



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Sistema de Destilación por Concentración Solar para la
Remoción del Cr⁺⁶ de los Efluentes de Curtiembres en Arequipa,
Río Seco, 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORES:

Anahua Apaza, Zenaida Jazett (ORCID: 0000-0002-1403-9462)

Pacheco Gonzáles, Winder Yoshiro (ORCID: 0000-0003-1930-2212)

ASESOR:

Dr. Tullume Chavesta, Milton César (ORCID: 0000-0002-0432-2459)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de Residuos Sólidos

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedicado a la memoria de mi madre Zenaida que a pesar de haberla perdido a temprana edad ha estado siempre guiándome desde el cielo. A mi padre Jafett por ser la persona que me acompañó durante todo mi trayecto estudiantil y ayudó en convertirme en una profesional. A mi pareja Juan por su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Anahua Apaza, Zenaida Jazett

Dedicado a la memoria de mi madre Nelith que a pesar de haberla perdido a temprana edad ha estado siempre guiándome desde el cielo. A mi segunda madre Luz por ser la persona que me acompañó durante todo mi trayecto estudiantil y ayudo en convertirme en una profesional.

Pacheco Gonzáles Winder Yoshiro

Agradecimiento

Agradezco a Dios por acompañarme en cada paso de mi vida, a mi padre por ser un excelente guía y ser mi modelo de superación, a mi hermano Wilbert por sus consejos profesionales, al Dr. Tullume Chavesta Milton César por su asesoría y apoyo durante el desarrollo de la tesis, finalmente a mi amigo Yoshiro por sus aportaciones que hicieron posible este proyecto

Anahua Apaza, Zenaida Jazett

Agradezco a Dios y a mi familia por su apoyo incondicional, sobre todo a mi padre Winder, a mi hermano Reysser por su filosofía de vida y a mi prima Marianela a motivar el camino de la investigación y crecimiento profesional, al Dr. Tullume Chavesta Milton César por su asesoría y apoyo durante el desarrollo de la tesis.

Pacheco Gonzáles Winder Yoshiro

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Índice de fórmulas.....	viii
Índice de abreviaturas.....	ix
Resumen.....	xí
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	20
I.1. Tipo y diseño de investigación	21
I.1.1. Tipo de investigación.....	21
I.1.2. Diseño de investigación.....	21
I.1.3. Investigación cuantitativa	21
I.1.4. Investigación transversal.....	22
I.2. Variables y operacionalización	22
I.3. Población, muestra y muestreo	23
I.3.1. Población	23
I.3.2. Muestra	23
I.3.3. Muestreo	23
I.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
I.4.1. Técnicas	24
I.4.2. Instrumentos	24
I.5. Procedimientos.	26
I.6. Método de Análisis de información	52
I.7. Aspecto ético.....	53
IV. RESULTADOS	54
V. DISCUSIONES	59
VI. CONCLUSIONES	62
VII. RECOMENDACIONES	64

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	66
ANEXOS	70

Índice de tablas

Tabla 1. Reflexividad -----	17
Tabla 2. Absorbida -----	18
Tabla 3. Datos meteorológicos según las coordenadas geográficas -----	29
Tabla 4. Datos Meteorológicos Representativos -----	31
Tabla 5. Datos meteorológicos según las coordenadas geográficas del Prototipo -----	32
Tabla 6. Datos Meteorológicos Representativos de punto de experimento-----	34
Tabla 7. Fórmulas de días julianos-----	34
Tabla 8. Parámetros Iniciales de la Geometría Solar-----	36
Tabla 9. Parámetros Iniciales de la Geometría Solar-----	38
Tabla 10. Geometría solar ángulos de seguimientos por día experimentación	40
Tabla 11. Geometría solar ángulos de seguimientos por día experimentación	41
Tabla 12. Geometría solar ángulos de seguimientos por día experimentación	42
Tabla 13. Dimensiones geométricas de reflector -----	44
Tabla 14. Instrumento de monitoreo -----	52
Tabla 15. BmyE -----	57

Índice de figuras

Figura 1. Movimiento de la tierra. -----	9
Figura 2. Ángulos solares-----	9
Figura 3. Representación gráfica $\gamma_z, \alpha, \theta_z$ -----	11
Figura 4. Concentrador Cilíndrico Parabólico-----	12
Figura 5. Tubo absolvedor-----	13
Figura 6. Mecanismo de Seguimiento -----	14
Figura 7. Partes del concentrador cilíndrico parabólico -----	15
Figura 8. Parámetros Ópticos del CCP-----	16
Figura 9. Diagrama de flujo de la investigación -----	25
Figura 10. Interfaz de RETScreenEXPERT -----	27
Figura 11. Coordenadas de la ubicación del proyecto en REETScreen -----	27
Figura 12. Coordenadas de la ubicación del proyecto en Google maps-----	28
Figura 13. Perfil Geométrico del CCP -----	45
Figura 14. Parámetros de forma y posición del sol-----	46
Figura 15. Parámetros del reflector en soltrance -----	47
Figura 16. Parámetros del reflector en soltrance -----	47
Figura 17. Parámetros del absorbedor en soltrance -----	48
Figura 18. Parámetros del absorbedor en soltrance -----	48
Figura 19. Modelo de CCP en Soltrance -----	49
Figura 20. Trazado de rayos del CCP en Soltrance -----	50
Figura 21. Colector cilíndrico parabólico-----	51
Figura 22. Receptor del Colector cilíndrico parabólico -----	51

Índice de fórmulas

Fórmula 1. Declinación Spencer	36
Fórmula 2. Ángulo Horario	37
Fórmula 3. Duración del día	37
Fórmula 4. Hora Puesta y salida del sol	37
Fórmula 5. Radiación en función a HPS	37
Fórmula 6. Ángulo de incidencia giro del colector sobre un eje horizontal con un solo, ajuste diaria (Este-Oeste)	39
Fórmula 7. Lado Recto (L_r)	43
Fórmula 8. Distancia Focal (F)	44
Fórmula 9. Apertura (W_a)	44
Fórmula 10. Límite en X	44
Fórmula 11. Límite en Y	44
Fórmula 12. Eficiencia óptica en soltrace	50
Fórmula 13. Ecuación lineal del diseño experimental	52
Fórmula 14. Calor sensible (Q_S)	55
Fórmula 15. Calor Latente (Q_S)	55
Fórmula 16. Razón de transferencia de calor (Q)	55
Fórmula 17. Flujo de calor (q)	55
Fórmula 18. Eficiencia térmica (η_t)	55
Fórmula 19. Eficiencia de remoción (η_r)	55

Índice de abreviaturas

- LMP: Límites Máximos Permisibles
- CCP: Colector cilíndrico parabólico
- DNI: Insolación normal directa
- LAS: Laboratorios analíticos del sur
- NASA: Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio
- REEEP: Asociación de energía renovable y eficiencia energética
- IESO: Operador Independiente del Sistema Eléctrico
- DTIE: División de Tecnología, Industria y Economía.
- Gb: Radiación solar diaria- horizontal
- Φ : Latitud
- λ : Longitud
- Nd: Duración del día
- $UTC_{(h_o)}$: tiempo universal coordinado al amanecer
- $UTC_{(h_f)}$: tiempo universal coordinado al anochecer
- ω : Angulo Horario
- θ : Angulo de Incidencia
- F distancia focal
- Lr: Lado Recto
- Wa Apertura
- A: Área
- X: Limite en x
- Y: Limite en Y
- $\eta_{soltrace}$: Eficiencia óptica en soltrace
- INACL: Instituto Nacional de Calidad
- NERL: Laboratorio Nacional de energías renovables
- T° Amb: Temperatura Ambiente
- Ve: Velocidad del Viento
- (QS): Calor sensible
- QL: Calor Latente
- \dot{Q} : Flujo de calor
- Cp: Calor específico
- λ_x : calor latente de vaporización

- η_r : Eficiencia de Remisión
- η_t : Eficiencia Térmica

Resumen

La presente tesis la elaboramos por la contaminación latente que se presenta en el distrito de Cerro Colorado – Zamacola (Gran poder) por la presencia de curtiembres en zona las mismas que agudizan la salud de la población presente en la zona y alteran al medio ambiente. Con nuestra investigación, recopilación de datos, elaboración de nuestro destilador solar y efectuar el procedimiento lograremos determinar que el sistema de destilación por concentración solar mejora la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Río seco en Arequipa. El método que se utilizo fue experimental, en la cual se realizó un sistema de destilación por concentración solar, lo primero que se realizo fue la toma de las muestras en un curtiembre de la zona, la misma que fue llevada a analizar ese mismo día, a continuación se ensamblo toda la estructura del destilador para efectuar el procedimiento en tres días diferentes con concentraciones solares de acuerdo a nuestro software soltrace, (el cual sirve para simular sistemas ópticos usando la aplicación de concentración solar y analizar su rendimiento). Se priorizo y se optó por este tratamiento puesto que en la zona de Arequipa es representativo por una radiación solar constante, se realizó el procedimiento de destilación para la remoción del Cr +6 presentes en las muestras, así mismo se utilizó tres muestras A, B y C las cuales fueron recolectadas y llevadas analizar el mismo día que se realizó el tratamiento para no alterar la muestra y con ello se determinó la efectividad de la destilación solar para la remoción del Cr+6 de los efluentes de Río seco, puesto que como se explica en la presente investigación la primera muestra tubo un resultado de 7.30 mg/L y las tres muestras tratadas dieron como resultado <0.005 mg/L por lo cual muestra su efectividad de remoción de Cr +6, la misma que se quiso lograr desde el inicio de la presente investigación todo el procedimiento que se realizó por los dos autores se expone en la presente.

Palabra clave: Cr +6, destilación solar, remoción, Río seco

Abstract

The present thesis is elaborated by the latent contamination that occurs in the district of Cerro Colorado - Zamacola (Great power) by the presence of tanneries in the area, which exacerbate the health of the population present in the area and alter the environment. With our research, data collection, elaboration of our solar still and carry out the procedure, we will be able to determine that the solar concentration distillation system improves the removal of Cr + 6 from tannery effluents in Río seco in Arequipa. The method used was experimental, in which a solar concentration distillation system was carried out, the first thing that was done was the taking of samples in a tannery in the area, the same that was taken to analyze that same day, Next, the entire structure of the still was assembled to carry out the procedure in three different days with solar concentrations according to our soltracesol trace software, (which serves to simulate optical systems using the solar concentration application and analyze their performance). This treatment was prioritized and opted for this treatment since in the Arequipa area it is representative for constant solar radiation, the distillation procedure was carried out to remove the Cr +6 present in the samples, likewise three samples A, B were used and C which were collected and taken to analyze the same day that the treatment was carried out so as not to alter the sample and with this the effectiveness of solar distillation was determined for the removal of Cr + 6 from the dry river effluents, since as In the present investigation, the first sample had a result of 7.30 mg / L and the three treated samples resulted in <0.005 mg / L, which shows its effectiveness in removing Cr +6, the same that was wanted to achieve from At the beginning of the present investigation, the entire procedure that was carried out by the two authors is exposed in the present.

Keyword: Cr +6, solar distillation, removal, dry river

I. INTRODUCCIÓN

La presente tesis nace con la finalidad de dar una nueva alternativa de solución a la contaminación del agua presente en Río seco - Arequipa a causa de las curtiembres de la zona que generan un riesgo al ambiente y atenta contra la salud de la población presente en la zona.

Ahora bien, la visita realizada a la zona de Río Seco se observó la mayoría de estas curtiembres que no cuentan con sistemas de control ni de tratamiento para sus Efluentes, residuos sólidos, emisión de gases; lo cual genera impactos negativos a la salud de la población aledaña y al ambiente emitiendo contaminantes como: Cromo VI, Sulfuros, Sulfatos, Nitrógeno, Amoniaco, y diversas sustancias orgánicas (Elaboración propia). Por lo cual es viable realizar un tratamiento a los efluentes de las curtiembres para la minimización del cromo (Cr+6), ya que es elemento que se usa con mayor abundancia en sus procesos. (Luque Silva, 2019, p. 6)

Las curtiembres presentes en la zona contaminan el canal de Zamacola, Alto Cural y a su vez afecta a la salud pública y al sector turístico por la quebrada de Añashuayco como se pudo observar en las visitas a la zona y escuchando los testimonios de los vecinos que viven al lado de estas empresas.(OEFA , 2017, p. 35)

Según el Dr. Alberto Cáceres Huambo de la ciudad de Arequipa catedrático de la UNSA comenta que se cuenta con un aproximado de 400 empresas de curtiembres presentes en la ciudad, pero sin embargo de acuerdo al IV Congreso Nacional de Cuero y Calzado –Lima 2019 Arequipa ocupa el tercer lugar de producción de cuero las cuales, en cerro colorado cuenta con 148 microempresa, 8 pequeñas empresas y 1 mediana grande, su participación a nivel nacional es en 1.9%, teniendo un total de 1134 empresas en Arequipa en los distritos de Paucarpata, Mariano Melgar y Cerro Colorado lo cual conlleva a una participación nacional de 13,6 %.(Cosavalente F, 2019, p. 11)

Los efectos puntuales que ocasiona el cromo según la oficina de evaluación de peligros para la salud ambiental de California (OEHHA) indica que puede causar efectos cancerígenos al pulmón, nasal y como efectos no cancerígenos, causa irritación a la nariz, la garganta, los pulmones y síntomas alérgicos. Él cromo Cr

+6 se mueve fácilmente a través de suelos y el agua, afectando así a la flora y fauna por el cual recorre el agua. Afectando los ecosistemas; además el Cr +6 es un agente oxidante fuerte capaz de absorberse a través de la piel (Oficina de Evaluación de Peligros de Salud Ambientales, 2016, p. 2)

El sistema que se aplica para la remoción de cromo hexavalente en efluentes líquidos industriales consiste básicamente en la utilización de sistema de destilación, que como fuente energética se utiliza la energía solar que es abundante en la región Arequipa. Esta técnica se encuentra en fase de investigación, por lo cual su aplicación no se ha extendido a nivel industrial. En la actualidad, existe una gran preocupación por los altos índices de contaminación del vertimiento de aguas contaminadas por curtiembres de metales pesados tales como el cromo, puesto que el mismo no se adhiere en la piel animal por ello es desechado en los efluentes, Por tanto, la eliminación de este metal en aguas residuales se ha convertido en un tema actual que compete tanto al campo ambiental como el de salud pública.(Pilco Núñez et al. 2018, p. 27).

En este contexto, la destilación solar surge como una alternativa bastante prometedora para la remoción de Cromo +6, reduce el cromo hexavalente por el proceso de destilación que separa el cromo del agua contaminada produciendo agua purificada.

Esta problemática preocupa a las autoridades en jurisdicción ambiental por tal motivo con la presente tesis se quiere dar solución a un problema que viene acarreado por más de una década en la zona de río seco que es la contaminación del agua por la presencia de Cr+6 en los efluentes de las curtiembres; al finalizar se llegara a medir los parámetros del Cr+6 en los efluentes y la finalidad es conseguir que los parámetros estén dentro de los límites máximos permisibles, puesto que las mencionadas efluentes son un foco infeccioso en la quebrada de Añashuayco y llegan a fuentes de agua sin tratamiento y se filtran en el suelo por donde discurren (Lazo ,2017, p. 4)

Al considerar los efectos de la contaminación del cromo hexavalente Cr+6 y la abundancia de la energía solar que se registra en la ciudad de Arequipa; es decir

en el verano se tiene un registro aproximado de 1000 w/m² y en el invierno se tiene registrado un aproximado de 500 W/m² de un periodo del 2001 a 2015 por el SENAMHI (Dspace, Laura y Nelly, 2019, p. 51)

Por lo consiguiente la aplicación de un sistema de tratamiento de agua por destilación solar es una alternativa sostenible, a saber, que el diseño comprende como la matriz energética de funcionamiento la energía solar, que es una fuente renovable y limpia por ello es amigable con el medio ambiente. (Osinergmin, 2017, p. 33-35)

Además, el diseño amortigua los efectos producidos por los efluentes de Cr+6 Vertido por las empresas de las curtiembres; ya que toda persona tiene derecho a la integridad moral psíquica y física, como indica el inciso 1 del artículo 2 de la constitución. (Constitución Política Del Perú, 1993, p. 01).

Como también tiene derecho irrenunciable a vivir en ambiente saludable equilibrado y adecuado, para el pleno desarrollo de la vida (ley general del medio ambiente, 2005, p. 20)

Como también el estado promueve el manejo sostenible del agua, el cual se reconoce como un recurso natural esencial y como tal, constituye un bien público y patrimonio de la nación. Su dominio es inalienable e imprescriptible (MINAM 2010, p. 44).

Además esta investigación pretende demostrar que se puede invertir con un costo mínimo para aplicar este sistema y disminuir los niveles de concentración por Cr+6 y consiguientemente las sanciones por exceder las concentraciones de parámetros establecidos en Límites Máximos Permisibles (LMP) y Valores Referenciales para las actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre y papel con el Decreto Supremo N.º 003-2002-PRODUCE, adicionalmente de poder demostrar que el agua tratada es apta para reutilizarse, significa un ahorro de agua para los diferentes usos y destilador más económico que un convencional

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, esta investigación busca responder el siguiente problema ¿Cómo el sistema de destilación por concentración solar

influye en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco 2021?, y como problemas específico ¿De qué manera el recurso solar según la ubicación geográfica influye en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco 2021?, ¿Determinar si el tiempo de destilación solar influye en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco 2021?, ¿Evaluar el rendimiento de destilación solar para la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco 2021?

Considerando los problemas anteriores se plantea las siguientes hipótesis general: El sistema de destilación por concentración solar mejora significativamente en la remoción. Por consiguiente, se tiene como hipótesis específicas: El recurso solar según la ubicación geográfica influye significativamente en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres de Río Seco, el tiempo de destilación solar influye significativamente en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en río seco Arequipa y al establecer el rendimiento del destilador solar es óptimo en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en río seco en Arequipa.

Para poder responder las preguntas y afirmar las hipótesis se tendrá como objetivo principal Determinar si el sistema de destilación por concentración solar mejora la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco, 2021 y como objetivo específicos se pretende Establecer si el recurso solar según la ubicación geográfica influye en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco, 2021, evaluar si el tiempo de destilación solar influye en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco, 2021. y determinar el rendimiento de destilación solar para la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Para comenzar la energía solar es considerado una fuente de energía con mucho potencial, debido a que es libre de emisiones; la utilización de este tipo de energía ha crecido en los últimos años por la importancia que ha tomado el tema ambiental (Maldonado, Roncancio y Saavedra, 2019 p. 07); además que la energía solar es usada contra las medidas de la crisis energética como la consecuencia del uso de las fuentes fósiles que acelera el calentamiento global (Ballesteros-Ballesteros y Gallego-Torres, 2019, p. 05), sin embargo la energía solar no solo es usada en la industria energética, puesto que tiene potencial para el uso del tratamiento directo del agua tanto como en la potabilización y en la reutilización del agua, por lo cual se mencionara en los siguientes antecedentes, (Pallante y Morales, 2015, p. 01-02). En la investigación titulada “Implementación de destiladores solares para la recuperación de agua desde piscinas de evaporación de enaex planta de Río Loa” realizo un prototipo de destilador solar para la recuperación de los residuos líquidos con objetivo de reutilizar en el humedecimiento de piso y limpieza de equipos e instalación según (Constanza Pallante Rojas, 2015, p. 04); se cuenta con otra investigación titulada “Diseño e implementación de un sistema automático de purificación de agua por medio de energía, reflexión solar y luz ultravioleta” nos brinda una solución por la problemática general de los derivados del cambio climático y la gestión hídrica que da como origen a la escasez de agua a nivel global, planteando con un diseño e implementación de sistema purificador de agua por un destilador solar de dos bandejas y acelerando el procedimiento con un colector solar cilíndrico parabólico(CCP) donde demuestra una eficiencia de 30% en el rendimiento de la purificación según (Lema M.; Morales L.; Rosales J., 2017, p. 01-09); se cuenta con la siguiente investigación la misma que es publicada por (Vallejo Blancas David, Martínez García Martín Trinidad, del Ángel Soto Julio, 2017, p. 1-2) “Sistema experimental para tratar aguas residuales de la curtiduría empleada columna con adsorción química asistida con energía” en lo cual abordo una solución a los efluentes industriales de los curtidos que se caracteriza por contener alta concentración de DBO, DQO, Sólidos suspendidos, sulfatos, cromo, nitratos y otros; sé resaltando la alta concentración de cromo para ello se trató el efluente con dos sistema el primero es el sistema de concentración solar aplicando la configuración de un colector cilíndrico parabólico (CCP) y técnica de adsorción con alúmina como adsorbente dando resultados, donde en el primer

sistema se demuestra reducción efectiva del cromo como los otros parámetros según los límites y tras el segundo sistema de tratamiento convierte el cromo VI a cromo III reduciendo su letalidad y el investigador (Erich Saettone Olschewsk, 2013, p. 26-28) en su investigación que se titulaba “Desalación de agua marina: nuevas alternativas utilizando concentradores solares” afirma la eficiencia del sistema del concentrador cilindro parabólico es mayor que el sistema de concentrador Fresnel línea, donde se representa una diferencia de 21% de eficiencia, como también económica además de que nos contiene sales disueltas después de utilizar los concentradores solar.

Como se menciona en los antecedentes la energía solar no solamente es utilizada en la industria energética, sino también da opción para la purificación de agua, específicamente en la técnica de concentración solar.

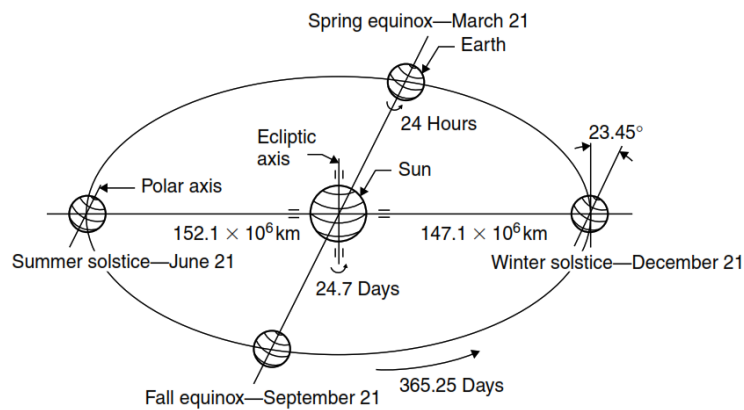
La energía solar proviene del sol que es un enorme reactor nuclear de forma esférica cuya radiación, es decir su radiación solar constituye principal fuente de energía para la tierra, sin ella la vida no podría existir; se considera que el sol radia continuamente una potencia de 3.8×10^{23} kW, de los cuales la tierra intercepta 1.7×10^{14} kW, la potencia de la energía que se intercepta la tierra es importante, porque la energía interceptada en un día representa 4 veces mayor que la energía de consumo mundial anual (Zarza Moya 2016, p. 3-4)

La radiación solar es la radiación electromagnética que emite el sol, su comportamiento se aproxima al cuerpo negro a 6000K, así el 99% de la radiación emitida entre 0.15 y 4 micras de longitud de onda; el flujo de la radiación que llega a la superficie horizontal depende de diferentes factores: Latitud, época de año, momento de día y estado de la atmósfera, es decir la geometría solar. (Pallante y Morales, 2015, p. 23)

Debido a la atmósfera la radiación solar global se distingue en una fracción directa y difusa; la radiación directa se refiere a la radiación que llega a la superficie horizontal de la tierra si ninguna dispersión por parte de la atmósfera y la radiación difusa hace referencia a la radiación que es dispersada por la atmósfera (Pallante y Morales, 2015, p. 24)

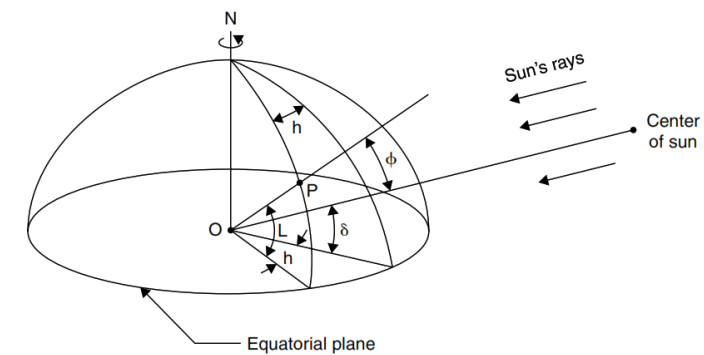
Al mismo tiempo la geometría solar hace referencia a los ángulos que se origina a través del movimiento de rotación y traslación de la tierra y que depende de latitud y Longitud de la ubicación (Kalogirou, 2014, p. 52)

Figura 1. Movimiento de la tierra.



Descripción de movimiento de rotación y traslación de la tierra Fuente: (Kalogirou 2014,p. 53)

Figura 2. Ángulos solares



Descripción de los ángulos solares (Kalogirou 2014,p. 54)

Los parámetros que intervienen cuando se estudia el posicionamiento del sol sobre la tierra en el horizonte(Pallante y Morales 2015, p. 26), son los siguientes: Latitud (Φ), que hace referencia a la posición angular del lugar en donde se encuentra en el plano en cuestión respecto del ecuador terrestre, es positivo en

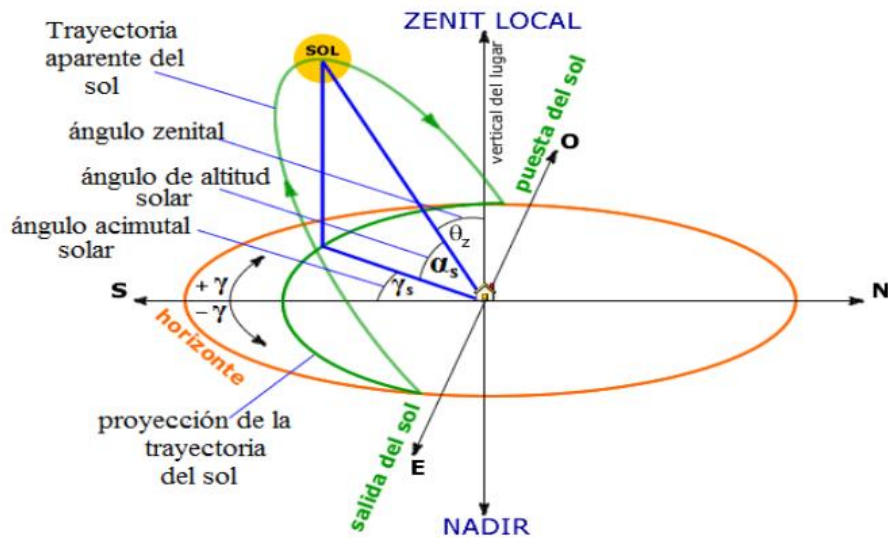
el hemisferio norte y negativo en el hemisferio sur $-90^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$ (López - Universidad de Piura, 2011, p. 21); Longitud(λ), es la distancia angular mediada sobre el plano del ecuador entre el meridiano correspondiente y el meridiano de origen (meridiano de Greenwich 0°), los puntos ubicados al este se considera valor positivo (+) y al oeste de valor negativo (-) (Pallante y Morales 2015, p. 26), Declinación (δ) es el ángulo que se forma de la distancia del sol y el plano ecuatorial de la tierra, que cambia cada vez que la tierra recorre su órbita, es nulo en los equinoccios y alcanza un máximo de a proximidad $\pm 23.5^\circ$ en los solsticios. Si bien δ varía en forma instantánea, en un día el cambio es menor de 0,5, de modo que se puede asumir que δ permanece constante durante periodo de 24 horas y depende solamente del ordinal-día.(Kalogirou 2014,p. 54)

El ángulo Horario Es el desplazamiento angular del sol al este o al oeste del meridiano local, debido a la rotación de la tierra a la velocidad angular de 15° por hora (360° en 24 horas). Negativo por la mañana y positivo por la tarde(Ciencias et al. 2018, p. 35)

Ángulo de altitud solar (α_s): Es el ángulo entre los rayos del sol y un plano horizontal, Está relacionado con el ángulo Cenital solar θ_z que es el ángulo entre los rayos del sol y la vertical. (Ciencias et al. 2018, p. 36)

Ángulo azimut solar γ_z : Es el ángulo de los rayos del sol medidos en el plano horizontal desde el sur para el hemisferio norte o hacia el norte para el hemisferio sur, hacia el oeste se designa (+) y para este (-) (Olschewski 2013) (Camarena Rojas y Lozano Vilcarano, 2016, p. 77).

Figura 3. Representación gráfica $\gamma_z, \alpha, \theta_z$



La interacción de los ángulos cenital, altitud solar y acimutal solar (López, 2011, p. 36)

Ángulo de incidencia (θ) y cenital θ_z : Es el ángulo que se forma entre el vector solar y el vector normal de una superficie; de un plano horizontal, el ángulo de incidencia θ , y el ángulo cenital θ_z , son los mismos, y para hallar el ángulo de incidencia utilizamos los ángulos básicos que son $\delta, \omega, \phi, \beta, \gamma_z$ (López 2011, p. 20-21) y (Ciencias et al. 2018, p. 37)

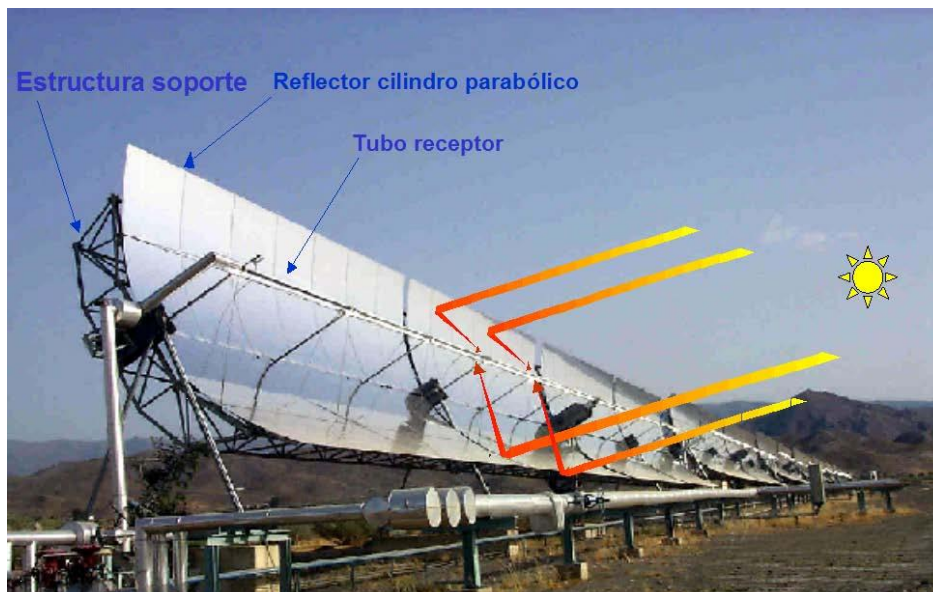
La destilación solar es una operación que permite purificar una solución, basándose en la separación del agua mediante evaporación y la condensación posterior de dicho vapor, reemplazando el uso de energía convencional por energía solar. Cuando en las condiciones predominantes el soluto no es volátil, la destilación se lleva a cabo evaporando el solvente en determinada región de la bandeja y condensando en otra región de la misma. Por tradición se llama destiladores a los dispositivos que permiten llevar a cabo la desalación (CHELVI, 2020, p. 32-33)

La primera vez que se utilizó la destilación solar fue en 1872 cuando un alambique en las Salinas en los desiertos del norte de Chile inició sus tres décadas de funcionamiento para proporcionar agua para animales utilizada en la minería de nitratos. Él todavía utilizó una cuenca negra poco profunda para sostener el agua salada y absorben la radiación solar; agua vaporizada de la

salmuera, condensada en la parte inferior de una cubierta transparente inclinada, corría hacia comederos y se recogía en tanques en el final del alambique. La mayoría de los alambiques contruidos y estudiados desde entonces se han basado en el mismo concepto, aunque muchas variaciones en geometría, materiales, métodos de construcción y se han empleado la operación. Esta sección se ocupa de estos alambiques tipo lavabo. (Deceased y Beckman, 2013, p. 640).

Los Concentradores cilíndricos Parabólico que en su sigla (CCP) está compuesta por un espejo cilindro parabólico que refleja la radiación directa del sol que es concentrado a un tubo absolvedor colocado en la línea focal de la parábola, con el fin de calentar el fluido que circula en el tubo absolvedor y así se obtiene la energía térmica de la radiación directa, ahora para explicar los elementos principales del CCP son: (Zarza Moya 2016,p. 5-7)

Figura 4. Concentrador Cilíndrico Parabólico



Principios de funcionamiento y componentes de CCP Fuente: (Zarza Moya 2016,p. 8)

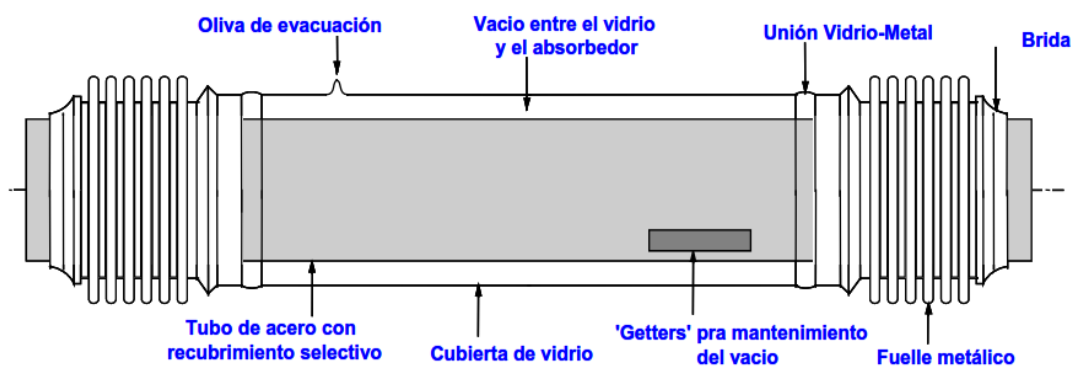
El reflector cilíndrico parabólico la función principal de este componente tal como se dice en el párrafo anterior es de reflejar la insolación normal directa (DNI) y

proyectar para el tubo absolvedor de forma concentrada que está situada en la línea focal. (Zarza Moya, 2016,p. 10)

Tubo receptor: es tubo absolvedor que es el elemento fundamental en los CCP, ya que del tubo absolvedor depende mucho con el rendimiento del CCP.

El tubo absolvedor por general es constituido por dos tubos un mecánico uno metálico que fluye el líquido de trabajo y otro de cristal que cubre el tubo metálico (Zarza Moya, 2016,p. 10)

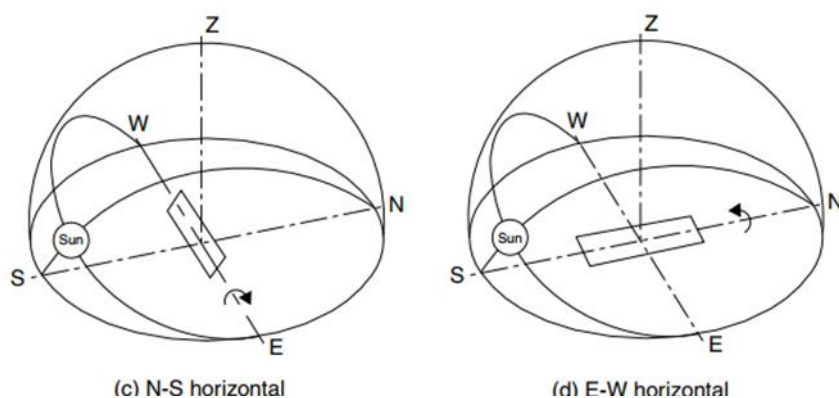
Figura 5. Tubo absolvedor



Tubo de vacío, que es el típico tubo
absorbedor de los CCP Fuente: (Zarza
Moya, 2016,p. 11)

El sistema de seguimiento es el factor que determina el rendimiento del CCP con la orientación y el seguimiento, ya que con ello se capta la mayor parte de radiación solar directa (DNI) según por su diverso grado de precisión y seguimiento, pueden clasificar por su movimiento y son: de un solo eje o dos ejes, los que son de un solo eje tiene gran variedad de seguimiento como Este-Oeste, Norte-Sur y Paralela al eje de la tierra, los de dos ejes se le dice full seguimiento (Kalogirou, 2014,p. 63)

Figura 6. Mecanismo de Seguimiento



Diferentes tipos de seguimiento de CCP

Fuente: Mecanismo de seguimiento de
concentradores solares(Kalogirou, 2014,p.
63)

Para los concentradores cilíndricos Parabólicos que no presenta sistema de seguimiento, el ángulo de incidencia θ , tiene que coincidir con el vector normal de la apertura del colector solar parabólico con el vector solar de la radiación directa al medio día de los equinoccios de verano e invierno (Díez , 2005, p. 79) Los Colectores solares que presenta sistema de seguimiento se utiliza diferentes tipos de mecanismo, eléctrico o Hidráulico que se mueve junto al sol, pero para en el caso de laboratorio no requiere tener un sistema sofisticado, y puede utilizar sistema de trasmisión simple de dos ruedas dentadas; para que se pueda coincidir manualmente el giro de las ruedas con el movimiento del sol, depende del Ángulo de incidencia θ .(Zarza Moya 2016, p. 12)

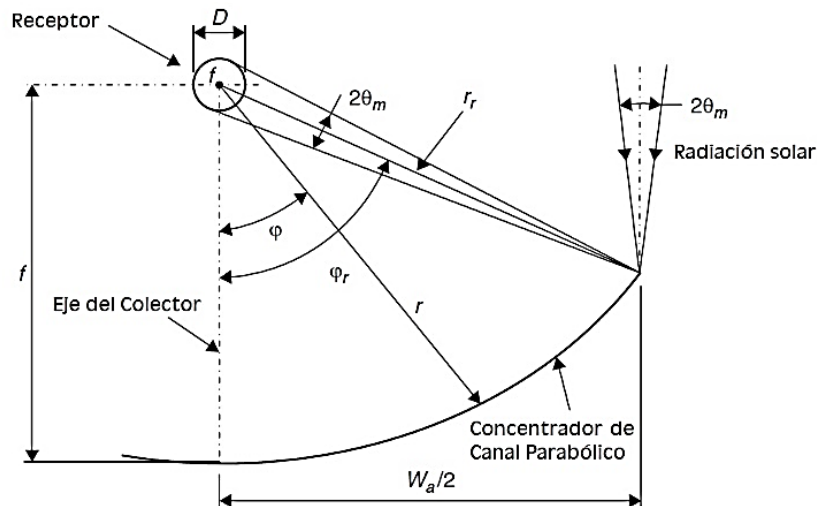
Para que coincida el seguimiento del sol con el ángulo de incidencia, la rueda dentada (corona) tiene que ser 4 veces mayor que la segunda rueda dentada (piñón). (Zarza Moya 2016, p. 12)

El siguiente factor es el diseño geométrico del sistema de concentración solar que se va a aplicar a la destilación solar es el sistema de concentración de cilindro parabólico (CCP), Los CCP son sistemas que convierte la energía solar en energía térmica que refleja los rayos solares en una lineal focal donde se

encuentra el receptor; consta de un espejo cilindro-parabólico que se encarga de reflejar la radiación solar directa, situado sobre la línea focal de la parábola, por donde circula un fluido receptor que transforma la radiación solar concentrada en energía térmica en forma de calor sensible de la mezcla a destilar, la concentración óptica o geométrica de la radiación solar propone a la superficie del tubo receptor sea mucho más pequeña que la apertura del captador, lo que reduce significativamente las pérdidas térmicas del concentrador, ya que esta no solo es en función de la temperatura media de trabajo del absorbedor, sino también de su superficie, siendo este el componente caliente del captador

Las variables geométricas que se requiere a bases de los ángulos de borde (φ_r) son: la longitud de arco (S), Diámetro del Receptor (D) Lado recto, (L_r), distancia focal (F), distancia de apertura, (W_a), distancia media de apertura (X_{max}), altura de la parábola (Y_{max}) y la concentración óptica o geométrica (C), hay especificar que estas variables se obtiene de las dimensiones (Anchos x Longitud) de la parábola que puede ser una plancha reflectante o vidrio y el receptor es del Diámetro y su longitud.(Mentado Islas et al. 2016, p. 70).

Figura 7. Partes del concentrador cilíndrico parabólico



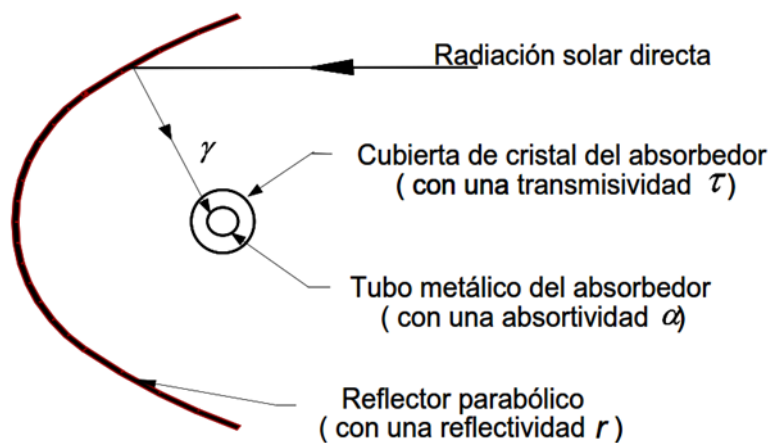
Fuente: Imagen que describe la sección transversal con los parámetros geométricos que participa en un ccp (Mentado Islas et al. 2016,70)

Considerando las medidas de la lámina que se da por la longitud de la curva de superficie y la longitud de largo de la plancha que se da como para determinar la altura focal y la abertura de la parábola utilizando las siguientes ecuaciones de diseño. (Mentado Islas et al. 2016,p. 70)

El lado recto (L_r) de la parábola, es la línea que se forma de la abertura de la parábola en el punto focal de la superficie reflectora (Mentado Islas et al. 2016, p. 80)

Eficiencia óptica η_o hace referencia los componentes del CCP no cumple su función perfectamente, es decir que el espejo reflector no refleja el cien por ciento ni la cubierta de cristal es cien por ciento transparente, ni que el tubo absolvedor asimila total de la radiación, como también la geometría sea perfecta, estas imperfecciones generan una perdida denla eficiencia del CCP, los parámetros que interviene en la perdida óptica son los siguientes (Zarza Moya 2016,p. 5-7)

Figura 8. Parámetros Ópticos del CCP



Parámetros que define la eficiencia Óptica

Fuente:(Zarza Moya 2016,p. 28)

La Reflexividad (ρ) son valores típicos de la reflexividad esta alrededor de 90%, diferentes materiales ya están definidos por la propiedad de sus materiales y disminuye progresivamente según aumenta la suciedad, a continuación, se indica una tabla de reflexividad de algunos materiales (Zarza Moya 2016,p. 29)

Tabla 1. Reflexividad

Reflexividad (p)	
Materiales	Reflexividad (p)
PVC blanco	0,8710
Al de alta reflectividad (verde)	0,8390
Al de alta reflectividad (rosado)	0,8530
Al de alta reflectividad (celeste)	0,8200
chapadur prepintado blanco	0,7410
chapa galvanizada	0,5880
chapa pintada de blanco nueva	0,5820
chapa pintada de blanco envejecida	0,6560
fibra de vidrio pintada de blanco	0,7090
espejo de vidrio de 2 mm	0,7950
espejo de vidrio de 3 mm	0,7540
espejo de vidrio de 4 mm	0,7120
acero inoxidable	0,5720
mylar (Cuba)	0,8330
papel de aluminio (Cuba)	0,7990

Reflexividad de algunos materiales ya definidas

Fuente:(Díez 2005,p. 29)

La Absorbida α_a es la cuantifica la radiación directa que es capaz de absorber la superficie selectiva que cubre el tubo metálico, su valor típico es de 90%-96%, a continuación, se indica en la tabla de absortividad:

Tabla 2. Absorbida

Absortividad (α)	
Materiales	Absortividad (α)
Acero inoxidable	0,52
pintura Negra	0,95
Pintura aceité plomo blanco	0,26
Pintura aceité crema clara	0,30
Pintura aceite verde claro	0,50
Pintura aluminio	0,55
Pintura aceite gris claro	0,75

Absorbida de algunos materiales ya definidas

Fuente:(Díez 2005, p. 29)

La Transmisividad (τ), es el porcentaje de la radiación solar es reflejada por la cubierta del tubo absorbedor, es decir que no atraviesa la radiación perfectamente, entonces la transmisividad se define como la razón entre la radiación que pasa a través de la cubierta y la radiación total incidente sobre ella.

Y por lo general está en un rango de 90 – 95 % (Zarza Moya 2016, p. 29)

Para describir el balance de materia y energía según los datos experimental que se obtiene, se usara las fórmulas de calor sensible y calor latente ya en que en el proceso se genera cambio de fases (Zarza Moya 2016, p.29)

En el balance de materia y energía, nos enfocamos en la distribución de la energía porque es el factor importante conocer su eficiencia calorífica del sistema de destilación solar por concentración, para ello primero se debe calcular el calor sensible (Q_s) donde depende de la, masa (m), calor específico (C_p) y la variación de temperatura (ΔT). (ÇENGEL 2007,p6,12,753)

Segundo se tiene calcular el calor latente (Q_l), porque se debe calcular la energía total que se trasmite al receptor y depende de la masa (m) del material como también de calor latente de vaporización (λ_x); una vez hallado la cantidad de

calor por calor sensible y calor latente se procede a hallar la cantidad total de calor (Q_t) que se concentra en el receptor.(Vargas León 2012,p11-12)

Tercero una vez ya obtenido la cantidad de calor que se trasmite al receptor se procede al cálculo de la razón de transferencia (\dot{Q}), que depende de la cantidad de calor total (Q_t) y del tiempo de exposición del concentrador (t) es decir el número de horas real que el receptor está expuesto al sol; este valor hace referencia a la duración del día(N_d). (ÇENGEL, 2007, p. 9)

Cuarto ya obtenido la razón de transferencia, el siguiente dato de interés es el flujo de calor (\dot{q}) que se define como la transferencia de calor por unidad del tiempo y por unidad de área, es decir la unidad de área en el sistema de destilación solar por concentración que se usa un sistema de concentración por colector cilíndrico parabólico hace referencia al área de apertura del reflector (A_{wa}) (ÇENGEL 2007,p10; Vargas León, 2012,p. 12)

Por último se calcula la eficiencia térmica (η_t) que define como el porcentaje del flujo de calor (\dot{q}) entre la radiación directa (DNI)

Para el balance de materia, el parámetro de interés es el volumen del efluente que ingresa al sistema de destilación solar por concentración y el volumen que abandona como el destilado.

Como también la concentración del (Cr^{+6}) que reside en el volumen inicial del efluente que ingresa al sistema como también del volumen del destilado que sale del sistema,

Es de interés saber que tan eficiente es el sistema en remover la concentración de (Cr^{+6}).y define como el porcentaje de la diferencia del de concentración inicial y final entre la concentración inicial (Rodríguez, 2006 pág. 6)

III. METODOLOGÍA

I.1. Tipo y diseño de investigación

I.1.1. Tipo de investigación

Es una investigación aplicada permite disponer de información y utilizar los conocimientos adquiridos y después realizarlos en la práctica que se base en la investigación (UNANM, 2018, p. 12). Esta situación sirve para resolver el problema tratado en la investigación y permite tomar nuevas direcciones frente a un problema(Ramirez et al. 2018, p. 6)

Se utiliza la investigación aplicada, puesto que con ella se quiere resolver el problema de la contaminación con Cr+6 presente en Río Seco – Arequipa, con ello se obtendrán resultados y respuestas del proceso de destilación de los efluentes de las curtiembres y con ello lograr una calidad de vida óptima en la zona y el cuidado del medio ambiente afectado.

I.1.2. Diseño de investigación

Es una investigación experimental, puesto que se presenta mediante el manejo de las variables experimentales no comprobadas con el fin de descubrir de qué modo o por qué causa se produce una situación o hecho en particular(Gallardo, 2017, p. 17) Se puede manipular una o más variables independientes, para analizar las consecuencias que tiene sobre las variables dependientes; realizar una acción y observar los resultados (Hernández de Sampieri, 2017, p. 129)

En la presente investigación se utiliza el diseño experimental, puesto que se pretende señalar la relación de las variables de un colector cilíndrico parabólico determinadas estadísticamente y cómo influye en la destilación para la reducción del agua residual con Cr⁺⁶ de ensayos de laboratorio, el procedimiento será de la siguiente forma como muestra el diagrama de flujo.

I.1.3. Investigación cuantitativa

Es aquella en la que se realiza un análisis y estudio de la realidad objetiva, mediante el establecimiento de mediciones y valoraciones numéricas que permiten recabar datos fiables, con el propósito de buscar explicaciones contrastadas y generalizadas, fundamentadas en el campo de la estadística. Para Zarzar en el año 2015 en su libro Métodos y pensamiento

crítico 1 expresa su propósito es estudiar los fenómenos mediante el desarrollo y empleo de modelos matemáticos, estadísticos o informáticos. (Neill y Cortez Suárez, 2019, p. 33-34).

El método cuantitativo “Usa una recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento” (Hernández, 2003, p. 6) (Yolanda García Calderón, 2019, p. 61)

En la presente investigación se utilizan los datos que se recaudan de cada destilación que se elabora con los efluentes del proceso de curtido con el fin de estudiar los resultados para probar su optimización.

I.1.4. Investigación transversal

“Los diseños de investigación transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (Hernández, 2003, p. 270).

En la presente investigación se considera una investigación transversal porque cuenta con un alcance temporal, en un momento dado como un día con alta concentración solar para la eficiencia del destilador solar y con ello poder realizar el proceso de destilación para tratar los efluentes del proceso de curtido que cuentan con Cromo +6.

I.2. Variables y operacionalización

Independiente

- Destilación por concentración solar

Dimensión

- Recurso solar según ubicación geográfica
- Tiempo de destilación solar
- Rendimiento de destilación solar

Dependiente

- La concentración de cr+6

Dimensión

- Contaminación del agua
- Sales de cromo disuelto

I.3. Población, muestra y muestreo

I.3.1. Población

La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”. Del mismo modo, se define a la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las entidades de la población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación. (Hernández de Sampieri, 2017, P. 174)

- Son 157 curtiembres en la zona de Río Seco (Cosavalente 2019,p.11)

I.3.2. Muestra

La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. (Hernández de Sampieri, 2017, P. 175)

- La muestra es proveniente de los efluentes del proceso de curtido de la curtiembre Piel Bello que en ella se encuentra la presencia del cromo VI proveniente del (baño de curtido, escurrido y reposo, recurtido y lavado final)

I.3.3. Muestreo

Es muestreo simple porque cada sujeto tiene una probabilidad igual de ser seleccionado para el estudio. Según Espinoza, S, 2016, p. 05. Garantiza que todos los individuos que componen la población tienen la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra (J. Morphol. 2017, p. 228)

- Se utiliza el muestreo simple, puesto que se toma la muestra en un lugar determinado (lavado final) de la curtiembre Piel Bello con ello, se pretende definir los parámetros del cromo VI en las descargas.

I.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

I.4.1. Técnicas

a. Técnicas de campo

Se cuenta con una técnica de recolección de datos en la zona del gran poder – Zamacola para la elaboración de la presente investigación, puesto que se plantea dar una solución a la contaminación presente en la zona para ello se utiliza un concentrador solar con el propósito del destilar según el recurso energético para realizar pruebas experimentales para ver la eficiencia en la remoción de cromo proveniente de los efluentes en el proceso de curtido. Juntamente se utiliza software soltrace, el cual sirve para simular sistemas ópticos usando la aplicación de concentración solar y analizar su rendimiento.

b. Técnicas de investigación científica

Se realiza seguimiento de la evaluación, Monitoreo de los parámetros en los efluentes al inicio y al final del proceso.

I.4.2. Instrumentos

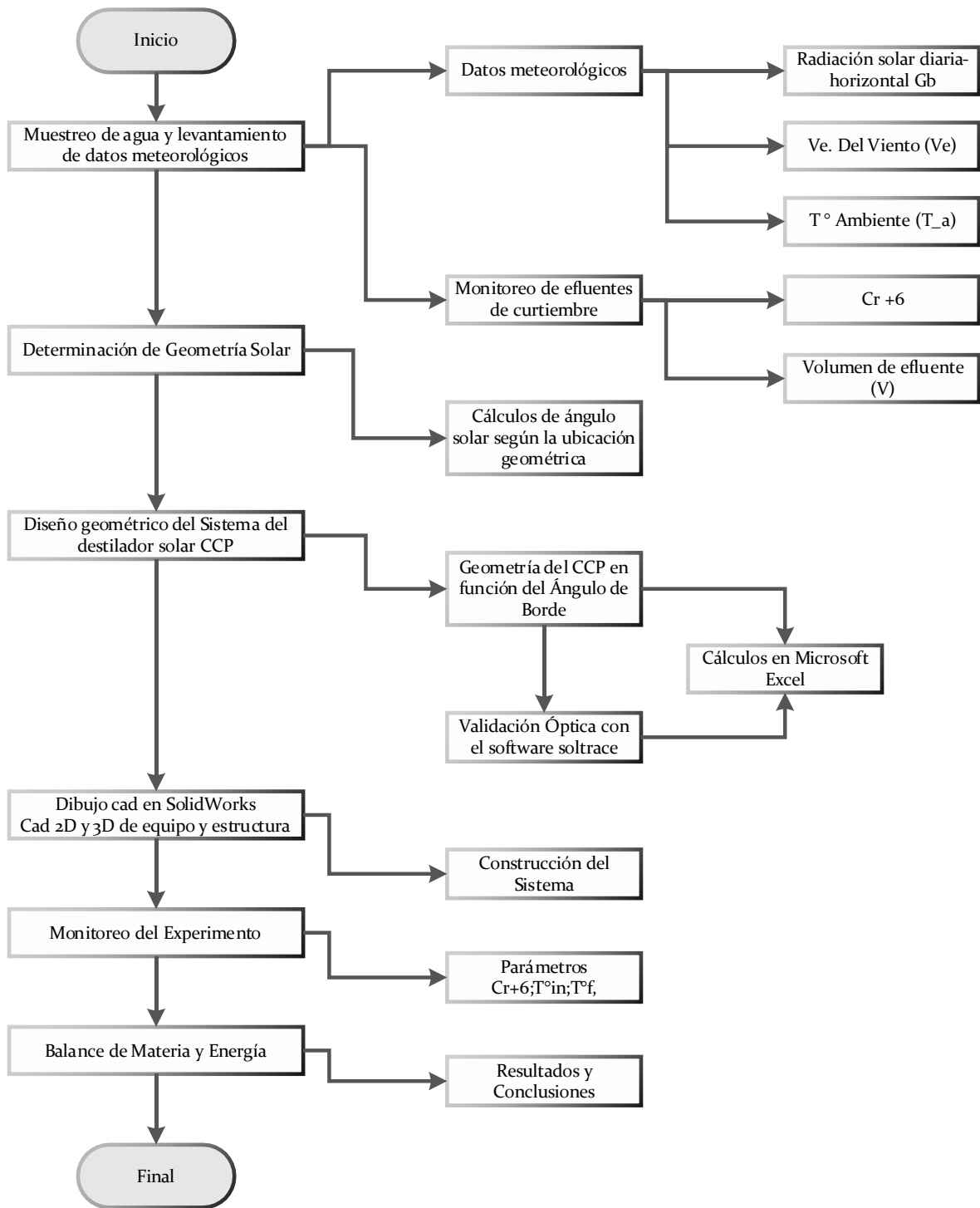
1. Instrumentos de campo

Los instrumentos que se utilizan para realizar la presente investigación; se utilizó Diarios de campo donde guardábamos nuestros aportes y datos recabados en la zona del gran poder, Cámara para tomar las fotos que den fe de la toma de muestra y de la elaboración de la investigación.

2. Instrumento de investigación científica

Se cuenta con la estructura diseñada (destilador) para la elaboración de la presente investigación y con los resultados de las muestras de las tres evaluaciones que fueron tratadas en el laboratorio LAS de la ciudad de Arequipa.

Figura 9. Diagrama de flujo de la investigación



I.5. Procedimientos.

Muestreo de agua y levantamiento de datos meteorológicos

Se inicia caracterizando el efluente que se vierte de las curtiembres que llega a las pozas de oxidación que se encuentra en río seco al costado centro poblado el señor del gran poder la caracterización se procede de acuerdo al protocolo nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales aprobado por la resolución N.º 010-2016-ANA, después de ser comparado con los Límites Máximos Permisibles (LMP) y Valores Referenciales para las actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre y papel. Del DS N.º 003-2002-PRODUCE y definir el volumen de agua a tratar, para esta investigación se va a determinar un volumen de 20 litros como referencia para el prototipo del sistema que se construye. Se procedió a la recolección de la muestra con la autorización los propietarios de la curtiembre Piel Bello, nos permitió acceder a sus instalaciones para la toma de la muestra como se muestra en el panel fotográfico Anexo 03

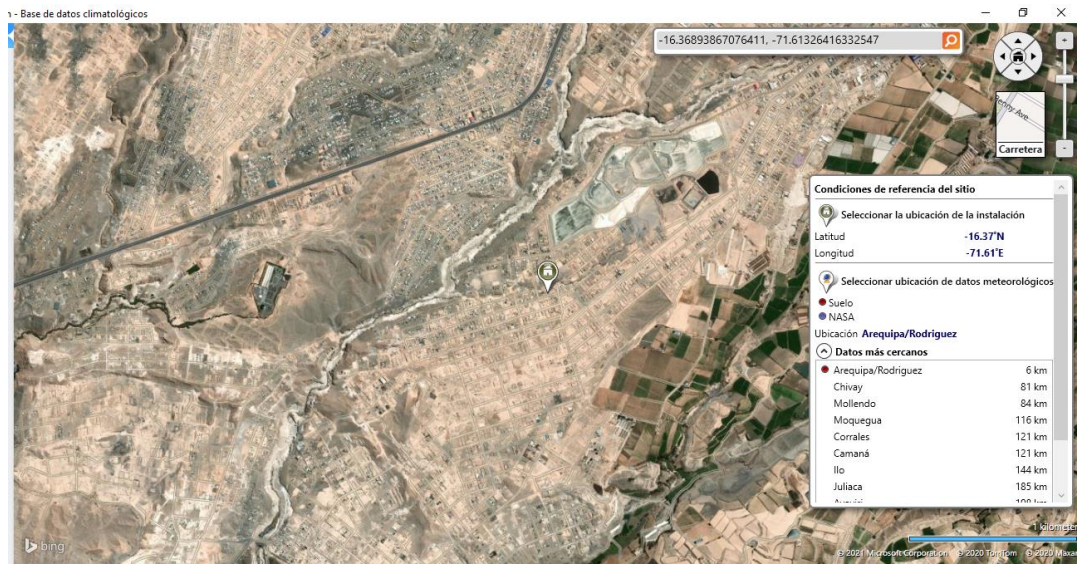
Después de la caracterización del agua se procede a recopilar datos satelitales de la radiación a través del software RETScreen; es un paquete de programas desarrollado por el Gobierno de Canadá de gestión de proyecto de energía renovable. Y se desarrolló en colaboración de instituciones gubernamentales y multilaterales como Centro de Investigación Langley de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), Asociación de energía renovable y eficiencia energética (REEEP), Operador Independiente del Sistema Eléctrico (IESO), Unidad de Energía del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU-Medio Ambiente) de la División de Tecnología, Industria y Economía (DTIE).

Figura 10. Interfaz de RETScreenEXPERT



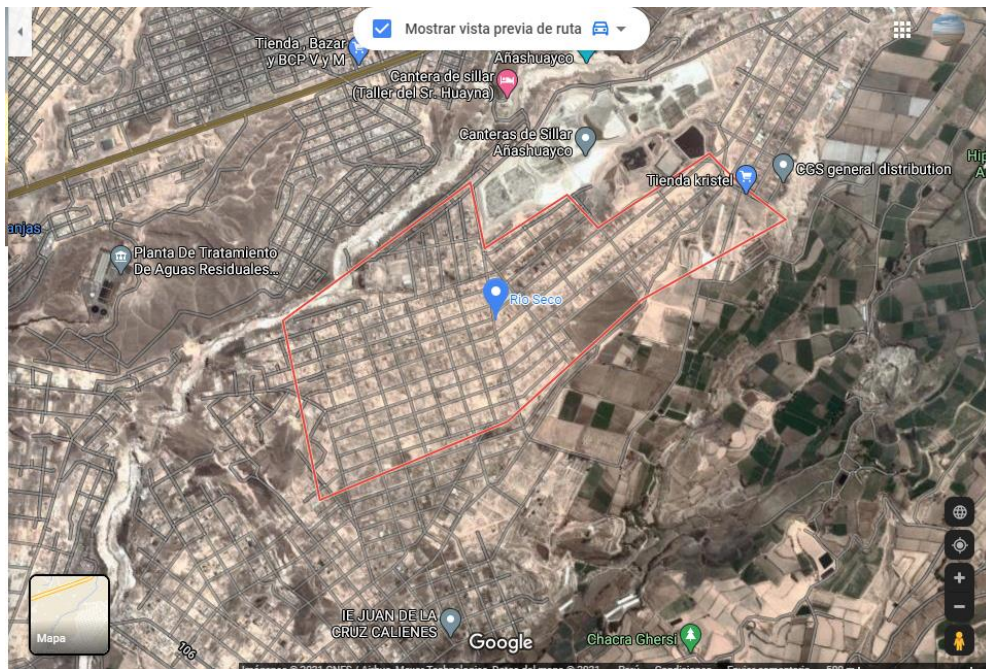
Para ello ingresamos las coordenadas geográficas, es la zona industria de Río Seco que corresponde las siguientes coordenadas UTM “N:8190115.99 E:22311.370 Zona 19S”

Figura 11. Coordenadas de la ubicación del proyecto en REETScreen



Fuente: REETScreen

Figura 12. Coordenadas de la ubicación del proyecto en Google maps



Fuente: Google Maps

Una vez ya ubicado automáticamente se carga los datos meteorológicos: Temperatura del aire o ambiente, Humedad relativa, Precipitación, Radiación solar diaria, Presión atmosférica, Velocidad del viento, Temperatura del suelo, Grados día de Calefacción, 18 °C y Grados días de refrigeración 10 °C, como se muestra en la siguiente figura.

Tabla 3. Datos meteorológicos según las coordenadas geográficas

Mes	Temperatura del aire °C	Humedad Relativa %	Precipitación mm	Radiación solar diaria - Horizontal K.W/m²/d	Presión atmosférica kPa	Velocidad del Viento m/s	Temperatura del suelo °C	Grados - días de Calefacción 18 °C	Grados días de refrigeración 10 °C
Enero	15.00	64.50	31.62	7.32	73.10	2.50	17.00	93.00	155.00
Febrero	15.10	68.30	35.00	6.34	73.10	2.50	16.70	81.00	143.00
Marzo	15.00	66.60	21.39	6.41	73.10	2.50	16.10	93.00	155.00
Abril	15.00	53.90	3.00	6.47	73.10	2.60	14.90	90.00	150.00
Mayo	14.40	36.90	0.62	5.85	73.10	3.20	12.60	112.00	136.00
Junio	13.90	29.40	0.90	5.45	73.20	3.70	11.10	123.00	117.00
Julio	13.80	29.00	0.93	5.73	73.20	3.70	10.90	130.00	118.00
Agosto	14.30	29.00	1.55	6.44	73.20	3.40	12.60	115.00	133.00
Setiem	14.70	32.40	1.50	7.31	73.10	3.30	14.20	99.00	141.00

bre									
Octubre	15.10	35.10	2.48	7.94	73.10	3.00	15.70	90.00	158.00
Noviembre	15.20	40.90	3.90	7.84	73.00	2.90	16.60	84.00	156.00
Diciembre	15.40	54.50	9.61	7.43	73.00	2.70	17.00	81.00	167.00

Fuente: Elaboración Propia en REETScreent

Los datos de interés son la radiación solar diaria (Gb)- diaria específicamente la radiación mínima, Velocidad del viento (Ve) máxima y Temperatura ambiente (T°amb) mínima, para el diseño que está especificado en la siguiente tabla:

Tabla 4. Datos Meteorológicos Representativos

	T°Amb (°C)	Gb	Ve
Anual	14.7	6.71	3
Max	15.4	7.94	3.7
Min	13.8	5.45	2.5

Fuente: Elaboración Propia

El prototipo se probó en un área urbana ubicada en la siguiente coordenada UTM "N:8180643.288 E:230728.690 Zona 190S, que cuenta con los datos meteorológicos descritos en la siguiente Tabla:

Tabla 5. Datos meteorológicos según las coordenadas geográficas del Prototipo

Mes	Temperatura del aire °C	Humedad Relativa %	Precipitación mm	Radiación solar diaria - Horizontal K.W/m²/d	Presión atmosférica kPa	Velocidad del Viento m/s	Temperatura del suelo °C	Grados - días de Calefacción 18 °C	Grados días de refrigeración 10 °C
Enero	15.00	64.50	31.62	7.32	73.10	2.50	17.00	93.00	155.00
Febrero	15.10	68.00	35.00	6.34	73.10	2.50	16.70	81.00	143.00
Marzo	15.00	66.60	21.93	6.41	73.10	2.50	16.10	93.00	155.00
Abril	15.00	53.90	3.00	6.47	73.10	2.60	14.90	90.00	150.00
Mayo	14.40	36.90	0.62	5.85	73.10	3.20	12.60	112.00	136.00
Junio	13.90	29.40	0.90	5.45	73.20	3.70	11.10	123.00	117.00
Julio	13.80	29.00	0.93	5.73	73.20	3.70	10.90	130.00	118.00

Agosto	14.30	29.00	1.55	6.44	73.20	3.40	12.60	115.00	133.00
Setiembre	14.70	32.40	1.50	7.31	73.10	3.30	14.20	99.00	141.00
Octubre	15.10	35.10	2.48	7.94	73.10	3.00	15.70	90.00	158.00
Noviembre	15.20	40.90	3.90	7.84	73.00	2.90	16.60	84.00	156.00
Diciembre	15.40	51.50	9.61	7.43	73.00	2.70	17.00	81.00	167.00

Fuente: Elaboración Propia en REETScreen

Igualmente se representa los datos representativos del lugar del experimento

Tabla 6. Datos Meteorológicos Representativos de punto de experimento

	T°Amb (°C)	Gb	Ve
Anual	14.74	6.71	3.00
Max	15.40	7.94	3.70
Min	13.80	5.45	2.50

Fuente: Elaboración Propia

Determinación geométrica solar

Para la determinación de la geometría solar se procede a seguir los siguientes pasos:

- Primero se tiene que definir el día Juliano en que se trabaja el sistema de destilación por concentración solar por ello siempre se escoge la fecha con menor radiación solar durante el año que es el solsticio de invierno que es el 21 de junio, por ello se convierte días julianos (N) con las siguientes fórmulas que está representada en la siguiente tabla

Tabla 7. Fórmulas de días julianos

Mes	Día Del Mes	Día Del Año
Enero	17	1
Febrero	16	31+i
Marzo	16	59+i
Abril	15	90+i

Mayo	15	120+i
Junio	11	151+i
Julio	17	181+i
Agosto	16	212+i
Setiembre	15	242+i
Octubre	15	273+i
Noviembre	14	304+i
Diciembre	10	334+i

Lista de fórmulas para poder calcular los días julianos según el mes

Fuente:(Kalogirou 2014.p.56)

- Segundo se procede a hacer una conversión de la ubicación geográfica a radianes, para la conversión se realiza automáticamente con la asistencia de software Microsoft Excel aplicando la fórmula=Radianes (Valor de las coordenadas geográficas) a continuación, se ingresa los valores de los datos meteorológicos para tener los datos iniciales para la el cálculo de la geometría solar, y está representada en la siguiente tabla.

Tabla 8. Parámetros Iniciales de la Geometría Solar

Geometría solar	
Mes	Junio
Día	20
Día Juliano	171
Latitud (Φ) °	-16.4394
Radianes (Φ)	-0.287
Longitud (λ)°	-71.5587
Radianes (λ)	-1.249
Radiación solar diaria- horizontal Gb KWh/m2/día Min	5.45
T° Ambiente (°C) Min	13.8
Velocidad del Viento (m/s) Max	3.7

Fuente: Elaboración Propia

Tercero se prosigue el cálculo los ángulos geométricos comenzando por la declinación solar con la siguiente fórmula

Fórmula 1. Declinación Spencer

$$\delta = 0.006918 - 0.399912\cos(B) + 0.070257\sin(B) - 0.006758\cos(2B) + 0.000907\sin(2B) - 0.002697\cos(3B) + 0.00148\sin(3B)$$

Donde δ está expresando en radianes y $B = 2\pi \frac{(n-1)}{365}$ de acuerdo con Spencer esta expresión tiene un error de $6 * 10^{-4}$ Rad (3' de arco)(Kalogirou 2014,p. 55)

La siguiente fórmula es para calcular es el ángulo horario que se calcula con la siguiente fórmula

Fórmula 2. Ángulo Horario

$$\omega = (LST - 12) * 15^\circ$$

LST, hace referencia a la hora local y se basa en el movimiento angular aparente del sol a través del cielo dependiendo del ω y varía a una tasa de fija de $\frac{\pi \text{ rad}}{12 \text{ hora}}$ o $15^\circ/\text{h}$. El momento en que el sol cruza el meridiano del observador es el mediodía local. Por lo general, no coincide con la hora de las 12:00 en un punto de la localidad. (Kalogirou 2014, p. 57).

Con el ángulo horario se puede obtener la duración del día de la localidad aplicando la siguiente Fórmula

Fórmula 3. Duración del día

$$Nd = (2/15^\circ) * \omega_s$$

También con el ángulo horario se puede obtener la hora que sale el sol y cuando se oculta aplicando la siguiente fórmula:

Fórmula 4. Hora Puesta y salida del sol

$$UTC = 12 \pm (\omega_s / 15^\circ)$$

Donde (-) representa cuando sale el sol y (+) cuando se oculta es decir el ocaso y hacer un horario para obtener la hora que sale el sol una vez obtenido se puede ver cuando inicia y termina el tiempo y a qué hora esta recibida radiación solar, pero para resumir el procedimiento procede a establecer periodo de funcionamiento de 6 hora partiendo des de las 9:00 a 15:00, el dato del periodo nos aporta base para el seguimiento solar ya obtenido el periodo de definición procedemos a calcular la radiación normal directa aplicando la siguiente fórmula:

Fórmula 5. Radiación en función a HPS

$$DNI = \frac{Gb}{Nd} * 1000$$

Donde la radiación solar diaria (Gb) y las horas que va a estar funcionando (Nd) el sistema, expresada por unidad de área por una superficie que siempre se mantiene perpendicular y expresado en W/m²:(NASA 2019); y expresando los resultados de los primeros cálculos en las siguientes Tablas

Tabla 9. Parámetros Iniciales de la Geometría Solar

Geometría solar			
Mes	Junio	Constante Γ	2.926
Día	20	Declinación Solar δ rad	0.410
Dia_Julino	171	Ángulo Horario salida del sol ω s rad	1.442
Latitud (Φ) °	-16.4394	Duración del día (Nd)	6.00
Radianes (Φ)	-0.287		05:59:50
Longitud (λ)°	-71.5587	DNI W/m	494.68
Radianes (λ)	-1.249	UTC_(h_o)	7
Radiación solar diaria- horizontal Gb KWh/m ² /día Min	5.45		07:00:00
T° Ambiente (°C) Min	13.8	UTC_(h f)	17
Velocidad del Viento (m/s) Max	3.7		17:00:00

Fuente: Elaboración propia

Otro factor del colector cilíndrico Parabólico es el mecanismo de seguimiento y orientación lo más preciso al movimiento aparente del sol para ello que tiene que coincidir el vector unitario normal \vec{n} a la superficie de abertura y el vector unitario solar \vec{s} , conforme a un plano que coincida con el plano focal que a su vez sea plano de simetría del concentrador y que por lo tanto contenga al receptor (Díez 2005, p. 80), para el cálculo del ángulo de incidencia (θ) o cenital θ_z , se requiere la latitud (Φ) del lugar, declinación (δ) y ángulo horario (ω), para una hora dada (Moya 2016, p. 43-44)

Para el ángulo de incidencia se calcula según el mecanismo de seguimiento y orientación de Este - Oeste, se calcula con las siguientes fórmulas:

Fórmula 6. Ángulo de incidencia giro del colector sobre un eje horizontal con un solo, ajuste diario (Este-Oeste)

$$\theta = \text{Acos}(\text{seno}\delta * \text{seno}\lambda + \text{cos}\delta * \text{cos}\lambda * \text{cos}\omega)$$

Tabla 10. Geometría solar ángulos de seguimientos por día experimentación

Geometría solar Ángulos de seguimientos						
Fecha	Hora UTC		δ rad	ω rad	Cos θ rad E- O_D	Grados °
09 / Febrero	07:00:00	7.00	- 0.260	-1.309	1.253	71.780
	08:00:00	8.00	- 0.260	-1.047	1.005	57.574
	09:00:00	9.00	- 0.260	-0.785	0.755	43.267
	10:00:00	10.00	- 0.260	-0.524	0.504	28.901
	11:00:00	11.00	- 0.260	-0.262	0.253	14.522
	12:00:00	12.00	- 0.260	0.000	0.027	1.547
	13:00:00	13.00	- 0.260	0.262	0.253	14.522
	14:00:00	14.00	- 0.260	0.524	0.504	28.901
	15:00:00	15.00	- 0.260	0.785	0.755	43.267
	16:00:00	16.00	- 0.260	1.047	1.005	57.574
	17:00:00	17.00	- 0.260	1.309	1.253	71.780

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Geometría solar ángulos de seguimientos por día experimentación

Geometría solar Ángulos de seguimientos						
Fecha	Hora UTC		δ rad	ω rad	Cos θ rad E- O_D	Grados °
10 / Febrero	07:00:00	7.00	- 0.250	-1.309	1.255	71.908
	08:00:00	8.00	- 0.250	-1.047	1.007	57.678
	09:00:00	9.00	- 0.250	-0.785	0.757	43.353
	10:00:00	10.00	- 0.250	-0.524	0.506	28.977
	11:00:00	11.00	- 0.250	-0.262	0.255	14.613
	12:00:00	12.00	- 0.250	0.000	0.037	2.120
	13:00:00	13.00	- 0.250	0.262	0.255	14.613
	14:00:00	14.00	- 0.250	0.524	0.506	28.977
	15:00:00	15.00	- 0.250	0.785	0.757	43.353
	16:00:00	16.00	- 0.250	1.047	1.007	57.678
	17:00:00	17.00	- 0.250	1.309	1.255	71.908

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Geometría solar ángulos de seguimientos por día experimentación

Geometría solar Ángulos de seguimientos						
Fecha	Hora UTC		δ rad	ω rad	Cos θ rad E- O_D	Grados °
12 / Febrero	07:00:00	7.00	- 0.240	-1.309	1.257	72.037
	08:00:00	8.00	- 0.240	-1.047	1.009	57.785
	09:00:00	9.00	- 0.240	-0.785	0.758	43.445
	10:00:00	10.00	- 0.240	-0.524	0.507	29.063
	11:00:00	11.00	- 0.240	-0.262	0.257	14.726
	12:00:00	12.00	- 0.240	0.000	0.047	2.693
	13:00:00	13.00	- 0.240	0.262	0.257	14.726
	14:00:00	14.00	- 0.240	0.524	0.507	29.063
	15:00:00	15.00	- 0.240	0.785	0.758	43.445
	16:00:00	16.00	- 0.240	1.047	1.009	57.785
	17:00:00	17.00	- 0.240	1.309	1.257	72.037

Fuente: Elaboración propia

Diseño Geométrico y eficiencia Óptico

Después de calcular la geometría solar de la zona de investigación se procede al cálculo geométrico del sistema, primero comenzamos con el colector cilíndrico parabólico (CCP). El CCP está conformado por dos partes principales que son el reflector y el tubo absorbedor por donde pasa un flujo donde se concentra la radiación, el diseño de los colectores solares se basa en dos variables principales que son el ángulo de borde (φ_r°) y la distancia focal (F) es decir que puede diseñar en función de la "F" o " (φ_r°) " a base del área del reflector y del diámetro de los tubos absorbedor, también hay que agregar que el diseño industrial estándar de los colectores solares trabaja en función de $\varphi_r^\circ = 90^\circ$.

El diseño que realizamos se basa a diseño de investigación "diseño y simulación de un colector solar lineal de Fresnel para la producción de vapor en base a las condiciones climáticas de la ciudad de Quito" de (Alejandra y Benavides 2015, p. 56) porque se demostró que tiene una alta concentración, y es evitado la pérdida térmica, también en la investigación "Simulación de un Concentrador Solar de Canal Parabólico mediante el Software SolTrace" concluyeron que a menor a ángulo de borde tiene mayor Razón de concentración ($\varphi_r^\circ < C$), aclarado estos puntos se procedió al diseño con las siguientes base de un reflector de chapa de acero inoxidable de una dimensión de 1200 x 2440 mm y tres tubos de 1' in, a base de esas dimensiones se prosiguió a calcular la geometría del receptor en función de ángulo de borde φ_r° con las siguientes fórmulas

Fórmula 7. Lado Recto (Lr)

$$Lr = \frac{2 * S}{(\sec \sec \left(\frac{\varphi_r}{2}\right) * \tan \tan \left(\frac{\varphi_r}{2}\right) + \ln(\sec \sec \left(\frac{\varphi_r}{2}\right) + \tan \tan \left(\frac{\varphi_r}{2}\right))}$$

Donde S representa la Longitud de curva del reflector y en función del ángulo del borde se obtiene el lado recto (Lr), después del cálculo del Lado recto se procede al cálculo de la distancia Focal (F) mediante la siguiente fórmula:

Fórmula 8. Distancia Focal (F)

$$F = \frac{Lr}{4}$$

Una vez hallada la distancia focal se puede calcular la apertura (Wa) que tiene el reflector mediante la siguiente fórmula:

Fórmula 9. Apertura (Wa)

$$Wa = 4 * F * \tan\left(\frac{\varphi_r}{2}\right)$$

Una vez calculado la apertura se procede calcular los límites de la parábola que se expresa en el plano cartesiano, para "X" y "Y" se calcula con las siguientes fórmulas:

Fórmula 10. Límite en X

$$X = \frac{Wa}{2}$$

Fórmula 11. Límite en Y

$$Y = \frac{X^2}{4 * F}$$

El resultado del perfil de diseño del colector cilíndrico parabólico se plasma en la siguiente tabla:

Tabla 13. Dimensiones geométricas de reflector

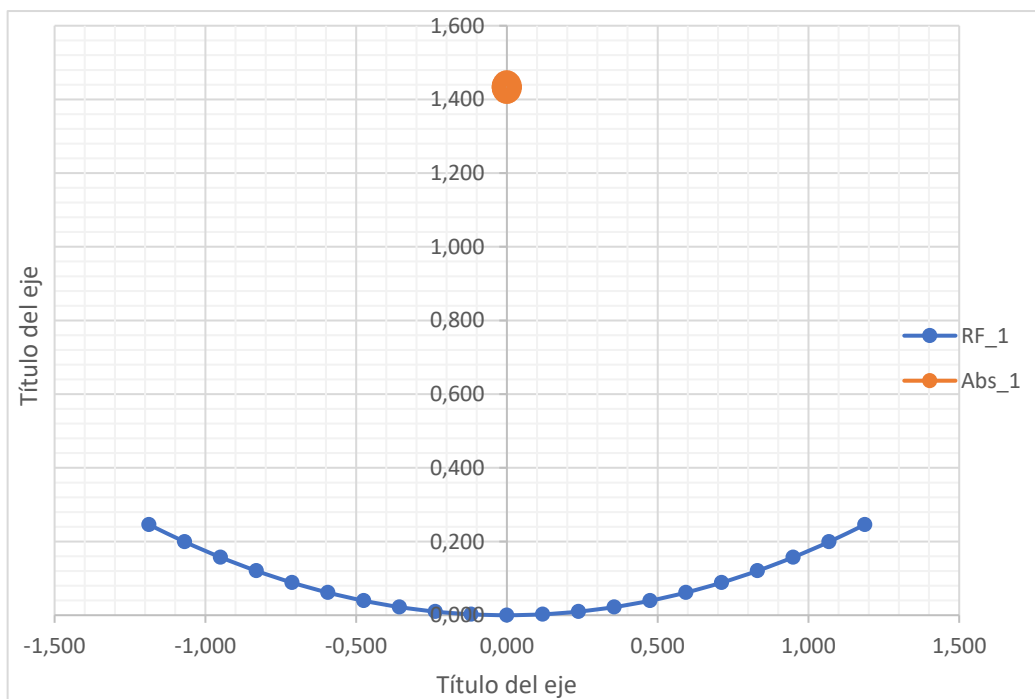
Nomenclatura	Valor
Ancho (S)(m)	2.44
Longitud (L)(m)	1.2
Ángulo de borde φ_r°	45
Ángulo de borde φ_r (radianes)	0.785
Lado Recto Lr(m)	5.731
Distancia Focal (F)(m)	1.433
Abertura (W) (m)	2.374
X (m)	1.187
Y (m)	0.246

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculado el perfil geométrico del reflector, ahora se procedió definir la geometría del absorbedor o receptor, para ello se establece el receptor está compuesto de tres tubos inox de 1 pulgada con espesor de 2 mm sé paradas que está cubierto por pintura negra y conectada entre sí por una manguera negra de 1 pulgada con un espesor 4 mm que está conectada entre los tubos inox.

El perfil de diseño se muestra en la siguiente figura que se dibujó en Excel

Figura 13. Perfil Geométrico del CCP

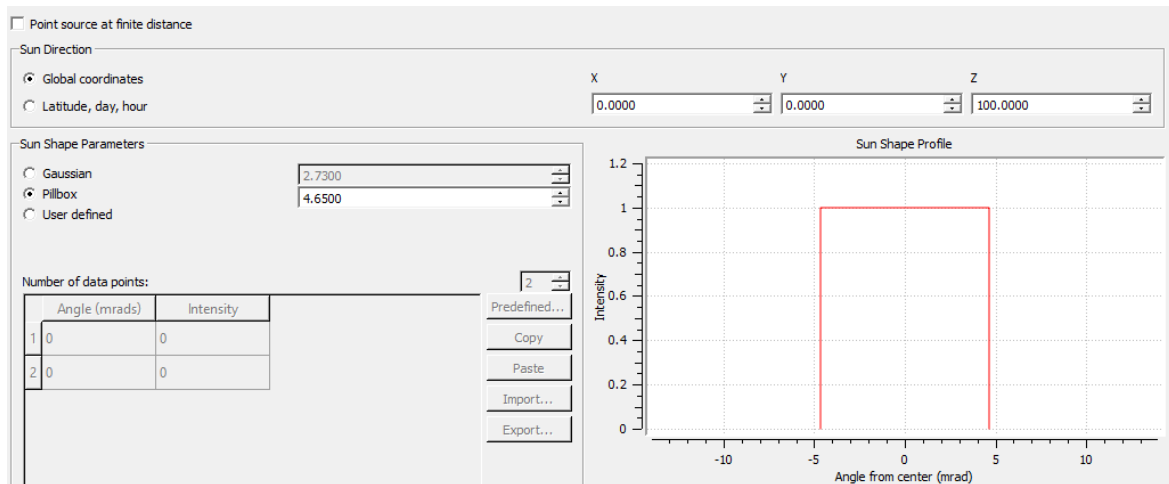


Fuente: Elaboración propia

Ya obtenido la geometría del colector cilíndrico parabólico se procedió al análisis de la eficiencia óptica a través del software soltrace, el presente software es una herramienta desarrollada por NERL (Laboratorio Nacional de energías renovables) para simular sistemas ópticos usando la aplicación de concentración solar y analizar su rendimiento (Mentado Islas et al. 2016; p. 8).

Primero especificamos los parámetros de forma de sol y se trabaja mediante coordenadas globales y se consideró el sol como un disco perfecto de brillo constante que visto desde la superficie de la Tierra proyecta un semiángulo de apertura angular de 4.65 mrad, tipo pillbox como lo muestra la siguiente figura (Mentado Islas et al. 2016; p. 9)

Figura 14. Parámetros de forma y posición del sol



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se consideró para el colector cilíndrico parabólico, el diseño de la superficie reflectora y receptora. En el software nos pide los parámetros de reflexibilidad y transmitancia, para el caso de estudio se consideró para el reflector parámetro de 0.572 de reflexividad y 1 de transmitancia, para el receptor 0 de reflexividad y ya transmitancia.

Con base de la tabla 8 se crea una etapa en el sistema de nombre CCP 45° en donde se ubicarán la superficie reflejante y el tubo absorbedor en un sistema de coordenadas. Las dimensiones se ingresaron en metros.

Para el reflector se consideró un elemento de abertura y superficie con las siguientes características en la figura

Figura 15. Parámetros del reflector en soltrance

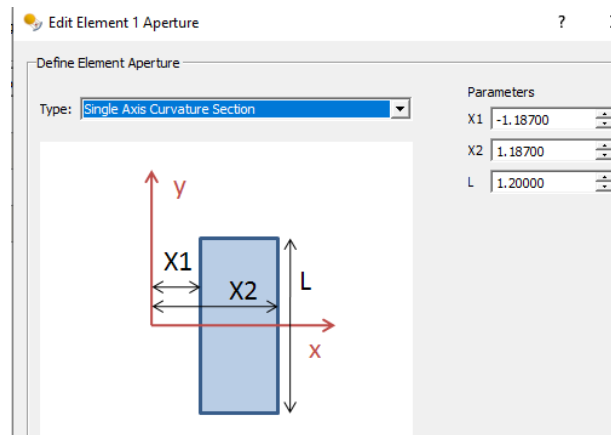
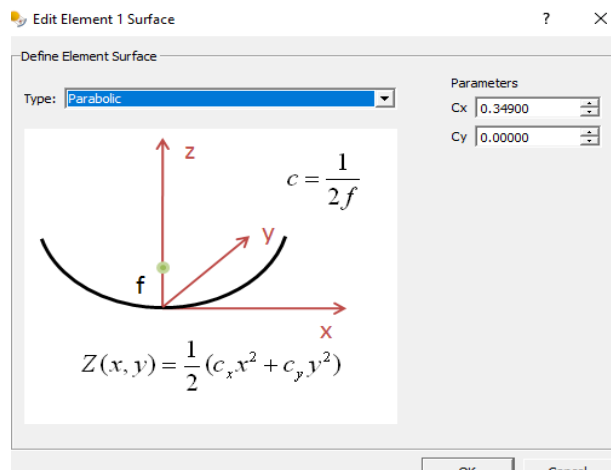


Figura 16. Parámetros del reflector en soltrance



Fuente: Elaboración propia

En la apertura escogemos el tipo de Sección de curvatura de un solo eje ya para sus parámetros X1 y X2 hace referencia a la apertura del reflector W_a y la longitud de la parábola (L) , X1 y X2 se obtiene al dividir por dos y para la superficie escogemos el tipo parabólico donde se coloca los parámetros Cx y Cy para el estudio tan solo requerimos el parámetro Cx que se obtiene al dividir el 1 entre el doble de la distancia focal (F), definida el reflector se procedió definir el receptor o absorbedor que se trabajó con un tubo inox de 1 pulgada y se plasma en la siguiente figura:

Figura 17. Parámetros del absorbedor en soltrance

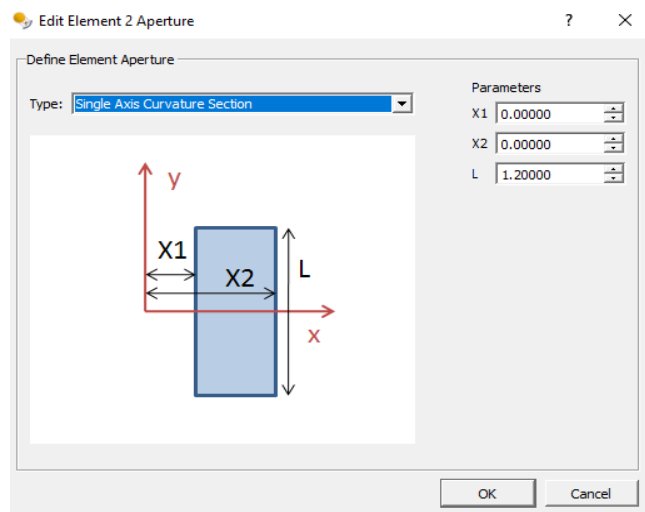
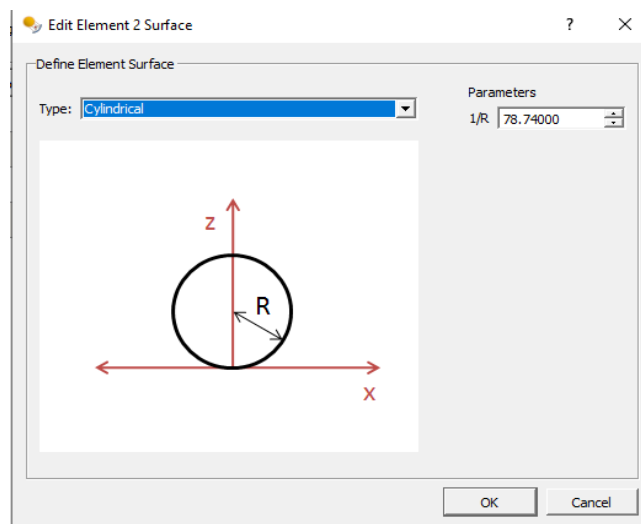


Figura 18. Parámetros del absorbedor en soltrance



Fuente: Elaboración propia

Para el receptor el procedimiento es el mismo tipo de superficie tan solo rellenado el dato de la longitud (L), para la superficie se escoge el tipo cilíndrico y parámetro se obtiene al dividir una unidad entre el radio del tubo receptor.

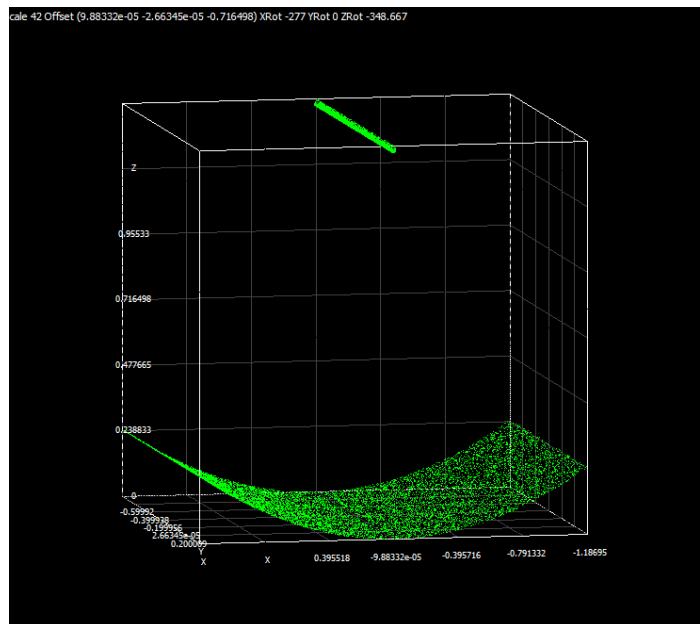
El siguiente paso es la etapa de trazado de radio para esta etapa se consideró la radiación obtenida que se plasmó en la tabla 6 que corresponde a 494.68 W/m^2 , un número deseado de intersecciones de

rayo de 1.000.000 y el número máximo de rayos generados de 100.000.000 para mayor precisión

La ventaja de SolTrace es que utiliza el método de Montecarlo para el trazado de rayos, el cual da resultados fiables cuando se utilizan rayos suficientes (Mentado Islas et al. 2016, p. 8)

Al iniciar el trazado se visualiza el modelo del colector cilíndrico parabólico, así como la ubicación preestablecida en un sistema coordenado. La etapa generada se compone por una superficie reflector y una superficie del absorbedor, que se plasma en la siguiente figura.

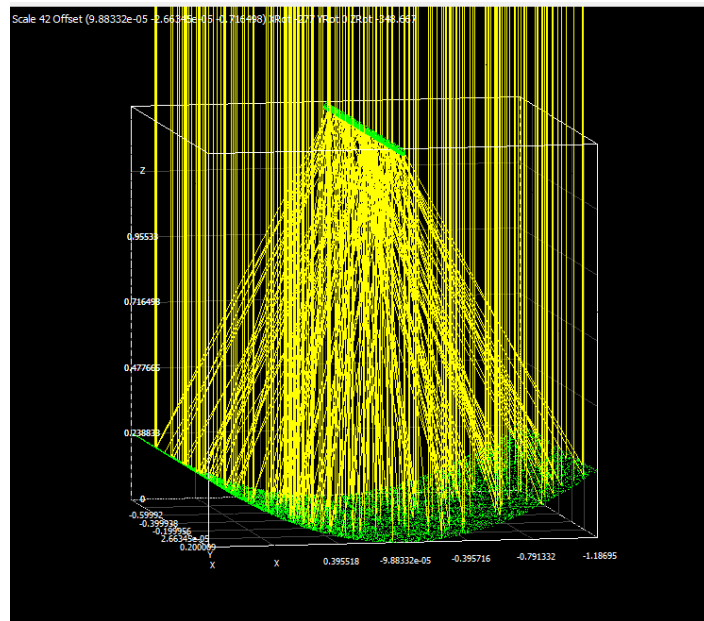
Figura 19. Modelo de CCP en Soltrace



Fuente: Elaboración propia

Del trazado de rayos se obtuvieron gráficas donde se visualiza el número de hits (rayos captados) que inciden tanto en la superficie del reflector como en el tubo absorbedor.

Figura 20. Trazado de rayos del CCP en Soltrace



Fuente: Elaboración propia

Para determinar la eficiencia óptica del concentrador se calcula con la siguiente fórmula:

Fórmula 12. Eficiencia óptica en soltrace

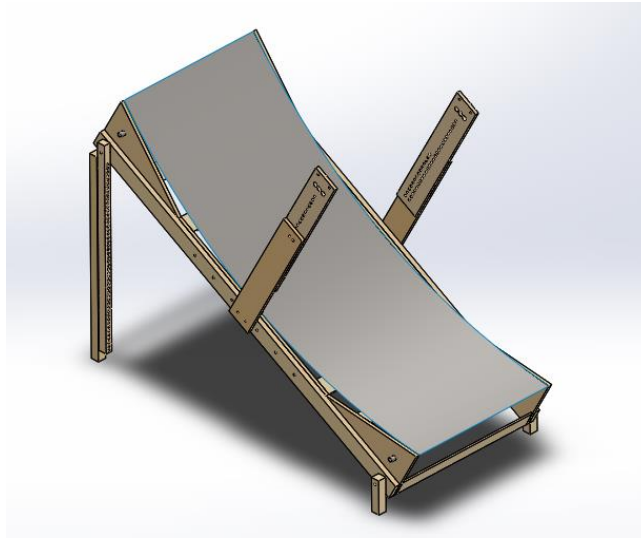
$$\eta_{Soltrace} = \left(\frac{N.^{\circ} \text{ de hits interceptado en el receptor}}{N^{\circ} \text{ de hits interceptado en el reflector}} \right) * 100$$

Se obtuvo una eficiencia de % 45.409.

Dibujo técnico asistido por computador CAD

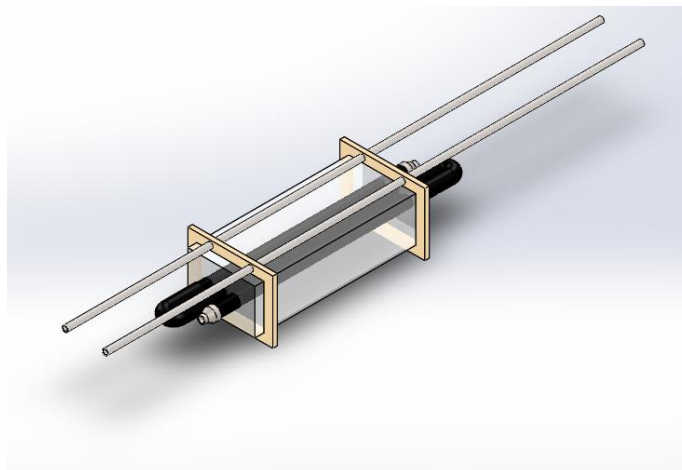
Una vez obteniendo las dimensiones del colector cilíndrico parabólico y se procedió al dibujo 3d de los sistemas, se utilizó el software solidworks 2020, representando en las siguientes figuras:

Figura 21. Colector cilíndrico parabólico



Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Receptor del Colector cilíndrico parabólico



Fuente: Elaboración propia

Construcción del Equipo y Monitoreo del Experimento

En la construcción se mandó a construir la estructura a un maestro carpintero según el plano que está visualizado en anexo 04, una vez entregado la estructura, una vez entregado la estructura se procedió primero en recortar la plancha inox a 0.9x1.2m para el ensamblaje del equipo las fotografías se adjuntan en el Anexo 03

Una vez hecho el recorte se procedió el ensamblaje de la estructura del colector solar parabólico, una vez ya ensamblado se procede a colocar el receptor en el sistema.

Ya ensamblado se procedió en colocar los sensores, para medir la temperatura por la resistencia, utilizando el multiparámetro, los sensores se colocó en el punto medio del tubo receptor y a la salida del tubo receptor.

El experimento se trabajó si flujo y se introdujo 400 ml de efluente para el tratamiento.

Los parámetros a monitorear son el volumen (V), concentración de cromo (Cr^{+6}) y la temperatura El monitoreo se realizó durante tres días, desde las 09:00 am hasta las 03:00 pm, levantado datos cada 10 minutos, los parámetros a controlar fue el parámetro de la temperatura como también el volumen obtenido y la concentración del cromo, el monitoreo se realizó con los siguientes instrumento en la siguiente tabla:

Tabla 14. Instrumento de monitoreo

Equipo	Marca
Multímetro PR-75C	PRASEK PRÉMIUM

Fuente: Elaboración propia

I.6. Método de Análisis de información

En el análisis de datos se aplicó una ecuación lineal de experimentos puro la cual está definido de la siguiente manera

Fórmula 13. Ecuación lineal del diseño experimental

$$A1 \rightarrow (T) \rightarrow X \rightarrow (T) \rightarrow A2$$

Donde:

- **A1:** Parámetros iniciales
- **T:** Efluente de Cromo +6
- **X:** Tratamiento por destilador solar CCP

- **A2:** Parámetros finales desde tratamiento de destilador sola

El tratamiento es directo, ya que el objetivo de la investigación es en ver la eficiencia de tratamiento de efluentes de cromo +6 con el sistema de destilación solar por colector cilíndrico Parabólico.

I.7. Aspecto ético

Los datos generados fueron verdaderos y se cumplió con rigurosidad los principios de ética en la originalidad de la investigación y de este documento final, respetando las fuentes mediante las citas y referencia bibliográficas. Los resultados obtenidos fueron sustentando mediante laboratorios que tiene respaldo del Instituto Nacional de Calidad (INACAL), junto con los certificados de calibración de los multiparámetros.

La presente investigación brinda beneficios en diferentes ámbitos como por ejemplo aporta a un desarrollo sostenible. Es decir que beneficia a los tres aspecto del desarrollo sostenible; en el aspecto ambiental es un beneficio por la reducción del Cromo (Cr^{+6}) en los efluentes que estando un impacto nocivo al ecosistema de la zona; en el aspecto social ayuda a que no se genere un conflicto socio ambiental por parte de las curtiembres a la población del gran poder (Rio seco) y en el aspecto económico al uso de energía alternativa como es la energía solar que es de abundancia en nuestra región da la alternativa de su uso y en consecuencia se produce una reducción en el costo energético al evitar fuentes fósiles por ende nuestra investigación brinda un beneficio viable para el tratamiento. de aguas contaminadas con cromo

IV. RESULTADOS

Los resultados del experimento se plasmaron en el siguiente balance de materia y energía, obtenidos del promedio de la base datos levantadas en el experimento durante tres días (Anexo 5), aplicando la fórmula lineal del diseño experimental, para los resultados en función de la normativa LMP referente a las actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre y papel.

Se utilizó fórmulas del calor sensible (Q_s), Calor latente (Q_l), la razón de transferencia de calor (\dot{Q}), flujo de calor del sistema de destilación solar por concentración como: la eficiencia de remoción (η_r) y la eficiencia térmica (η_t) y las propiedades térmicas se basó en (ÇENGEL 2007;p843,853) como: calor específico C_p y calor latente de evaporación λ_x :

Fórmula 14. Calor sensible (QS)

$$Q_s = m * c_p * \Delta T^{\circ}C$$

Fórmula 15. Calor Latente (QS)

$$Q_l = m * \lambda_x$$

Fórmula 16. Razón de transferencia de calor (\dot{Q})

$$\dot{Q} = Q/\Delta t$$

Fórmula 17. Flujo de calor (\dot{q})

$$\dot{q} = \dot{Q}/A$$

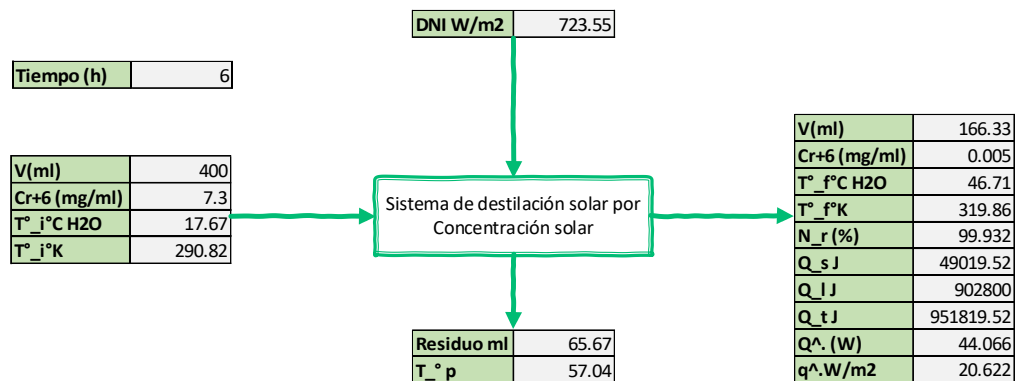
Fórmula 18. Eficiencia térmica (η_t)

$$\eta_t = \frac{\dot{q}}{DNI} * 100$$

Fórmula 19. Eficiencia de remoción (η_r)

$$\eta_r = \frac{S_o - S_f}{S_o} * 100$$

Figura 23. Balance de materia y energía del Sistema de estalación solar por concentración



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el esquema de balance de materia, los datos obtenidos de los parámetros son: Volumen final (Vf), Temperatura inicial del agua del receptor (T_i°C), Temperatura fina del agua del receptor (T_f°C), Temperatura del agua en el punto medio del receptor (T_p°C); estos datos fueron claves para hallar los valores del calor sensible (Q_s), calor latente (Q_l), calor total (Q_t), los parámetros de calor se está expresado en Juls, y la razón de transferencia de calor (Q[^]) en wats como su flujo de calor en wats/m².

En la siguiente tabla se obtuvieron los resultados de la transferencia calor del sistema:

Tabla 15. BmyE

Balance de MyE del sistema DCCP		
V(ml)	166.33	166.33
Cr+6 (mg/ml)	0.005	0.01
T°_f°C H2O	46.71	46.71
T°_f°K	319.86	319.86
N_r (%)	99.93	99.93
Q_s J	49019.52	49019.52
Q_l J	902800.0	902800.0
	0	0
Q_t J	951819.5	951819.5
	2	2
Q^.(W)	44.07	44.07
q^.W/m2	20.62	20.62

Del mismo modo, se considera que la temperatura de condensación es de 15°C., como se observa en la tabla 13

El sistema de destilación solar por concentración lo utilizamos durante tres días donde se obtuvo una muestra por día, misma que fue analizada dentro de las 24 horas cumpliendo con el protocolo de monitoreo de aguas (RJ N°010-2016-ANA), lo cual nos dio un resultado de <0.005 mg/L de concentración de cromo (Cr+6) de una concentración inicial de 7.3 mg/L con lo cual nos da una eficiencia de remoción del 99 % de la concentración de cromo (Cr+6) respondiendo nuestra hipótesis general, puesto que se obtuvo un resultado menor a los LMPs de curtiembre (DS N° 003-2002-PRODUCE)

Se comprobó que recurso solar según en la ubicación geográfica es un punto fundamental para la elaboración de esta investigación puesto que tenemos una radiación solar (Gb) de 6.71 KWh/m2/día anual en base a los

resultados obtenidos de la (NASA), respondiendo a la primera hipótesis específica que si influye en la remoción.

Se comprobó que el tiempo no influye directamente en la remoción de cromo en los efluentes de curtiembre por el volumen promedio obtenido de 166.33 ml de un volumen inicial de 400 ml, respondiendo a la segunda hipótesis específica.

En la siguiente investigación se demostró el rendimiento nuestro destilador solar por concentración en función a la remoción de cromo (Cr+6), respondiendo a la tercera hipótesis específica.

V. DISCUSIONES

En nuestra investigación se contrasto los resultados obtenidos como: eficiencia de remoción del cromo proveniente de los efluentes de curtiembres de la región de Arequipa – Zamacola (Rio seco).

De acuerdo a los objetivos en la presente investigación se realiza las siguientes discusiones con la investigación de (Vallejo Blancas y Martínez García)

1. El recurso solar usado en la tesis elaborada por (Vallejo Blancas y Martínez García) fue de 5 KWh/m²/día y en nuestra investigación utilizamos 6.71 KWh/m²/día, siendo la diferencia entre ambas investigaciones el valor energético de 1.71 KWh/m²/día lo cual genera una varianza en los resultados, en la tesis de vallejo blancas su resultado final de cromo si cumple sus límites para el alcantarillado utilizando la destilación por concentración sola con un rango mayor a nuestros resultados.
2. De acuerdo a los cálculos de la investigación de (Vallejo Blancas y Martínez García) utilizaron un tiempo de 12 horas, y nuestra investigación lo realizamos en 6 horas lo cual conlleva a que nuestra investigación se realizo en la mita del tiempo logrando cumplir con resultado por debajo de los parámetros.
3. El rendimiento de remoción la investigación (Vallejo Blancas y Martínez García) es de 99.912% y de nuestra investigación es de 99.932% calculado segun (Young, James C) así mismo teniendo en cuenta que nuestro sistema de tratamiento logro el resultado óptimo para la reducción de la contaminación del cromo en la zona mencionada

De acuerdo a los objetivos en la presente investigación se realiza las siguientes discusiones con la investigación de Erich Saettone Olschewsk,(Saettone 2019,p5):

1. El recurso solar usado en la tesis elaborada por Erich Saettone Olschewsk,(Saettone 2019,p5) fue de 3.78 KWh/m²/día y en nuestra investigación utilizamos 6.71 KWh/m²/día, siendo la diferencia entre ambas investigaciones el valor energético de 2.93 KWh/m²/día lo cual

genera una varianza en los resultados, en la tesis de Erich Saettone Olschewsk su resultado final; cumple su meta trazada no obstante en esa investigación se trató agua.

2. De acuerdo a los cálculos de la investigación de Erich Saettone Olschewsk utilizaron un tiempo de 12 horas, y nuestra investigación lo realizamos en 6 horas lo cual conlleva a que nuestra investigación se realizó en la mitad del tiempo logrando cumplir con resultado por debajo de los parámetros en ambas investigaciones.
3. El rendimiento de remoción la Erich Saettone Olschewsk es de 99.895% aclarando que el parámetro tratado es agua salina, lo que nos interesa de la investigación es referente a la configuración geométrica de destilador solar por concentración porque utiliza la misma configuración y difiere en el diseño de nuestro sistema, donde rendimiento es 99.932%.

De acuerdo a las discusiones ya expuestas se observa que nuestra investigación se realizó en una zona geográfica con una tasa de energía solar alta y esto conlleva a lograr nuestros objetivos y se diferencia a las investigaciones mencionadas; nuestro sistema de destilación solar logro su objetivo en un tiempo menor para la remoción del cromo, donde se aprovechó el recurso solar presente en Arequipa y se logró un rendimiento óptimo de 99.932% para la remoción del (Cr^{+6}) de los efluentes de curtiembres en Arequipa en el distrito de Cerro Colorado (Rio seco).

VI. CONCLUSIONES

1. El sistema de destilación por concentración solar elaborado en la presente investigación logro la remoción del Cr^{+6} de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco, teniendo como resultado <0.005 mg/l de una concentración inicial de 7.30 mg/L, cumpliendo los LMP del DS-003-2002-PRODUCE.
2. En la zona de Arequipa se comprobó que el recurso solar influye en la remoción del Cr^{+6} teniendo un promedio anual de 6.71 KWh/m²/día lo cual apporto a obtener un resultado de concentración de <0.005 mg/L alcanzado el objetivo esperado.
3. El tiempo es un factor que no influye en la cantidad de remoción del cromo, pero si en el volumen obtenido siendo la cantidad de 166.33 ml de una concentración inicial de 400 ml con un residuo de 65.53 ml no tratada.
4. De acuerdo a los resultados obtenidos se comprobó el óptimo redimiendo de nuestro sistema de tratamiento de destilación solar por concentración puesto que se removió el 99% de la concentración.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para obtener un mayor volumen de agua tratada se requiere un sistema a mayor escala, configurar el diseño según el ángulo de borde y materiales de reflexión
2. Establecer un seguimiento solar automático en base de modelamiento matemático (programación) o instalar un sensor fotosensible.
3. Establecer una estación meteorológica para obtener datos reales a la zona donde se va a realizar el proyecto (motivos para realizar una simulación del proyecto y obtener un margen de error mínimo y ahorrar costos en experimentación)
4. Nosotros recomendamos el uso de la destilación solar puesto que se usa una matriz energética renovable por ende no recurre a la utilización de la energía eléctrica que es producida a través de fuentes fósiles y se comprobó su eficiencia en la remoción de (Cr^{+6}) en los efluentes de curtimbres de Zamacola (Rio seco) lo cual conllevo a brindar una solución alterna para la reducción de la contaminación presente de la zona y mejorar la calidad de vida de la población aledaña.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- CAMARENA ROJAS, M.R. y LOZANO VILCARANO, M.Á., 2016. DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO DE INCLINACIÓN ÓPTIMO DE UN PANEL FOTOVOLTAICO EN EL VALLE DEL MANTARO. *UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ* [en línea], Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3747/Camarena-Rojas-Lozano-Vilcarano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- ÇENGEL, Y.A., 2007. *TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA Un enfoque práctico*. S.l.: s.n. ISBN 978-970-10-6173-2.
- CIENCIAS, F. De, CALDERÓN, A., DÁMARIS, S., REBAZA, V. y CARLOS, J., 2018. MODELAMIENTO, SIMULACIÓN Y CONTROL COMPARATIVO DE UN PANEL SOLAR CON AUTOPOSICIONAMIENTO PARA LA EMPRESA AYNÍ SAC - TRUJILLO. *Lexus*, vol. 4, no. None, pp. 37.
- COSAVALENTE, F.I., 2019. *Perú: Situación actual del sector cuero y calzado* [en línea]. 4 edición. Lma: s.n. Disponible en: <https://citeccal.itp.gob.pe/wp-content/uploads/2019/12/IV-CONGRESO-NACIONAL-DE-CUERO-Y-CALZADO-Actualidad-del-sector-SNI.pdf>.
- COSAVALENTE F, I., 2019. "Perú: Situación actual del sector cuero y calzado". [en línea], Disponible en: <https://citeccal.itp.gob.pe/wp-content/uploads/2019/12/IV-CONGRESO-NACIONAL-DE-CUERO-Y-CALZADO-SITUACION-ACTUAL-DEL-SECTOR-CUERO-Y-CALZADO-BCRP-Trujillo.pdf>.
- DECEASED, J.A.D. y BECKMAN, W.A., 2013. *Solar Engineering of Thermal Processes Solar Engineering*. S.l.: s.n. ISBN 9780470873663.
- DÍEZ, P.F., 2005. Iv.- colectores de concentración de media temperatura. . S.l.: s.n., pp. 69-98.
- GALLARDO, E., 2017. Metodología de la Investigación. Manual Autoformativo Interactivo I. *Universidad Continental*, vol. 1, pp. 98.
- KALOGIROU, S.A., 2014. *Solar Energy Engineering Processes and Systems*. S.l.: s.n.

- LAZO, E., 2017. Evaluación de la contaminación ambiental generada por efluentes industriales en el proceso productivo de una curtiembre de mediana capacidad del parque industrial de Rio Seco, Arequipa. *Universidad Nacional de San Agustín* [en línea], Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2413>.
- LÓPEZ, C.A.E., 2011. *DISEÑO DE UN COLECTOR CILINDRO PARABÓLICO COMPUESTO CON APLICACIÓN PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA*. S.l.: s.n.
- LUQUE SILVA, M. del C., 2019. Propuesta De Un Plan De Manejo De Residuos Solidos Organicos Mediante La Valorizacion De « Pelos Y Descarne» En La Curtiembre Global S.a.C., Rio Seco-Arequipa 2019. [en línea], Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/287059727.pdf>.
- MENTADO ISLAS, D., ELIZALDE CARRIZO, S., JIMÉNEZ ISLAS, D. y AZUARA JIMÉNEZ, J., 2016. Simulación de un Concentrador Solar de Canal Parabólico mediante el Software SolTrace. *Revista de Prototipos Tecnológicos* [en línea], vol. 2, no. 6, pp. 68-75. Disponible en: http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Prototipos_Tecnologicos/vol2num6/Revista_de_Prototipos_Tecnologicos_V2_N6_8.pdf.
- NEILL, D.A. y CORTEZ SUÁREZ, L., 2019. *Procesos de la investigacion cientifica*. S.l.: s.n. ISBN 9788578110796.
- OEFA, 2017. Informe N°086-2017-Oefa/De-Sdlb-Ceame. , pp. 950.
- OFICINA DE EVALUACIÓN DE PELIGROS DE SALUD AMBIENTALES, 2016. Efectos del Cromo Hexavalente Sobre la Salud. [en línea], pp. 2. Disponible en: <https://oehha.ca.gov/media/downloads/faqs/sphexchromiumairfact111616.pdf>.
- OLSCHEWSKI, E.S., 2013. *DESALACIÓN DE AGUA MARINA: NUEVAS ALTERNATIVAS UTILIZANDO CONCENTRADORES SOLARES*. S.l.: s.n.
- OSINERGMIN, 2017. *La Industria de la Energia renovable en el Peru*. S.l.: s.n. ISBN 9788578110796.

- PALLANTE, C. y MORALES, J., 2015. Implementación de destiladores solares para la recuperación de agua desde piscinas de evaporación de ENAEX planta río Loa. [en línea], pp. 160. Disponible en: http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-0000/UCD0005_01.pdf.
- PILCO NÚÑEZ, A., TINOCO ANGELES, F., MAMANI PICHIHUA, P., YALLICO ACOSTA, G. y UNMSM, 2018. Remoción de cromo de efluentes de la industria curtiembre mediante electrodiálisis. *Industrial Data* [en línea], vol. 21, no. 1, pp. 27. ISSN 1560-9146. DOI 10.15381/idata.v21i1.14908. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/14908/13019>.
- RAMIREZ, J., CASTILLO, H.B., BENAVIDES, F.J.C., PERALTA, C.Y.I., BERRIOS, N.J.R., LANUZA, F.I., MONCADA, H., NAVARRO, Z.M., MOLINA, P.M., FLORES, Z.Y., NAVARRO, H.S.J. y ALFARO, M.J., 2018. Metodología de la Investigación e Investigación Aplicada para Ciencias Económicas y Administrativas. *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, FAREM Estelí* [en línea], pp. 1-89. Disponible en: <https://jalfaroman.files.wordpress.com/2019/03/dosier-metodologia-e-investigacion-aplicada-2018.pdf>.
- SAETTONE, E., 2019. *Concentrando energía solar para el tratamiento de agua*. S.l.: s.n.
- VARGAS LEÓN, L., 2012. *Diseño y construcción de un destilador solar*. Primera ed. S.l.: s.n.
- ZARZA MOYA, E., 2016. *Modulo: Electricidad Termosolar Captadores Cilindroparabólicos Índice*. S.l.: s.n.

ANEXOS

ANEXO 01 CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

LABORATORIOS ANALÍTICOS DEL SUR E.I.R.L.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Parque Industrial Río Seco Mz. C Lote 1, distrito de Cerro Colorado, provincia de Arequipa y departamento de Arequipa

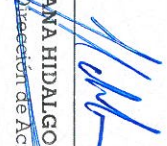

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-17F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 30 de diciembre de 2017

Fecha de Vencimiento: 29 de diciembre de 2021



JUANA HIDALGO MARTÍNEZ
Directora, Dirección de Acreditación, INACAL

Cédula N° : 0651-2017-INACAL/DA
Contrato N° : 049-2017/INACAL-DA
Registro N° : LE-050

Fecha de emisión: 24 de enero de 2017

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)



Calibration Certificate

Product Code:
UT300S

Description:
Personnel Tester

Serial Number:

- Threshold settings prior to calibration:

This is a new calibration there are no previous calibration values.

- Calibration of this instrument is hereby certified to be within the published specification as shown below:

Function	Input Adjust	Reading Range
℃	20.0	17.3 ~ 22.7
℃	28.0	26.2 ~ 29.8
℃	35.0	33.2 ~ 36.8
℃	75.0	72.3 ~ 77.7
℃	125.0	121.7 ~ 128.3
℃	300.0	291.9 ~ 308.1
℃	350.0	340.6 ~ 359.4

- The instrument is calibrated against standards traceable to CE standards.

- Details of reference equipment used:

Calibration FLUKE: 9133 Serial Number: B34436

- Certificate of reference equipment:

Issue Date: _____ Certificate Number: RGW201800656

Equipment Control Number: _____ Date: _____

PDD/T/9133/004

21 AUG 2018

Signed: _____



Name: *Beata Yin*
Title: Quality Supervisor

PRASEK[®] PREMIUM

Calibration Certificate

Product Code:
PR-75C

Description:
Personnel Tester

Serial Number:

- Threshold settings prior to calibration:

This is a new calibration there are no previous calibration values.

- Calibration of this instrument is hereby certified to be within the published specification as shown below:

Function	Adjust to below value	Reading Range
DCV	Function at 1900mV	range: 1892~1908mV
ACV	Function at 190V	range: 187.5~192.5V
DCA	Function at 10.00A	range: 9.80~10.20A
OHM	Function at 190Ω	range: 188.4~191.6Ω
TEMP	Function at 1000°C	range: 976~1024°C
	Function at 1832°F	range: 1798°F~1866°F

- The instrument is calibrated against standards traceable to CE standards.

- Details of reference equipment used:

Calibration FLUKE 5520A

Serial Number: 8965014

- Certificate of reference equipment:

Issue Date:

Certificate Number: J201706146029-0002

Equipment Control Number:

Date:

Signed:

CTS/T/5520A/004

16/Sep/17

Name: *Beata Yin*
Title: Quality Supervisor

ANEXO 02 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N°LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00034

Fecha de emisión: 10/02/2021

Página 1 de 3

Clave generada : 4643345B

Señores : WINDER YOSHIRO PACHECO GONZALES
 Dirección : URB AMAUTA L-7 AREQUIPA
 Atención : WINDER YOSHIRO PACHECO GONZALES
 Proyecto : SISTEMA DE DESTILACION SOLAR

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : WINDER YOSHIRO PACHECO GONZALES
 Registro de muestreo : 027-21
 Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 1/02/2021
 Fecha de ensayo : 1/02/2021
 Nro de muestras : 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG21000063	CROMO PIEL VELO	Agua Residual - Agua Residual Industrial	RIO SECO Mz G Lt 12A CERRO COLORADO AREQUIPA	8190115.985 / 22311.370 ZONA 19S	2/01/2021	9:40

(c) : datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Condiciones de recepción de la muestra
Cooler refrigerado

Observación

Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a<Valor numérico"=Limite de detección del método, "b<Valor Numérico"=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Validar el informe
vía Web



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N°LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00034


Fecha de emisión: 10/02/2021

Página 2 de 3

Clave generada : 4643345B

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUIMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	827
		Cr VI mg/L
AG21000063	CROMO PIEL VELO	7,30


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a<Valor numérico">=Límite de detección del método, "b<Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N°LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00034

Fecha de emisión: 10/02/2021

Página 3 de 3

Clave generada : 4643345B

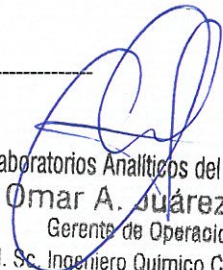
METODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango
827	Cromo VI en agua: SMEWW - APHA - AWWA- WEF 3500-Cr-6, Part B, 22nd Ed. Colorimetric Method. (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO).	[^b 0.005 - 0.6] mg/L

^a : Límite detección

^b : Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----


 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a<Valor numérico">=Límite de detección del método, "b<Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050

Laboratorios Analíticos del Sur



Registro N°LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00048

Fecha de emisión: 18/02/2021

Página 1 de 3

Clave generada : B4EEB7

Señores : WINDER YOSHIRO PACHECO GONZALES ZENaida ANAHUA APAZA
Dirección : URB AMAUTA L-7 AREQUIPA
Atención : ZENaida ANAHUA APAZA
Proyecto : DESTILACION SOLAR CCP

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : WINDER YOSHIRO PACHECO GONZALES ZENaida ANAHUA APAZA Fecha de recepción : 12/02/2021
Registro de muestreo : 039-21 Fecha de ensayo : 12/02/2021
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente Nro de muestras : 3

Cod. Interno L.A.S	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG21000090	CROMO PIEL VELO - D1	Agua de Proceso - Agua Purificada	Urb. AMAUTA L-7 / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA / AREQUIPA	8180643.288 ; 230728.690 ZONA 19S	09/02/2021	15:00
AG21000091	CROMO PIEL VELO - D2	Agua de Proceso - Agua Purificada	Urb. AMAUTA L-7 / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA / AREQUIPA	8180643.288 ; 230728.690 ZONA 19S	10/02/2021	15:00
AG21000092	CROMO PIEL VELO - D3	Agua de Proceso - Agua Purificada	Urb. AMAUTA L-7 / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA / AREQUIPA	8180643.288 ; 230728.690 ZONA 19S	12/02/2021	15:00

(c) : datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Condiciones de recepción de la muestra
Cooler refrigerado

Observación

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N°LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00048

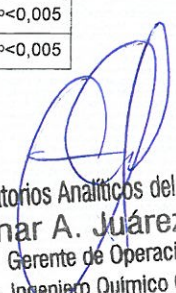
Fecha de emisión: 18/02/2021

Página 2 de 3

Clave generada : B4EEB7

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUIMICO

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	827
		Cr VI mg/L
AG21000090	CROMO PIEL VELO - D1	b<0,005
AG21000091	CROMO PIEL VELO - D2	b<0,005
AG21000092	CROMO PIEL VELO - D3	b<0,005


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N°LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00048

Fecha de emisión: 18/02/2021

Página 3 de 3

Clave generada : B4EEB7

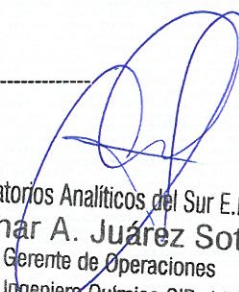
METODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango
827	Cromo VI en agua: SMEWW - APHA - AWWA- WEF 3500-Cr-6, Part B, 22nd Ed. Colorimetric Method. (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO).	[^b 0.005 - 0.6] mg/L

^a : Límite detección

^b : Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----


 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"^a<Valor numérico">=Límite de detección del método, "^b<Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



ANEXO 03 PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 01. Ingreso a la curtiembre



Fotografía 02. Toma de muestra para el primer análisis



Fotografía 03. Recolección del agua para el tratamiento



Fotografía 04. Recolección de las muestras



Fotografía 05. Recolección del agua para el tratamiento



Fotografía 06. Ingreso de la primera muestra al laboratorio



Fotografía 07. Recorte de plancha



Fotografía 08. Ensamblaje del CCP



Fotografía 09. Ensamblaje del CCP



Fotografía 10. Ensamblaje del CCP



Fotografía 11. Ensamblaje del CCP



Fotografía 12. Funcionamiento del Destilador solar CCP

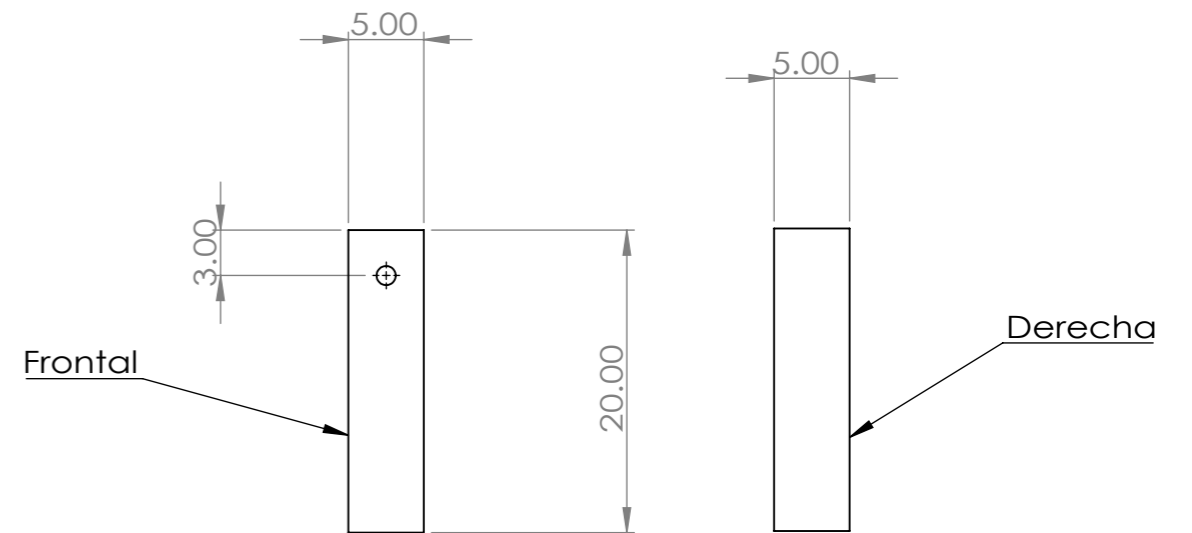
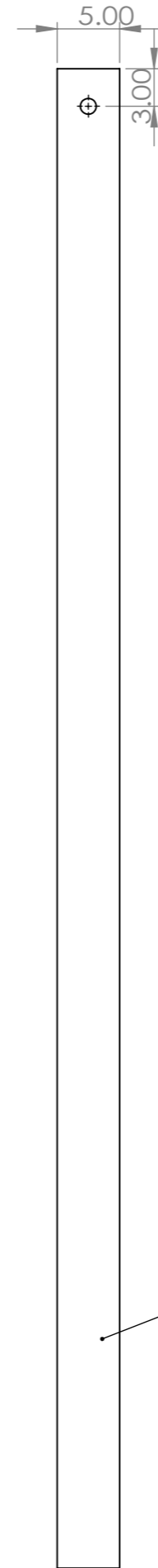
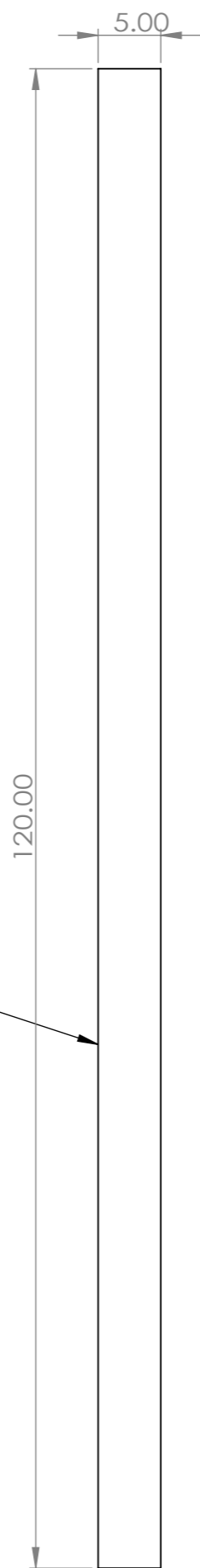
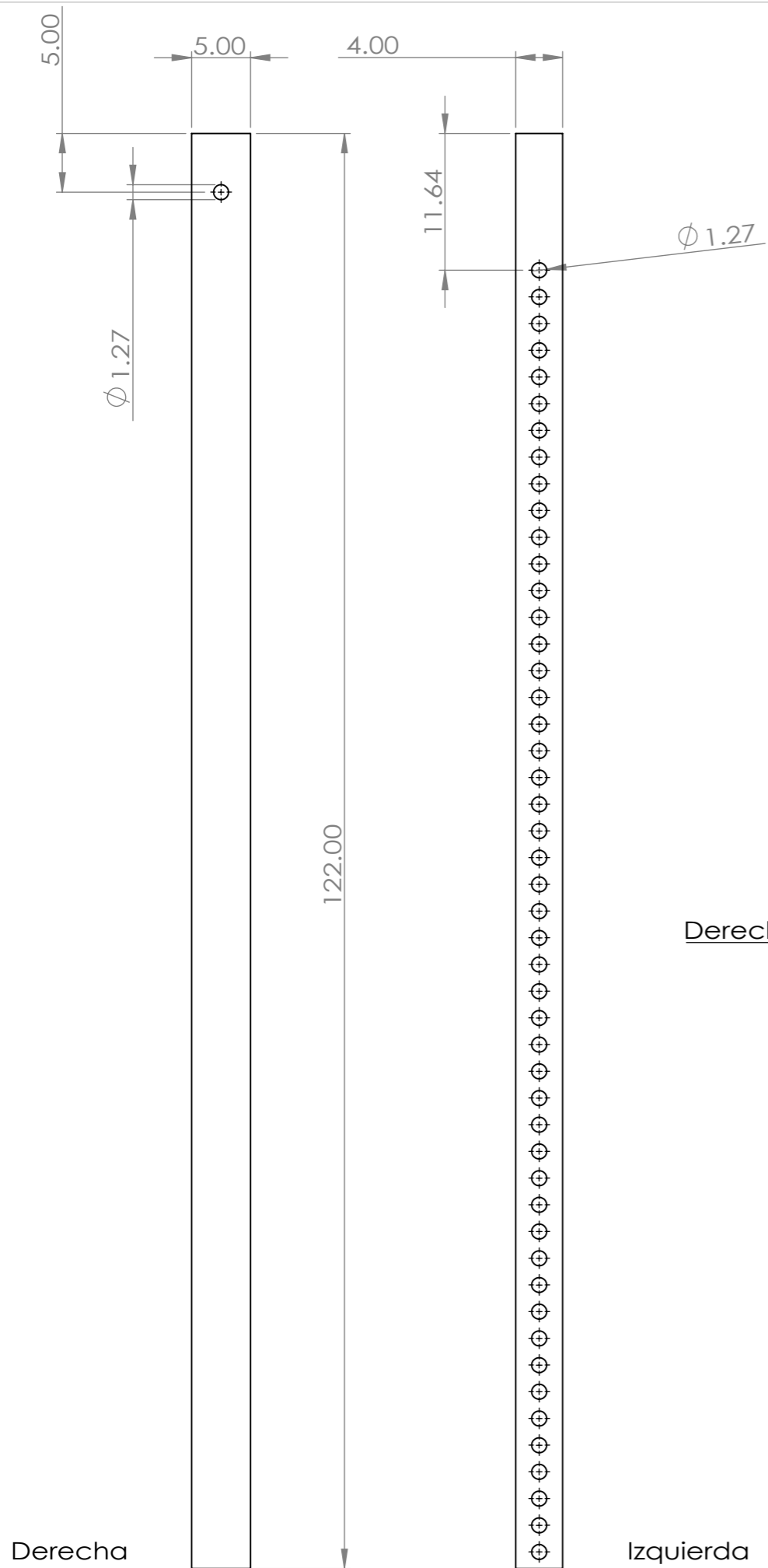


Fotografía 13. Reflexión de rayos solares en el punto focal



Fotografía 14. Orientación E-O del destilador solar por concentración (CCP)

ANEXO 04 PLANOS



Derecha

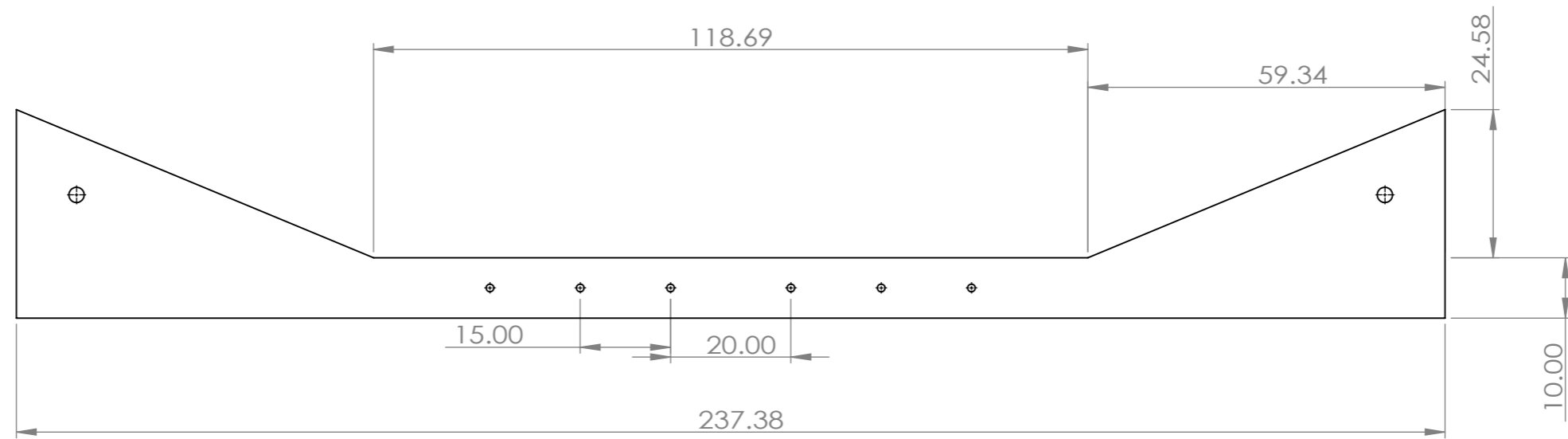
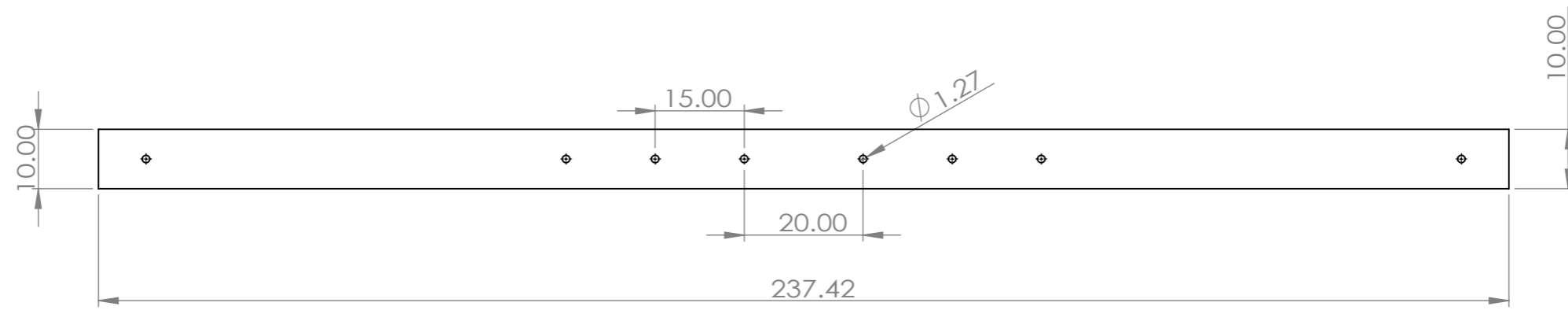
Izquierda

Derecha

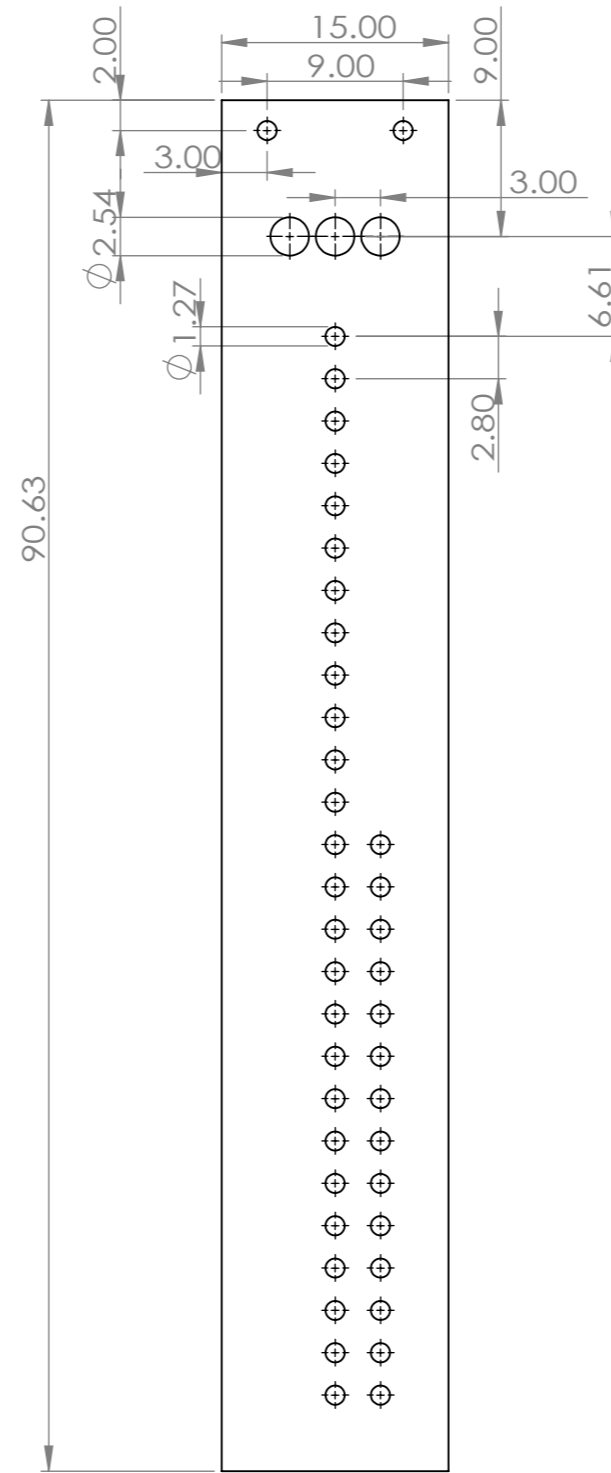
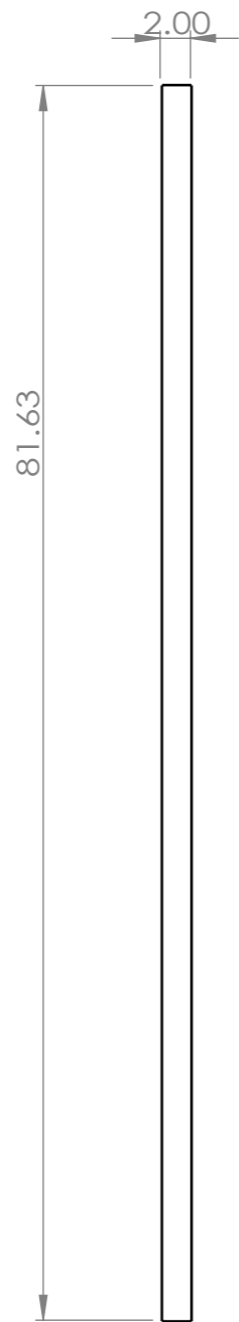
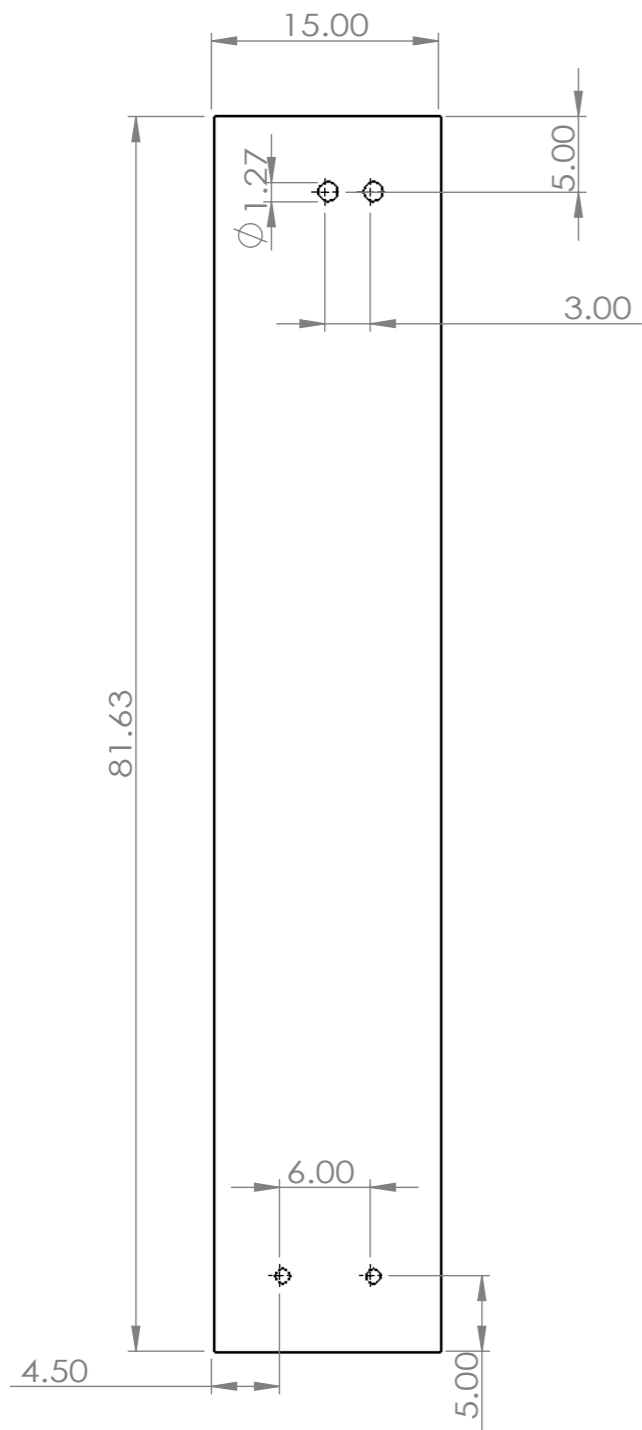
Izquierda

Derecha

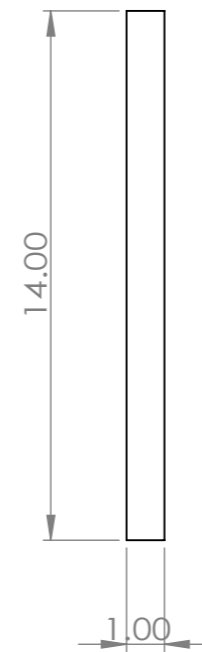
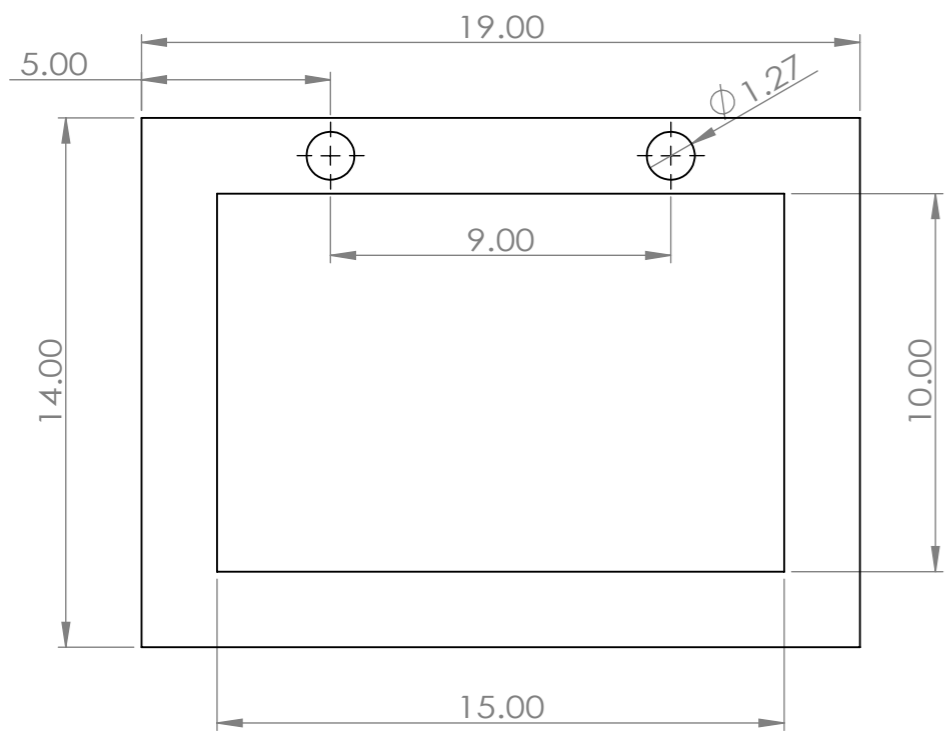
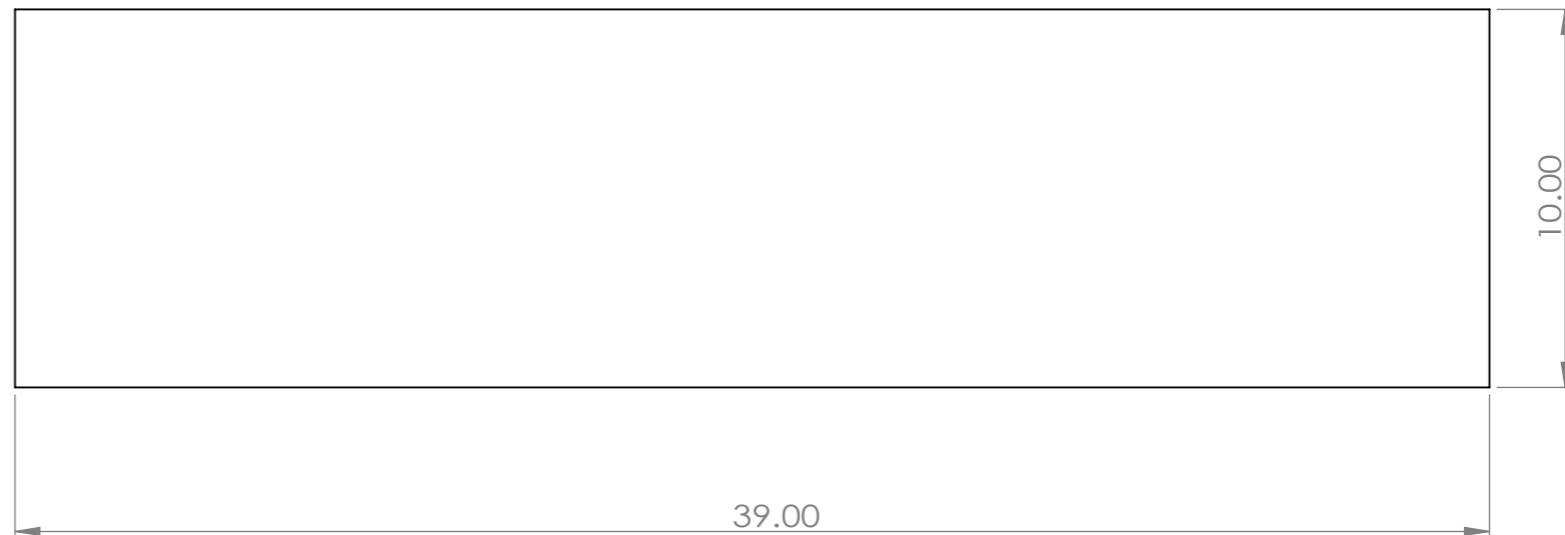
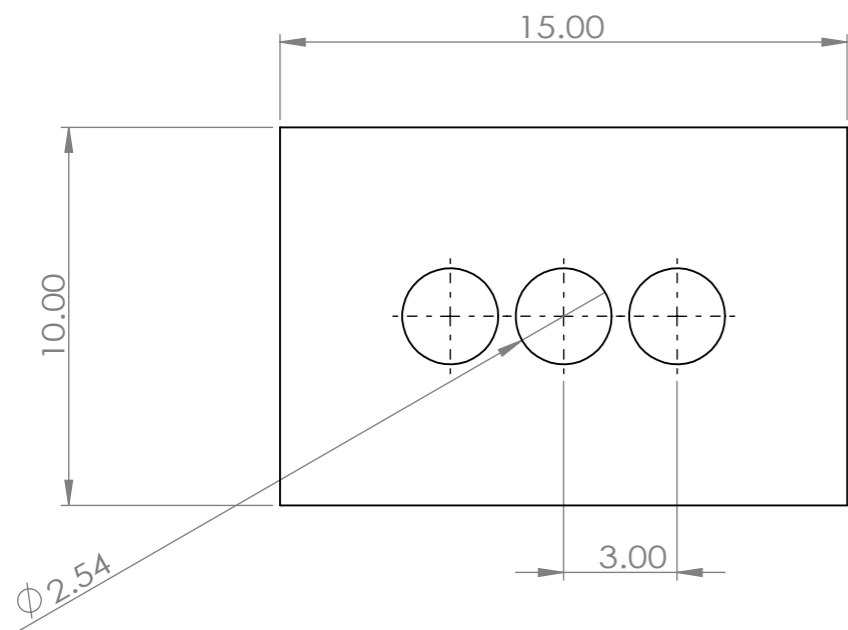
Proyecto	Destilador solar por concentración		
Plano	Soporte CCP_A&B		
Autor	Escala	Fecha	N°
	1/5		1



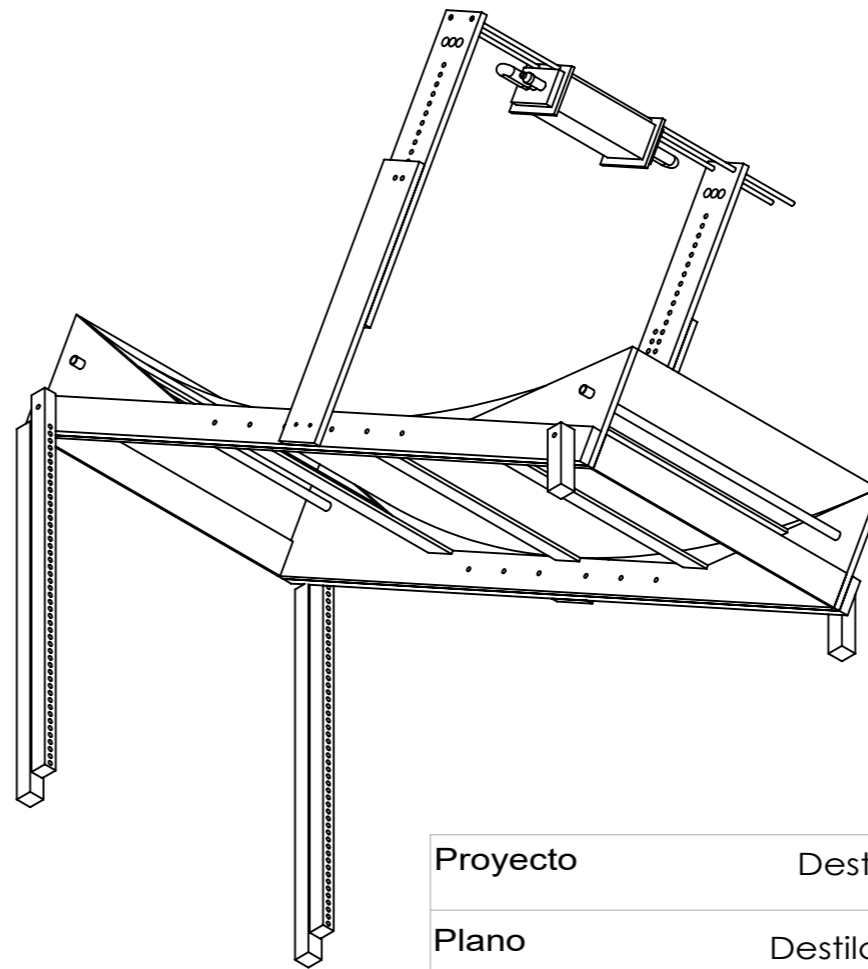
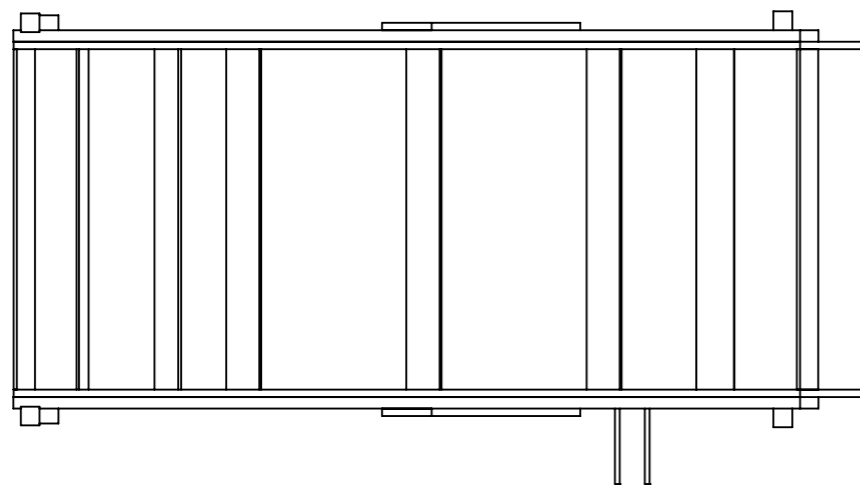
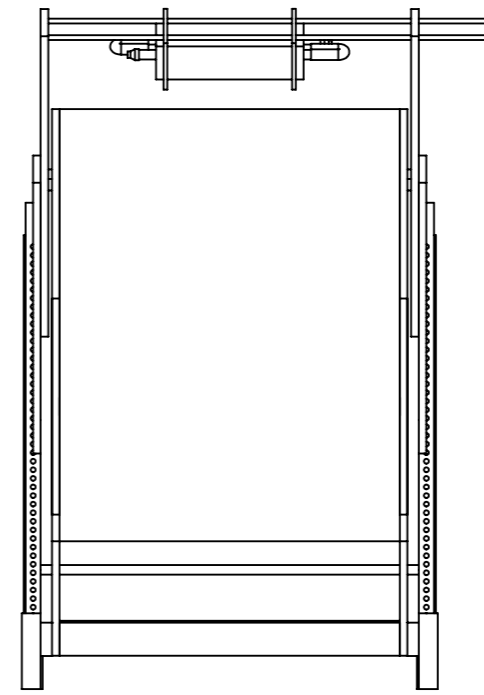
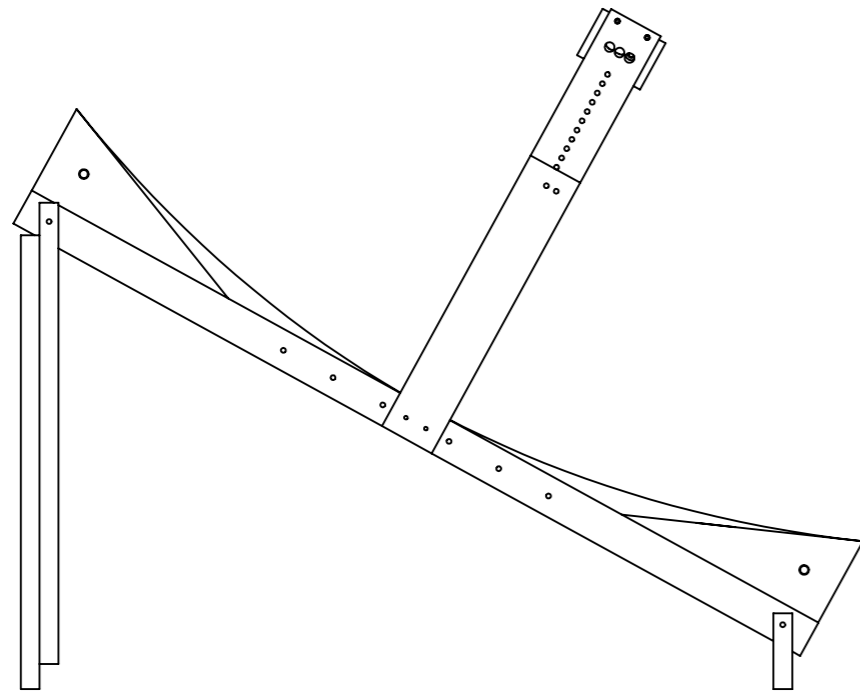
Proyecto	Destilador solar por concentración		
Plano	Soporte del reflector S_b&C		
Autor	Escala	Fecha	N°
	1/10		2



Proyecto	Destilador solar por concentración		
Plano	Soporte del reflector S_a&d		
Autor	Escala 1/5	Fecha	N° 3



Proyecto	Destilador solar por concentración		
Plano	Soporte del receptor & Cuboide		
Autor	Escala 1/2	Fecha	N° 4



Proyecto	Destilador solar por concentración		
Plano	Destilador CCP_45°		
Autor	Escala 1/20	Fecha	N° 5

ANEXO 05 MONITOREO TÉRMICO

NOTA

TEMPERATURA DEL CONDENSADOR ES 10 °C

MONITOREO DE TEMPERATURA							Promedio	
FECHA	Horas_ M	V_i (ml)	V_f(ml)	T_i Agua °C	DNIn(W/m^2)	Ve_(m/s)	T°_p Agua °C	T°_f Agua°C
9/02/2021	6	400	159	20	723.6	3.7	56.81	46.84
HORA	T°_p Agua °C			T°_f Agua°C			Residuo (ml)	69.00
09:00	34			34			Vol perdido	172.00
09:10	38			35				
09:20	38			37				
09:30	39			37				
09:40	40			37				
09:50	45			38				
10:00	46			38				
10:10	47			38				
10:20	48			39				
10:30	49			42				
10:40	50			42				
10:50	52			42				
11:00	52			42				
11:10	51			43				
11:20	51			45				
11:30	55			46				
11:40	56			47				
11:50	57			47				
12:00	58			48				
12:10	60			50				
12:20	65			55				
12:30	67			55				
12:40	68			56				
12:50	70			57				
13:00	75			58				
13:10	80			59				
13:20	81			60				
13:30	82			65				
13:40	83			64				
13:50	70			59				
14:00	65			58				
14:10	61			50				
14:20	58			45				
14:30	57			45				
14:40	55			42				
14:50	50			39				
15:00	49			39				

MONITOREO DE TEMPERATURA

PROMEDIO

FECHA	Horas_M	V_i (ml)	V_f(ml)	T_i Agua °C	DNln(W/m^2)	Ve_(m/s)	T°_p Agua °C	T°_f Agua°C
10/02/2021	6	400	180	18	723.6	3.7	56.51	46.16
HORA		T°_p Agua °C		T°_f Agua°C			Residuo (ml)	70.00
09:00		35		34			Vol perdido	150.00
09:10		36		34				
09:20		39		34				
09:30		40		37				
09:40		40		37				
09:50		46		38				
10:00		46		38				
10:10		46		38				
10:20		49		39				
10:30		49		43				
10:40		50		43				
10:50		50		43				
11:00		52		43				
11:10		51		44				
11:20		51		45				
11:30		55		48				
11:40		58		48				
11:50		58		48				
12:00		58		51				
12:10		60		51				
12:20		60		51				
12:30		65		52				
12:40		68		53				
12:50		70		54				
13:00		72		55				
13:10		75		56				
13:20		80		60				
13:30		83		61				
13:40		84		61				
13:50		70		59				
14:00		68		58				
14:10		61		50				
14:20		59		45				
14:30		58		40				
14:40		54		39				
14:50		50		39				
15:00		45		39				

MONITOREO DE TEMPERATURA

PROMEDIO

FECHA	Horas_M	V_i (ml)	V_f(ml)	T_i Agua °C	DNln(W/m^2)	Ve_(m/s)	T°_p Agua °C	T°_f Agua°C
9/02/2021	6	400	160	15	723.6	3.7	57.78	47.14
HORA	T°_p Agua °C		T°_f Agua°C		Residuo (ml)		58.00	
09:00	32		35		Vol perdido		182.00	
09:10	33		35					
09:20	34		35					
09:30	36		35					
09:40	36		36					
09:50	40		38					
10:00	45		38					
10:10	46		38					
10:20	47		39					
10:30	50		43					
10:40	50		45					
10:50	50		45					
11:00	50		46					
11:10	52		45					
11:20	52		46					
11:30	55		47					
11:40	58		48					
11:50	58		48					
12:00	60		48					
12:10	65		52					
12:20	69		52					
12:30	70		55					
12:40	72		55					
12:50	72		57					
13:00	75		58					
13:10	80		59					
13:20	86		60					
13:30	87		65					
13:40	90		64					
13:50	85		59					
14:00	70		58					
14:10	61		50					
14:20	58		45					
14:30	57		45					
14:40	57		42					
14:50	50		39					
15:00	50		39					

ANEXO 06 MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

DISEÑO DE UN DESTILADOR SOLAR CILINDRICO PARABOLICO CON DIFERENTES ANGULOS DE BORDES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL CON SULFATOS PROVENIENTE LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELOS

Nivel	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES y = f(x)	DIMENSIÓN	TIPO, NIVELES Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
Principal	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL:	HIPOTESIS PRINCIPAL	VARIABLE INDEPENDIENTE (X)	DIMENSION INDEPENDIENTE (X)	
	¿Cómo el sistema de destilación por concentración solar influye en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco 2021?	Determinar si el sistema de destilación por concentración solar mejora la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco, 2021	El sistema de destilación por concentración solar mejora significativamente en la remoción	Destilación por concentración solar	1.Recurso solar según ubicación geográfica 2.Tiempo de destilación solar 3.Rendimiento de destilación solar	
Secundario	PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO:		VARIABLE DEPENDIENTE (Y):	DIMENSION DEPENDIENTE (Y):	TIPO: APLICADA
	1. ¿De qué manera el recurso solar según la ubicación geográfica influye en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco 2021? 2.¿Determinar si el tiempo de destilación solar influye en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco 2021? 3. ¿Evaluar el rendimiento de destilación solar para la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco 2021?	1. Establecer si el recurso solar según la ubicación geográfica influye en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco, 2021 2.Evaluar si el tiempo de destilación solar influye en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco, 2021 3.Determinar el rendimiento de destilación solar para la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en Arequipa, Río Seco, 2021	1. El recurso solar según la ubicación geográfica influye significativamente en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres de Río Seco 2.el tiempo de destilación solar influye significativamente en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en río seco Arequipa 3.establecer el rendimiento del destilador solar es óptimo en la remoción del Cr+6 de los efluentes de curtiembres en río seco en Arequipa	La concentración de cr+6	1.Contaminación del agua 2.Sales de cromo disueltas	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Experimental SEGÚN EL TIPO DE DATOS: CUANTITATIVO SEGÚN EL TIEMPO: TRANSVERSAL



Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), ANAHUA APAZA ZENAIDA JAZETT y PACHECO GONZÁLES WINDER YOSHIRO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "SISTEMA DE DESTILACIÓN POR CONCENTRACIÓN SOLAR PARA LA REMOCIÓN DEL CR+6 DE LOS EFLUENTES DE CURTIEMBRES EN AREQUIPA, RÍO SECO, 2021", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico otítulo profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
ANAHUA APAZA, ZENAIDA JAZETT DNI: 70242438 ORCID: 0000-0002-1403-9462	
PACHECO GONZÁLES, WINDER YOSHIRO DNI: 70691939 ORCID: 0000-0003-1930-2212	