



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO DE FUEL OIL PESADO (HFO) BASADO EN ENERGÍA SOLAR PARA OPTIMIZAR RECURSOS EN LA TERMOELÉCTRICA CELEC- EP CENTRAL SANTA ELENA II”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

GÓMEZ NARANJO EMILY DOMÉNICA

TUTOR:

ING. VÉLIZ AGUAYO ALEJANDRO CRISÓSTOMO, PHD

La Libertad, Ecuador

2022



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO DE FUEL OIL PESADO (HFO) BASADO EN ENERGÍA SOLAR PARA OPTIMIZAR RECURSOS EN LA TERMOELÉCTRICA CELEC- EP CENTRAL SANTA ELENA II”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

GÓMEZ NARANJO EMILY DOMÉNICA

TUTOR:

ING. VÉLIZ AGUAYO ALEJANDRO CRISÓSTOMO, PHD

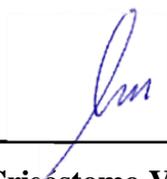
La Libertad, Ecuador

2022

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **GÓMEZ NARANJO EMILY DOMÉNICA**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

TUTOR

f.  _____

Ing. Alejandro Crisostomo Véliz Aguayo, PhD.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f.  _____

Ing. Franklin Enrique Reyes Soriano Mstr.

La Libertad, a los 5 días de agosto del año 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO DE FUEL OIL PESADO (HFO) BASADO EN ENERGIA SOLAR PARA OPTIMIZAR RECURSOS EN LA TERMOELECTRICA CELEC– EP CENTRAL SANTA ELENA II”, elaborado por la Srta. EMILY DOMENICA GÓMEZ NARANJO, estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

f.  _____

Ing. Alejandro Crisóstomo Véliz Aguayo, PhD.

La Libertad, a los 5 días de agosto del año 2022

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Gómez Naranjo Emily Doménica.**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “**Diseño de un sistema de precalentamiento de Fuel Oil Pesado (HFO) basado en energía solar para optimizar recursos en la termoeléctrica CELEC– EP central Santa Elena II**” previo a la obtención del título de **Ingeniero Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi/nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 5 días del mes de agosto del año 2022

LA AUTORA

f. 

Emily Doménica Gómez Naranjo

AUTORIZACIÓN

Yo, **Gómez Naranjo Emily Doménica.**

Autorizo/Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, “**Diseño de un sistema de precalentamiento de Fuel Oil Pesado (HFO) basado en energía solar para optimizar recursos en la termoelectrica CELEC– EP central Santa Elena II**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 5 días del mes de agosto del año 2022

LA AUTORA

f. 

Emily Doménica Gómez Naranjo



CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

(Formato No. ACVA-009)

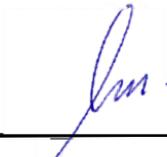
La Libertad, 5 de agosto del 2022

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO DE FUEL OIL PESADO (HFO) BASADO EN ENERGIA SOLAR PARA OPTIMIZAR RECURSOS EN LA TERMOELECTRICA CELEC- EP CENTRAL SANTA ELENA II”**, elaborado por la Srta. **GOMEZ NARANJO EMILY DOMENICA** estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial. Facultad de Ciencias de la ingeniería perteneciente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio URKUND, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente trabajo de titulación se encuentra con el 0% de la valoración permitida, por consiguiente, se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud

Atentamente,

TUTOR

f. 

Ing. Alejandro Crisostomo Véliz Aguayo, PhD.



Facultad de
Ciencias de la Ingeniería
Ingeniería Industrial



REPORTE URKUND



Document Information

Analyzed document TESIS EMILY GOMEZ 1.docx (D142666519)
Submitted 8/5/2022 1:48:00 AM
Submitted by
Submitter email emy199901@hotmail.com
Similarity 0%
Analysis address aveliz.upse@analysis.urkund.com

FUENTE DE SIMILITUD

URL: <https://www.maxenergia.com.ar/2020/09/11/que-es-un-colector-solar/>
Fetched: 11/24/2021 4:13:33 AM



Salinas, 24 de agosto de 2022

CERTIFICADO GRAMATOLÓGICO

Yo, NANCY TERESA MUÑOZ VERA, MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN DE LA EDUCACIÓN, con registro de 1a SENESCYT No. 6043147062, por medio del presente certifico que:

He leído, revisado y corregido la redacción en la concordancia, la sintaxis y la ortografía del contenido del trabajo de titulación "DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO DE FUEL OIL PESADO (HFO) BASADO EN ENERGÍA SOLAR PARA OPTIMIZAR RECURSOS EN LA TERMOELÉCTRICA CELEC – EP CENTRAL SANTA ELENA II". Elaborado por EMILY DOMÉNICA GÓMEZ NARANJO previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Debo indicar, además, que es de exclusiva responsabilidad que el autor cumpla con las sugerencias y recomendaciones dadas en la corrección de la tesis Impresa.

Sin otro particular.

Atentamente,



NANCY TERESA MUNOZ VERA, MSc.

C.I.: 0907260897

SENECYT REGISTRO No. 6043147062

CORREO: teremunoz_123@hotmail.com

AGRADECIMIENTO

De mis consideraciones.

Quizás una de las cosas más difíciles es encontrar las palabras apropiadas para agradecerle a aquellos que han estado conmigo día a día, sin duda ha sido un largo viaje... Agradezco a las personas que han pasado por mi camino como enseñanza, a las que deciden quedarse, a mis tutores, a mi universidad, pero por sobre todas las cosas, agradezco a mi familia.

A mis hermanos por enseñarme el significado de la paciencia, a mi familia de diferente sangre por todo el amor que me han dado y, por último, pero no menos importante, a mi madre por educarme y guiarme estos 23 años de mi vida, gracias a ella soy lo que soy.

Los amo.

Gracias por mucho y perdón por tan poco.

Emily Doménica Gómez Naranjo

DEDICATORIA

El trabajo investigativo de mayor impacto en mi carrera hasta el momento, se lo dedico a mi madre, por acompañarme desde siempre en este largo viaje, ser mi apoyo incondicional en los buenos y malos momentos, todo lo que hago es pensando en ella y A Dios por brindarnos parte de su sabiduría para saber qué hacer en los momentos difíciles.

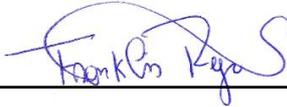
A mi eterna lumbre

Hagas lo que hagas

Busques lo que busques.

Emily Doménica Gómez Naranjo

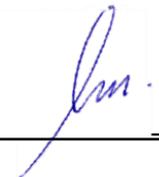
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.  _____

Ing. Franklin Enrique Reyes Soriano Mstr.
DIRECTOR DE CARRERA

f.  _____

Ing. Marco Vinicio Bermeo García Mstr.
DOCENTE ESPECIALISTA

f.  _____

Ing. Alejandro Crisóstomo Véliz Aguayo, Ph.D(c).
DOCENTE TUTOR

f.  _____

Ing. Juan Carlos Muyulema Allaica MEng. Ph.D(c).
DOCENTE GUÍA DE LA UIC

Contenido

CERTIFICACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	v
AUTORIZACIÓN.....	vi
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO.....	vii
TUTOR	vii
CERTIFICADO GRAMATOLÓGICO	ix
AGRADECIMIENTO.....	x
DEDICATORIA	xi
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	xii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del problema	2
Formulación del problema.....	4
Alcance	4
Justificación.....	5
Objetivos.....	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos	6
Hipótesis o idea a defender.....	6
Variable Independiente (variable de investigación)	6
Variable Dependiente	6
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	7

1.1. Antecedentes Investigativos	7
1.2. Estado del Arte	11
1.2.1 Sistema de calentamiento del Fuel Oil basado en energía solar	13
1.2.2. Optimización de recursos en la termoeléctrica	16
1.2.2 Sistema de calentamiento del Fuel Oil basado en energía solar optimizando recursos en la termoeléctrica	17
1.3. Retro análisis	18
1.4. Marco Conceptual	19
1.4.2. Colector Solar	19
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO	24
2.1. Enfoque de la investigación	26
2.2. Diseño de la investigación.....	27
2.3. Procedimiento metodológico.....	27
2.4. Estudio de factibilidad.....	29
2.4.1. Estudio del mercado.....	29
2.4.2. Estudio técnico.....	30
2.4.3. Estudio Financiero	30
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos (procedimiento de tratamiento de los datos)	30
2.6. Retro análisis.....	31
CAPÍTULO III: MARCO DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	32
3.1. Análisis de pre-factibilidad	32
3.1.1. Estudio del Mercado	32
3.1.2. Estudio Técnico	35
3.1.3. Estudio Económico	53
3.2. Cálculos y Simulación de variables	57
3.2.1. Primera lente	57
3.2.2. Calculo de la 2da lente	64

3.3. Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación ...	68
3.4. Marco de discusión.....	68
3.5. Limitaciones del estudio.....	69
Conclusiones	70
Recomendaciones.....	71
Bibliografía	72
Anexos.....	77

Índice Tablas

Tabla 1. Insolación global promedio anual ecuatoriana por provincia.....	9
Tabla 2. Artículos científicos empleados de variables independientes	12
Tabla 3. Artículos científicos empleados de variables dependientes	15
Tabla 4. Total, de artículos científicos empleados	17
Tabla 5. Metodología propuesta por Morris Asimow	28
Tabla 6. Procedimiento de tratamiento de datos.....	31
Tabla 7. Costos de generación	33
Tabla 8. Cantidad de paneles solares calculados	34
Tabla 9. Cantidad de paneles solares necesarios	34
Tabla 10. Proforma de mercado	35
Tabla 11. Predicción de reducción de consumo	36
Tabla 12. Ahorros esperados anuales de arranque con Diésel	38
Tabla 13. Selección de materiales	52
Tabla 14. Monto total del presupuesto anual.....	53
Tabla 15. Costos de sistema	54
Tabla 16. Costos del mecanismo	54
Tabla 17. Costos totales del proyecto	55
Tabla 18. Ratios financieros	56
Tabla 19. Resultados del estudio financiero	57
Tabla 20. Obtención de Energía solar en el Ecuador	58
Tabla 21. Temperatura de salida.....	60

Tabla 22. Valores de entrada y de salida lente Fresnel	61
Tabla 23. Disminución de temperatura por distancia focal	63
Tabla 24. Calculo de área y volumen del receptor	64
Tabla 25. Calculo de cantidad de energía calórica	65
Tabla 26. Potencia para producir vapor saturado	67

Índice Cuadros

Cuadro 1. Proceso de la Investigación	25
Cuadro 2. Metodología propuesta por Morris Asimow	26
Cuadro 3. Diseño de la investigación.....	27
Cuadro 4. Estudio del mercado	29
Cuadro 5. Diagrama de Flujo de la termoeléctrica C.S.E.II	46
Cuadro 6. Diagrama de flujo con Diseño propuesto	48
Cuadro 7. Diseño propuesto.....	49
Cuadro 8. Diseño con la planta apagada	50
Cuadro 9. Diseño con la planta generando.....	51
Cuadro 10. Ley de Stefan Boltzman	59
Cuadro 11. Temperatura promedio generada mensual	66
Cuadro 12. Cantidad de calor del sistema	66

Índice Ilustraciones

Ilustración 1. Irradiación Solar Global.....	8
Ilustración 2. Transferencia de calor en un colector solar	20
Ilustración 3. FLC colector de lente Fresnel	20
Ilustración 4. CLF colector solar lineal de Fresnel	21
Ilustración 5. Diseño y comportamiento de la lente Fresnel.....	21
Ilustración 6. Localización de la empresa.....	39
Ilustración 7. Diseño preliminar mecanismo	40

Ilustración 8. Sistema propuesto preliminar	41
Ilustración 9. Lente Fresnel.....	42
Ilustración 10. Receptor de rayos solares	43
Ilustración 11. Estructura media y caja receptora	44
Ilustración 12. Base del mecanismo.....	44
Ilustración 13. Esquema de una central termoeléctrica convencional	45
Ilustración 14. Aislamiento térmico.....	51
Ilustración 15. Distancia focal usada	62

Índice Anexos

Anexo 1. Carta de aceptación del Artículo científico	77
Anexo 2. Diseño preliminar	78
Anexo 3. Códigos de la página web	78
Anexo 4. Plano del mecanismo	79
Anexo 5. Plano del sistema	79

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA
ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO DE
FUEL OIL PESADO (HFO) BASADO EN ENERGIA SOLAR
PARA OPTIMIZAR RECURSOS EN LA TERMOELÉCTRICA
CELEC – EP CENTRAL SANTA ELENA II”**

Autor: Emily Doménica Gómez Naranjo

Tutor: Ing. Alejandro Crisóstomo Véliz Aguayo, PhD.

RESUMEN

La energía solar térmica es la fuente renovable menos usada en el Ecuador, debido a su complejidad en el estudio del desempeño, puesto que están inmiscuidos diversos factores operativos, sin embargo, se sabe que trabajar con energías sostenibles nos proporcionan rentabilidad a largo plazo. Este estudio tiene como objetivo realizar el diseño de un sistema de precalentamiento a base de energía solar con el fin de que el mismo sea aplicado en un tanque diario de Fuel Oil Pesado (HFO). Se estudió con respecto a las lentes Fresnel y a su aplicación dentro del sistema con ayuda de un análisis matemático que nos facilitó la explotación de los datos obtenidos, empleando el método cuantitativo descriptivo para legitimar la información alcanzada. Los hallazgos más significativos que se encontraron fueron: el estudio de los materiales idóneos, el análisis de prefactibilidad para determinar la rentabilidad del mismo, para que ayude a la toma de decisiones para la elaboración del proyecto a fin de obtener una mejora continua en la termoeléctrica CELEC – EP central Santa Elena II.

Palabras claves: Energía solar térmica, Sistema de precalentamiento, Prefactibilidad, HFO, Método cuantitativo.

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA
ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“DESIGN OF A PREHEATING SYSTEM FOR HEAVY FUEL OIL
(HFO) BASED ON SOLAR ENERGY TO OPTIMIZE
RESOURCES AT THE CELEC – EP CENTRAL SANTA ELENA II
THERMOELECTRIC POWER PLANT”**

Autor: Emily Doménica Gómez Naranjo

Tutor: Ing. Alejandro Crisóstomo Véliz Aguayo, PHD

ABSTRACT

Solar thermal energy is the least used renewable source in Ecuador, due to its complexity in the study of its performance, since several operational factors are involved, however, it is known that working with sustainable energies provides long-term profitability. The objective of this study is to design a pre-heating system based on solar energy to be applied in a daily tank of Heavy Fuel Oil (HFO). The Fresnel lenses and their application within the system were studied with the help of a mathematical analysis that facilitated the exploitation of the data obtained, using the descriptive quantitative method to legitimize the information obtained. The most significant findings that were found were: the study of the suitable materials, the pre-feasibility analysis to determine the profitability of the same to help in the decision making for the elaboration of the project in order to obtain a continuous improvement in the thermoelectric CELEC - EP Santa Elena II power plant.

Key words: Solar thermal energy, pre-heating system, pre-feasibility, HFO, quantitative method.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el sector industrial ha crecido a nivel mundial, en conjunto con los nuevos avances tecnológicos que están al alcance de todos los habitantes del planeta, como máquinas, procesos y herramientas que ayudan a una mejor forma de vida, todos estos ingenios requieren de un nivel específico de energía para poner en marcha su funcionamiento, puesto que, podemos decir que la demanda energética incrementa a una velocidad apresurada conforme a la ampliación de la tasa de natalidad mundial (Palomino, 2017).

En Ecuador, las que encabezan la lista de plantas encargadas de generar energía eléctrica son las hidroeléctricas, apoyadas con otros proyectos como las termoeléctricas, las cuales trabajan con combustibles fósiles para su generación (Pacheco Chiguano, n.d.). El Fuel Oil Pesado (HFO) siendo económico, es una de sus materias primas, sin embargo, se necesita calor para reducir drásticamente sus niveles de viscosidad y ser transportado desde sus tanques de almacenamiento hasta los motores a fin de empezar con su proceso; para esto se requiere introducir un sistema de precalentamiento como el propuesto y la realización de un diseño computacional trabajando con energía térmica solar (Repsol, 2018).

Las termoeléctricas en general suelen tener falencias en sus procesos productivos, son más contaminantes que las plantas que trabajan con energías sostenibles y necesitan trabajar con más recursos específicos para la generación de electricidad, por ende, hay que idear formas ingeniosas para buscar la optimización de sus recursos y procesos frenando diferentes soluciones rápidas, pero poco viables a largo plazo, defendiendo el bienestar del personal y siendo amistosos con el medio ambiente.

Apoyando el cuidado del medio ambiente, se propone trabajar con energía renovable puesto que, mientras más se trabaja en conjunto con la naturaleza, se reducen los gases de efecto invernadero producidos al trabajar con fuentes fósiles contaminantes, (Venegas-Venegas et al., 2019). Consiguiendo la mayor eficiencia del sistema, se estudia el comportamiento de las lentes Fresnel ya que, su diseño consta con una corta distancia focal de menor peso y volumen que tiene el fin de concentrar la luz en una pequeña zona conocida como punto focal aplicada a la luz

solar actúan como lupas recolectando radiación solar concentrada a un punto específico funcionando según el principio de refracción para cambiar el estado del agua dentro del sistema, de líquido a gaseoso (Moya-Baeza, 2020).

En la provincia de Santa Elena existe una termoeléctrica encargada de la producción de energía eléctrica, cuando CENACES (órgano regulador encargado de la planificación y administración operativa para explotar al máximo los recursos de generación y transporte de energía eléctrica) se lo requiera, por regularizaciones de voltajes o producción de la misma para distribuirla al sistema de interconectado nacional (CENACE, 2018). Teniendo como objetivo de trabajo de titulación el diseño de un sistema de precalentamiento del Fuel Oil Pesado (HFO) basado en energía solar por medio de herramientas CAD 3D que ayude a la visualización de su correcto funcionamiento, optimizando recursos en la termoeléctrica CELEC – EP central Santa Elena II.

Planteamiento del problema

Para entender el panorama energético actual resulta imprescindible estudiar el consumo y la demanda para poder así elaborar estrategias a futuro y evaluar las medidas acometidas. A lo largo del tiempo, la población mundial ha incrementado con una velocidad acelerada. En 2018, la población mundial alcanzó los 7.5 billones de personas y según Naciones Unidas está previsto que para 2050 se alcancen los 9.7 billones (*Población / Naciones Unidas*, n.d.). Esta situación demográfica tiene un impacto directo sobre el sector energético, a mayor población, más energía será necesaria para abastecer las necesidades energéticas globales. El aumento de la calidad de vida en estos países y la aparición de nuevas tecnologías han hecho que el consumo por habitante despegue en los últimos años (Díaz de la Figuera, 2021).

Lozano Génesis, (2019) narró que, en los últimos diez años, Ecuador le apostó a construir diferentes proyectos hidroeléctricos que buscan conceder al país de suficiente energía, dinamizando su sector productivo e, inclusive, remitir el excedente a los países vecinos. Estas hidroeléctricas tienen una capacidad de

producción más eficiente, precisamente por trabajar en conjunto con energías renovables amigables con el medio ambiente, dejando de lado diferentes mecanismos contaminantes. Ecuador produce energía eléctrica supliendo la mayoría de la demanda, generando un promedio de 5.453,22 MW (Escobar-Cevallos & Vásquez-Chóez, 2020). Como nos podemos dar cuenta, las Termoeléctricas no producen continuamente para el sistema interconectado nacional, por ende, cuando comienzan su funcionamiento, lo hacen desde un estado en frío.

A partir de este obstáculo, cuando a la Central termoeléctrica ubicada en la provincia de Santa Elena se le exige generar, habitualmente tiene una demora de hasta 6 horas para cumplir con los parámetros requeridos del carburante Fuel Oil Pesado durante este tiempo producen con Diésel como materia prima, siendo este 1,75 veces más caro que el Fuel Oil Pesado, luego se realiza el traspaso, ya que el HFO necesita de temperatura para alcanzar el nivel óptimo de viscosidad logrando así pasar de los tanques de almacenamiento hasta llegar a los motores a fin de empezar con el proceso de generación de energía eléctrica. Se puede decir que hay una debilidad en el sistema de calentamiento actual, puesto que no abastece las condiciones normales de elaboración, en particular en situaciones donde la planta esté fuera de servicio (Santos-Guillen, 2018).

No solo se obtienen problemas en el ámbito económico, sino también en el ámbito ambiental, de salud y seguridad de los trabajadores puesto que, en que recuperadores de calor utilizados en el proceso de calentamiento, necesitan de mantenimientos mayores al cumplir 45000h de trabajo, al que el personal debe exponerse a compuestos altamente tóxicos como el hollín. Según Loaiza-Moya, (2020) El hollín es uno de las principales fuentes de contaminación del ambiente por metales pesados puesto que, es altamente tóxico. El hollín también es conocido por contener una cantidad de carcinógenos como arsénico, cadmio y cromo que, estos pueden ser inhalados con mayor facilidad.

Por esto puede ayudar el diseño de un sistema de calentamiento del combustible a base de energías sostenibles como posible solución a la explotación de recursos en la termoeléctrica, trabajando en conjunto con el cuidado del bienestar de los trabajadores de la planta y el medio ambiente.

Formulación del problema

¿Cómo la implementación del diseño de un sistema de precalentamiento a base de energía solar optimizará los recursos de la Termoeléctrica CELEC – EP central Santa Elena II?

Alcance

La presente investigación busca dar solución a una problemática específica de la termoeléctrica CELEC – EP ubicada en la provincia de Santa Elena para la optimización de los procesos de generación de energía eléctrica, con el fin de suplir con la demanda emitida cuando así sea requerido por el órgano regulador de energía eléctrica, CENACES; Como también, el sistema de precalentamiento puede ser factible en su uso a un nivel doméstico, siendo este de menor escala para la calefacción de agua basado en energía renovable limpia, fuera de contaminantes.

El trabajo propone un modelo riguroso teórico; se determina qué tipo de materiales se utilizan en su composición para ejecutar el análisis térmico de las diferentes zonas de cada componente, a partir de una simulación con ayuda del software CAD Solidworks para el estudio de la presente investigación. Finalmente se emplea un análisis detallado del diseño para no tener variaciones en su punto de referencia focal consiguiendo que el sistema se adapte y genere el control necesario ante una perturbación (Cufiño-Guerrero, 2018).

La investigación considera de mayor importancia el diseño de las regiones físicas puesto que, se debe sustentar muy bien los materiales a usar para la mayor eficiencia en su ejecución, por este motivo se realizará por medio de una simulación en Solidworks que es un software CAD para modelado mecánico en 2D y 3D a fin de obtener la realización del modelado de las piezas y su ensamble, teniendo en consideración diferentes variaciones que puedan surgir a lo largo del desarrollo del mismo.

Una de las perspectivas del presente trabajo es la consideración de la energía limpia como apoyo a las empresas ya establecidas, buscando como

resultado mejor calidad laboral y menos riesgos para los trabajadores. El empleo de conocimientos básicos y fundamentales en el uso del recurso solar y la enseñanza de la ingeniería determinada por las centrales termo solares al pasar de un trabajo teórico a la aplicación de su investigación.

Justificación

El presente trabajo de investigación ayudará a la reducción de recursos empleados en la termoeléctrica CELEC – EP central Santa Elena II puesto que, al tener una forma de intercambio de calor en un tanque diario del Fuel Oil Pesado (HFO), reduciríamos el tiempo y los galones empleados de Diésel para el proceso de generación de energía eléctrica por arranque, buscando como sostén la utilización de lentes Fresnel como base del mecanismo para la producción de energía limpia en apoyo a un proceso fundamental de la empresa ya formada.

Según Benavides-Ortiz, (2020). El lente de Fresnel es un concentrador de energía solar que puede ser capaz de generar altas temperaturas aprovechando la energía del sol, utilizándola en el beneficio humano como recurso no contaminante y enfocándola en el diseño del equipo que se propone, será capaz de tomar dicha fuente para aliviar la recarga y costos de los gastos generados por otras fuentes de energía que consumen derivados del petróleo y que son además de agotables, perjudiciales.

El trabajo no solo se sustenta en la eficiencia que se adquirirá al implementar el sistema de precalentamiento a base de energía solar por de los lentes Fresnel que, intensifiquen los rayos solares en un punto en específico, como foco, sino también en la ganancia de seguridad y salud que se les ofrecería a los trabajadores al suspender los mantenimientos rigurosos y altamente peligrosos por las diferentes toxinas que se acumulan en sistemas como calderas auxiliares.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema de precalentamiento del Fuel Oil Pesado (HFO) basado en energía solar por medio de herramientas CAD 3D que ayude a la visualización de su correcto funcionamiento optimizando recursos en la termoeléctrica CELEC – EP central Santa Elena II.

Objetivos Específicos

1. Fundamentar teóricamente la importancia de la realización del diseño del sistema en la empresa a estudiar en base a la Revisión Sistemática de la Literatura.
2. Plantear una metodología, mediante diferentes técnicas de mejora adaptándose a la realización de un diagnóstico actual de la empresa.
3. Formular los resultados alcanzados mediante herramientas de simulación para la comprensión de la factibilidad del sistema de precalentamiento.

Hipótesis o idea a defender

El diseño de un sistema de precalentamiento para un tanque diario del Fuel Oil pesado (HFO) a base de energía solar incide en la optimización de los recursos en la Termoeléctrica CELEC – EP central Santa Elena II.

Variable Independiente (variable de investigación)

Diseño de un sistema de precalentamiento a base de energía solar

Variable Dependiente

Optimización de recursos en la Termoeléctrica

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes Investigativos

Basado en la investigación de varios autores para el argumento que se discutirá a continuación; cada tema está etiquetado:

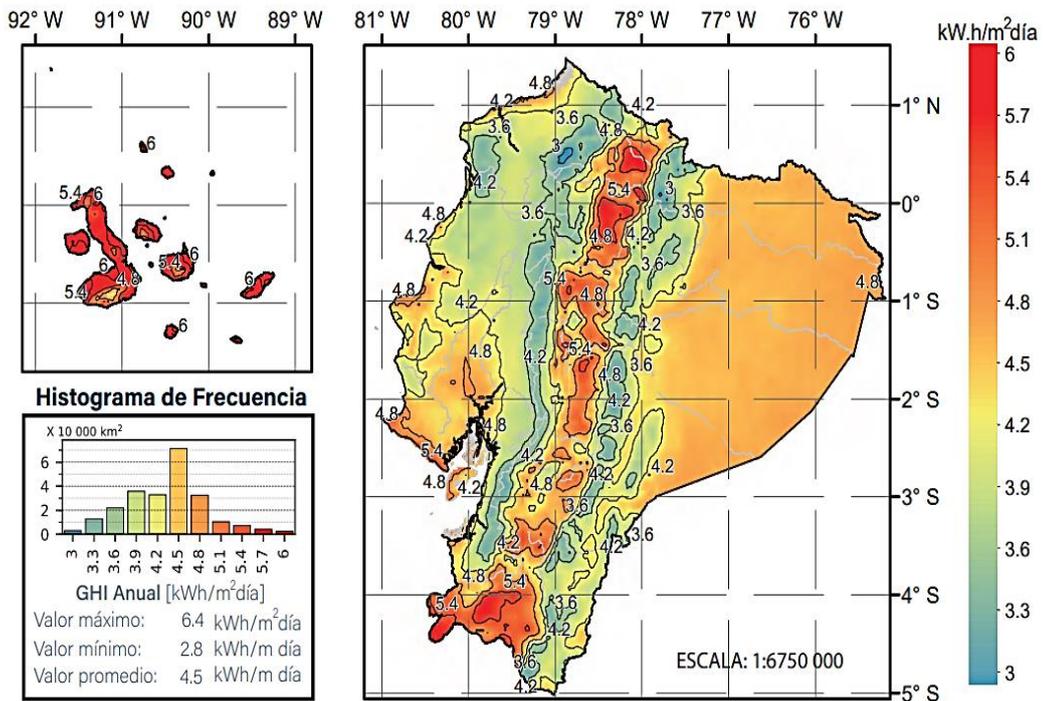
Citando a Rodrigues et al., (2022) en su investigación que se realizó en Araraquara (São Paulo) – Brasil proponen de forma general las maneras para suplir una demanda energética a nivel mundial, basándose principalmente en un método de análisis cualitativo, que, recopiló información actual sobre colectores solares. Se estudió las pérdidas de energía y la eficiencia del sistema, concluyendo así que, este mecanismo al trabajar con energía renovable reduce los gases de efecto invernadero, teniendo mayor eficiencia al reducir las pérdidas que pueda haber dentro de sus procesos.

Mencionando a Jensen et al., (2022) en su artículo científico relata sobre el rendimiento de la planta termo – solar creada en Lendemarke, Dinamarca, usaron un método cuasi-dinámico en donde se realizó un diseño y simulación determinando el desempeño del sistema al cabo de un año, teniendo como resultados en el 2020 un total de generación de calor de $373kWh/m^2$. Los colectores solares en el análisis de sensibilidad que efectuaron muestran que estos son más eficientes que los colectores convencionales de placa plana puesto que, generan temperaturas por encima de los $100^{\circ}C$.

Fundamentando la idea principal, se llegó a una empresa de ciencias aplicadas conocida como Heliogen, (2019) que creó una planta termo-solar en Lancaster, California, qué, al trabajar con un método experimental la empresa logró concentrar la radiación solar a temperaturas convenientes como para sustituir los combustibles fósiles (recopilando hasta $1000^{\circ}C$) puesto que, estos condensan la radiación para aplicarlas en procesos industriales; se tuvo como resultado, generación termo – solar para posteriormente producir electricidad a bajos costos generativos y disminuir los de gases de efecto invernadero liberados.

En la Ilustración 1, se puede observar la actualización del Atlas Solar del Ecuador del 2019, que es un modelo de Irradiación propuesto por la National Renewable Energy Laboratory (NREL) con mediciones al cabo de 1 año de irradiación directa y difusa; esta nos indica que la provincia de Santa Elena tiene valores por encima del promedio, concluyendo así que se puede trabajar con la energía solar, e implementarlos para procesos industriales.

Ilustración 1. Irradiación Solar Global



Nota: La imagen representa el nivel de irradiación directa y difusa que fue calculada en el 2019.

Fuente: (Revelo-Vaca et al., 2019)

En la tabla 1, representan los valores obtenidos en el 2018 del promedio anual de insolación en la República del Ecuador que la Provincia de Santa Elena, aunque no tiene los valores más altos en comparación con las otras provincias del país, si se puede trabajar en el aprovechamiento del recurso renovable emitido del sol, a pesar de esto, el Ecuador genera una potencia nominal de 2.161,13MW en centrales de energías renovables, de las cuales el 0,000923% opera con energía solar (Roldán-Chiriboga, 2009).

Tabla 1. Insolación global promedio anual ecuatoriana por provincia

Provincia	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Medio
	$\left(\frac{W * h}{m^2 * día}\right)$	$\left(\frac{W * h}{m^2 * día}\right)$	$\left(\frac{W * h}{m^2 * día}\right)$
Azuay	4050	4800	4425
Bolívar	4800	4950	4875
Cañar	4050	4650	4350
Carchi	3900	4200	4050
Cotopaxi	4800	5250	5025
Chimborazo	3750	4950	4350
El Oro	4200	5100	4650
Esmeraldas	3900	4350	4125
Guayas	4200	4800	4500
Imbabura	4000	5100	4550
Loja	4500	5700	5100
Los Ríos	4650	4650	4650
Manabí	4200	5250	4725
Morona Santiago	3750	4500	4125
Napo	4200	4800	4500
Pastaza	4500	4650	4575
Pichincha	4050	5250	4650
Orellana	4500	4800	4650
Tungurahua	4200	4300	4250
Santa Elena	4350	4500	4425
Santo Domingo	4650	5250	4950
Sucumbíos	4050	4800	4425
Promedio Nacional	4239	4845	4542

Fuente: (Guerrero-Dumas & León-Brabo, 2018)

Origel-Vázquez et al., (2018) trabajaron con el objetivo de recibir la mayor cantidad de radiación solar al mismo tiempo que reducen las pérdidas del sistema mediante la realización de un diseño, usaron un método experimental el cual les ayudó a determinar el valor constante al cabo de entre 4 – 7 horas y se enfocaron únicamente en el lapso de ese tiempo, teniendo las horas útiles al cabo de los días, establecieron la relación que presenta la temperatura que genera la lente en el punto focal (PF) y la limitación operativa del sistema en la industria, los resultados a conseguir fueron temperaturas de entre 55°C a 140°C cuando la habría una

irradiación de $500 \frac{W}{m^2}$ (min) y $800 \frac{W}{m^2}$ (máx.) en el ambiente, concluyendo que este sistema puede ser usado para procesos termo solares en la industria, sin embargo, influye mucho la carga horaria para su rendimiento.

Mokhtar et al., (2016) en su trabajo de investigación menciona que su objetivo era la validación experimental del rendimiento del calentador solar de agua en la ciudad de Argelina – Blida mediante una simulación numérica donde fue basada en el método de diferencias finitas (DF) teniendo como resultados la existencia de una convergencia sustancial entre los resultados experimentales y numéricos donde en todos los casos la temperatura del agua superó los $347^{\circ}K$.

Diomar et al., (2016) expresaron que conforme fue pasando el tiempo, mayor demanda energética se consumía, por esto, tuvieron como objetivo realizar el análisis de pre factibilidad para determinar si era viable trabajar con energía solar térmica no solo en uso doméstico sino también para procesos industriales y generación de electricidad, a fin de reducir la utilización de combustibles empleados para el arranque de máquinas, produciendo así vapor saturado de baja entalpía, usaron un método experimental con ayuda de una simulación para determinar el ángulo de inclinación correspondiente y los valores a trabajar, concluyendo así que aplicando este proceso ahorrarían un aproximado de \$240000 en los últimos 4 años con un 40% de aspiración en consumo de combustible Diésel.

Examinando la revisión sistemática de los antecedentes, se muestra la importancia de la investigación científica, puesto que, en las formas de obtención de electricidad mediante energías renovables, la aplicación del sol en estos procesos no llega ni al 1% en el país, sin embargo, con los colectores solares se pueden obtener temperaturas por encima de los $100^{\circ}C$ que pueden ser aprovechados tanto en calentamiento de agua a niveles domésticos como en generación de electricidad por las altas temperaturas obtenidas, sustentando la idea del trabajo de investigación.

1.2. Estado del Arte

Para la ejecución de una mejor visualización y análisis del trabajo científico se realizó una revisión sistemática de literatura en ingeniería que, para García-Peñalvo, (2022) es aquella que recurre a búsquedas exhaustivas de artículos científicos relevantes sobre un tema aparente. Según Carrizo & Moller, (2018) la RSL usa diferentes mecanismos rigurosos para analizar, evaluar y ejecutar una o más acciones, mientras que para Ierardi et al., (2017) la RSL es una manera en la que se estudia individualmente en una base de datos específica que sustentan a la revisión sistemática.

La RSL nos ayudó con la sistematización de las evidencias encontradas en diferentes bases de datos, teniendo en consideración que la pregunta de investigación fue: ¿Cómo la implementación de un diseño del sistema de pre – calentamiento a base de energía solar optimizará los recursos de la Termoeléctrica CELEC – EP central Santa Elena II? Se identificaron ciertos criterios de diferentes autores que nos ayudaron con la elaboración de una resolución completa.

Mediante mecanismos de búsqueda, como ScienceDirect, Dialnet, Scielo, y Google Académico se recopiló información utilizando múltiples palabras claves, que, posteriormente, fueron incluidas como base de datos del trabajo de investigación, tomando como mayor relevancia los artículos científicos más actuales tanto de habla hispana como de diferentes tipos de lengua. Se seleccionaron 158 artículos entre las diferentes plataformas de estudio, sin embargo, mediante el criterio de inclusión y exclusión (Núñez-Naranjo et al., 2021) se verificó la información más relevante, relacionándolos directamente con el proceso investigativo, concluyendo con un total de 10 artículos.

Criterios de Inclusión:

1. Los artículos deben ser de los últimos 6 años de actualidad.
2. Los artículos deben ser del área de ingeniería.
3. Los contenidos deben ser de libre acceso en plataformas digitales.
4. Los artículos deben estar relacionados directamente con la energía solar o con el sistema de calentamiento del combustible.

Criterios de Exclusión:

1. Se excluyeron los artículos que no tengan relación con la obtención de energía solar o un sistema de calentamiento.
2. Los artículos que sus contenidos no aporten a la revisión sistémica.
3. Contenidos que tuvieran enfoques diferentes al requerido.

Para el cifrado de búsqueda se usó términos semejantes a la pregunta de investigación o palabras que están implícitas en el modelo del sistema, para esto, se realizaron diferentes tipos de búsqueda a fin de acceder a la base de datos y ligar diferentes palabras claves, como por ejemplo el operador: “OR” el cual indica que buscará información de una palabra clave u otra (“energía solar” OR “sistema de calentamiento”), (“lentes Fresnel” OR “colector solar”), (“energía solar térmica” OR “calentamiento del HFO”); el operador “AND” que liga las palabras claves y se extrae artículos con las dos variables (“energía solar térmica” AND “calentamiento de Fuel Oil”) escogiendo solo artículos de los años de actualidad que sean del área de ingeniería para que se pueda filtrar la información y llegar a los artículos de mayor relevancia para nuestro trabajo de investigación.

Artículos Científicos sistematizados

Tabla 2. Artículos científicos empleados de variables independientes

No.	Autor	Notación	Propuesta
1	(Carrión-Chamba et al., 2021)	ACS	Avances de colectores solares
2	(Verma et al., 2020)	SFH	Modelado de sistema Híbrido fotovoltaico y Térmico (FV/T)
3	(Tarazona-Romero et al., 2020)	CSF	Diseño de colector solar Fresnel artesanal para producción de vapor
4	(Guan et al., 2020)	CA	Regulación de la temperatura de salida en un novedoso sistema de calentamiento de agua

5	(Albizzati E. D., 2018)	CA	Análisis y manejo de datos de sistemas solares para calentamiento de agua
6	(Fajardo-Muñoz & Páez-Fajardo, 2016)	HFO	Simulación del tiempo de calentamiento del Fuel Oil Pesado

Nota: Se estudian los diseños y mecanismos empleados para ayuda de la formulación de las variables independientes y factores que afectan su proceso.

1.2.1 Sistema de calentamiento del Fuel Oil basado en energía solar

La función principal del sistema de calentamiento a base de energía solar es la generación de vapor para usarlo como transferencia de calor por convección (transmisión de calor de un fluido líquido o gaseoso a otro) E. D. Albizzati, (2018) consiguiendo el nivel de temperatura adecuado se estudia con respecto a los Colectores de Lente Fresnel (CLF) que funcionan bajo la ley de refracción trabajando así con energía solar térmica, sirviendo de respaldo diferentes artículos científicos:

Avances de colectores solares (tipos y tamaños)

Carrión-Chamba et al., (2021) asegura que el 38% de la demanda energética es ocupada en las industrias y por este motivo se es importante tomar en cuenta a las fuentes renovables para generación de energía, su objetivo fue detectar las tecnologías que pueden ser utilizadas en la industria, usaron un método cuantitativo descriptivo para el análisis de las diferentes formas de coleccionar energía solar llegando a la conclusión que los colectores solares parabólicos alcanzan temperaturas por encima de los 150°C, los colectores de tubos al vacío de hasta 120°C mientras que los colectores cilíndricos parabólicos de 300°C por esto se dice que es factible aplicar la energía solar térmica sobre todo en industrial de alimentos, mineras, farmacéuticas entre otras.

Sistema Híbrido fotovoltaico y Térmico (FV/T)

Verma et al., (2020) hacen referencia que el área fotovoltaica térmica es muy importante puesto que, este sistema se usa a nivel mundial como fuente de generación de energía limpia, tuvieron como objetivo mencionar los sistemas FV/T más recientes en la industria, con ayuda de las lentes Fresnel para el mejoramiento de las celdas solares, siendo un modelo híbrido concluyeron que su eficiencia eléctrica y térmica ronda alrededor del 46,6% y el 53% a diferencia de los sistemas de celdas fotovoltaicas convencionales que rondan por un 15% y un 25% de eficiencia, sin embargo, establecen que hay algunas áreas donde es posible una mejora en el sistema.

Colector solar Fresnel y radiación solar

Tarazona-romero et al., (2020) Propone el diseño de un prototipo de CSF que, tiene como finalidad la capacidad de generar vapor de agua por ser un mecanismo de calentamiento capaz de concentrar la irradiación directa y difusas de alto rendimiento, obteniendo niveles de temperaturas altos y llegando así a mencionar que podría ser un sustituto a la generación de electricidad con combustibles fósiles.

Colector solar Fresnel y área a ocupar

Según Guan et al., (2020) habla sobre la importancia de la temperatura de salida del agua en el sistema, puesto que por este motivo, tuvieron como objetivo la elevación de confiabilidad de un sistema de calentamiento, para esto se analizaron dos condiciones para la elaboración de la misma: condición de diseño estándar, y condiciones de cambio de demanda. Los resultados que tuvieron referente a su investigación exhaustiva dieron a relucir que estaban muy cerca de la temperatura deseada, sin embargo, estos pueden cambiar si la demanda varía, en conclusión, tenemos que es una idea viable el trabajar con los CSF puesto que, en el proyecto propuesto no habrá variaciones de demanda, ni cantidades adicionales por suplir.

Energía Solar Térmica para calentamiento

Albizzati E. D, (2018) tuvo como objetivo estudiar la energía solar térmica (EST) puesto que esta será la responsable del nivel de temperatura que se pueda adquirir para el correcto funcionamiento de un sistema de calentamiento a base de energía solar, para esto se identificaron las variables más importantes y con ayuda del software System Advisor Model, como resultado se logró calcular la cantidad de radiación recibida a los CSF que deben estar a 35° de inclinación, al monitorear su comportamiento, nos percatamos que trabajan a un 81% eficiencia.

Calentamiento del HFO

Citando a Fajardo Muñoz & Páez Fajardo, (2016) en su artículo científico habla sobre su estudio con respecto al tiempo promedio de calentamiento del Fuel Oil Pesado (HFO) para alcanzar los parámetros apropiados de viscosidad (454cSt) a fin de ser transportado. Utilizaron un mecanismo de simulación que ayudó a visualizar el comportamiento del carburante al ser sometido al intercambio de temperatura del vapor que pasa por un serpentín dentro del tanque de almacenamiento del HFO a 150°C y determinaron que en un tanque de las siguientes dimensiones: largo=11,74m; Ancho=30m; Alto=8,30m con una capacidad de llenado del 90% demora un aproximado de 12h en tener los parámetros adecuados.

Artículos Científicos sistematizados

Tabla 3. Artículos científicos empleados de variables dependientes

No.	Autor	Notación	Propuesta
1	(García-Menéndez et al., 2022)	CSF	Análisis energético de los CSF
2	(Wang et al., 2017)	CS	Análisis de viabilidad de un sistema de calentamiento solar

3	(Harris & Rodríguez, 2017)	AF	Modelado y análisis de factibilidad técnica
4	(Eryener & Akhan, 2016)	CSF	Análisis de rendimiento en los CSF

Nota: Se revisa rendimiento, factibilidad, y análisis energético para determinar los parámetros del sistema y argumentar los posibles beneficios.

1.2.2. Optimización de recursos en la termoeléctrica

En este apartado trabajamos con los mismos criterios de exclusión, con una modificación en los criterios de inclusión, suspenderemos el apartado 2 puesto que, debemos ampliar la designación para nuestro cometido.

Colector Solar Fresnel (CSF) y su eficiencia

García-Menéndez et al., (2022) hace referencia al estudio de las instalaciones de colectores solares puesto que, con su funcionamiento nos ayudan a reducir el consumo de energía anual, para esto se estudió con respecto a variables de modelos dinámicos TRNSYS con data de las instalaciones, teniendo como resultado un promedio de entre el 20% al 50% de eficiencia energética entre los 20 colectores colocados para el proyecto, teniendo en cuenta que en las líneas de traslado, hay válvulas de seguridad de la misma cantidad del volumen del fluido (3000L) teniendo en cuenta que puede ser un proceso con demoras en el arranque pero, durante su funcionamiento no pronuncia problemas.

Análisis de factibilidad del calentamiento de agua

Wang et al., (2017) indican el análisis de eficiencia de un sistema de calentamiento en función a los pasos de realización de un análisis de factibilidad, el método que usaron fue experimental y se basaron en la recopilación de datos con ayuda del software de simulación TRNSYS en el cual llegaron a los siguientes resultados, la temperatura del agua aumentaba más rápido de 1 a 158 horas a 35°C

llegando a la conclusión de que la garantía de calentamiento solar de agua puede llegar alrededor de 69%.

Modelado y análisis de factibilidad técnica

Harris & Rodríguez, (2017) hacen referencia a que en los últimos tiempos se han desarrollado diferentes mecanismos que aprovechan las pérdidas de energía, aplicándolas a nivel doméstico, tuvieron como objetivo modelar un sistema de enfriamiento de aire por medio de la absorción adquiriendo energía de colectores solares, trabajaron con un método teórico-experimental en la universidad de Panamá para evaluar el comportamiento del mecanismo concluyendo que las posibles ventajas son condicionadas por la disponibilidad de la fuente energética y en comparación con otro dispositivo de enfriamiento, tiene salidas del sistema similar, con la diferencia que se reduce un 50% el consumo de energía eléctrica.

Colector Solar Fresnel (CSF) y rendimiento

Eryener & Akhan, (2016) en su artículo de investigación de Turquía, pretendió analizar el rendimiento de los primeros colectores solares en el país, el cual fue monitoreado al cabo de 2 años, mediante el uso de software de factibilidad Retscreen se llegó como resultado que el ahorro de energía era notable, operando un total de 7 h/d a una temperatura mínima de 20°C y de suministro de 45°C se obtuvo como conclusión que hubo un ahorro de hasta el 62% al cabo de solo 3 meses de visualización.

1.2.2 Sistema de calentamiento del Fuel Oil basado en energía solar optimizando recursos en la termoeléctrica

Tabla 4. Total, de artículos científicos empleados

No.	Autor	Notación	Propuesta
1	(García-Menéndez et al., 2022)	CSF	Análisis energético de los CSF

2	(Carrión-Chamba et al., 2021)	ACS	Avances de colectores solares
3	(Verma et al., 2020)	SFH	Modelado de sistema Híbrido fotovoltaico y Térmico (FV/T)
4	(Tarazona-Romero et al., 2020)	CSF	Diseño de colector solar Fresnel artesanal para producción de vapor
5	(Guan et al., 2020)	CA	Regulación de la temperatura de salida en un novedoso sistema de calentamiento de agua
6	(Albizzati E. D., 2018)	CA	Análisis y manejo de datos de sistemas solares para calentamiento de agua
7	(Wang et al., 2017)	CS	Análisis de viabilidad de un sistema de calentamiento solar
8	(Harris & Rodríguez, 2017)	AF	Modelado y análisis de factibilidad técnica
9	(Fajardo-Muñoz & Páez-Fajardo, 2016)	HFO	Simulación del tiempo de calentamiento del Fuel Oil Pesado
10	(Eryener & Akhan, 2016)	CSF	Análisis de rendimiento en los CSF

Nota: Se estudian estos relevantes Artículos científicos para fundamentar la problemática que existe y dar a conocer el principal beneficio que se pueda obtener en la elaboración del proyecto.

1.3. Retro análisis

Tomando en consideración los apartados anteriores se puede decir que, de los 158 artículos revisados, aproximadamente el 6% habla de la utilización de los CSF tipo lente en procesos de calentamiento, puesto que las más usadas son colectores de placa plana y las celdas fotovoltaicas; del 100% de los artículos estudiados, aproximadamente un 87% trabajan con métodos experimentales para la recolección de datos, de estos, cerca de un 25% realiza un análisis de viabilidad o factibilidad y prácticamente no se menciona el calentamiento del combustible

(HFO) por este motivo, se consideró de importancia esta investigación científica, ya que, no se cuenta con toda la información pertinente.

Al término de la revisión literaria podemos decir que los CSF trabajan con radiación solar directa y difusa, siendo la época del año, el estado de los días y el paso del tiempo variables importante para el nivel de eficiencia que pueda entregar el sistema (Tarazona-Romero et al., 2020). Cuidando el ángulo de inclinación dependiendo del paso de las horas para tener más de un 50% de eficiencia (Albizzati E. D., 2018). Al obtener niveles altos de rendimiento, se llega no solo a la obtención del calentamiento del agua, sino también de generación de vapor por sus altas temperaturas, (Guan et al., 2020).

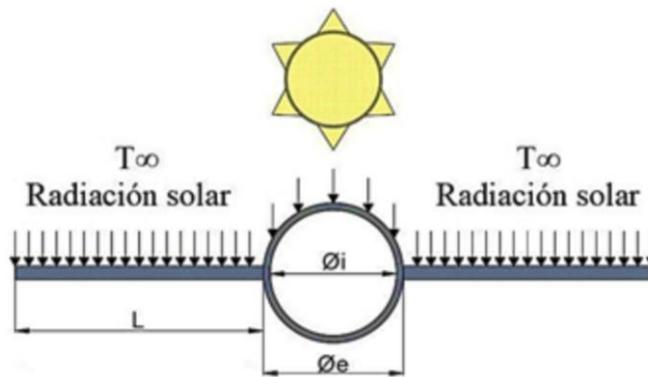
Al obtener altas temperaturas en el proceso se logra una satisfactoria transferencia de calor hacia el combustible, obteniendo de este el nivel óptimo de viscosidad del HFO (454cSt) (Fajardo-Muñoz & Páez-Fajardo, 2016). Trabajando con la energía solar térmica para un sistema de calentamiento, reducimos recursos económicos empleados a lo largo del tiempo, controlando el flujo del sistema con válvulas de seguridad (García-Menéndez et al., 2022). Son sistemas que siguen ahorrando aun en días que no sale el sol (Eryener & Akhan, 2016).

1.4. Marco Conceptual

1.4.2. Colector Solar

Un colector solar es un dispositivo utilizado para recoger, absorber y convertir la energía solar en un líquido (Carrión-Chamba et al., 2021). En pocas palabras, es un colector solar diseñado para recolectar (cosechar) la energía recibida del sol y elevar la temperatura (nivel de calor) del líquido para su uso posterior.

Ilustración 2. Transferencia de calor en un colector solar



Nota: Los colectores son principalmente conocidos por absorber la energía solar y concentrarla en un espacio determinado. **Fuente:** Quitiaquez et al., (2020)

1.4.2.1. Tipos de Colectores Fresnel

Presentados de dos tipos:

FLC colector de lente Fresnel: Este consta de un material plástico que permite que los rayos del sol se refracten a través de una serie de surcos o anillos concéntricos, dándole la forma adecuada para enfocar la luz en un solo punto.

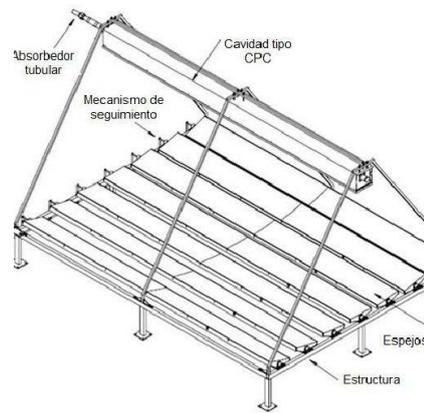
Ilustración 3. FLC colector de lente Fresnel



Nota: Lente de $1.2m^2$

CLF colector solar lineal de Fresnel: Se basa en el reflejo de la luz solar incidente a través de un sistema de recepción lineal de espejos sutilmente curvados que generalmente está montado en un tubo estacionario, que convierte el agua en vapor Flores, (2017).

Ilustración 4. CLF colector solar lineal de Fresnel

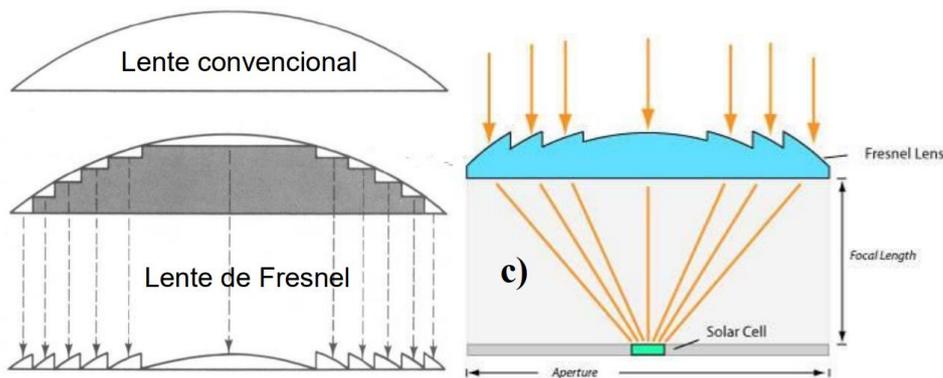


Nota: Colector más usado en comparación a la lente.

1.4.2.2. Diseño y Aplicación de lentes Fresnel

El CLF es un elemento óptico plano, esta está ligada su eficiencia con respecto a la condición climática, su estructura le ayuda a tener una gran apertura y menor distancia focal sin peso adicional. Así se muestra en la Ilustración 2, “A” y “B” que nos indica una lente Fresnel plana-convexa a partir de una superficie esférica equivalente.

Ilustración 5. Diseño y comportamiento de la lente Fresnel



Nota: En la figura “A” se observa como es la lente Fresnel por dentro y en la ilustración “B” se observa el comportamiento como tal gracias a su forma. **Fuente:** Demo 118. Lentes Fresnel (2018)

1.4.3. Transferencia de calor

Es la ciencia que forma parte de la termodinámica y trata de las razones de aquella transferencia, de entre un solo cuerpo a sus diferentes partes hasta dos o más cuerpos (Yunus A., 2013).

1.4.4. Convección

Transferencia de calor de una superficie al fluido que lo rodea y que tiene movimiento (Royo, 2007).

1.4.5. Convección Forzada

El movimiento es provocado por un objetivo promotor externo (Royo, 2007).

1.4.6. Factibilidad

Es el grado en que alcanzar un objetivo sea posible (Luna & Chaves, 2001).

1.4.7. Estudio de Factibilidad

Es un análisis que se realiza en las empresas para determinar si un negocio es bueno o malo, se propone para la investigación, conservación, protección o restauración de los recursos (Luna & Chaves, 2001).

1.4.8. Factibilidad técnica

Se determinan créditos generales para evaluar condiciones del mercado y razones técnicas y financieras del proyecto (Luna & Chaves, 2001).

1.4.9. Factibilidad financiera

La factibilidad económica se refiere a diferentes flujos de caja, balances en proyectos e identificar las ratios financieros (Salinas-Idrivo, 2013).

1.4.10. Radiación

La radiación se le conoce a toda energía que es propagada de un punto a otro en forma de onda (“Radiaciones,” 2009).

1.4.11. Insolación

Cantidad de energía calculada en radiación que llega a un lugar en específico

1.4.12. Energías renovables

Es la cantidad de energía que se consigue de principios naturales las cuales no se pueden agotar (Spiegeler & Cifuentes, 2015).

1.4.13. Calor específico

Magnitud física que se encarga de definir la cantidad de calor que hay que proveer a la masa o volumen de una sustancia

1.4.14. Aislamiento térmico

El aislamiento térmico, es todo material que presente una alta resistencia térmica (De et al., 2010)

CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO

Teniendo en cuenta lo analizado en el estado del arte, se procedió a describir los pasos a seguir para la realización del diseño del sistema de pre – calentamiento a base de energía solar, los parámetros que se tomaron en cuenta y la metodología que se usó para la obtención de los datos junto con la segregación de las etapas que se siguieron.

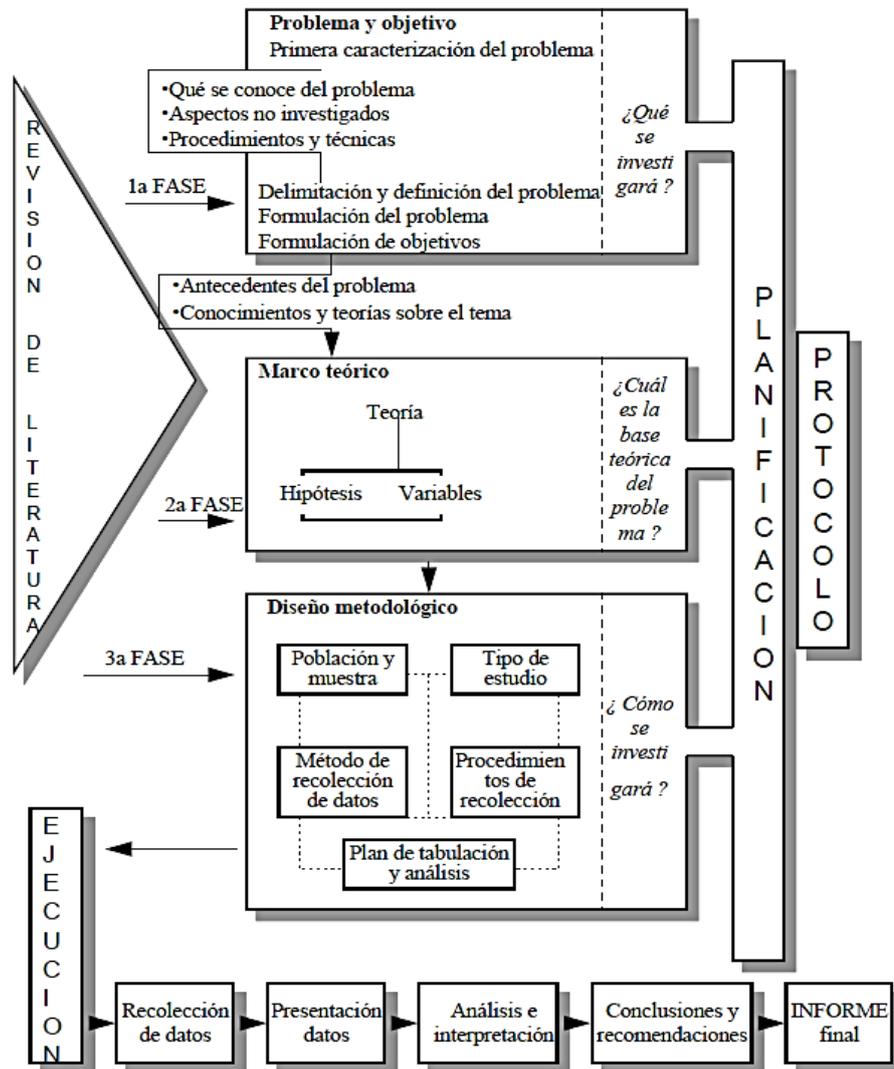
La investigación científica trabajó en conjunto con el objetivo de estudio, la hipótesis, el diseño, entre otros. La finalidad es resolver las interrogantes planteadas en cualquier mecanismo de estudio:

- ¿Qué se investiga?
- ¿Por qué y para qué es necesaria la investigación?
- ¿Cómo realizará el estudio?

La metodología es la encargada de despejar la interrogante del ¿cómo se realiza? Por ello fue fundamental el uso de métodos, técnicas y procesos de recolección de datos para la especificación del mismo, teniendo en cuenta que fue preciso el uso de ecuaciones que faciliten el cálculo de los datos necesarios para la realización del diseño, como la ley de Stefan Boltzman que describe la transmisión de calor a través de la radiación (Rochín-Romero, 2010).

En el Cuadro 1, se hizo referencia a los pasos propuestos por (Polit & Hungler, 2007) para el cumplimiento de las etapas de una investigación científica en función del método cuantitativo, especificando la problemática a estudiar hasta los resultados que se obtuvieron a lo largo del estudio.

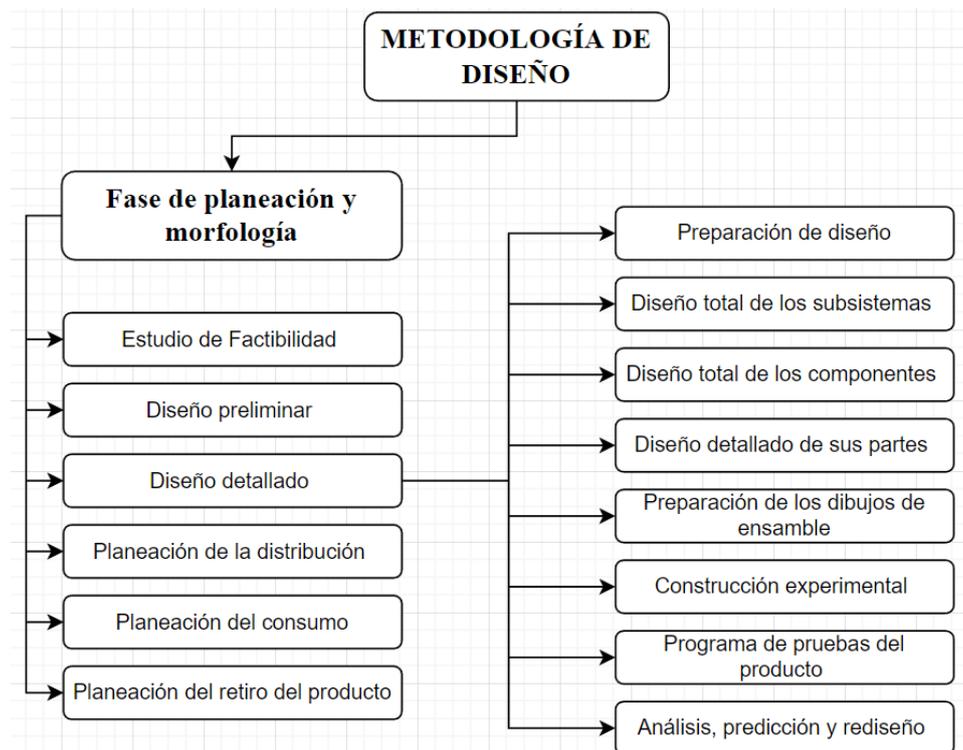
Cuadro 1. Proceso de la Investigación



Nota: Síntesis de la metodología habitual para la elaboración de una investigación científica.

Fundamentando la idea en el estudio de la metodología convencional se partió de esa base hasta llegar a un método ingenieril que encaje con lo que se pretendió plasmar en esta exploración científica, por esto se propuso trabajar con el modelo de (Morris, 1982) que se divide en las siguientes etapas para el diseño de la investigación:

Cuadro 2. Metodología propuesta por Morris Asimow



Nota: Cuadro explicativo de las fases a seguir de la metodología propuesta por Morris Asimow.

Fuente: (Editorial, 2018)

2.1. Enfoque de la investigación

Hernández-Sampieri et al., (2006) y (Dieterich-Steffan, 2008) mencionaron que la investigación científica (IC) es un proceso continuo y dinámico con tendencia al cambio en el proceso de realización. Existen dos métodos con los que trabaja esta IC, el cualitativo y cuantitativo, que, (Orozco-Gómez, 2013) indicó que estas no son compatibles pero, en muchas ocasiones se necesitan la una de la otra, sin embargo, se trabajó con el método cuantitativo puesto que, (Turban, 1981) hace referencia a que este método proporciona información estadísticamente confiable, trabajando con un enfoque sistemático y ordenado la cual funciona en conjunto de estrategias lógicas de decisión (Monje Álvarez, 2011). Por este motivo, es una excelente herramienta para la comprensión del estudio, no obstante, se necesitará explorar también en el método cualitativo.

2.2. Diseño de la investigación

Se trabajó con un enfoque transversal – no exploratorio en la cual se recopilaban datos para un análisis cuantitativo. Ya que se aplicó según el alcance de la investigación, se utilizó un método descriptivo, por el motivo que se necesitó emplear un modelo matemático mediante una simulación, recopilando los datos necesarios con el fin de resumir la información, analizar los resultados y crear información que favorezca al conocimiento (Guevara et al., 2020). Se examinan los datos históricos bajo ciertos parámetros y se detectan posibles soluciones para optimizar los procesos futuros (Cupas, 2021).

Cuadro 3. *Diseño de la investigación*



Nota: basado en (Hernández-Sampieri et al., 2014)

2.3. Procedimiento metodológico

Como se hizo referencia en el Cuadro 2, se trabajó con una metodología basada en el modelo de investigación propuesto por el Dr. Morris Asimow ya que, sostenía el hecho de que para poder crear o construir una máquina o herramienta, se necesitaba de un método sistemático para no trabajar por espontaneidad tomando en cuenta procesos ingenieriles, por lo anteriormente propuesto se consideró el

método idóneo para representar la metodología a usar, dividiéndose en varias fases a cumplir y llegar a tener una recopilación de datos precisos que ayuden con las investigaciones científicas (Raquel, n.d.).

El Cuadro 4, detalla los procesos a seguir para la elaboración de la metodología, sin embargo, no se trabajó con todos los apartados, Morris indica que las primeras 3 fases son indispensables, las siguientes pueden como no ser utilizadas (Asimow, 1962). Por motivos de la investigación se aplicó hasta la fase 3 que detalla el diseño puesto, ya que, se trabajó teniendo en cuenta a la variable independiente, que es el diseño del sistema de pre – calentamiento a base de energía solar.

Tabla 5. Metodología propuesta por Morris Asimow

Fases	Caracterización	Resultados
1. Estudio de factibilidad	Se encarga de ayudar a la recopilación de datos con los siguientes estudios: Mercado, Técnico y Financiero	Suministra información del nivel de rentabilidad y resultados esperados con el fin de ayudar a la toma de decisiones (Nuñez, 1997).
2. Diseño preliminar	Borrador para especificar una solución a la problemática determinando factores necesarios para su valoración.	Identifica el producto, teniendo en cuenta que el mismo debe ser funcional.
3. Diseño detallado	Elabora planos, determina etapas necesarias y puede considerar el estudio de los materiales.	Determinación de aspectos específicos del proyecto.
4. Planificación para la distribución	Propone planes de distribución que trabajan en conjunto con el marketing.	Garantiza la entrega adecuada y el tiempo de entrega cuidando la calidad y productividad de la empresa alzando la competitividad (Díaz & Sánchez, 2013).
5. Planificación para el consumo	Se definen estrategias para su correcta utilización teniendo en cuenta que se planifica en base a la demanda.	Ayuda a la estabilidad de un producto nuevo o a la creación de otro.
6. Planificación para la retirada del producto	Determinar posibles escenarios inoportunos que puedan decaer la venta de nuestro artefacto.	Analiza el momento apropiado para desartar de la elaboración de un producto para que no hayan pérdidas.

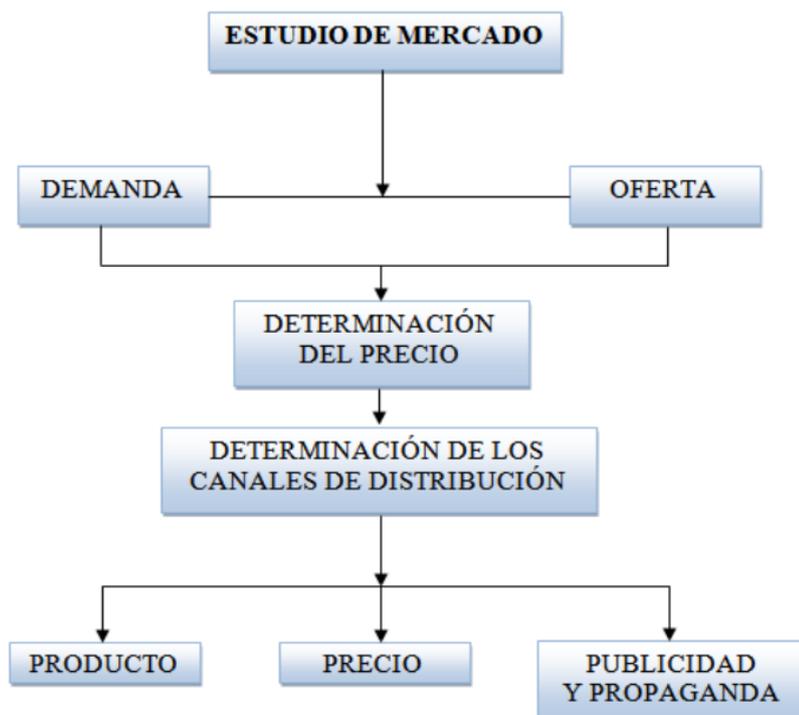
Nota: Fases que el autor tomó en cuenta para el diseño de la metodología en una investigación ingenieril.

2.4. Estudio de factibilidad

2.4.1. Estudio del mercado

El cuadro 5, muestra la relación que puede existir entre la oferta y la demanda de un determinado producto, el estudio del mercado es el punto más importante a cumplir de un estudio de factibilidad o pre factibilidad, puesto que, se muestra la necesidad a cumplir con el desarrollo de un determinado producto o servicio (Forero-Gaona & Ochoa-Aroca, 2017).

Cuadro 4. Estudio del mercado



Nota: Este esquema es utilizado para el estudio del mercado para la producción de un producto o adquisición del mismo

2.4.2. Estudio técnico

Este estudio es el segundo paso para la realización del proyecto para determinar la rentabilidad y si se es factible invertir, en el que se analizan elementos operativos para el uso eficiente de los recursos necesarios a fin de la generación de un bien o servicio (Gomez, 2014).

2.4.3. Estudio Financiero

El estudio financiero (EF) se encarga de identificar, ordenar y sistematizar la información financiera, como lo son los ingresos, costos predichos del proyecto y las inversiones que se pueden hacer, sin embargo, por motivos de la investigación, solo se identificarán los ingresos como forma de recuperación del dinero invertido y los costos totales que se darán con el diseño del sistema de precalentamiento para determinar su rentabilidad (CSC, 2009).

2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos (procedimiento de tratamiento de los datos)

La tabla 6 nos indica un resumen de lo que se realizó en el proyecto de investigación para el cumplimiento de los tres objetivos específicos, detallando las actividades que se realizaron en cada capítulo junto con las herramientas que se utilizaron para su correcto análisis y determinación de los diferentes resultados logrados como objetivo de cumplimiento del aprendizaje experimentado.

Tabla 6. Procedimiento de tratamiento de datos

Objetivos	Actividades	Herramientas	Respuestas
1	<ul style="list-style-type: none"> Revisión sistemática 	<ul style="list-style-type: none"> RSL 	<ul style="list-style-type: none"> Información pertinente y consistente de las variables de investigación.
2	<ul style="list-style-type: none"> Tipo Diseño y procedimiento metodológico 	<ul style="list-style-type: none"> Metodología de la investigación para ciencias aplicadas Estructura de un procedimiento metodológico 	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de la Metodología
3	<ul style="list-style-type: none"> Presentación de resultados Diseño Presupuesto Validación 	<ul style="list-style-type: none"> Calculo de radiación Simulación de escenarios por calculo en página web 	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de los resultados
	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de los resultados 	<ul style="list-style-type: none"> Dar respuesta a los objetivos planteados 	<ul style="list-style-type: none"> Conclusiones y recomendaciones

Nota: Cuadro esencial para determinar el cumplimiento de las etapas planeadas

2.6. Retro análisis

Se llegó a la conclusión del capítulo que, la forma más precisa de realizar un proyecto de diseño es trabajando con una metodología ingenieril que se adapte a los requerimientos del trabajo de investigación, puesto que, se pueden moldear con mayor facilidad basado a las necesidades del investigador y así conseguir con más eficacia siendo eficiente en todo proceso, los resultados esperados.

CAPÍTULO III: MARCO DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Considerando los apartados anteriores, se tomó en cuenta que es oportuno segregar diferentes ítems que le brindan mayor credibilidad a la investigación científica, de esta manera, en el siguiente capítulo se muestran los resultados obtenidos en el análisis de pre-factibilidad y datos necesarios para la simulación de variables, del presente proyecto.

3.1. Análisis de pre-factibilidad

El estudio de factibilidad es significativo en la realización de cualquier trabajo de investigación, puesto que hace referencia a la disponibilidad que existe entre el proyecto y los recursos a tratar para definir las necesidades que se tiene y con ello tomar una decisión, este análisis se encarga de estudiar financiamiento, insumos, tiempos, equipamiento, etc. (Burdiles et al., 2019).

3.1.1. Estudio del Mercado

Identificación de la demanda

Por la necesidad del análisis investigativo de este proyecto, es obligatorio especificar y priorizar el mercado al que irá dirigida esta propuesta, sabiendo que el diseño del sistema de calentamiento se hace específicamente bajo los parámetros de un tanque de servicio diario de HFO de la termoeléctrica ubicada en la provincia de Santa Elena, se comprende que este trabajo de investigación será dirigido al jefe superior de central, a fin de concluir o minimizar gastos innecesarios de consumo de combustible en la empresa y así poder usar estos recursos en próximas inversiones, con el objetivo de alcanzar una mejora continua.

Identificación de la necesidad

Tomando en cuenta que un proceso de arranque en frío de la termoeléctrica tiene un tiempo de aproximadamente 6 horas de demora para que se pueda calentar el HFO y generar electricidad con este combustible como materia prima, en este lapso de tiempo se produce con diésel puesto que, no necesita temperatura para ser transportado desde sus tanques de almacenamiento hasta los motores, sin embargo, la Tabla 7, nos indica los valores finales del día 1 de fabricación solo con los costes de arranque y las pérdidas que se tienen por no contar con un sistema de calentamiento auxiliar del Fuel Oil Pesado, puesto que en un solo arranque en frío se puede consumir hasta \$9584.64 de más, mismos que podrían ser reinvertidos en otros proyectos de mejoras para aumentar la calidad del servicio brindado y optimizar recursos en la empresa, a fin de incluir como parte de la toma de decisiones la mejora continua.

Tabla 7. Costos de generación

	Diésel \$0,84	Fuel Oil Pesado \$0,48	Perdidas
Costo de generación por 4 horas	\$11.612,16	\$5.222,40	\$6.389,76
Costo de generación por 5 horas	\$14.515,20	\$6.528,00	\$7.987,20
Costo de generación por 6 horas	\$17.418,24	\$7.833,60	\$9.584,64

Nota: En la empresa existen disponibles un total de 32 motores de los cuales por hora consumen un aproximado de 85 galones de Fuel Oil Pesado y de 105 a 108 galones de Diésel para la generación de energía eléctrica en la planta.

Tipos de calentamiento

La tabla 8 hace referencia a la cantidad de paneles necesarios que se deben adquirir para que hierva la misma cantidad de agua que se tiene en el sistema que se planteó para cumplir con la transferencia de calor hacia el combustible, generalmente para llegar al punto de ebullición de 1L de agua se necesita un aproximado de 138W, trabajando con paneles de 400W se calculan que se

necesitarían 8 paneles que cumple con la energía calculada, sin embargo, se conoce que la eficiencia de estos radica entre el 10% a 25% de efectividad.

Tabla 8. Cantidad de paneles solares calculados

No	Watts de 1 panel solar	Energía total W	Área de paneles (m2)	Área ocupada (m2)
8	400	3200	2,05	16,4

Nota: Se hizo el estudio de cuanto es la energía que se necesita para calentar un promedio de 23 litros de agua.

Por motivos de la baja eficiencia, se procedió a realizar la tabla 9, la cual indica la cantidad de paneles que realmente se necesitarían, tomando en cuenta su máxima eficiencia (25%) y el área que ocuparían para calentar el agua y proceder con la transferencia de calor al combustible.

Tabla 9. Cantidad de paneles solares necesarios

No	25% de efectividad de 1 panel solar	Energía total	Área de paneles en m2	Área ocupada m2
32	100	3200	2,05	65,6

Nota: Calculo específico tomando en cuenta el porcentaje de eficiencia de cada panel

A continuación, en la tabla 10, se presentan las proformas del estudio de mercado, a fin de determinar el presupuesto referencial y analizar el bien a ser adquirido de solo el mecanismo de calentamiento sin los materiales adicionales necesarios para el cumplimiento de un sistema o la incorporación del mismo al proceso de la empresa.

Tabla 10. Proforma de mercado

Puntos de valoración	UTILIZACIÓN CON PANLES SOLARES	DISEÑO PROPUESTO	CALDERA AUXILIAR ELÉCTRICA
Características técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • 65,6 m² de Área • Adquisición de 32 paneles • Watts por panel=400W 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 m² de Área • 80% de eficiencia • Cantidad de energía 	<ul style="list-style-type: none"> • 1714 m² de Área • 175 °C Temperatura • 8 bar de presión
Potencia Energética	3200 W/día	Temperaturas de hasta 650°C	60kw/día
Contado	\$ 8.640,00	\$ 7798,31	\$ 66.500,00
Depósitos previos	\$ 500,00	\$ 0,00	\$ 1000,00
Total	\$ 8.140,00	\$ 7798,31	\$ 65.500,00

Nota: Calculo de los valores solo de los mecanismos que pueden ser aplicados para el calentamiento del sistema

3.1.2. Estudio Técnico

En este apartado se analizan diferentes elementos para la producción del producto, o el funcionamiento del mismo, se describe detalladamente los requerimientos para posteriormente su elaboración (López-Parra et al., 2016).

Ahorro de combustibles

El consumo de diésel en la termoeléctrica CELEC-Ep Santa Elena II equivale aproximadamente a un 25% y 75% alrededor de consumo de HFO al cabo de 24 horas, puesto que no se genera continuamente para suplir la demanda energética de la provincia, solo se enciende la planta para regulaciones de voltaje o cuando las centrales hidroeléctricas están en mantenimiento, siendo estos los únicos casos, se conectan al sistema de interconectado nacional. Teniendo en cuenta que la termoeléctrica, siendo una empresa pública, accede a su materia prima con costos empresariales, se pudo observar que el diésel es 0,57 veces más caro que el HFO.

La tabla 11, indica el porcentaje esperado a reducir en el consumo de diésel en el proceso de arranque, se entiende que este varía en cuestión del tiempo climático y la hora específica que se necesite generar energía eléctrica, por ende, se calculará con un promedio de 40,41% de reducción del consumo de diésel a lo largo de 1 año, sin embargo, se procedió a trabajar con valores sin decimales para facilidad de cálculo, entonces, se toma el 40% para la predicción por facilidades del caso de estudio, teniendo en cuenta que en la mayoría de casos la empresa empieza a generar desde un estado de arranque en frío.

Tabla 11. Predicción de reducción de consumo

	Insolación Global Santa Elena	Reducción de consumo esperado
Enero	$4500 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2 * \text{día}}$	44,12%
Febrero	$4650 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2 * \text{día}}$	45,59%
Marzo	$5100 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2 * \text{día}}$	50,00%
Abril	$4950 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2 * \text{día}}$	48,53%
Mayo	$4950 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2 * \text{día}}$	48,53%
Junio	$4050 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2 * \text{día}}$	39,71%
Julio	$3750 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2 * \text{día}}$	36,76%
Agosto	$3900 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2 * \text{día}}$	38,24%
Septiembre	$4700 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2 * \text{día}}$	46,08%
Octubre	$4050 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2 * \text{día}}$	39,71%
Noviembre	$4500 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2 * \text{día}}$	44,12%

Diciembre	$4950 \frac{Wh}{m^2 * día}$	48,53%
Promedio		40,41%

Nota: Datos de insolación global sacados de (Revelo-Vaca et al., 2019) y porcentajes de reducción teóricos basados en el nivel de insolación anual

La tabla 12, indica el valor generativo anual relativo que se tomó en cuenta del cálculo de un solo arranque en frío (indicado en la tabla 7) con un estimado de arranques anuales, para conocer un aproximado de costo en solo los arranques con diésel de la termoeléctrica, para determinar basado en estos valores, cuanto sería el ahorro anual que se tendría con el diseño del sistema de precalentamiento para el tanque de servicio diario de Fuel Oil Pesado.

En esta misma tabla se pudo observar que el valor mínimo de ahorro de consumo de diésel con un promedio de 4 arranques en frío es de \$23.003,14 anuales y el valor máximo estimado con un promedio de 12 arranques en frío al año es de \$69.009,41 de ahorro que tendría la empresa, teniendo en cuenta que se debe trabajar proyectando siempre de manera priorizada la mejora continua en los diferentes procesos que tiene una empresa, como expresa (Galloway, 1998) es necesaria la mejora continua porque con ella se reducen costes generativos y aumenta la satisfacción de clientes y empleados. Por otro lado, (Proaño-Villavicencio et al., 2017) indica que esta se da para alcanzar la calidad total de la empresa y la excelencia de las organizaciones gradualmente.

Tabla 12. Ahorros esperados anuales de arranque con Diésel					
Perdidas por Arranque en frío con Diésel	Estimativo de arranques al año	Costo Pérdidas anuales estimadas	Reducción de consumo esperado	Reducción esperada de costo arranque anual	Ahorro Anual Estimado
\$9.584,64	9	40,00%	\$86.261,76	\$34.504,70	\$51.757,06
\$9.584,64	8	40,00%	\$76.677,12	\$30.670,85	\$46.006,27
\$9.584,64	6	40,00%	\$57.507,84	\$23.003,14	\$34.504,70
\$9.584,64	12	40,00%	\$115.015,68	\$46.006,27	\$69.009,41
\$9.584,64	9	40,00%	\$86.261,76	\$34.504,70	\$51.757,06
\$9.584,64	7	40,00%	\$67.092,48	\$26.836,99	\$40.255,49
\$9.584,64	10	40,00%	\$95.846,40	\$38.338,56	\$57.507,84
\$9.584,64	5	40,00%	\$47.923,20	\$19.169,28	\$28.753,92
\$9.584,64	7	40,00%	\$67.092,48	\$26.836,99	\$40.255,49
\$9.584,64	5	40,00%	\$47.923,20	\$19.169,28	\$28.753,92
\$9.584,64	8	40,00%	\$76.677,12	\$30.670,85	\$46.006,27
\$9.584,64	4	40,00%	\$38.338,56	\$15.335,42	\$23.003,14
Nota: Se trabajó con valores estimativos de arranques mensuales puesto que es incierto la cantidad total de arranques anuales que tiene la termoeléctrica puesto que esta no fue creada a fin de suplir con la demanda.					

Localización de la planta

La Corporación Eléctrica del Ecuador está ubicada en diferentes regiones a lo largo del país. Cuenta con diferentes unidades de negocio como termoeléctricas, hidroeléctricas, centrales de generación eólica, etc. Las unidades de negocio de Eletroguayas son:

- Central Trinitaria – Unidad a Vapor 133 MW.
- Central Gonzalo Zevallos – Unidades a vapor 146 MW (2 a 73 MW), Unidad a gas (26 MW).
- Central Enrique García – Unidad a Gas 102 MW.
- Central Santa Elena II - 90,1 MW.
- Central Santa Elena III – 40 MW.

La Termoeléctrica CELEC EP central Santa Elena II y Santa Elena III están ubicadas en la Provincia de Santa Elena, Kilometro 4/2 vía Ancón, en la parte trasera de las instalaciones del Colegio Técnico Santa Elena.

La ilustración 6 nos indica la macro y micro localización, dentro de la empresa, el área para ocupar ya está definido, por este motivo no se realizaron cálculos para determinar el espacio.

Ilustración 6. Localización de la empresa



Nota: Información de macro localización y micro localización

Diseño preliminar:

La Ilustración 7 hace referencia al diseño preliminar del mecanismo de calentamiento, se hicieron modificaciones en cuanto a dimensiones del mecanismo porque existieron diferentes factores limitantes, tanto en tiempos de calentamiento como en la temperatura esperada, bajo parámetros del caudal que la llevaba, por este motivo se corrigieron sus dimensiones para mejorar el rendimiento del mecanismo de calentamiento solar, como se puede dar cuenta en el anexo 1, viéndose en la intemperie.

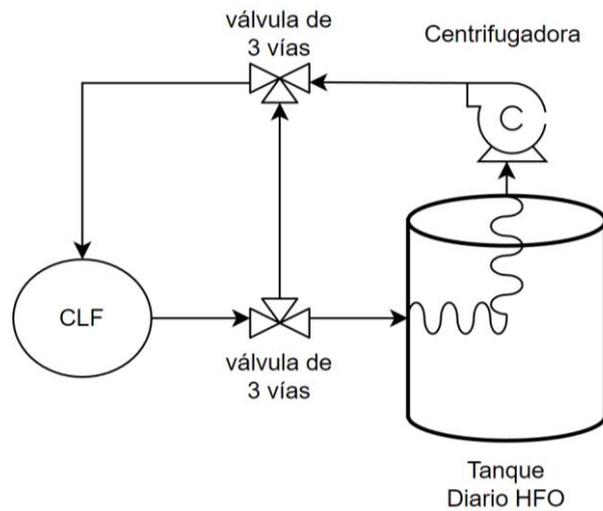
Ilustración 7. Diseño preliminar mecanismo



Nota: Primer diseño preliminar, sin distancias fijas

La Ilustración 8 indica la base desde la que se inició para el diseño del sistema, puesto que en este no se consideraron diferentes especificaciones como la cantidad del caudal, las bombas necesarias para el mecanismo, ni una cisterna de la que se encargue de suministrar agua al sistema, para que esta posteriormente se transforme en vapor saturado, siendo estos factores limitantes no solo para el diseño sino también para el funcionamiento del mismo junto a su rendimiento.

Ilustración 8. Sistema propuesto preliminar



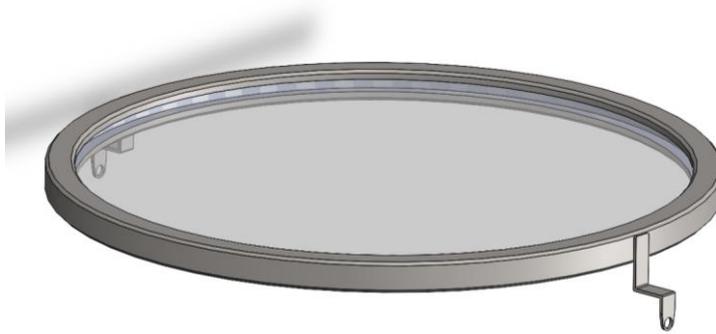
Nota: Sistema base para el estudio de los componentes necesarios para el diseño final

Diseño detallado del mecanismo:

El presente proyecto consiste en el diseño de un mecanismo de uso sencillo que sea capaz de recibir el mayor nivel de radiación posible, basado en eso se procedió al estudio de los diferentes componentes con los que se pueden obtener energía aprovechada del sol, al segmentarlos, bajo los argumentos anteriormente vistos, se llegó a la conclusión que la lente Fresnel es un buen conductor y captador de radiación solar para que la misma se pueda implementar en el diseño de un mecanismo de calentamiento de agua a fin de que posteriormente sea transportada por el sistema hasta los tanques de servicio diario de Fuel Oil Pesado, teniendo como resultado el diseño detallado del mecanismo y los planos del mismo (ver anexo 3).

Colector Solar tipo Lente: La Ilustración 9, indica el tamaño considerado de la lente que se tomó en cuenta para el diseño y cálculos como objetivo de que exista la mayor concentración de rayos posibles, esta lente tiene un tamaño de 1,10m, un espesor de 5mm, punto focal de 1.3m, con un tiempo de vida útil de 10 años bajo parámetros de limpieza (solo utilizando agua y jabón), con un índice de refracción de 1,5.

Ilustración 9. Lente Fresnel

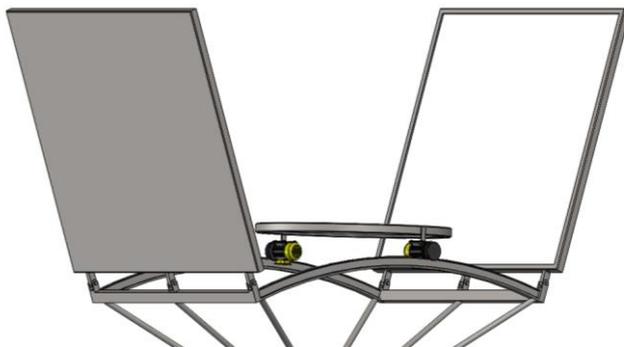


Nota: La medida que se usó para el diseño es de una lente de 1,10m para que tenga mayor área de captación de rayos solares.

Recepción de rayos solares: La ilustración 10 indica que el distribuidor compone por 4 materiales:

- Dos espejos superiores que están a los lados del equipo, funcionando como heliostato de 1,30m de alto y 0,60m de ancho, redirigiendo más rayos solares al mecanismo para aumentar su eficiencia que están fijadas al marco de los espejos y que, con pernos se pueda variar el ángulo de posición de los mismos para dirigir los rayos del sol a conveniencia de las necesidades que demande el sistema.
- El colector solar tipo lente Fresnel tiene un marco, el cual está soldado a una estructura que va empernada con un dispositivo móvil, mismo que funciona con motores de 0.01 hp para la ejecución de su movimiento.
- Una caja de cambio de 4 poleas medianas que funciona con los motores para dar el giro de grados de posición a medida que va avanzando el recorrido de la lente.

Ilustración 10. Receptor de rayos solares

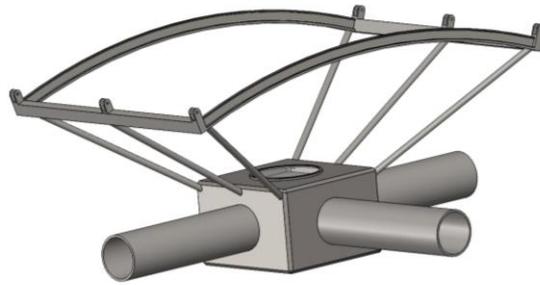


Nota: compuesta por espejos como heliostatos fijos, la lente Fresnel, motores que simulen el movimiento de la lente y la estructura que une y sostiene los materiales de recepción.

Estructura media y caja receptora: En la Ilustración 11, indica que está compuesta por:

- Se observa que sostienen 3 tubos de acero inoxidable de cada lado para poder cargar con la parte superior del mecanismo trabajando con acero inoxidable para que no sufra desajustes, maltratos o perturbaciones al estar en la intemperie
- Una caja receptora de titanio de 40*40*20cm puesto que, es uno de los materiales con mayor resistencia térmica
- Placas de cobre de 36,8*36,8*0,75cm para que, vayan soldadas dentro del receptor con el objetivo de estimular el calentamiento del agua y que este pueda alcanzar el punto de ebullición con facilidad, saliendo por las partes laterales donde se encuentran situados los tubos de traslado, para direccionar el fluido al tanque diario del Fuel Oil Pesado.
- La estructura de acero inoxidable dividida en la parte curva tipo riel donde ejecuta el movimiento, la lente regulada a fin de moverse al mismo tiempo que el sistema horario.
- Lente Fresnel concentradora de rayos solares circular de 450 mm longitud Focal y 360mm de diámetro

Ilustración 11. Estructura media y caja receptora



Nota: compuesta por la estructura de acero inoxidable, una base en conjunto con la caja receptora que contienen placas de cobre por dentro y las líneas en donde irá dirigido el fluido.

Base: La Ilustración 12 hace referencia a la base, la misma que es hecha de tubos de acero inoxidable cuadrados, puesto que, le da mayor estética y pueda soportar la intemperie a la que se encontrará expuesta, se necesita un material resistente para evitar la oxidación, o los mantenimientos tan recurrentes, con un soporte en la parte de arriba para que vaya la caja receptora y no haya movimiento alguno en esta área, a su vez sea soldada con el mismo acero inoxidable. En la parte de abajo, la base que irá tocando el suelo es del mismo material mencionado, redondeada que mide 1m de altura por 0,60m de diámetro en la parte de la base con agujeros donde irán 6 pernos de expansión de $\frac{3}{4}$ in anclados al piso para mayor seguridad, siendo estos propios para el cemento.

Ilustración 12. Base del mecanismo

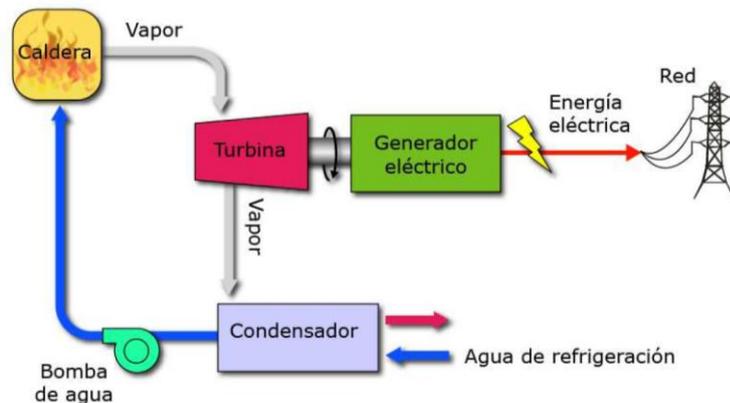


Nota: Base estática anclada al piso.

Diseño detallado del sistema:

Para una mayor comprensión y entendimiento se estudia en comparativa a las termoeléctricas comunes, puesto que la empresa a la que se está dirigido el diseño del sistema, es manejada con procedimientos similares al sistema presentado en este proyecto. En la ilustración 6, se observó que estas centrales trabajan con temperatura conseguida de la quema de combustibles fósiles que desprenden en gran manera una serie de componentes acaudalados a lo largo del tiempo, el carburante pasa a las turbinas o motores para que estos efectúen un trabajo, la energía obtenida es transportada a los generadores para posteriormente la electricidad adquirida ser trasladada a la red. El uso de calderas es imprescindible en su proceso, conociéndose que estas emiten CO_2 , que, al día de hoy, representa el 66% de las emisiones de gases al ambiente, provocando un efecto invernadero (Mastrángelo, n.d.).

Ilustración 13. Esquema de una central termoeléctrica convencional

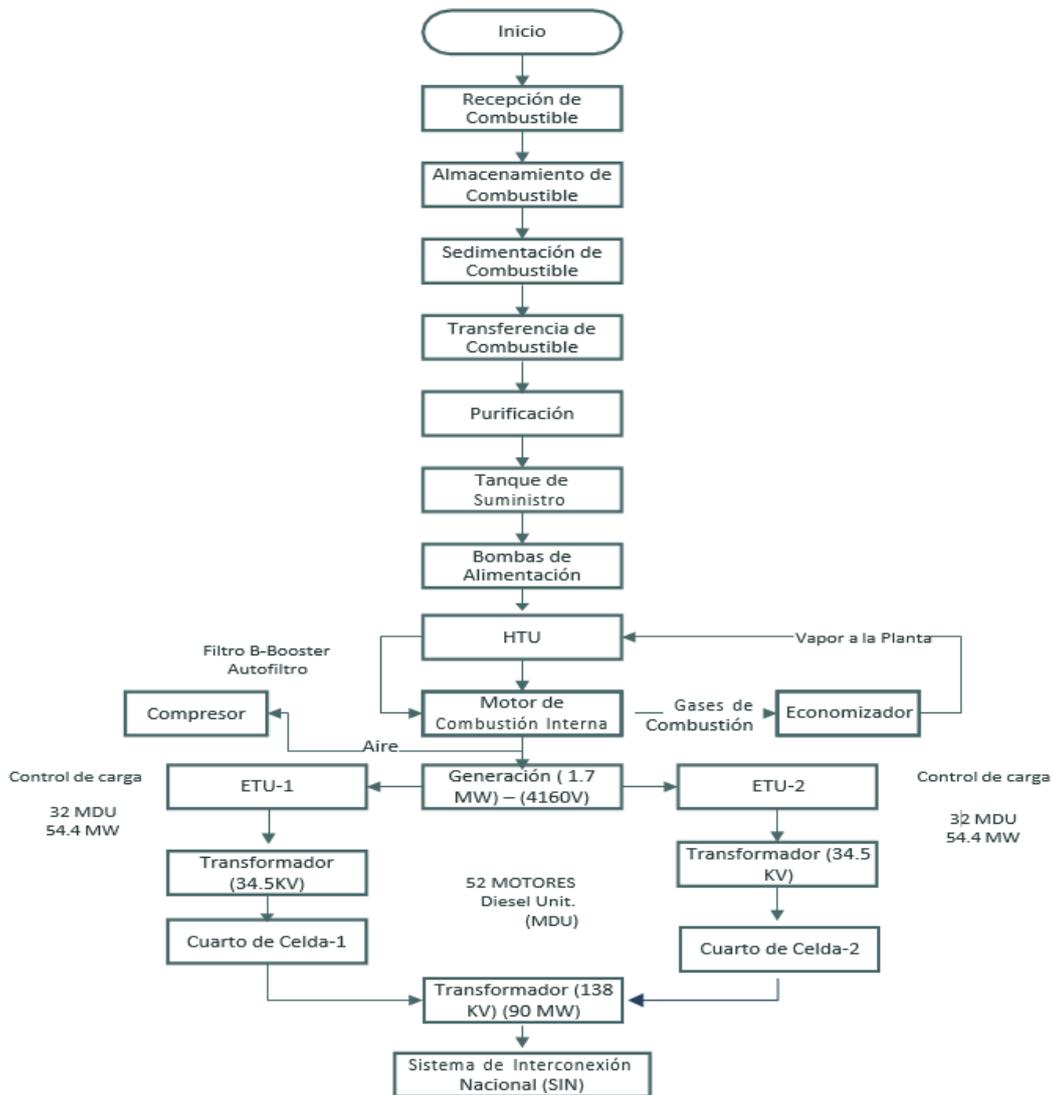


Nota: Esquema de las centrales del funcionamiento de las plantas en forma general. **Fuente:** (Roldán-Chiriboga, 2009)

Como base a la anterior, se desarrolló un diagrama de flujo de todos los procesos que ejecuta la termoeléctrica CELEC-Ep central Santa Elena II como objetivo de análisis para la realización de una preforma de mejora continua a fin de ahorrar recursos en áreas determinadas, por ende, el Cuadro 5, hace referencia al proceso productivo que pasa la central para la obtención de energía eléctrica y el envío de la misma al sistema interconectado nacional, sin embargo, nos

concentramos en la primera parte, desde el almacenamiento del HFO en sus tanques diarios o tanques de suministro hasta ser transportado a los motores, al analizar los tiempos de trabajo, determinamos que se consume demasiado diésel como fuente de arranque del proceso por la espera que se produce al calentar el combustible principal para el comienzo del mismo, por este motivo se trabajó en función a esta área en específico.

Cuadro 5. Diagrama de Flujo de la termoeléctrica C.S.E.II



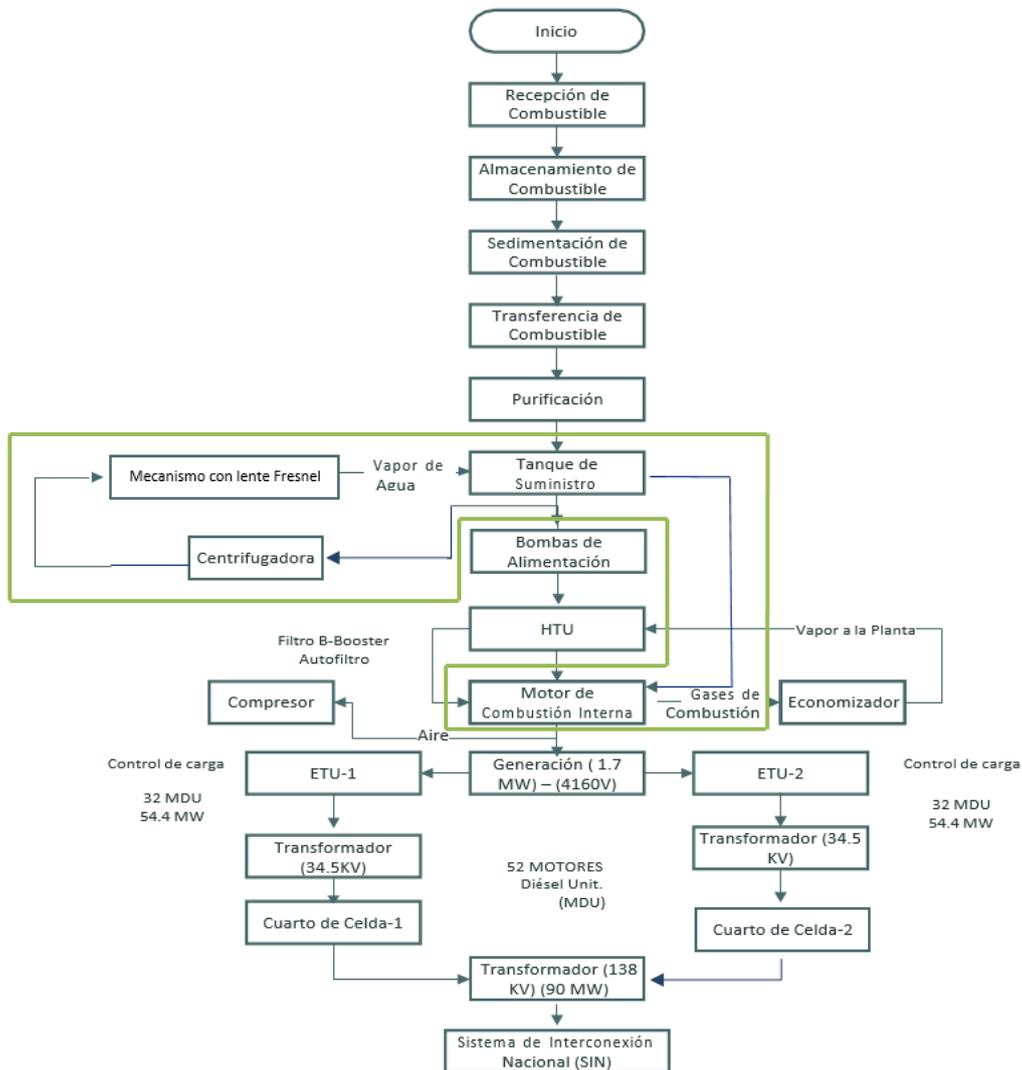
Nota: Diagrama recopilado con información de CELEC-EP. **Fuente:** (Santos-Guillen, 2018).

Para la adaptación del sistema a los procesos productivos de la empresa se procedió a incorporar el diseño propuesto al diagrama de flujo de la empresa, se realizó el diagrama de flujo para un levantamiento de procesos, con el análisis del mismo se determinó el tiempo de demora que hay en el calentamiento del combustible, consumiéndose así la mayor cantidad posible de combustible Diésel usado para el arranque de la planta, a fin de reducir los costos unitarios de producción se determinó que se es necesario la implementación de un sistema de calentamiento auxiliar del carburante utilizado para la producción de energía eléctrica, por ende, lo que se pretende conseguir con el diseño del sistema de calentamiento empleado en una de las primeras etapas del proceso generativo, son los siguientes puntos:

- Minimizar los tiempos de generación con Diésel.
- Optimizar y conservar los recursos de la empresa mejorando el sistema de calentamiento del carburante.
- Ser eficientes al producir electricidad para suplir con una demanda o para regulación de voltaje.

Para conseguirlo, el cuadro 6, indica donde iría situado el sistema ideado para la correcta ejecución de mejora del proceso, teniendo en consideración que el diseño propuesto interactúa en la empresa en las partes que están encerradas con las líneas verdes, pasando 2 etapas del proceso productivo convencional de la Termoeléctrica CELEC-EP Central Santa Elena II, consiguiendo así la eficiencia en la generación de electricidad puesto que se empieza a producir teniendo en cuenta las normas básicas de calidad en cada proceso productivo sin desperdicios de recursos de la empresa como tiempo y materia prima, a fin de enviar electricidad al sistema interconectado nacional.

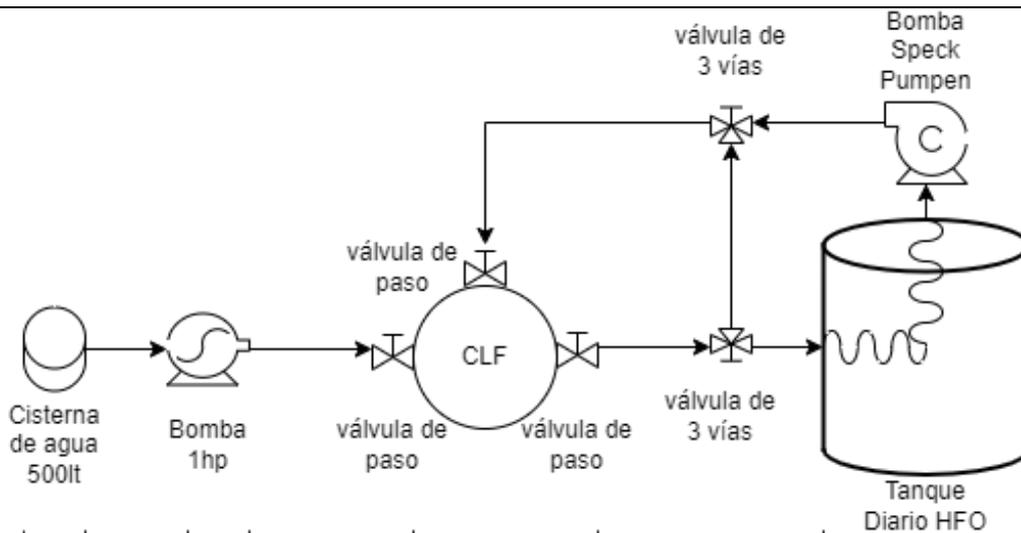
Cuadro 6. Diagrama de flujo con Diseño propuesto



Nota: Diagrama de flujo del proceso productivo de la empresa adicionando el diseño propuesto.

El cuadro 7, indica la composición del sistema, siendo este un diseño cerrado sencillo que se optó para la generación de vapor, a fin de mantener un mínimo de energía calorífica en el fluido del sistema y este ser transportado al tanque de almacenamiento del carburante, con el objetivo de que este adquiriera temperatura y reduzca su nivel de viscosidad, teniendo como resultado, un menor tiempo de generación con Diésel, y mayor tiempo de transferencia de calor al tanque de HFO.

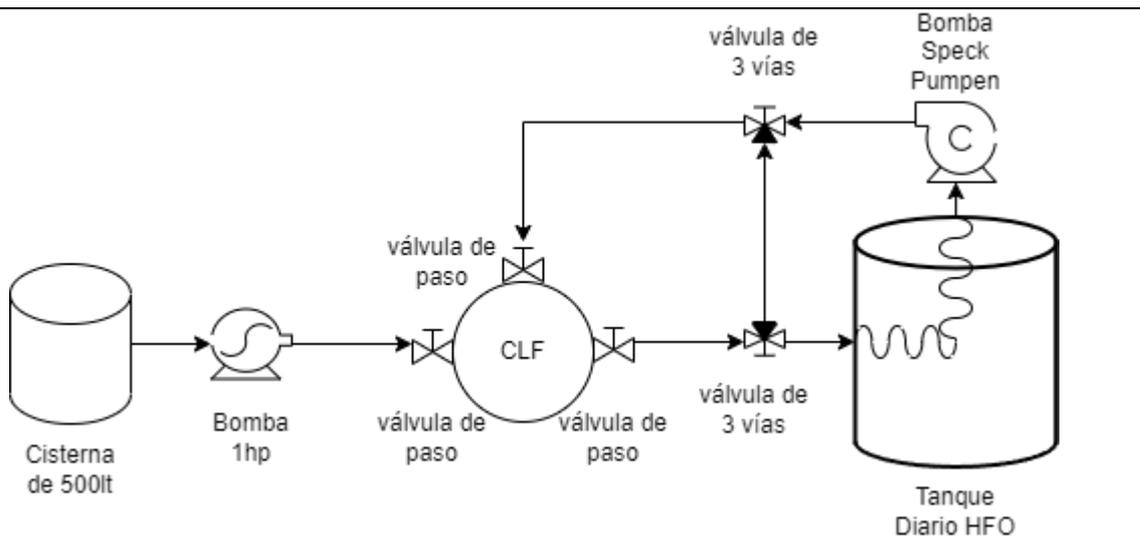
Cuadro 7. Diseño propuesto



Nota: Se realizó un sistema cerrado simple por motivos de espacio de la planta.

El mecanismo con lente Fresnel es el proceso uno, donde la caja receptora transforma el agua a vapor y este posteriormente es transportado a los tanques de almacenamiento del combustible purificado como se ve en el cuadro 7, se trabajó con válvulas de paso de 3 vías ya que, se puede mover el paso del fluido con respecto al estado de la plana, en generación o no, cuando la planta está apagada, la vía de la válvula que da paso al vapor para ser trasladado al tanque de almacenamiento se abre y se cierra la otra vía como se puede observar en el cuadro 8, esto se da para mantener el combustible con la temperatura mínima de calentamiento, teniendo como resultado la disminución de horas de calentamiento del HFO y a su vez una disminución de generación con diésel cuando se necesite empezar a producir energía eléctrica teniendo en cuenta al anexo 4 que es el diseño en 3D

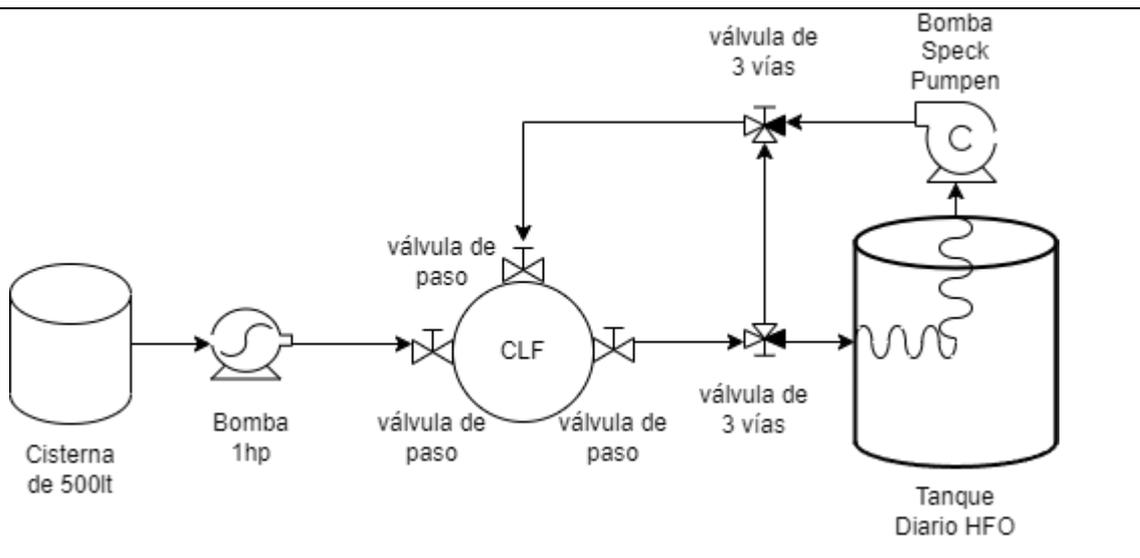
Cuadro 8. *Diseño con la planta apagada*



Nota: El vapor iría trasladado al tanque de diario del combustible para que este obtenga temperatura

Luego de realizar la transferencia de calor al tanque diario de HFO pasa por una centrifugadora que actúa como impulso para redirigir el agua residual al inicio del sistema aportando presión, que hará que con menos energía se obtenga el punto de ebullición del agua, esta pasa por otra válvula de paso de 3 vías como se ve en el cuadro 8, volviendo a empezar con el proceso, por lo contrario, cuando la central está encendida, se cierra la vía que permite pasar el vapor por el tanque sosteniéndonos con el proceso anterior que se basa en el calentamiento del agua por los gases obtenidos de la combustión interna de los motores como se observa en el Cuadro 9, sin dejar de lado que el tiempo de calentamiento del HFO y generación con Diésel se es menor puesto que el combustible ya cuenta con cierta temperatura de inicio.

Cuadro 9. Diseño con la planta generando



Nota: Con la planta encendida redirigimos el fluido para que actúe el sistema convencional de calentamiento por medio de los gases de combustión del sistema.

Líneas de traslado

En la ilustración 14 podemos observar que en las líneas de distribución de vapor irá colocado un aislamiento térmico para tuberías, esta puede ser de fibra de vidrio o de materiales de biopolímero, puesto que está destinado a la protección de la eficiencia del sistema puesto que se evitan las pérdidas de calor que iría transferido al ambiente.

Ilustración 14. Aislamiento térmico



Nota: Es necesario el aislamiento en sistemas con temperatura.

Identificación de la maquinaria e insumos del proyecto

La tabla 13, indica la cantidad de insumos que se consideraron para plantearse en el diseño del sistema de calentamiento para un tanque de servicio diario del combustible HFO en la termoeléctrica. Se procedió a ejecutar un estudio de materiales para que estos se acoplen idóneamente y que no haya errores, en este estudio se determinaron materiales específicos necesarios para la implementación del sistema con los que se sacó el presupuesto en base al criterio técnico puesto que se tomaron en cuenta todos los aspectos del diseño ejecutado para la toma de decisiones, en función de las medidas, temperatura y resistencia de los materiales para que no haya corrosiones y los mantenimientos no sean excesivamente recurrentes.

Tabla 13. Selección de materiales

No.	materiales
maquinaria	
2	bomba 1hp de 4in
2	Motor de 0,01 Hp
insumos	
1	Cisterna de agua de 500lt
3	Válvulas de bola
2	Válvulas de 3 vías
1	Caja de cambio de 4 poleas
9	Tubos cuadrados de 1 in de espesor de acero inoxidable
4	Pernos de expansión para cemento de $\frac{3}{4}$
1	caja de titanio de 1/4 de espesor
2	tubos galvanizados de 4 in por 6m
7	codos de 4 in

Nota: Se seleccionaron los materiales por criterio técnico y medidas totales del sistema.

3.1.3. Estudio Económico

Presupuesto anual asignado para proyectos en la empresa

Para poder conocer cuánto se puede invertir en el diseño de un sistema de calentamiento a fin de optimizar los recursos en la empresa, se debe ser consciente de los valores anuales que se le son designados a la empresa en general, por esto, la tabla 14, nos indica la designación de dinero en proyectos industriales a fin de conseguir la mejora continua en los procesos de generación de la termoeléctrica, puesto que son valores del año 2021 se llegó a la conclusión que la empresa siendo nuestro mercado en general, si cuenta con el dinero suficiente para invertir en este proyecto, puesto que la tabla indica que por lo menos en este caso solo se ha usado el 28.49% del presupuesto.

Tabla 14. Monto total del presupuesto anual

Tipo	Ingreso (Presupuesto)	Gasto (Ejecución Provisional)	Financiamiento	Resultados operativos (% de gestión cumplida)
Corriente	671.515.998,15	229.823.120,18	Tarifa	34,22%
Inversión	350.809.966,73	61.391.497,20	Recursos Fiscales/Crédito Externo y Autogestión	17,50%
Total	1.022.325.964,88	291.214.617,38		28,49%

Nota: Verificación del proceso anual que se le asigna a la empresa para proyectos de mejora continua.

Fuente: (Celec-Ep, 2021)

Costos totales de la propuesta de mejora

La tabla 15 hace referencia al costo total que se especifica para el desarrollo del sistema, la preforma necesaria de costos por separado del sistema con el mecanismo de calentamiento:

Tabla 15. Costos de sistema

No.	materiales	Costo
maquinaria		
1	bomba 1hp de 4in	1975,00
1	bomba Speck-Pumpen	7493,75
insumos		
1	Cisterna de agua de 500lt	85,58
3	Válvulas de bola	825,00
2	Válvulas de 3 vías	1640,00
2	tubos galvanizados de 4 in por 6m	241,66
7	codos de 90° de 4 in	86,87
		12347,86

Nota: Cotizaciones de los materiales apropiados para el sistema

La tabla 16 trata de los costos más relevantes que se tuvieron en cuenta para el diseño del sistema de calentamiento, los costos totales de cada insumo multiplicado por la cantidad con la que se necesita trabajar:

Tabla 16. Costos del mecanismo

No.	materiales	Costo
maquinaria		
2	Motor de 0,01 Hp	3174,00
insumos		
1	Caja de cambio de 4 poleas	460,00
6	Pernos de expansión para cemento de 3/4	1734,00
1	caja de titanio de 1/4 de espesor	87,85
1	Lente Fresnel de 11000mm	588,00
1	Lente Eresnel de 360mm	58,46
9	Tubos cuadrados de 1 in de espesor de acero inoxidable	720,00
2	Heliostatos de 1,3m	160,00
4	marco de acero inoxidable	816,00
		7798,31

Nota: Cotizaciones de los materiales apropiados para el mecanismo

La tabla 17 indica los valores totales que se necesita invertir para la ejecución del presente proyecto dentro de la Termoeléctrica, CELEC-EP Central Santa Elena II, bajo los parámetros específicos de un tanque diario de Fuel Oil pesado (HFO) considerando un 15% para reajustes y un 10% para imprevistos que se puedan dar en el proceso de ejecución del sistema de calentamiento.

Tabla 17. Costos totales del proyecto

Inversión	Costo
Costos fijos	16999,79
Costos Variables	<u>3846,38</u>
Sub total	20846,17
10% de preventivos	2084,617
15% de reajuste	<u>3126,9255</u>
Total	26057,713

Nota: se consideró un 10% y un 15% del valor total para posibles reajustes en el sistema o imprevistos que no se han calculado

Ratios financieros y Amortizaciones

La tabla 18 indica los ratios financieros que se tomaron en cuenta para determinar si nuestro proyecto es factible, teniendo en cuenta que un proyecto es rentable cuando este recupera la inversión dentro de los 5 años plazo (Peumans, 1967) para ello se debieron identificar las fórmulas de estos indicadores:

Fórmula VAN

$$VNA = \frac{C_1}{(1 + r)^n}$$

$$VAN = VNA - Inversión$$

Donde:

$$VNA = Valor\ neto\ actual$$

$C_1 = \text{Costo de la Inversión}$

$r = \text{Flujo de caja}$

$n = \text{tiempo}$

Fórmula TIR

$$TIR = \frac{C_1 + C_0}{C_0}$$

Donde:

$C_1 = \text{Beneficio}$

$C_0 = \text{Inversión}$

Fórmula PR

$$PRI = a + \left[\frac{(I_0 - b)}{F_t} \right]$$

Donde:

a = períodos que preceden a aquel en el que se completa la recuperación

$I_0 = \text{Inversión Inicial}$

b = suma de los flujos de caja

$F_t = \text{flujo de caja}$

Tabla 18. Ratios financieros

partidas contables	0	1	2	3	4
FF	-26057,713	23.003,00	23.003,00	23.003,00	23.003,00
Saldo actualizado 10%	-26057,713	20911,82	19010,74	17282,49	15711,36
Saldo actualizado acumulado	-26057,713	-5145,89	13864,85	31147,34	46858,70

Nota: Se calculó la VAN, la TIR y el PR

La tabla 19 indica los resultados obtenidos en el análisis de los ratios financieros, conociendo que la VAN nos indica el valor de ganancias después de nuestro punto de equilibrio, la TIR es un indicador medido en porcentaje que, en este caso nos indica que es rentable, puesto que la TIR supera en un 7% la tasa de inversión y el Periodo de recuperación nos dice en valores de tiempo, cuando tenemos nuestro punto de equilibrio y pasada de esa fecha, son ganancias para la empresa, por eso decimos que en un intervalo del tercer a cuarto año se obtienen ganancias de la implementación del sistema

Tabla 19. Resultados del estudio financiero

Tasa	10,00%
VNA	\$39.922,56
VAN	\$13.864,85
TIR	80%
PRI	1,27

Nota: Resultados de los ratios financieros

3.2. Cálculos y Simulación de variables

Para la determinación del siguiente apartado se fue preciso la programación de una página web (Anexo 2) donde interactúe como hoja de cálculo agregándole previamente las formulas necesarias para la obtención de la simulación de variables, así se consideró más eficiente y cómodo para la elaboración del análisis de resultados.

3.2.1. Primera lente

La tabla 20 indica la cantidad de energía que se colecta del sol hasta el Ecuador, más precisamente en la provincia de Santa Elena, puesto que es necesario obtener este dato para el cálculo posterior de la temperatura obtenida de la lente solar con un valor de entrada en W/m^2 , este antecedente fue el resultante de la

aplicación de la ley de Stefan-Boltzmann (Rochín-Romero, 2010) para determinar la cantidad de calor proveniente del sol:

$$\frac{Q}{\Delta t} = \delta * \varepsilon * A * T^4$$

donde:

$\delta = 5,6697 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ (constante de Stefan-Boltzmann)

ε = emisividad (valor de 0 a 1)

A= Área

T= Temperatura

Siendo el área del colector, $0,950\text{m}^2$ la emisividad de 0,94 y la temperatura que nos dan en la gráfica:

Tabla 20. Obtención de Energía solar en el Ecuador

	Temperatura ambiente promedio (°C)	Temperatura ambiente promedio (°K)	Ley de Stefan-Boltzmann ($\frac{W}{m^2}$)
Enero	28	301,15	416,43
Febrero	29	302,15	421,99
Marzo	32	305,15	439,00
Abril	31	304,15	433,27
Mayo	31	304,15	433,27
Junio	25	298,15	400,08
Julio	24	297,15	394,74
Agosto	25	298,15	400,08
Septiembre	30	303,15	427,60
Octubre	25	298,15	400,08
Noviembre	28	301,15	416,43
Diciembre	31	304,15	433,27

Nota: Se estudia con respecto a la cantidad de energía obtenida del sol para saber el promedio de temperatura que genera el colector solar. **Fuente:** Información Meteorológica del INAMHI

El cuadro 10 hace referencia a la cantidad de transmisión de calor que se produce de un cuerpo a otro por medio de la radiación y la misma que existe al cabo de un año, estos valores pueden ser variables con facilidad, por este motivo se conoce no son valores fijos o constantes.

Cuadro 10. Ley de Stefan Boltzman



Nota: Basado en los resultados de la tabla 18

La tabla 21 relaciona la energía que se obtiene por el sol con la temperatura base ambiental de la provincia de Santa Elena, ya que, se obtuvo de guía los valores de la tabla 14 para la relación de energía y temperatura que se obtuvieron, teniendo en cuenta que en esta zona se adquieren temperaturas $304,15^{\circ}\text{K}$ como máximo y un mínimo de $442,04^{\circ}\text{K}$ respectivamente.

Tabla 21. *Temperatura de salida*

	Energía Solar ($\frac{W}{m^2}$)	Temperatura conseguida (°C)	Temperatura conseguida (°K)
Enero	416,43	329,00	603,00
Febrero	421,99	334,00	607,00
Marzo	439,00	347,00	620,00
Abril	433,27	343,00	616,00
Mayo	433,27	343,00	616,00
Junio	400,08	316,00	590,00
Julio	394,74	312,00	585,00
Agosto	400,08	316,00	590,00
Septiembre	427,60	338,00	611,00
Octubre	400,08	316,00	590,00
Noviembre	416,43	329,00	603,00
Diciembre	433,27	343,00	616,00

Nota: El cálculo se realizó en base al promedio de diferentes toma de muestras de la radiación emitida por el ambiente vs la temperatura concentrada del colector Fresnel que se estudiaron en diferentes artículos científicos de la época.

La tabla 22 hace referencia a la relación de energía y temperatura que se obtuvieron como datos de entrada y de salida de la primera lente para potenciar la segunda lente y que esta logre temperaturas por arriba de los tantos grados centígrados y así conseguir vapor saturado.

Tabla 22. Valores de salida lente Fresnel

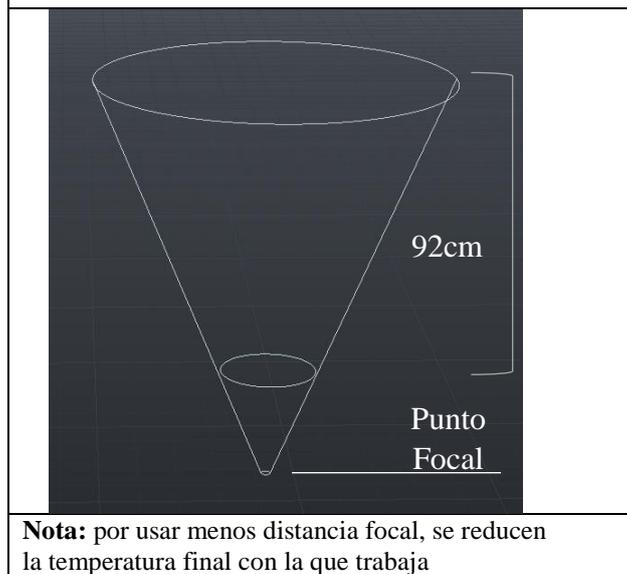
	Energía de entrada ($\frac{W}{m^2}$)	Temperatura de salida (°K)
Enero	416,43	603,00
Febrero	421,99	607,00
Marzo	439,00	620,00
Abril	433,27	616,00
Mayo	433,27	616,00
Junio	400,08	590,00
Julio	394,74	585,00
Agosto	400,08	590,00
Septiembre	427,60	611,00
Octubre	400,08	590,00
Noviembre	416,43	603,00
Diciembre	433,27	616,00

Nota: Tabla de aproximación de energía de entrada vs Temperatura de salida

La ilustración 14 indica la distancia focal con la que fue colocada la lente, se sabe que este tipo de lentes, por sus dimensiones tiene una distancia focal de 1,30m, sin embargo, por motivos de estudio, se la colocó a 1m y se sacó la temperatura de salida real con la que se trabajó con la lente de 110cm de diámetro y 9503,31 cm^2 hasta la lente de 38cm de diámetro y 1134,11 cm^2 de área, donde se sacaron los valores de área con la fórmula:

$$A = \pi r^2$$

Ilustración 15. Distancia focal usada



Calculo de la razón de concentración

$$Rc = \frac{Aa}{Ar}$$

Donde:

A_a = Área de absorción

A_r = Área de recepción

Teniendo, así como resultado que la razón de la concentración es de:

$$Rc = \frac{9503,31 \text{ cm}^2}{1134,11 \text{ cm}^2}$$

$$Rc = 8,3795$$

Como se especifica en la ilustración 14, los valores de salida que se obtuvieron como resultados, no serán los mismos que se aplicaron en el sistema, puesto que este se trabajó no con la distancia focal especificada por los fabricantes, en su lugar se usó una distancia focal de 92cm que, su “punto focal” no sería de 3cm, sino de 39cm de diámetro, ocupando más área de radiación para potenciar la otra lente y que haya contacto más directo con el agua y las placas de cobre, teniendo como resultado una mayor eficiencia en la ebullición del agua. Por ende,

la tabla 23, se observa la disminución de temperatura que se produce al disminuir 35,45cm de la longitud focal de la primera lente.

Tabla 23. Disminución de temperatura por distancia focal

	Temperatura resultante con PF (°C)	Temperatura resultante sin PF (°C)
Enero	329	233
Febrero	334	236
Marzo	347	246
Abril	343	243
Mayo	343	243
Junio	316	224
Julio	312	221
Agosto	316	224
Septiembre	338	239
Octubre	316	224
Noviembre	329	233
Diciembre	343	243

Nota: Para una mejor comprensión se trabajó la temperatura en °C.

Para determinar la energía calórica con la que trabaja el sistema, primero se deben calcular ciertos parámetros de la caja receptora del mecanismo en la que se pretende evaporar el agua en un determinado tiempo por este motivo la tabla 24 hace los cálculos necesarios para el desarrollo de los datos pertinentes:

3.2.2. Cálculo de la 2da lente

Tabla 24. Cálculo de área y volumen del receptor

	Formulas	Resultados
Área del recipiente		6400,00 Cm ²
	$A = 2h(a+b) + 2ab$	
Área específica del recipiente		5254,00 Cm ²
Área del lente	$A = 2\pi rh$	119,38 Cm ²
Área total	$A_t = A_r + A_l$	5373,38 Cm ² 0,5373 m ²
Volumen del Recipiente	$V = A_b * h$	23273,00 Cm ³
Volumen de placas planas	$V = A_b \times h$	1015,68 Cm ³
Volumen total	$V = V_r - V_p$	22257,32 Cm ³

Nota: Cálculos pertinente de la caja receptora

Se aplicó la fórmula de energía calórica para determinar cuánto fue necesario aplicarlo y la potencia que se obtuvo según los datos de temperatura a lo largo de un año:

$$Q = m * Ce * \Delta T$$

Donde:

M= masa (dada en kg)

Ce= calor específico (dado en $\frac{Joules}{Kg \cdot ^\circ K}$)

$\Delta T = T_f - T_0$ (dado en $^\circ K$)

La tabla 25 hace referencia al cálculo de la cantidad de calor en Joule teniendo en cuenta que se trabajó con una masa de 22kg, un calor específico del agua de $\frac{4186 \text{ Joule}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{K}}$ con la temperatura de entrada especificada en cada mes y la temperatura de salida de 373°K puesto que esa es la temperatura mínima para que el agua entre a la etapa de ebullición y un promedio de $1915,62 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ de energía.

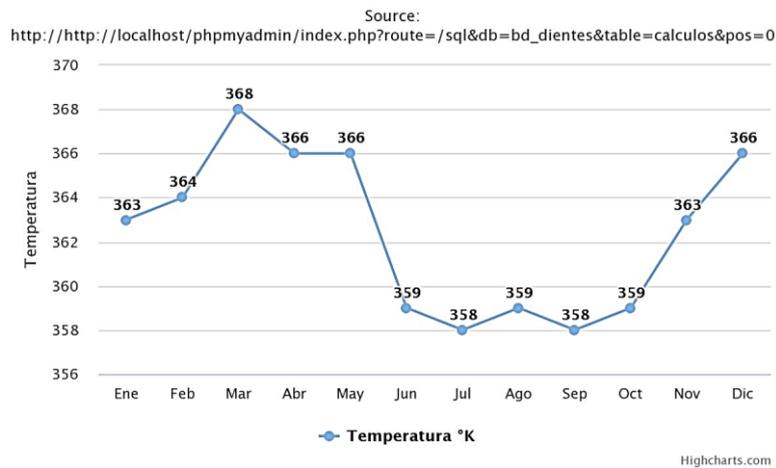
Tabla 25. Calculo de cantidad de energía calórica

	Temperatura entrada ($^\circ\text{C}$)	Temperatura entrada ($^\circ\text{K}$)	Energía calórica (Joules)	Energía de salida de la lente ($\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$)
Enero	233	506	19152677,16	1899,00
Febrero	236	509	19439258,09	1946,14
Marzo	246	519	20316234,31	2095,85
Abril	243	516	20021017,68	2044,52
Mayo	243	516	20021017,68	2044,52
Junio	224	497	18309903,23	1765,34
Julio	221	494	18034572,30	1723,24
Agosto	224	497	18309903,23	1765,34
Septiembre	239	512	19728698,61	1994,63
Octubre	224	497	18309903,23	1765,34
Noviembre	233	506	19152677,16	1899,00
Diciembre	243	516	20021017,68	2044,52

Nota: Se aplicó la fórmula que se especifica en la parte de arriba para el cálculo de los valores específicos

El cuadro 11 hace referencia a la temperatura de salida que se consiguió con el colector solar de 110cm a una distancia focal de 92 cm a la caja receptora para potenciar el segundo lente Fresnel y conseguir aún más rápido la evaporación del agua del sistema, teniendo en cuenta que marzo el sistema va a ser mucho más eficiente que en comparación de julio y septiembre que tienen los valores más bajos.

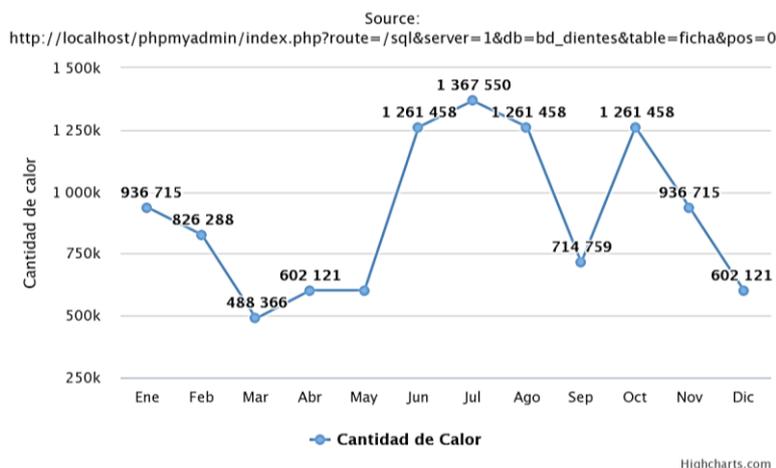
Cuadro 11. Temperatura promedio generada mensual



Nota: Temperatura de salida emitida por radiación del primer panel solar al cabo de 1 año

El cuadro 12 hace referencia a la cantidad de calor o energía calórica que se debe obtuvo del sistema para la evaporación del agua, esos cálculos se dan en base a la 2da lente de Fresnel utilizada para la transmisión de calor directo al agua para la obtención de vapor saturado, con un valor superior a los otros de 136755Joule en Julio y el menor de 488366 Joule en marzo, podemos observar que, entre mayor temperatura, menor uso de calorías o energía calórica.

Cuadro 12. Cantidad de calor del sistema



Nota: Se calculó la cantidad de calor por los meses del año

La tabla 26 hace referencia la cantidad de potencia que se necesitó para producir vapor saturado con la cantidad de caudal que se tiene en el sistema (22kg o 22257,32cm³) al cabo de 1 hora.

$$P = \frac{Q}{t}$$

Donde:

Q= Cantidad de calor

t= tiempo

Tabla 26. Potencia para producir vapor saturado

	Cantidad de Calor (Joule)	Tiempo (seg)	Potencia (Watts)
Enero	19152677	3600	5320
Febrero	19439258	3600	5400
Marzo	20316234	3600	5643
Abril	20021018	3600	5561
Mayo	20021018	3600	5561
Junio	18309903	3600	5086
Julio	18034572	3600	5010
Agosto	18309903	3600	5086
Septiembre	19728699	3600	5480
Octubre	18309903	3600	5086
Noviembre	19152677	3600	5320
Diciembre	20021018	3600	5561

Nota: Se necesitó esa cantidad de potencia para que al cabo de 1 hora ya haya vapor

3.3. Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación

Dando respuesta a la hipótesis se logró demostrar la relación que existe entre la primera variable de estudio con respecto a la segunda, puesto que, mediante la tabla 12, hacemos referencia a la reducción de un aproximado del 40% en el consumo del combustible de arranque (Diésel) a lo largo de un año. Se logró obtener este porcentaje gracias a la investigación realizada bajo los parámetros establecidos de la propuesta de diseño de un sistema de calentamiento para emplearlo en un tanque de servicio diario de 50000 galones HFO, al mantenerse en constante temperatura el carburante necesitará de menos energía para posteriormente ser transportada de los tanques de servicio diarios a los motores, reduciendo tiempos de demora en su proceso productivo y de recursos económicos disminuyendo cantidad pesimista de aproximada de **\$23.003,14** con un total de 4 generaciones.

3.4. Marco de discusión

El presente proyecto busca de manera acertada proponer energía renovable, utilizando recolectores de energía solar para de esta manera, reducir los gases del efecto invernadero, junto con las pérdidas de consumo de combustible. Diversos estudios como el de la planta Termo-solar efectuada en Lendemarke, Dinamarca o el de Lancaster, California, nos demuestran la rentabilidad de los colectores solares indicando un mejor rendimiento y efectividad por sobre la producción de energía convencional. Tomando en cuenta que en el Ecuador se percibe mayor radiación tanto por la ubicación geográfica que este ocupa, como por la actualización realizada al Atlas Solar de la National Renewable Energy Laboratory, y profundizando en la provincia de Santa Elena, se puede certificar que esto la convierte en un lugar apto para ejecutar el mencionado proyecto.

La metodología ingenieril que se tomó en cuenta fue del modelo de Morris Asimow, mismo que se adecuó al objeto de estudio siendo dividido en diversas etapas que permita recolectar una información más real y específica para el presente proyecto, llegando a que el sistema planteado genera un rango de radiación

por encima de los 500°C de tal forma que puede producir vapor saturado del agua que tiene por dentro el mecanismo.

3.5. Limitaciones del estudio

- Los resultados obtenidos en este proyecto de investigación no serán utilizados en otras empresas del país puesto que los cálculos fueron hechos en base a los parámetros específicos de un tanque de servicio de cincuenta mil galones de HFO
- La investigación no se expandirá en áreas fuera de la recepción y refinamiento del combustible.
- Por limitaciones de presupuesto no se pudo trabajar con los softwares previstos por eso se optó por la realización de una simulación de variables codificando una página web que simule una hoja de cálculo.

Conclusiones

1. La exploración bibliográfica mediante la Revisión Sistemática de la literatura ayudó en un 90% a la selección de información pertinente, la cual ayudó a determinar que el Ecuador por estar en la línea ecuatorial es un país óptimo para la colección de energía proveniente del sol, por este motivo se concluyó que trabajar con energía solar en esta zona geográfica trae a mediano y largo plazo beneficios no solo económicos sino también sociales y medio ambientales.
 - 1.1. Se determinó que la cantidad de radiación, el área a ocupar y el tipo el diseño para una forma óptima de colección de energía solar son bases importantes con las que trabajan otras empresas.
 - 1.2. Se estudiaron investigaciones previas para la determinación de la importancia de la creación de un sistema basado en energía solar como propuesta sostenible.
 - 1.3. Se analizó sobre la radiación promedio mensual en el Ecuador, específicamente en la provincia de Santa Elena para determinar la factibilidad de trabajar con energía solar.
2. La metodología de Morris Asimow contribuyó en un 80% la correcta definición de los procesos idóneos a seguir con el manejo y la ejecución de los resultados en procesos ingenieriles y, por, sobre todo, el proceso necesario hasta llegar a la validación del diseño propuesto.
3. Los resultados obtenidos aplicados mediante fórmulas aplicados con ayuda del software en cuanto al diseño y simulación de las variables del sistema de precalentamiento afirman que no solo es factible la ejecución del proyecto a largo plazo, sino también a mediano, puesto que se alcanzaría el punto de equilibrio desde el primer año en uso, reduciendo aproximadamente el 40% del consumo del combustible en la empresa.
 - 3.1. Con la implementación del mecanismo se ahorra cuanto mínimo \$23.003,14 anuales y como máximo \$69.009,41 anuales.

Recomendaciones

1. Para futuras investigaciones se deberá invertir más tiempo en la parte teórica por motivos de la velocidad con la que nuevos estudios y exploraciones trascendentes se publican y podrían servir de mejora para el análisis de la investigación con respecto a colectores solares y trabajo con energías.
2. Se recomienda para futuras investigaciones tomar en cuenta metodologías propuestas específicamente para proyectos ingenieriles y/o de diseño ya que, estas se adaptan mejor al fin de la exploración científica en comparación con otros métodos más convencionales que, no se ajustan al objetivo del proyecto.
3. Se recomienda usar los recursos de ahorrados en otros procesos de inversión a fin de conseguir la mejora continua en la termoeléctrica CELEC-EP, Central Santa Elena II.
 - 3.1. Se recomienda proteger las líneas de traslado de vapor con un aislante térmico para tuberías reduciendo así aún más las pérdidas de calor al ambiente.

Bibliografía

1. Albizzati E. D. (2018). Estudio del comportamiento de sistemas solares para calentar agua usando un programa dinámico. *Renewable Energy*, 22(8), 5–24.
2. Asimow, M. (1962). *Introduction to design*. Englewood Cliffs, N.J., <http://hdl.handle.net/2027/mdp.39015006325941>
3. Benavides-Ortiz, C.-A. (2020). *Diseño y construcción de un destilador solar con sistema de lente Fresnel destinado a la desalinización de agua de mar*.
4. Burdiles, P., Castro, M., & Simian, D. (2019). Planificación y factibilidad de un proyecto de investigación clínica. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 30(1), 8–18. <https://doi.org/10.1016/J.RMCLC.2018.12.004>
5. Carrión-Chamba, W., Murillo-Torres, W., & Montero-Izquierdo, A. (2021). Una revisión de los últimos avances de los colectores solares térmicos aplicados en la industria. *Ingenius*, 27, 59–73. <https://doi.org/10.17163/ings.n27.2022.06>
6. Carrizo, D., & Moller, C. (2018). Estructuras metodológicas de revisiones sistemáticas de literatura en Ingeniería de Software: un estudio de mapeo sistemático. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 26, 45–54. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052018000500045>
7. Celec-Ep. (2021). *Presupuesto de la Institución*. <https://www.celec.gob.ec/images/lotaip/2021/8Agosto/gInfPresAnual.pdf>
8. CENACE. (2018). *Operador Nacional de Electricidad*. <http://www.cenace.org.ec/%0Ahttp://files/17/www.cenace.org.ec.html>
9. CSC, B. (2009). *CAPITULO IV ESTUDIO FINANCIERO*. 142–167. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1153/4/T-ESPE-021594-4.pdf>
10. Cufiño-Guerrero, L.-L. (2018). *Concentradores solares y control adaptativo. Comparación entre el modelo parabólico lineal y el modelo Fresnel*. 1–146.
11. Cupas, C. (2021, April 21). *Análisis de datos: Predictivo, descriptivo y prescriptivo / OpenWebinars*. <https://openwebinars.net/blog/analisis-de-datos-predictivo-descriptivo-y-prescriptivo/>
12. De, A. T. C., Por, S., Energéticos, R., Cano, M. P., & Avia, J. S. (2010). *Aislantes térmicos*.
13. Díaz, A., & Sánchez, A. (2013). Plan de logística de distribución para la empresa las 3 SSS LTDA. *Universidad Libre Facultad De Ingeniería Departamento De Ingeniería Industrial Bogotá, D.C.*, 53(9), 1689–1699.
14. Díaz de la Figuera, I. (2021). Estudio y revisión crítica de la planta solar termoeléctrica Arenales. *World Employment and Social Outlook*. <https://doi.org/10.1002/wow3.164>
15. Dieterich-Steffan, H. (2008). *Nueva guía para la investigación científica* (1ra ed.). UCH. https://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12872/25/dieterich_steffan_heinz_nueva_guia_investigacion_cientifica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
16. Diomar, J.-B., Acosta-Mendez, F., & Mendeza, L. (2016). Estudio Preliminar, Técnico, Económico, Social y Ambiental de Factibilidad de un Concentrador Solar en el proceso de generación eléctrica para reducir los costos de arranques de grupos electrógenos Operando en generación distribuida. *Estudios de Factibilidad*.
17. Editorial. (2018). *Metodología de diseño propuesta por Morris Asimow – Tareas Universitarias*. <https://tareasiuniversitarias.com/metodologia-de-diseno-propuesta-por-morris-asimow.html>
18. Eryener, D., & Akhan, H. (2016). The Performance of First Transpired Solar Collector Installation in Turkey. *Energy Procedia*, 91(1115), 442–449. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.06.172>

19. Escobar-Cevallos, M.-L., & Vásquez-Chóez, F.-G. (2020). *La matriz energética y su contribución al crecimiento económico en el Ecuador, periodo 2008-2018*.
20. Fajardo-Muñoz, S.-E., & Páez-Fajardo, G. (2016). Simulación Del Tiempo De Calentamiento Del Fuel Oil Para Determinar Viscosidad Óptima De Bombeo. *Ingenius*, 16, 43. <https://doi.org/10.17163/ings.n16.2016.06>
21. Flores, A. J. (2017). *Comparación de modelos físicos de un captador solar Fresnel*. <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/66510>
22. Forero-Gaona, J.-C., & Ochoa-Aroca, M. I. (2017). *Estudio de Factibilidad para la compra de una maquina impresora de tecnología UV en Intraplas S.A.S*. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7840/ForeroJuanOchoaMar ia2018.pdf?sequence=3>
23. Galloway, D. (1998). *Mejora continua de procesos : cómo rediseñar los procesos con diagramas de flujos y análisis de tareas* (Gestión 2000). Gestión 2000.
24. García-Menéndez, D., Ríos-Fernández, J. C., Blanco-Marigorta, A. M., & Suárez-López, M. J. (2022). Dynamic simulation and exergetic analysis of a solar thermal collector installation. *Alexandria Engineering Journal*, 61(2), 1665–1677. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.06.075>
25. García-Peñalvo, F. J. (2022). *Los métodos de revisión sistemática de literatura*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.6320299>
26. Gomez, A. (2014). II. Estudio Técnico. *Facultad De Economía Unam*, 54(Capítulo II), 41. <http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/GomezAM/cap2a.pdf>
27. Guan, C., Lu, H., Zhang, L., & Yu, Z. (2020). Regulation of the output temperature in a novel water heating system using solid graphite as sensible heat thermal energy storage medium: Effects of water tank. *Energy Reports*, 6, 160–171. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.06.006>
28. Guerrero-Dumas, C. F., & León-Brabo, D. P. (2018). *Estudio preliminar del potencial solar y de implementación de una central solar térmica concentrada en Ecuador*.
29. Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Educational research methodologies (descriptive, experimental, participatory, and action research). *Revista Científica Mundo de La Investigación y El Conocimiento*, 3, 163–173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
30. Harris, I., & Rodríguez, J. (2017). Caracterización, modelado y análisis de factibilidad técnica de un sistema de acondicionamiento de aire por adsorción, utilizando colectores solares térmicos como fuente energética principal. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, 17, 5–14. <https://doi.org/10.17163/INGS.N17.2017.01>
31. Heliogen. (2019, November 20). *Heliogen, respaldada por Bill Gates, afirma haber logrado un avance en la termosolar* – HELIONOTICIAS. <https://helionoticias.es/heliogen-respaldada-por-bill-gates-afirma-haber-logrado-un-avance-en-la-termsolaria-solar/>
32. Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. 59). https://doi.org/10.1007/978-3-642-41714-6_91648
33. Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación* (5ta ed.). Mc Graw Hi. <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
34. Ierardi, C., Orihuela Espina, L., Flores, I. J., Rodríguez Del Nozal, A., & Tapia Córdoba, A. (2017). *Revisión sistemática de la literatura en ingeniería de sistemas. Caso práctico: técnicas de estimación distribuida de sistemas ciberfísicos*. 8. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497749.0084>
35. Jensen, A. R., Sifnaios, I., Caringal, G. P., Furbo, S., & Dragsted, J. (2022). Thermal

- performance assessment of the world's first solar thermal Fresnel lens collector field. *Solar Energy*, 237, 447–455. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2022.01.067>
36. Loaiza-Moya, D.-C. (2020). *Determinación de Cd(II) y As(III) en Partículas de Hollín de Motor de Combustión Interna Mediante Voltamperometría de Redisolución Anódica*. <http://201.159.222.35/handle/22000/18512>
 37. López-Parra, E., González-Navarro, N., Osobampo, S., Cano, A., & Gálvez-Chang, R. (2016). *Estudio Técnico.... Elemento indispensable en la evaluación de proyectos de inversión*. 15(2), 1–23.
 38. Lozano Génesis. (2019, June 25). *La revolución hidroeléctrica potenciada por China en Ecuador*. <https://dialogochino.net/es/clima-y-energia-es/29133-la-revolucion-hidroelectrica-potenciada-por-china-en-ecuador/>
 39. Luna, R., & Chaves, D. (2001). *Guía para elaborar estudios de factibilidad de proyectos ecoturísticos*. 1–35. www.capas.org
 40. Mastrángelo, S. (n.d.). *Conceptos de Generación Termoeléctrica: Combustibles Utilizados e Impactos Ambientales*.
 41. Mokhtar, G., Boussad, B., & Nouredine, S. (2016). A linear Fresnel reflector as a solar system for heating water: Theoretical and experimental study. *Case Studies in Thermal Engineering*, 8(August 2010), 176–186. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2016.06.006>
 42. Monje Álvarez, C. A. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. *Universidad Surcolombiana*, 1–216. <http://carmonje.wikispaces.com/file/view/Monje+Carlos+Arturo+-+Guía+didáctica+Metodología+de+la+investigación.pdf>
 43. Montaje, T. De. (2015). *DEMO 118 Lente de Fresnel Comentarios y sugerencias*. Figura 2, 2–3.
 44. Morris, A. (1982). *1906-1982 Profesor de Ingeniería de Sistemas*.
 45. Moya-Baeza, I. E. (2020). *Orientación y posicionamiento de lente*.
 46. Núñez-Naranjo, A.-F., Becerra-García, E.-B., & Olalla-Pardo, V.-E. (2021). Autogestión del aprendizaje: Revisión de la literatura. *Explorador Digital*, 5(2), 6–22. <https://doi.org/10.33262/exploradordigital.v5i2.1649>
 47. Nuñez, E. (1997). Contenido y alcance del estudio de factibilidad. *Estudios de Factibilidad*, 36–45. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/3/1430/6.pdf>
 48. Origel-Vázquez, J.-D., Ramírez-Martínez, A.-L., & Rubio-Jiménez, C.-A. (2018). Variables Y Estándares Para El Funcionamiento De Un Colector Solar De Lente Tipo Fresnel, Para Uso Doméstico | Jóvenes En La Ciencia. *Jovenes En La Ciencia*, 4(1), 11–26. <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2767>
 49. Orozco-Gómez, G. (2013). *La Investigación en Comunicación desde la perspectiva Cualitativa* (Periodismo y Comuni..., pp. 67–93). <https://casamdp.files.wordpress.com/2013/08/orozco-cap-iv.pdf>
 50. Pacheco Chiguano, F. E. (n.d.). *Modelo de gestión estratégica para la industria de nergías renovables bajo el escenario de cambio de la matriz energética del Ecuador*. 1–151. https://www.repsol.es/content/dam/images-ecommerce/empresas/vvdd/gasoleo-industria/ficha_tecnica_fueloleos_tcm19-164642.pdf
 51. Palomino, M. (2017). Importancia del sector industrial. *Universidad de Chile*, 5(0), 139–156.
 52. Peumans, H. (1967). Valoración de Proyectos de Inversión. *Deusto*, 1(1), 1–20. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20060/Capitulo1.pdf>
 53. *Población | Naciones Unidas*. (n.d.). Retrieved June 21, 2022, from

- <https://www.un.org/es/global-issues/population>
54. Polit, D. F. ., & Hungler, B. P. (2007). Investigación científica en ciencias de la salud : principios y métodos. In *Investigación Científica en Ciências de la Salud* (6ta Edición). MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE MEXICO. https://jabega.uma.es/permalink/34CBUA_UMA/1o1oa5r/alma991002215119704986
 55. Proaño-Villavicencio, D.-X., Gisbert-Soler, V., & Pérez-Bernabeu, E. (2017). Metodología para elaborar un plan de mejora continua . *3C Empresa* , 50–56. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.50-56>
 56. Quitiaquez, W., Estupiñan-Campos, J., Isaza Roldán, C. A., Toapanta-Ramos, F., & Lobato-Campoverde, A. (2020). Análisis numérico de un sistema de calentamiento de agua utilizando un colector solar de placa plana. *Ingenius*, 24, 97–106. <https://doi.org/10.17163/ingenius.n24.2020.10>
 57. Radiaciones. (2009). In *Federación de Enseñanza de CC. OO de Andalucía*. <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd5396.pdf>
 58. Raquel, G. (n.d.). *Morris_Asimow*. https://www.academia.edu/37114620/Morris_Asimow
 59. Repsol. (2018). *El combustible ideal para clientes industriales*. https://www.repsol.es/content/dam/images-ecommerce/empresas/vvdd/gasoleo-industria/ficha_tecnica_fueloleos_tcm19-164642.pdf
 60. Revelo-Vaca, D., Ordóñez, F., & Villada, J. (2019). Atla Solar Ecuador. *Scinergy*, 30. https://www.ingenieriaverde.org/wp-content/uploads/2020/01/Mapa_Solar_del_Ecuador_2019.pdf
 61. Rochín-Romero, V. (2010). *Termodinámica del Cuerpo Negro y la Ley de*. 1–8.
 62. Roldán-Chiriboga, P. J. (2009). *Evaluación De Las Energías Renovables No Convencionales Factibles De Desarrollarse En El Ecuador*. 1–203. <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1123/1/CD-2606.pdf>
 63. Royo, R. (2007). Introducción a la Convección. 2007, 1–31.
 64. Salinas-Idrivo, C.-F. (2013). *Estudio de pre factibilidad para la producción y comercialización de productos químicos para la línea doméstica y automotriz en la ciudad de Quito* . 1–195. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5379/1/UPS-QT03701.pdf>
 65. Santos-Guillen, R. (2018). “*Elaboración de un estudio técnico para mejorar la producción actual de energía eléctrica en base al calentamiento de los tanques de HFO para la operación de los motores hyundai de la central termoeléctrica Santa Elena II, de la empresa CELEC EP, ubicada*. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4310/3/UPSE-TII-2018-0006.pdf>
 66. Spiegel, C., & Cifuentes, J. (2015). Definición e Información de Energías Renovables. *Escuela de Estudios de PostGrado*, 11(2), 7.
 67. Tarazona-Romero, B. E., Campos-Celador, A., Muñoz-Maldonado, Y. A., Sandoval-Rodríguez, C. L., & Ascanio-villabona, J. G. (2020). *Linear Fresnel solar collector prototype : Artisanal system for the production of hot water and / or water vapour*. 14(1), 35–42. <https://oaji.net/articles/2021/597-1639069170.pdf>
 68. Turban, L. (1981). QUANTUM HAMILTONIAN FORMULATION OF THE q-STATE POTTS MODEL: WEAK-COUPPLING EXPANSION. *Journal de Physique Paris*, 42(6), 793–798. <https://doi.org/10.1051/jphys:01981004206079300>
 69. Varella-Rodríguez, A., Ribeiro-de Souza, D.-A., Rivas-García, F.-D., Lima-Ribeiro, S.-, & José. (2022). Renewable energy for a green future: Electricity produced from efficient luminescent solar concentrators. *Solar Energy Advances*, 2, 100013. <https://doi.org/10.1016/j.seja.2022.100013>
 70. Venegas-Venegas, J.-A., Aryal-Deb, R., & Pinto-Ruíz, R. (2019). *Biogás , la energía*

renovable para el desarrollo de granjas porcícolas en el estado de Chiapas. XXXIV, 169–187.

71. Verma, S., Verma, A., Kumar, V., & Gangil, B. (2020). Concentrated photovoltaic thermal systems using Fresnel lenses-A review. *Materials Today: Proceedings*, 44(xxxx), 4256–4260. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.542>
72. Wang, Q., Zhou, Y., & Gao, S. (2017). Feasibility analysis of solar water heating system in rural areas. *Procedia Engineering*, 205, 3852–3859. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.065>
73. Yunus A., Ç. (2013). Transferencia de Calor y Masa. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 1(9), 1699. <https://itscv.edu.ec/wp-content/uploads/2019/06/Transferencia-de-calor-y-masa.-Fundamentos-y-aplicaciones-Cuarta-Edición.pdf>

Anexos

Anexo 1. Carta de aceptación del Artículo científico

593 Digital Publisher
CEIT
ISSN 2588-0705



Quito, 18 de agosto del 2022

Estimados

Emily Doménica Gómez Naranjo

Marco Vinicio Bermeo García

Juan Carlos Muyulema Allaica

Franklin Enrique Reyes Soriano

Presente

V7-N5-1-1349

Reciban un cordial saludo del equipo de la revista 593 Digital Publisher CEIT, ISSN# 2588-0705, esta revista es indexada en Latindex con catálogo v2.0, su proceso contempla un arbitraje de pares ciegos y sus ámbitos de investigación abarcan las áreas de: Educación, Administración, Derecho, Auditoría, Innovación Tecnológica, Finanzas y Emprendimiento, evalúa la pertinencia en la calidad de investigación y sus dinámicas propias relacionadas al tema de estudio, con el fin de garantizar estándares de exigencia académica.

Este documento certifica que ha concluido la fase de revisión de pares, por lo tanto, el artículo es aceptado para la publicación en el V7-N5-1, edición especial de sep/2022, por los autores **Emily Gómez, Marco Bermeo, Juan Muyulema, Franklin Reyes,** con el tema **"Sistemas de calentamiento y la energía solar: Una revisión sistemática"**, cuyos resultados obedecen a un proceso de investigación previo del/os autor/es.

doi.org/10.33386/593dp.2022.5-1.1349

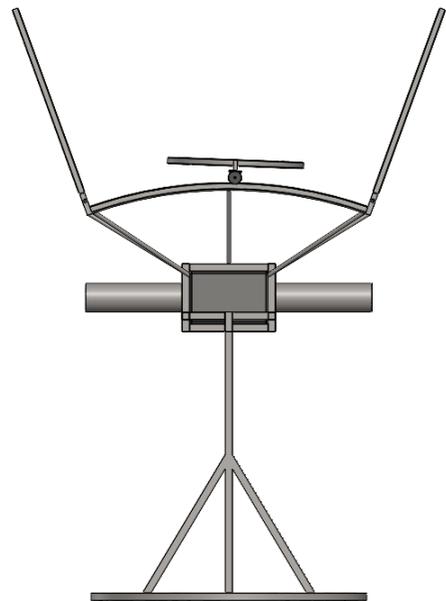
Agradecemos su publicación y le deseamos éxitos en su carrera como investigador.

Philipp Altmann Ph.D
Director

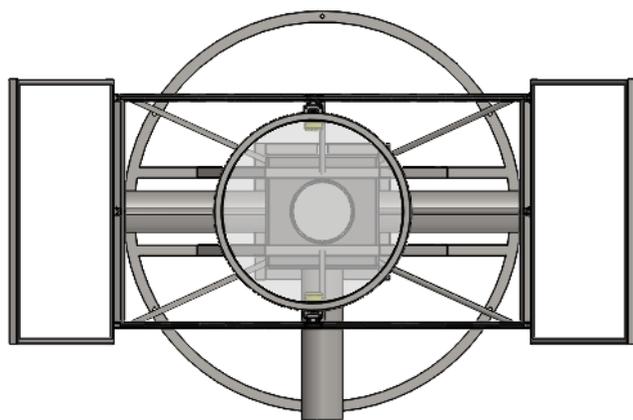
www.593dp.com
Urb. El Condado, Calle K 147 y Calle L, Of.5. Quito-Ecuador
Email: revista@593dp.com

Certificado para publicación

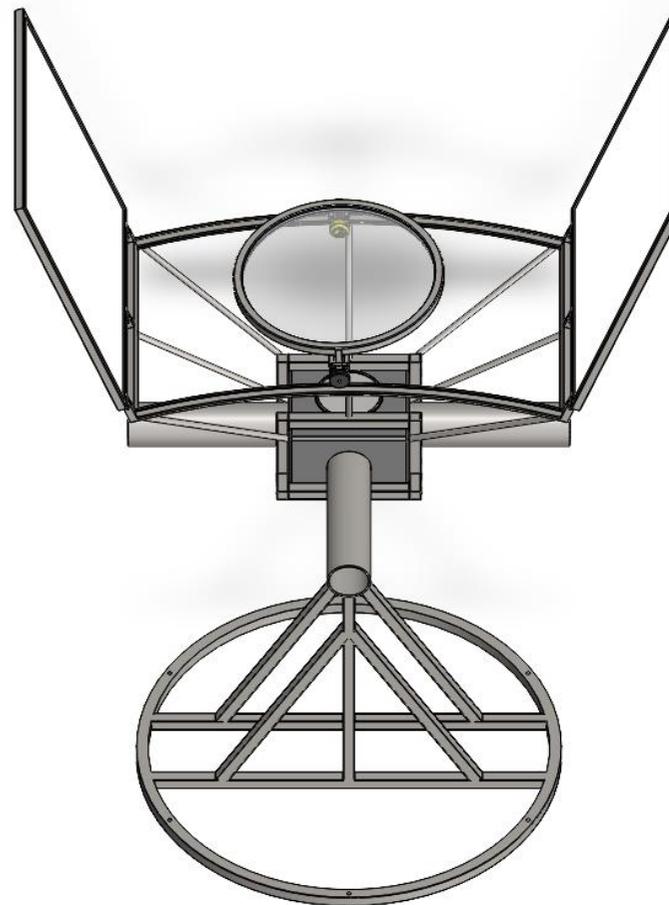
Anexo 4. Plano del mecanismo



VISTA LATERAL



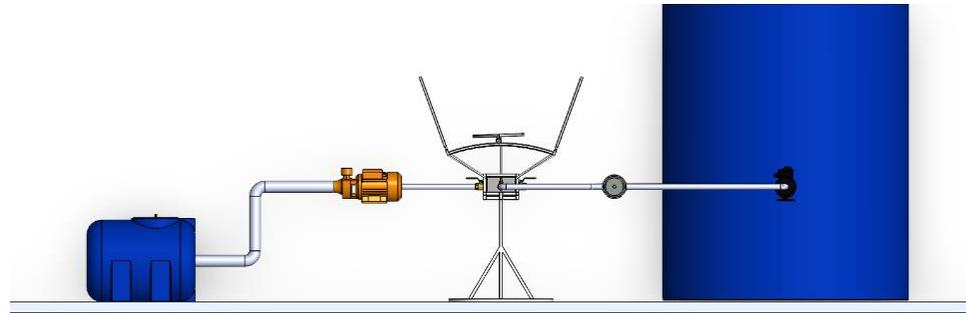
VISTA 3D



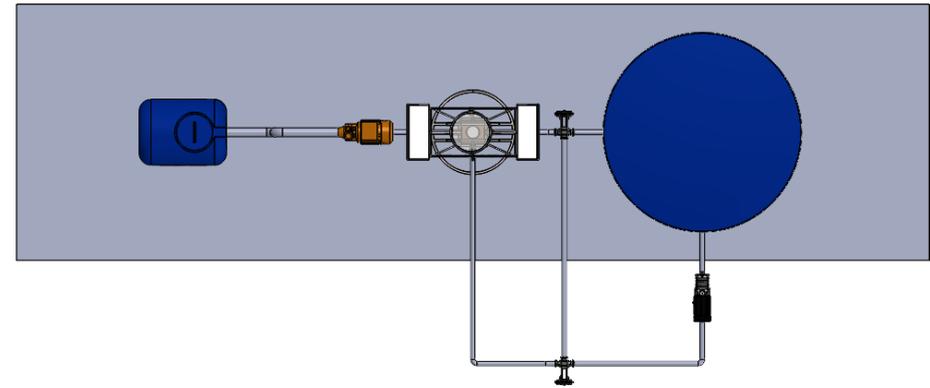
VISTA GENERAL

Autor: Emily Gómez Naranjo		Universidad Estatal Península De Santa Elena Proyecto De Titulación Mecanismo de pre-calentamiento	
Escala 1:1	Fecha: 03/08/2022		

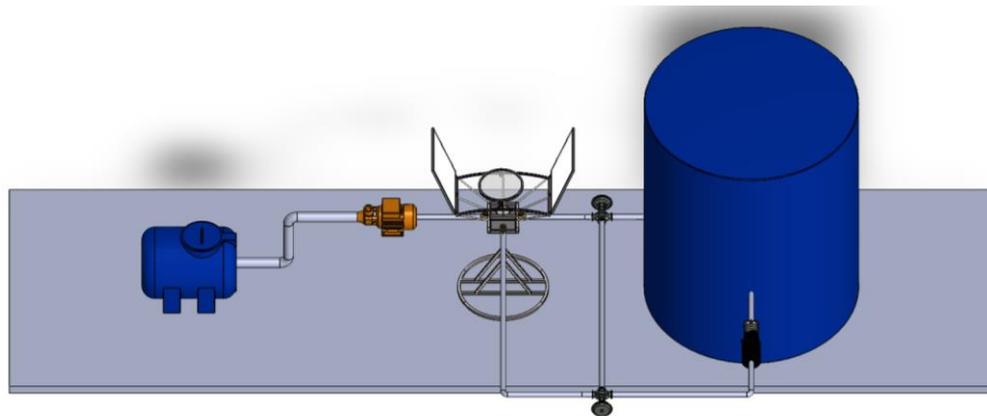
Anexo 5. Plano del sistema



VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR



VISTA GENERAL

Autor: Emily Gómez Naranjo		Universidad Estatal Península De Santa Elena Proyecto De Titulación	
Escala 1:1	Fecha: 03/08/2022		