



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Potabilización del agua de mar mediante destilador solar en Ancón -  
Lima 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORAS:**

Barco Moya, Elizabeth Shirley Susan (ORCID: 0000-0002-1445-9416)

Pereda Corpus, Josselyn Paola (ORCID: 0000-0003-4964-8265)

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a Dios por ser mi fortaleza y nunca dejarme sola en momentos difíciles. A mis padres Orestes Barco y Gloria Moya, y hermana Yanet Flores por ser mi motivación, mis fuerzas para seguir adelante y por siempre apoyarme en todo momento.

***Susan Barco***

En memoria de mi madre Julia Corpus (Q.E.P.D) que desde el cielo guía cada paso que doy. A mi padre Melanio Pereda y a mi hermano Kenneth Pereda por su apoyo incondicional, por creer en mí, por ser mi fortaleza para cumplir mis metas. A Dios por bendecir mi camino.

**Josselyn Pereda**

## **Agradecimiento**

Primeramente, agradecer a Dios por su infinito amor y por darnos las fuerzas para cumplir cada meta y superar obstáculos, por su bendición a lo largo de nuestras vidas.

A la Universidad César Vallejo, principalmente a la facultad de Ingeniería y Arquitectura, a la escuela profesional de Ingeniería Ambiental, y a todo el personal administrativo.

Al Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo nuestro asesor de nuestra tesis de investigación, por su disciplina, paciencia, comprensión, y sus consejos para nunca rendirnos y seguir creciendo en lo profesional.

A todos nuestros docentes, que nos enseñaron a lo largo de nuestra carrera universitaria por impartir sus conocimientos, anécdotas, y por creer en nosotros.

Y a todos nuestros amigos que siempre nos dieron palabras de fortaleza, para seguir adelante.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1. Tipo, diseño de investigación.....	26
3.2. Variables y Operacionalización .....	26
3.3. Población, muestra, y muestreo.....	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.5. Procedimiento .....	29
3.6. Método de análisis de datos.....	76
3.7. Aspectos éticos .....	76
IV. RESULTADOS .....	77
V. DISCUSIÓN.....	114
VI. CONCLUSIONES.....	118
VII. RECOMENDACIONES .....	120
REFERENCIAS.....	122
ANEXOS	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Composición de solutos sólidos del agua de mar (Expresado en porcentaje) .....	6
<b>Tabla 2.</b> Principales iones mayoritarios y minoritarios presentes en el agua con mayor contenido de sales .....	6
<b>Tabla 3.</b> Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua – Categoría 1: Población y Recreacional: Subcategoría A: Población y Recreacional .....	8
<b>Tabla 4.</b> Protocolos de monitoreo .....	31
<b>Tabla 5.</b> Puntos de muestreo .....	31
<b>Tabla 6.</b> Distancia focal y longitud del arco.....	54
<b>Tabla 7.</b> Capacidad de recarga en el sistema.....	56
<b>Tabla 8.</b> Volumen de agua de mar por bandeja .....	57
<b>Tabla 9.</b> Materiales utilizados en la elaboración del destilador solar .....	60
<b>Tabla 10.</b> Parámetros Físico Químicos inicial del agua de mar .....	77
<b>Tabla 11.</b> Resultados del oxígeno disuelto inicial (Método Winkler) .....	77
<b>Tabla 12.</b> Resultados de la demanda química de Oxígeno Inicial (Método del Dicromato).....	77
<b>Tabla 13.</b> Oxígeno disuelto inicial (c/agua de dilución DBO <sub>5</sub> ) .....	77
<b>Tabla 14.</b> Oxígeno disuelto final.....	78
<b>Tabla 15.</b> Obtención del DBO <sub>5</sub> inicial.....	78
<b>Tabla 16.</b> Resultados de Coliformes totales (Método filtración por membrana NTP INACAL) (Tubos múltiples sembrado en placa Petri) (Rango de 0-300) .....	78
<b>Tabla 17.</b> Resultados iniciales de cloruros, nitratos, nitritos en agua de mar .....	78
<b>Tabla 18.</b> Resultados de Alcalinidad.....	78
<b>Tabla 19.</b> Parámetros físico-químicos por promedio de días (Método potenciométrico).....	79
<b>Tabla 20.</b> Oxígeno Disuelto de primera destilación (OD) (Método Winkler).....	80
<b>Tabla 21.</b> Demanda química de Oxígeno (DQO) (Método del Dicromato) .....	81
<b>Tabla 22.</b> Oxígeno Disuelto inicial del DBO <sub>5</sub> .....	81
<b>Tabla 23.</b> Oxígeno Disuelto final del DBO <sub>5</sub> .....	82
<b>Tabla 24.</b> Determinación del DBO <sub>5</sub> .....	83
<b>Tabla 25.</b> Promedios diarios de parámetros Biológicos, Nitratos, Alcalinidad .....	83
<b>Tabla 26.</b> Método Gravimétrico, Método de la fenolftaleína, UV, Turbidimetría... ..	84

<b>Tabla 27.</b> Promedios diarios de parámetros físicos .....	85
<b>Tabla 28.</b> Promedio de Volumen de agua tratada por horas .....	86
<b>Tabla 29.</b> Promedios diarios en una semana del destilador solar.....	87
<b>Tabla 30.</b> Análisis microbiológico (Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR).....	88
<b>Tabla 31.</b> Análisis microbiológico (Método de Filtración por membrana en AGAR .....	89
<b>Tabla 32.</b> Resumen del procesamiento de casos de los tratamientos .....	90
<b>Tabla 33.</b> Pruebas de normalidad .....	90
<b>Tabla 34.</b> Correlaciones bivariada .....	91
<b>Tabla 35.</b> Escala de valores de los coeficientes de correlación.....	92
<b>Tabla 36.</b> Descriptivos de los tratamientos del agua de mar por semana.....	92
<b>Tabla 37.</b> Prueba de homogeneidad de varianzas.....	92
<b>Tabla 38.</b> Anova de un factor .....	93
<b>Tabla 39.</b> Tukey de los tres tratamientos del agua destilada .....	93
<b>Tabla 40.</b> Eficiencia de los tres tratamientos.....	98

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura 1.</b> Ciclo global del agua con valores anuales .....	5
<b>Figura 2.</b> Proceso de un destilador solar cascada.....	16
<b>Figura 3.</b> Canal parabólico solar.....	20
<b>Figura 4.</b> Diagrama de flujo del procedimiento .....	29
<b>Figura 5.</b> Materiales del muestreo inicial dela agua de mar.....	33
<b>Figura 6.</b> Distrito de Ancón, Playa Hermosa.....	33
<b>Figura 7.</b> Embarcación a 100 m de la orilla de la playa Hermosa-Ancón .....	34
<b>Figura 8.</b> La toma de muestra inicial del agua del mar, se recolecto del punto medio de los 4 puntos de muestreo .....	34
<b>Figura 9.</b> La toma de muestra inicial del agua de mar, se recolecto del punto medio de los 4 puntos de muestreo .....	34
<b>Figura 10.</b> Enjuagar 2 veces los frascos de plástico.....	35
<b>Figura 11.</b> El frasco se sumergió a 20-30 cm de la superficie .....	35
<b>Figura 12.</b> Cerrado herméticamente de los frascos.....	35
<b>Figura 13.</b> Multiparámetro calibrado, modelo: HACH, marca: HQ40d .....	36
<b>Figura 14.</b> Se utilizó GPS para el registro de las coordenadas UTM.....	36
<b>Figura 15.</b> Acondicionamiento de 1 L de muestra para análisis de DBO.....	37
<b>Figura 16.</b> Conservar 3 L del agua de mar en un cooler .....	38
<b>Figura 17.</b> Medición de la T° con el multiparámetro .....	39
<b>Figura 18.</b> Con el multiparámetro se midió el pH Y el resultado fue de 8.09.....	39
<b>Figura 19.</b> Escala de valores del pH.....	39
<b>Figura 20.</b> Con el multiparámetro se midió la conductividad eléctrica .....	40
<b>Figura 21.</b> Con el Turbidimétro se midió la turbidez .....	40
<b>Figura 22.</b> Oxidación y reducción .....	41
<b>Figura 23.</b> Agitar 3 veces el frasco Winkler dio un color mostaza .....	42
<b>Figura 24.</b> Titulación del oxígeno disuelto .....	42
<b>Figura 25.</b> Se añadió 3 ml de dicromato de potasio y ácido sulfúrico.....	43
<b>Figura 26.</b> Biodigestor a T° 120 por 1 hora de 11:15 am a 12:15 am.....	43
<b>Figura 27.</b> DBO <sub>5</sub> agua de titulación .....	44
<b>Figura 28.</b> DBO <sub>5</sub> del agua de mar .....	44
<b>Figura 29.</b> Se midió 30 ml de la solución del agua de mar en la probeta y se transfirió a un matraz, se tituló antes y al final .....	45

<b>Figura 30.</b> Se sacó las 7 cajas Petri de vidrio de la autoclave.....	45
<b>Figura 31.</b> Esterilizar el ambiente, las cajas petri y los matraces con el mechero	46
<b>Figura 32.</b> Reactivo Agar M-Endo LES Marca Himedia India 500gr.....	46
<b>Figura 33.</b> Se taro la balanza analítica .....	47
<b>Figura 34.</b> Se midió 12 gr de agar encima de pedazo de papel aluminio .....	47
<b>Figura 35.</b> Se pesó 6.086 gr de Agar Les.....	47
<b>Figura 36.</b> Se colocó el Agar Les en un matraz y tapanlo con el algodón.....	47
<b>Figura 37.</b> Matraces con el reactivo Agar M – Endo Les .....	48
<b>Figura 38.</b> Matraces con el reactivo Agar Les (color morado) .....	48
<b>Figura 39.</b> Añadir 115 ml de agua destilada .....	48
<b>Figura 40.</b> Se añadió 115 ml de h <sub>2</sub> o destilada a cada matraz y se llevó a baño maría por 30 min .....	49
<b>Figura 41.</b> Titulación inicial y final del DQO.....	49
<b>Figura 42.</b> Diluciones para el sembrado se llevó a la incubadora por 24 h a 36°	50
<b>Figura 43.</b> El espectrofotómetro ultravioleta midió los Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .....	52
<b>Figura 44.</b> Función de los nitritos y nitratos .....	52
<b>Figura 45.</b> Área del paralelepípedo .....	53
<b>Figura 46.</b> Medidas de la parábola .....	55
<b>Figura 47.</b> Dimensión de la bandeja .....	58
<b>Figura 48.</b> Dimensiones del destilador solar.....	58
<b>Figura 49.</b> Plancha galvanizada de 1/16 de 3 mm de espesor .....	61
<b>Figura 50.</b> Molde de las escaleras escalonadas en una cartulina dúplex.....	61
<b>Figura 51.</b> Tomando medidas de la caja exterior e interior.....	61
<b>Figura 52.</b> Corte de los lateral, caja interior, exterior y escaleras .....	62
<b>Figura 53.</b> Maquina plegadora manual .....	62
<b>Figura 54.</b> Doblado de las cajas internas y externas del destilador.....	62
<b>Figura 55.</b> Doblado de las escaleras escalonadas .....	62
<b>Figura 56.</b> Doblado final de la caja interior y exterior y escaleras escalonadas...	63
<b>Figura 57.</b> Soldadora inverter electrodo 250Amp para unir los laterales .....	63
<b>Figura 58.</b> Soldadura de 3/34 con discos de corte de 4 pulg x 1 ml de espesor.	64
<b>Figura 59.</b> Disco de corte para alisar los bordes de la caja del destilador.....	64
<b>Figura 60.</b> Soldadura autógena para unir los lados de la caja interior, escaleras escalonadas y las láminas de 0.3 cm de altura que van al final de cada escalera.	



.....	65
<b>Figura 61.</b> Se midió el tubo cuadrado y ángulo para la base exterior del destilador .....	67
<b>Figura 62.</b> Corte del tubo cuadrado y ángulo para la base del destilador solar ...	67
<b>Figura 63.</b> Soldadura de la base del destilador solar.....	68
<b>Figura 64.</b> Base con tubos cuadrado y fierro ángulo de 85 cm largo, 60 cm de ancho y 30 cm de alto .....	69
<b>Figura 65.</b> Se colocó 2 bisagras de ½ para el ángulo de inclinación .....	69
<b>Figura 66.</b> La medida tubo de acero inoxidable tuvo 84 cm de largo .....	69
<b>Figura 67.</b> Plancha galvanizada de 1/16 .....	70
<b>Figura 68.</b> Rolado de la plancha galvanizada con la roladora manual. ....	70
<b>Figura 69.</b> Vista final del canal parabólico .....	71
<b>Figura 70.</b> Soldadura de los tubos cuadrados y tubo de acero inoxidable .....	71
<b>Figura 71.</b> Armado del canal parabólico y la mesa de soporte .....	72
<b>Figura 72.</b> Vista final del canal parabólico y el soporte de la mesa .....	73
<b>Figura 73.</b> Se le añadió pegamento azul de PVC alrededor de la reducción y se le colocó por dentro del tubo de acero realizando presión.....	74
<b>Figura 74.</b> Conexiones de tuberías de reducción de 1" ½ a ½ con 4 codos y las dos válvulas .....	74
<b>Figura 75.</b> Vista final del destilador solar con las conexiones de PVC y la estructura metálica.....	75
<b>Figura 76.</b> Materiales utilizados en el proceso del tratamiento del agua tratada	135
<b>Figura 77.</b> El equipo Gps Map 64s, modelo Garmin, midió el área de estudio que fue de 9.3904 m2. ....	136
<b>Figura 78.</b> Coordenadas X – Y de la ubicación del destilador .....	136
<b>Figura 79.</b> Instalación de la estación meteorológica inalámbrica Pro W / Caoba Base Unit.....	137
<b>Figura 80.</b> Con la brújula Brunton, se realizó la instalación del destilador solar que tuvo una dirección 305° al noroeste .....	137
<b>Figura 81.</b> Instalación del destilador solar y la estación meteorológica .....	138
<b>Figura 82.</b> Recolección del volumen inicial del agua de mar de 20 L para los tratamientos.....	139
<b>Figura 83.</b> Canal parabólico con una medida de 70 cm de largo x 52.30 cm de	

ancho .....	139
<b>Figura 84.</b> Con la brújula brunton se ubicó el canal parabólico, tuvo una dirección a 310° al noroeste .....	140
<b>Figura 85.</b> Destilador solar con una medida de 85 cm de largo x 60 cm de ancho, cubierta por un vidrio de 4 mm de espesor .....	141
<b>Figura 86.</b> Con la escuadra de combinación se midió el ángulo de inclinación que fue de 14° .....	142
<b>Figura 87.</b> Análisis microbiológico (coliformes totales) ATM 1.....	151
<b>Figura 88.</b> Análisis microbiológico (coliformes totales) ATM 2.....	154
<b>Figura 89.</b> Análisis microbiológico (coliformes totales) ATM 3.....	157

<b>Gráfico 1.</b> Comportamiento de la temperatura en los tres tratamientos .....	98
<b>Gráfico 2.</b> Comportamiento del pH en los tres tratamientos .....	99
<b>Gráfico 3.</b> Comportamiento de la conductividad eléctrica .....	100
<b>Gráfico 4.</b> Comportamiento del oxígeno disuelto en los tres tratamientos .....	101
<b>Gráfico 5.</b> Comportamiento de los cloruros en los tres tratamientos .....	102
<b>Gráfico 6.</b> Comportamiento de la turbidez en los tres tratamientos .....	103
<b>Gráfico 7.</b> Comportamiento de la alcalinidad en los tres tratamientos .....	104
<b>Gráfico 8.</b> Comportamiento de los sólidos totales en los tres tratamientos .....	105
<b>Gráfico 9.</b> Comportamiento de los Sólidos disueltos en los tres tratamientos ...	106
<b>Gráfico 10.</b> Comportamiento de la DQO en los tres tratamientos .....	107
<b>Gráfico 11.</b> Comportamiento de la DBO <sub>5</sub> en los tres tratamientos .....	108
<b>Gráfico 12.</b> Comportamiento del volumen en los tres tratamientos .....	109
<b>Gráfico 13.</b> Comportamiento de la radiación solar diaria en los tres tratamientos .....	110
<b>Gráfico 14.</b> Comparación del volumen obtenido con respecto a las horas promedio de los tres tratamientos .....	111
<b>Gráfico 15.</b> Comportamiento de la radiación solar con respecto a las horas promedio de los tres tratamientos .....	112
<b>Gráfico 16.</b> Promedio de la radiación solar diario y su eficiencia .....	113

## Resumen

En esta investigación se tuvo como objetivo principal potabilizar el agua de mar mediante un destilador solar en Ancón - Lima 2021. Donde se recolectó una muestra de 100 litros en la playa Hermosa de Ancón, a 100 m mar adentro, este destilador solar estuvo conectado a un canal parabólico solar, la cual contó con un recipiente de distribución con capacidad de 20 litros. También se utilizó pintura ecológica de color negro para una mayor absorción de calor, se colocó un vidrio de 4 mm de espesor para poder captar el vapor de agua, la que tuvo una inclinación de 20° y fue sellado herméticamente con silicón de alta temperatura para evitar fugas en el destilador. La investigación es de tipo aplicada, el nivel de enfoque cuantitativo, y de diseño experimental. Se realizaron tres tratamientos, los que fueron la primera del 15 de mayo al 21 de mayo, la segunda del 1 de junio al 7 de junio y la tercera del 8 de junio al 14 de junio. Donde tuvo como resultado en el primer tratamiento 97% en eficiencia, el segundo tratamiento tuvo una eficiencia de 89.7%, y finalmente en el tercer tratamiento se obtuvo 68% de eficiencia. También se observó la reducción de los cloruros del agua de mar la cual fue del 99%, otro aspecto sobresaliente fueron los nitratos con 97.06%, la alcalinidad con 87.4%, el DBO5 y DQO 52%, los cuáles en la prueba microbiológica se corroboraron su baja concentración y en muchos casos cero concentraciones, ya que estos resultados microbiológicos fueron de 0 UFC/100mL. Se concluye que a mayor radiación se genera una mayor producción de agua potable, de igual manera la velocidad de viento influye para que en el vidrio de la cubierta el vapor se enfríe rápidamente y ocasione una mayor condensación del agua destilada.

**Palabras Claves:** Destilador solar, agua potable, desalinización, agua de mar.

## **Abstract**

The main objective of this research was to make seawater drinkable by means of a solar distiller in Ancon - Lima 2021. A sample of 100 liters was collected at Hermosa de Ancon beach, 100 m offshore, this solar distiller was connected to a solar parabolic channel, which had a distribution vessel with a capacity of 20 liters. It was also used ecological black paint for greater heat absorption, a 4 mm thick glass was placed to capture water vapor, which had an inclination of 20 ° and was hermetically sealed with high temperature silicone to prevent leakage in the distiller. The research is of applied type, quantitative approach level, and experimental design. Three treatments were carried out, the first from May 15 to May 21, the second from June 1 to June 7 and the third from June 8 to June 14. The first treatment resulted in 97% efficiency, the second treatment had an efficiency of 89.7%, and finally in the third treatment, 68% efficiency was obtained. Another outstanding aspect was the reduction of chlorides in seawater, which was 99%, another outstanding aspect was nitrates with 97.06%, alkalinity with 87.4%, DBO5 and DQO 52%, which in the microbiological test corroborated their low concentration and in many cases zero concentrations, since these microbiological results were 0 CFU/100mL. It is concluded that the higher the radiation, the higher the production of drinking water, and also the wind speed influences the rapid cooling of the steam in the cover glass and causes a higher condensation of the distilled water.

**Keywords:** Solar distiller, drinking water, desalination, seawater.

## I. INTRODUCCIÓN

El agua considerada un recurso natural, renovable e ilimitado, actualmente es un recurso escaso, es utilizado en diferentes actividades económicas que tienen su uso alternativo, por lo que la investigación propone la potabilización del agua de mar, utilizando un destilador tipo escalera con un canal parabólico de calentamiento primario. De acuerdo al Organización de la Salud, los desequilibrios en los sistemas ecológicos del planeta se vienen incrementando de manera exponencial, los que ponen en riesgo los niveles de contaminación ambiental y algo muy importante pone en riesgo la salud de la humanidad. El agua genera problemas infecciosos que vienen siendo causa de muertes de niños, adolescentes, adultos y la parte más vulnerable como los adultos mayores. La OMS (Organización Mundial de la Salud) en el año 2012, menciona datos estadísticos sobre el abastecimiento del agua para consumo humano, donde el 89% de la población mundial había mejorado su situación sanitaria del agua que en años posteriores, pero que actualmente 4000 millones de habitantes consumen aguas corriente, los demás obtienen agua de distintas fuentes, como pozos protegidos y perforaciones, a diferencia que 173000 millones dependen del agua sin ningún tipo de control sanitario, donde 1800 millones de personas se abastecen de agua contaminadas con heces, calculándose que más de 500000 muertes por diarrea al año, observándose de manera de alto riesgo que para el 2025 la mitad de los habitantes vivirán en zonas de escasas de agua. Dentro de la problemática a nivel mundial existe una disconformidad, de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO), manifiesta que casi 800 millones de habitantes del mundo no cuentan con un acceso al agua potable. Por la cual, 3000 millones no tienen un servicio de saneamiento básico, por lo tanto, la potabilización del agua es una alternativa importante, de acuerdo al desarrollo de la investigación esta cuenta con 6 fases de tratamiento para lograr dar respuesta y solución a sus objetivos planteados, en primera fase se menciona la recolección del agua de mar, en su segunda fase, se caracteriza el agua de mar en sus principales factores, en la tercera fase tenemos el diseño del destilador solar tipo escalera, y funcionamiento, cuarta fase tenemos la elaboración del destilador solar y el canal parabólico, en la quinta fase, las etapas del tratamiento, evaluación del agua de mar después del

tratamiento, y como sexta fase, los resultados interpretados estadísticamente.

En el Perú la **realidad problemática** en las zonas de los AA HH de Lima podemos apreciar esta realidad problemática, en zonas andinas como Cajamarca, Áncash, la Selva Peruana, donde de manera viable, Social, Ambiental se puede utilizar este sistema de destilación de agua con una tecnología al alcance para todas las personas. Y en distintas zonas teniendo un agua aceptable para consumo humano. Se establecieron como **problema general**, ¿Se podrá potabilizar el agua de mar mediante destilador solar en Ancón - Lima 2021? De igual manera se plantean los siguientes **problemas específicos** ¿Cuáles serán las características físicas de diseño del destilador solar para la potabilización del agua de mar?, ¿Cuáles serán los factores de operación del destilador solar para la potabilización del agua de mar?, ¿Cuál será el tiempo del tratamiento del destilador solar para potabilizar el agua de mar? Y ¿Qué tan eficiente es el destilador Solar para la potabilización del agua de mar?

La investigación tuvo como **propósito** plantear y desarrollar una tecnología limpia, que consiste en potabilizar el agua de mar con un destilador solar, tipo escalera lo que es renovable e ilimitado siendo vital como desarrollo de todo ser vivo. Por ello se empleó un tratamiento físico químico eficiente y sostenible que tuvo como meta eliminar la salinidad del agua para el consumo humano. Se realizó mediante un proceso de evaporación en el cual se destinará el agua utilizando la radiación del sol que es fuente de energía renovable, ya que es considerada como las primeras formas de tratamiento disponible de agua para la sociedad. Actualmente se sigue utilizando este tratamiento popular cada vez más a nivel internacional y nacional ya que de esta manera se podrá suministrar agua potable a las poblaciones con mayores dificultades de acceso a este recurso hídrico. La desalinización del agua salobre es una buena opción para hacer frente a la escasez del agua de esta manera se brinda un agua de calidad que cumpla con las características de un agua potable y que esté apta para el consumo de las personas.

Para cumplir con los parámetros para calidad de agua se aprobó el DS N° 002-2008- MINAM.

Para profundizar la investigación podemos decir que es de interés académico que

contribuirá ampliar los datos con respecto a la potabilización de agua de mar mediante el destilador solar, por ser una alternativa sostenible que no produce un impacto negativo al ambiente, por el contrario, genera un aumento en la oferta del agua beneficiando a mayores personas del recurso.

En el ámbito metodológico ya que puede utilizarse para futuras investigaciones, mediante análisis y comparaciones de diversas alternativas eco ambientales como diferentes tipos de destiladores con energía solar como es el destilador de una sola vertiente, dos vertientes, invernadero, esférico de barredera.

El desarrollo de investigación es potabilizar el agua de mar mediante un destilador solar en Ancón, por ser una tecnología racional que consiste en captar la energía solar para la desalinización del agua de mar, lo cual es una alternativa sustentable para la sociedad y el medio ambiente.

El proyecto de investigación, estableció como **objetivo general**: Potabilizar el agua de mar mediante el destilador solar en Ancón - Lima 2021. Del mismo modo se plantean como **objetivos específicos**: Determinar las características físicas de diseño del destilador solar para potabilizar el agua del mar. Determinar los factores de operación del destilador solar para potabilizar el agua del mar. Determinar el tiempo del tratamiento del destilador solar para potabilizar el agua de mar. Determinar la eficiencia del destilador solar para potabilizar el agua de mar.

Asimismo, se planteó como **hipótesis general**: La Potabilización del agua de mar se logra mediante el destilador solar en Ancón - Lima 2021. Y como hipótesis específicas: Las características físicas de diseño del destilador solar influirá para potabilizar el agua de mar. Los factores de operación del destilador solar para potabilizar el agua del mar serán mayores al 50% en sus tratamientos. El tiempo del tratamiento del destilador solar para la potabilización de agua de mar será suficiente realizarlo en 8h. El destilador solar podrá tener una eficiencia del 90% para la potabilización del agua de mar.



## II. MARCO TEÓRICO

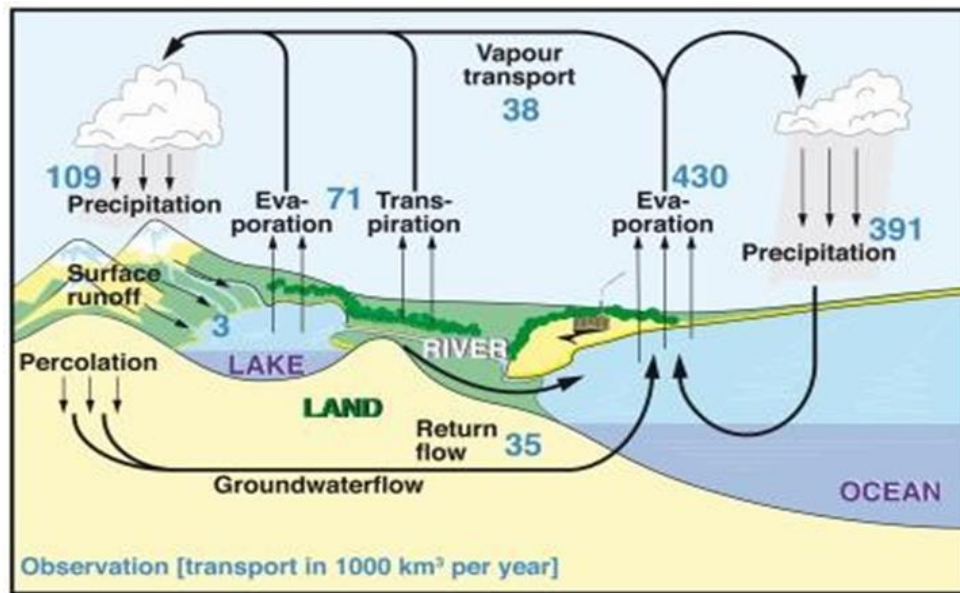
La Organización de las Naciones Unidas (2015), define el agua como un recurso hídrico es primordial para la vida y juega un rol vital y fundamental en el funcionamiento adecuado de las biodiversidades de la Tierra. Se dice que para realizar la ruta del agua para consumo humano es beneficioso para las poblaciones. Los procesos de purificación no deben generar riesgos en la salud, y se debe alcanzar un agua potable óptima viable con el tiempo. Debido a que las poblaciones deben contar con un abastecimiento eficaz. Del mismo modo La Organización Mundial de la Salud nos define que el agua de consumo inocua denominada agua potable (2020) puede ser bebida debido a que no genera riesgos significativos a la población, ya que hay vulnerabilidad que pueden presentarse a las poblaciones en los diferentes procesos de su vida. El agua potable es importante para el bienestar, ya que es considerado como un derecho y un elemento importante en las políticas vigentes para que protejan la salud.

Según Yao y Kong (2012) define el agua de mar como una mezcla acuosa con mayor cantidad en la tierra: Su composición es de 3.3% de sales disueltas con 7 elementos (Ca, Cl, Na, Mg, K, Br y S) que representa el 93,5% de especies iónicas.

Para Kendall (2014) El agua de mar se concentra mientras se evapora hasta que se sobrecargue en la fase mineral para que luego precipite. La precipitación de las sales absorbe principalmente elementos químicos como la salmuera del agua salada modificando su composición general.

Además, para Jeong et al. (2017) mencionan que las características del agua de mar tienen un rol fundamental en la determinación del proceso de osmosis inversa, el mundo tiene un nivel de sólidos totales disueltos (STD) menor a 35.000 a mayor 45.000 mg/L. Concentraciones de iones medias son de agua de mar.

A continuación, Bengtsson (2010), define el Ciclo del agua como un proceso fundamental para la circulación del agua del océano. En zonas donde haya evaporación neta, donde la salinidad aumente, lo que dará como resultado una convección en el punto superior del mar. (p.5). En la figura 1, se puede observar el ciclo del agua en la atmósfera.



**Figura 1.** Ciclo global del agua con valores anuales

Lo opuesto ocurre en zonas de precipitación neta. Asimismo, nos menciona que el vapor de agua es de suma importancia para el proceso climático. Donde se traslada el agua de la superficie de la tierra y enfría a la superficie que calienta la atmósfera. Donde el agua se traslada del espacio de la tierra enfriando la superficie y calentando la atmósfera aproximadamente 80 Wm. Asimismo, el flujo del vapor de agua es un sistema esencial para el traslado de la energía a través de las latitudes altas y bajas. (p.6).

Por otra parte, Chilón y Daza (2014), Señalan que el agua de mar está formada por mares y océanos. El agua es salina por la cantidad de sales disueltas del 35% o 35 g/L. La densidad va desde 1,025 g/ml, con más densidad con respecto al agua pura. Se transforma el agua de mar en hielo a - 2° C. De la misma manera, definen que el agua salada es una mezcla en agua de distintos componentes. Se dice que los dos tercios de los componentes se encuentran en el agua salada. Los componentes son, 99% de las sales marinas: Sodio, cloro, magnesio, calcio y sulfatos.

En la tabla 1 se muestra los datos tomados de la composición del agua de mar.

**Tabla 1.** Composición de solutos sólidos del agua de mar (Expresado en porcentaje)

ANIONES		CATIONES	
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	55,29	Sodio (Na <sup>+</sup> )	30,75
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	7,75	Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	3,70
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> )	0,41	Calcio (Ca <sup>++</sup> )	1,18
Bromuro (Br <sup>-</sup> )	0,19	Potasio (K <sup>+</sup> )	1,14
Flúor (F <sup>-</sup> )	0,0037	Estroncio (Sr <sup>++</sup> )	0,022
Molécula no disociada		Ácido bórico (H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> )	0,076

Fuente: Chilón y Daza, (2014)

Del mismo modo el ministerio de sanidad y política social (2019), menciona que la composición del agua del mar es debido a su origen y sus características marinas, aumentando su concentración en zonas cálidos, el agua de mar se da de soluciones concentradas de sales inorgánicas. (p.21). Para Claudio (2018) menciona que si el agua tiene gran cantidad de sales es debido a las sales minerales que se denominan iones. Denominados por su carga de cationes (+) y aniones (-) y también debido a su oxidación. Los iones provocan un aumento en los sólidos totales, conductividad eléctrica, alcalinidad y dureza (p.11).

A continuación, se muestra tabla 2, de los iones mayoritarios y minoritarios que hay en el agua con sales.

**Tabla 2.** Principales iones mayoritarios y minoritarios presentes en el agua con mayor contenido de sales

Iones mayoritarios		Iones minoritarios	
CATIONES	ANIONES	CATIONES	ANIONES
<b>Sodio (Na<sup>+</sup>)</b>	Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	Estroncio (Sr <sup>2+</sup> )	Bromuro (Br <sup>-</sup> )
<b>Potasio (K<sup>+</sup>)</b>	Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Fluoruro (F <sup>-</sup> )
<b>Calcio (Ca<sup>2+</sup>)</b>	Carbonato (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	Bario (Ba <sup>2+</sup> )	Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) y Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )
<b>Magnesio (Mg<sup>2+</sup>)</b>	Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> )	Boro (B <sup>+</sup> )	Silicatos (SiO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> )

Fuente: Claudio, (2018)

La empresa Acciona (2020) define a la potabilización en eliminar aquellas sustancias tóxicas como el cromo, el plomo o el zinc, como también las algas, bacterias y virus que estén presentes en el cuerpo receptor. Del mismo modo, La agencia de la ONU para Refugiados (2017) define que, para la potabilización del agua de mar, se realiza por procesos químicos que trata de eliminar las sales para consumo humano, sin presentar riesgos a la salud. (párr. 5). Se refiere como beber y para las actividades personales de las personas e industrias. Por ello es importante invertir en la potabilización de agua para estar seguros que todo el mundo tenga acceso a este recurso vital.

Por otro lado, Organización de las Naciones Unidas (2015), afirma que la calidad del agua, contribuye en la salud de los seres humanos. En particular, la calidad del agua se halla evaluando sus características físicoquímicas de las muestras cumpliendo con los estándares. La calidad de los parámetros del agua potable se puede contrastar por un plan de medidas: conservación de las fuentes del recurso hídrico, gestión de manipulación y distribución de este recurso. (pág. 27)

Para Apaza (2019), los estándares de calidad del agua son indicadores que calculan las concentraciones de los parámetros químicos, físicos y biológicos que se encuentran presentes en el agua como cuerpo receptor (p.36).

Actualmente, los ECAs están establecidos por el MINAM (2017), que señala la ley general del ambiente, N°28611, DS N° 002-2008 MINAM, DS N° 023-2009- MINAM, que son DS que aprueban los ECAs. Del mismo modo decretaron el Art 1, que son los ECAs para agua, establecidos en el presente DS N°004\_2017\_MINAM. Esta normativa cambia pocas cifras, mediciones, categorías y Sub Cat. En su Art 3.- es sobre su Categoría de los ECAs para Agua, donde menciona que los ECAs del agua deben tener en cuenta los siguientes requerimientos sobre la categoría: En el Art. 3-1. Pertenece a la categoría 1: Poblacional y recreacional, que se subdivide en la Sub.cat A: Aguas superficiales para la generación de agua potable: Son aguas que antes del proceso, se asignan para el abasto de agua. Del mismo modo se subdivide en A- 1: Agua potable con desinfección: Son aguas que, con características de calidad, son destinadas al abasto de agua con una sencilla desinfección, A-2: Agua potable con tratamiento convencional: Son aguas

asignadas al abasto de agua para los humanos, mediante tratamiento, por medio procesos como: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y filtración y A-3: Agua potable con tratamiento avanzado: Son aguas asignadas al abasto de agua para los humanos, mediante tratamiento que implica procesos físicos y químicos modernos. Como se explica en la tabla 3, los ECAS para agua.

**Tabla 3.** Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua – Categoría 1: Población y Recreacional: Subcategoría A: Población y Recreacional

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
		VALOR	VALOR	VALOR
<b>FÍSICOS - QUÍMICOS</b>				
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0
Turbiedad	UNT	5	100	**
Conductividad eléctrica	μS/cm	1 500	1 600	**
Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Cloruros	mg/L	250	250	250
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) (d)	mg/L	3	3	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	3	5	10
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**

Nota: El cuadro muestra los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

Fuente: Datos tomados por el Ministerio del Ambiente (2017)

Además, Frías y Montilla (2015), define la muestra como la porción de una determinada cantidad que es considerada como la representación de un total que es tomada para un estudio representativo, experimentación o análisis (p. 31).

Del mismo modo, El sistema de gestión de calidad (2010), define el muestreo: Como un proceso definido por el cual se recolecta o se toma una parte representativa de material, sustancia o producto con la finalidad de analizar los parámetros representativos del agua. Los parámetros para calidad del agua fueron establecidos por El DS N° 004- 2017 MINAM, que dispone las fases de concentración de los componentes, que están referidos a los parámetros físicos, químicos y microbiológicos donde evaluaremos algunos parámetros en nuestro proyecto.

Algunos autores analizaron los parámetros físicos y microbiológicos.

Según, Frías y Montilla (2015), evaluó los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el río Itaya, Loreto. Donde se analizaron 9 muestras para análisis fisicoquímicos y 9 muestras para los análisis microbiológicos, dando un total de 18 muestras. También analizaron en los parámetros físicos la temperatura, potencial de hidrogeno, conductividad y turbidez, en los parámetros químicos nitritos/nitratos, demanda química y demanda biológica de oxígeno, alcalinidad y en los parámetros microbiológicos los Coliformes totales y fecales. Los resultados demuestran que la turbidez, pH son menores, los sólidos totales son mayores y oxígeno disuelto, DBO y DQO están muy altos. Los autores concluyeron que se tendrá que disminuir la contaminación en el río Itaya ya que no cumplen con los ECAs.

Además, Brousett et al, (2017), verifico la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano en la población de Juliaca. Realizo una medición in situ para que halle las condiciones higiénicas como factor de contaminación, para su muestra midió un vol. de 200 ml. Para sus análisis fisicoquímicos se guio de los métodos normalizados para aguas como APHA, AWWA. Incluyendo las técnicas nefelometrías, fotométricas. Los parámetros evaluados son: conductividad, pH, dureza, turbidez, solidos disueltos y coliformes totales utilizaron el método de tubos múltiples. Los resultados indicaron que los parámetros fisicoquímicos están dentro del DS 031-2010-MINSA. Como el pH, estuvo en un promedio de 6 – 7.

Concluyeron que las fuentes de agua del abastecimiento cumplen con los parámetros fisicoquímicos del reglamento de la calidad del agua para consumo humano.

Frías y Montilla (2015) definieron los parámetros físicos como: la temperatura como un parámetro físico principal del agua, que interviene en el incremento del funcionamiento de microorganismos, precipitación de componentes, absorción de oxígeno, desinfección de las etapas de mezclas. Floculación, sedimentación y filtración. La T° del H<sub>2</sub>O se ve afectada por las actividades antropogénicas. El particular vínculo que hay entre la temperatura y la densidad del agua (Densidad máxima a 4°C) (p. 20). Del mismo modo define que el potencial Hidrógeno pH determina si el componente es ácido, neutro o básico, evaluando la cantidad de IH encontrados. Su propósito es determinar los tipos de causas debido a la acidez producidas por las actividades humanas. Se evalúa en escala de 0 hasta 14. Los datos de pH < de 7 señalan que las sustancias son ácidas, los datos de pH > a 7 señalan que la sustancias es básica y si sale pH 7 señala que las sustancias son neutras, del mismo modo, la conductividad eléctrica es una propiedad que tiene la capacidad de acceder al acceso de la energía eléctrica con una solución y es empleado para determinar cantidad de sales en el agua. La capacidad de transferir la energía eléctrica, representada en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (micro Siemens por centímetro), la turbidez se da del volumen de un cuerpo de agua debido a las presencias de elementos en suspensión, los cuales son, limo, arcilla. Fragmentos de sílice, compuestos orgánicos, etc. La estimación de esta cantidad de compuestos depende del grado de la turbiedad.

Frías y Montilla (2015), mencionan que los parámetros químicos como nitritos (NO<sub>2</sub>-), se oxidan con las nitrobacterias (Gram negativas), para que formen a los nitratos (NO<sub>3</sub>), se dice que cuando se concentra nitratos en el agua, se debe a la utilización excesiva de fertilizantes nitrogenados, por otro lado, la DBO analiza el número de O<sub>2</sub> que expresa en mg/L, donde se utiliza para la oxidar la materia orgánica que se va a degradar que están en las pruebas de H<sub>2</sub>O. Halla la concentración del oxígeno para que se descomponga por la acción de las bacterias y también analiza el oxígeno disuelto utilizando microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica del componente orgánico. También, la demanda química de

oxígeno analiza la dosis estimada, para oxidar químicamente el material orgánico e inorgánico presentes en el agua, se coloca el dicromato de Potasio o permanganato en medio ácido, ya que se usa como un agente oxidante. Los valores de DQO, es mayor la DBO los dos, se expresan en mg/L. Asimismo, alcalinidad se refiere a la existencia de los iones oxidrilo, carbonatos y bicarbonatos en el cuerpo receptor. Para la alcalinidad se utiliza la fenolftaleína que evalúa la mezcla de iones hidróxidos más iones carbonatos. Se emplea el indicador anaranjado de metilo.

Por otra parte, describen los parámetros microbiológicos como los coliformes Totales señalando que pertenecen al grupo de coliformes que son bacterias- Gram negativas que tienen como forma de bacilo las cuales fermentan lactosa en el cultivo a una temperatura (35°-37°C). Donde produce ácido y gas. Entre los más comunes son: Escherichia coli, Citrobacter, Enterobacter. y los coliformes fecales Son el grupo de organismos-coliformes las cuales a la lactosa la fermentan a (44°-45°C). Representan a indicadores de la calidad, para el origen de aguas domésticas en gran parte son representan a microorganismos como Escherichia coli. Este grupo también integran a los grupos de los coliformes totales, pero son diferentes a los otros microorganismos de este grupo, la cantidad de temperatura óptima para su desarrollo es de 45°C.

Por otra parte, La empresa Acciona (2020), define la desalinización del agua como un proceso de tratamiento del agua donde elimina las sales del agua de mar y se convierte en agua potable. Además, menciona que las plantas desalinizadoras son empleadas para la desalinización, donde se utiliza el agua de mar o lagos salados para conseguir agua, generando agua viable. Es una alternativa que se utiliza en varios países para conseguir agua para consumo humano. Del mismo modo, el ministerio de sanidad y política nacional (2019), menciona que la desalación del agua es el proceso donde se separan los minerales disueltos (sales) y diferentes sustancias contenidas en aguas marinas o salobres, para ser convertidas en agua de consumo humano que este apta para las diferentes industrias. Aquellas tecnologías utilizadas en todo el mundo es la desalación por plantas como las membranas semipermeables, principalmente por destilación y osmosis inversa.



Según Claudio (2018), menciona que la desalinización del agua para aplicaciones en la potabilización se realiza mediante un desarrollo de tecnología solar sustentable y elaboró un diseño de tratamiento mediante ósmosis inversa, añadiendo un sistema fotovoltaico con medición de sus variables. Analizó las variaciones en la concentración de salinidad del efluente. La radiación solar en la producción de energía utilizada en el sistema. Realizo los datos bajo varias condiciones de concentración en el efluente. Los resultados demostraron que la concentración del influente se mantiene constante, cambiando la irradiación en el día del sistema del diseño RO-PV la cual tiene una producción de 0.5 a 1 m<sup>3</sup> /día, ello indica una eficiencia en el costo del agua tratada de 1.075-2.15 US\$/ m<sup>3</sup>, por ello se obtiene un buen precio para este tipo de prototipo. Concluyo, que se logró construir y diseñar un prototipo de desalinización con osmosis inversa con paneles fotovoltaicos.

Mercado, (2015) evaluó un tratamiento de desalinización, con un modelo concentrador cilíndrico parabólico de agua salada. El diseño se basó en condensar el agua que ingresa al destilador por un tubo, interviniendo como refrigerante y alimento, el agua atraviesa un concentrador cilíndrico parabólico que se convierte a vapor y de nuevo ingresa al destilador, generando agua destilada. En los puntos de muestreo se midió pH, T° y CE. Los puntos son: agua salina, agua sacada del equipo se condensa, agua de salmuera del sistema. Los resultados lo analizo cada media hora del agua destilada. El día que se superó el rendimiento aumentó la eficiencia del equipo. Concluyo, que la desalación de agua salina con radiación solar es un tratamiento viable para la obtención de agua, ya que los análisis de agua están por abajo de los parámetros.

Se dice que la salinidad es la masa en gramos del componente inorgánico disuelto en 1 Kg de agua de mar. En la actualidad se determina la salinidad por conductimetría lo cual nos permite obtener mediciones in situ, el instrumento más común para hacer dicha actividad es el medidor de conductividad conocido como conductímetro. La salinidad se dice que es la concentración total de sales disueltas que está expresada en partes por mil, 1 ppt es igual a 1 gramo/litro que es equivalente a 1,000 mg/litro o 1,000 ppm.

Para Claudio (2018), la salinidad del agua se da por el funcionamiento del tipo y cantidad de sales que contengan, debido a la salinidad, el agua con mayor cantidad de sales se podrá clasificar para agua potable, marina, salmuera o salobre. Por un lado, la salinidad de agua será de la función de la geología del sub-suelo (sulfatos, silicatos y carbonatos), y la salinidad del agua de mar es debido por el disociado de catión sodio, cloruro de sodio y anión cloruro (párr. 2).

Como una propuesta para el uso del agua desalinizada de mar para una industria en la provincia de Ilo-Región Moquegua. Peña (2017), utilizo plantas desalinizadoras para muchos usos en las industrias en Ilo. Donde analizo el procedimiento desalinizador del agua de mar, y realizo el tratamiento por osmosis inversa, por ser un buen tratamiento en cuanto a remoción de la salinidad. Pudo determinar los beneficios e impactos en el entorno con la implementación del proyecto y concluyo la viabilidad del proyecto en la industria.

Guerrero y Pisco (2020) define al destilador solar como un sistema sencillo que aprovecha la energía proveniente del sol para tratar el agua mediante la destilación y obtener agua potable. Este tratamiento del destilador solar depende de factores como la velocidad de viento porque está enfría la lámina de vidrio, el aumento de la radiación, y la temperatura interna del destilador.

Por otra parte, Sabando (2020) nos menciona que la destilación es el proceso por el cual se simula el ciclo del agua el cual es causado por el aumento de la temperatura del agua el cual se purifica y pasa por la evaporación y a su condensación, el cual mediante la lluvia se precipita a la tierra, este proceso es disimulado por el destilador a una escala menor.

Mamami (2012) nos dice que la energía que emite el sol, la cual proporciona ondas electromagnéticas en varias direcciones o fotones, también se conoce como radiación electromagnética. La radiación electromagnética que combina el campo eléctrico y magnético oscilante y que son perpendiculares. No obstante, Luna y Ruiz (2017) definen a la destilación como el proceso físico más utilizado para la separación de mezclas en su mayoría en líquidos en el cual se obtiene agua purificada, para ello el agua tratada por destilación añadiendo temperatura en un sistema cerrado se hace evaporar para que luego se condense obteniendo así agua

purificada.

Para Pallantes (2015), en los tipos de destiladores están el destilador de una vertiente, que es un sistema simple para el tratamiento desalinizador de agua de mar, estos desalinizadores tienen un diseño simple de bajo costo en su elaboración, así como la manera sencilla de poder elaborarlo, el destilador tiene la forma cuadrada con un techo que cubre toda la superficie superior de material de vidrio posee dos divisiones fondo negro para el agua que se pondrá a evaporar, y otro para almacenar el agua tratada este sistema tiene la posibilidad adaptar la instalación de manera modular. Otro tipo de destilador es el de dos vertientes que posee unos diseños más elaborados, tiene como cubierta de vidrio con dos vertimientos el agua que es condensada se desplaza por el cubrimiento hasta una bandeja que almacena el agua tratada en el depósito de almacenaje se recoge el agua. El tipo invernadero es otro tipo de destilador que tiene un mayor tamaño, de diseño y material invernadero que posee un estanque de agua dentro del destilador de color negro, para una mayor captación de radiación solar. El agua que se condensa por la superficie del invernadero se almacena en reservorios ubicados al lado de las paredes. El destilador solar tipo barredera posee una forma circular con material transparente, esto hará que se capte una mayor radiación solar esto mantiene la inercia térmica lo cual hará un mejor aprovechamiento de la energía. También posee una bandeja negra en el centro donde se colocará el agua que se purificará, esta cobertura arrastra las gotas del agua hasta la parte baja donde se acumulará en un reservorio, con este sistema.

El destilador cascado es un modelo de prototipo que tiene una estructura de terrazas en las cuales hay depósitos donde el agua se destinará por el aumento de temperatura, esta agua se condensa a la superficie de la cubierta transparente, el cual se traslada a un depósito donde se almacenará. Algunos de estos tipos presentan un diseño complejo, debido a 12 las distintas modificaciones que se han realizado para incrementar su eficiencia.

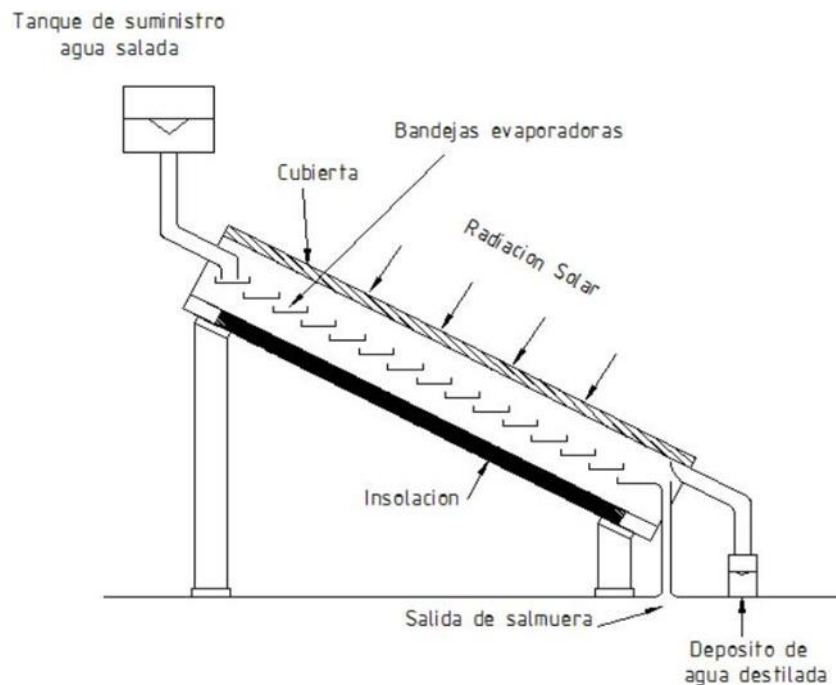
Varios autores coinciden en que lo más importante a tener en cuenta en el diseño son ciertos parámetros, como lo indica Saettone (2015) se debe pintar cada depósito de color negro mate para una mejor absorción de calor además la profundidad de cada escalón debe ser de 0,02 mm logrando que el volumen de

agua llegue a 3.36 l, el material empleado para la cubierta debe ser lo más transparente posible, en este caso se empleó vidrio de 3mm de espesor y la estructura debe estar a 45°, en su estudio acerca del destilador solar de bandeja modificado fueron las paredes reflectoras adyacentes a cada escalón de tal forma que se intensifica la radiación solar hacia el agua del mar incrementando su eficiencia en un 4,42% comparado con el convencional.

La estructura de un destilador solar, comprende a la cámara de aire que está ubicada en la parte baja del destilador del evaporador y la cubierta de vidrio (condensación), en esta parte se ubica el aire el cual hace que las partículas agua se eleven con la difusión de moléculas. El colector es el reservorio donde almacena el agua que se utilizara para el tratamiento en el destilador, el cual debe tener un aislante termal para que se evite la pérdida de la temperatura en el sistema. El condensador es el material de cobertura transparente en cual la radiación atraviesa la superficie y el material que se utiliza posee una baja temperatura está ubicada a una distancia del reservorio del agua a tratar en la cual se producirá la evaporación esta variación en su temperatura hará que el agua evaporada se condense. El conductor para almacenar el agua condensada el agua después del tratamiento en el destilador solar que se condensa baja por los conductos para ser almacenado en un contenedor, el agua purificada obtenida puede utilizarse para consumo humano, riego, etc. Y la superficie del agua que se evapora por el aumento de la radiación solar lo que aumenta la temperatura en su interior ello produce el aumento de la presión del vapor del agua.

Para Intriago y Zambrano (2017), señala que el proceso de funcionamiento del destilador hace una simulación del proceso del ciclo de agua que mediante el aumento de temperatura del agua se evapora formando nubes y al momento de enfriarse se precipitan en forma de lluvia. En el calentamiento del agua, el agua que se encuentra en el reservorio de agua ingresa al destilador a reposar en las bandejas negra escalonada que simula a una cascada, el agua se precipita en las etapas del destilador en un tiempo determinado, en el cual se calentara por el aumento de temperatura recibida por la radiación solar. La evaporación del agua se da al calentarse el agua por el incremento de la temperatura en el interior del destilador, el agua cambiará de estado líquido a gaseoso al llegar a un grado de

ebullición de temperatura de 100 C°, evaporándose al interior del destilador que está herméticamente cerrado. Luego, la condensación del agua se da cuando el vapor de agua se impregna en el vidrio que hace de condensador y se encuentra en la parte superior, el vapor de agua se enfría y este se transforma de estado gaseoso a líquido otra vez, el cual se precipita por el canal hasta el reservorio final. Y, por último, en el almacenamiento del agua destilada, una vez que el agua se precipita es transportada por el canal y se almacena en un reservorio final, el cual se encuentra colocado en la parte inferior del destilador, se encuentra libre de cualquier sustancia que pueda contaminar y cuenta con un aislante termal. En la figura 2, se muestra el proceso del destilador solar cascada.



**Figura 2.** Proceso de un destilador solar cascada

Sabando (2017) menciona que los materiales que se utilizan en la fabricación del destilador solar serán en base a las características que se requieran en el diseño del destilador, mientras que, Pallante (2015), manifiesta que en la fabricación de los destiladores solares se pueden utilizar diversos materiales de acuerdo a lo requerido por cada prototipo, para ello se tiene que considerar el factor económico y los recursos de tecnología, la propiedad térmicas y físicas del destilador. Los materiales empleados pueden ser: PVC (para el transporte del agua), Acero inoxidable para la estructura, Fierro galvanizado para la estructura, Vidrio para la

cubierta, Durapax para aislante de la temperatura, Espejo para reflejar la radiación solar.

Muchos autores han elaborado diversos diseños de destiladores solares como, por ejemplo, Torres y Mejía (2016), En su investigación titulada: "Modelado y Simulación de un Destilador". Tiene como objetivo elaborar un proceso de diseño de destiladores solar de simple efecto con modelamiento y simulación del comportamiento de su temperatura, para potencializar la producción de agua. Para ello se evaluó el balance de su temperatura de las características del destilador, resueltas en octave. El principal resultado fue elaborar una herramienta para contabilizar la producción de agua tratado por estos destiladores.

Por otro lado, Chilón y Deza (2014), En su tesis investigaron la factibilidad tecno-económica de la purificación del agua tratada con la radiación solar, en el cual se elaboró un molde de destilador solar, que conlleva en un recipiente donde se coloca un bajo nivel de agua salada que tiene una cobertura de vidrio y poca inclinación que tiene una superficie color negro para una mayor radiación, la muestra para desalinizar agua de mar con un tipo de 1 cm se aplicó un vol. de 3.2 Lts de agua de mar en una bandeja y un tipo de 2 cm se aplicó un vol de 6.4 Lts de agua se obtuvieron cifras como alcalinos 99 ppm; dureza 45 ppm y calcio 19 ppm, que son los límites de los parámetros del agua salubre. Se concluye que se logró disminuir los niveles de sales durante el proceso produciendo agua apta para consumo para satisfacer las necesidades del ser humano.

También Chiroque (2018), construyo cuatro modelos de destiladores y utilizo el agua de los pozos rurales proveniente del subsuelo que utilizan los ganaderos sabiendo que tiene un 50 % de aguas con salinidad que no son aptas para el uso en la ganadería. Se utilizó el estudio comparando 4 modelos de destiladores con energía solar en octubre - noviembre-diciembre, para obtener agua dulce. Para ello se utilizó un modelo de estadística Bifactorial por Bloques al Azar. El tratamiento 1 con el destilador de dos aguas, tiene un volumen de 1.509 a 1.763 litros cada día. El tratamiento 3 con el destilador tipo terraza tiene un volumen de 1.380 a 1.635 litros de agua cada día. El tratamiento 2 con el destilador solar modificado con dos aguas se obtiene el volumen de 1.294 a 1.549 litros cada día.

Por otro lado, Solano de la sala y Alban (2015), diseñaron un sistema de potabilización del agua para una casa familiar. Se realizaron estudios donde se escogió un prototipo que se realizó para estudiar su comportamiento en producción diaria utilizando energía solar. Se hizo una recopilación diaria durante diez días y se tomaron muestras de agua cruda y agua destilada. Después del funcionamiento del destilador solar se obtuvo un resultado máximo de 3 litros/m<sup>2</sup>/día de agua destilada. Se concluyó que los resultados del análisis físicoquímicos y biológicos del agua destilada ubicadas en la Norma Ecuatoriana Nte Inen 1108, que cumple como un agua potable. Mientras que, Pallante (2015), elaboro un destilador solar, para tratar aguas residuales y aprovecharlas para el uso en limpieza de los equipos y las instalaciones en la ciudad de Calama. Se hicieron mediciones para la cantidad, tamaño de agua tratada en un tiempo determinado. Como conclusiones, se obtuvieron en los parámetros físicos y químicos valores que no son aptos para agua de riego, no obstante, si se realizó una reducción. La radiación que estuvo expuesta el equipo fue de 864,33 W/m<sup>2</sup> en el mes de octubre este es un valor óptimo para la utilización de la radiación solar para el proceso de destilación, del 25 y 50% para este prototipo.

Sánchez y Yagkug (2020), elaboraron dos modelos de destiladores con energía con energía proveniente del sol de una sola vertiente y determinaron la eficacia del sistema de un destilado solar para tratar las aguas residuales en Trujillo Para la experimentación se utilizaron dos tipos de aguas grises que se obtuvieron de la Planta de Tratamiento de Salaverry y Covicorti. Se empleó un litro por día de las aguas grises por cada prototipo por el tiempo de 10 días. Asimismo, se tomaron las medidas de los aspectos como las características ambientales en el día y su caracterización de los características físicas, químicas y microbiológicas antes y al final del tratamiento. Se obtuvieron como resultados la remoción del tratamiento de la PTAR de Salaverry con 96.63%; y del tratamiento de la PTAR de Covicorti se obtuvo una remoción de un 99%. De tal manera se concluye que la eficacia del destilador solar con 1 vertiente es significativa para tratar la purificación de agua grises de los afluentes de las PTAR de Covicorti y Salaverry.

Aba et al. (2018) en su artículo desarrollo un tratamiento de desalación solar a partir de agua salada utilizando energía solar de cuenca para ello construyó un destilador

solar el cual se realizó para desarrollar y mejorar el alambique solar (destilador) que generalmente está hecho de material de residuos. Los resultados señalaron que se provocó un aumento en la  $T^{\circ}$ , ya que la radiación solar actual ganó  $5^{\circ}\text{C}$  más, después de que se mejoró, cambió la capacidad de producción del agua salada, que creció casi hasta 150 ml del destilador solar actual. Se concluyó que el nivel de la composición de metales pesados el agua salina descendió después del proceso de desalación antes de que el agua se tratara a un estándar de agua potable más sólido para cada componente evaluado.

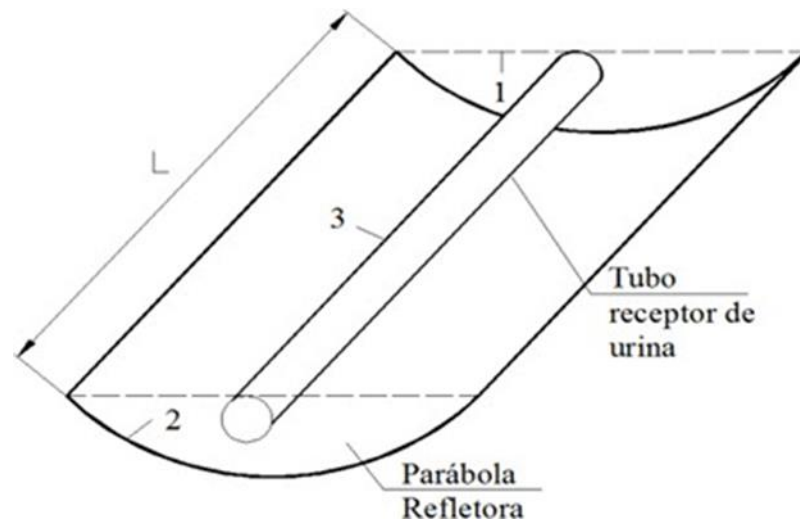
Sin embargo, algunos autores han implementado mejoras o modificaciones en los destiladores solares para una mayor producción de calidad de agua, ya sea implementando o adicionando mecanismos para una mayor captación de energía solar, como, por ejemplo, Dudul et al (2020), desarrollo técnicas de mejora de destilador solar y desarrollo recientes ejecutada para la eliminación de productos químicos peligrosos del agua. Reviso sobre diferentes técnicas que mejoran la producción de un destilador solar. También analizo la función de un destilador solar convencional, la calidad del agua obtenida y el medio de transferencia de calor de un destilador solar. Del mismo modo incluyo la modificación de la placa absorbente, incorporación de un condensador, empleo de reflectores, unidades de humidificación-des humidificación, incorporación de materiales de almacenamiento de energía térmica, combinación de módulos fotovoltaicos térmicos y enfriadores termoeléctricos. Concluye que el análisis de varios sistemas brinda una imagen clara de los avances de los destiladores solares.

Por otro lado, Paredes (2012) define al canal parabólico Solar a los captadores de energía solar de foco lineal, el cual transforma la radiación del sol directa en energía térmica, debido al calentamiento del fluido de trabajo que llega a  $400\text{ C}^{\circ}$ . Los Componentes del canal parabólico son la parábola reflectora que tiene como objetivo reflejar en el receptor la energía solar posee estructura de material reflectivo como el vidrio curvado formando una parábola que concentra en la línea focal toda la energía. También el Tubo receptor que es el rendimiento total del sistema por el material utilizado y su capacidad de retención de la radiación., consta de uno o dos tubos en el centro. Y el Sistema de Seguimiento Solar que se utiliza para aprovechar mejor la radiación del sol y su posición en el mayor tiempo, posee



seguimiento de uno o dos ejes.

Este mecanismo puede incorporarse al destilador solar convencional para una mejora en la producción de agua destilada. En la figura 3, se observa la estructura del canal parabólico solar.



**Figura 3.** Canal parabólico solar

Mientras que, Intriago y Zambrano (2017), evaluaron dos destiladores solares para agua con salinidad, las cuales se modificarán para evaluar la calidad y cantidad de producción obtenida en cada una. El trabajo fue de tipo experimental y tiene un enfoque cuantitativo. Se evaluaron los resultados de varios destiladores y se utilizó barra de cobre, papel aluminio, para las celdas fotovoltaicas, el agua con salinidad entró por gravedad por los bebederos que daban 30 litros de agua diaria y luego se tomaron las muestras por los días. Los destiladores se ubicaron en la playa San Clemente, en Ecuador, por 7 días se evaluaron las características fisicoquímicas del agua lo cual mostró un resultado considerable en el tratamiento de agua. Como resultado la eficiencia de los destiladores solares modificados fue mejor con ventaja del 14%.

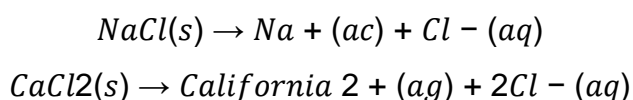
En su investigación, Sabando, (2017), diseño y fabrico un destilador con energía solar para tratar agua residual. El estudio posee enfoque cuantitativo, y diseño experimental puro. Se determinó procesos similares donde se establecieron los criterios al diseñar y expresiones matemáticas para generar información y emplear

a la siguiente elaboración del destilador, aplicó en tres diferentes análisis con 3 tipos de aguas residuales. Resultados de la primera etapa son de 79.55% de disminución de turbiedad, 93.03% DBO5 y 83.52% DBO. La segunda etapa es de 84.38% disminución turbiedad, 99.21% DBO5 y 89.306% DQO. Tercera etapa 99.07% turbiedad, 98.82% DBO5 Y 99.57% DBO. Se puede concluir que el destilador solar es eficiente con un 89.96% para aguas residuales industriales y domésticas, 94.28% de agua residual doméstica y 99.31% aguas residuales industriales en la minimización de los contaminantes, se afirma que el destilador con energía del sol, es un diseño con eficiencia para tratamientos de aguas residuales.

En su investigación, Zhenyuan et al (2020), su objetivo principal fue la desalinización de ultra alta eficiencia mediante un destilador solar multietapa térmicamente localizado. En este artículo, mostramos que la eficiencia del calor y el traslado de la masa en la clasificación de muchas etapas es clave para mejorar aún más la eficiencia. Se diseñó y caracterizó un prototipo TMSS de diez etapas. El modelo estaba compuesto por once marcos de nailon, un absorbedor solar cubierto por un monolito de aerogel de sílice, diez condensadores de aluminio recubiertos de teflón y diez evaporadores de fibra de celulosa (toallas de papel). Se empleó un aparato informático solar para facilitar la iluminación solar. El resultado señala que el límite alto en la obtención del agua está en el margen del rendimiento en el laboratorio y el límite inferior de la eficiencia de agua se estima a partir del rendimiento al aire libre con un día relativamente soleado. En conclusión, se desarrolló el destilador solar multietapa térmicamente localizado (TMSS) que utiliza la localización de calor solar interfacial y entalpía de vaporización.

También, Zevallos (2015), Nos menciona en su tesis de tuvo como objetivo desarrollar un destilador a base de energía solar para “calentador seguidor solar” que utiliza la energía obtenida del sol que será térmica y fotovoltaica como tratamiento para obtener agua purificada se filtró 5 Lts de agua potable. Se implementó el destilador de seguimiento solar, y se utilizó el filtro para la evaporación lo cual resultó con una mayor eficiencia a mayor temperatura menos tiempo.

Por otro lado, Hunt, Herron y Green (2012) mencionan que los cloruros están presentes en el agua salada, conformando un aproximado de 0,05% en la corteza terrestre sostienen que el agua de mar contiene una concentración de 35.000 ppm de cloruros naturales. (p.2). El cloruro, se formó de un Cl – ion, en agua salada es uno de los principales inorgánicos aniones. Se produjo debido a la separación de sales, como cloruros de calcio o cloruro de sodio en el agua.



Los iones de cloruro, se formó de minerales naturales.

Del mismo modo, Pereira (2014) nos indica que el potencial redox es la fuerza o actividad de los reductores u oxidantes en el agua y que funciona con su misma concentración. Mencionan que el agua con presencia de oxidantes es mayor que los reductores y captara electrones y presentara un potencial redox positivo. Todo lo contrario, con un agua reductora debido a su concentración es mayor de reductores que la de oxidantes, lo cual cederá electrones y presentará un potencial redox negativo.

Según Posada et al. (2017) mencionan que el oxígeno disuelto, es uno de los primeros indicadores de la contaminación de aguas. Los investigadores mencionan que los bajos niveles de OD son causadas debido a la aparición de materia inorgánica relativamente oxidadas. En cualquier caso, la presencia de demanda de oxígeno para la respiración de organismos aptos de asimilar la materia orgánica o debido a la oxidación de agregados orgánicos. Estos pedidos agotan o disminuyen notablemente el OD. [...]. También aclaran que el OD en aguas limpias, que no estén sujetas a las demandas de OD, tendrán concentraciones de equilibrio que dependerá de la tensión atmosférica y de la T° agua. (p.194).

Para Intriago y Zambrano (2017) definen la radiación solar es la transferencia de energía por ondas electromagnéticas y se produce directamente desde la fuente hacia fuera en todas las direcciones. Estas ondas no necesitan un medio material para propagarse, pueden atravesar el espacio interplanetario y llegar a la Tierra desde el Sol. Para determinar el ángulo de incidencia solar sobre una superficie se debe analizar su posición la misma que se encuentra comprendido entre la normal

de la superficie incidente y la dirección solar.

Para Quintero (2013), la eficiencia del Destilador Solar se define como la obtención de altos resultados con la mínima inversión de recursos. La eficiencia del destilador es su cantidad de radiación necesaria para lograr la evaporación del agua purificada por el destilado en un tiempo definido. Por ello esto es beneficioso para poder medir el funcionamiento de los destiladores solares diferentes y conocer cuál es más efectivo en cuanto a su modificación.

Muchos autores han estudiado la eficiencia de los destiladores, como Apaza (2019), En su tesis de investigación que tuvo como objetivo primordial es elaborar un destilador solar con 2 barrederas si es eficaz en el TAR. El tipo de diseño investigación experimental y enfoque cuantitativo. Se elaboró y fabricó un prototipo de destilador, ya que influyó con la determinación de los grados de radiación solar, T° y HR. Aplicó pruebas para evaluar la calidad de agua tratada con exámenes físicos T, CE, SST, SD y ST y químicos (pH, DBO, DQO, aceites, grasas y nitratos). Los resultados obtenidos del destilador llegaron a una cifra máx. de 52°C, HR 19% y energía solar de 46.1 W/m<sup>2</sup>. En conclusión, se muestra una eficiencia al utilizar el destilador automatizado con dos vertientes, debido a que el agua obtenida no pasa las normativas vigentes.

Por otro lado, Mamani, (2012), Analizo el comportamiento, así como las características de un destilador, en Tacna, para ello se utilizó agua del mar que se evaluó en el DST, se tomaron las medidas de volumen del agua que se destiló, su temperatura, radiación solar, calidad del agua destilada, antes y al final del tratamiento. Se obtuvieron como resultados el agua destilada con una buena calidad en las características físico- químicos y microbiológicas con el destilador tubular con una eficiencia del 47%.

Así mismo, Pérez y Salazar (2015), cálculo la eficiencia del sistema del destilador solar en el tratamiento desalador provenientes del mar de Bocagrande- Cartagena, utilizó un estudio experimental puro, y se implementó con el cálculo de la eficiencia del destilador solar de tamaño de 1 x 1,5 m de longitud, y se colocó un vidrio de espesor de 5 mm, utilizó aluminio y acero inoxidable en un periodo de 5 semanas, calculó la eficiencia del destilador solar en una escala piloto, que tuvo de resultado

la remoción de salinidad de 35,9 a < 1,0.

En su investigación, Hassan et al. (2017), construyó un destilador solar para tratamiento desalinizador de agua salada para obtener agua destilada potable en laboratorio para una menor escala. En el prototipo se utilizó el intercambio de calor, en relación a la radiación, la convección y la conducción. El prototipo del destilador solar fue de 0.70 m<sup>2</sup>, el material que se utilizó de acero dulce, vidrios, tablas, fibras de vidrio, chapas de aluminio y ángulos de hierro. Se evaluó el prototipo y su eficiencia en el mes de abril del 2014. Este modelo de destilador tuvo una producción de 1.7 litros de agua pura en un total de 21 litros de agua salubre en un tiempo de 6 horas en un día con bastante radiación solar de 547,36W / m<sup>2</sup>. La eficiencia del destilador solar fue del 29%.

Según Rodríguez y Saavedra (2008) determina que la eficiencia en el destilador solar estuvo determinada por la siguiente:

La eficiencia en el destilador solar estuvo determinada por la siguiente:

Fórmula

$$\%Eficiencia = \frac{Q_N}{Q_T} \times 100$$

Dónde:

$$Q_N = Q_{CV} + Q_{CA} + Q_{EV}$$

Q<sub>CV</sub>: Calor necesario para calentar el vidrio

Q<sub>CA</sub>: Calentamiento del agua en la bandeja

Q<sub>EV</sub>: Calor necesario para evaporar el agua

Ecuaciones:

$$Q_{CA} = m_s * c_p * (T_f - T_i)$$

m<sub>s</sub>: Masa del agua en el colector (Kg), (gr)

c<sub>p</sub>: Calor específico del agua (J/gr\*°C)

T<sub>f</sub>: Temperatura final (°C)

$$Q_{EV} = X * m_s * \lambda$$

Dónde:

$\lambda$ : entalpia de vaporización

$m_s$ : Masa del agua en el colector

$x$ : porcentaje de evaporación

QCV:  $q_{cv} * A_{VIDRIO}$

$q_{cv}$ : Coeficiente de transferencia del vidrio de 4mm (5.70 W/m<sup>2</sup> °C)

$Q_T = m_s * C_{ep} * (T_F - T_I)$

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo, diseño de investigación

La investigación es de tipo aplicada, consiste en dar soluciones a problemas de la sociedad con fundamento teórico de conocimientos utilizando la tecnología, para ello se elaborará un modelo de prototipo de destilador solar para potabilizar el agua de mar, el nivel de investigación es de enfoque cuantitativo ya que se detalló las hipótesis en mediciones numéricas y se analizó de forma estadística.

La investigación es de diseño experimental porque se manipulan las variables y de tipo experimental puro ya que se comparan las muestras obtenidas de la potabilización de agua de mar, y el diseño es de tipo corte porque se comparará las características del agua después del uso del destilador solar.

#### 3.2. Variables y Operacionalización

Variable independiente:

**Definición conceptual:** Guerrero y Pisco (2020) define al destilador solar como un sistema sencillo que aprovecha la energía proveniente del sol para tratar el agua mediante la destilación y obtener agua potable. Este tratamiento del destilador solar depende de factores como la velocidad de viento porque está enfría la lámina de vidrio, el aumento de la radiación, y la temperatura interna del destilador.

**Definición operacional:** El destilador solar comprende sus dimensiones a través de las características físicas de diseño del destilador solar y sus indicadores como son su área, tamaño, peso, volumen del agua y el ángulo de inclinación del destilador. Los factores de operación y sus indicadores como la temperatura, velocidad del viento, radiación solar, se midió también el tiempo del tratamiento del destilador solar con el indicador en número de horas y por último se midió la eficiencia del destilador solar.

**Indicadores:**

**Características físicas del diseño del destilador solar:** Área, peso, volumen de agua, ángulo de inclinación.

**Factores de operación del destilador solar:** Temperatura, velocidad del viento y radiación solar.

**Tiempo del tratamiento:** Número de horas

**Eficiencia del destilador solar:**

$$E = \frac{QN}{QT} \times 100$$

**Escala de medición:** Razón

**Variable dependiente:**

**Definición conceptual:** Según OMS, (2012). Agua apta para consumo humano, que se utiliza para usos domésticos se considera segura si cumple con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos concernientes a la calidad del agua potable. Es considerado como un derecho importante en las políticas vigentes para proteger la salud de las poblaciones.

**Definición operacional:** El agua potable comprende sus dimensiones a través de sus características fisicoquímicas con sus indicadores como la temperatura, turbidez, conductividad eléctrica, pH, redox, alcalinidad, cloruros, oxígeno disuelto, solidos totales, solidos disueltos, DBO, DQO, y microbiológica con sus indicadores como los coliformes totales.

**Indicadores:**

**Características físico-químicas:** Temperatura, turbidez, conductividad eléctrica, pH, redox, alcalinidad, cloruros, oxígeno disuelto, solidos totales, solidos disueltos, DBO, DQO y coliformes totales.

**Escala de medición:** Razón

### 3.3. Población, muestra, y muestreo

**Población:** Se considera como población al agua de mar del distrito del distrito de Ancón - Lima.

El proyecto de investigación debe cumplir con los siguientes criterios.

**Criterios de inclusión:** Se incluyen las características y condiciones que tenga el agua de mar para la potabilización de agua. Como aguas que pueden ser tratadas



para potabilización que incluyen procesos físicos-químicos como destiladores por convección natural (tipo escalera), aguas de mar que utilicen métodos de destilación que emplean energía calorífica y el agua potabilizada que es inodora, incolora e insípida y que debe cumplir con los parámetros de los ECAs del agua.

**Criterios de exclusión:** Se incluyen las características del agua de mar que no se considerarán dentro del proceso de potabilización. Como aguas grises, negras que contienen altos porcentajes de carga orgánica y microbiana, también aguas residuales que generan malos olores consecuencias de compuestos y sustancias extrañas orgánicos que provocan su descomposición, aguas originadas por las actividades antropogénicas (poblaciones y productivas), aguas que se encuentren en puntos de efluentes industriales, aguas sulfuradas que contienen una gran cantidad de azufre con un pH mayor a 10, distinguido por un olor representativo y aguas que no contengan microorganismos patógenos.

**Muestra:** La muestra del agua de mar se tomará en playa hermosa un volumen de 440 litros. Los que se utilizaran en el proceso de desalinización del agua de mar.

**Muestreo:** De la muestra obtenida se homogeniza y se toma la representativa para realizar los análisis de caracterización inicial del agua de mar.

**Unidad de análisis:** La unidad de análisis fue de 2 litros para evaluar todos los parámetros de calidad del agua.

#### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La investigación tuvo como técnica fundamental la observación.

Los instrumentos de recolección de datos son las siguientes:

Ficha de recolección de la muestra

Ficha técnica de las características físicas del diseño del destilador solar

Ficha técnica de los factores de operación del destilador solar

Ficha técnica del tiempo del tratamiento del destilador solar

Ficha técnica con las Características Fisicoquímicas

Ficha técnica con las Características Microbiológicas

Ficha técnica de la eficiencia destilador

### 3.5. Procedimiento

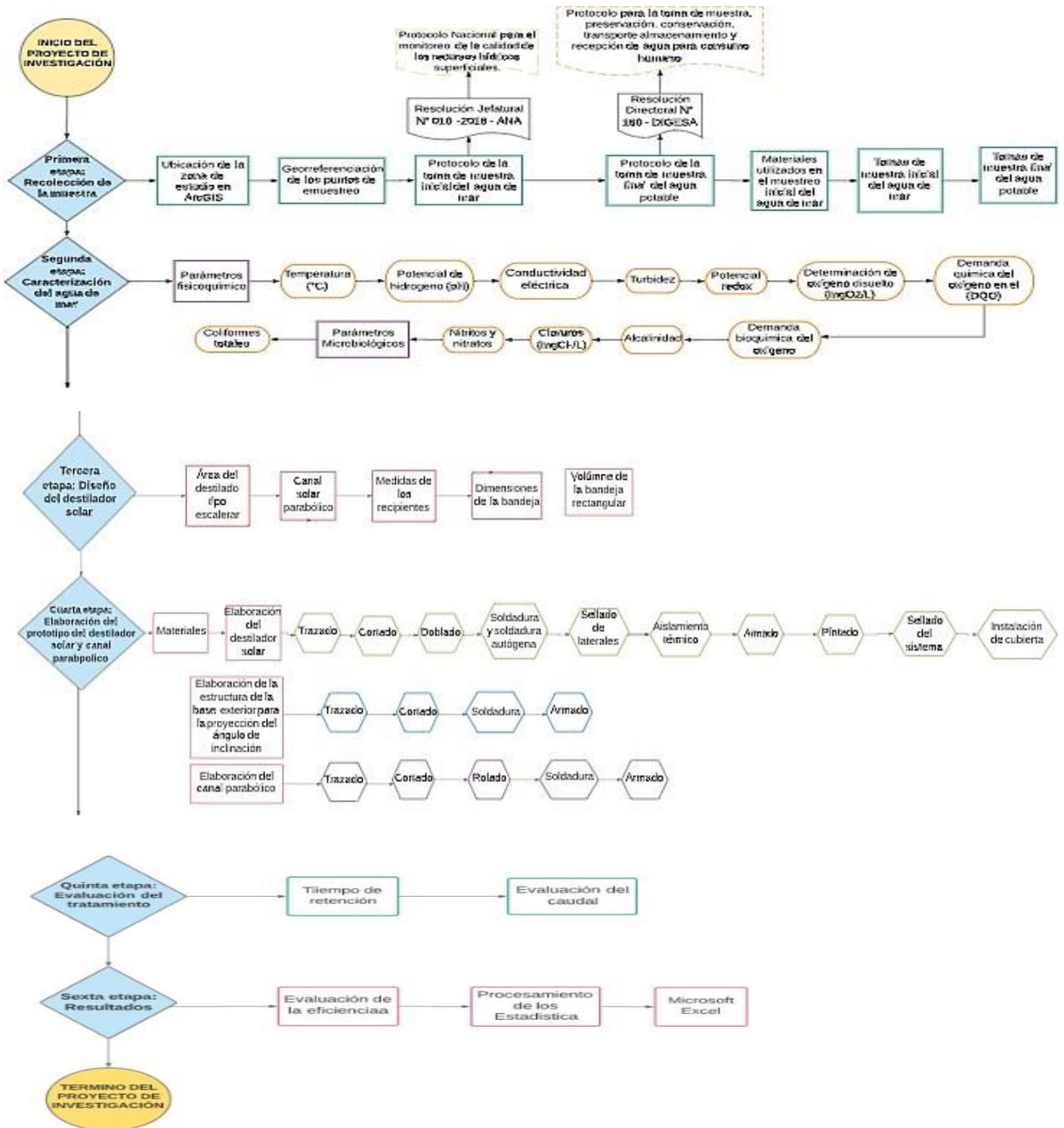


Figura 4. Diagrama de flujo del procedimiento

## **Primera Fase: Recolección de la muestra**

### **Ubicación**

En el anexo 2, se muestra la ubicación elaborado en ArGIS, de la zona de estudio en el distrito de Ancón - Playa Hermosa.

### **Georreferenciación**

De la misma manera, la georreferenciación de los puntos de muestreo primero fue hallado en el Google Earth Pro y luego procesadas en ArcGIS, donde se elaboró el mapa de georreferenciación de los puntos muestreados. Para facilitar la identificación de los puntos de muestreo, se completó la (Ficha de Registro VIII, que se encuentra los anexos) que es la ficha de georreferenciación de los puntos de muestreo. Se halló su código, accesibilidad, fecha, hora, descripción del área, ubicación (distrito, provincia, departamento), localidad (sistema de coordenadas-UTM), coordenadas (X - Y), zona de 18 UTM, altitud y la fotografía del lugar. Se validó las coordenadas usando el GPS. En el anexo 3, se muestra la georreferenciación de los 4 puntos de muestreo en el distrito de Ancón–Playa Hermosa.

### **Protocolo de toma de muestra**

No se encontró una guía técnica para la toma de muestra para potabilizar el agua del mar, pero se utilizó la metodología del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales del ANA.

Al final del proceso el agua obtenida del destilador solar se utilizó el “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano” de la DIGESA. Donde se realizó un procedimiento confiable y seguro de las tomas de muestra, se analizó parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en un laboratorio acreditado. Las muestras obtenidas y los 4 puntos de muestreo fueron elegidos de manera directa, es un tipo de muestreo no probabilístico intencional donde no se utilizó estadísticas para hallar los puntos de muestreo, y las muestras de agua se realizó de acuerdo al juicio o criterio del investigador.

De la misma manera, para la toma de muestra se tomó como referencia los protocolos de monitoreo. A continuación, en la tabla 4, se mencionó los protocolos de monitoreo tomada de DIGESA.

**Tabla 4.** *Protocolos de monitoreo*

<b>Protocolos de Monitoreo</b>		
Resolución N°010 - 2016 / ANA	Jefatural	Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.
Resolución Directoral N° 160-2015 DIGESA		Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano.

### **Los puntos de muestreo**

Del agua de mar son del distrito de Ancón de la Playa Hermosa. Donde se tomaron 4 puntos de muestreo con una distancia de 100 m de la orilla del mar hacia mar adentro, cada punto de muestreo tubo una distancia de 40 m. Cada punto de muestreo tiene una ubicación con las siguientes coordenadas: Zona 18 L– UTM. En la siguiente tabla 5, se encuentran los puntos de muestreo que fueron datos tomados por Google earth.

**Tabla 5.** *Puntos de muestreo*

<b>Protocolos de Monitoreo</b>		
Resolución N°010 - 2016 / ANA	Jefatural	Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.
Resolución Directoral N° 160-2015 DIGESA		Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano.

Fuente: Elaboración propia

## Materiales que se utilizó en el muestreo inicial del agua de mar

Se utilizó como materiales para la toma de muestra: Tablero de madera, fichas de registro, etiqueta para el rotulado, plumón indeleble, cadena custodia, libreta de campo, jarra, cooler, frascos de plástico de boca gruesa de 500 ml y 1l. Como equipos se utilizó una cámara, GPS, un multiparámetro lo cual estuvo previamente calibrados. (DIGESA, 2015). En la figura 5, se muestra los materiales del muestreo inicial del agua de mar.



Tablero de madera

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Proyecto de Investigación  
"Potabilización del agua de mar mediante destilador solar en Ancón - Lima 2021"

Ficha de registro VII: Registro de Datos en Campo

Punto de Muestreo	Departamento	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas	Altura	Fecha	Hora	Observaciones
PM-1										
PM-2										
PM-3										

Fuente: DIGESA

1. Las coordenadas del punto de control deberán ser expresadas en sistema UTM para puntos en cuerpos de agua y en sistema geográfico para puntos de muestreo en el mar, siendo en este caso, a características físicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o cualquier cambio, presencia de moluscos, actividad bacteriana, presencia de aves y otros factores que indiquen las características naturales del cuerpo de agua.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Proyecto de Investigación  
"Potabilización del agua de mar mediante destilador solar en Ancón - Lima 2021"

Ficha de Registro V: Análisis de las Características Fisicoquímicas del Agua Potable

Fecha	Hora	Lugar	Características Físicas				Características Químicas					
			Temperatura	Color	Turbidez	Conductividad	pH	Calcio	Cloro	Dureza	Nitrato	Nitrógeno
			°C	mg/L	NTU	µmhos/cm	ppm	ppm	ppm	ppm	mg/L	mg/L

Fuente: Elaboración pro

Ficha de registro

N° de Muestra: \_\_\_\_\_

Nombre propietario \_\_\_\_\_

Ubicación del Muestreo \_\_\_\_\_

Fecha de Muestreo \_\_\_\_\_

Etiqueta para rotulado



Plumon Indeleble



Cooler




Frascos de plástico de 500ml y 1l

CLIENTE: Elizabeth Susan Barco Moysa  
 PROCEDENCIA: REFERENCIA:

SOLICITADO POR:  
 CONTACTO: 967951094

MUESTREADO POR: SLA/

MUESTREO FECHA HORA	TIPO MUESTRA (1)	COORDENADAS (Banda y huso)	PUNTO DE MUESTREO Y/O CÓDIGO DECLARADO POR EL CLIENTE	Frascos por punto de muestreo		Volúmen total (L)	pH	PARÁMETROS IN SITU			ANÁLISIS DE LA BORATORIO (Microbiológico)							
				P	V			Conductividad	Oxígeno disuelto	temperatura	Cloruros	Nitritos	Nitratos	Oxígeno disuelto	Alcalinidad	DBO	DOO	Coliformes Totales
10/05/2021	DE.O	AS - S	104505 700 m 104505 700 m	AS - S	x	3.1					x	x	x	x	x	x	x	x
		Norte																
		Este																
		Altitud																
		Norte																
		Este																
		Altitud																
		Norte																
		Este																
		Altitud																
EQUIPOS UTILIZADOS (Código / Nombre)		3 envases de plástico																
OBSERVACIONES DEL MUESTREO:		Recepción de 3 litros de agua de mar en un cooler con ice pack en gel.																
NOMBRE Y APELLIDO	REPOSABLE MONITOREO	CLIENTE O RESPONSABLE	ATENCIÓN AL CLIENTE			ATE RECEPTOR												
FIRMA		Elizabeth Susan Barco Moysa				TEMPERATURA CO												
						FECHA Y HORA RE:												

TIPO DE MUESTRA (1)  
 AS= Agua Natural; S= Superficial  
 A= Agua para Uso y Consumo Humano; B= Agua de bebida; 7= Agua de cisterna; 8= Agua de Lavarse Artísticamente  
 AP= Agua de Proceso; 13= Agua de circulación o ventilación; 14= Agua de alimentación para calderas; 15= Agua de Calderas; 16= Agua de Lubricación; 17= Agua Purificada; 18= Agua de Inyección y recuperación; 19= Agua de Inyección  
 S= Sedimento; S2= Sólidos; LQ= Lixivia; Q= Osmo

### Cadena custodia

Figura 5. Materiales del muestreo inicial de la agua de mar

### Tomas de muestra

### Toma de muestra inicial del agua de mar

Para tomar las muestras de agua de mar se empleó el Protocolo (N.º 010- 2016- ANA) Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales del ANA. Se tomó la muestra del agua de mar en el distrito de Ancón de la Playa Hermosa.

### Procedimientos de las tomas de muestra del agua de mar

Se conoció anticipadamente el estado del clima para poder realizar la toma de muestra. En la figura 6, se observa el clima de la playa Hermosa en Ancón.



Figura 6. Distrito de Ancón, Playa Hermosa

El protocolo indica que para la toma de muestra del agua de mar se usó una embarcación con 100 m de distancia que fue desde la orilla del mar hacia mar adentro. A continuación, en la figura 7, se observa la embarcación a 100m de la orilla en la playa Hermosa, Ancón.



**Figura 7.** Embarcación a 100 m de la orilla de la playa Hermosa-Ancón

Se tomó como referencia 4 puntos de muestreo a una distancia de 40 metros cada uno. La embarcación debe estar bien orientada desde la proa contra la corriente para hacer las mediciones y las tomas de muestra. Se observa en la figura 8, se observa los puntos de muestreo y la figura 9, la toma de muestra inicial in situ.



**Figura 8.** La toma de muestra inicial del agua del mar, se recolecto del punto medio de los 4 puntos de muestreo



**Figura 9.** La toma de muestra inicial del agua de mar, se recolecto del punto medio de los 4 puntos de muestreo

Se enjuaga el frasco mínimo 2 veces. Para la toma de muestra sumergir el frasco 20 a 30 cm de la superficie en dirección contraria del flujo de la corriente. En la figura 10 y 11, se observa la distancia en que se sumergió los frascos para la toma de muestra inicial.



**Figura 10.** Enjuagar 2 veces los frascos de plástico



**Figura 11.** El frasco se sumergió a 20-30 cm de la superficie

Después, se procedió a cerrar adecuadamente los frascos de plástico para evitar alteraciones en las muestras de agua de mar. En la figura 12, se aprecia el uso adecuado de los frascos de muestreo.



**Figura 12.** Cerrado herméticamente de los frascos

Se alquiló un multiparámetro calibrado donde se midió los parámetros fisicoquímicos in situ como el pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, temperatura, los valores se anotó en el registro de ficha, como se puede observar en la siguiente imagen. A continuación, en la figura 13, se visualiza el modelo del multiparámetro utilizado en la toma de muestra inicial.





**Figura 13.** Multiparámetro calibrado, modelo: HACH, marca: HQ40d

### **Establecimiento de los puntos de muestreo**

Es necesario tener un mapa hidrográfico en el lugar de estudio. (ANA, 2016).

### **Codificación del punto de muestreo**

Para la codificación de los puntos de muestreo se utilizó un mapa del lugar el cual se diseñó previamente en el software ArcGIS, para la ubicación, como figura en la en la ficha técnica VIII. Se referencio los puntos de muestreo, y se utilizó el GPS y se registró en coordenadas UTM). Como se observa en la figura 14.



**Figura 14.** Se utilizó GPS para el registro de las coordenadas UTM

### **Rotulado y etiquetado**

En el Rotulado y etiquetado, los envases de plástico de las muestras se colocó etiquetas con los datos de la ficha de registro. Se cubrió la etiqueta con cinta transparente para evitar la humedad.

Nº muestra (orden de la toma de muestra)

Código de identificación

Descripción del punto de muestreo

Fecha y hora de la toma de muestra

Preservación, tipo de reactivo utilizado.

### **Acondicionamiento de la muestra**

Se acondiciono los 3 litros del agua de mar y se mantuvo la temperatura adecuada. Se recolecto 1 l de agua de mar en un envase de plástico, para el análisis del DBO. En la figura 15, muestra el acondicionamiento adecuado de las muestras iniciales que fue de 1 l en cada frasco.

Se acondiciono los 3 litros del agua de mar y se mantuvo la temperatura adecuada. Se recolecto 1 l de agua de mar en un envase de plástico, para el análisis del DBO. En la figura 15, muestra el acondicionamiento adecuado de las muestras iniciales que fue de 1 l en cada frasco.



**Figura 15.** Acondicionamiento de 1 L de muestra para análisis de DBO

## Conservación y traslado de las muestras

Se recolecto 3 litros de muestra de agua de mar en frascos de plástico donde se acondiciono en un cooler con ice pack en gel para que se mantenga la temperatura ambiente de las muestras. Donde fueron trasladados al laboratorio Slab donde se realizó los análisis fisicoquímicos y microbiológicos. En la figura 16, se observa la conservación de las muestras iniciales del agua de mar.



**Figura 16.** Conservar 3 L del agua de mar en un cooler

## Segunda Etapa: Caracterización inicial del Agua de Mar

### Parámetros físico-químico

Los parámetros que se evaluaron fueron:

#### Temperatura:

La temperatura es un parámetro de importancia por esta se encuentra relacionado con el oxígeno disuelto, la demanda bioquímica del oxígeno, se realizó primeramente la calibración del equipo con buffer HANNA. El resultado se encuentra en la tabla 10. A continuación en la figura 17, se observa la medición de la T° con el multiparámetro.



**Figura 17.** Medición de la T° con el multiparámetro

**Potencial de Hidrogeno:**

Se pudo observar que en las mediciones su pH es básico, debido al dióxido de carbono presente en el mar, también otra de las razones es la fauna que posee caparazones los que son carbonatos que neutralizan la acides del agua, este método potenciométrico tuvo como principio medirlo en con un multiparámetro que contaba con agitador magnético, para homogenizar la muestra. Los resultados se encuentran en la tabla N° 10. En la figura 18, se observa el uso de multiparámetro para el pH y en la figura 19, la escala de valores que son acido, base o neutro.



**Figura 18.** Con el multiparámetro se midió el pH Y el resultado fue de 8.09



**Figura 19.** Escala de valores del pH

### **Conductividad Eléctrica:**

La conductividad eléctrica en el agua de mar es alta debido a las sales disueltas que esta tiene como iones de carga positiva como negativas, motivo por la que el agua de estudio de la investigación tuvo estos valores, que antes de realizarla el electrodo fue calibrado con su estándar HANNA respectivo, encontrándose sus resultados en la tabla 10. En la figura 20, se visualiza la medición de la conductividad eléctrica, medida con el multiparámetro



**Figura 20.** Con el multiparámetro se midió la conductividad eléctrica

### **Turbidez:**

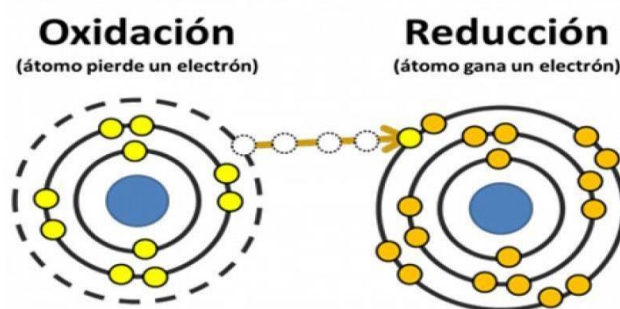
La medición nos proporcionó como estaban las partículas en suspensión lo que nos dio una respuesta de poca turbidez del agua lo que lo podríamos calificar de buena su medición, sus resultados se encuentran en la tabla 10. En la figura 21, se visualiza, la medida de la turbidez con el turbidímetro.



**Figura 21.** Con el Turbidímetro se midió la turbidez

Potencial Redox:

Se pudo observar que la medida del potencial redox fue negativo lo que indica que el reductor es más fuerte que el oxidante y va tener una relación con respecto al pH de agua de mar, sus resultados se encuentran en la tabla 10. La figura 22, muestra la oxidación y reducción que se utiliza como una medida eficaz en el saneamiento de agua potable.



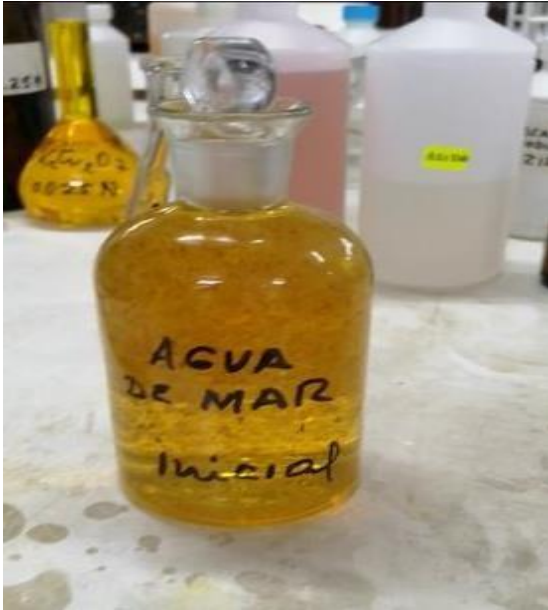
**Figura 22.** Oxidación y reducción

### **Determinación del Oxígeno Disuelto (OD) (mgO<sub>2</sub>/L) (Método Winkler)**

El oxígeno disuelto en el agua de mar es la cantidad de oxígeno gaseoso, siendo esta fundamental para la vida acuática, como peces, plantas, algas y otros organismos que habitan en el ecosistema del mar, convirtiéndose en el principal indicador, la medición se realizó con un frasco Winkler que fue sumergido con la boca hacia abajo con la finalidad que no forme burbuja la muestra, para que no se altere los resultados, luego fue titulado utilizando un indicador almidón, sus resultados se encuentran en la Tabla N° 11. En la figura 23 y 24 se muestra la agitación inicial y titulación final del oxígeno disuelto en el laboratorio

### **Formula**

$$\text{O. D. (mgO}_2\text{/L)} = \frac{\text{Vol. gast} \times N \times 8000 \times \text{Vol. w}}{\text{Vol. m} \times (\text{Vol. w} - 2)}$$



**Figura 23.** Agitar 3 veces el frasco Winkler dio un color mostaza



**Figura 24.** Titulación del oxígeno disuelto

**Donde:**

O.D.: Oxígeno Disuelto

Vol. gast: Volumen gastado de Tiosulfato de Sodio 0.025N N: Normalidad del Tiosulfato de Sodio 0.025N

Vol. w: Volumen de frasco Winkler Vol. m: Volumen de muestra

**Demanda química del oxígeno en el agua inicial de Mar (DQO) (Método del Dicromato)**

Se pudo observar en el método realizado que las sustancias orgánicas e inorgánicas se oxidan cuando se agrega el ácido sulfúrico originando una reacción exotérmica, este análisis se encuentra relacionado con el DBO5, teniendo sus resultados en la Tabla N° 12. En la figura 25, se observa cuando se añadió el dicromato ( $K_2Cr_2O_7$ ) y ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) y en la figura 26, se visualiza la  $T^\circ$  que llegó el biodigestor en un rango de 11:015 am hasta las 12:15 am.

Formula: (Demanda Química del Oxígeno) (Método del Dicromato)

$$D. Q. O. (mgO_2/L) = \frac{(\text{Vol. gast. Blanco} - \text{Vol. gast. Muestra}) \times N \times 8000}{\text{Vol. m.}}$$

**Donde:**

Vol. gast. Blanco: Volumen gastado en el blanco (ml)

Vol. gast. Muestra: Volumen gastado en la muestra (ml) N: Normalidad del sulfato ferroso amoniacal 0.25N

Vol. m.: Volumen de la muestra (ml)

Procedimiento del DQO en el laboratorio



**Figura 25.** Se añadió 3 ml de dicromato de potasio y ácido sulfúrico

Después, llevamos la prueba de ensayo a un biodigestor a una T° 120 por 1 hora.



**Figura 26.** Biodigestor a T° 120 por 1 hora de 11:15 am a 12:15 am



**Demanda Bioquímica del oxígeno del Agua de Mar (DBO5) (Método Winkler, incubación y volumétrica)**

La determinación del DBO5 viene hacer una prueba con mucha importancia porque con ello podemos conocer la contaminación de cuerpos receptores como el agua de mar, esta se produce por la materia orgánica disuelta y coloidal, fue realizado con la dilución calculada a partir del DQO de la muestra, teniendo un tiempo de incubación de 5 días a una temperatura de 20°C, que finalmente se evalúa por el método volumétrico, los resultados obtenidos se encuentran en la tabla N° 15. En la figura 27, se muestra la concentración de dilución del DBO5, figura 28, se visualiza el DBO5 del agua de mar a 25% de dilución y en la figura 29, la titulación antes y final del agua de mar.

**Fórmula: (Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO5)) (Método Winkler)**

$$DBO_5 \text{mgO}_2/\text{l} = \frac{OD_{\text{inicial}} - OD_{\text{final}}}{\% \text{ Dilución}}$$



**Figura 27.** DBO<sub>5</sub> agua de titulación



**Figura 28.** DBO<sub>5</sub> del agua de mar



**Figura 29.** Se midió 30 ml de la solución del agua de mar en la probeta y se transfirió a un matraz, se tituló antes y al final

### **Determinación de Coliformes totales (Método filtración por membrana NTP INACAL) (Tubos múltiples sembrado en placa Petri) (UFC/100 mL)**

Procedemos a sacar las 7 cajas petri de vidrio de la autoclave donde se cerró herméticamente para evitar fugas y así esterilizar las cajas petri. En la figura 30, se observa cuando se procedió a sacar las cajas petri de la autoclave.



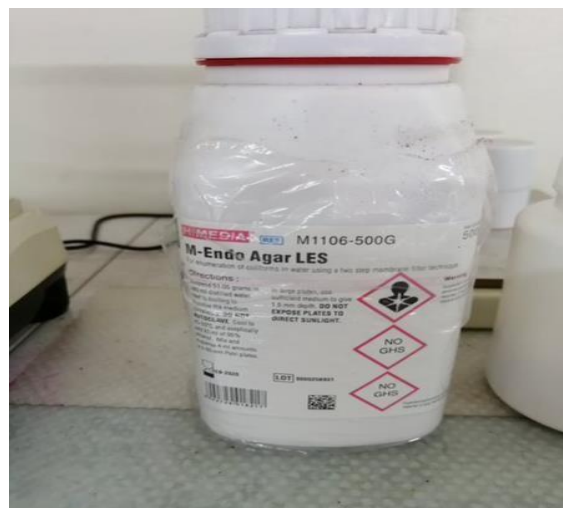
**Figura 30.** Se sacó las 7 cajas Petri de vidrio de la autoclave

Luego, se prendió el mechero para esterilizar el ambiente las 7 cajas petri y los 2 matraces Erlenmeyer. De la misma manera, en la figura 31 se observa la esterilización del ambiente, cajas petri y matraces.



**Figura 31.** Esterilizar el ambiente, las cajas petri y los matraces con el mechero

Se utilizó el reactivo Agar M-Endo LES, en su etiquetado menciona que se suspenderá en 51.05 gr en 980 ml de agua destilada. En la figura 32, se observa el reactivo Agar M-endo.



**Figura 32.** Reactivo Agar M-Endo LES Marca Himedia India 500gr

Luego, se calcula la cantidad en gr del reactivo agar que se utilizo

$$51.05 \text{ gr} \text{ ----- } 980 \text{ ml}$$

$$X \text{ ----- } 250 \text{ ml}$$

$$x = \frac{51.05 \text{ gr} \times 230 \text{ ml}}{980 \text{ ml}}$$

$x = 11.98 \text{ gr} \sim 12 \text{ gr}$  de agar

Se utilizó una balanza analítica, donde se agarró un pedazo de papel aluminio, y luego se taro, con una cuchara de plástico se fue cálculo 12 gr de Agar Les (color lila), los cuales se colocó en el pedazo de papel de aluminio. A continuación, en la figura 33 se observa la balanza analítica en el punto cero significa que la balanza ya está tarada y la figura 34, se visualiza la medición del reactivo Agar M – Endo.



**Figura 33.** Se taro la balanza analítica



**Figura 34.** Se midió 12 gr de agar encima de pedazo de papel aluminio

Se llevó a pesar en la balanza analítica 6.086 gr Agar Les, que fue colocado en un matraz y se tapó con algodón. En la figura 35 y 36 se visualiza, el peso de la muestra y el tapado del matraz.



**Figura 35.** Se pesó 6.086 gr de Agar Les



**Figura 36.** Se colocó el Agar Les en un matraz y se tapó con el algodón.

Se dejó reposar un rato los 2 matraces Erlenmeyer con el Agar Les (color morado). En la figura 37, se observa matraces con el reactivo Agar M-Endo Les.



**Figura 37.** Matraces con el reactivo Agar M – Endo Les

Se midió 6 g de Agar Les, y se colocó en una probeta 115ml con agua destilada, y se le añadió en un matraz, del mismo modo en otra probeta se añadió 115 ml añadiendo al segundo matraz, dando un total de 230 ml de agua destilada. Y se vertió a cada matraz. En la figura 38, se observa los matraces con el reactivo Agar Les y la figura 39, se visualiza 115 ml de agua destilada en una probeta.



**Figura 38.** Matraces con el reactivo Agar Les (color morado)



**Figura 39.** Añadir 115 ml de agua destilada

Se añadió 115 ml de agua destilada a cada matraz, luego se llevó a baño maría ambos matraces por 30 minutos, donde la solución dio un color rojizo transparente para que pueda estar homogénea. En la figura 40, se muestra como actúa el reactivo Agar en baño maría.



**Figura 40.** Se añadió 115 ml de h<sub>2</sub>o destilada a cada matraz y se llevó a baño maría por 30 min

Se procedió a titular las muestras de agua de mar. En la figura 41, se observa la titulación inicial y final para la determinación de coliformes totales.



**Figura 41.** Titulación inicial y final del DQO

## Formula

Calculo del número de colonias (método recuento con cuenta colonias)

$$\text{N}^\circ\text{Colonias} = \frac{\text{CA} + \text{CM} + \text{CB}}{3} \times 65$$

Donde:

CA: Carga Alta

CM: Carga Media

CB: Carga baja

65: Factor microbiológico

## Formula (Obtención de Resultados)

$$\frac{\text{UFC}}{\text{ML}} \text{ o } \frac{\text{UFC}}{\text{g}} = \frac{\text{No. de colonias por placa} \times \text{el factor de dilución}}{\text{ml de la muestra sembrada}}$$

Nota: factor de dilución inversa de la dilución



**Figura 42.** Diluciones para el sembrado se llevó a la incubadora por 24 h a 36°

## Determinación de la Alcalinidad del Agua de Mar (mgCaCo3/L)

Conocer la alcalinidad del agua de mar fue importante porque en el análisis se pudo observar la capacidad de neutralizar ácidos a diferencia que cuando medimos el

pH que ve lo ácido y básico, la alcalinidad ve cuanto puede absorber una solución sin variar su pH, sus resultados se encuentran en la tabla N° 18.

Formula

$$\text{Alcalinidad, mg} \frac{\text{CaCO}_3}{\text{L}} = \frac{A \times N \times 50\,000}{\text{Volumen de la muestra}}$$

**Donde:**

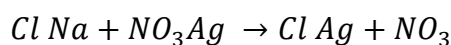
A: Volumen gastado de Ácido Sulfúrico

Normalidad: del ácido Sulfúrico

### **Cloruros (Cl-) (mgCl- /l) (Método de Morhr)**

El agua de mar que se evaluó tiene una baja turbidez por lo que se analizó por cloruros y tiene un pH entre 7 y 10, donde se añadió nitrato de plata (AgNO<sub>3</sub>) como valorante utilizando el dicromato de potasio, donde la valoración termina con la precipitación del ion Ag<sup>+</sup> señalando el término de la titulación volumétrica. El resultado de los cloruros está en la tabla 17.

### **Reacción de valoración**



### **Reacción indicadora**



**Nota:** No<sub>3</sub> Ag en exceso

Formula

$$\text{Meg} \frac{\text{Cl}^-}{\text{L}} = \frac{N \text{ Ag NO}_3 \times V \text{ Ag NO}_3 \times 1000}{V \text{ (ml)}}$$



**Donde**

**N AgNO<sub>3</sub>**: Normalidad del nitrato de plata

**V AgNO<sub>3</sub>**: Volumen gastado de nitrato de plata

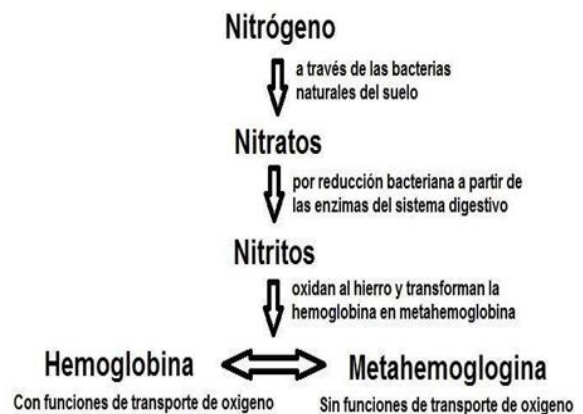
**V**: Volumen de la muestra (ml)

### **Determinación de Nitritos y Nitratos**

Para analizar se utilizó un espectrofotómetro ultravioleta para nitratos y para nitritos espectrofotómetro visible, se pudo observar para el caso de los nitritos valores bastante bajos los que no perjudican a los peces, y los nitratos tampoco son elevados entonces se tiene concentraciones seguras. Los resultados se encuentran en la tabla N° 17. A continuación, en la figura 43 se observa el resultado de los nitratos con un espectrofotómetro ultravioleta y en la figura 44, el funcionamiento de los nitritos y nitratos.



**Figura 43.** El espectrofotómetro ultravioleta midió los Nitratos NO<sub>3</sub><sup>-</sup>



**Figura 44.** Función de los nitritos y nitratos

### Tercera Fase: Diseño del destilador solar

En esta fase, se procedió a realizar el diseño de destilador solar, en el cual se halló el área del destilador, medidas del canal parabólico solar, capacidad de la bandeja, medidas de la capacidad del volumen del destilador, así como se realizó el cálculo para el ángulo de inclinación con una escuadra de combinación y su movimiento rotacional.

#### Área del destilador tipo escalera

El destilador solar tiene la forma de un paralelepípedo rectangular, que está formado por 6 lados regulares paralelos o perpendiculares entre sí. donde a es el largo, b el ancho y c el alto del paralelepípedo. expresado en m<sup>2</sup>.

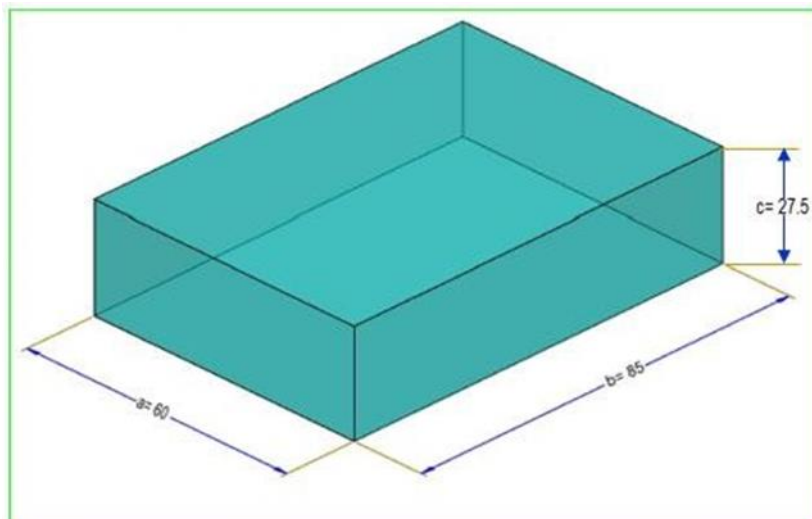
En la figura 45, se visualiza el área del destilador solar.

$$A = 2(ab + bc)$$

$$A = 2(60)(85) + (85)(27.5)$$

$$A = 12537.5 \text{ cm}$$

$$A = 125.38\text{m}^2$$



**Figura 45.** Área del paralelepípedo

### Canal solar parabólico

La radiación solar es el principal factor para obtener una temperatura de 60°C donde se produce la evaporación del agua, por tal motivo se construyó una parábola con la finalidad de obtener una eficiente cantidad de producción del agua de mar a agua potable.

### Teorema de la Longitud del arco

$$L = \int_a^b \sqrt{1 + f'(x)^2} dx = \int_a^b \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx$$

### Integral

$$L = \int_a^b \sqrt{a^2 + x^2} dx = \frac{x}{2} \sqrt{a^2 + x^2} + \frac{a^2}{2} \ln(x + \sqrt{a^2 + x^2})$$

### Función de la parábola

$$f(x) = y = \frac{x^2}{4a}$$

### Derivada de la función

$$f(x) = y^2 = \frac{dy}{dx} = \frac{2x}{4a} = \frac{x}{2a}$$

### De la función tenemos:

$$a = 13; y = \frac{(26)^2}{4(13)} ; 2a = 26; y = 13$$

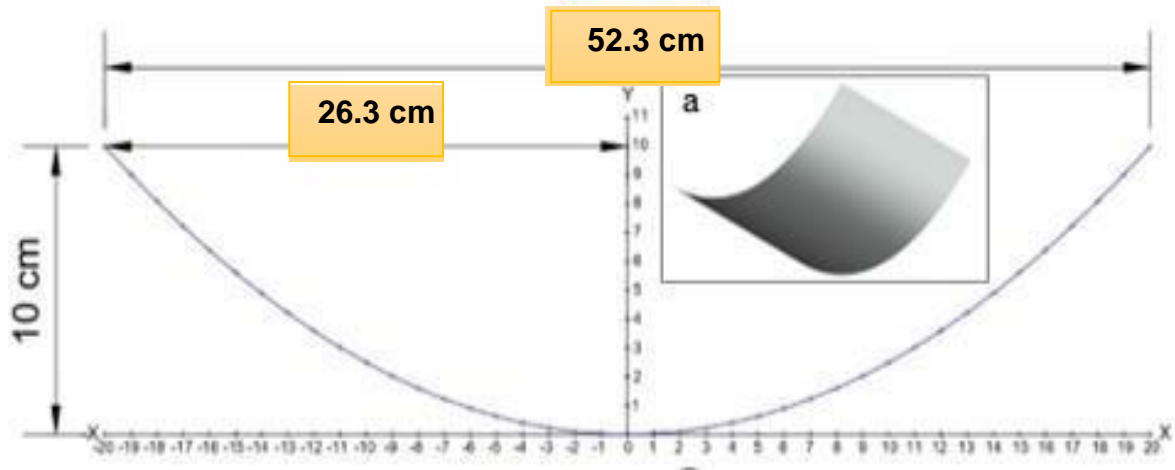
En la tabla 6, se reemplazó los valores en la función de la parábola.

**Tabla 6.** Distancia focal y longitud del arco

Distancia Focal	Longitud del Arco
10	52.3

Fuente: Elaboración propia

En la figura 46, se reemplazó los valores en la función de la parábola.



**Figura 46.** Medidas de la parábola

### Medidas de los recipientes

Los recipientes fueron calculados para producir agua desalinizada en un volumen de 3000 ml, se tuvo que considerar las pérdidas de producción las que se consideraron en un 15% debido a los siguientes casos:

Por no considerar un aislamiento térmico que va colocado en las paredes del sistema, las que deben acercarse a un medio adiabático.

Fugas de vapor de agua por la cubierta del sistema la cual debería ser una banda de silicona térmica de una pulgada y media de ancho por un espesor 2mm.

El líquido que se queda adherido en el depósito, tanto en las bandejas de la cascada como en la tapa donde se produce la condensación como en la salida del agua obtenida.

Agua que se queda en todo el sistema por no tener una inclinación apropiada.

En el experimento se tomó en consideración la pérdida de volumen para considerar la capacidad del diseño.

### Formula

$$Va = Vp \times 0.15$$

**Donde:**

Volumen añadido (Va) ml

Volumen de producción (Vp) ml

Consideración de pérdida 18%

Se calculó, la capacidad del diseño del destilador, donde se múltiplo el volumen de producción por el porcentaje de perdida.

$$3000 \times (0.18) = 540 \text{ ml}$$

Se obtuvo 540 ml, que se debió añadir al volumen de producción para hallar la capacidad del diseño del destilador, que es de 3540 ml. En total para la viabilidad de las dimensiones del destilador es de 3540 ml. En la tabla 7, se observa la capacidad de recarga del destilador solar.

**Tabla 7.** *Capacidad de recarga en el sistema*

<b>Código</b>	<b>Volumen añadido ml</b>	<b>Volumen de Producción ml</b>	<b>Volumen de Pérdida %</b>
T8 – 1H	6	40	0.18
T9 – 2H	14	90	0.18
T10 – 3H	34	225	0.18
T11 – 4H	54	360	0.18
T12 – 5H	107	715	0.18
T13 – 6H	128	850	0.18
T14 – 7H	86	570	0.18
T15– 8H	23	150	0.18
T16 – 9H	4	25	0.18

Fuente: Elaboración propia

## Dimensiones de la bandeja

(Son 5 bandejas de evaporación del agua de mar)

Cálculo del Volumen rectangular

**Formula:**

$$V_b = \text{longitud} \times \text{ancho} \times \text{altura}$$

**Tabla 8.** *Volumen de agua de mar por bandeja*

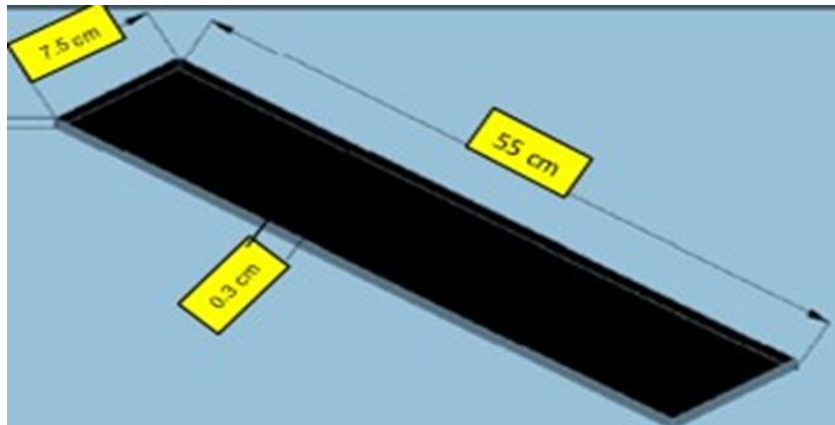
<b>Código</b>	<b>Longitud cm</b>	<b>Altura cm</b>	<b>Ancho de bandeja cm</b>	<b>Volumen de Bandeja cm<sup>3</sup></b>
DB	55	0.3	7.5	123.75

Fuente: Elaboración propia

DB: Dimensión de bandeja

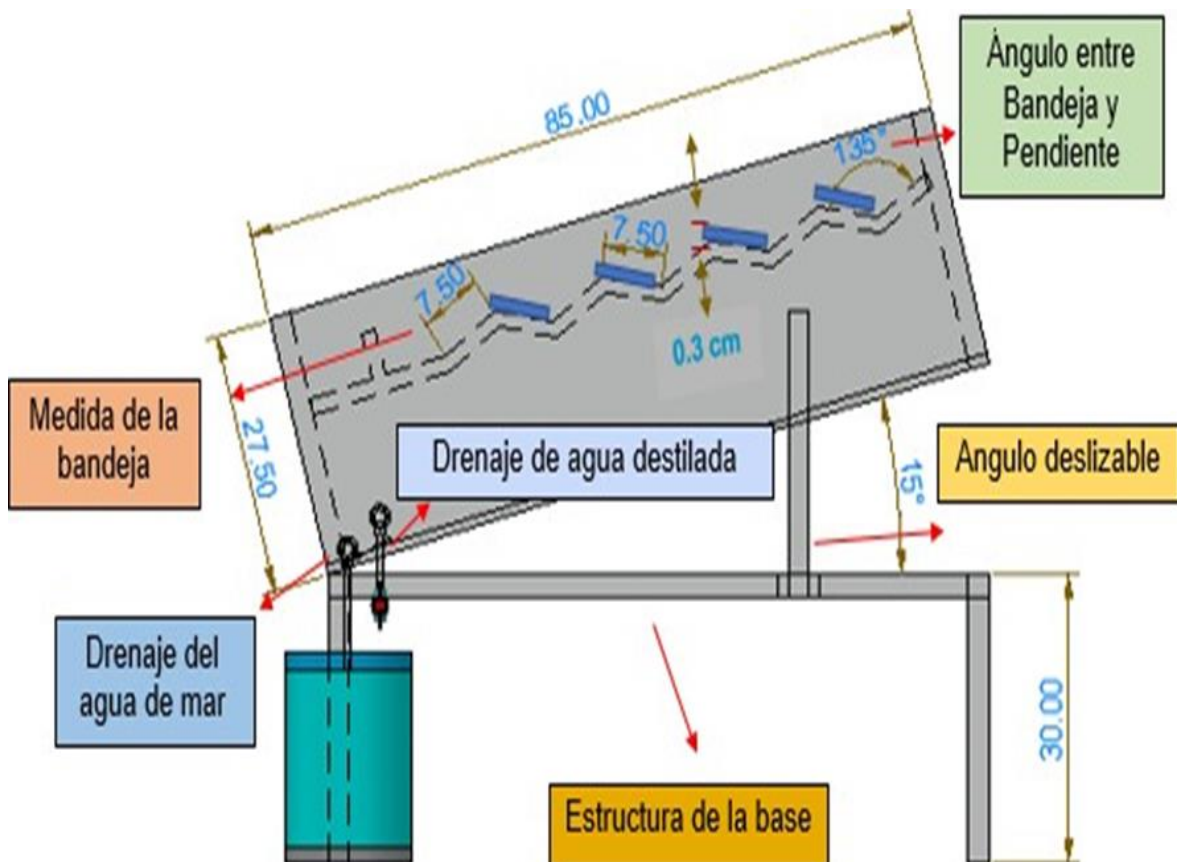
El destilador solar, tuvo 5 bandejas y cada uno tuvo un volumen de 123.75 cm<sup>3</sup>. Según Montazeri et al (2017, p. 38), menciona que las dimensiones deben ser 70 cm de largo y ancho y 5 cm de altura. El prototipo tuvo una producción intermedia de agua. Por ello, las medidas fueron 55cm de largo y 7.5 cm de ancho, la altura de la película fue de 0.3 cm para que retenga un total de 618.75 cm<sup>3</sup> de agua de mar.

En la figura 47, se observa las dimensiones de la bandeja.



**Figura 47.** Dimensión de la bandeja

El diseño del destilador solar, tiene que tener un área mayor. Montazeri et al (2017, p. 38), indica que el ángulo entre la escalera de depósito. de agua y la superficie de inclinación es de  $135^\circ$ . Y el largo del destilador es de 85 cm, que cubrió todas las bandejas del destilador. En la figura 48, se observa las dimensiones del destilador solar.



**Figura 48.** Dimensiones del destilador solar

## **Dimensiones del destilador solar**

Ángulo de inclinación:

**1 semana: 14°**

**2 semana: 18°**

**3 semana: 20°**

Temperatura del tubo de acero inoxidable: 25°C

Temperatura del canal parabólico: 23°C

Temperatura del destilador solar: 28°C

Temperatura del agua de mar (20L): 15.7°C

Temperatura del agua destilada: 20.5°C

Caudal: 1.47 ml/h



**Cuarta fase:** Elaboración del prototipo del destilador solar y canal parabólico

**Tabla 9.** *Materiales utilizados en la elaboración del destilador solar*

<b>Especificación</b>	<b>Cantidad</b>
Tubos cuadrados de fierro galvanizado $\frac{3}{4}$ pulgada x 1.5 mm	4 unidades
Plancha de fierro galvanizado 1/16 (120 x 240 cm)	2 unidades
Discos Bosch de 4 pulgada x 1 mm	7 unidades
Soldadura de 3/32	1 K
Tubos de 2 m de PVC 1/2	1 unidad
Codos de PVC de $\frac{1}{2}$ pulgada	4 unidades
Unión de PCV de $\frac{1}{2}$ pulgada	2 unidades
Unión universal de PCV de $\frac{1}{2}$ pulgada	2 unidades
Vidrio de 4 mm	1 unidad
Válvula de bola	2 unidades
Planchas gruesas de tecnopor (poliestireno)	1 unidad y media
Tubo de acero inoxidable	1 unidad
Cartulina dúplex	2 unidades
Bisagras $\frac{1}{2}$ x 4	2 unidades
Fierro ángulo $\frac{3}{4}$ x $\frac{1}{8}$	1 unidad
Platina $\frac{1}{2}$ x $\frac{1}{8}$	2 unidades
Reductor de 1 $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{2}$	2 unidades
Teflón blanco	1 unidad
Pegamento azul cemento para PVC	1 unidad
Siliconas	2 unidades
Pintura negra	1 unidad
1/8 de Base sincromatado	1 unidad

Fuente: Elaboración propia

## Elaboración del destilador solar

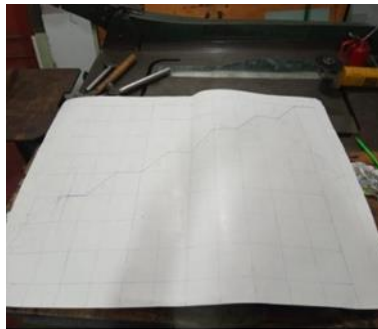
En la elaboración del destilador solar se tomaron en cuenta las medidas establecidas del prototipo en el diseño realizado en AutoCAD. Después fue llevado a un taller mecánico para su elaboración, donde se realizaron los siguientes pasos:

### Trazado

Se procedió a trazar las medidas en la plancha galvanizada de 1/16 de 3 mm de espesor, para la caja exterior se dio las siguientes medidas de 85 cm de largo x 60 cm de ancho y 27.5 cm de altura, para la caja interior las medidas fueron de 80 cm de largo x 55 cm de ancho y 25 cm de altura, después se trazó un molde de las escaleras en una cartulina dúplex donde cada bandeja escalonada tuvo una medida de 55 cm de longitud x 7.5 cm de ancho x 0.3 cm de altura (película).



**Figura 49.** Plancha galvanizada de 1/16 de 3 mm de espesor



**Figura 50.** Molde de las escaleras escalonadas en una cartulina dúplex



**Figura 51.** Tomando medidas de la caja exterior e interior

### Cortado

Se realizó el corte de la plancha galvanizada de 1/16 de 3 mm de espesor de la caja interior, exterior, las bandejas escalonadas y de los laterales para ello se utilizó un esmeril angular con un disco de corte de 4" x 1 mm de espesor.



**Figura 52.** Corte de los lateral, caja interior, exterior y escaleras

### **Doblado**

Luego de que la plancha de fierro galvanizado está cortada, se llevó al taller “San Luis” donde con una maquina plegador manual, se realizó el doblado de las cajas exterior, interior y los escalones del destilador siguiendo las medidas establecidas en el diseño de AutoCAD, en las siguientes figuras se puede observar cómo se realizó el doblado de la lámina.



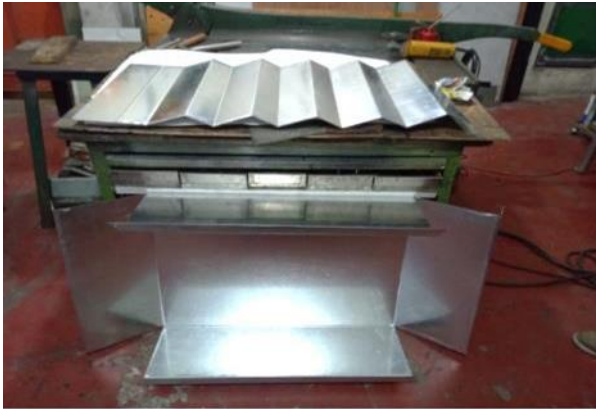
**Figura 53.** Maquina plegadora manual



**Figura 54.** Doblado de las cajas internas y externas del destilador



**Figura 55.** Doblado de las escaleras escalonadas



**Figura 56.** Doblado final de la caja interior y exterior y escaleras escalonadas

### **Soldadura**

En este proceso se utilizó una soldadora inverter electrodo 250Amp para unir los lados de las láminas de la caja exterior previamente cortadas para realizar el armado, se utilizó soldadura de 3/32 de las varillas de fierro galvanizado, para alisar los bordes uso un disco de 4 pulgadas x 1 mm de espesor.



**Figura 57.** Soldadora inverter electrodo 250Amp para unir los laterales



**Figura 58.** Soldadura de 3/34 con discos de corte de 4 pulg x 1 ml de espesor.



**Figura 59.** Disco de corte para alisar los bordes de la caja del destilador

### **Soldadura Autógena**

Después se realizó la soldadura autógena que se realizó sin metal de aporte, donde la función del soplete es unir los lados iguales de las láminas de la caja interior de las laterales de las escaleras escalonadas y de las láminas de 0.3 cm de altura que van al final de cada escaleras, se produjo una mezcla de gases (oxígeno y acetileno) lo vuelve liquido el material lo une con el alambre fundiéndolos en calor produciendo combustión de los gases y que al enfriarse formo un trazo continuo de metal evitando fugas de agua. En las figuras siguientes se visualiza como se realizó este procedimiento.





**Figura 60.** Soldadura autógena para unir los lados de la caja interior, escaleras escalonadas y las láminas de 0.3 cm de altura que van al final de cada escalera.

### **Sellado de los laterales**

Después del sellado de la soldadura autógena se procedió a mezclar la resina y catalizador fugas y con una brocha se colocó en toda la costura de los laterales lo dejamos secar por 15 min y queda con un grosor fuerte, esto se realizó con la finalidad de evitar la existencia de fugas.

### **Aislamiento térmico**

Para aislar o hermetizar el sistema se procedió a colocar como aislante placas de tecnopor de 1 pulgada de espesor en cada lado del destilador, en la figura siguiente se visualiza como se realizó este procedimiento.

### **Armado**

Después de hacer el doblado de las cajas exterior y interior se procedió a armar el destilador solar.

## **Pintado**

Se realizó el pintado en la parte interna de la bandeja interna, escalones y soporte utilizando un compresor de pintura ecológica en color negro para una mayor retención de radiación, en la siguiente figura se observa cómo se procedió con el pintado del destilador.

## **Sellado del sistema**

En el sellado del sistema se utilizó jebe siliconado el cual se colocó alrededor del borde superior del destilador, de esta manera al colocar la cubierta se evitará fugaz del sistema, se puede apreciar cómo se puede observar en la siguiente figura.

## **Instalación de cubierta**

Siguiendo con este proceso, se colocó la cubierta en la parte superior del jebe siliconado el cual se ajustó con unos pernos de esta manera se cerró todo el sistema herméticamente de esta manera se garantiza que no se generen fugaz por la vaporización o condensación, en la siguiente figura se puede observar cómo se realizó la instalación.

## **Elaboración de la estructura de la base exterior para la proyección del ángulo de inclinación**

En el proceso de elaboración la estructura metálica de la base del destilador solar se utilizaron las medidas establecidas en el diseño del prototipo en AutoCAD, de la siguiente manera.

## **Trazado**

Se procedió a trazar las medidas para la base exterior en un tubo cuadrado de  $\frac{3}{4}$  " x  $\frac{1}{50}$  de espesor se dio las siguientes medidas de 85 cm de largo x 60 cm de ancho y 27.5 cm de altura, después para el ángulo de inclinación se trazó en un fierro de ángulo de  $\frac{3}{4}$  " x  $\frac{1}{8}$  tuvo una medida de 85 cm de largo x 60 cm de ancho.



**Figura 61.** Se midió el tubo cuadrado y ángulo para la base exterior del destilador

### **Cortado**

Se utilizó un esmeril angular con un disco de corte de 4" x 1 mm de espesor, para cortar un tubo cuadrado  $\frac{3}{4}$ " x 1/50 y ángulo de  $\frac{3}{4}$ " x 1/8 mm con las medidas establecidas.



**Figura 62.** Corte del tubo cuadrado y ángulo para la base del destilador solar



## Soldadura

En este proceso se utilizó una soldadora inverter electrodo 250Amp con soldadura de 3/32 de las varillas de fierro galvanizado, para unir las esquinas del fierro cuadrado y ángulo de la base del destilador solar.



**Figura 63.** Soldadura de la base del destilador solar

## Armado

Se procedió a colocar las 2 bisagras de  $\frac{1}{2}$  de 4 aletas en la parte inferior de la base con el tubo cuadrado para sostener y mover el fierro ángulo, que nos permitió buscar la proyección del ángulo de inclinación. Para sujetar el ángulo de inclinación se agarró un tubo cuadrado de 30 cm y se hizo huecos al medio del tubo con un taladro de banco, se colocó 2 pernos de 3/16 cuando se halló el adecuado ángulo de inclinación, después se procedió a colocar encima de la base del destilador solar.



**Figura 64.** Base con tubos cuadrado y fierro ángulo de 85 cm largo, 60 cm de ancho y 30 cm de alto



**Figura 65.** Se colocó 2 bisagras de  $\frac{1}{2}$  para el ángulo de inclinación

### Elaboración del canal parabólico

En el proceso de elaboración del canal parabólico solar se utilizaron las medidas establecidas en el diseño del prototipo en AutoCAD, de la siguiente manera:

#### Trazado

Se trazó las medidas es una plancha galvanizada de 1/16 con las siguientes medidas 80 cm de largo x 57 cm ancho y se midió el largo del tubo de acero inoxidable, tuvo una medida de 82 cm de largo.



**Figura 66.** La medida tubo de acero inoxidable tuvo 84 cm de largo

## Cortado

Una vez trazado se procedió a cortar la plancha galvanizada con un disco de corte de 4" x 1 mm, se cortó con una medida de 80 cm de largo y 57 cm de ancho, también se procedió a cortar los tubos cuadrados para el soporte de la mesa, las platinas de  $\frac{1}{2}$ .

## Rolado

En este proceso se necesitó de una lámina de fierro galvanizado con una longitud de arco de 52.3 cm y una distancia focal de 10cm, la cual se llevó al taller "FIRMAC" donde realizan servicio de rolado de plancha, se realizó con una maquina roladora manual como se puede visualizar en la siguiente figura 68.



**Figura 67.** Plancha galvanizada de 1/16



**Figura 68.** Rolado de la plancha galvanizada con la roladora manual.



**Figura 69.** Vista final del canal parabólico

### **Soldadura**

En este proceso se realizó el soporte de la mesa que sostendrá el canal parabólico para ello se utilizó una Soldadora inverter electrodo 250Amp En la siguiente figura se observa cómo se realizó este proceso.



**Figura 70.** Soldadura de los tubos cuadrados y tubo de acero inoxidable

## Armado

Primero, se procedió a unir la mesa y el canal parabólico. se soldó para que se quede uniforme y no se mueva, después se midió la mitad de la plancha rotulado del canal parabólico y soldamos, con la wincha se midió el ancho del canal parabólico en las cuales se colocó las platinas alrededor de las esquinas del canal parabólico para que actué de soporte, finalizando se le paso el disco para lisar las esquinas. Y, por último, se soldó el tubo de acero inoxidable debajo de la platina.



**Figura 71.** Armado del canal parabólico y la mesa de soporte

### Tubería del canal parabólico de acero

Para este procedimiento se utilizó un tubo de acero inoxidable con una longitud de 84 cm el cual es colocado en el eje del canal parabólico y la estructura como se observa las figuras 74.



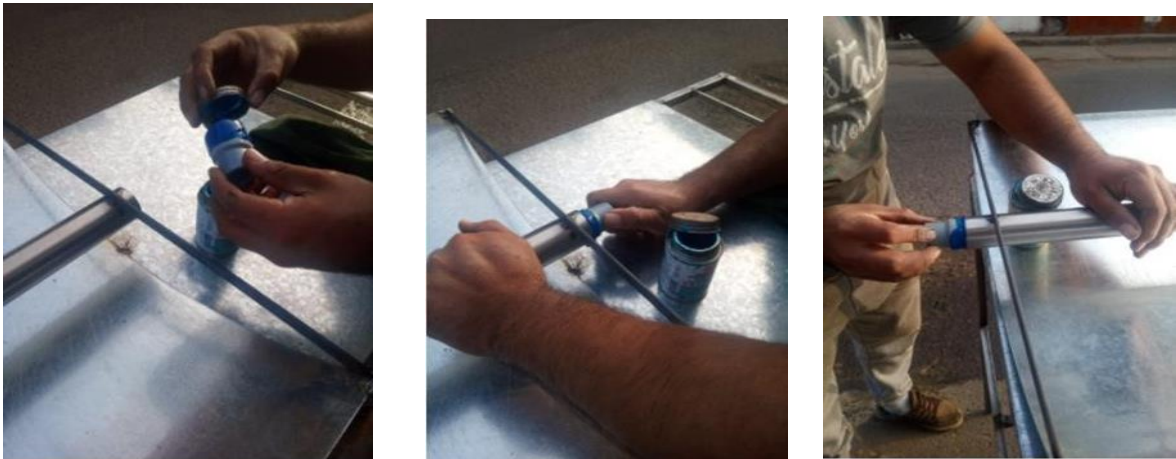
**Figura 72.** Vista final del canal parabólico y el soporte de la mesa

### Pintado

En este paso se realizó el pintado con un compresor de pintura en la estructura del soporte y en el tubo del canal para que tenga una mayor retención de la radiación.

## Conexiones de tuberías

En este último paso, se realizó la conexión de la tubería para ello se utilizó 1 m  $\frac{1}{2}$  de tubería de PVC de  $\frac{1}{2}$  pulgada, 5 codos, 2 válvulas. Se escogió un reductor de PVC de 1"  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{1}{2}$  y se lijo la parte exterior del reductor con un disco de corte, después se colocó pegamento azul de PVC en el reductor y se colocó por dentro en el tubo de 1"  $\frac{1}{2}$



**Figura 73.** Se le añadió pegamento azul de PVC alrededor de la reducción y se le colocó por dentro del tubo de acero realizando presión

Después, se colocó el tubo de PVC de  $\frac{1}{2}$  a 2 cm de distancia y se le colocó la llave se aseguró con un teflón blanco en ambos lados, después se colocó 5 cm de PVC y se le añadió pegamento azul del tubo de PVC y se colocó un codo en ambos extremos, después para arriba se colocó un tubo de PVC de  $\frac{1}{2}$  de 22 cm de largo se volvió a colocar un codo con pegamento azul y un tubo de PVC de  $\frac{1}{2}$ .



**Figura 74.** Conexiones de tuberías de reducción de 1"  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{1}{2}$  con 4 codos y las dos válvulas

Finalmente, se observa las conexiones del canal parabólico con el destilador solar con ello se termina la construcción del prototipo, en la figura 75, se muestra el resultado final de esta elaboración.



**Figura 75.** Vista final del destilador solar con las conexiones de PVC y la estructura metálica.

#### **Quinta fase:** Tratamiento del agua de mar

Para el tratamiento del agua de mar, se utilizó el destilador solar tipo escalera adaptado a un canal parabólico, se realizó en el distrito de San Martín de Porres, se colocó en un ambiente abierto de un tercer piso junto a una estación meteorológica que monitorea durante el proceso de los tratamientos para medir la radiación solar.

El tratamiento se realizó de lunes a domingo en 3 periodos.

**I ETAPA:** 15 de mayo al 21 de mayo

**II ETAPA:** 1 de junio al 7 de junio

**III ETAPA:** 8 de junio al 15 de junio

Tiempo de retención: 8am hasta las 4:00pm



### 3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis de datos se evaluó por SPSS, cuadros excel, y anova para cumplir con las estadísticas del desarrollo de investigación y se realizó la interpretación del proceso ejecutado en el agua de mar.

### 3.7. Aspectos éticos

La investigación se alinea a la resolución del consejo universitario N°0126-2017/UCV, que indica el código de ética de la Universidad César Vallejo. De la misma manera, cumplirá con la resolución del consejo universitario N°0200-2018, que explica la línea de investigación, el proyecto pertenece a la línea de investigación, calidad de gestión de los recursos naturales. Además, se registró a la resolución del consejo universitario N°0313-2017/2017/UCV, que es el reglamento para la investigación científica, donde se fomenta buenas prácticas científicas, de la misma manera procura impulsar la integridad científica consiguiendo que dichas investigaciones cumplan los estándares de rigor científico, y sobre todo la honestidad.

Fue estructurado según la guía de productos de investigación 2020. Firmando la declaración jurada de no haber realizado copia de ningún autor las que se verificarán con el software Turnitin. Los resultados que se obtuvieron en esta investigación garantizó plenamente la viabilidad y confiabilidad mediante los análisis de un laboratorio acreditado. Por último, demostramos trabajo en equipo, compromiso, responsabilidad ambiental y social para el beneficio de la comunidad social y estudiantil.

#### IV. RESULTADOS

##### Caracterización inicial del Agua de Mar

**Tabla 10.** *Parámetros Físico Químicos inicial del agua de mar*

Muestra	Temperatura (°C)	Potencial de Hidrogeno (pH) Acido/base	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox mv	Turbidez NTU
CI - AM	22.00	8.09	50000.6	-228	28.6

CI – AM: Caracterización Inicial del Agua de Mar (Método Potenciómetro)

**Tabla 11.** *Resultados del oxígeno disuelto inicial (Método Winkler)*

Código	Vol. del Winkler (ml)	Volumen de la muestra (ml)	Vol. gastado del Tiosulfato de sodio (ml)	Normalidad del tiosulfato de sodio	Oxígeno Disuelto (mgO <sub>2</sub> /L)
ODI- AM	300	100	2.2	0.02232	7.73

ODI-AM: Oxígeno Disuelto Inicial del Agua de Mar

**Tabla 12.** *Resultados de la demanda química de Oxígeno Inicial (Método del Dicromato)*

Código	Volumen gastado en la muestra (ml)	Volumen gastado en el blanco (ml)	Normalidad del SFA	Volumen de la muestra (ml)	Demanda Química de Oxígeno (mgO <sub>2</sub> /l)
DQO-IAM	2.9	3	0.25	3	66.67

DQO-IAM: Demanda Química del Oxígeno Inicial del Agua Mar

##### Demanda bioquímica del Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

**Tabla 13.** *Oxígeno disuelto inicial (c/agua de dilución DBO<sub>5</sub>)*

Código	Vol. gast. en la muestra (ml)	Vol. de la muestra (ml)	Normalidad del Tio. Sulfato	Vol. frasco Winkler (ml)	Oxígeno Disuelto inicial mgO <sub>2</sub> /L
OD-DBOI	3.3	100	0.02232	300	5.93

OD-DBOI: Oxígeno Disuelto del DBO Inicial

**Tabla 14.** *Oxígeno disuelto final*

<b>Código</b>	<b>Vol. gast. en la muestra ml</b>	<b>Vol. de la muestra ml</b>	<b>Normalidad del tio. Sulfato</b>	<b>Vol. frasco Wincler ml</b>	<b>Oxígeno Disuelto Final mgO<sub>2</sub> /L</b>
DBOI - OD	0.8	100	0.025	300	1.61

DBOI - OD: Oxígeno Disuelto del Agua de Mar en 5 días

**Tabla 15.** *Obtención del DBO<sub>5</sub> inicial*

<b>Código</b>	<b>Oxígeno disuelto inicial</b>	<b>Oxígeno disuelto final</b>	<b>% dilución</b>	<b>DBO<sub>5</sub> mgO<sub>2</sub> /L</b>
DBOI-AM	5.93	1.61	25	17.28

DBOI-AM: Caracterización Inicial de la Demanda Bioquímica del agua de Mar

**Tabla 16.** *Resultados de Coliformes totales (Método filtración por membrana NTP INACAL) (Tubos múltiples sembrado en placa Petri) (Rango de 0-300)*

<b>Código</b>	<b>Carga alta Cantidad</b>	<b>Carga media cantidad</b>	<b>Carga baja cantidad</b>	<b>Coliformes Totales UFC/100 mL</b>
CTI-AM (10 <sup>-1</sup> )	19	12	2	71.5
CTI-AM (10 <sup>-2</sup> )	29	15	5	1061
CTI-AM (10 <sup>-3</sup> )	17	10	1	6060

CTI-AM: Coliformes totales inicial del agua de Mar

De la prueba microbiológica la aceptable es de acuerdo al método que acepta UFC de 0-300 las demás diluciones no son representativas. La que se utilizó fue la de 10<sup>-1</sup>.

**Tabla 17.** *Resultados iniciales de cloruros, nitratos, nitritos en agua de mar*

<b>Muestra</b>	<b>Cloruros mg Cl<sup>-</sup>/L</b>	<b>Nitratos NO<sup>-</sup></b>	<b>Nitritos NO<sup>-</sup></b>
Cl-AM	20,561	3.7	0.34

**Tabla 18.** *Resultados de Alcalinidad*

<b>Muestra</b>	<b>Volumen gast. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>Normalidad H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>Volumen de la muestra</b>	<b>Alcalinidad mgCaCO<sub>3</sub>/L</b>
Al-AM	0.2	0.019231	10	19.23

**Resultados al termino del tratamiento de destilación del agua de mar (3 semanas)**

**Tabla 19.** *Parámetros físico-químicos por promedio de días (Método potenciométrico)*

Semanas	Fecha	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial redox mv
Semana 1	15/05/2021	20.3	6.69	465	-125
	16/05/2021	20.1	6.67	464	-124
	17/05/2021	20.4	6.71	466	-126
	18/05/2021	20.5	6.7	459	-123
	19/05/2021	20.6	6.72	461	-127
	20/05/2021	20.2	6.74	462	-127
	21/05/2021	20	6.75	463	-128
Semana 2	1/06/2021	20.1	6.74	463	-130
	2/06/2021	20	6.8	460	-128
	3/06/2021	20.1	6.95	461	-130
	4/06/2021	20	6.98	463	-129
	5/06/2021	20	6.88	464	-130
	6/06/2021	20.1	6.89	460	-131
	7/06/2021	20	6.96	465	-129
Semana 3	8/06/2021	20.2	6.8	469	-140
	9/06/2021	20.1	6.85	460	-135
	10/06/2021	20.3	6.82	463	-138
	11/06/2021	20.4	6.9	464	-137
	12/06/2021	20.1	6.94	468	-134
	13/06/2021	20.2	6.9	465	-136
	14/06/2021	20.4	6.88	466	-133

En los parámetros fisicoquímicos se observó que, en las semanas de obtención del agua producida por el destilador solar, el potencial de hidrogeno pH vario de 6.69 a 6.94, lo cual demuestra que, de acuerdo a los estándares de calidad de agua, el pH para consumo humano de la clase A-2 es de 5,5 – 9,0 pH, entonces está dentro del rango para consumo humano, en lo que respeta en la CE en todo el proceso de la semana 1,2 y 3 esta disminuyo en 99.1%. Lo que está relacionado también a la cantidad de cloruros y salinidad del agua las que han reducido de manera considerable, en el potencial redox se observó que los valores obtenidos todos son negativos, lo que significa que existe una reducción mayor que la oxidación. Estos resultados se observan en la Tabla 19.

**Tabla 20.** Oxígeno Disuelto de primera destilación (OD) (Método Winkler)

Semanas	Fecha	Volumen de muestra	Volumen del Winkler	Normalidad	Volumen gastado TSNa	Oxígeno Disuelto
		ml	ml	TSNa		mgO <sub>2</sub> /L
Semana 1	15/05/2021	100	300	0.02174	4.25	7.44
	16/05/2021	100	300	0.02174	4.2	7.35
	17/05/2021	100	300	0.02174	4.21	7.37
	18/05/2021	100	300	0.02174	4.19	7.32
	19/05/2021	100	300	0.02174	4.22	7.33
	20/05/2021	100	300	0.02174	4.23	7.38
	21/05/2021	100	300	0.02174	4.24	7.4
Semana 2	1/06/2021	100	300	0.02174	4.22	7.39
	2/06/2021	100	300	0.02174	4.23	7.4
	3/06/2021	100	300	0.02174	4.24	7.42
	4/06/2021	100	300	0.02174	4.19	7.34
	5/06/2021	100	300	0.02174	4.26	7.45
	6/06/2021	100	300	0.02174	4.21	7.37
	7/06/2021	100	300	0.02174	4.25	7.44
Semana 3	8/06/2021	100	300	0.02174	4.23	7.41
	9/06/2021	100	300	0.02174	4.22	7.39
	10/06/2021	100	300	0.02174	4.21	7.37
	11/06/2021	100	300	0.02174	4.22	7.38
	12/06/2021	100	300	0.02174	4.27	7.48
	13/06/2021	100	300	0.02174	4.25	7.44
	14/06/2021	100	300	0.02174	4.28	7.49

En la tabla 20, se observa que en la evaluación del agua destilada en las semanas 1,2 y 3 se pudo observar 7.49 mgO<sub>2</sub>/L, lo cual demuestra la no existencia de la matero orgánica, ni Coliformes totales los cuales tuvieron como resultado en su análisis microbiológico de 0 UFC/100ml, observándose también en la tabla 21, que en la semana 3 el DQO es de 12.5 mgO<sub>2</sub>/L, y además una DBO5 es de 0.04 lo que demuestra claramente la no existencia de microorganismos en el agua producida por el destilador solar.

**Tabla 21. Demanda química de Oxígeno (DQO) (Método del Dicromato)**

Semanas	Fecha	Volumen gastado en BK	Normalidad del SFA	Volumen de Muestra	Volumen gastado	Demanda Química de Oxígeno mgO <sub>2</sub> /L
		ml		ml	ml	
Semana 1	15/05/2021	3.2	0.2344	3	3.11	56.25
	16/05/2021	3.2	0.2344	3	3.1	62.5
	17/05/2021	3.2	0.2344	3	3.13	43.75
	18/05/2021	3.2	0.2344	3	3.14	37.5
	19/05/2021	3.2	0.2344	3	3.15	37.25
	20/05/2021	3.2	0.2344	3	3.16	25
	21/05/2021	3.2	0.2344	3	3.17	18.75
Semana 2	1/06/2021	3.2	0.2344	3	3.12	50.01
	2/06/2021	3.2	0.2344	3	3.14	37.5
	3/06/2021	3.2	0.2344	3	3.11	56.25
	4/06/2021	3.2	0.2344	3	3.15	31.25
	5/06/2021	3.2	0.2344	3	3.16	25
	6/06/2021	3.2	0.2344	3	3.17	18.75
	7/06/2021	3.2	0.2344	3	3.18	12.5
Semana 3	8/06/2021	3.2	0.2344	3	3.14	37.5
	9/06/2021	3.2	0.2344	3	3.16	25
	10/06/2021	3.2	0.2344	3	3.15	31.25
	11/06/2021	3.2	0.2344	3	3.13	43.75
	12/06/2021	3.2	0.2344	3	3.17	18.75
	13/06/2021	3.2	0.2344	3	3.18	12.5
	14/06/2021	3.2	0.2344	3	3.19	6.25

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) (Método Winkler)**

**Tabla 22. Oxígeno Disuelto inicial del DBO<sub>5</sub>**

Semanas	Fecha	Volumen de la muestra	Volumen de Winkler	Normalid ad TSNa	Volumen gastado TSNa	Oxígeno Disuelto mgO <sub>2</sub> /L
Semana 1	15/05/2021	100	300	0.02174	4.35	7.61
	16/05/2021	100	300	0.02174	4.3	7.52
	17/05/2021	100	300	0.02174	4.36	7.63
	18/05/2021	100	300	0.02174	4.39	7.68
	19/05/2021	100	300	0.02174	4.32	7.56
	20/05/2021	100	300	0.02174	4.33	7.58
	21/05/2021	100	300	0.02174	4.31	7.54
	1/06/2021	100	300	0.02174	4.3	7.53
	2/06/2021	100	300	0.02174	4.31	7.55
	3/06/2021	100	300	0.02174	4.34	7.59
	4/06/2021	100	300	0.02174	4.36	7.63

<b>Semana 2</b>	5/06/2021	100	300	0.02174	4.35	7.62
	6/06/2021	100	300	0.02174	4.36	7.65
	7/06/2021	100	300	0.02174	4.33	7.58
<b>Semana 3</b>	8/06/2021	100	300	0.02174	4.3	7.52
	9/06/2021	100	300	0.02174	4.31	7.54
	10/06/2021	100	300	0.02174	4.33	7.58
	11/06/2021	100	300	0.02174	4.35	7.61
	12/06/2021	100	300	0.02174	4.34	7.6
	13/06/2021	100	300	0.02174	4.32	7.56
	14/06/2021	100	300	0.02174	4.39	7.68

**Tabla 23.** *Oxígeno Disuelto final del DBO<sub>5</sub>*

<b>Semanas</b>	<b>Fecha</b>	<b>Volumen de muestra</b>	<b>Volumen del Winkler</b>	<b>Normalidad TSNa</b>	<b>Volumen gastado TSNa</b>	<b>Oxígeno Disuelto mgO<sub>2</sub>/L</b>
<b>Semana 1</b>	15/05/2021	100	300	0.02174	4.32	7.56
	16/05/2021	100	300	0.02174	4.29	7.51
	17/05/2021	100	300	0.02174	4.35	7.61
	18/05/2021	100	300	0.02174	4.38	7.6
	19/05/2021	100	300	0.02174	4.31	7.66
	20/05/2021	100	300	0.02174	4.32	7.54
	21/05/2021	100	300	0.02174	4.3	7.56
<b>Semana 2</b>	1/06/2021	100	300	0.02174	4.29	7.51
	2/06/2021	100	300	0.02174	4.28	7.49
	3/06/2021	100	300	0.02174	4.33	7.58
	4/06/2021	100	300	0.02174	4.35	7.61
	5/06/2021	100	300	0.02174	4.3	7.53
	6/06/2021	100	300	0.02174	4.31	7.55
	7/06/2021	100	300	0.02174	4.3	7.52
<b>Semana 3</b>	8/06/2021	100	300	0.02174	4.29	7.51
	9/06/2021	100	300	0.02174	4.3	7.52
	10/06/2021	100	300	0.02174	4.32	7.56
	11/06/2021	100	300	0.02174	4.34	7.59
	12/06/2021	100	300	0.02174	4.32	7.56
	13/06/2021	100	300	0.02174	4.31	7.54
	14/06/2021	100	300	0.02174	4.37	7.65

**Tabla 24.** *Determinación del DBO<sub>5</sub>*

Semanas	Fecha	Oxígeno Disuelto inicial mgO <sub>2</sub> /L	Oxígeno Disuelto final mgO <sub>2</sub> /L	Dilución %	DBO <sub>5</sub> mgO <sub>2</sub> /L
Semana 1	15/05/2021	7.61	7.56	50	0.1
	16/05/2021	7.52	7.51	50	0.02
	17/05/2021	7.63	7.61	50	0.04
	18/05/2021	7.68	7.66	50	0.04
	19/05/2021	7.56	7.54	50	0.04
	20/05/2021	7.58	7.56	50	0.04
	21/05/2021	7.54	7.53	50	0.04
Semana 2	1/06/2021	7	7.51	50	0.04
	2/06/2021	7.55	7.49	50	0.12
	3/06/2021	7.59	7.58	50	0.02
	4/06/2021	7.63	7.61	50	0.04
	5/06/2021	7.62	7.53	50	0.18
	6/06/2021	7.65	7.55	50	0.2
	7/06/2021	7.58	7.52	50	0.12
Semana 3	8/06/2021	7.52	7.51	50	0.02
	9/06/2021	7.54	7.52	50	0.04
	10/06/2021	7.58	7.56	50	0.04
	11/06/2021	7.61	7.59	50	0.04
	12/06/2021	7.6	7.56	50	0.08
	13/06/2021	7.56	7.54	50	0.04
	14/06/2021	7.68	7.65	50	0.06

**Tabla 25.** *Promedios diarios de parámetros Biológicos, Nitratos, Alcalinidad*

Semanas	Fecha	Oxígeno Disuelto mgO <sub>2</sub> /L	Alcalinidad mg/LCaCO <sub>3</sub>	DQO mgO <sub>2</sub> /L	DBO <sub>5</sub> mgO <sub>2</sub> /L	Nitratos mg/l
Semana 1	15/05/2021	7.37	2.44	40.14	0.045	0.018
	16/05/2021	7.3	2.4	40.1	0.038	0.015
	17/05/2021	7.36	2.41	40.06	0.04	0.012
	18/05/2021	7.34	2.43	40.12	0.041	0.014
	19/05/2021	7.32	2.45	40.13	0.04	0.017
	20/05/2021	7.35	2.39	40.09	0.039	0.016
	21/05/2021	7.31	2.4	40.08	0.042	0.013
Semana 2	1/06/2021	7.4	2.47	33.04	0.1	0.017
	2/06/2021	7.39	2.4	32.51	0.09	0.014
	3/06/2021	7.31	2.45	33.08	0.06	0.015
	4/06/2021	7.36	2.44	32.41	0.07	0.014
	5/06/2021	7.33	2.41	32.45	0.04	0.016



	6/06/2021	7.34	2.46	33.09	0.03	0.012
	7/06/2021	7.38	2.43	33.1	0.04	0.013
<b>Semana 3</b>	8/06/2021	7.42	2.45	25	0.05	0.005
	9/06/2021	7.4	2.46	26	0.03	0.003
	10/06/2021	7.39	2.4	21	0.01	0.001
	11/06/2021	7.36	2.42	24	0.04	0
	12/06/2021	7.34	2.41	23	0.06	0.004
	13/06/2021	7.32	2.44	22	0.02	0.002
	14/06/2021	7.38	2.43	24	0.05	0

En la tabla 25, en la evaluación del oxígeno disuelto, alcalinidad, DQO, DBO<sub>5</sub>, y nitratos, se observó claramente que el agua esta apta para un tratamiento convencional y pueda ser utilizada como agua para consumo humano como los estableces el estándar de calidad de agua.

**Tabla 26.** Método Gravimétrico, Método de la fenolftaleína, UV, Turbidimetría

<b>Semanas</b>	<b>Fecha</b>	<b>Solidos Totales mg/l</b>	<b>Solidos Disueltos mg/l</b>	<b>Alcalinidad mg/LCaCO<sub>3</sub></b>	<b>Turbidez NTU</b>	<b>Nitratos mg/l</b>
<b>Semana 1</b>	15/05/2021	7.83	1.1	2.4	26	0.003
	16/05/2021	7.54	1.2	2.54	24.01	0.001
	17/05/2021	7.55	1.3	2.4	22.03	0.004
	18/05/2021	7.42	1.0	2.39	23.4	0.002
	19/05/2021	7.32	1.3	2.38	24.06	0.003
	20/05/2021	7.31	1.1	2.41	29.04	0.005
	21/05/2021	7.39	1.0	2.53	22.05	0.001
<b>Semana 2</b>	1/06/2021	7.85	1.2	2.45	25.00	0.001
	2/06/2021	7.56	1.3	2.58	28.01	0.002
	3/06/2021	7.54	1.5	2.39	26.03	0.005
	4/06/2021	7.32	1.1	2.4	26.06	0.002
	5/06/2021	7.38	1.4	2.44	29.04	0.003
	6/06/2021	7.42	1.0	2.56	30.05	0.004
	7/06/2021	7.39	1.1	2.5	24.07	0.000
<b>Semana 3</b>	8/06/2021	7.8	1.1	2.4	23	0.000
	9/06/2021	7.49	1.0	2.49	25.01	0.001
	10/06/2021	7.51	1.2	2.38	27.03	0.002
	11/06/2021	7.34	1.4	2.42	24.06	0.002
	12/06/2021	7.35	1.1	2.44	24.04	0.001
	13/06/2021	7.37	1.0	2.51	25.05	0.008
	14/06/2021	7.4	1.1	2.52	25.07	0.006

En la tabla 26 y 27, los resultados están dados por días y semanas se puede observar que estéticamente es aceptable de acuerdo a la normativa vigente, del DS N° 004-2017 MINAM ya que sus valores son de 7.48 mg/l ST, 1.16 mg/l SD y una turbidez de 21.73 NTU, como también el agua contiene una baja concentración de cloruros lo que hace que no tenga sabor salado.

**Tabla 27.** Promedios diarios de parámetros físicos

Semanas	Fecha	Solidos Totales mg/l	Solido Disueltos mg/l	Turbidez NTU	Cloruros mg Cl <sup>-</sup> /L
Semana 1	15/05/2021	7.48	1.14	24.37	4.1
	16/05/2021	7.56	1.1	24.21	4.4
	17/05/2021	7.5	1.15	24.15	4.3
	18/05/2021	7.42	1.13	24.19	3.99
	19/05/2021	7.45	1.12	24.26	3.88
	20/05/2021	7.36	1.11	24.3	3.91
	21/05/2021	7.34	1.1	24.32	3.9
Semana 2	1/06/2021	7.47	1.2	30.27	4.1
	2/06/2021	7.56	1.1	28.3	4.2
	3/06/2021	7.48	1.0	26.12	4.3
	4/06/2021	7.36	1.3	29.10	4.0
	5/06/2021	7.38	1.2	27.2	3.81
	6/06/2021	7.4	1.0	23.65	3.8
	7/06/2021	7.41	1.4	24.3	3.79
Semana 3	8/06/2021	7.47	1.13	21.78	4.03
	9/06/2021	7.5	1.14	21.64	3.2
	10/06/2021	7.45	1.12	21.62	3.8
	11/06/2021	7.44	1.13	21.76	3.4
	12/06/2021	7.46	1.14	21.7	3.1
	13/06/2021	7.49	1.15	21.69	3.0
	14/06/2021	7.48	1.16	21.63	3.4

**Tabla 28.** Promedio de Volumen de agua tratada por horas

<b>Semanas</b>	<b>Prueba de ATM</b>	<b>Volumen obtenido por horas ml</b>	<b>Radiación Solar W/m<sup>2</sup></b>
<b>Semana 1</b>	ATM-(1-8)	200	180
	ATM-(2-9)	300	250
	ATM-(3-10)	400	380
	ATM-(4-11)	750	400
	ATM-(5-12)	900	450
	ATM-(6-13)	650	800
	ATM-(7-14)	450	600
	ATM-(8-15)	200	260
	ATM-(9-16)	100	150
<b>Semana 2</b>	ATM-(1-8)	200	150
	ATM-(2-9)	280	220
	ATM-(3-10)	400	400
	ATM-(4-11)	450	420
	ATM-(5-12)	700	450
	ATM-(6-13)	850	800
	ATM-(7-14)	500	550
	ATM-(8-15)	400	260
	ATM-(9-16)	190	180
<b>Semana 3</b>	ATM-(1-8)	150	100
	ATM-(2-9)	190	180
	ATM-(3-10)	280	250
	ATM-(4-11)	300	280
	ATM-(5-12)	550	300
	ATM-(6-13)	750	500
	ATM-(7-14)	470	450
	ATM-(8-15)	350	200
	ATM-(9-16)	170	190

**Tabla 29.** Promedios diarios en una semana del destilador solar

Semanas	Promedios del 15 al 22 del 05/2021	Promedio del volumen diario	Promedio diario de radiación solar
	ATM 1	ml	W/m <sup>2</sup>
Semana 1	15/05/2021	4000	363.11
	16/05/2021	2500	345.23
	17/05/2021	2700	347.21
	18/05/2021	2800	348.12
	19/05/2021	4000	363.11
	20/05/2021	2600	346.25
	21/05/2021	2300	310.54
Semana 2	1/06/2021	3700	318
	2/06/2021	3800	320
	3/06/2021	3460	300
	4/06/2021	3410	289
	5/06/2021	3525	295
	6/06/2021	3650	334
	7/06/2021	3578	331
Semana 3	8/06/2021	3060	333
	9/06/2021	3000	332
	10/06/2021	2890	248
	11/06/2021	2930	274
	12/06/2021	2784	348
	13/06/2021	2540	293
	14/06/2021	2488	273

Como se puede observar en la tabla 28 y 29, de acuerdo a la radiación solar se pudo determinar que cuanto mayor es la radiación solar la producción del destilador solar también se incrementa, demostrando la importancia de la radiación solar para producir el agua para el consumo humano y que estas depende de las variaciones climáticas meteorológicas que existen en diversos lugares del Perú. Donde también influirá la altitud.

**Tabla 30.** Análisis microbiológico (Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR)

Semanas	Prueba ATM	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
Semana 1	ATM-(1-8)	0	71.5
	ATM-(2-9)	0	71.5
	ATM-(3-10)	0	71.5
	ATM-(4-11)	0	71.5
	ATM-(5-12)	0	71.5
	ATM-(6-13)	0	71.5
	ATM-(7-14)	0	71.5
	ATM-(8-15)	0	71.5
	ATM-(9-16)	0	71.5
Semana 2	ATM-(1-8)	0	71.5
	ATM-(2-9)	0	71.5
	ATM-(3-10)	0	71.5
	ATM-(4-11)	0	71.5
	ATM-(5-12)	0	71.5
	ATM-(6-13)	0	71.5
	ATM-(7-14)	0	71.5
	ATM-(8-15)	0	71.5
	ATM-(9-16)	0	71.5
Semana 3	ATM-(1-8)	0	71.5
	ATM-(2-9)	0	71.5
	ATM-(3-10)	0	71.5
	ATM-(4-11)	0	71.5
	ATM-(5-12)	0	71.5
	ATM-(6-13)	0	71.5
	ATM-(7-14)	0	71.5
	ATM-(8-15)	0	71.5
	ATM-(9-16)	0	71.5

En las tablas 30 y 31, se pudo observar cómo es que los coliformes totales, iniciales en UFC/100ml, después de producida el destilador solar estas se redujeron en un 100%, obteniéndose 0UFC/100ml durante las semanas que se realizaron la destilación del agua de mar.

**Tabla 31.** Análisis microbiológico (Método de Filtración por membrana en AGAR

Semanas	Promedios del 15 al 22 del 05/2021 ATM 1	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100 ml
<b>Semana 1</b>	15/05/2021	0	71.5
	16/05/2021	0	71.5
	17/05/2021	0	71.5
	18/05/2021	0	71.5
	19/05/2021	0	71.5
	20/05/2021	0	71.5
	21/05/2021	0	71.5
<b>Semana 2</b>	1/06/2021	0	71.5
	2/06/2021	0	71.5
	3/06/2021	0	71.5
	4/06/2021	0	71.5
	5/06/2021	0	71.5
	6/06/2021	0	71.5
	7/06/2021	0	71.5
<b>Semana 3</b>	8/06/2021	0	71.5
	9/06/2021	0	71.5
	10/06/2021	0	71.5
	11/06/2021	0	71.5
	12/06/2021	0	71.5
	13/06/2021	0	71.5
	14/06/2021	0	71.5

## Procesamiento de la estadística

### Estadística del volumen total del tratamiento del agua de mar

**Tabla 32.** Resumen del procesamiento de casos de los tratamientos

Resumen del procesamiento de los casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
LUNES	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
MARTES	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
MIERCOLES	3	50,0%	.3	50,0%	6	100,0%
JUEVES	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
VIERNES	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
SABADO	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
DOMINGO	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%

El cuadro de resumen de procesamiento de casos, nos dio a conocer que en los 3 tratamientos semanales de 7 días cada uno, han sido reconocidos por el SPSS aun 100% con la finalidad de poder determinar la normalidad del proceso.

**Tabla 33.** Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
LUNES	,260	3	.	,958	3	,607
MARTES	,227	3	.	,983	3	,747
MIERCOLES	,292	3	.	,923	3	,463
JUEVES	,308	3	.	,901	3	,389
VIERNES	,224	3	.	,984	3	,760
SABADO	,368	3	.	,790	3	,092
DOMINGO	,335	3	.	,858	3	,261

a. Corrección de la significación de Lilliefors

En la estadística se trabajó con Shapiro – Wilk debido al que el número de muestra es menor que 50, por lo tanto, la significancia que se observó son diferentes, haciendo que aceptemos a la hipótesis del investigador, y serán evaluados paramétricamente utilizando Pearson.

**Tabla 34. Correlaciones bivariada**

		Correlaciones bivariada						
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
<b>LUNES</b>	Correlación de Pearson	1	-,184	-,037	,002	,997	,251	,069
	Sig. (bilateral)		,882	,977	,999	,051	,838	,956
	N	3	3	3	3	3	3	3
<b>MARTES</b>	Correlación de Pearson	-,184	1	,989	,982	-,262	,905	,968
	Sig. (bilateral)	,882		,095	,119	,831	,280	,162
	N	3	3	3	3	3	3	3
<b>MIERCOLES</b>	Correlación de Pearson	-,037	,989	1	,999*	-,117	,958	,994
	Sig. (bilateral)	,977	,095		,025	,926	,185	,067
	N	3	3	3	3	3	3	3
<b>JUEVES</b>	Correlación de Pearson	,002	,982	,999*	1	-,078	,968	,998*
	Sig. (bilateral)	,999	,119	,025		,950	,160	,043
	N	3	3	3	3	3	3	3
<b>VIERNES</b>	Correlación de Pearson	,997	-,262	-,117	-,078	1	,173	-,011
	Sig. (bilateral)	,051	,831	,926	,950		,889	,993
	N	3	3	3	3	3	3	3
<b>SABADO</b>	Correlación de Pearson	,251	,905	,958	,968	,173	1	,983
	Sig. (bilateral)	,838	,280	,185	,160	,889		,118
	N	3	3	3	3	3	3	3
<b>DOMINGO</b>	Correlación de Pearson	,069	,968	,994	,998*	-,011	,983	1
	Sig. (bilateral)	,956	,162	,067	,043	,993	,118	
	N	3	3	3	3	3	3	3

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

De acuerdo, a la escala de valores se utilizó el coeficiente de correlación de la siguiente manera:



**Tabla 35.** Escala de valores de los coeficientes de correlación

Día lunes

Martes	Tiene una correlación positiva alta
Miércoles	Tiene una correlación positiva muy alta
Jueves	Tiene una correlación positiva muy alta
Viernes	Tiene una correlación positiva muy baja
Sábado	Tiene una correlación positiva alta
Domingo	Tiene una correlación positiva muy alta

Fuente: Elaboración propia

Martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo, su correlación es positiva y son analizadas de la misma forma de la escala de valores de coeficiente de variación de las cuales tiene una similitud ya que todas son positivas.

**Tabla 36.** Descriptivos de los tratamientos del agua de mar por semana

Descriptivos de los tratamientos del agua de mar por semana									
		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
VAR00001	1	7	2985,71	710,466	268,531	2328,64	3642,79	2300	4000
	2	7	3589,00	137,515	51,976	3461,82	3716,18	3410	3800
	3	7	2813,14	222,333	84,034	2607,52	3018,77	2488	3060
	Total	21	3129,29	536,745	117,127	2884,96	3373,61	2300	4000

Se pudo observar que los límites inferior y superior están en el intervalo al 95%, y el máximo reconoce a los datos obtenidos en la primera semana. De igual forma ocurre en la segunda y tercera semana.

**Tabla 37.** Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
VAR00001	10,419	2	18	,001

El estadístico de Levene, nos da la homogeneidad de la varianza

**Tabla 38. Anova de un factor**

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
VAR00001	Inter-grupos	2323274,000	2	1161637,000	6,081	,010
	Intra-grupos	3438624,286	18	191034,683		
	Total	5761898,286	20			

En el ANOVA, (Análisis de varianza) se observa que tenemos un FISHER aceptable y una significancia mayor que 0.05, donde podemos ver que el ANOVA nos presenta agrupaciones, pero no nos indica cual es el mejor.

**Tabla 39. Tukey de los tres tratamientos del agua destilada**

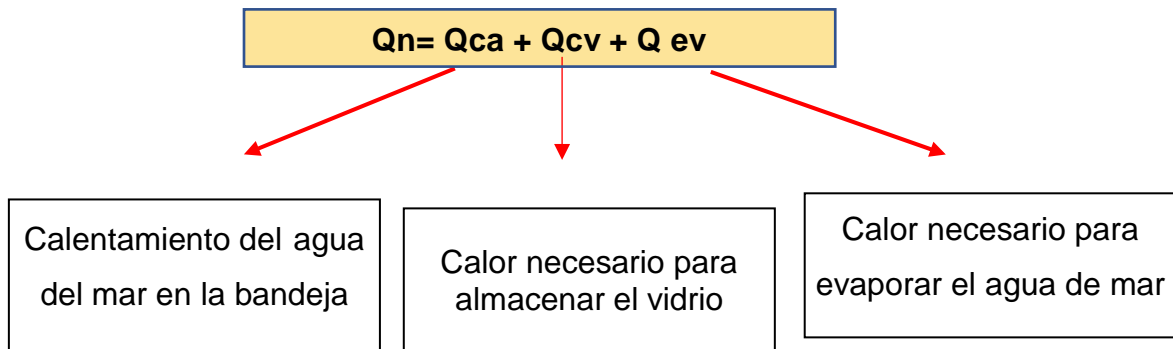
HSD de Tukey			
PT_ATM	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3	7	2813,14	
1	7	2985,71	
2	7		3589,00
<b>Sig.</b>		,744	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 7,000.

Se pudo observar, que Tukey, nos agrupa de mayor a menor la producción del agua destilada solar dándonos a conocer de menor a mayor en cada una de las 3 semanas que se realizaron las pruebas.

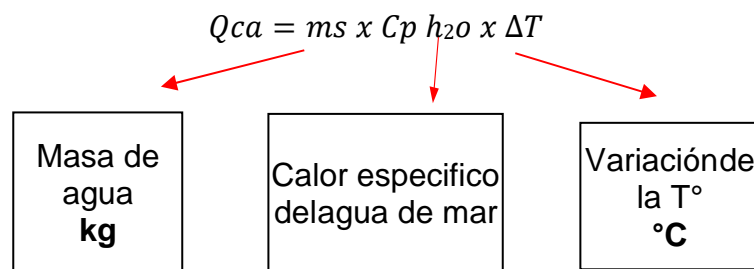
## Eficiencia del destilador solar en los tres tratamientos



$$\% \text{ Eficiencia del destilador solar} = \frac{Q_n}{Q_v} \times 100$$

$Q_v$  = El calor total que entra al destilador solar

Hallar  $Q_{ca}$ :



Datos:

Masa de agua = 3 kg = 3 L

$$C_{p \text{ h}_2\text{o mar}} = 0.94 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$\Delta T^\circ$  = Temperatura final = 26°C

Temperatura inicial = 19°C

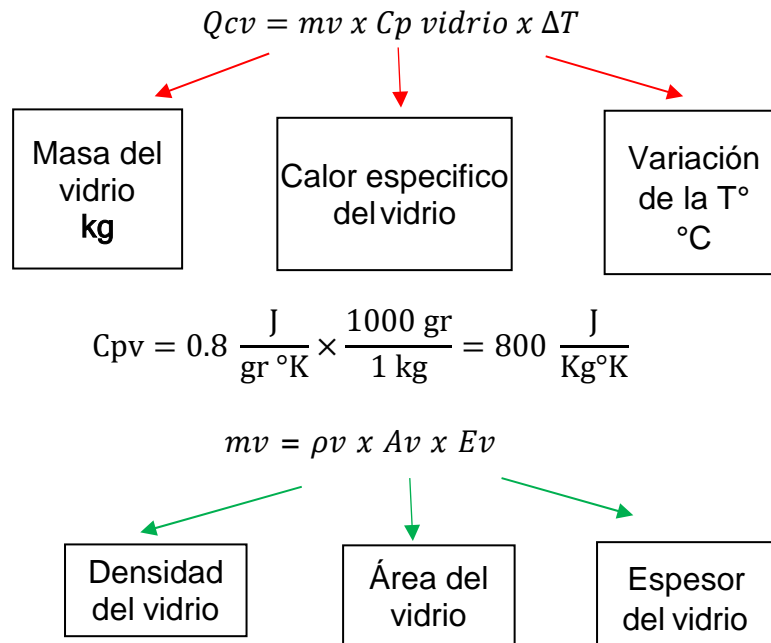
$Q_{ca}$  (calentamiento del agua de mar en la bandeja)

$$Q_{ca} = 3 \text{ kg} \times 0.94 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times 7^\circ\text{C}$$

$Q_{ca} = 19.74 \text{ kcal}$

$Q_{cv}$  (calor necesario para calentar el vidrio)

Hallar Qcv



Datos

$$\rho_v = 2.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\rho_v = 2.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 0.51 \text{m}^2 \times 0.004$$

$$m_v = 5 \times 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$A_v = 85 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} = 5100 \text{ cm}^2$$

$$5100 \text{ cm}^2 \times \frac{(1\text{m})^2}{1000\text{cm}^2} = 0.51 \text{m}^2$$

$$E_v = 4 \text{ mm}$$

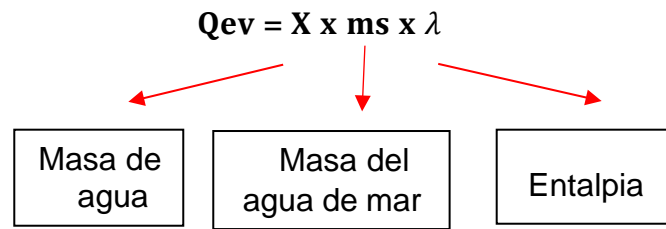
$$4 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ cm}}{10 \text{ mm}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0.004 \text{ m}$$

$$m_v = 0.005 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$Q_{cv} = 0.005 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot 800 \frac{J}{Kg \text{ } ^\circ K} \times 250 \text{ } ^\circ K$$

$$Q_{cv} = 1120 \text{ J} \cdot \text{mx}$$

Hallar Qev:



Datos

X=75%

$$m_s = 3 \text{ Kg}$$

$$\lambda = 2257 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$Q_{ev} = \frac{75}{100} \times 3\text{Kg} \times 2257 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$Q_{ev} = 5078.25 \text{ KJ}$$

Reemplazar

$$Q_n = Q_{ca} + Q_{cv} + Q_{ev}$$

$$Q_n = 19.74 \text{ Kcal} + 1120 \text{ J} \cdot \text{m} + 5078.25 \text{ KJ}$$

$$Q_n = 22.9576 \text{ watts} + 0.13 \text{ watts} + 1411.57 \text{ watts}$$

$$Q_n = 1434.7 \text{ watts}$$

1 tratamiento: Mes de mayo:  $V\Delta$  agua de mar = 6 litros

$$3 \text{ L} \text{-----} 1434.7$$

$$6 \text{ L} \text{-----} X$$

$$\frac{6 \text{ L} \times 1434.7 \text{ w}}{3 \text{ L}} = 2391.2 \text{ watt}$$

$$x = 2391.2 \rightarrow 18\%$$

$$\frac{18}{100} \times 2869.4 = 516.5$$

$$2869.4 - 516.5 = 2353 \text{ watts (QN1)}$$

$$QT 1(\text{Promedio de la radiación solar}) = 2423.57 \text{ w/m}^2$$

Remplazar en la fórmula de la eficiencia del destilador solar

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{QN}{QT} \times 100$$

$$\% \text{ Eficiencia T1} = \frac{2353}{242357} \times 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = 97\%$$

**2 tratamiento: Mes de Junio:  $V\Delta$  agua de mar = 5 litros**

$$3 \text{ L} \text{-----} 1434.7$$

$$5 \text{ L} \text{-----} X$$

$$\frac{5 \text{ L} \times 1434.7 \text{ w}}{3 \text{ L}} = 2391.2 \text{ watt}$$

$$x = 2391.2 \rightarrow 18\%$$

$$\frac{18}{100} \times 2869.4 = 516.5$$

$$2391.2 - 430.4 = 1960 \text{ watts (QN2)}$$

$$QT 2 \text{ (Promedio de la radiación solar} = 2187 \text{ w/m}^2$$

$$\% \text{ Eficiencia T2} = \frac{1960.8}{2187} \times 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = 89.7$$

**3 tratamiento: Mes de Junio:  $V\Delta$  agua de mar = 3 litros**

$$1434.7 \text{ (QN 3)}$$

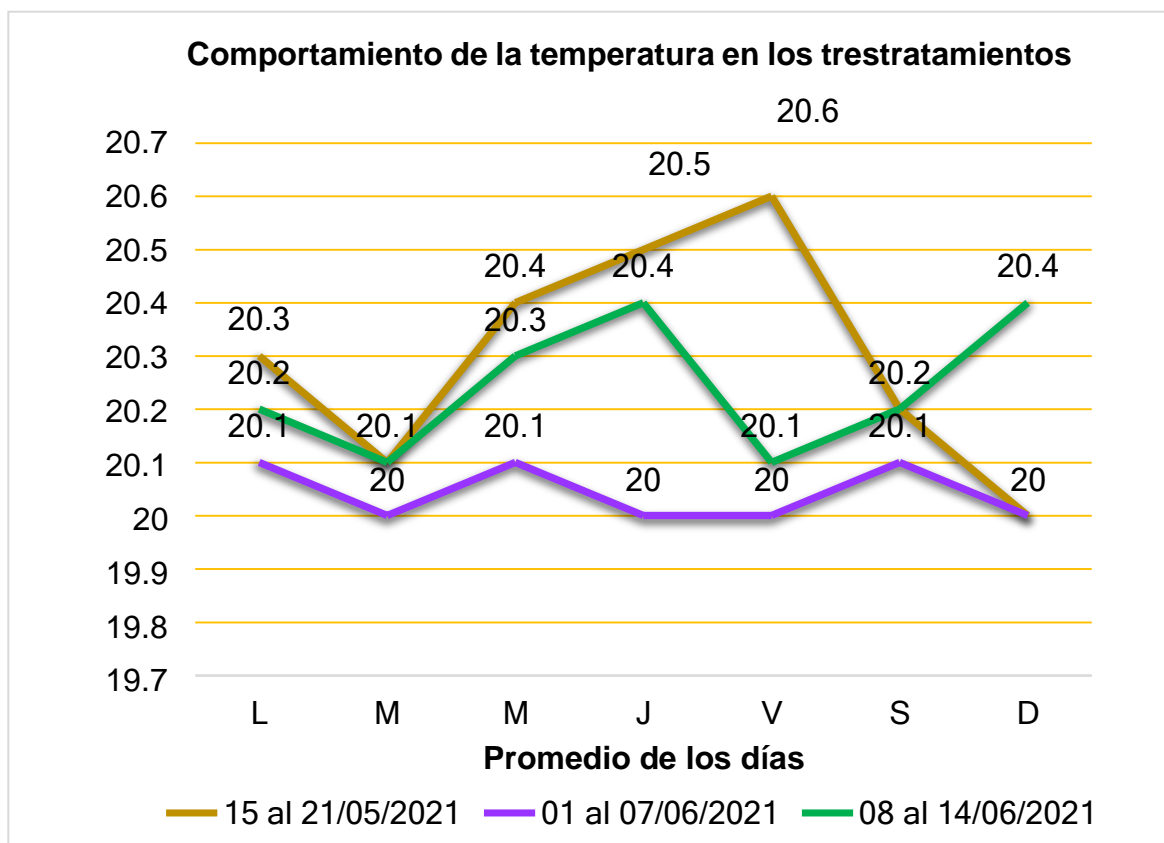
$$QT 3 \text{ (Promedio de la radiación solar} = 2101 \text{ w/m}^2$$

$$\% \text{ Eficiencia T3} = \frac{1434.7}{2101} \times 100$$

## Eficiencia del Tratamiento

**Tabla 40.** Eficiencia de los tres tratamientos

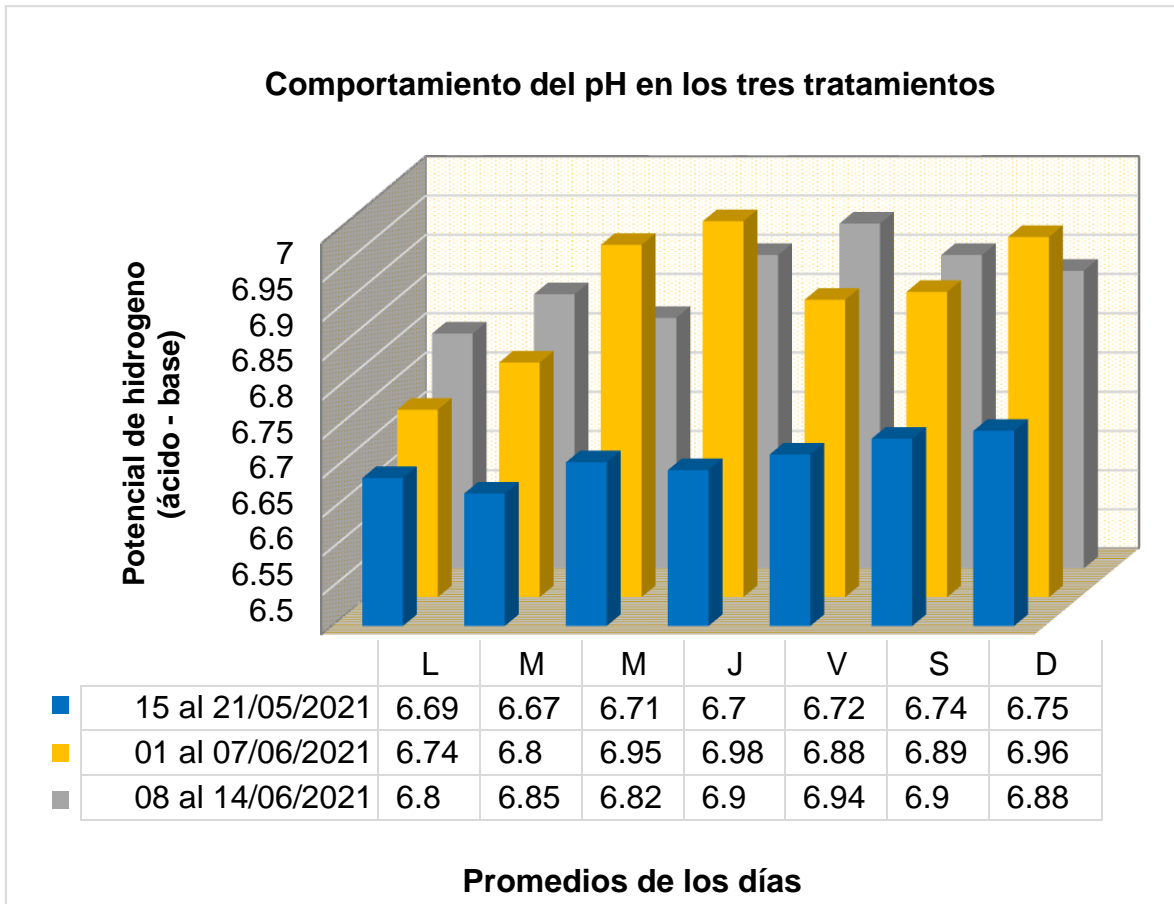
Eficiencia	Hallar QN	Hallar QT	$\%Eficiencia = \frac{QN}{QT} \times 100$
EF-ATM1	2353	2423.7	90%
EF-ATM2	1960.8	2187	89.7%
EF-ATM3	1434.7	2101	68%



**Gráfico 1.** Comportamiento de la temperatura en los tres tratamientos

En el gráfico 1, se observa el comportamiento de la temperatura promedio, de los tres tratamientos. El primer tratamiento comenzó el día 15 al 21 de mayo, el segundo tratamiento comenzó el 01 al 07 de junio y el tercer tratamiento comienza el 8 de hasta 14 junio, de lunes hasta domingo (7 días). Se evidencia, que en el primer tratamiento se obtuvo valores máximos de temperatura, especialmente el día viernes con una T° de 20.6°C.

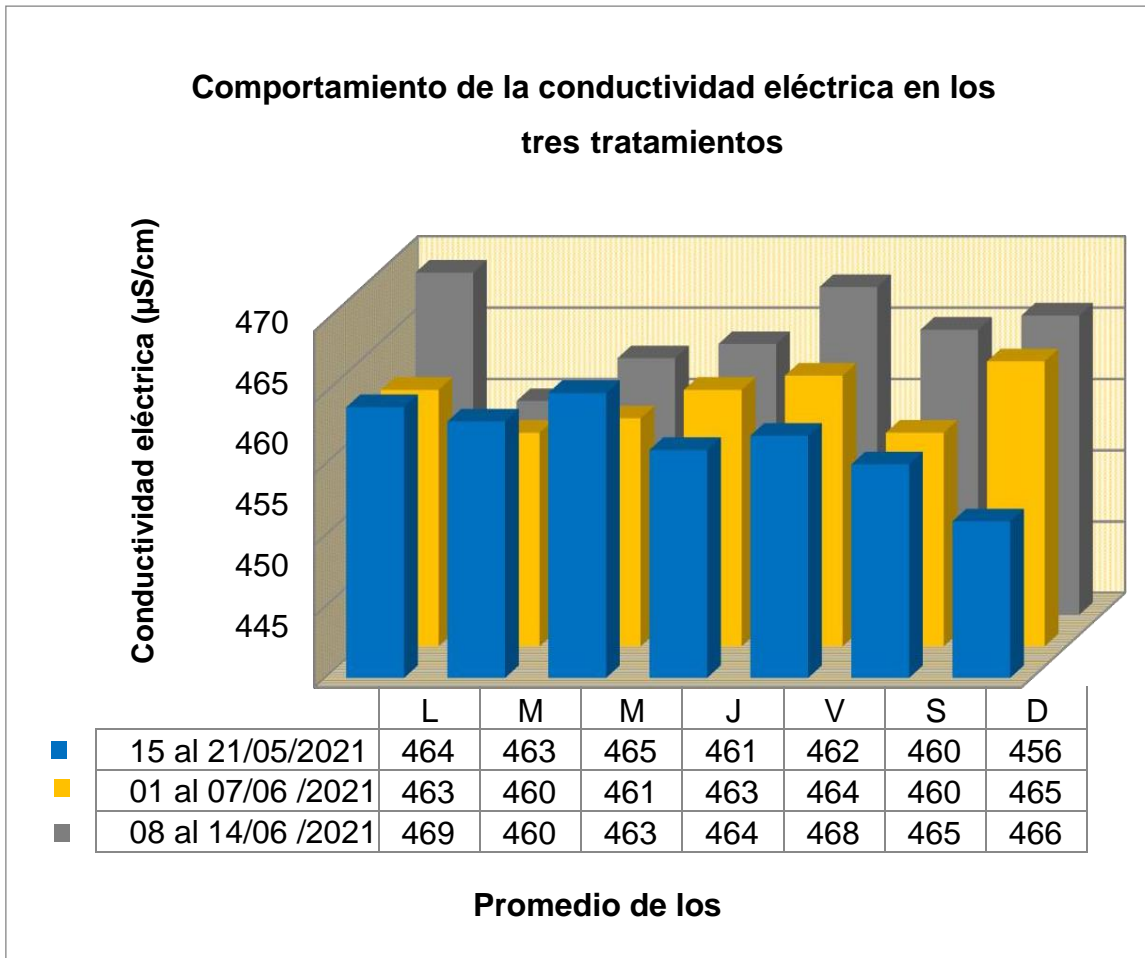
Lo contrario al segundo tratamiento que se observó valores bajos que es el día martes, jueves, viernes y domingo con una T° de 20°C.



**Gráfico 2.** Comportamiento del pH en los tres tratamientos

En el gráfico 2, se observa el comportamiento del pH de los tres tratamientos. El primer tratamiento comenzó el día 15 al 21 de mayo, el segundo tratamiento comenzó el 01 al 07 de junio y el tercer tratamiento comienza el 8 de hasta 14 junio, de lunes hasta domingo (7 días). Se evidencia, que el primer tratamiento tiene valores de escala de  $\text{pH} > 7$  (ácido), siendo el valor más bajo los días lunes hasta domingo con un pH de 6.7, el segundo tratamiento posee un pH 7 (neutro) con un valor de pH 6.9 los días miércoles, jueves y domingo y el tercer tratamiento se tuvo un  $\text{pH} > 7$  (ácido), con un valor de pH 6.9 los días jueves y sábado.

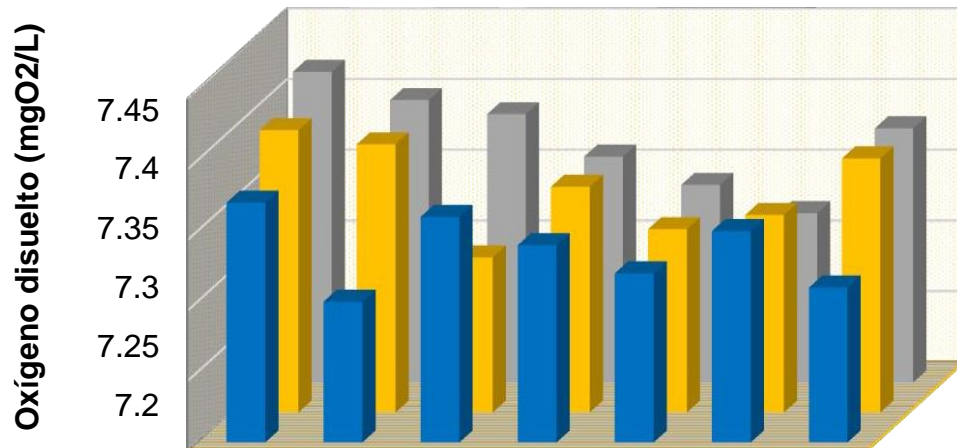




**Gráfico 3.** Comportamiento de la conductividad eléctrica

En el gráfico 3, se observa el comportamiento de la conductividad eléctrica, de los tres tratamientos. El primer tratamiento comenzó el día 15 al 21 de mayo, el segundo tratamiento comenzó el 01 al 07 de junio y el tercer tratamiento comienza el 8 de hasta 14 junio, de lunes hasta domingo (7 días). Se observa que en el tercer tratamiento se tiene una conductividad máxima el día lunes con un valor de 469  $\mu\text{S/cm}$ , por otro el día domingo del primer tratamiento se observa la más baja conductividad eléctrica con 459  $\mu\text{S/cm}$ .

### Comportamiento del oxígeno disuelto en los tres tratamientos



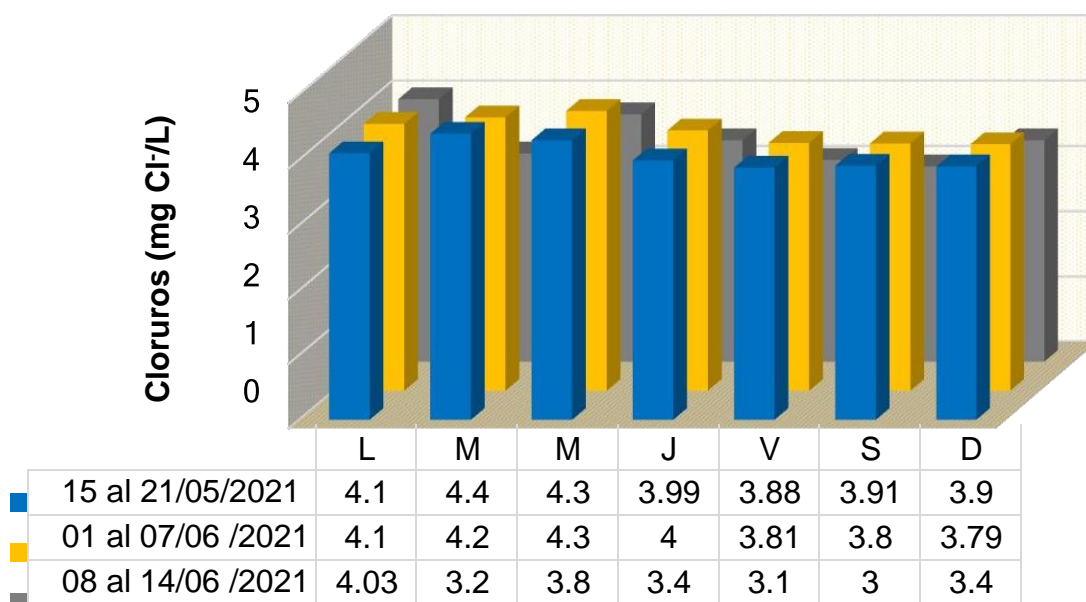
		L	M	M	J	V	S	D
■	15 al 21/05/2021	7.37	7.3	7.36	7.34	7.32	7.35	7.31
■	01 al 07/06/2021	7.4	7.39	7.31	7.36	7.33	7.34	7.38
■	08 al 14/06/2021	7.42	7.4	7.39	7.36	7.34	7.32	7.38

Promedio de los días

#### **Gráfico 4.** Comportamiento del oxígeno disuelto en los tres tratamientos

En el gráfico 4, se observa el comportamiento del oxígeno disuelto, en los tres tratamientos. El primer tratamiento comenzó el día 15 al 21 de mayo, el segundo tratamiento comenzó el 01 al 07 de junio y el tercer tratamiento comienza el 8 de hasta 14 junio, de lunes hasta domingo (7 días). Se evidencia, que el primer tratamiento se obtuvo un oxígeno disuelto bajo el día martes con un valor de 7.3 mgO<sub>2</sub>/L. El segundo tratamiento, el día miércoles tuvo un valor bajo de 7.31 mgO<sub>2</sub>/L. Y el tercer tratamiento tuvo un valor mayor el día lunes con un valor de 7.42 mgO<sub>2</sub>/L de oxígeno disuelto.

### Comportamiento de los cloruros en los tres tratamientos

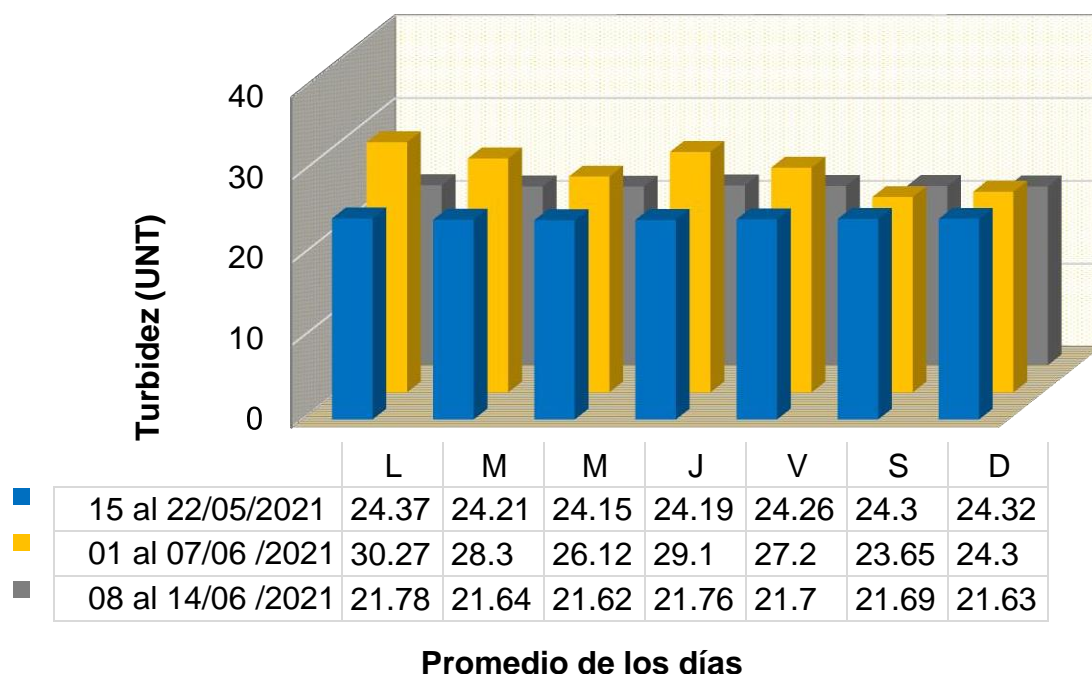


Promedio de los días

**Gráfico 5.** Comportamiento de los cloruros en los tres tratamientos

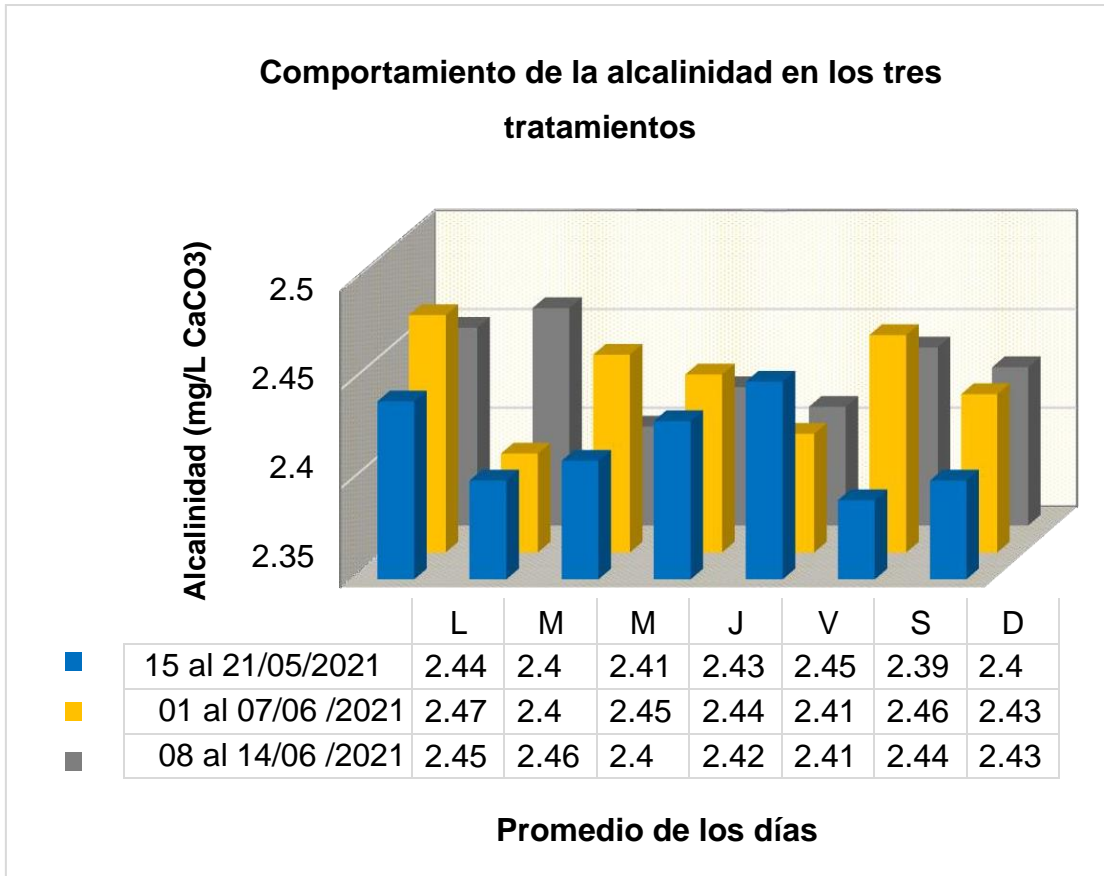
En el gráfico 5, se observa el comportamiento de los cloruros, de los tres tratamientos. El primer tratamiento comenzó el día 15 al 21 de mayo, el segundo tratamiento comenzó el 01 al 07 de junio y el tercer tratamiento comienza el 8 de hasta 14 junio, de lunes hasta domingo (7 días). Se evidencio que la presencia de cloruros más bajo se obtuvo en la tercera semana, el valor más bajo de cloruros de 3 mg Cl-/L, se obtuvo el día sábado en el tercer tratamiento, sin embargo, el valor más alto de cloruros se obtuvo en el día mares con un valor de 4.4 Cl-/L realizada en el primer tratamiento.

### Comportamiento de la turbidez en los tres tratamientos



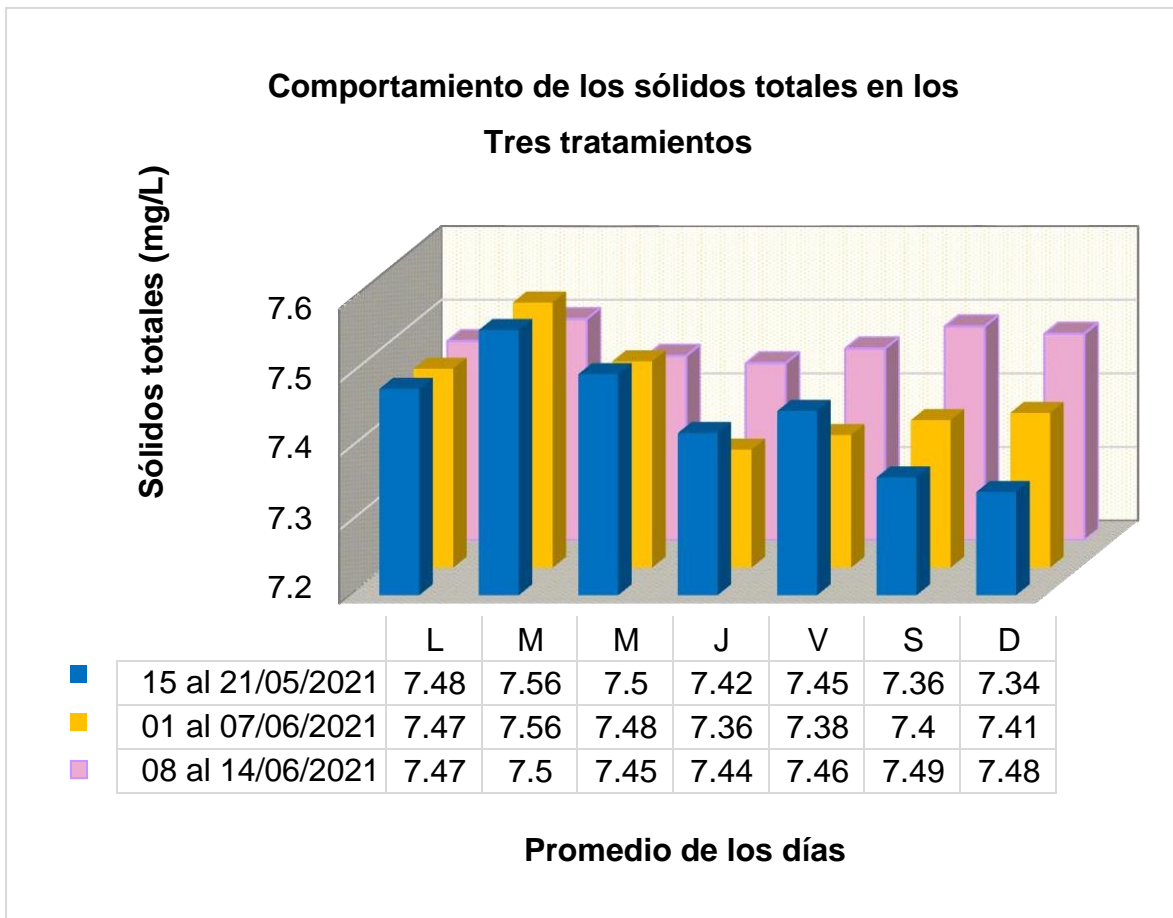
**Gráfico 6.** Comportamiento de la turbidez en los tres tratamientos

En el gráfico 6, se observa el comportamiento de la turbidez de los tres tratamientos. El primer tratamiento comenzó el día 15 al 21 de mayo, el segundo tratamiento comenzó el 01 al 07 de junio y el tercer tratamiento comienza el 8 de hasta 14 junio, de lunes hasta domingo (7 días). Se observa que el tercer tratamiento posee una menor turbidez, siendo el valor más bajo el día miércoles con una turbidez de 21.62 NTU y el segundo tratamiento posee una mayor turbidez, con un valor de 29.1 NTU el día jueves.



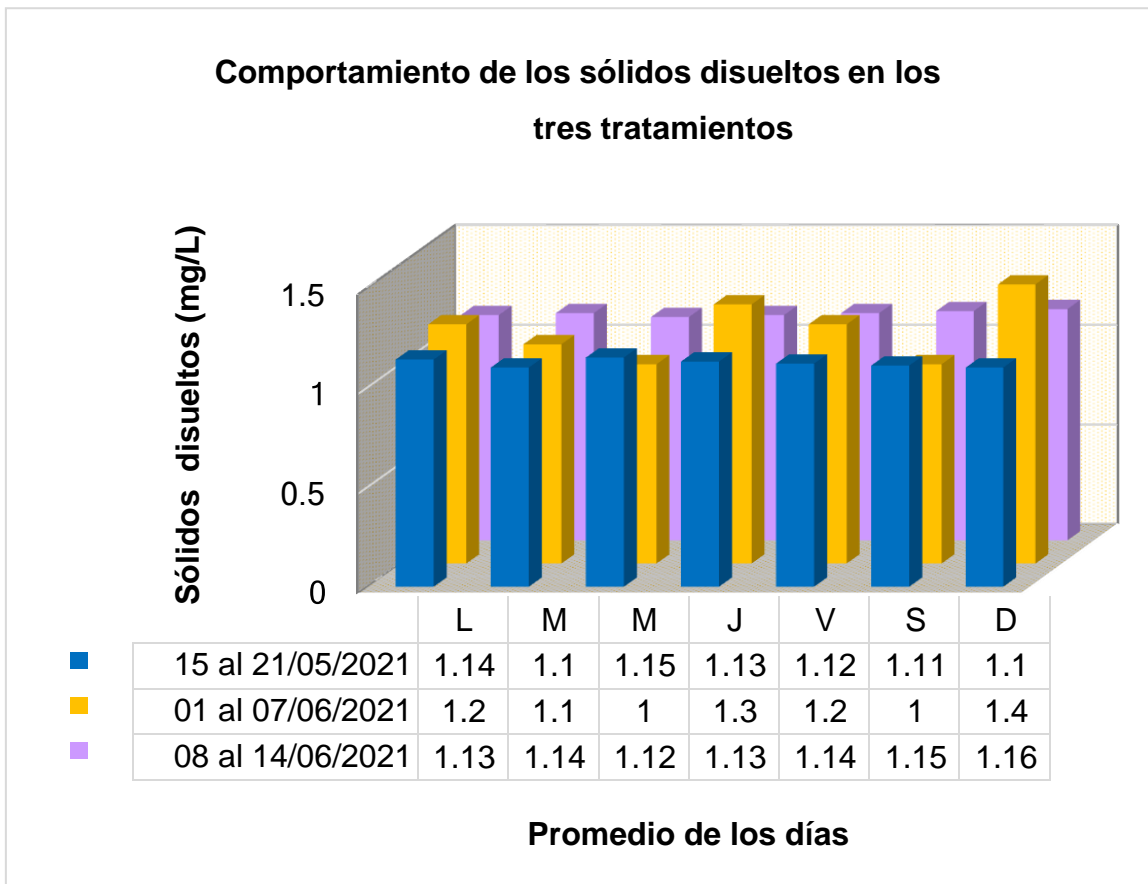
**Gráfico 7.** Comportamiento de la alcalinidad en los tres tratamientos

En el gráfico 7, se observa el comportamiento de la alcalinidad de los tres tratamientos. El primer tratamiento comenzó el día 15 al 21 de mayo, el segundo tratamiento comenzó el 01 al 07 de junio y el tercer tratamiento comienza el 8 de hasta 14 junio, de lunes hasta domingo (7 días). Se observa el valor más bajo de alcalinidad fue obtenido en el primer tratamiento con un valor promedio de 2.41 mg/L en el cual el valor más bajo fue el día sábado con una alcalinidad de 2.39 mg/L y el valor más alto de alcalinidad registrado fue el día lunes con una alcalinidad de 2.47 mg/L realizado en el segundo tratamiento.



**Gráfico 8.** Comportamiento de los sólidos totales en los tres tratamientos

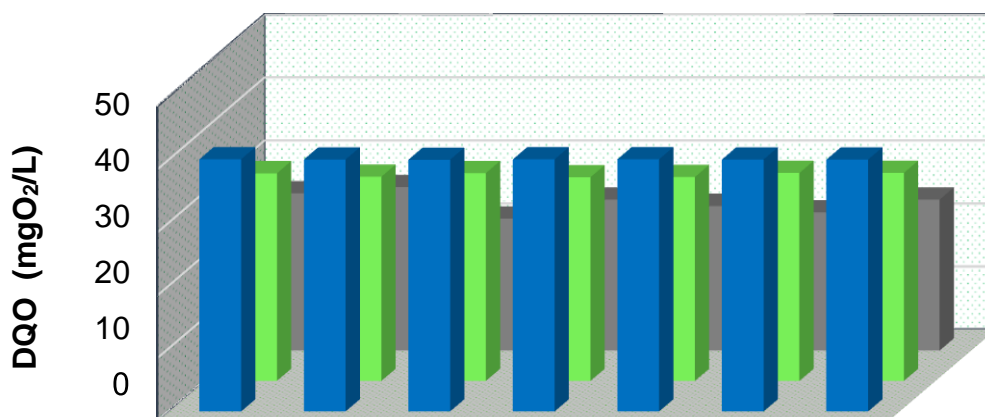
En el gráfico 8, se observa el comportamiento de los sólidos totales de los tres tratamientos. El primer tratamiento comenzó el día 15 al 21 de mayo, el segundo tratamiento comenzó el 01 al 07 de junio y el tercer tratamiento comienza el 8 de hasta 14 junio, de lunes hasta domingo (7 días). Se observa, que en el primer tratamiento el día domingo tuvo un valor bajo de 7.34 mg/L. Del mismo modo en el primer y segundo tratamiento, el día martes hubo valores altos de 7.56 mg/L de sólidos totales.



**Gráfico 9.** Comportamiento de los Sólidos disueltos en los tres tratamientos

En el gráfico 9, se observa el comportamiento de los sólidos disueltos de los tres tratamientos. El primer tratamiento comenzó el día 15 al 21 de mayo, el segundo tratamiento comenzó el 01 al 07 de junio y el tercer tratamiento comienza el 8 de hasta 14 junio, de lunes hasta domingo (7 días). En el segundo tratamiento se obtuvo el valor más bajo de sólidos disueltos de 1 mg/L que fue el día miércoles, y el valor alto fue el día domingo con un valor de 1.4 mg/L realizado en el segundo tratamiento.

### Comportamiento de la demanda química de oxígeno en los tres tratamientos



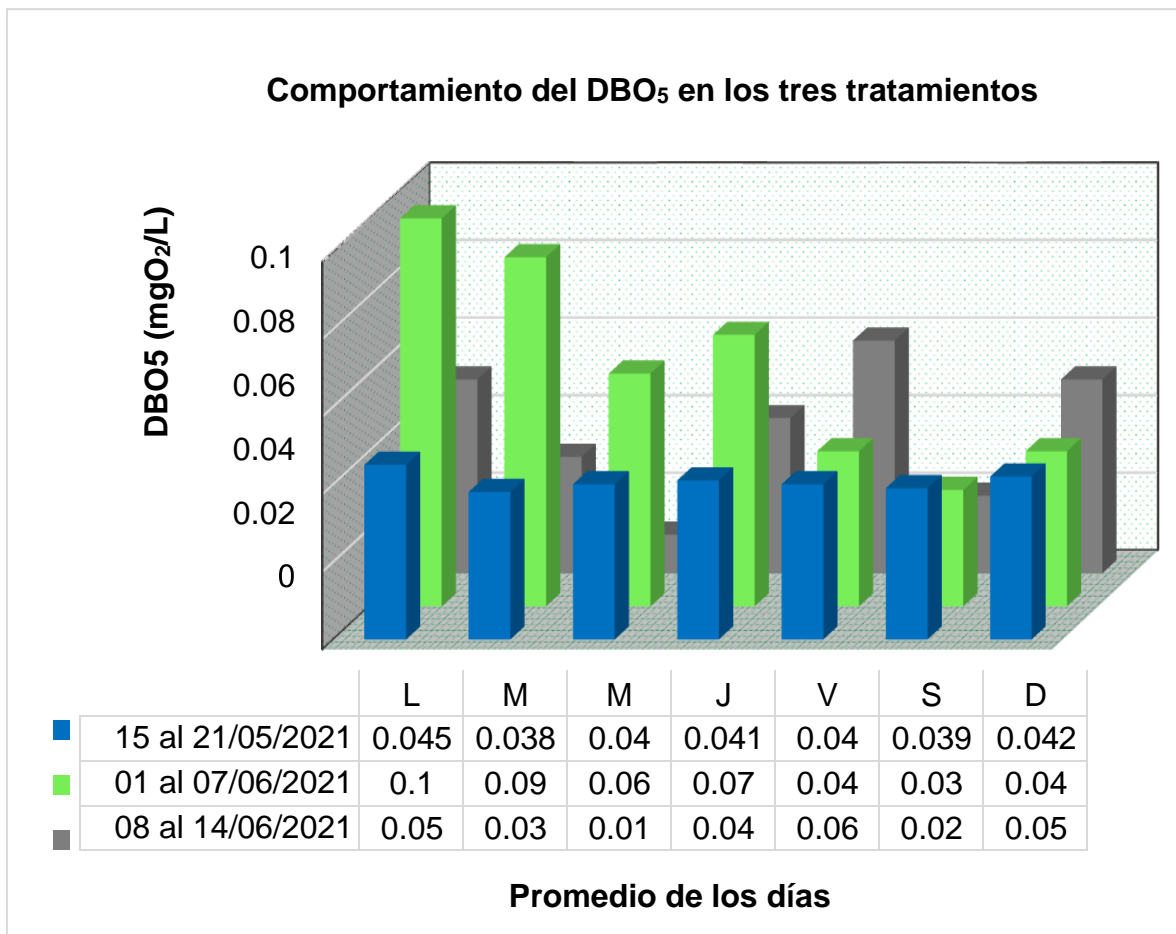
		L	M	M	J	V	S	D
■	15 al 21/05/2021	40.14	40.1	40.06	40.12	40.13	40.09	40.08
■	01 al 07/06/2021	33.04	32.51	33.08	32.41	32.45	33.09	33.1
■	08 al 14/06/2021	25	26	21	24	23	22	24

Promedio de los días

**Gráfico 10.** Comportamiento de la DQO en los tres tratamientos

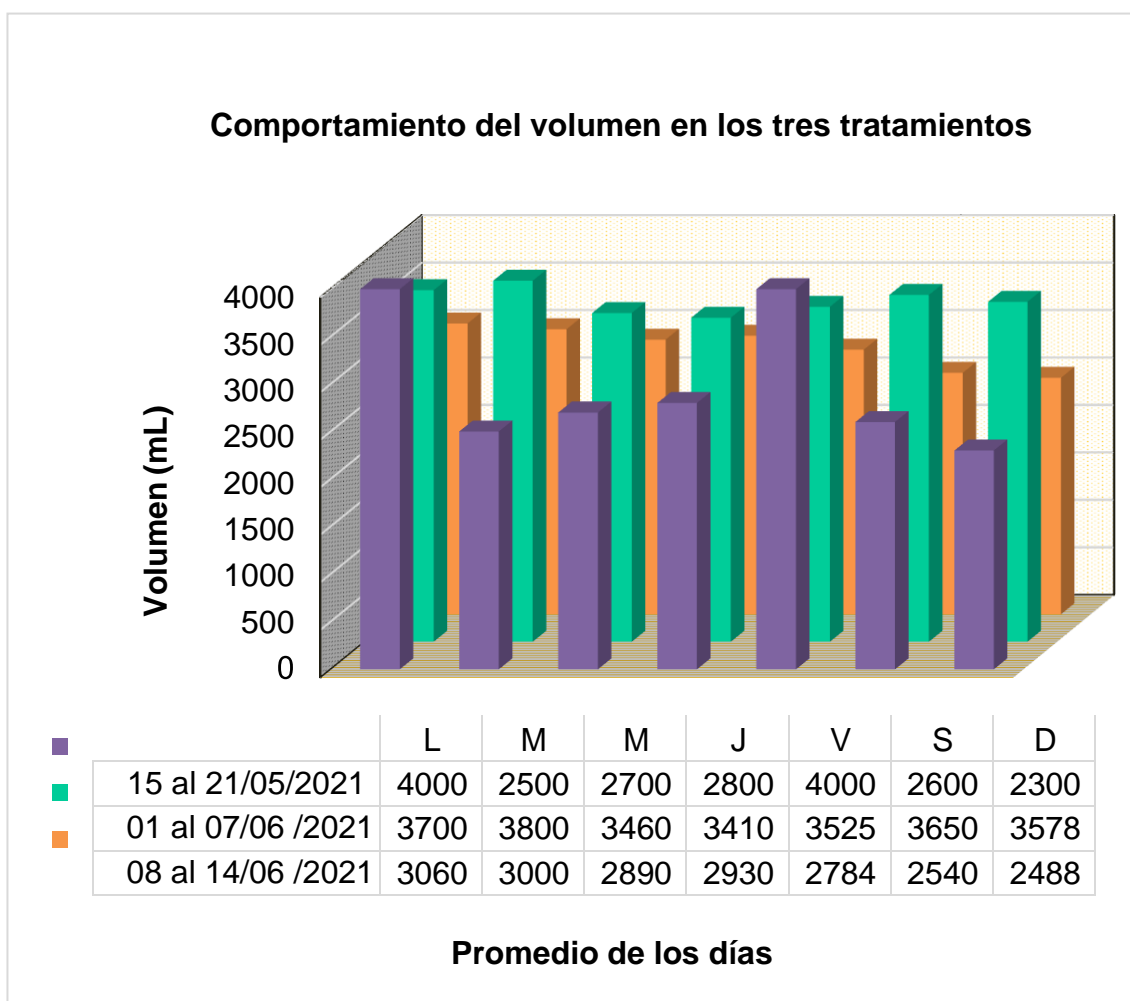
En el gráfico 10, se observa el comportamiento de la DQO de los tres tratamientos del agua tratada. El primer tratamiento comenzó el día 15 al 21 de mayo, el segundo tratamiento comenzó el 01 al 07 de junio y el tercer tratamiento comienza el 8 de hasta 14 junio, de lunes hasta domingo (7 días). Se evidencio la presencia de DQO más alto en los días del primer tratamiento, el valor fue de 40.14 mgO<sub>2</sub>/L. Sin embargo, en el tercer tratamiento se obtuvieron valores bajos como fue el día miércoles 21 mgO<sub>2</sub>/L de DQO.





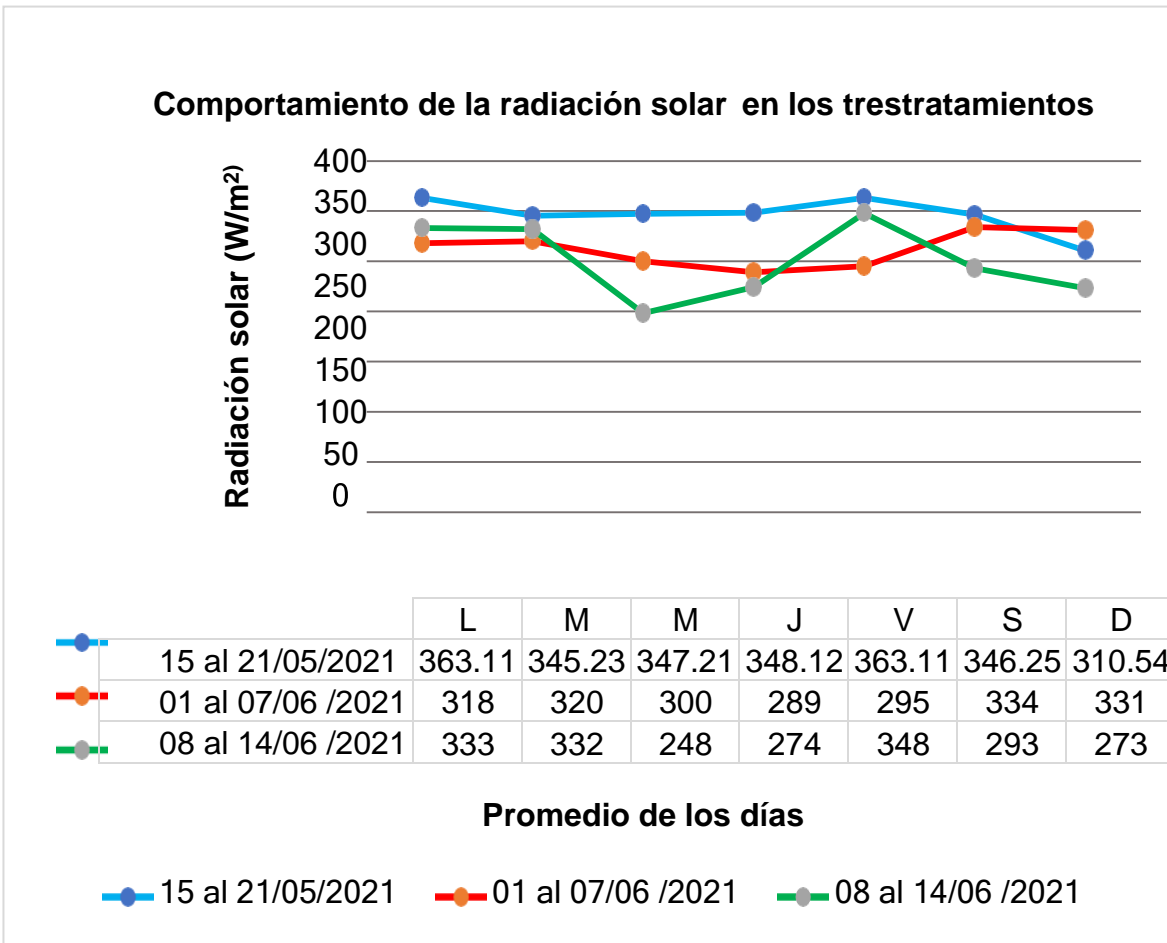
**Gráfico 11.** Comportamiento de la DBO<sub>5</sub> en los tres tratamientos

En el gráfico 11, se observa el comportamiento de la DBO<sub>5</sub> de los tres tratamientos del agua tratada. El primer tratamiento comenzó el día 15 al 21 de mayo, el segundo tratamiento comenzó el 01 al 07 de junio y el tercer tratamiento comienza el 8 de hasta 14 junio, de lunes hasta domingo (7 días). Se evidencio, la poca presencia de DBO<sub>5</sub> en el tercer tratamiento de 0.01 mgO<sub>2</sub>/L el día miércoles. Y en el segundo tratamiento se obtuvo un aumento mínimo de 0.1 mgO<sub>2</sub>/L de DBO<sub>5</sub> el día lunes.



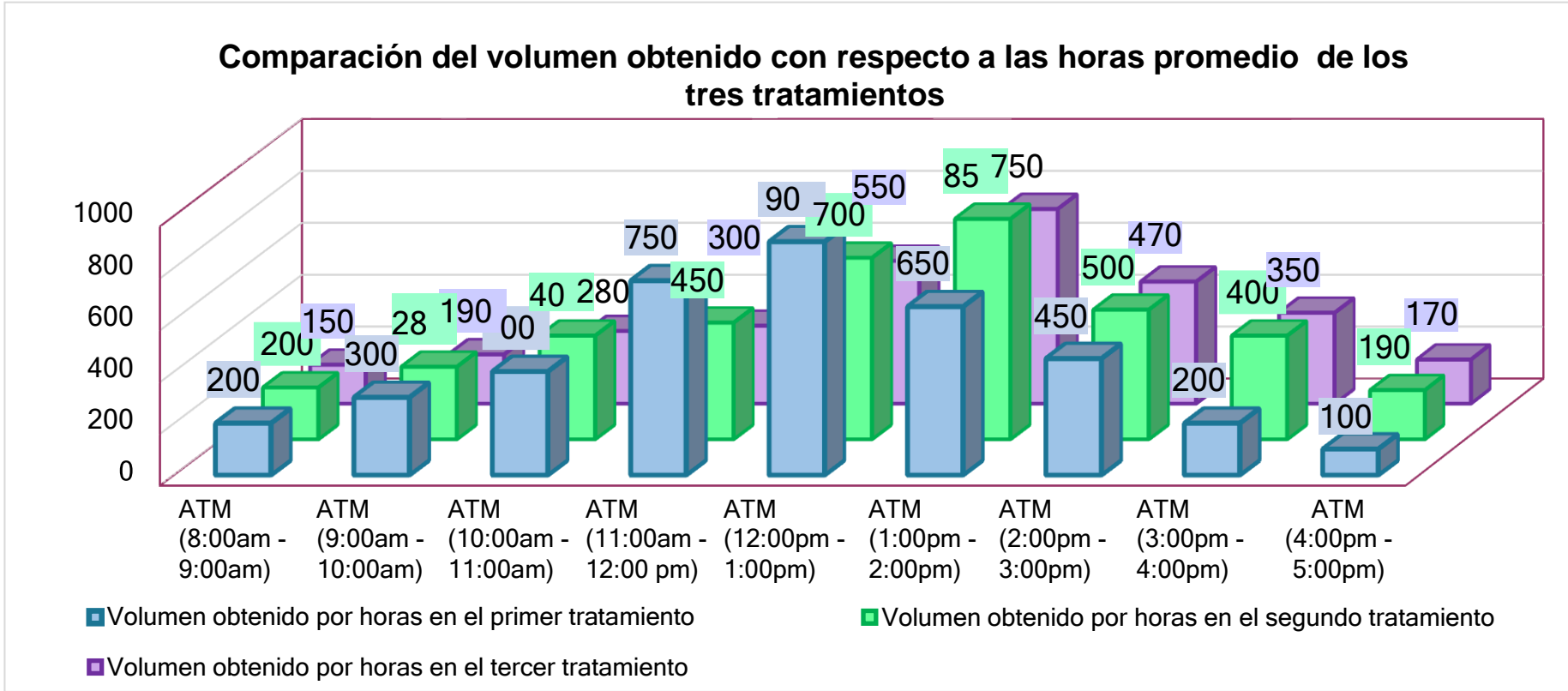
**Gráfico 12.** Comportamiento del volumen en los tres tratamientos

En el gráfico 12, se observa el comportamiento del volumen en los tres tratamientos del agua tratada. El primer tratamiento comenzó el día 15 al 21 de mayo, el segundo tratamiento comenzó el 01 al 07 de junio y el tercer tratamiento comienza el 8 de hasta 14 junio, de lunes hasta domingo (7 días). Se evidencio que el mayor volumen de agua destilada se obtuvo el día viernes en el primer tratamiento, con un volumen de 4000 ml. Sin embargo, el día con menor volumen obtenido de agua destilada fue de 2300 ml el día domingo en el primer tratamiento.



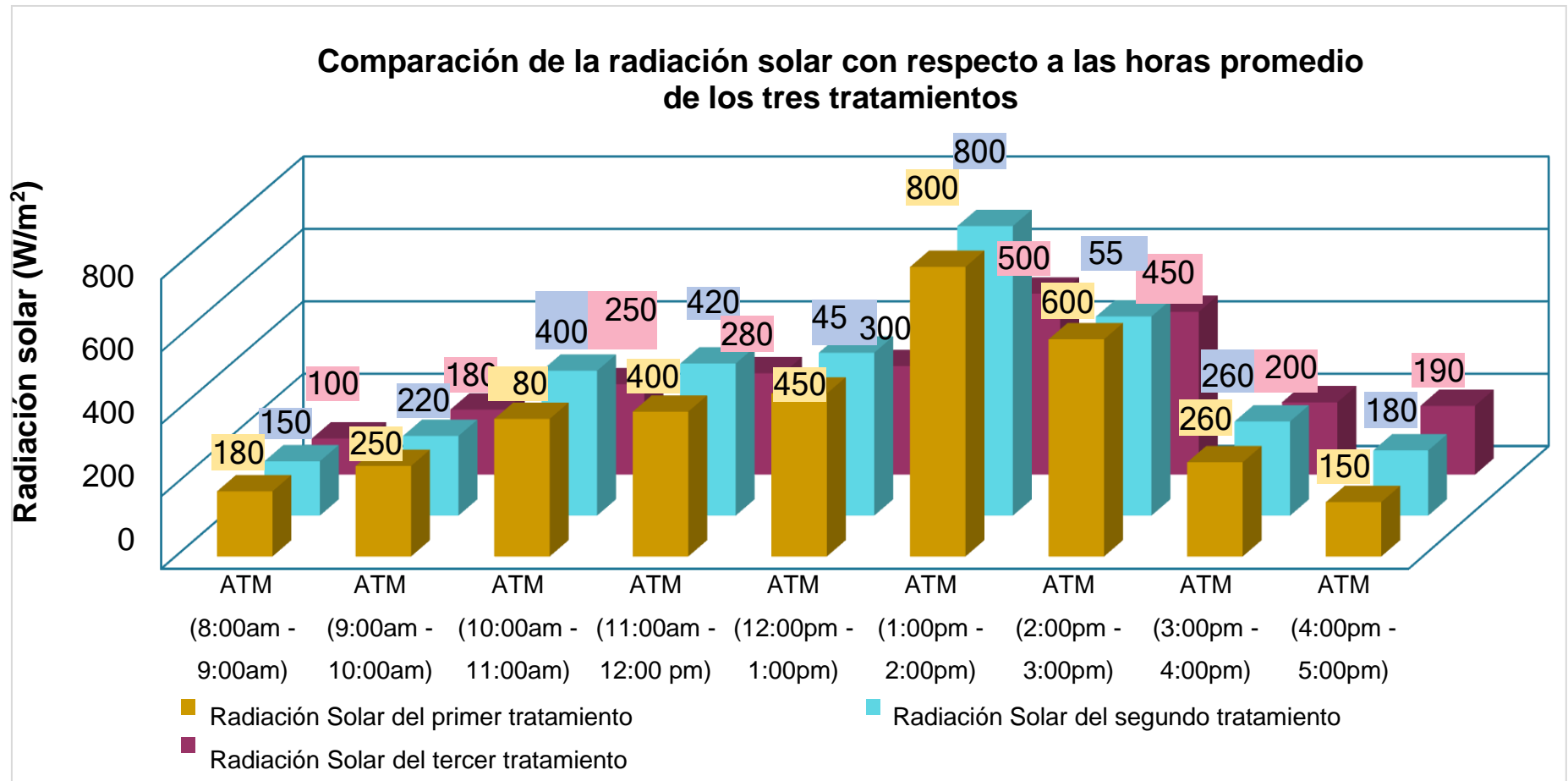
**Gráfico 13.** Comportamiento de la radiación solar diaria en los tres tratamientos

En el gráfico 13, se observa el comportamiento de la radiación solar diaria de los tres tratamientos del agua tratada. El primer tratamiento comenzó el día 15 al 21 de mayo, el segundo tratamiento comenzó el 01 al 07 de junio y el tercer tratamiento comienza el 8 de hasta 14 junio, de lunes hasta domingo (7 días). Se evidencio, que la radiación más baja fue en el tercer tratamiento siendo el valor más bajo el día domingo con una radiación de 273 W/m<sup>2</sup>. Y el valor más alto fue el día lunes del primer tratamiento obteniendo una radiación solar de 363.11 W/m<sup>2</sup>.



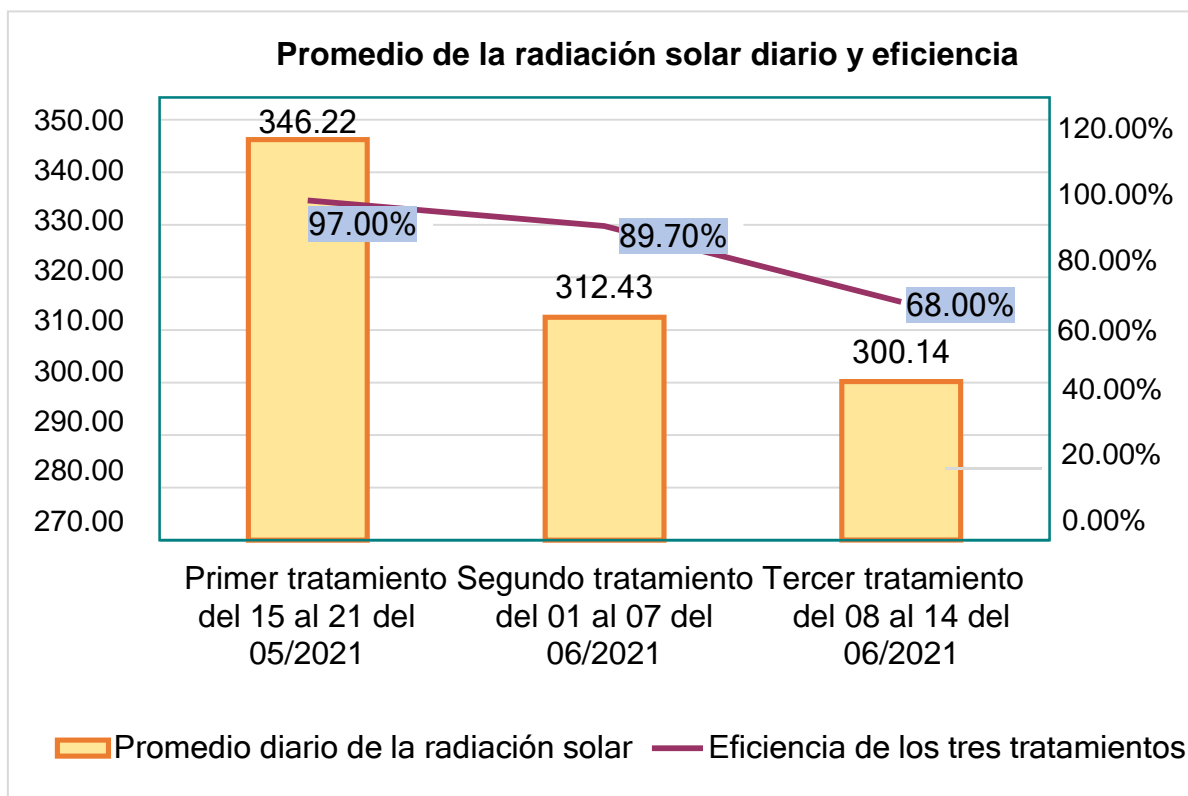
**Gráfico 14.** Comparación del volumen obtenido con respecto a las horas promedio de los tres tratamientos

En el gráfico 14, se puede observar la comparación del volumen con respecto a las horas promedio de los tres tratamientos del agua de mar, donde el proceso comenzó a las 8:00 am hasta las 4:00 pm. Se evidencio, que en el primer y segundo tratamiento se obtuvo una mayor cantidad de volumen, en el primer tratamiento se obtuvo 900 y 650 ml de agua tratada, y en el segundo tratamiento 700 y 850 ml de la misma agua, ambos se obtuvieron en un rango de horas de (1:00 pm hasta las 2:00 pm).



**Gráfico 15.** Comportamiento de la radiación solar con respecto a las horas promedio de los tres tratamientos

En el gráfico 15, se puede observar la comparación de la radiación solar con respecto a las horas promedio de los tres tratamientos del agua de mar. Donde hubo mayor radiación solar en el primer y segundo tratamiento principalmente a la 1:00 pm, con un volumen de 800 ml.



**Gráfico 16.** Promedio de la radiación solar diario y su eficiencia

En el gráfico 16, se observa el promedio de radiación solar diario y la eficiencia de los tres tratamientos del agua tratada. El primer tratamiento comenzó el día 15 al 21 de mayo, el segundo tratamiento comenzó el 01 al 07 de junio y el tercer tratamiento comienza el 8 de hasta 14 junio, de lunes hasta domingo (7 días). Se evidencio que la mayor radiación solar máxima fue de 346.22 w/m<sup>2</sup> en el primer tratamiento en el mes de mayo, obteniendo una mayor eficiencia del 97%, el segundo tratamiento tuvo una radiación solar de 312.43 w/m<sup>2</sup> con una eficiencia de 89.70%, y el tercer tratamiento obtuvo una menor radiación solar de 300.14 w/m<sup>2</sup> con un 68% de eficiencia. Lo que nos permite conocer que a mayor radiación se genera una mayor eficiencia del destilador solar para la producción de agua tratada.

## V. DISCUSIÓN

En los resultados, se obtuvo como el mejor tiempo en las horas de tratamiento establecidas fueron de (12 pm a 1 pm) y de (1pm a 2pm) ,en este horario por la cantidad de agua producida siendo el promedio máximo obtenido de 900 ml y el valor mínimo obtenido de 550 ml, en este tiempo la radiación registrada fue de 800 W/m<sup>2</sup> , por otro lado Huezco y Moran(2012) mencionan que el mejor tiempo de tratamiento es el horario de 9:00 am a 4:pm con un valor máximo de volumen obtenido de 2.5 litros , siendo el mejor tiempo para realizar el tratamiento en el destilador, sin embargo también obtiene en el horario de 4pm a 9am una cantidad considerable de agua siendo el valor máximo de 500 ml, lo que comprueba que en un horario nocturno también es posible obtener agua destilada ya que aunque sea mínima la radiación es suficiente para hacer funcionar el destilador, siendo el horario con máxima producción de agua tratada de 12pm a 2 pm.

Mientras que en la eficiencia los resultados obtenidos en el primer tratamiento fueron del 97% en el segundo tratamiento una eficiencia de 89.7%, y finalmente en el tercer tratamiento se obtuvo 68% de eficiencia en el cual se pudo observar que la radiación influye directamente en este resultado ya que mientras mayor radiación existente se obtendrá una mayor producción de agua. También Guerrero y Pisco (2020) en su tesis de investigación elaboró un destilador solar y menciona la relación que existe entre el volumen con la eficiencia del tratamiento se debe a la adaptaciones del destilador solar ya que potencializa los resultados obtenidos de esta manera compara dos destilados uno convencional y otro con adaptaciones obteniendo una eficiencia mayor con el destilador adaptado con una eficiencia de 45% y una eficiencia menor de 18% siendo la eficiencia promedio de 25 % con una producción media de 250 m<sup>3</sup>,sin embargo Mercado y Lam (2015) difieren en los resultados ya que indican que la radiación no es solamente el factor que influye para una mejor eficiencia del destilador sino que también influyen el clima, velocidad de tiempo y nubosidad.

Por otro lado Intriago y Zambrano (2017) obtuvieron una eficiencia máxima de 13% y con el destilador repotenciado con adaptaciones de 27% por lo que menciona que un destilador repotenciado tiene una mayor eficiencia que uno convencional, una diferencia del 14% por lo que menciona que mientras la temperatura aumenta la

eficiencia también se incrementa , de esta manera se comprende que el destilador con adaptaciones logra una mayor eficiencia en el tratamiento del agua de mar y que los factores que intervienen son la radiación , temperatura , velocidad del viento y nubosidad.

Mamani (2012) en su investigación diseño y construyó un destilador solar tubular donde determinó una eficiencia de 47% de producción de agua desalinizada con una radiación solar promedio de 423,8 W/m<sup>2</sup> en el mes de junio, sin embargo, la presente investigación construyó un destilador con parábola solar conectado a un destilador tipo escalera, la cual tuvo una eficiencia en el mes de junio de 67% del 8 al 14/06/2021, con una radiación solar promedio de 2101 W/m<sup>2</sup>, logrando una producción de 3600 ml. Mamani, también analizó las características del destilador tubular donde realizó una destilación en la ciudad de Tacna utilizando agua de mar, donde analizó la temperatura, la radiación solar y la calidad del agua destilada antes y al final del tratamiento donde manifiesta que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos tuvieron una eficiencia de 49%, la investigación entre sus principales características de su destilador son las escaleras que contienen un volumen 123.75 ml, los cuales al ser evaluados microbiológicamente por coliformes totales estas fueron de 0UFC/100ml y tuvo una eficiencia en el mes de mayo en su primera semana que fue del 15 de mayo al 21 de mayo del 2021, lo que tuvo una eficiencia tuvo de 97%, lo cual supera al destilador de Mamani.

Hassan et al (2017), en su artículo de investigación construyó un destilador solar para desalinizar agua de mar realizando la investigación en un laboratorio a menor escala. En el prototipo se utilizó el intercambio de calor, en relación a la radiación, convección y conducción, su prueba lo realizó en el mes de abril del 2014, donde tuvo una producción de 1.7 litros de agua destilada de un total de 21 litros de agua salubre en un tiempo de 6 horas en un día con bastante radiación solar de 547.36 W/m<sup>2</sup>, lo que le dio una eficiencia al destilador del 99%, el destilador solar de la presente investigación también utilizó un intercambio de calor en relación a la radiación la convección y la conducción, el cual tuvo un área de 125.38 m<sup>2</sup>, para poder discutir la eficiencia lo realizamos con la segunda semana de mayo que fue del 15 al 21 de mayo del 2021 donde se tuvo una producción de 21 litros en un tiempo de 8 horas x día con una radiación de 360 W/m<sup>2</sup>, lo que dio una eficiencia



del destilador solar 89.7%, superando ampliamente al modelo de destilador solar que construyo Hassan et al.

Pérez y Salazar (2015), en su proyecto de investigación diseñaron un prototipo de destilador con láminas de vidrio de 5 mm de espesor, construyendo una estructura de metal y fierros galvanizado, y materiales de acero. Realizaron tratamientos de agua de mar por 5 semanas donde obtuvieron disminución de turbidez, de 5,25 NTU a 1.74 NTU, también disminuyo la conductividad de 54300  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 493  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , teniendo una producción de agua en el prototipo de 214,89 ml/día. La presente investigación realizo una destilación con un destilador tipo escalera que tuvo una lámina de vidrio de 4mm de espesor y además una parábola que le servía para el cambio de temperatura antes de llegar al sistema de escalera, a diferencia de Pérez y Salazar. Tuvieron una disminución de CE del 99.1% y la investigación tuvo una disminución del 99.1% también, lo que demuestra una similitud en la reducción de la CE, por tal razón la salinidad y los cloruros en el caso de la investigación disminuyo a 4.1 mientras que la producción promedio del agua que ellos obtuvieron fueron de 214.89 ml/día, ellos no mencionan que etapa del año lo realizaron, en cambio la investigación realizo 3 tratamientos en 21 días lo cual tuvo una producción de agua promedio de 4000 ml/día en el mes de mayo del 15 al 21/05/2021, superando al prototipo de destilador de Pérez y Salazar.

De acuerdo a Posada et al (2017), manifiesta que el oxígeno disuelto es un indicador de la contaminación del agua. Las investigaciones mencionan que los bajos niveles de oxígeno disuelto son causados debido a la materia inorgánica relativamente oxidadas. La presencia de demanda de oxígeno sirve a los organismos para la respiración y cuando estos superan disminuyen notablemente el OD. De acuerdo a la investigación que se realizó el OD en el agua de mar de la playa Hermosa – Ancón tuvo un OD inicial de 7.73 mg/L y después del tratamiento un OD de 7.34 mg/L lo que hace que el agua obtenida en el destilador solar este aprobada para consumo humano, de acuerdo a la normativa de los estándares de calidad de agua el DS N°004-2017 MINAM.

Para Guerreiro y Pisco (2020) en su tesis de investigación menciona que un destilador solar es un sistema que aprovecha la radiación solar para tratar el agua de mar mediante la destilación y obtener agua potable, que dependerá de la velocidad del viento, el aumento de la temperatura interna del destilador. También, Sabando (2020) menciona que la destilación simula al ciclo del agua, debido por el incremento de la temperatura del agua del mar, que se purifica y destilada por la evaporación y condensación y precipita, lo cual es simulado al destilador solar a menor escala. En la presente investigación se elaboró un destilador solar tipo escalera conectado a un canal parabólico solar, donde se analizó la radiación solar, velocidad del viento con una estación meteorológica que fue implementada durante el proceso de destilación del agua de mar, la mayor radiación solar se obtuvo en el primer tratamiento con un promedio de  $2423.57 \text{ W/m}^2$ , y la velocidad el viento llego desde  $41 \text{ m/s}$  hasta un máximo de  $360 \text{ m/s}$ , donde la temperatura del canal parabólico fue de destilador solar llego a  $23^\circ\text{C}$  generando una evaporación al interior del destilador de manera más rápida que Guerrero y Pisco y Sabando, los que no utilizaron el canal parabólico. Que para nuestro optimizo la obtención del agua potable.

De acuerdo a Bengsston (2010), manifiesta en su artículo científico que el comportamiento de la obtención de agua para consumo humano tenía mucho de acercamiento al ciclo del agua, en la investigación que se realizó se pudo observar como el agua en bajas temperaturas empieza su evaporación sin tener que llegar a ebullición, razón por la cual las aguas de mar se evaporan y forman las nubes para el caso de la presente investigación, la evaporación se condensa en el vidrio y se obtiene en un recipiente la cantidad del agua tratada, lo que nos menciona Bengsston en su artículo.

## VI. CONCLUSIONES

Las características físicas del destilador solar nos muestran un rendimiento bastante aceptable con respecto al diseño del destilador, donde tuvo un área de  $125.38 \text{ cm}^2$ , peso de 82 kg, las medidas de las escaleras lograron una evaporación óptima ya que cada una de ellas formaban películas de agua para la evaporación, donde se obtuvo un agua de tipo convencional para desinfectar y poder utilizarlo como agua potable.

Los factores que intervinieron en el funcionamiento del destilador solar, cumplieron el objetivo fundamental de generar el agua potable para uso de consumo humano debido a que intervino el ángulo de inclinación que fue variable ( $14^\circ$ - $18^\circ$ - $20^\circ$ ), la radiación solar máxima registrada fue de  $343,22 \text{ W/m}^2$  en la primera semana de tratamiento, la temperatura ambiental, el sistema de aislamiento del destilador solar, y el espesor del vidrio.

Se logró determinar el tiempo de tratamiento para potabilizar el agua de mar, que está relacionado a 8 horas de trabajo continuo para poder obtener una muestra que se pueda analizar y poder categorizar, la muestra de agua obtenida en los tres tratamientos fueron 15 al 22 de mayo del 2021, del 01 al 07 junio y del 08 al 15 de junio, donde se pudo observar que los parámetros, dio como resultados 4.1 de cloruros en promedio de 1 semana, teniendo un porcentaje 99% de reducción, DQO con un 40% de reducción, DBO5 con un 99.7% de reducción, alcalinidad con un porcentaje de 87%, y la turbidez con un porcentaje de 15%, son aceptables como calidad de agua.

Así mismo, se logró potabilizar la eficiencia del destilador solar para potabilización del agua de mar en los tres tratamientos, donde se realizaron los volúmenes de 6 litros, 5 litros y 3 litros constantes en 8 horas de trabajo para cada tratamiento, las cuales dieron una eficiencia de producción de agua potabilizada para consumo humano, el primero tratamiento dio un 97% eficiencia, el segundo de 89.75% y el tercero de 68% de eficiencia.

Finalmente, se puede concluir que a mayor radiación se genera una mayor producción de agua potable, de igual manera la velocidad de viento influye para que en el vidrio de la cubierta el vapor se enfríe rápidamente y ocasione una mayor condensación del agua destilada.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Instalar un sistema automático con motor de funcionamiento solar para que el prototipo pueda tener dosificaciones programadas de esa manera se optimizará el proceso al momento de alimentar con agua al destilador.

Utilizar para las bandejas un material más duradero como aluminio o acero inoxidable para una mayor duración del prototipo, así también elegir el tamaño del espesor sea mínimo ya que mientras más delgada sea el material utilizado más rápida será calentarse, para el pintado de la bandeja se recomienda utilizar una nueva alternativa de pintura ecológica que, al estar sometida a la humedad, no se levante ni se descascare.

Implementar al prototipo un sistema de paneles solares para una mayor eficiencia del destilador de esta manera se aprovecharía la radiación solar en el tratamiento, para el canal parabólico se recomienda utilizar un material de pírex en la tubería del canal para un mayor calentamiento del agua.

Ampliar el horario del tratamiento abarcando más horas, de esta manera se evaluaría el comportamiento del destilador durante más tiempo y como influiría la radiación en condiciones de mayor o menor temperatura, así también se recomienda realizar los tratamientos en todos los meses para evaluar el comportamiento anualmente o en los meses de noviembre a marzo donde hay mayor radiación solar.

Realizar limpieza constante por cada tratamiento de esta manera se aseguraría un mejor resulta en cuanto a calidad de agua destilada por tratamiento, la cubierta de vidrio debe limpiarse constantemente para evitar que se empañe, y interfiera con la filtración de la luz al sistema, al igual que la bandeja escalonada ya que se puede acumular sedimentos de sal, así mismo la limpieza del canal parabólico solar evitando así la obstrucción por sedimentos de la tubería.

Utilizar el prototipo de destilador solar como alternativa de tratamiento de aguas contaminadas (grises o residuales) de esta manera se evaluaría la eficacia de remoción de contaminantes. Para tratamiento de agua a nivel industrial se recomienda ampliar el modelo del prototipo a escala.

Buscar alternativas de aprovechamiento de la salmuera obtenida en el tratamiento del destilador solar de una manera sostenible sin afectar al medio ambiente.

## REFERENCIAS

**ABA, Hakim, AZNI, Me, MUPIT, M y BAKAR, Na. (2018).** Development of solar desalination system from seawater by using basin solar energy. *Revista Materialstoday proceedings* [en línea]. vol, 5, n,° 10. Julio de 2018. [Fecha de consulta: 14 de setiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.07.081>

**APAZA, Mary.** Diseño de un Destilador solar Automatizado de dos Vertientes y su Eficiencia en el tratamiento de Aguas residuales en el Distrito de Juliaca – 2017. Tesis (Bachiller de Ingeniería). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2019. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/4358>

**AUTORIDAD Nacional del Agua.** Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Resolución Jefatural N°010-2016. Lima: INN, 2016. 34 pp. [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo\\_nacional\\_para\\_el\\_monitoreo\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_los\\_recursos\\_hidricos\\_superficiales.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf)

**BROUSETT, Magaly, CHAMBI, Alex, MOLLOCONDO, Mery, AGUILAR, Luzbenita y LUJANO, Efrain.** Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano. Puno – Perú. *Revista Scielo* [en línea]. vol, 15, n°15. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2020]. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071081X2018000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071081X2018000100005&script=sci_arttext)  
ISSN: 2071-081X

**BENGTSSON, Lenart.** (2010). The global atmospheric water cycle. *Revista Iopscience*. [en línea]. Vol, 5, n°2. Mayo de 2010. [Fecha de consulta: 05 de abril de 2021]. Disponible en: doi:10.1088/1748- 9326/5/2/025002

**CHILÓN, Leisie y DEZA, Liliana.** Estudio de factibilidad técnica y económica de la desalinización del agua de mar utilizando energía solar como energía renovable en Lambayeque, 2014. Tesis (Bachiller de Ingeniería). Lima: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2014. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/127>

**CHIROQUE, Roberto.** 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. Tesis (Maestría en Ciencias e Ingeniería Mención en Gestión Ambiental). Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2422>

**CLAUDIO, Omar.** Desalinización de agua para aplicaciones de potabilización mediante el desarrollo de tecnología solar sustentable. Tesis (Maestría en optomecatrónica). México: Centro de Investigaciones en Óptica A.C. (CIO), 2018. Disponible en: <https://cio.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1002/873/1/17450.pdf>

**DIRECCIÓN General de Salud Ambiental.** Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano. Resolución directoral N°160-2015. Lima: INN, 2015. [http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD\\_160\\_2015\\_DIGESA.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD_160_2015_DIGESA.pdf)

**Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.** Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 07 de junio del 2017. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>

**DUDUL, Das, URBASHI, Bordoloi., PANKAJ, Kalita, ROBERT, Boehm y DILIP, Kample.** Solar still distillate enhancement techniques and recent developments. *Revista groundwater for sustainable* [en línea]. vol, 10. abril 2020. [Fecha de consulta el 14 de setiembre]. (2020). <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2020.100360>



**Empresa Acciona.** Potabilización del agua [en línea]. 24 de mayo del 2020. [Fecha de consulta: 15 de setiembre]. Disponible en: <https://www.acciona.com/es/tratamiento-de-agua/potabilizacion/>

**Empresa Acciona.** Desalinización del agua [en línea]. 24 de mayo del 2020. [Fecha de consulta: 16 de setiembre]. Disponible en <https://www.acciona.com/es/tratamiento-de-agua/desalacion/>

**FRÍAS, Tatiana y MONTILLA, L.** Evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el sector puerto de productores río Itaya, Loreto – Perú 2014 -2015. Tesis (Bachiller de Ingeniería). Lima: Universidad Científica del Perú, 2016. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/114/FR%C3%8DAS-MONTILLA-Evaluaci%C3%B3n-1-Trabajo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**GARCIA, R., GONZALEZ, J. y MELIA, J. (2015).** Prueba T para muestras independientes. Universidad de Valencia. Disponible en: [https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS\\_0701b.pdf](https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0701b.pdf)

**GERRERO, Nathaly y PISCO, Victor.** Eficiencia de un destilador solar adaptando colector y reflector solar. Tesis (Titulación en Medio Ambiente). Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabi Manuel Felix Lopez,2020.

**HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Lucio.** [en línea]. 6.º ed. México: McGraw-hill interamericana editores S.A, 20114 [Fecha de consulta: 17 de setiembre]. Disponible en: Metodología de la investigación. Disponible en <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

**HASSAN, M, RAJI, A., AMINU, Y. y GODI, N.** Development of A Laboratory- Scale Solar Water Distiller. *Revista Internacional de investigación científica en ciencia, ingeniería y tecnología IJSRSET* [en línea]. vol, 3, n°.5. 2017. [Fecha de consulta: 14 de setiembre de 2020]. Disponible en: [https://www.academia.edu/34574521/Development\\_of\\_A\\_Laboratory\\_Scale\\_Solar\\_Water\\_Distiller](https://www.academia.edu/34574521/Development_of_A_Laboratory_Scale_Solar_Water_Distiller)  
ISSN: 2394-4099

**HUNT, Molly, HERRON, Elizabeth y GREEN, Linda.** Chlorides in salt water [en línea]. The University of Rhode Island. 04 de Marzo de 2012. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://cels.uri.edu/docslink/ww/water-quality-factsheets/Chlorides.pdf>

**INTRIAGO, Josselyn y ZAMBRANO, Denisse.** Repotenciación de un destilador solar para agua salina por medio de transferencia de calor y condensación fotovoltaica. Tesis (Titulación en ingeniería de Medio Ambiente). Calcuta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López, 2017. Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/628/1/TMA146.pdf>

**JEONG, Sanghyun, NAIDU, Gayathri, LEIKNES, Torove y VIGNESWARAN, Saravanamuthu.** Membrane biofouling: evaluation of biofouling and reduction strategies in seawater reverse osmosis desalination. *Revista ScienceDirect* [en línea]. vol, 4, n.º 2. 2017. [Fecha de consulta: 05 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409547-2.12261-9>

**KENDALL, A.C.** Sedimentary Rocks Evaporites. *Revista ScienceDirect* [en línea]. [05 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B0-12-369396-9/00180-5>

**LABORATORIO de control ambiental. (2013).** Listado de requisitos para recepción de muestras de aguas superficiales, agua de consumo, aguas residuales y aguas de mar. [http://www.digesa.minsa.gob.pe/LAB/AR-LI-01\\_REQUISITOS\\_RECEPCION\\_MUESTRAS\\_AGUAS\\_V06.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/LAB/AR-LI-01_REQUISITOS_RECEPCION_MUESTRAS_AGUAS_V06.pdf)

**La Organización de las Naciones Unidas.** Water for life. 20 de octubre de 2015.  
Water for life. Disponible en:  
<http://www.elaguapotable.com/Calidad%20del%20agua%20%20Guia%20de%20lectura.pdf>

**La agencia de la ONU para los Refugiados (2017).** ACNUR Comité Español.  
Disponible en: <https://eacnur.org/blog/posible-potabilizar-agua-mar/>

**LUNA, Jhonathan y RUIZ, Lizeth.** Diseño y construcción de un Sistema de Destilación Solar tipo cascada para la obtención de 180 ml/día de agua destilada tipo iv. Tesis (Titulación para Ingeniero Mecánico). Quito: Universidad Politécnica Salesiana ,2017.

**MERCADO, Carolina y LAM, Elizabeth.** Evaluación de un sistema de desalinización solar, tipo concentrador cilíndrico parabólico de agua de mar. *Revista Redalyc* [en línea]. vol, 6, n°4. diciembre de 2015. [Fecha de consulta: 20 de setiembre]. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/3236/323643356003.pdf>  
ISSN: 0718-8706

**MAMANI, Efracio.** Diseño, construcción y caracterización de un destilador solar tubular para desalinizar agua de mar. Tesis (Titulación para licenciado en Física Aplicada). Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre, Facultad de Ciencias, 2012. Disponible en:  
<http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2907>

**MINISTERIO de Sanidad y Política Social.** Guía de desalación aspectos técnicos y sanitarios en la producción de agua de consumo humano. Secretaria general técnica - Asociación española de abastecimiento y saneamiento España: INN, 2019.  
[https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/docs/Guia\\_desalacion.pdf](https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/docs/Guia_desalacion.pdf)

**MONTAZERI, Mehdi, BANAKAR, Ahmad y GHOBADIAN, Barat.** Enhancement of cascade solar still productivity with sloping absorber plate. *Revista ProQuest*. [en línea]. vol, 11, n°1, January – April 2017. [Fecha de consulta: 05 de mayo]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/1879966707>  
ISSN: 19057873

**ORGANIZACIÓN Mundial de la salud.** Guías para la calidad del agua de consumo humano. (Cuarta Edición que incorpora la primera agenda). Perú, 2015. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

**PALLANTES, Constanza.** Implementación de Destiladores Solares para la recuperación de agua desde piscinas de evaporación de Enaex Planta Río Loa. Tesis (Titulación para Ingeniero Civil Químico). Chile: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ingeniería, 2015.

**PEREIRA, Angel.** Application of advanced oxidation. *Revista Scielo* [en línea]. vol, xxxv, n° 3. Setiembre – diciembre 2014. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v35n3/riha05314.pdf>  
ISSN: 1815-591X

**POSADA, Enrique, MOJICA, Daniel, PINO, Natalia, BUSTAMANTE, Carlos y MONZON, Andrés.** Establishment of environmental quality indices of rivers according to the behavior of dissolved oxygen and temperature. applied to the Medellín river, in the valley of aburra in Colombia. *Revista Redalyc* [en línea]. vol 80, n°. 181. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/496/49628728021.pdf> ISSN: 0012-7353

**PAREDES, Carmen.** Diseño de captador solar cilindro parabólico para aplicaciones rurales en Paraguay. Tesis (Titulación en Ingeniero Técnico de minas, Especialidad en recursos energéticos, combustibles y explosivos). Paraguay: Escuela Técnica Superior de Ingenieros De Minas, Dpto. de Física Aplicada a los Recursos Naturales, 2012. Disponible en:

<https://core.ac.uk/download/pdf/148662489.pdf>

**PEÑA, Denitza (2017).** Propuesta de uso de Agua Desalinizada del Mar para el Procesamiento de Harina y Aceite de Pescado en la Provincia de Ilo - Región Moquegua. Tesis (Titulo de Ingeniería). Moquegua: Universidad Católica San Pablo, 2017. Disponible en:  
<http://repositorio.ucsp.edu.pe/handle/UCSP/15523>

**PÉREZ, Jhorsy y SALAZAR, Anabela.** Análisis del comportamiento de un prototipo de destilador solar en la ciudad de Cartagena. Tesis (Titulo de Ingeniería). Cartagena: Universidad de Cartagena, 2015. Disponible en:  
[https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/2356/TESI S.pdf?sequence=1](https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/2356/TESI%20S.pdf?sequence=1)

**QUINTERO, Aida.** Eficiencia, eficacia y efectividad en la calidad empresarial. [Fecha de consulta: 05 de julio del 2016]. Disponible en:  
<http://www.gestiopolis.com/>

**RODRIGUEZ, Roberto y SAAVEDRA, Wilson (2008).** Diseño y construcción de un Destilador solar de aguas residuales para el laboratorio de energías renovables-DECEM. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Sangolqui: Escuela politécnica del ejército, 2008. Disponible en:  
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/602>

**SOLANO DE LA SALA, Cesar, C. y ALBAN, Jose.** Destilador solar para potabilizar el agua para una familia de 3 a 4 personas en el sitio bajo alto, cantón el guabo, provincia de el Oro. Tesis (Titulo de ingeniería). Lima: Universidad Técnica de Machala, 2015. Disponible en:  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2930>

**SABANDO, Andrea.** Diseño y construcción de un Destilador Solar para aguas residuales en la ciudad de Riobamba. Tesis (Titulación en ingeniería de Biotecnología Ambiental). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, 2017.

- SAETTONNE, Erick.** Análisis comparativo entre diferentes Destiladores de Agua Marina. [En línea]. Noviembre 2015. [Fecha de consulta: 9 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2016/07/Analisis-Comparativo-entre-diferentes-Destiladores-Erich-Saettone.pdf>
- SERVENDI.** Sybila Tabra. 22 de marzo de 2019. Disponible en: <https://www.servindi.org/actualidad/84511>
- SÁNCHEZ, Merenciana y YAGKUG, Kassandra.** Eficacia de un destilador solar en el tratamiento de aguas residuales de la provincia de Trujillo. Tesis (Titulo de Ingenieria Ambiental). Perú: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingenieria, 2020. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/24119>
- SEVERICHE, Carlos, CASTILLO, Marlon. y ACEBEDO, Leonor.** Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Fisicoquímicos Básicos en Aguas. [en línea]. 2.º ed. Colombia: Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso., 2013 [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/329153132\\_Manual\\_de\\_Metodos\\_Analiticos\\_para\\_la\\_Determinacion\\_de\\_Parametros\\_Fisicoquimicos\\_Basicos\\_en\\_Aguas](https://www.researchgate.net/publication/329153132_Manual_de_Metodos_Analiticos_para_la_Determinacion_de_Parametros_Fisicoquimicos_Basicos_en_Aguas)
- TORRES, Daniela y MEJIA, Camilo.** Modelado y Simulación de un Destilador Solar Modeling and Simulation of a Solar Distiller. [En línea]. Octubre 2016. [Fecha de consulta: 9 de diciembre del 2020]. Disponible en: [http://cici.unillanos.edu.co/media2016/memorias/CICI\\_2016\\_paper\\_116.pdf](http://cici.unillanos.edu.co/media2016/memorias/CICI_2016_paper_116.pdf)
- YAO, Jh y KONG, Fz.** Seawater. *Revista ScieneDirect* [en línea]. vol,11. Julio 2012. [Fecha de consulta: 05 de mayo de 2021]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0927-5193\(05\)80012-9](https://doi.org/10.1016/S0927-5193(05)80012-9)

**ZHENYUAN, Xu, LENAN, Zhang, LIN, Zhao, BANGJUN, Li, BIKRAM, Bhatia, CHENXI, Wang, KYLE, Wilke, YOUNGSUP, Canción, LABBAN, O., LIENHARD, J, WANG, Ruzhu y WANG, Evelyn (2020).** Desalinización de ultra alta eficiencia mediante un destilador solar multietapa térmicamente localizado. *Revista The royal society of chemistry* [en línea], vol, 13. 15 de enero de 2020. [Fecha de consulta: 14 de setiembre]. Disponible en: DOI: 10.1039 / C9EE04122B

**ZEVALLOS, Igor.** Purificación del agua por condensación provocada por calentador automático seguidor solar con supervisión de mini-scada fast-tools. Tesis (Titulo en Ingeniero Electrónico). Perú: Universidad Católica de Santa Rosa, 2015. Disponible en: <https://docplayer.es/89327355-Universidad-catolica-de-santa-maria-facultad-de-ciencias-e-ingenierias-fisicas-y-formales-programa-profesional-de-ingenieria-electronica.html>

## ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

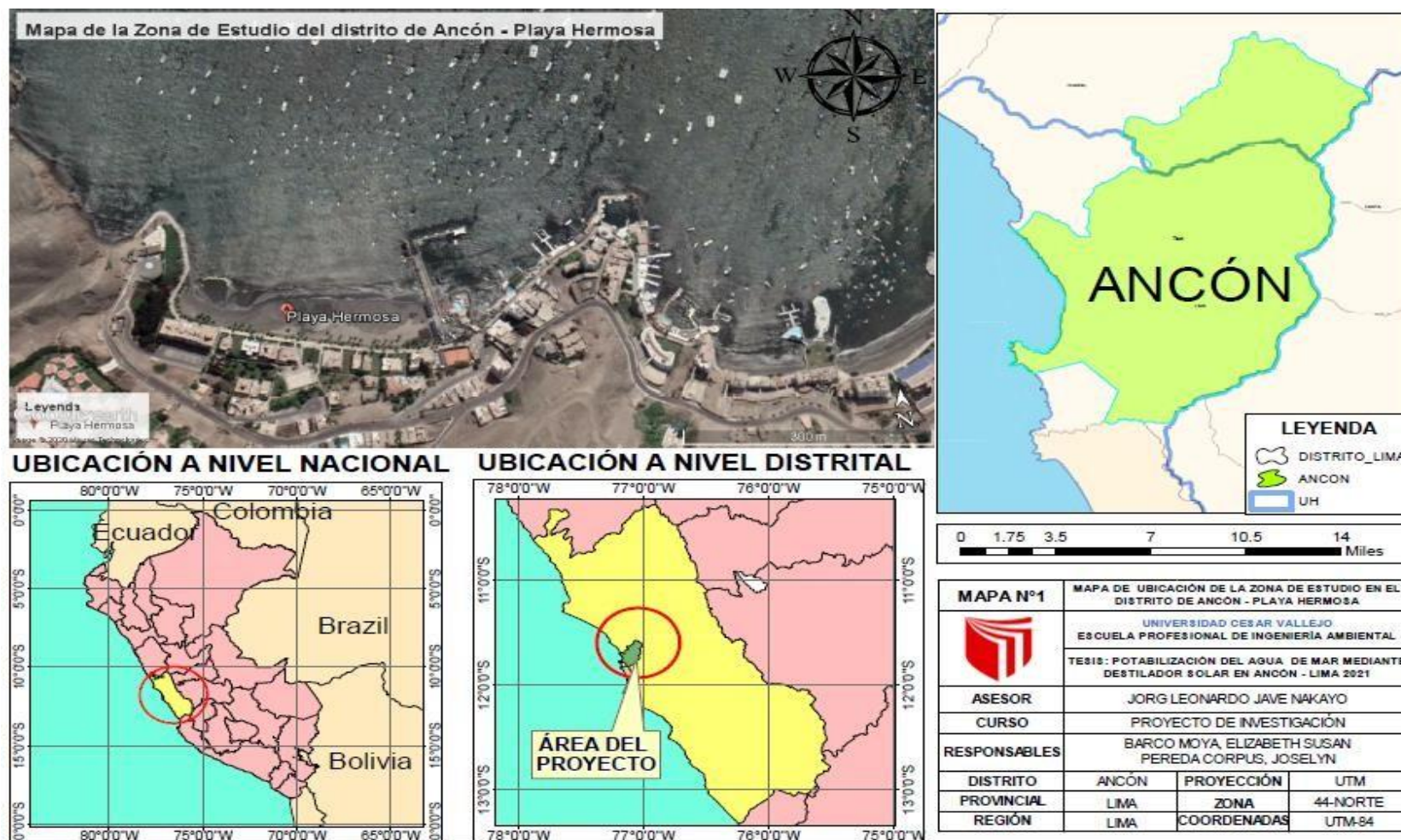
VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES DE MEDIDA	ESCLA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	DESTILADOR SOLAR	Según Gonzales, (2017). Los destiladores solares son sistemas que, mediante la captación de energía solar, purifican el agua simulando el ciclo del agua como la evaporación y condensación (efecto invernadero), este proceso se lo conoce como destilación solar, ya que el agua producida de la destilación queda parcial o totalmente libre de bacterias, hongos, sales, virus y otros tipos de contaminantes. El proceso de la destilación solar dependerá de varios factores como la velocidad del viento ya que este puede enfriar el exterior del vidrio, la intensidad de radiación solar, temperatura interior del sistema entre otros.	El destilador solar se medirá por sus dimensiones a través de las características físicas de diseño del destilador solar y sus indicadores como son su área, tamaño, peso, volumen del agua y el ángulo de inclinación del destilador. Los factores de operación y sus indicadores como la temperatura, velocidad del viento, radiación solar, se medirá también el tiempo del tratamiento del destilador solar con el indicador en número de horas y por último se medirá la eficiencia del destilador solar.	CARACTERÍSTICAS DEL DESTILADOR SOLAR	ÁREA $A= 2(ab+bc)$	m <sup>2</sup>	RAZÓN
					CAUDAL	mL/h	
					PESO	Kg	
					VOLUMEN DEL AGUA	MI	
					ÁNGULO DE INCLINACIÓN	grado°	
				FACTORES DE OPERACIÓN DEL DESTILADOR SOLAR	TEMPERATURA	C°	
					VELOCIDAD DEL VIENTO	m/s	
					RADIACION SOLAR	Watts/m <sup>2</sup>	
				TIEMPO DEL TRATAMIENTO	NÚMERO DE HORAS	H	
				EFICIENCIA DEL DESTILADOR SOLAR	$E = \frac{QN}{QV} \times 100$	%	



<b>DEPENDIENTE</b>	<b>EL AGUA POTABLE</b>	Según OMS, (2012). Agua apta para consumo humano, que se utiliza para usos domésticos se considera segura si cumple con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos concernientes a la calidad del agua potable. Es considerado como un derecho importante en las políticas vigentes para proteger la salud de las poblaciones.	El agua potable se medirá por sus dimensiones a través de sus características fisicoquímicas con sus indicadores como la temperatura, turbidez, conductividad eléctrica, pH, redox, alcalinidad, cloruros, oxígeno disuelto, sólidos totales, sólidos disueltos, DBO, DQO, y microbiológica con sus indicadores como los coliformes totales.	<b>CARACTERÍSTICAS FISICO-QUIMICAS</b>	TEMPERATURA	°C	
					TURBIDEZ	NTU	
					CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	µs/cm	
					pH	Ácido Neutro y Básico	
					POTENCIAL REDOX	mv	
					ALCALINIDAD	ppm	
					CLORUROS	mg/L	
					OXIGENO DISUELTO	,mg/L	
					SOLIDOS TOTALES	,mg/L	
					SOLIDOS DISUELTOS	,mg/L	
					DBO	,mgO2/L	
				DQO	,mgO2/L		
				<b>CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS</b>	COLIFORMES TOTALES	NMP	

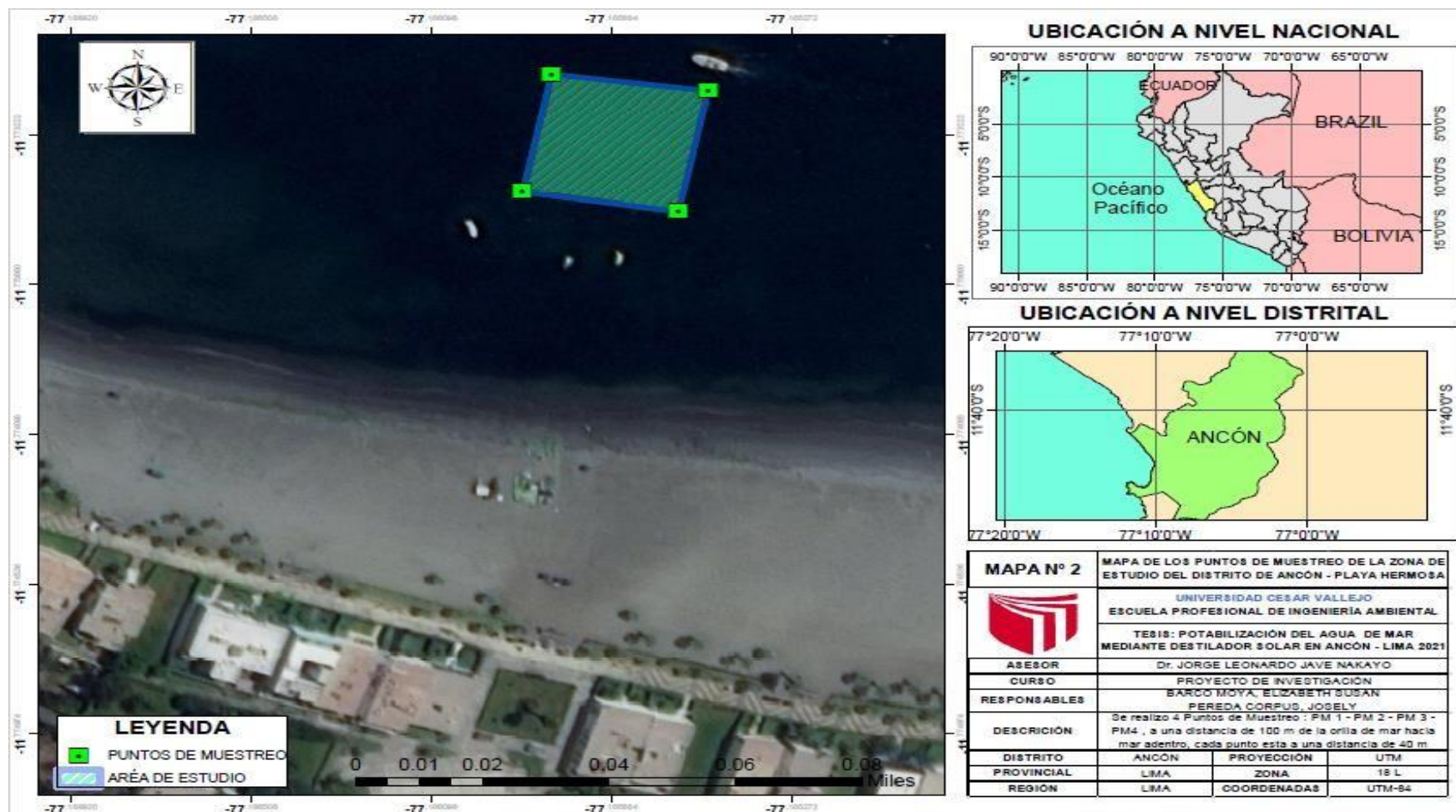
Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Plano de ubicación de la zona de estudio



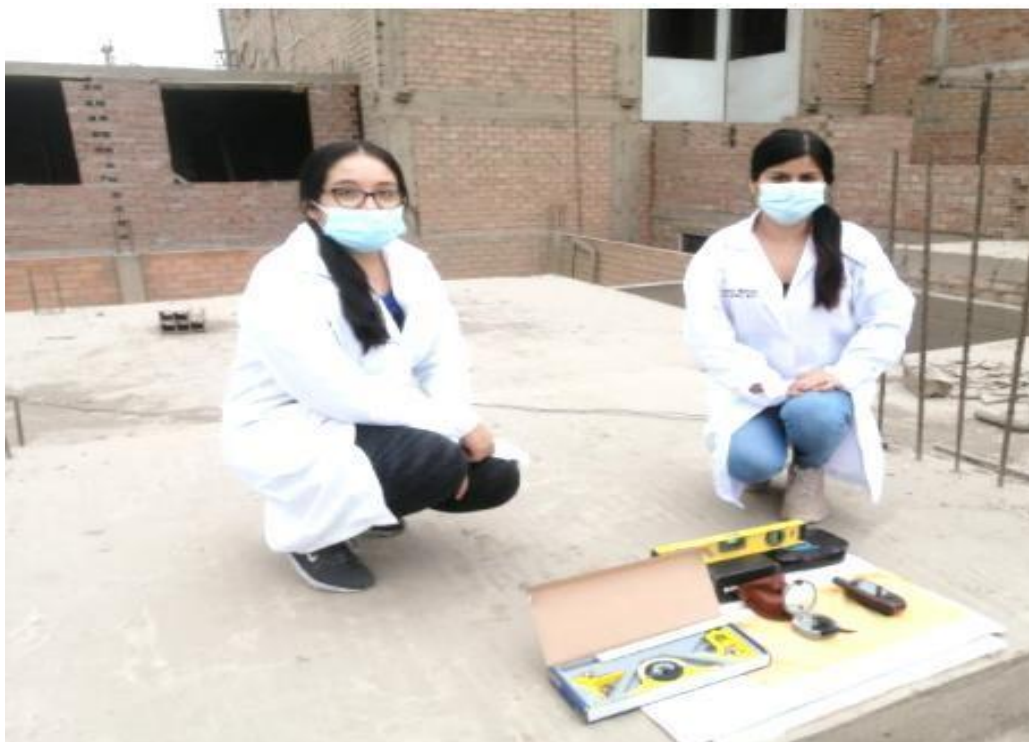
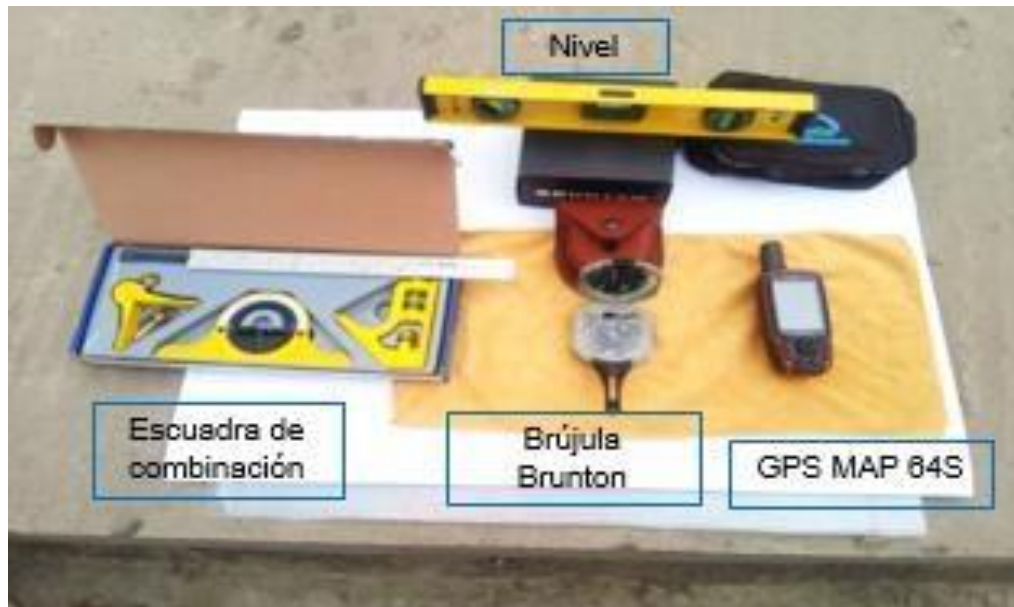
Fuente: Elaboración propia

Anexo3. Plano de georreferenciación de los puntos de muestreo



Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Materiales para el tratamiento



**Figura 76.** Materiales utilizados en el proceso del tratamiento del agua tratada



**Figura 77.** El equipo Gps Map 64s, modelo Garmin, midió el área de estudio que fue de 9.3904 m<sup>2</sup>.

### Instalación del destilador solar y la estación meteorológica



**Figura 78.** Coordenadas X – Y de la ubicación del destilador



**Figura 79.** Instalación de la estación meteorológica inalámbrica Pro W / Caoba Base Unit



**Figura 80.** Con la brújula Brunton, se realizó la instalación del destilador solar que tuvo una dirección  $305^\circ$  al noroeste



**Figura 81.** Instalación del destilador solar y la estación meteorológica



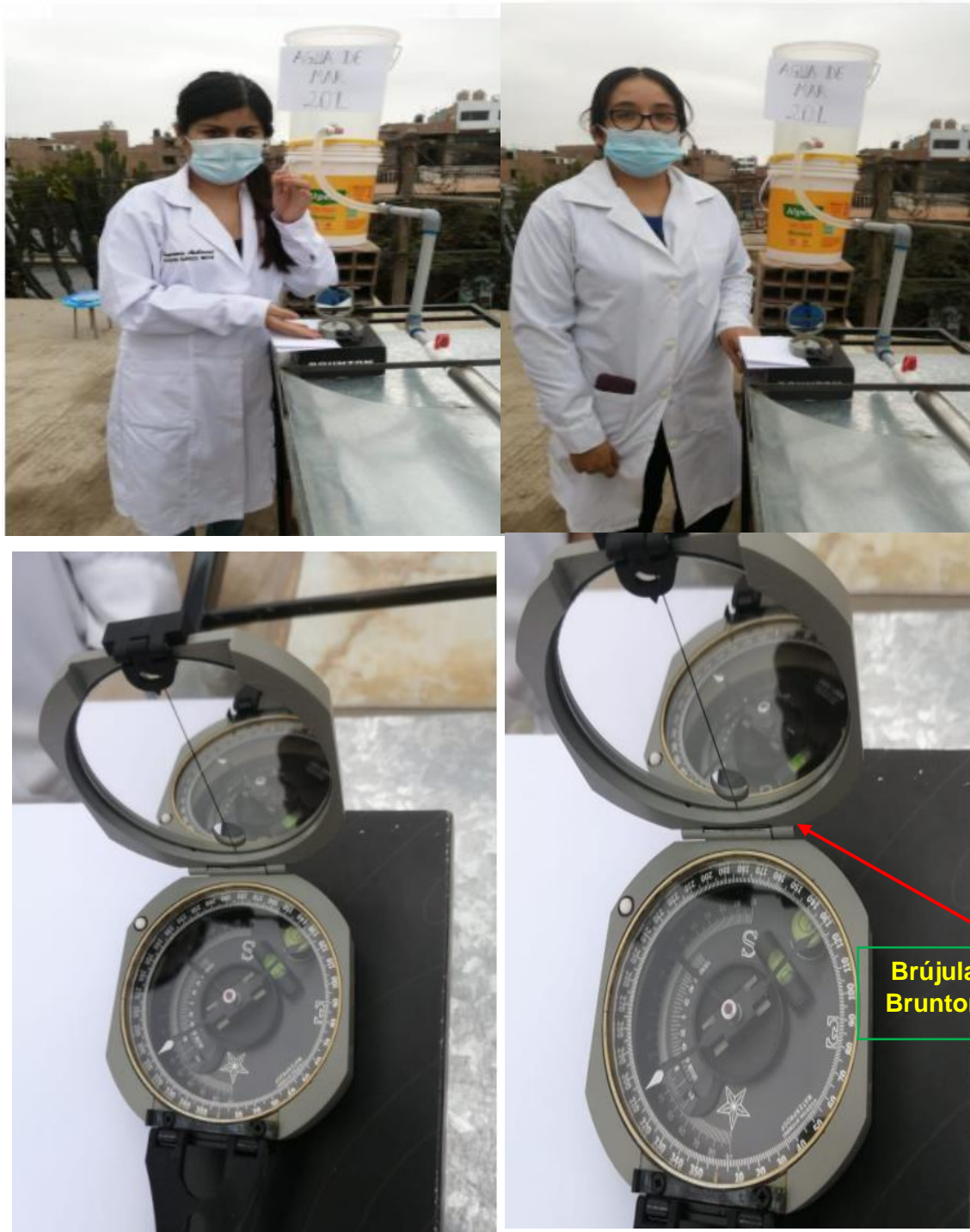
**Figura 82.** Recolección del volumen inicial del agua de mar de 20 L para los tratamientos

### Canal parabólico



**Figura 83.** Canal parabólico con una medida de 70 cm de largo x 52.30 cm de ancho





**Figura 84.** Con la brújula brunton se ubicó el canal parabólico, tuvo una dirección a  $310^\circ$  al noroeste

## Destilador solar



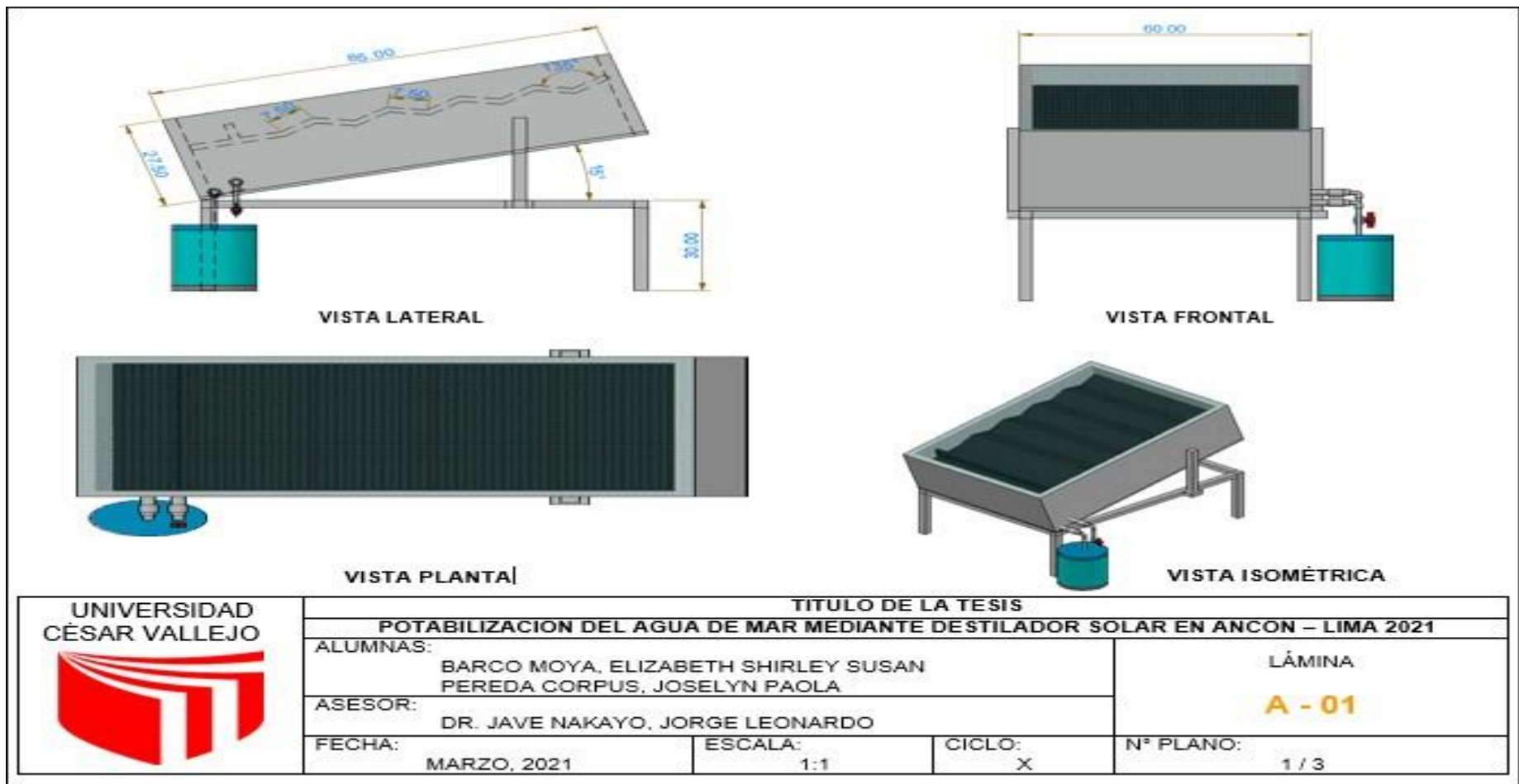
**Figura 85.** Destilador solar con una medida de 85 cm de largo x 60 cm de ancho, cubierta por un vidrio de 4 mm de espesor

## Ángulo de inclinación

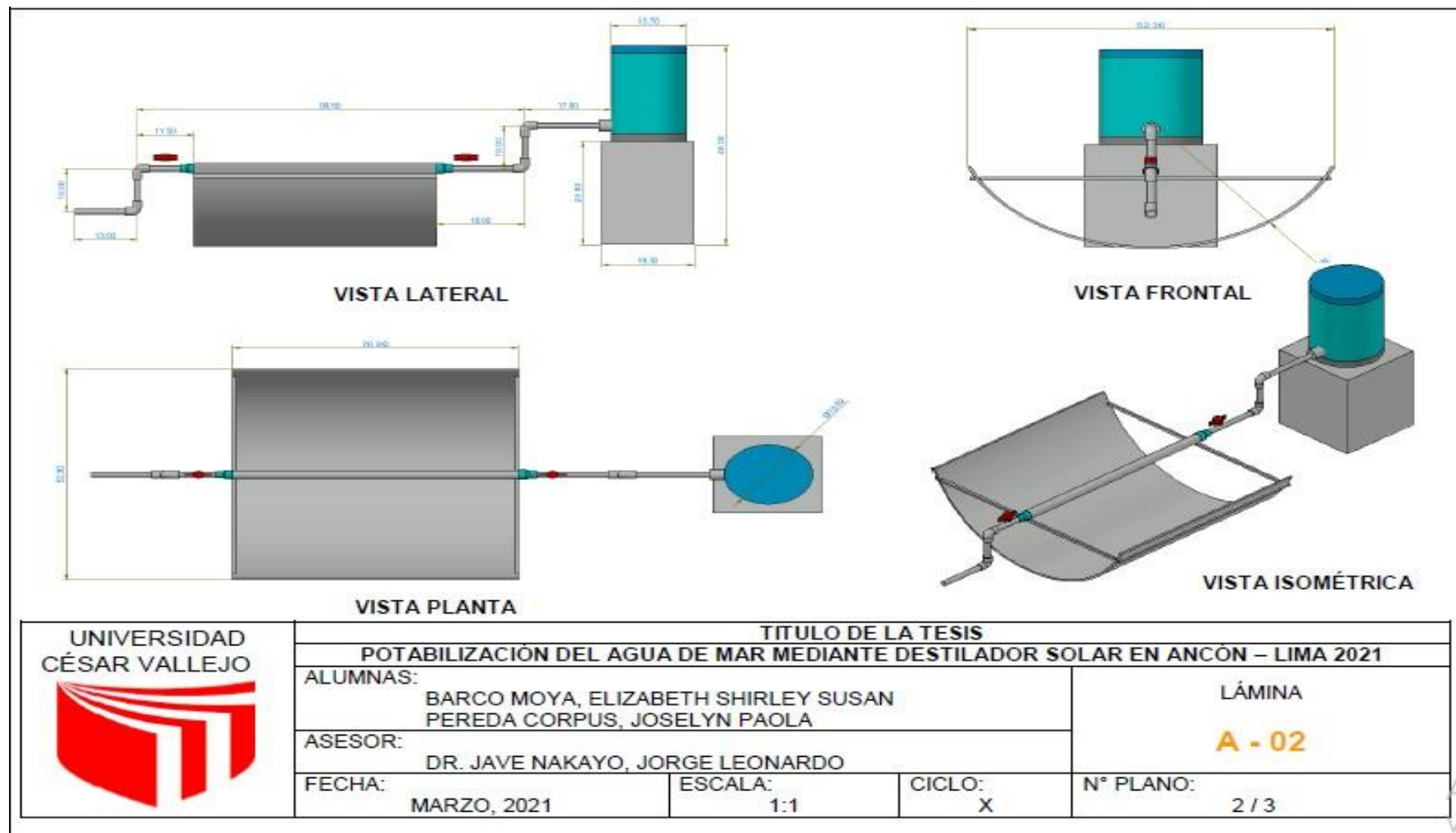


**Figura 86.** Con la escuadra de combinación se midió el ángulo de inclinación que fue de  $14^\circ$

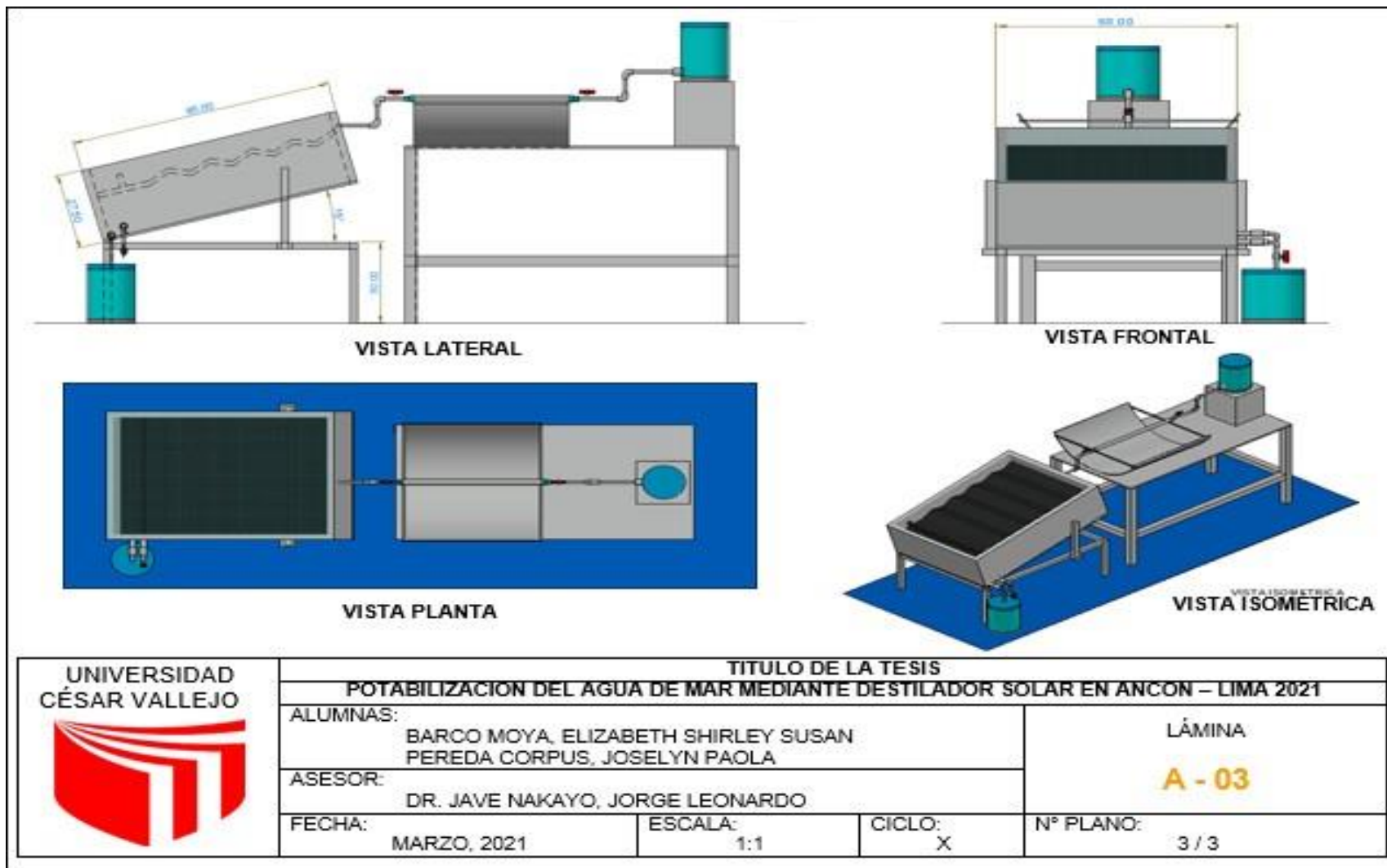
Anexo 5. Diseño en AutoCAD del destilador solar y el canal parabólico



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Certificado de los resultados de la caracterización inicial del agua de mar



**SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS  
QUÍMICOS S.A.C. SLAB**

**INFORME DE ENSAYO  
IE-100521-02**

1. DATOS DEL CLIENTE
  - 1.1 Cliente : ELIZABETH SUSAN BARCO MOYA
  - 1.2 DNI : 75421571
2. FECHAS
  - 2.1 Inicio : 11 de Mayo de 2021
  - 2.2 Fin : 12 de Mayo de 2021
  - 2.3 Emisión de informe : 12 de Mayo de 2021
3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO
  - 3.1 Temperatura : 20.2 °C
  - 3.2 Humedad Relativa : 50 %
4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA
  - 4.1 Ensayo solicitado : Ver Punto 6
  - 4.2 Método Utilizado : Ver Punto 6
6. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA
  - 5.1 Cód. Laboratorio : S-1428
  - 5.2 Cód. de Cliente : PM-01
  - 5.3 Muestreo : Realizado por el cliente
  - 5.4 Fecha y Hora : 12/05/2021-08:00
  - 5.5 Coordenadas : 254803.00N - 8007010.00E

8. RESULTADOS  
8.1. Resultados Obtenidos

TABLA N°1: PARÁMETRO MICROBIOLÓGICO

Parámetro	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	Resultado (*)
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEMM-APHA-RJWWA-WEF Part 9222 B, 23rd Ed.	<1.8

(\*) La expresión <1.8, significa que no hay presencia de microorganismos.

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

INGENIERO QUÍMICO  
 SGP. 1337

**TABLA N°2: PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS**

Parámetro	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	Resultado
Cloruro, Cl <sup>-</sup>	mg/L	EPA 300.0 Rev. 2.1, 1983.	2040.65
Nitrato, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	Determination of inorganic nitrate by ion chromatography 2019	2.93
Nitrato NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/L		0.7
Alcalinidad Total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-C.23rd Ed.	148
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg BOD <sub>5</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 25 rd Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test 2017	<2.0
Demanda Química de Oxígeno	ODD as mg CoL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 25 rd Ed. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. 2017	6.7
Oxígeno disuelto	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed. Oxygen (Dissolved), Membrane Electrode Method. 2017	8.3



- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

FIN DEL DOCUMENTO

  
 DISEÑO TÉCNICO FERRARI Y CIA S.A.  
 QUÍMICO  
 O.S.P. 133F



Anexo 5. Resultados de la caracterización inicial del agua de mar



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR: BARCO MOYA, ELIZABETH SHIRLEY SUSAN

Procedencia de muestra: Playa Ancón - Lima

Recepción de muestra: Lima, 15 de mayo del 2021

Caracterización del Agua de Mar

Muestra	Temperatura (°C)	Potencial de Hidrogeno (pH) Acido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Potencial Redox mv
Cl - AM	22.00	8.09	50000.8	-228

Muestra	Oxígeno Disuelto ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	Demanda Química de Oxígeno ( $\text{mgO}_2/\text{l}$ )	Demanda Bioquímica de oxígeno $\text{mgO}_2/\text{L}$	Turbidez NTU
Cl - AM	7.73	86.67	17.28	26.6

Muestra	Cloruros $\text{mg Cl}^-/\text{L}$	Nitratos $\text{NO}_3^- \text{ mg/l}$	Nitritos $\text{NO}_2^- \text{ mg/l}$	Alcalinidad $\text{mgCaCO}_3/\text{L}$	Coliformes Totales UFC/100 ml
Cl - AM	20,581	3.7	0.34	19.23	71.5

Método Potenciometría, Método Winkler, Método Espectrofotometría UVV, método Filtración por Membrana sembrado en Placas Petri NTP-INACAL

Lima, 22 de Mayo del 2021

RSC. Aldo Méndez  
 Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
 Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
 e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 6. Análisis del agua del destilador solar en el primer tratamiento



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR: BARCO MOYA, ELIZABETH SHIRLEY SUSAN

Procedencia de muestra: Playa Ancón - Lima

Recepción de muestra: Lima, 24 de mayo del 2021

PRIMERO: Análisis del agua del destilador Solar

Días: 15 al 21 del 05/2021-ATM 1	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno Acido/base	Conductividad Eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Potencial redox mv
Lunes	20.3	6.69	465	-125
Martes	20.1	6.67	464	-124
Miércoles	20.4	6.71	466	-125
Jueves	20.5	6.70	459	-123
Viernes	20.6	6.72	481	-127
Sábado	20.2	6.74	462	-127
Domingo	20.0	6.75	483	-128

Días: 15 al 21 del 05/2021-ATM 1	Oxígeno Disuelto mgO <sub>2</sub> /L	Alcalinidad mg/LCaCO <sub>3</sub>	DQO mgO <sub>2</sub> /L	DBO <sub>5</sub> mgO <sub>2</sub> /L	Nitratos mg/l
Lunes	7.37	2.44	40.14	0.045	0.018
Martes	7.30	2.40	40.10	0.038	0.015
Miércoles	7.36	2.41	40.06	0.040	0.012
Jueves	7.34	2.43	40.12	0.041	0.014
Viernes	7.32	2.45	40.13	0.040	0.017
Sábado	7.35	2.39	40.09	0.039	0.015
Domingo	7.31	2.40	40.08	0.042	0.013

Días: 15 al 21 del 05/2021-ATM 1	Sólidos Totales mg/l	Sólidos Disueltos mg/l	Turbidez NTU	Claridad mg C/l
Lunes	7.48	1.14	24.37	4.10
Martes	7.55	1.10	24.21	4.40
Miércoles	7.50	1.15	24.15	4.30
Jueves	7.42	1.13	24.19	3.99
Viernes	7.45	1.12	24.26	3.88
Sábado	7.36	1.11	24.30	3.91
Domingo	7.34	1.10	24.32	3.90

Método Potenciométrico, Método Winkler, Método del Dicromato, Método Espectrofotometría UV

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

## Análisis Microbiológico

Día: 15 al 21 del 05/2021-ATM 1	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
Lunes	0	71.5
Martes	0	71.5
Miércoles	0	71.5
Jueves	0	71.5
Viernes	0	71.5
Sábado	0	71.5
Domingo	0	71.5

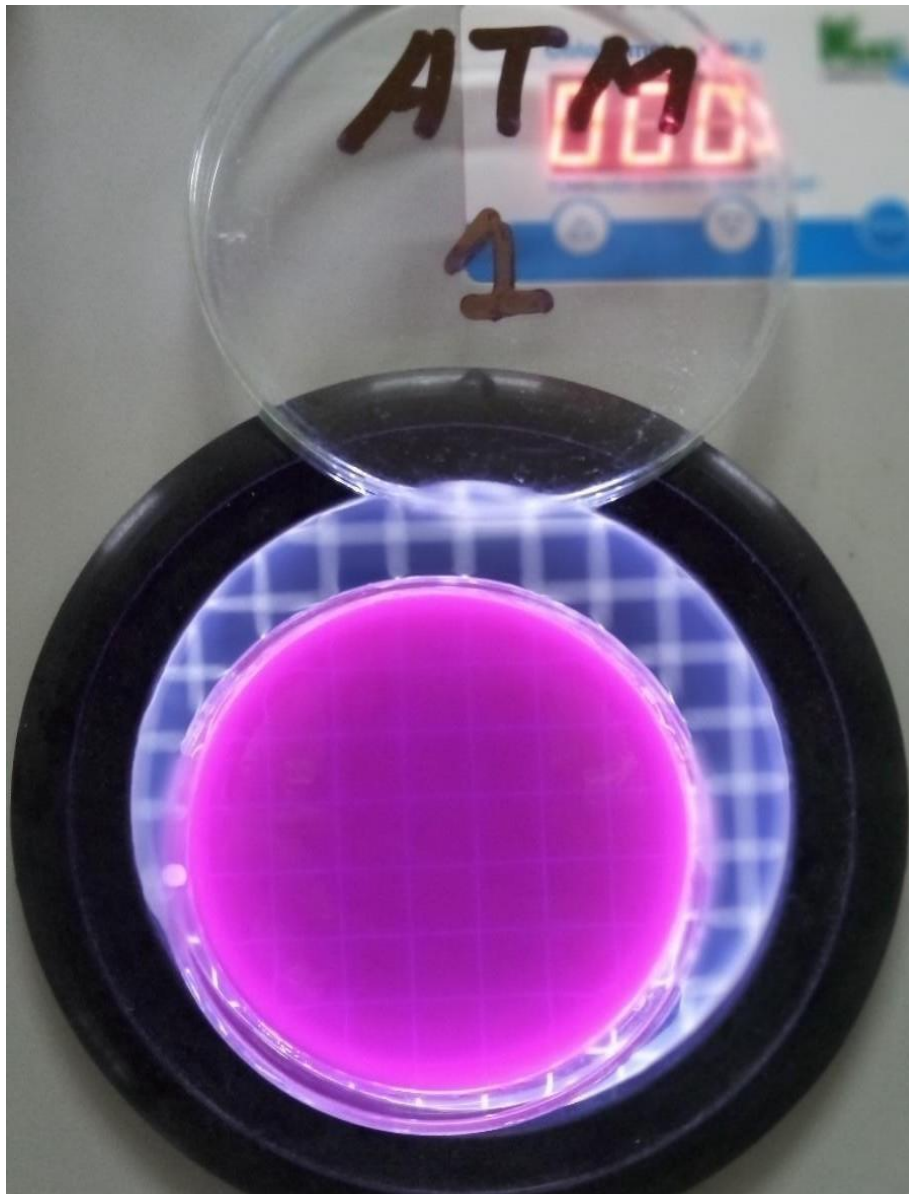
Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR ENDO LES

Lima, 01 de Junio del 2021

RSC. Albio Mercedes A.  
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301 -Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Análisis microbiológico del primer tratamiento, del agua de mar extraída del destilador solar (15/05/2021 al 21/05/2021)



**Figura 87.** Análisis microbiológico (coliformes totales) ATM 1

Se observó que la muestra de agua destilada en el proceso de desalinización no presenta coliformes totales (UFC/ml), su comportamiento fue durante los 7 días de la semana.

Anexo 7. Análisis del agua del destilador solar en el segundo tratamiento



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR: BARCO MOYA, ELIZABETH SHIRLEY SUSAN

Procedencia de muestra: Playa Ancón - Lima

Recepción de muestra: Lima, 09 de Junio del 2021

SEGUNDO: Análisis del agua del destilador Solar

Días: 01 al 07 del 06/2021 ATM 2	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno Acido/base	Conductividad Eléctrica µS/cm	Potencial redox mv
Lunes	20.1	6.74	463	-130
Martes	20.0	6.80	460	-128
Miércoles	20.1	6.96	461	-130
Jueves	20.0	6.88	463	-129
Viernes	20.0	6.88	464	-130
Sábado	20.1	6.89	460	-131
Domingo	20.0	6.96	465	-129

Días: 01 al 07 del 06/2021-ATM 2	Oxígeno Disuelto mgO <sub>2</sub> /L	Alcalinidad mg/L CaCO <sub>3</sub>	DOC mgO <sub>2</sub> /L	DBO <sub>5</sub> mgO <sub>2</sub> /L	Nitritos mg/l
Lunes	7.40	2.47	33.04	0.10	0.017
Martes	7.39	2.40	32.51	0.09	0.014
Miércoles	7.31	2.45	33.08	0.06	0.015
Jueves	7.36	2.44	32.41	0.07	0.014
Viernes	7.33	2.41	32.45	0.04	0.016
Sábado	7.34	2.48	33.09	0.03	0.012
Domingo	7.38	2.43	33.10	0.04	0.013

Días: 01 al 07 del 06/2021-ATM 2	Sólidos Totales mg/l	Sólidos Disueltos mg/l	Turbidez NTU	Cloruro mg Cl/l
Lunes	7.47	1.2	30.27	4.1
Martes	7.56	1.1	28.30	4.2
Miércoles	7.48	1.0	26.12	4.3
Jueves	7.36	1.3	29.10	4.0
Viernes	7.38	1.2	27.20	3.81
Sábado	7.40	1.0	23.65	3.80
Domingo	7.41	1.4	24.30	3.79

Método Potenciométrico, Método Winkler, Método del Dicromato, Método Espectrofotométría UV

Av. Túpac Amaru N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría


## Análisis Microbiológico

Días: 01 al 07 del 06/2021-ATM 2	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
Lunes	0	71.5
Martes	0	71.5
Miércoles	0	71.5
Jueves	0	71.5
Viernes	0	71.5
Sábado	0	71.5
Domingo	0	71.5

Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR ENDO LES

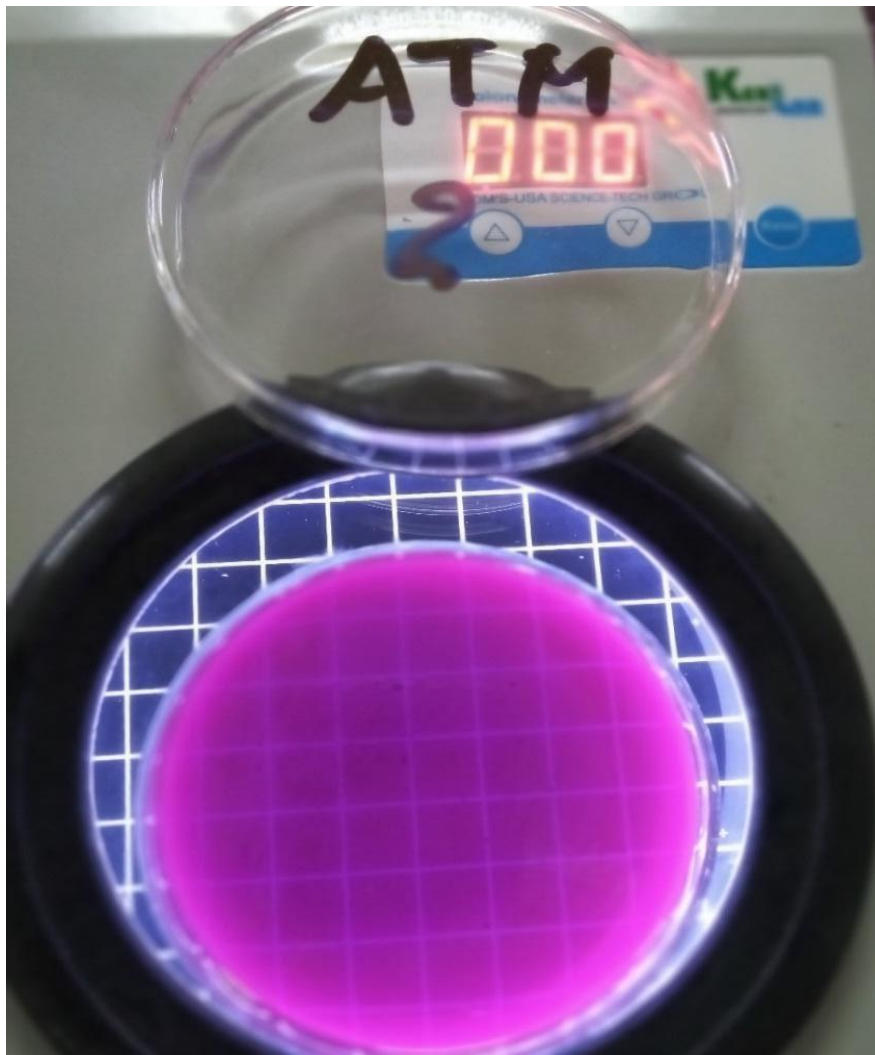
Lima, 15 de Junio del 2021

  
MSc. Attilio Méndez A.  
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301 -Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Análisis microbiológico del segundo tratamiento, del agua de mar extraída del destilador solar (filtración y sembrado en placa Petri) (01/06/2021 al 07/06/2021)



**Figura 88.** Análisis microbiológico (coliformes totales) ATM 2

Se observó, que el agua de mar después de ser destilado no presenta coliformes totales lo que corrobora un DQO bastante bajo y un DBO5 con concentración de consumo bajo lo que demuestra este análisis es correcto. Ocurrió similar en los siete días de la semana.

Anexo 8. Análisis del agua del destilador solar en el tercer tratamiento



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR: BARCO MOYA, ELIZABETH SHIRLEY SUSAN

Procedencia de muestra: Playa Ancón - Lima

Recepción de muestra: Lima, 16 de Junio del 2021

TERCER: Análisis del agua del destilador Solar

Días: 08 al 14 del 06/2021 ATM 3	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno Acido/base	Conductividad Eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Potencial redox mv
Lunes	20.2	6.80	459	-140
Martes	20.1	6.85	450	-135
Miércoles	20.3	6.82	463	-138
Jueves	20.4	6.90	404	-137
Viernes	20.1	6.94	468	-134
Sábado	20.2	6.90	465	-136
Domingo	20.4	6.88	466	-139

Días: 08 al 14 del 06/2021-ATM 3	Oxígeno Disuelto $\text{mgO}_2/\text{L}$	Alcalinidad $\text{mg/LCaCO}_3$	DCO $\text{mgO}_2/\text{L}$	DBO <sub>5</sub> $\text{mgO}_2/\text{L}$	Nitratos $\text{mg/l}$
Lunes	7.42	2.46	25	0.05	0.005
Martes	7.40	2.46	26	0.03	0.003
Miércoles	7.39	2.40	21	0.01	0.001
Jueves	7.36	2.42	24	0.04	0.000
Viernes	7.34	2.41	23	0.06	0.004
Sábado	7.32	2.44	22	0.02	0.002
Domingo	7.38	2.43	24	0.05	0.000

Días: 08 al 14 del 06/2021-ATM 3	Sólidos Totales $\text{mg/l}$	Sólidos Disueltos $\text{mg/l}$	Turbidez NTU	Cloruros $\text{mg Cl/l}$
Lunes	7.47	1.13	21.78	4.03
Martes	7.50	1.14	21.64	3.20
Miércoles	7.45	1.12	21.62	3.80
Jueves	7.44	1.13	21.76	3.40
Viernes	7.46	1.14	21.70	3.10
Sábado	7.49	1.15	21.69	3.00
Domingo	7.48	1.16	21.83	3.40

Método Potenciométrico, Método Winkler, Método del Dicromato, Método Espectrofotometría UV

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe





## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

### Análisis Microbiológico

Días: 08 al 14 del 06/2021-ATM 3	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
Lunes	0	71.5
Martes	0	71.5
Miércoles	0	71.5
Jueves	0	71.5
Viernes	0	71.5
Sábado	0	71.5
Domingo	0	71.5

Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR ENDO LES

Lima, 28 de Junio del 2021



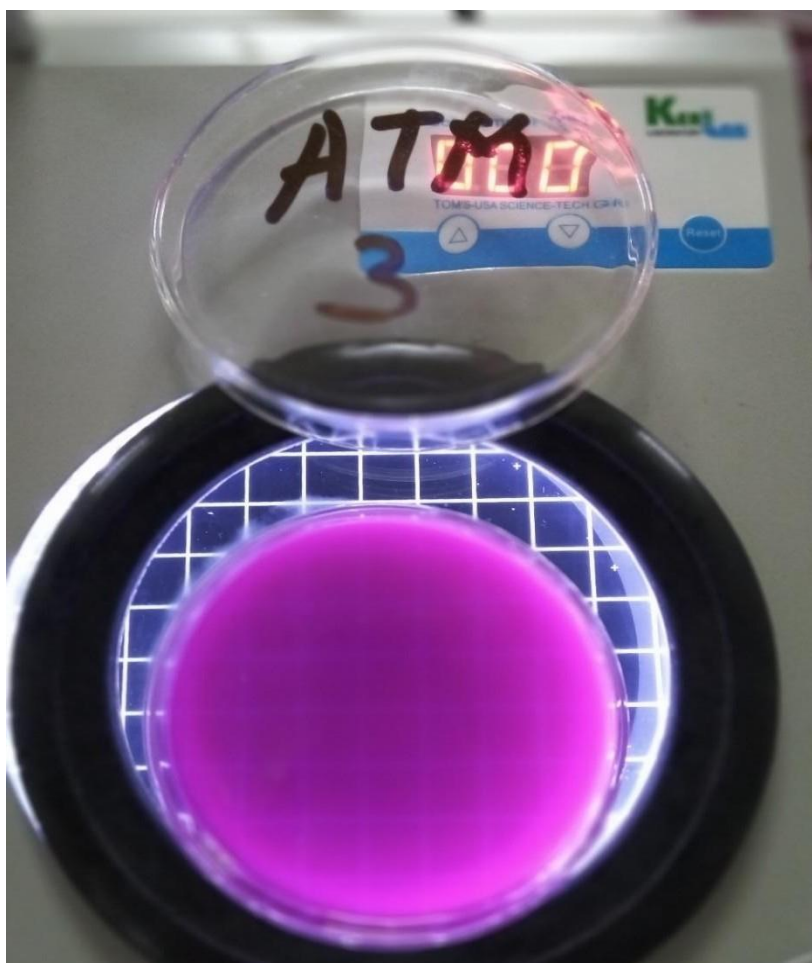
MSc. ALDO MENDOZA A.  
Jefe Lab. Espectrometría

Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe

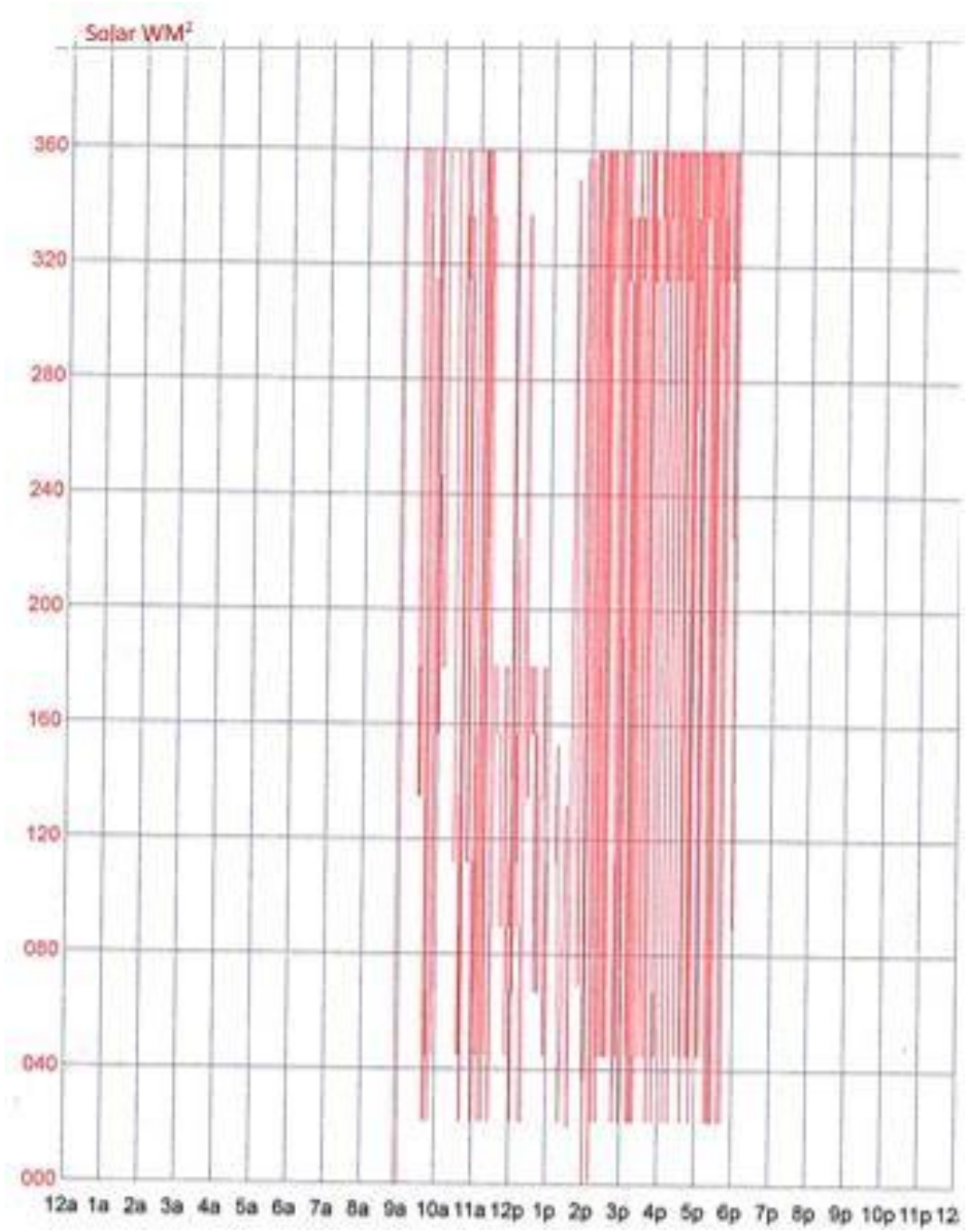
Análisis microbiológico del tercer tratamiento, del agua de mar extraída del destilador solar. (08/06/2021 al 14/06/2021)



**Figura 89.** Análisis microbiológico (coliformes totales) ATM 3

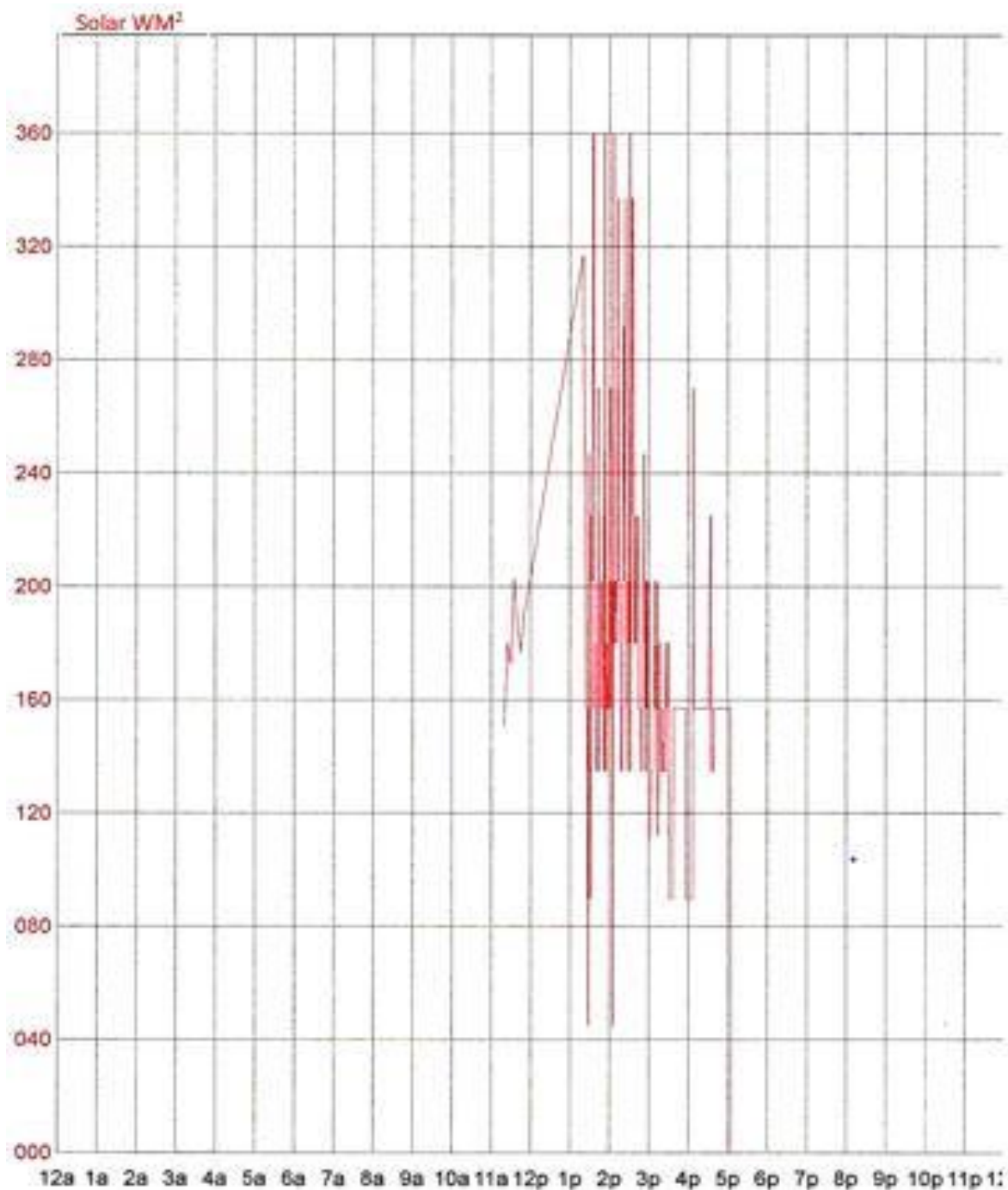
En el mes de junio que se ha extraído el agua del destilador solar seguimos observando que el agua si califica para consumo humano ya que unos de los requisitos fundamentales están en la estética de agua sin turbidez, y que debe estar libre de coliformes totales donde se pudo ver en el análisis de filtración para sembrado de placas Petri por 48 horas en una incubadora es cero. Los tratamientos diarios fueron iguales no hay existencia de coliformes totales en UFC/100 ml.

Anexo 9. Radiación Solar hasta 360 w/m2 (ATM 1) (15/05/2021 al 21/05/2021)



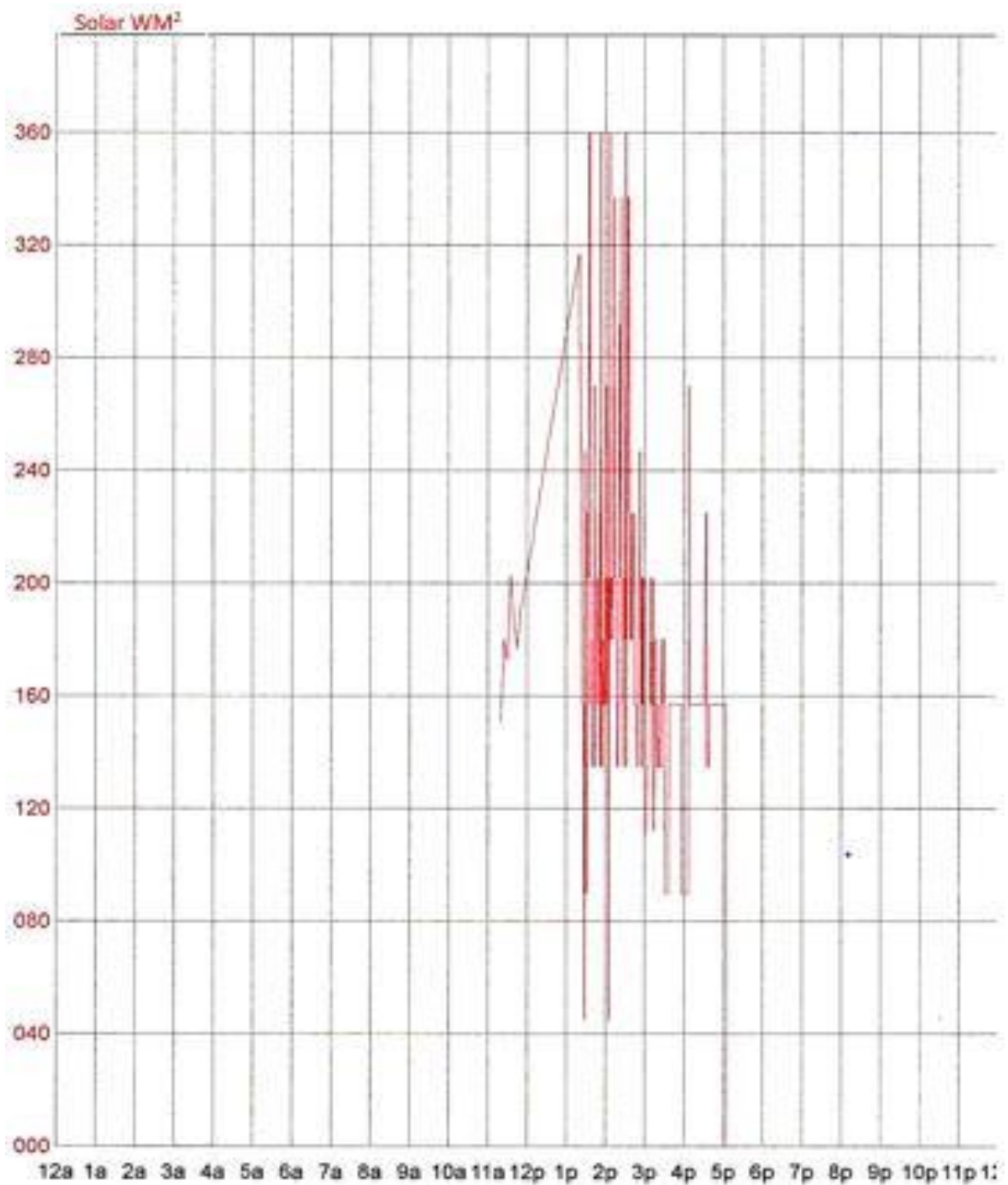
Los valores son variables durante la semana de monitoreo con estación meteorológica

Anexo 10. Dirección del viento ATM 1 (15/05/2021 al 21/05/2021)



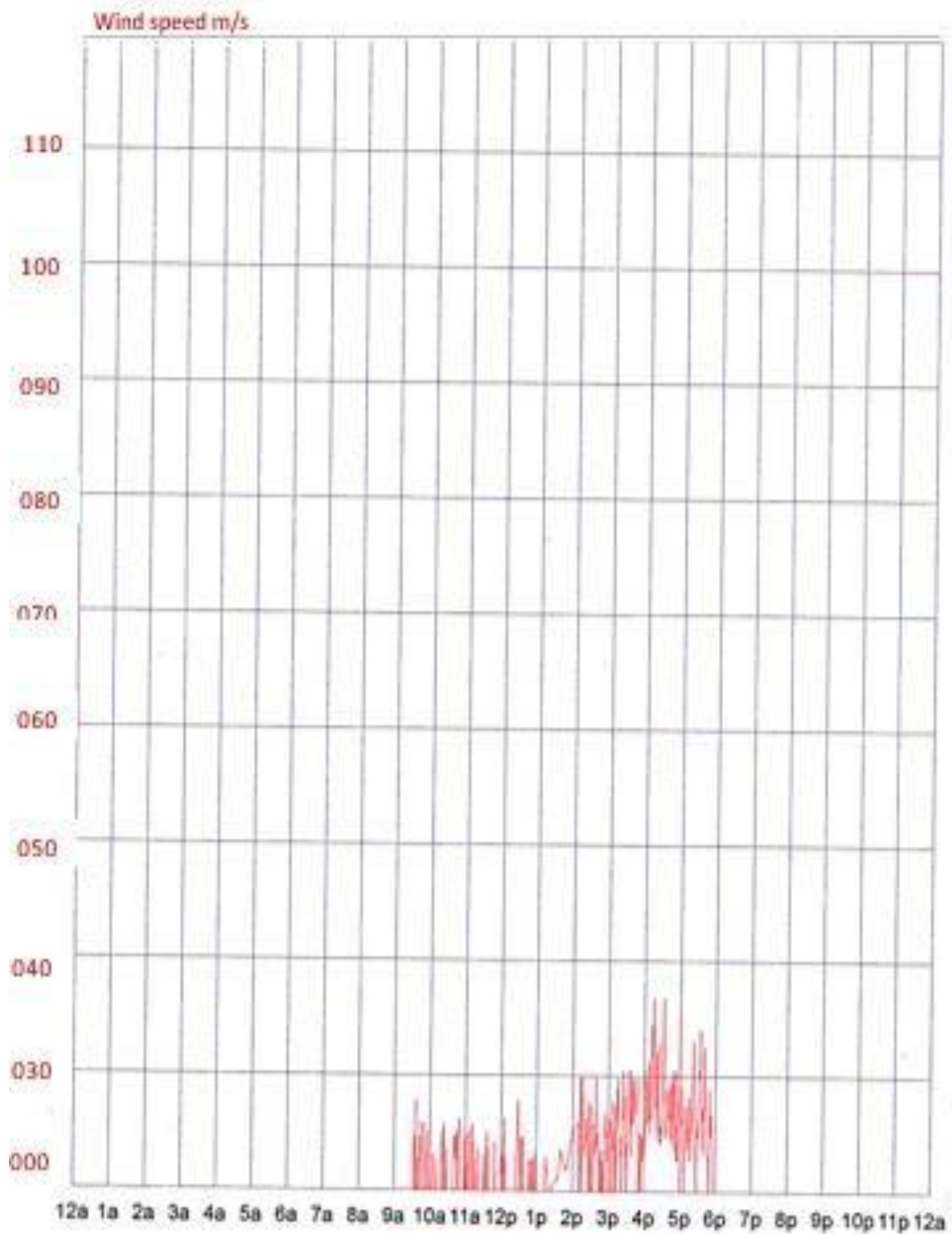
La dirección del viento tuvo un comportamiento desde 41 m/s hasta un máximo de 360 m/s

Anexo 11. La Radiación solar de (01/06/2021 al 07/06/2021)



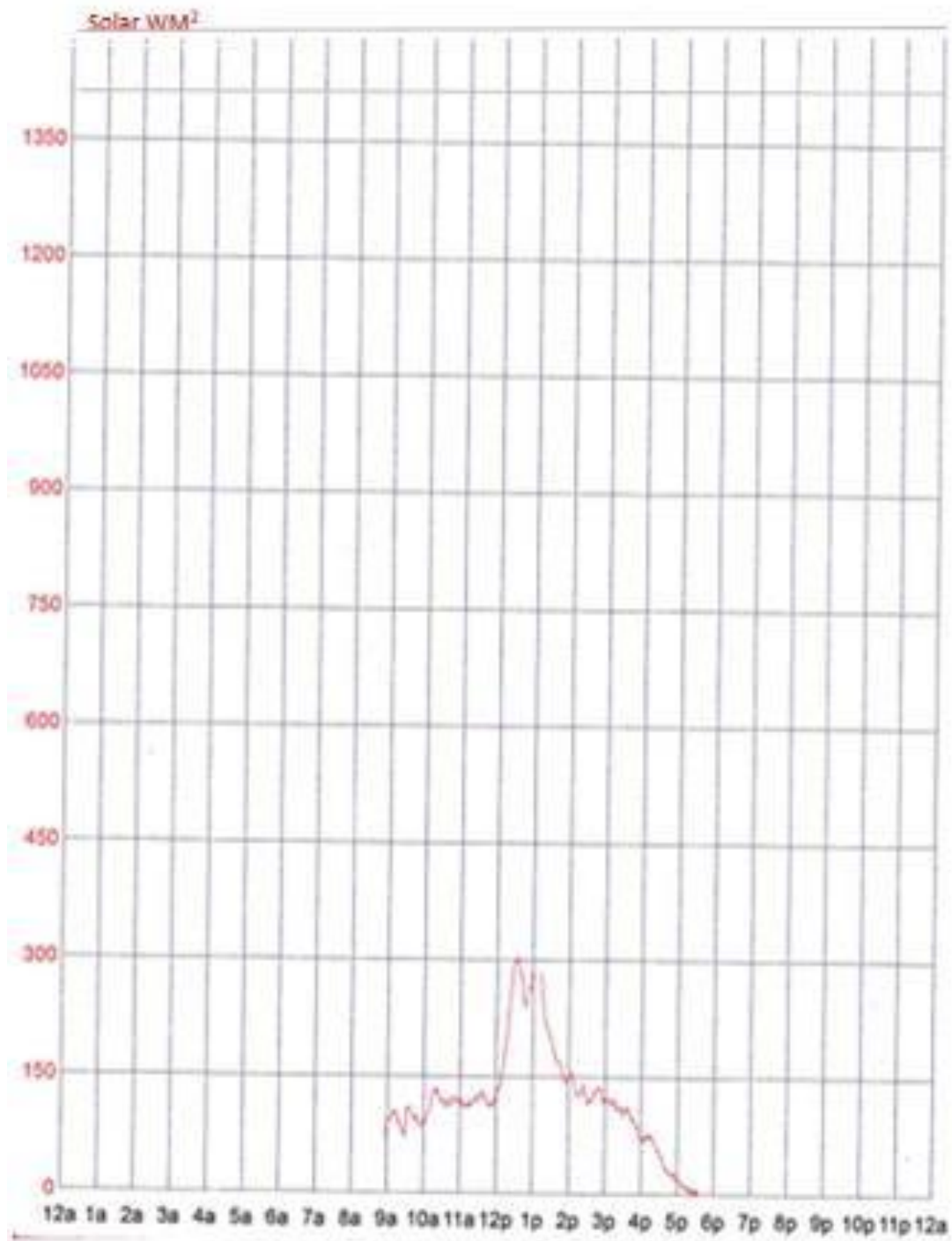
El comportamiento se pudo apreciar tuvo sus picos más altos hasta 360 w/m2.

Anexo 12. La velocidad del viento tuvo poca variación (01/06/2021)



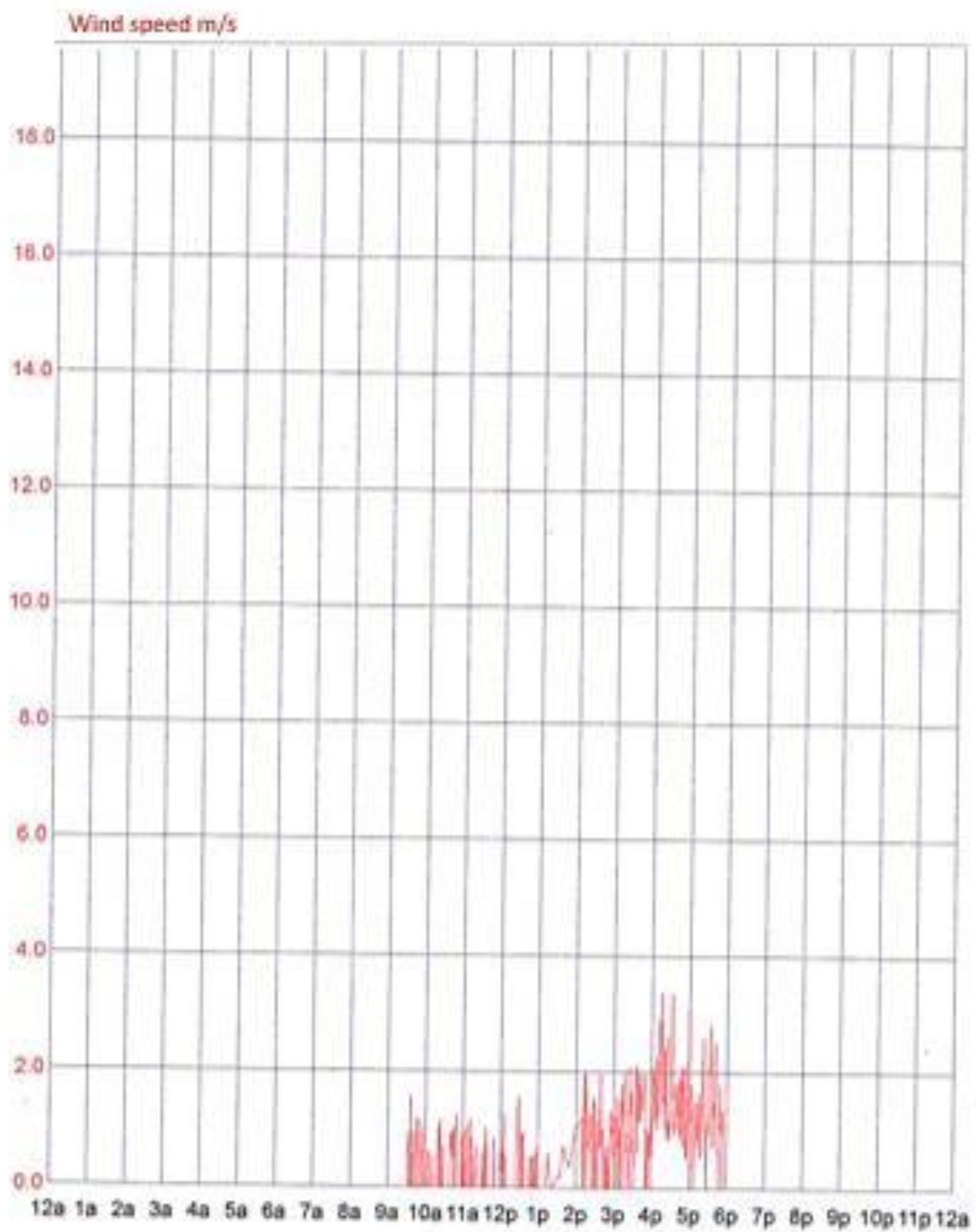
La velocidad tuvo un comportamiento de 35 m/s de acuerdo al dato de la estación meteorológica.

Anexo 13. La radiación solar del (08/06/2021 al 14/06/2021)



Se observó que la radiación solar tuvo una cierta declinación llegando hasta los 300 w/m<sup>2</sup>, llegando a una mínima de 0 w/m<sup>2</sup>

Anexo 14. La velocidad del viento fue muy baja llega hasta 3.8 m/s (08/06/2021 al 14/06/2021)



El viento tuvo una velocidad registrada desde la 9 am hasta 6 pm










Ficha técnica IV: Análisis de la eficiencia solar


		<b>Tesis de Investigación</b>								
		<b>Potabilización del agua de mar mediante destilador solar en Ancón - Lima 2021</b>								
<b>Responsables</b>		Barco Moya, Elizabeth Shirley Susan y Pereda Corpus, Joselyn								
<b>Ficha Técnica VII: Análisis de la Eficiencia del Agua Potable</b>										
Fecha	Hora	Lugar	Coordenadas		Hallar QN				Hallar QT	Eficiencia del destilador solar $\%Eficiencia = \frac{QN}{QT} \times 100$
			X	Y	Qcv +	Qca +	Qev =	Total QN	Radiación solar que llega al destilador	

Fuente: Elaboracion propia


Calor necesario para calentar el vidrio)) + Qca (Calentamiento del agua del mar en la bandeja) + Qev (Calor necesario para evaporar el agua de mar)

Atentamente,  
  
 Juan Julio O'Donoghue Galvez  
 DNI: 08447308

  
 Dr. Elmer G. Benites Alfaro  
 CIP. 71998

  
 Dr. Jhonny W. Valverde Flores  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>  
 Scopus ID Author: 57196412905  
 CIP: 79862

Ficha técnica VII: Registro de Datos en Campo

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>Tesis de Investigación</b>
	<b>“Potabilización del agua de mar mediante destilador solar en Ancón – Lima 2021”</b>

**Ficha de registro VII: Registro de Datos en Campo**

**RESPONSABLES:** Barco Moya, Elizabeth Susan / Pereda Corpus, Joselyn

**LUGAR:** Playa Hermosa- Ancón

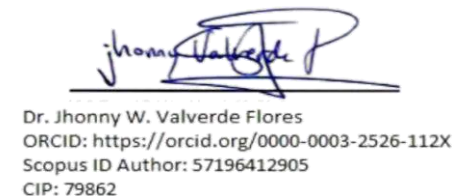
Puntode Muestreo	Descripción origen / ubicación	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura	Fecha	Hora
						Norte/Sur	Este/Oeste	msnm		

Fuente: DIGESA


1. Las coordenadas del punto de control deberán ser expresados en sistema UTM para puntos en cuerpos de agua y en sistema geográfico para puntos de muestreo en el mar, ambos en estándar.

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordóñez Galvez  
 DNI: 08447308

  
**Dr. Elmer G. Benites Alfaro**  
**CIP. 71998**

  
**Dr. Jhonny W. Valverde Flores**  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>  
 Scopus ID Author: 57196412905  
 CIP: 79862


Ficha de Registro VIII: Ficha de Georreferenciación de los puntos de muestreo

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>Proyecto de Investigación</b>		
	<b>Potabilización del agua de mar mediante destilador solar en Ancón - Lima 2021</b>		
<b>Responsables</b>	Barco Moya, Elizabeth Shirley Susan y Pereda Corpus, Joselyn Paola		
<b>Ficha de Registro IX: Ficha de Georreferenciación de los puntos de muestreo</b>			
<b>Identificación del Punto</b>			
<b>CÓDIGO</b>			
<b>ACCESIBILIDAD</b>			
<b>FECHA</b>			
<b>HORA</b>			
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA</b>			
<b>Ubicación</b>			
<b>Distrito</b>	<b>Provincia</b>	<b>Departamento</b>	
ANCON	LIMA	LIMA	
<b>Localidad</b>			
<b>SISTEMA DE COORDENADAS</b>	PROYECCIÓN UTM		
	GEOGRÁFICAS		
<b>COORDENADAS</b>	NORTE		ZONA
	ESTE		ALTITUD
<b>Fotografía</b>			

Fuente: Elaboración propia

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 06447308

  
**Dr. Elmer G. Benites Alfaro**  
 CIP. 71998

  
 Dr. Jhonny W. Valverde Flores  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>  
 Scopus ID Author: 57196412905  
 CIP: 79862