismos/L	1	<1	0	SI
Algas	Organismos/L	1	<1	0	SI
Copépodos	Organismos/L	1	<1	0	SI
Organismos de vida libre	Organismos/L	1	<1	0	SI
Rotíferos	Organismos/L	1	<1	0	SI
Nematodos	Organismos/L	1	<1	0	SI
Protozoarios	Organismos/L	1	9	0	SI
^{(4), (5)}Análisis de Metales Pesados					
Aluminio total	mg/L	0,002 51	0,724 34	0,2	SI
Antimonio total	mg/L	0,000 04	< 0,000 04	0,02	SI
Arsénico total	mg/L	0,000 09	< 0,000 09	0,010	SI
Bario total	mg/L	0,000 12	0,002 64	0,70	SI
Berilio total	mg/L	0,000 05	< 0,000 05		
Boro total	mg/L	0,000 27	0,064 18	1,5	SI
Cadmio total	mg/L	0,000 06	0,001 91	0,003	SI
Calcio total	mg/L	0,008 0	0,792 9		
Cobalto total	mg/L	0,000 05	0,000 15		
Cobre total	mg/L	0,000 05	0,002 48	2,0	SI
Cromo total	mg/L	0,000 04	0,000 75	0,050	SI
Estaño total	mg/L	0,000 06	0,460 74		
Estroncio total	mg/L	0,000 06	0,005 46		
Hierro total	mg/L	0,003 3	0,010 7	0,3	SI
Litio total	mg/L	0,000 04	0,001 13		
Magnesio total	mg/L	0,001 0	0,230 0		
Manganeso total	mg/L	0,000 06	0,007 29	0,4	SI
Mercurio total	mg/L	0,000 07	< 0,000 07	0,001	SI
Niobio total	mg/L	0,000 04	0,000 18	0,07	SI
Niquel total	mg/L	0,000 07	0,000 49	0,020	SI
Plata total	mg/L	0,000 02	< 0,000 02		
Picno total	mg/L	0,000 05	0,000 34	0,010	SI
Potasio total	mg/L	0,003 2	0,216 5		
Selenio total	mg/L	0,002 1	< 0,002 1	0,010	SI
Silicio total	mg/L	0,000 39	3,97		
Sodio total	mg/L	0,005 5	17,06	200	SI
Talio total	mg/L	0,000 04	< 0,000 04		
Titanio total	mg/L	0,000 13	0,001 15		
Uranio total	mg/L	0,000 13	< 0,000 13	0,015	SI
Vanadio total	mg/L	0,000 05	0,000 32		
Zinc total	mg/L	0,001 5	0,012 5	3,0	SI

V. DISCUSIÓN

De la tabla N°07.- Respecto del promedio de agua destilada obtenida con los cuatro modelos de destilación solar y en los tres meses del experimento encontramos que en el mes de octubre el mayor volumen lo alcanza el destilador solar de dos vertientes (D-1) con 1.279 l/día promedio siendo significativamente mayor que la producción del destilador solar de una vertiente, pero estadísticamente iguales que los valores obtenidos por los destiladores solares el de dos vertientes modificado (D-2) y el destilador en cascada (D-3). Para el caso de los resultados del mes de noviembre, se observa que la mayor producción de agua destilada lo obtenemos con el modelo de destilador solar de dos vertientes de 1.806 l/día promedio. El que supera significativamente al volumen obtenido del destilador solar de una vertiente que produce 0.960 l/día promedio, y también el destilador solar de dos vertientes tiene una producción estadísticamente similar a la del destilador solar de dos vertientes y a la del destilador escalonado o en terrazas. Para el caso de los resultados obtenidos en el mes de diciembre, podemos decir que el destilador solar de dos vertientes (D-1) nuevamente logra valores significativamente superiores a 1.823 l/día promedio en comparación con el destilador solar de una vertiente 1.042 l/día promedio, pero tiene una producción estadísticamente similar a la de los destiladores solares de dos vertientes modificado y al destilador solar en terrazas.

Desde el punto de vista de producción final a los tres meses del experimento se puede señalar que el destilador de dos vertientes tiene el mayor promedio de producción 1.651 l/día promedio y con un posible rango de amplitud que oscila entre los 1.509 a 1.763 l/día promedio, siendo diferente y significativamente mayor

que el promedio obtenido del destilador solar de una vertiente y estadísticamente similar que los promedios obtenidos de los destiladores solares de dos vertientes modificados y el destilador en cascada.

Con respecto al promedio de volumen de agua obtenido combinando la producción mensual de los cuatro destiladores en estudio obtenidos en cada mes podemos apreciar que el promedio obtenido en el mes de diciembre 1.583 l/día promedio es el mayor significativamente al promedio obtenido en el mes de octubre (1.044 l/día promedio) pero es estadísticamente igual al obtenido en el mes de noviembre. (1.481 l/día promedio)

Tabla 08.- Respecto a la relación de los factores climáticos y el volumen de agua obtenida con los destiladores podemos comentar que si bien hay un mayor volumen de agua obtenido del modelo D-1 tanto para una temperatura media y como para una temperatura máxima. También para el modelo D-2 destilador solar a dos aguas modificado y el destilador solar testigo D-0 resulta una relación en forma significativa y directa con el comportamiento de la temperatura mínima. A este comportamiento también tendría que evaluarse con mayor detalle la influencia de la altura dada (1m) al diseño físico de este módulo solar. También para el modelo de destilador a dos aguas modificado (D-1) se le debe evaluar la influencia de usar dos capas transparentes una de vidrio y la otra de plástico grueso (N°16), esto se le dio una altura de 50 cm desde la base del módulo solar.

Tabla 11.- Respecto de la rentabilidad económica de los módulos solares en estudio:

Al evaluar la Hipótesis alternativa y la Hipótesis nula para ver la posibilidad de producir 20 litros de agua mínima por día, podemos decir que la Hipótesis Alternativa desde el punto de vista económico y teniendo en cuenta la mayor cantidad de agua lograda con el módulo de dos vertientes de plástico en la que obtenemos la cantidad de 1.65 litros en promedio por día durante los tres meses con un costo de S/. 337.4 el módulo, si podría ser posible si aumentamos la inversión a una cantidad aproximada de S/. 4088.3 esto permitirá producir 20 litros de agua diarios y se puede pagar en un periodo acumulado de 10 años, y el costo mensual de agua en la que se incurre sería de S/. 34 soles y sin intereses para tener 20 litros diarios de agua destilada en el desierto y para consumo humano.

Dado que las condiciones económicas del ganadero de la zona hacen ver que está en posibilidades de cubrir ese costo y a la vez frecuente ingresar al desierto una vez a la semana quedándose tres días a la semana en el desierto, es que se ve factible desde ese punto de vista. También podemos decir que el mismo productor no vive los siete días de la semana en el desierto, solo usa dos a tres días, aprovechando para dejar trabajando esos sistemas de destilación de agua y tener la cantidad de agua diaria necesaria y acumulada a la vez.

VI. CONCLUSIONES

1. Los destiladores solares de dos vertientes, el destilador solar de cascada y el destilador solar de dos vertientes modificado con los rendimientos promedios de 1.6510, 1.5250 y 1.4450 litros de agua destilada por m^2 / día son iguales estadísticamente y a la vez superan estadísticamente en la producción promedio de agua destilada durante los tres meses al destilador solar de una vertiente, 0.921 litros de agua destilada por m^2 / día.
2. Ningún destilador probado logra alcanzar la producción de 20 litros de agua promedio por m^2 de espejo de agua y por día. Solo incrementando el número de réplicas para cada modelo en estudio se podría llegar más fácilmente a alcanzar la cantidad de 20 litros de agua destilada por día, mas no por m^2 de espejo de agua.
3. El diseño más adecuado ambiental y económicamente es el destilador de dos vertientes que logra producir mayor volumen de agua: 1.651 litros de agua destilada por m^2 / día a un menor costo de S/. 337.32 soles por módulo., y por ser de menor altura usa menor la cantidad de plástico para su diseño.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda mayor cuidado con la manipulación de los envases que se usan para recoger y transporta el agua producida por riesgo de contaminación externa con Escherichia coli.
2. Se recomienda continuar ensayos mejorando el material de vidrio de las paredes de los paneles solares para mejorar la capacidad de producción y captación de agua del sistema. Por lo que el grosor de este vidrio debería ser de 6 milímetro.
3. Se recomienda en otros ensayos con estos temas evaluar el comportamiento anual de los módulos solares durante los doce meses del año.
4. Se recomienda continuar con otros ensayos y reemplazar el uso de drenes o trampas para captar el agua condensada producida que discurre dentro de las paredes del plástico por sistemas que permitan almacenar en el fondo directamente el agua producida por el sistema y recogerla con grifos.
5. Se ve en el campo que el viento el polvo la humedad ambiental forman capas de polvo y tierra sobre las cubiertas de vidrio y/o plástico y esto impide el libre ingreso de luz solar por radiación directa, más si la difusa y radiación reflejada, Ese necesario limpiar siempre con un trapo de algodón húmedo antes de agregar el agua a procesar.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABSORSISTEM. (2018). *Principios básicos de la condensación*. Accedido el 25 de agosto de 2018, de <https://www.absorsistem.com/tecnologia/condensacion/principios-basicos-de-la-condensaci%C3%B3n>
- BRUCE, MITCHELL. (1999). *La gestión de los recursos y del medio ambiente*. (1ra ed) España. Ediciones Mundi-Prensa.
- CABANILLAS, C. V., CHÁVEZ, Z. E. CRUZ, M. (2008). *Los derechos humanos al agua, a la salud y a una vida libre de violencia*. Accedido el 31 de Agosto de 2016, en <http://cedal-peru.org/wp-content/uploads/2013/02/los-derechos-humanos-al-agua-a-la-educacion-a-la-salud-y-a-una-vida-libre-de-violencia-diagnostico-regional-piura.pdf>
- CARACTERIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE PIURA. (2016). Accedido el 01 de setiembre de 2016, en <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Piura/Piura-Characterizacion.pdf>
- CALAMEO. (2017). *Los destiladores solares*. Accedido el 22 de febrero de 2017, en <http://es.calameo.com/read/003919090e0b6e7cd56ec>
- CONCEPTO DE FINICIÓN DE (2014). *Definición de temperatura*. Accedido el 07 de junio de 2018 en: <http://conceptodefinicion.de/temperatura/>

- DECONCEPTOS,COM (2018). *Conceptos de evaporación*. Accedido el 25 de Agosto de 2018, de <https://deconceptos.com/ciencias-naturales/evaporaciondeconceptos.com>
- DIARIO CORREO. (2013). *Los pueblos del desierto viven en total abandono*. Accedido el 14 de febrero de 2017, en <http://diariocorreo.pe/ciudad/los-pueblos-del-desierto-viven-en-total-aban-77048/>
- ECURED. (2018). *Destilador solar*. Accedido el 06 de 06 de 2018, en https://www.ecured.cu/Destilador_solar
- ERICH SAETTONE. (2016). *Análisis comparativo entre diferentes destiladores solares de agua marina*. Accedido el 17 de febrero del 2017 en <http://www.ulima.edu.pe/node/6160>
- ESFERA AMIGABLE. (2016). *Manual Carta Humanitaria y Normas Mínimas Para la Respuesta Humanitaria*. Accedido el 06 de junio de 2018, en: <http://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2016/06/Manual-Proyecto-Esfera1.pdf>
- ESPINOSA CLAUDIO. CESAR A. (1999). *Sociedad indígena, tierra y curacazgos yungas en la Región de Piura*. Accedido el 23 de febrero del 2017, en [file:///C:/Users/Cliente/Downloads/ESPINOZA CLAUDIO CESAR SO CIEDAD V 1%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Cliente/Downloads/ESPINOZA_CLAUDIO_CESAR_SO_CIEDAD_V_1%20(1).pdf)

- ENERGIZAR. (2017). *Destilador solar*. Accedido el 06 de junio del 2018, en http://www.energizar.org.ar/energizar_desarrollo_tecnologico_destilador_solar_que_es.html
- ENPERÚ. (2015). *Página turística*. Accedido el 24 de febrero de 2017, en [:http://www.enperu.org/informacion-util-piura-mapa-como-llegar-sitios-turisticos-donde-se-ubica-piura.html](http://www.enperu.org/informacion-util-piura-mapa-como-llegar-sitios-turisticos-donde-se-ubica-piura.html)
- EXPOCIENCIAS. (2017). *Sistema modular de evaporación para aguas grises*. Accedido el 24 de febrero de 2017, en <http://expociencias.com.mx/project/sistema-modular-de-evaporacion-para-aguas-grises/>
- ETESA S.A. (2009). *Duración media de brillo solar u horas de sol*. Accedido el 07 de junio de 2018, en: http://www.hidromet.com.pa/brillo_solar.php
- FONSECA, SUSANA; BRITO, ÁNGEL; ANDIÓN, RONALD; PERDOMO, EIDER; FERNÁNDEZ, MARÍA. (2009). *Análisis Exergético del Destilador Solar de Bandeja de Fibra de Vidrio*. Universidad de Oriente Santiago de Cuba. Accedido el 21 de agosto de 2018, en <http://www.redalyc.org/pdf/4455/445543760003.pdf>
- FOUQUET, HÉCTOR. (2014). *Desalinizadoras solares*. Accedido el 23 de febrero de 2017, en <http://hfouquet18.blogspot.pe/2014/12/dezalinizadora-de-agua-dual.html>

- GONZÁLEZ, P. GONZÁLEZ E. (s.f.). *Recursos Didácticos. Parte II*. Accedido el 15 de Agosto de 2016, en <http://quim.iqi.etsii.upm.es//vidacotidiana/QVCParte2.pdf>
- HERNÁNDEZ, M. (2013). *Metodología de la investigación*. Accedido el 12 de setiembre de 2017, en 2016 de <http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.pe/2013/06/ejemplo-de-planteamiento-del-problema.html>
- HERMANN SCHEER. (2018). *La energía solar no es una energía alternativa: es la Energía*. Accedido el 15 de marzo de 2018, en <http://calculationsolar.com/blog/?cat=2>
- INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ. (s. f.). *Piura*. Accedido el 15 de Setiembre de 2016, en <http://www.met.igp.gob.pe/>
- ITALO RODRÍGUEZ & EDER VILLARREAL. (2008). *Informe Geoeconómico de la Región Piura, Programa de Metalogenia*. Accedido el 24 de febrero de 2017, en http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/469172/2010_GE13_Informe_Geoeconomico_Region_Piura.pdf/8a5a26e9-3e39-479f-aedb-5ec4e951ee41.
- JIMÉNEZ B. JOSÉ. (2013). *Ingenios Solares: Manual Práctico Para la Construcción de Aparatos Sencillos Relacionados con la Energía Solar (2ª ed.)* Accedido el 06 de junio de 2018, en

<http://www.terra.org/categorias/comunidad-guerrilla/destilador-solar-de-dos-vertientes>

- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (s.f). *La Situación del agua en el Perú*. Accedido el 15 de Setiembre de 2016, en <http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/situacion-del-agua-en-el-peru/>
- MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES DE ESPAÑA (s.f). *Encuestas: metodología para su utilización*. NTP 283: Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el Trabajo, Accedido el 22 de febrero del 2017, en http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_283.pdf
- MOLANES, ELISA. (S.F.). *Diseños de experimentos*. Accedido el 16 de Setiembre de 2016, en <http://halweb.uc3m.es/esp/personal/personas/emolanes/esp/archivos/estii/anova.pdf>
- MONTEALEGRE B. JOSÉ. (2000). *Escalas de la Variabilidad Climática*. Accedido el 6 de junio de 2018, en [file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Escalas de la variabilidad clim tica.pdf](file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Escalas%20de%20la%20variabilidad%20clim%20tica.pdf)
- NACIONES UNIDAS. (2014). *El agua fuente de vida*. Decenio internacional para la acción “El agua fuente de vida 2005 – 2015” Accedido el 16 de setiembre de 2016, en

http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtm

1

- NANDWANI, S. (2013). *Destilador solar – construcción funcionamiento y uso*.
Accedido el 20 Agosto de 2016, en
<https://doctornandwanisolarcook.files.wordpress.com/2013/03/fdestils2013s.pdf>
- NALCO CHEMICAL COMPANY. (1989). *Manual de Agua; su naturaleza racionamiento y aplicación (1ra ed)*. México: (McGraw-Hill/interamericana de México, s. a. de c.v.
- NASA. (2018). *Atmospheric science data center, Surface meteorology and Solar Energy*. Accedido el 15 de marzo de 2018 en
<https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/RETScreen/>
- OLIVA, T. JOSÉ. (2014). *Master en Ingeniería del agua*. Universidad de Sevilla: Accedido el 06 de junio de 2018, en:
http://aula.aguapedia.org/pluginfile.php/11533/mod_resource/content/1/acelerador%20destilacion%20solar%20ads.pdf
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD Y ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. PROYECTO ESFERA (2011). *Notas Técnicas Sobre Agua, Saneamiento e Higiene en Emergencias. Cantidad de agua en emergencias*. Accedido el 25 de febrero del 2017, en
file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Nota09%20(1).pdf

- ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD Y PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS (2011). *El derecho al agua*, Folleto Informativo N° 35., Pág. 9, Ginebra Suiza. Accedido el 15 de Setiembre de 2016, en <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35sp.pdf>
- HERNÁNDEZ, J. PEDRO. (2014). *Radiación directa difusa y reflejada*. Accedido el 07 de marzo de 2018, en <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/radiacion-directa-difusa-y-reflejada/>
- PÉREZ, GUILLERMO. (2018). *Evaporación*. Accedido el 25 de agosto de 2018. de <https://www.ciclohidrologico.com/evaporacin>
- PRODES. (2010). *Productos para la desalación comercial alimentados mediante energía renovable*. Accedido el 14 de setiembre del 2016, en http://www.itccanarias.org/web/servicios/agua/documentos/Productos%20comerciales_PRODES.pdf?lang=es
- ROS ANTONIO. (2011). *El agua. Desalación (4/4)*. Accedido el 14 de Setiembre del 2016, en <http://www.mailxmail.com/curso-agua-desalacion-4-4/procesos-desalacion>
- Rpp. (2015). *Piura tiene la mayor población ganadera caprina en el Perú*. Accedido el 25 febrero de 2018, en <http://rpp.pe/peru/piura/piura-tiene-la-mayor-poblacion-ganadera-caprina-en-el-peru-noticia-922692>

- RUIZ ARCOS JOSÉ M. (s.f). *Desalinización de agua del mar mediante el uso de energía solar*. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Químicas. Carrera Ingeniería Ambiental. Accedido el 18 de abril de 2017, en <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/33950/1/ruizarcosjosemanuel.pdf>
- Sitiosolar.com. (s.f.). *Los destiladores solares*. Accedido el 28 de agosto de 2016, en <http://www.sitiosolar.com/los%20destiladores%20solares.htm>
- SUMAQPERU. (2008). *Página turística del Perú*. Accedido el 24 de febrero de 2017, en <http://wiki.sumaqperu.com/es/Piura>
- UNESCO. (2015). *Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015*. Informe. Accedido el 22 de febrero de 2018, en http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR_2015Facts_Figures_SPA_web.pdf
- UNIVERSIDAD DE ORIENTE SANTIAGO DE CUBA. (2009). *Análisis Exergético del Destilador Solar de Bandeja de Fibra de Vidrio*, Centro de Investigación de Energía Solar. Accedido el 05 de junio de 2018, en <http://www.redalyc.org/pdf/4455/445543760003.pdf>
- UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. (s.f.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Facultad de Educación. Accedido el 01 de setiembre de 2016, en <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/diciex/proyectos/agua/mares.html>

- UNIVERSIDAD DE PIURA. BIBLIOTECA CENTRAL. ÁREA DE PROCESOS TÉCNICOS. (2011). *Guía para la elaboración y trabajos de investigación según estilo del APA*. Piura. Perú. Accedido el 13 de Setiembre del 2016, en <http://udep.edu.pe/biblioteca/files/2015/07/Guia-ElabCitas-y-Ref-Estilo-APA.pdf>
- WIKIPEDIA (2016). Enciclopedia. *El agua potable y saneamiento en América Latina*. Accedido el 15 de Setiembre del 2016, en https://es.wikipedia.org/wiki/Agua_potable_y_saneamiento_en_Am%C3%A9rica_Latina
- WIKIPEDIA. (2018). *Destilación solar*. Accedido el 23 de agosto del 2018, en https://es.wikipedia.org/wiki/Destilaci%C3%B3n_solar
- WIKIPEDIA. (2017). Enciclopedia Libre, *La estacionalidad o Variación Estacional*. Accedido el 22 de febrero de 2016, en <https://es.wikipedia.org/wiki/Estacionalidad>
- WIKIPEDIA. (2018). Enciclopedia libre. *El desierto de Sechura*, Accedido el 06 de junio de 2018, en : https://es.wikipedia.org/wiki/Desierto_de_Sechura
- WIKIWATER. (2010). *Los pozos excavados a mano*. Accedido el 7 de junio de 2018, en <https://wikiwater.fr/e29-los-pozos-excavados-a-mano>

ANEXOS

Ilustración N°01: Proceso de recolección de muestras



Ilustración N°02: Recojo manual de agua del pozo artesanal



Ilustración N°03: El pozo cuenta con una profundidad de 60 metros y el agua es amarga



Ilustración N°04: Lata de 20 litros de agua extraída del pozo artesanal



Ilustración N°05: Dando tracción manual a la polea para recoger el agua del pozo



Ilustración N°06: Recolectando las muestras de agua del pozo artesanal para llevar al laboratorio para análisis físico químico y biológico de aguas en la UDEP.



Ilustración N°07: Recolección de muestras de 1 litro con depósitos esterilizados.



Ilustración N°08: Recolección de muestras de 1 litro con depósitos esterilizados para analizar en la UDEP



Ilustración N°09: Noria de la Familia Sandoval – Habitantes del Centro



Ilustración N°10: Módulo de destilación solar modelo en terrazas sin tapa.



Ilustración N°11: Módulo de destilación solar modelo en terrazas sin tapa con base mayor bases menores de vidrio negro.



Ilustración N°12: Módulo de destilación solar modelo en terrazas instalado y trabajando



Ilustración N°13: Ingreso del agua a tratar hacia el módulo es por gravedad



Ilustración N°14: Módulo de destilación solar modelo en terrazas instalado y trabajando



Ilustración N°15: Trabajando en la construcción e instalación del módulo de destilación solar aun agua



Ilustración N°16: Módulo de destilación solar a un agua instalado y trabajando



Ilustración 17: Trabajando en la construcción e instalación del módulo de destilación solar a dos aguas.



Ilustración N°18: Trabajando en la construcción e instalación del módulo de destilación solar a dos aguas



Ilustración N°19: Trabajando en la construcción e instalación de los módulos de destilación solar.



Ilustración N°20: Alimentación de agua del módulo de destilación solar a un agua

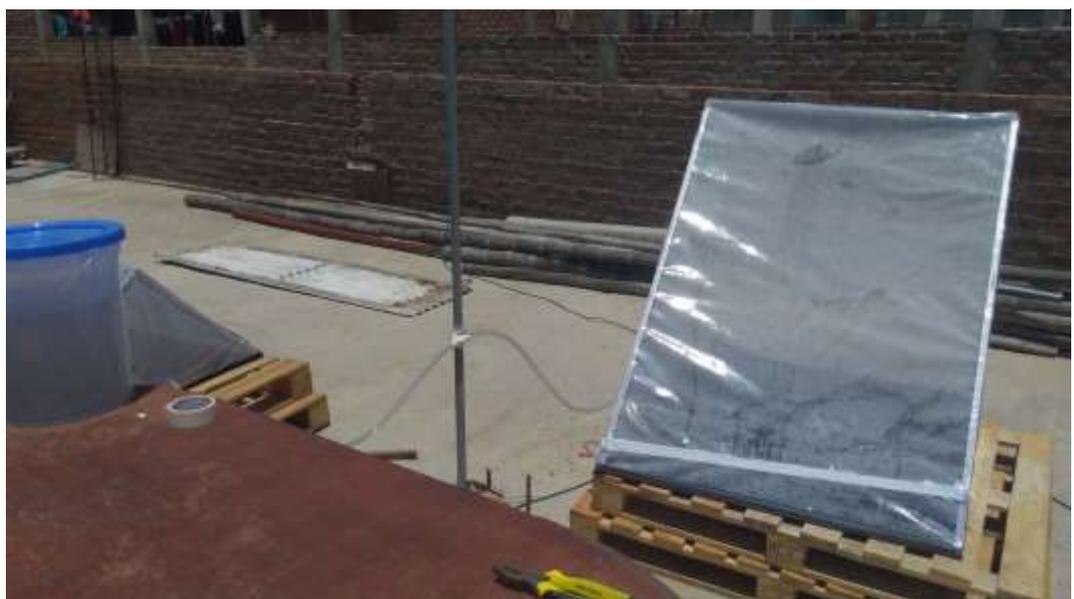


Tabla N° 01: Cuadro de datos tomados en todo el proceso que duró el experimento.

MESES DE EVALUACIÓN	Octubre				Noviembre				Diciembre					Total	Promedio
N° de evaluación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Fecha	07-oct	14-oct	21-oct	28-oct	04-nov	10-nov	18-nov	25-nov	02-dic	10-dic	16-dic	23-dic	30-dic		
T° Media	22.40	22.00	23.50	21.90	20.50	20.80	22.70	24.10	24.80	24.60	25.50	26.60	26.40	305.80	23.52
T° Máxima	29.20	29.00	31.00	29.20	26.40	27.60	29.20	30.00	31.80	30.60	31.60	31.80	33.20	390.60	30.05
T° Mínima	17.80	17.20	17.80	18.40	16.60	17.60	15.60	19.80	20.00	20.00	19.80	21.80	21.00	243.40	18.72
Horas de Sol	9.10	6.30	10.50	4.00	4.70	6.80	8.80	7.60	4.10	10.80	9.70	3.70	5.00	91.10	7.01
D ₀ litros	0.51	0.67	0.77	0.98	0.81	0.79	0.95	1.29	0.82	1.02	1.03	1.04	1.30	11.98	0.92
D ₁ litros	1.16	0.92	1.41	1.63	1.44	1.69	1.98	2.12	1.58	1.81	1.93	1.69	2.10	21.46	1.65
D ₂ litros	0.88	1.08	1.07	1.26	1.14	1.39	1.75	1.58	1.66	1.68	1.65	1.71	1.94	18.79	1.45
D ₃ litros	0.96	0.97	0.92	1.53	1.32	1.68	1.80	1.96	1.69	1.68	1.61	1.70	2.00	19.83	1.53

Tabla N° 02: Presupuesto usado para la construcción y uso de los destiladores solares del experimento.

Descripción	m ² vidrio	m ² de plástico	otros (bandeja para agua de metal)	Unidad	Cantidad	Precio vidrio	Precio plástico	Balde hermético con llave de control de agua	Balde hermético sin llave de control de agua	Ajustes de mano de obra de vidriero	Costo Total
Módulo solar con marcos de aluminio con paredes de plástico de una vertiente y con 1m ² de base mas cubeta para agua de metal	1.00	4.50	65.00	modulo	1.00	80.00	195.37	20.00	20.00	20.00	400.37
Módulo solar con marcos de aluminio, con plástico de dos vertientes, 1m ² de base vidrio y triplay mas cubeta para agua de metal	1.00	3.05	65.00	modulo	1.00	80.00	132.42	20.00	20.00	20.00	337.42
Módulo con marcos de aluminio con paredes de vidrio de dos vertientes y forrado con plástico, 1m ² de base de vidrio y triplay. mas cubeta para agua de metal	2.93	2.93	65.00	modulo	1.00	319.64	127.21	20.00	20.00	20.00	571.85
Módulo solar en terrazas de vidrio a un agua, 1m ² de base de vidrio y triplay.	6.07	0.00	0.00	modulo	1.00	662.18	0.00	20.00	20.00	20.00	722.18
Total	11.00	10.48	195.00		4.00	1,141.82	455.00				2,031.82

Zona de los Flores:

Ilustración 21: Ganadería de los Flores en campo



Ilustración 22: Reunión en el campo de la familia Flores.



Ilustración 23: Casas de los vivientes en el desierto de Sechura, (Familia Silva)



Ilustración 24: Casas de los vivientes en el desierto de Sechura



Ilustración 25: Noria de la Familia Silva (ganadero del desierto de Sechura)



Ilustración 26: Polea para levantar agua del pozo artesanal

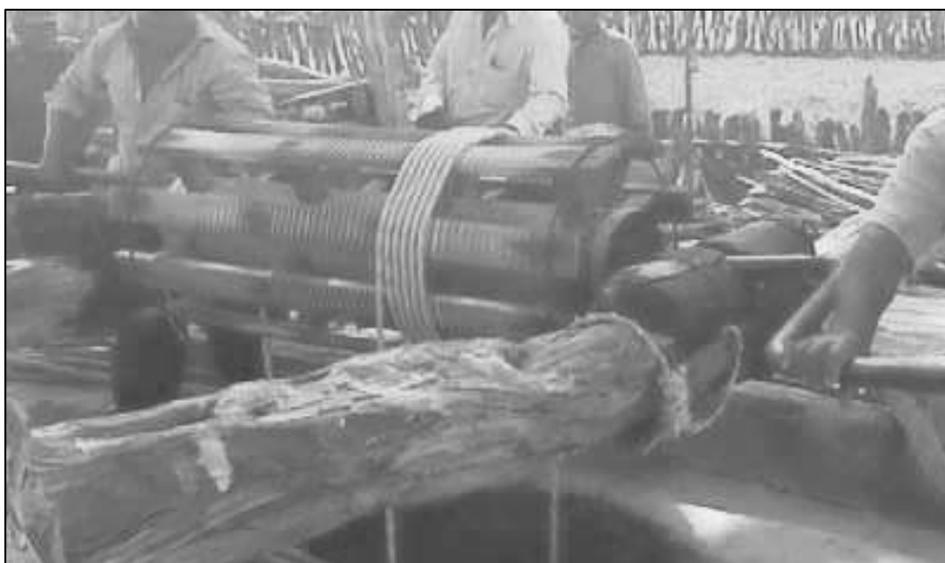


Ilustración 27: Dando arranque al sistema manual de polea para levantar el agua con latas



Ilustración 28: Recogiendo las latas de agua de la noria de los Silvas



Ilustración 29: Estanque para almacenamiento de agua bombeada



Ilustración 30: Sistema de abastecimiento de agua de pozo artesanal con motor petrolero en pleno trabajo.



Ilustración 31: Los amigos de las noria de los Silvas



Ilustración 32: Pobladores del Centro Poblado Almirante Grau.



Ilustración 33: Ganaderos del Sector Almirante Grau



Matriz de consistencia y Operacionalidad de Variables

Tabla N^a 03-A: Matriz de consistencia y Operacionalidad de Variables.

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	MARCO TEORICO	HIPOTESIS
COMPARACIÓN DE DESTILADORES SOLARES PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA DULCE EN POZOS DE AGUA SALOBRE EN LA C.C. SAN JUAN BAUTISTA DE CATACAOS – PIURA - 2017	¿Cuál sería el efecto de introducir el uso de módulos de destiladores solares para la obtención de agua dulce para consumo humano y ganadero a partir de fuentes de aguas salobres de las norias en las áreas de pastoreo de ganado de la Asociación Centro Poblado El Tabanco en la Comunidad Campesina San Juan Bautista de Catacaos Piura?	1.1.1. Objetivo General: Determinar el efecto de introducir el uso de módulos de destiladores solares para la obtención de agua dulce para consumo humano y ganadero a partir de fuentes de aguas salobres de las norias en las áreas de pastoreo de ganado de la Asociación Centro Poblado El Tabanco en la Comunidad Campesina San Juan Bautista de Catacaos Piura.	A nivel Internacional; Según las Naciones Unidas, La Organización Mundial de la Salud y El Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (2011, Pag, 09) dice “toda persona debe disponer de 50 a 100 litros de agua por día... pero el acceso a 20-25 litros por persona al día representa el mínimo, para casos especiales:	Hipótesis Alternativa (H₁): El efecto de introducir el uso de módulos de destiladores solares permitirá que los gaderos puedan obtener en cantidad suficiente el agua necesaria para suplir sus necesidades básicas en el campo y no incurrir en mayores gastos por transporte de agua dulce a su zona de trabajo.
	Problema específico 1.- Los destiladores solares pueden ayudar a generar la cantidad de agua mínima necesaria para el consumo humano en las familias ganaderas que pueblan del Centro Poblado El Tabanco de la Comunidad Campesina. San Juan Bautista de Catacaos.	Objetivos específicos 1.- Determinar si los destiladores solares pueden ayudar a generar la cantidad de agua mínima necesaria para el consumo humano en las familias ganaderas que pueblan del Centro Poblado El Tabanco de la Comunidad Campesina. San Juan Bautista de Catacaos.	Respecto de los destiladores solares Ros Antonio (2011) señala que, la energía solar es el método ideal para producir agua en zonas áridas y muy aisladas del resto de poblaciones. A pesar de tener un coste energético nulo y escasa inversión necesaria, su baja rentabilidad reside en su escasa producción por metro cuadrado de colector al destilarse tan sólo unos litros al día en el caso de condiciones climatológicas favorables. Por lo tanto no se han desarrollado a gran escala en lugares con un consumo elevado de agua dulce y sólo es posible pensar en estas instalaciones en sitios totalmente aislados y faltos de suministro de electricidad y agua.	Hipótesis Nula (H₀): El efecto de introducir el uso de módulos de destiladores solares no permite que los gaderos puedan obtener en cantidad suficiente el agua necesaria para suplir sus necesidades básicas en el campo e incurrir en mayores gastos por transporte de agua dulce a su zona de trabajo.
	Problema específico 2.- Cual sería el modelo de destilador solar que permite generar la cantidad mínima necesaria de aguapo día para el consumo humano en las familias ganaderas que pueblan del Centro Poblado El Tabanco de la Comunidad Campesina. San Juan Bautista de Catacaos.	Objetivos específicos 2.- Determinar el diseño más adecuado de destilador solar que permita alcanzar o superar la cantidad de 20 litros de agua dulce diario por persona para su consumo humano bajo condiciones ambientales del desierto de Sechura en pobladores del Tabanco de la Comunidad Campesina San Juan bautista de Catacaos Piura 2017.		
	Problema específico 3.- cual sería el diseño de destilador solar más adecuado ambiental y económicamente posible para generar la cantidad de agua mínima necesaria para el pobladores del Centro Poblado El Tabanco de la Comunidad Campesina San Juan bautista de Catacaos Piura .	Objetivos específicos 3.- Determinar el diseño más adecuado ambiental y económicamente posible.		

Tabla Nª 03-B: Matriz de consistencia y Operacionalidad de Variables.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Variable Independiente 1: Influencia del uso de destiladores solares para obtencion de agua dulce a partir de agua salobre de norias.	1. Destilador solar de una vertiente (testigo);	Litros de agua dulce obtenida por cada litro de agua salobre usada con el destilador solar de una vertiente (testigo)	Tipo de Investigación: Experimental
	2. Destilador solar de dos vertientes;	Litros de agua dulce obtenida por cada litro de agua salobre usada con el destilador solar de dos vertiente	Diseño de investigación: Arreglo Experimental Bifactorial de Bloques al Azar
	3. Destilador solar de dos vertientes modificado;	Litros de agua dulce obtenida por cada litro de agua salobre usada con el destilador solar de dos vertientes modificado	Población y muestra: La población en estudio será los N baldes de 20 litros de agua que se pueden tomar de la noria o poso subterráneo artesanal de la Familia Sandoval Sernaqué, los mismos que estan dentro de la Asociación Centro Poblado El Tabanco, esto será durante los meses de Junio, Julio, y Agosto del 2017, los cuales podran ser sometidos a una selección al azar para obtener la muestra que entrará al proceso de destilación para fines de la investigación experimental.
	4. Destilador solar en cascada o terrazas	Litros de agua dulce obtenida por cada litro de agua salobre usada con el destilador solar en cascada o escalonado	La muestra en estudio será los 48 baldes de 20 litros de agua cada uno los mismos que seran recolectados y recibiran los tratamientos en estudio durante los meses de Junio, Julio y Agosto. Esta muestra es seleccionada a criterio de experto.
Variable independiente 2: Influencia de la Estacionalidad del clima para la destilación de agua salobre de norias o pozos	Mes Primero	Litros de agua dulce obtenida en el primer mes por cada litro de agua salobre usada con el destilador solar de una vertiente, de dos vertientes, de dos vertientes modificado y el del modelo en cascada o escalonado.	
	Mes Segundo	Litros de agua dulce obtenida en el segundo mes por cada litro de agua salobre usada con el destilador solar de una vertiente, de dos vertientes, de dos vertientes modificado y el del modelo en cascada o escalonado.	
	Mes Tercero	Litros de agua dulce obtenida en el tercer mes por cada litro de agua salobre usada con el destilador solar de una vertiente, de dos vertientes, de dos vertientes modificado y el del modelo en cascada o escalonado.	
Variable dependiente: volumen de agua obtenido a partir de agua salobre de norias.	Cantidad de agua acumulada por día promedio obtenida durante las 12 horas/día del experimento en el mes de Febrero	litros de agua acumulada por día promedio obtenida durante las 12 horas/día del experimento en el mes de Junio del 2017	Técnicas e Instrumentos : Por observación estructurada o sistémica.
	Cantidad de agua acumulada por día promedio obtenida durante las 12 horas/día del experimento en el mes de Marzo	litros de agua acumulada por día promedio obtenida durante las 12 horas/día del experimento en el mes de Julio del 2017	Tecnica de procesamiento de datos: Se compararán los promedios obtenidos de cada tratamiento según el método Fischer y después de un ANOVA respectivo
	Cantidad de agua acumulada por día promedio obtenida durante las 12 horas/día del experimento en el mes de Abril	litros de agua acumulada por día promedio obtenida durante las 12 horas/día del experimento en el mes de Agosto del 2017	

Tabla N°04: Informe de análisis de aguas de la UDEP



**UNIVERSIDAD
DE PIURA**

**LABORATORIO DE
INGENIERIA SANITARIA**



**INFORME NARRATIVO (AGUA DE USO Y
CONSUMO HUMANO)**

N° 002-03/2018

Roberto Florentino Chiroque Luján

Preparado por:

**LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA DE LA UNIVERSIDAD
DE PIURA**



Índice

I	GENERALIDADES	1
1.1	Presentación	1
1.2	Objetivo General	1
1.3	Objetivo Específicos	1
II	MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA	2
2.1	Introducción	2
2.2	Objetivos	2
2.3	Metodología	3
2.4	Estaciones de Monitoreo	5
2.5	Resultados	5
2.6	Conclusiones	8

ANEXOS

- ANEXO 1 Diploma de Acreditación 17025 –LIS / TYPASA.
ANEXO 2 Certificado de calibración de equipos.



I. GENERALIDADES

1.1.1 PRESENTACIÓN

A solicitud de Roberto Florentino Chiroque Lujan con domicilio ubicado en Calle Callao N° 712 Dpto. 101 – Castilla - Piura el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura realizó el análisis químico de las muestras ambientales , en cumplimiento a lo solicitado por el cliente y de acuerdo a lo establecido por el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano.

1.1.2 OBJETIVO GENERAL

Dar cumplimiento a lo solicitado por el cliente

1.1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la concentración de parámetros físicos, químicos, y microbiológicos



Cuadro N° 2.1
Metodologías de Campo y Análisis en Laboratorio

Métodos y Referencias:

Parámetro	Norma de referencia	Título	Año
Bacterias heterotróficas	SWEWW APHA AWWA-WEF. Part. 9215 B, 22nd Ed.	Heterotrophic plate count. Pour Plate Method	2012
Coliformes termotolerantes (NMP)	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 9221 E (1, 2) 22nd Ed	Multiple-Tube Fermentation Technique For Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)	2012
Coliformes totales (NMP)	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 9221 B., 22nd Ed	Multiple-Tube Fermentation Technique For Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	2012
<i>Escherichia coli</i>	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 9221 F1., 22nd Ed	Multiple Tube Fermentation Technique For Members of the Coliform Group. <i>Escherichia coli</i> Procedure using Fluorogenic Substrate. <i>Escherichia coli</i> Test (EC-MUG Medium)	2012
Huevos de Helminto	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).	Método de Sedimentación-Centrifugación con Buffer Aceto-Acético y Éter.	1993
Metales pesados	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 3030 K, 3125 B 22nd Ed.	Preliminary Treatment of Samples. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) Method	2012
Organismos de vida libre (algas, copépodos, rotíferos, nematodos y protozoarios) en todos sus estadios evolutivos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200 C. 1.2, F.2.a, G, 22nd Ed.	Cuantificación microscópica	2012
Quistes y ooquistes de Protozoarios Patógenos	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).	Método de Sedimentación-Centrifugación con Buffer Aceto-Acético y Éter.	1993
Uranio total	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 3030 K, 3125 B 22nd Ed.	Preliminary Treatment of Samples. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) Method	2012



II. MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA

2.1.1 INTRODUCCIÓN

Con fecha 09 de marzo 2018 el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria emitió la cotización N° 123/18 (R) atendiendo a la solicitud del cliente referida al estudio del agua.

2.1.2 OBJETIVOS

2.2.1 Determinar la concentración de los parámetros solicitados por D.S. N° 031-2010 de DIGESA .

2.1.3 METODOLOGÍA

La metodología para la preparación del material correspondiente y medición de parámetros de campo ha sido adoptada de los criterios establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos – US. EPA en las regulaciones del Código Federal, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater y normas nacionales vigentes

Cada muestra es etiquetada para su identificación y preservada según el parámetro que se vaya a determinar y almacenadas inmediatamente, en cajas térmicas para ser transportadas al Laboratorio.

Toda botella se rotula con la siguiente información:

- Nombre de la fuente.
- Punto de muestreo
- Fecha y hora del muestreo
- Parámetro a ser analizado
- Modo de preservación.

2.3.1 Metodología de Análisis

En el Cuadro N° 2.1 se muestran las metodologías usadas para las determinaciones de los parámetros evaluados



Métodos y Referencias:

Parámetro	Norma de referencia	Título	Año
Aceite y grasas	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 5520 B, 23rd Ed.	Liquid-Liquid, Partition Gravimetric Method	2017
Amoniaco	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 4500-NH ₃ C, 22nd Ed.	Titrimetric Method	2012
Cloro residual (Medición en Laboratorio)	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 4500-Cl G, 22nd Ed.	Chlorine (Residual). DPD Colorimetric Method	2012
Cloruros	SMEWW APHA-AWWA-WEF. Part 4500-Cl B, 22nd Ed.	Chloride. Argentometric Method	2012
Color verdadero	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C 22nd Ed.	Color. Spectrophotometric- Single-Wavelength Method (Proposed).	2012
Conductividad (Medición en Laboratorio)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 A, B 23rd Ed.	Conductivity. Laboratory Method	2017
Dureza total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 22nd Ed.	EDTA. Titrimetric Method	2012
Fluoruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-F B, C, 22nd Ed.	Fluoride. Preliminary Distillation Step. Ion-Selective Electrode Method	2012
Nitratos	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 4500-NO ₃ ⁻ B, 22nd Ed.	Ultraviolet Spectrophotometric Screening method	2012
Nitritos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₂ ⁻ B, 22nd Ed.	Colorimetric Method	2012
pH (Medición en Laboratorio)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H ⁺ A, B 22nd Ed.	pH Value. Electrometric Method	2012
Salinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2520 B, 22nd Ed.	Electrical Conductivity Method	2012
Sólidos totales disueltos	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 2540 A y C , 22nd Ed.	Total Dissolved Solids Dried at 180°C	2012
Sulfatos	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 4500-SO ₄ ²⁻ E, 22nd Ed.	Sulfate. Turbidimetric Method	2012
Turbiedad	SMEWW- APHA-AWWA-WEF. Part 2130 B 22nd Ed.	Turbidity. Nephelometric Method	2012



Tabla N° 2.5.3

Código de laboratorio	Lab 171/18				
Código de cliente	M1				
Fecha de muestreo ⁽¹⁾	28-03-2018				
Hora de muestreo ⁽²⁾	08:00 a.m.				
Lugar de muestreo ⁽³⁾	Centro Poblado 8 Tabarico El Tallán-Piura	Reglamento de Cualidad de agua DIGESA	CUMPE SI/NO		
Tipo de producto ⁽⁴⁾	Agua de proceso				
Tipo de ensayo	Unidad	L.D.M	Resultado		
Análisis Físicoquímicos					
Aceites y grasas	mg Aceites y grasas/L	2	<2	0,5	SI
⁽⁵⁾ Amoníaco	mg NH ₃ /L	0,1	142,5	1,5	SI
⁽⁶⁾ Cloro residual (Medición en Laboratorio) ⁽⁷⁾	mg Cl ₂ /L	0,1	<0,1	5	SI
⁽⁸⁾ Cloruros	mg Cl ⁻ /L	1	34	250	SI
⁽⁹⁾ Color verdadero	mg Pt-Co/L	5	<5	15	SI
⁽¹⁰⁾ Conductividad (Medición en Laboratorio) ⁽¹¹⁾	µS/cm	—	672	1500	SI
⁽¹²⁾ Dureza total	mg CaCO ₃ /L	1	3	500	SI
⁽¹³⁾ ⁽¹⁴⁾ Fluoruros	mg F ⁻ /L	0,01	<0,01		
⁽¹⁵⁾ Nitratos	mg NO ₃ ⁻ /L	0,4	1,2	50	SI
⁽¹⁶⁾ Nitritos	mg NO ₂ ⁻ /L	0,003	0,020	3	SI
⁽¹⁷⁾ pH (Medición en Laboratorio) ⁽¹⁸⁾	Unidades de pH	—	8,67	6,5 a 8,5	NO
⁽¹⁹⁾ Salinidad	g/L	—	0,1		
Sólidos totales disueltos	mg Sólidos totales disueltos/L	3	30	1000	SI
⁽²⁰⁾ Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	1	1	250	SI
⁽²¹⁾ Turbiedad	NTU	0,1	0,8	5	SI

2.6 CONCLUSIONES

- En el punto de control, Lab141/18 Pozo artesanal, Los resultados obtenidos han sido comparados con el D.S N°031-2010-DIGESA, límites máximos aceptables para el agua de uso y consumo humano. Los parámetros evaluados han registrado valores que se encuentran dentro del rango permisible establecido por el D.S.N°031-2010. Excepto los parámetros microbiológicos, hidrobiológicos, manganeso, sodio y uranio.
- En el punto de control, Lab157/18 Sistema de tratamiento , Los resultados obtenidos han sido comparados con el D.S N°031-2010-DIGESA, límites máximos aceptables para el agua de uso y consumo humano.



2.4 ESTACIONES DE MONITOREO

En el Cuadro N° 2.2, se describe la ubicación de las estaciones de monitoreo.

Cuadro N° 2.2
Estaciones de Monitoreo.

Matriz	Código / Punto de Control	Fecha y Hora de muestreo	DESCRIPCIÓN
Agua Subterránea	Lab141/18	14/03/2018 02:30pm	Pozo Artesanal Centro Poblado Tabanco Distrito de "El Tallán"-Comunidad de Sechura
Agua de Proceso	Lab 157/18	20/03/2018 07:00am	Sistema de Tratamiento del Modulo de Destilación Solar. Centro Poblado El Tabanco-El Tallán-Piura
Agua de Proceso	Lab171/18	28-03-2018 08:00am	Centro Poblado El TabancoEl Tallán-Piura

2.5 RESULTADOS

En las tablas N° 2.5, se muestran los resultados de los análisis de calidad de Agua para los puntos de monitoreo establecidos por el cliente durante el mes de Marzo 2018. Así mismo la comparación con el Reglamento de DiGESA, para la calidad de agua de consumo, valores máximos admisibles, según D.S. 021-2010

Tabla N° 2.5



Tabla N° 2.5.1

Código de laboratorio	Lab 141/18				
Fecha de muestreo ⁽¹⁾	14-03-2018				
Hora de muestreo ⁽²⁾	02:30 p.m.				
Lugar de muestreo ⁽³⁾	Pozo Artesanal Centro Poblado Tabanco Distrito de "El Tallán"- Comunidad de Sechura			Reglamento de Calidad de agua DIGESA	CUMPE SI/NO
Tipo de producto ⁽⁴⁾	Agua subterránea				
Tipo de ensayo	Unidad	L.O.M	Resultado		
Análisis Microbiológicos					
Bacterias heterotróficas ⁽⁵⁾	UFC/mL	1	650 000	0	NO
Coliformes termotolerantes (NMP)	NMP/100 mL	1,8	130	< 1,8	NO
Coliformes totales (NMP)	NMP/100 mL	1,8	130	< 1,8	NO
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	1,8	79	< 1,8	NO
⁽⁶⁾ Análisis Biológicos					
Huevos de Helminto	Huevos/L	1	40	0	NO
Quistes yooquistes de Protozoarios patógenos	Organismos/L	1	80	0	NO
	Agas	Organismos/L	7 780	0	NO
	Copépodos	Organismos/L	< 1	0	SI
Organismos de vida libre	Rotíferos	Organismos/L	< 1	0	SI
	Nematodos	Organismos/L	20	0	NO
	Protozoarios	Organismos/L	920	0	NO
⁽⁷⁾ Análisis de Metales Pesados					
Aluminio total	mg/L	0,002 51	0,017 66	0,2	SI
Antimonio total	mg/L	0,000 04	0,000 11	0,02	SI
Arsénico total	mg/L	0,000 09	0,003 06	0,010	SI
Bario total	mg/L	0,000 12	0,041 33	0,70	SI
Berilio total	mg/L	0,000 05	< 0,000 05		
Boro total	mg/L	0,000 27	0,525 83	1,5	SI
Cadmio total	mg/L	0,000 06	0,000 74	0,008	SI
Calcio total	mg/L	0,008 0	129,80		
Cobalto total	mg/L	0,000 05	0,000 36		
Cobre total	mg/L	0,000 05	0,000 81	2,0	SI
Cromo total	mg/L	0,000 04	0,000 39	0,050	SI
Estaño total	mg/L	0,000 06	0,000 30		
Estroncio total	mg/L	0,000 06	1,53		
Hierro total	mg/L	0,003 3	0,010 0	0,3	SI
Litio total	mg/L	0,000 04	0,004 77		
Magnesio total	mg/L	0,001 0	58,01		
Manganeso total	mg/L	0,000 08	0,415 74	0,4	NO
Mercurio total	mg/L	0,000 07	< 0,000 07	0,001	SI
Molibdeno total	mg/L	0,000 04	0,045 77	0,07	SI
Niquel total	mg/L	0,000 07	< 0,000 07	0,020	SI
Plata total	mg/L	0,000 02	0,000 09		
Plomo total	mg/L	0,000 05	0,000 30	0,010	SI
Potasio total	mg/L	0,003 2	1,16		
Selenio total	mg/L	0,002 1	0,006 3	0,010	SI
Silicio total	mg/L	0,000 39	20,60		
Sodio total	mg/L	0,005 5	412,10	200	NO
Talio total	mg/L	0,000 04	< 0,000 04		
Titanio total	mg/L	0,000 13	0,001 50		
Uranio total	mg/L	0,000 13	0,016 94	0,015	NO
Vanadio total	mg/L	0,000 05	0,013 63		
Zinc total	mg/L	0,001 5	0,004 5	3,0	SI



Tabla N° 2.5.2

Código de laboratorio	Lab: 157/18				
Código de cliente	M1				
Fecha de muestreo ^(C)	20-03-2018				
Hora de muestreo ^(C)	07:00 a.m.				
Lugar de muestreo ^(C)	Sistema de Tratamiento del Módulo de Destilación Solar, Centro Poblado El Tabanco-El Tallán-Piura			Reglamento de Calidad de agua DIGESA	CUMPE SI/NO
Tipo de producto ^(C)	Agua de proceso				
Tipo de ensayo	Unidad	L.D.M	Resultado		
Análisis Microbiológicos					
^(A) Bacterias heterotróficas ⁽¹⁾	UFC/mL	1	350 000	0	NO
Coliformes termotolerantes (NMP)	NMP/100 mL	1,8	49	< 1,8	NO
Coliformes totales (NMP)	NMP/100 mL	1,8	2 200	< 1,8	NO
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	1,8	33	< 1,8	NO
^(A) Análisis Biológicos					
Huevos de Helminto	Huevos/L	1	< 1	0	SI
Quistes y oquistes de Protozoarios patógenos	Organismos/L	1	< 1	0	SI
Algas	Organismos/L	1	< 1	0	SI
Copépodos	Organismos/L	1	< 1	0	SI
Rotíferos	Organismos/L	1	< 1	0	SI
Nematodos	Organismos/L	1	< 1	0	SI
Protozoarios	Organismos/L	1	9	0	SI
^{(A),(C),(S)} Análisis de Metales Pesados					
Aluminio total	mg/L	0,002 51	0,724 34	0,2	SI
Antimonio total	mg/L	0,000 04	< 0,000 04	0,02	SI
Arsénico total	mg/L	0,000 09	< 0,000 09	0,010	SI
Bario total	mg/L	0,000 12	0,002 64	0,70	SI
Berilio total	mg/L	0,000 05	< 0,000 05		
Boro total	mg/L	0,000 27	0,064 18	1,5	SI
Cadmio total	mg/L	0,000 06	0,001 91	0,003	SI
Calcio total	mg/L	0,008 0	0,792 9		
Cobalto total	mg/L	0,000 05	0,000 15		
Cobre total	mg/L	0,000 05	0,002 48	2,0	SI
Cromo total	mg/L	0,000 04	0,000 75	0,050	SI
Estaño total	mg/L	0,000 06	0,460 74		
Estroncio total	mg/L	0,000 08	0,005 46		
Hierro total	mg/L	0,003 3	0,010 7	0,3	SI
Litio total	mg/L	0,000 04	0,001 13		
Magnesio total	mg/L	0,001 0	0,230 0		
Manganeso total	mg/L	0,000 06	0,007 29	0,4	SI
Mercurio total	mg/L	0,000 07	< 0,000 07	0,001	SI
Moibdeno total	mg/L	0,000 04	0,000 18	0,07	SI
Níquel total	mg/L	0,000 07	0,000 49	0,020	SI
Plata total	mg/L	0,000 02	< 0,000 02		
Plomo total	mg/L	0,000 05	0,000 34	0,010	SI
Potasio total	mg/L	0,003 2	0,216 5		
Selenio total	mg/L	0,002 1	< 0,002 1	0,010	SI
Silicio total	mg/L	0,000 39	3,97		
Sodio total	mg/L	0,005 5	17,80	200	SI
Talio total	mg/L	0,000 04	< 0,000 04		
Titanio total	mg/L	0,000 13	0,001 15		
Uranio total	mg/L	0,000 13	< 0,000 13	0,015	SI
Vanadio total	mg/L	0,000 05	0,000 32		
Zinc total	mg/L	0,001 5	0,012 5	3,0	SI



UNIVERSIDAD
DE PIURA

LABORATORIO DE
INGENIERIA SANITARIA

**ANEXO N° 1
ACREDITACION 17025
Universidad de Piura**

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en ejercicio de las atribuciones contenidas por Ley N° 30324, Ley de Creación del INACAL, y conforme al Reglamento de Organización y Funciones del INACAL, aprobado por D.S. N° 004-2015-PRODUCE y modificado por D.S. N° 008-2015-PRODUCE, OTORGA la presente Acreditación a:

**UNIVERSIDAD DE PIURA -
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria**

En su calidad de **Laboratorio de Ensayo**

Con base en el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma NTP-ISO/IEC 17025:2005 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración, para el alcance de la acreditación contenido en el formato DA-acc-05P-07T, facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Valor Oficial.

Sede Acreditada: Av. Ramón Miguera N° 131, urbanización San Eduardo y departamento de Piura

Fecha de Acreditación: 25 de julio de 2016
Fecha de Vencimiento: 25 de julio de 2019

Registro N° LE - 097
Fecha de emisión: 09 de agosto de 2016 -
DA-acc-05P-07T Ver 00

Augusto Mello Romero
Director - Dirección de Acreditación



UNIVERSIDAD DE PIURA

LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA

ANEXO N° 02 ACREDITACION 17025 Typsa

Certificado



La Dirección de Investigación e Innovación Tecnológica (DIIT), en cumplimiento de las actividades establecidas por Ley N° 27071, Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Reglamento de Organización y Funciones del INACAL, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2005-PE/001 y el Reglamento del Sistema de Acreditación del INACAL, aprobado por Resolución N° 000001-2015-PE/001, a través de Resolución N° 000001-2015-PE/001, certifica que:

TÉCNICA Y PROYECTOS S.A. SUCURSAL DEL PERÚ

En el ámbito de Ingeniería de Datos

Por haberse sometido a un proceso de acreditación y haber obtenido el nivel de acreditación de conformidad con el Reglamento de Organización y Funciones del INACAL, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2005-PE/001 y el Reglamento del Sistema de Acreditación del INACAL, aprobado por Resolución N° 000001-2015-PE/001.

Este Certificado tiene validez por un periodo de 3 (tres) años, contados a partir de la fecha de emisión de este documento.

Fecha de Emisión: 09 de agosto de 2016
Lugar de Emisión: Lima, agosto de 2016

Legajo N° 02 - 784
Fecha de emisión: 09 de agosto de 2016
Dpto. de Investigación e Innovación Tecnológica