

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Rediseño de un sistema de recuperación de calor para proceso de secado
en fábrica de cocinas y accesorios”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Mecánico

Presentado por:

Haiter Gabriel Paredes Chayguaque

Gustavo Aarón Araujo Reyes

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mis padres Narcizo Gabriel Paredes y Baltazara Emperatriz Chayguaque; a mi hermana María Gabriela Paredes Chayguaque quienes son el motor de mi vida y de mis logros.

Haiter Gabriel Paredes Chayguaque

El siguiente proyecto lo dedico Dios por darme la fuerza para lograr este objetivo anhelado y no claudicar en el proceso. Lo dedico también a mis padres quienes han sido y serán mi soporte en todas las etapas de mi vida.

Gustavo Aarón Araujo Reyes

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a la familia Jordán Garzón por brindarme su apoyo en las etapas finales de mi vida universitaria; y un agradecimiento especial a mi prometida Dayanara Jordán Garzón por su apoyo en mi vida universitaria y por su apoyo moral y espiritual en este proyecto.

Haite Gabriel Paredes Chayguaque

Agradezco a mis padres Gustavo Araujo V. y Elsa Reyes Q. por darme su apoyo incondicional durante mi vida estudiantil, y a mis queridos amigos, con los que compartí esta gran etapa de mi vida.

Gustavo Aarón Araujo Reyes

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; **Haiter Gabriel Paredes Chayguaque y Gustavo Aarón Araujo Reyes** y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Haiter Gabriel Paredes
Chayguaque



Gustavo Aarón Araujo
Reyes

EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:

**ANDREA JAEL
BOERO VERA**

.....
Andrea Boero, MSc.

PROFESOR DE LA MATERIA Y TUTOR



Firmado electrónicamente por:

**GONZALO
RODOLFO ZABALA
ORTIZ**

.....
Gonzalo Zabala, MSc.

PROFESOR CO-TUTOR

RESUMEN

El proyecto consiste en el rediseño de un sistema de recuperación de calor, donde los gases de combustión expulsados por el horno de esmaltado son utilizados en un secador continuo para suplir el calor requerido para su correcto funcionamiento. El objetivo general de este proyecto ha sido minimizar el uso de combustible y minimizar el impacto ambiental.

Para la realización de este proyecto se realizó levantamiento de información in-situ para registrar los parámetros de funcionamiento del actual sistema. A continuación, se realizó un análisis térmico inicial del actual sistema, y la potencialidad de mejora.

Los resultados obtenidos mostraron que el sistema de recuperación actual no está funcionando, más bien es contraproducente para el funcionamiento del secador continuo; sin embargo, se encuentra que el potencial de los gases de la chimenea es considerable, con lo cual se propone una solución que consiste en la implementación de un ventilador en la derivación, reductores de área en las puertas del secador y mejoras en el aislamiento de la tubería. Se estima un ahorro del 42,19% de gas licuado de petróleo (GLP), que implica la mitigación de gases de efecto invernadero, equivalentes a 163,23 Tn de CO₂.

Palabras Clave: GLP, Sistema recuperador de calor, secador continuo, horno de esmaltado.

ABSTRACT

The project consists of the redesign of a heat recovery system, where the combustion gases expelled by the enamelling furnace are used in a continuous dryer to supply the heat required for its correct operation. The general objective of this project has been to minimize the use of fuel and minimize the environmental impact.

In order to carry out this project, information was collected in-situ to record the operating parameters of the current system. Next, an initial thermal analysis of the current system was carried out, and the potential for improvement.

The results obtained showed that the current recovery system is not working, rather it is counterproductive for the operation of the continuous dryer; However, it is found that the potential of the chimney gases is considerable, with which a solution is proposed that consists of the implementation of a fan in the bypass, area reducers in the dryer doors and improvements in the insulation of the pipe. A saving of 42.19% of liquefied petroleum gas (LPG) is estimated, which implies the mitigation of greenhouse gases, equivalent to 163.23 Tn of CO₂.

Key Words: LPG, Heat recovery system, continuous dryer, enamelling oven.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE PLANOS.....	XI
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1 Definición del problema	1
1.2 Justificación del proyecto	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Procesos de producción de la fábrica de cocinas y accesorios.	3
1.4.2 Sistema de recuperación de calor de la sección esmaltado	6
CAPÍTULO 2	9
2. Metodología	9
2.1 Metodología del diseño	9
2.2 Requerimientos del sistema	11
2.3 Análisis de efectividad del estado actual del sistema	11
2.4 Criterios de diseño.....	11
2.5 Ponderación y análisis de criterios	12
2.6 Análisis y generación de alternativas	14

2.6.1	Alternativa A: colocar ventilador centrífugo.....	15
2.6.2	Alternativa B: Colocar ventiladores axiales.....	15
2.6.3	Alternativa C: redimensionar derivación e instalar ventilador axial.....	16
2.7	Matriz de decisión.....	17
2.8	Diseño seleccionado.....	17
2.8.1	Selección de ventilador centrífugo.....	17
2.8.2	Calor disponible por gases de combustión de GLP.....	18
2.8.3	Calor neto a suplir en secador.....	19
CAPÍTULO 3.....		25
3.	Resultados y análisis.....	25
3.1	Resultados para la selección de ventilador centrífugo.....	25
3.2	Resultados y análisis de derivación.....	25
3.3	Resultados de análisis de secador.....	28
3.3.1	Calor neto a suplir.....	28
3.4	Ahorro de GLP.....	28
3.5	Aumento de ahorro de GLP.....	29
3.6	Ahorro real debido a turbulencias.....	30
3.7	Impacto ambiental.....	31
3.8	Costo de rediseño.....	32
3.9	Retorno de inversión.....	32
CAPÍTULO 4.....		34
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	34
4.1	Conclusiones.....	34
4.2	Recomendaciones.....	34
BIBLIOGRAFÍA		
APÉNDICES		

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
GLP	Gas licuado de petróleo
GEI	Gas de efecto invernadero

SIMBOLOGÍA

Q_{01}	Calor radial perdido a lo largo de la derivación
$T_{\infty 1}$	Temperatura de los gases de combustión dentro de la derivación
T_{superf}	Temperatura de la superficie externa del aislante lana de vidrio
L	Longitud de la derivación
r_1	Radio interno de la derivación
r_2	Radio externo de la derivación
r_3	Radio externo de la derivación incluyendo espesor de aislante
k_{tub}	Conductividad térmica de derivación
k_{aisl}	Conductividad térmica de aislante
h_{gases}	Coefficiente de transferencia térmica de gases de combustión de GLP
ρ_d	Densidad del gas a temperatura de ingreso (inicio de derivación) $\left[\frac{lbm}{ft^3}\right]$
V_d	Velocidad real en ducto [fpm]
P_V	Presión de velocidad [in H ₂ O]
d_d	Diámetro de ducto [ft]
V_i	Velocidad [ft/seg]
μ_d	Viscosidad dinámica $\frac{lbm}{seg*ft}$
k_d	Rugosidad de superficie de ducto
V_p	Presión de velocidad [in H ₂ O]
f	Coefficiente de fricción
L_d	Longitud de ducto [ft]
$\frac{dE_{vc}}{dt}$	Cambio de la energía mecánica del volumen de control con respecto al tiempo
\dot{W}_{vc}	Trabajo sobre el volumen de control
h_e	Entalpia al inicio del volumen de control
h_s	Entalpia a la salida del volumen de control
V_e	Velocidad de ingreso al volumen de control
V_s	Velocidad de salida al volumen de control
g	Gravedad
Z_e	Altura de entrada al volumen de control

Z_s	Altura de salida al volumen de control
C_{pgases}	Calor específico del fluido
T_e	Temperatura de ingreso al volumen de control
T_s	Temperatura de salida al volumen de control
ρ_e	Densidad de gases de combustión al ingreso del volumen de control
ρ_s	Densidad de gases de combustión al salir del volumen de control
Q_{gases}	Calor generado por los gases de combustión
\dot{m}_{gases}	Flujo másico de los gases de combustión del GLP
$T_{gases\ chimenea\ secador}$	Temperatura de los gases de combustión al salir por chimenea de secador
\dot{m}_{agua}	Flujo másico del agua evaporada
C_{p-agua}	Calor específico del agua
T_{100}	Temperatura 100°C
T_{amb}	Temperatura ambiente
T_{oper}	Temperatura de trabajo del secador
L_v	Calor latente de vaporización
$\dot{m}_{esmalte\ polvo}$	Flujo másico de esmalte en polvo impregnado en la pieza
\dot{m}_{estruc}	Flujo másico de estructura de la pieza
$C_{p-esmalte\ polvo}$	Calor específico del polvo esmalte
$C_{p-estruct}$	Calor específico de estructura metálica de pieza
\dot{Q}	Calor obtenido del proceso
R_{rad}	Resistencia de radiación
R_{conv}	Resistencia de convección
R_{Eq}	Resistencia equivalente
h_{conv}	Coeficiente de transferencia térmica de convección
h_r	Coeficiente de transferencia térmica de radiación
A	Área de la superficie indicada
T_{s01}	Temperatura de la superficie de la pared indicada
e_{alum}	Emisividad del aluminio
T_{alr}	Temperatura de los alrededores del secador
σ	Constante de Stefan Boltzmann

R_E	Número de Reynolds
U_∞	Velocidad del aire externo al secador
ν	Viscosidad cinética del aire
P_r	Número Prandtl
N_u	Número Nusselt
k_{conv}	Conductividad térmica de convección
T_{S02}	Temperatura de la superficie suelo
$k_{concreto}$	Conductividad térmica del concreto
L_2	Espesor de capa de concreto
$T_{s-chime}$	Temperatura de la superficie de la chimenea
r_{01}	Radio interno de la chapa de acero de chimenea
r_{02}	Radio externo de la chapa de acero de chimenea
L_{01}	Longitud desde entrada de chimenea hasta nivel de derivación
$T_{\infty 01}$	Temperatura de los gases de combustión dentro de la chimenea
Pc_{GLP}	Poder calorífico del GLP
\dot{m}_{sec}	Flujo másico de GLP consumido en el secador
T_{001}	Temperatura de los gases al ingreso de la chimenea

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Área de metalistería	4
Figura 1.2 Área de esmaltado	5
Figura 1.3 Área de pintura	6
Figura 1.4 Sistema actual de recuperación de calor en Mabe Ecuador	7
Figura 1.5 Cuatro de los cinco modelos de piezas q ingresan al secador	7
Figura 1.6 Distribución de piezas dentro de secador.....	8
Figura 2.1 Metodología.....	10
Figura 2.2 Adición de ventilador centrifugo a sistema de recuperación de calor	15
Figura 2.3 Agregar 2 ventiladores axiales al sistema de recuperación de calor	16
Figura 2.4 Redimensionamiento de derivación y colocación de ventilador axial	16
Figura 2.5 Esquema lateral de secador	20
Figura 2.6 Esquema de calores perdidos en secador	21
Figura 2.7 Calores perdidos por paredes y techo.....	22
Figura 2.8 Calor perdido por piso	23
Figura 2.9 Calor perdido por puerta.....	24
Figura 3.1 Temperatura de gases en derivación Vs distancia recorrida	27
Figura 3.2 Accesorios de reducción de área en puertas	29
Figura 3.3 Eficiencia de captura Vs distancia de captura (Treitman, 2004).....	31
Figura A.1 Velocidad del aire Vs Temperatura del aire del local	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Criterios de diseño.....	12
Tabla 2.2 Relación del criterio Efectividad del diseño con los demás criterios.....	12
Tabla 2.3 Relación del criterio costo con los demás criterios.....	13
Tabla 2.4 Relación del criterio Mantenimiento con los demás criterios.....	13
Tabla 2.5 Relación del criterio Disponibilidad con los demás criterios.....	13
Tabla 2.6 Relación del criterio Complejidad con los demás criterios.....	13
Tabla 2.7 Ponderación de criterios.....	14
Tabla 2.8 Matriz de decisión.....	17
Tabla 3.1 Características de Ventilador centrífugo.....	25
Tabla 3.2 Valores representativos del análisis a la derivación y posible calor generado por los gases de combustión.....	25
Tabla 3.3 Calores a suplir.....	28
Tabla 3.4 Ahorro de GLP por gases de combustión.....	29
Tabla 3.5 Nuevos calores a suplir debido a reducción de área en puertas.....	29
Tabla 3.6 Nuevo ahorro debido a reducción de área en puertas.....	30
Tabla 3.7 Nuevo calor disponible por gases de combustión y valores representativos del análisis a la derivación.....	31
Tabla 3.8 Ahorro real debido a turbulencias.....	31
Tabla 3.9 Costo de Rediseño de sistema de recuperación de calor.....	32
Tabla 3.10 Retorno de inversión.....	32
Tabla A.4.1 Flujos máxicos de modelos de piezas.....	39
Tabla A.4.2 Velocidad de aire en puertas.....	39
Tabla A.4.3 Calor perdido por puertas.....	40
Tabla A.4.4 Datos de ingreso a MatLab.....	48

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Sistema de recuperación de calor-ensamblaje

PLANO 2 Componentes del sistema de recuperación de calor – Ventilador y accesorios

PLANO 3 Componentes del sistema de recuperación de calor – Estructura metálica

PLANO 4 Componentes del sistema de recuperación de calor - Ducto de derivación

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Definición del Problema

Para el presente proyecto se trabajó con una fábrica de cocina y accesorios, reconocida en Ecuador; dicha fabrica cuenta con diferentes áreas para la obtención de las piezas que conforman una cocina, áreas como metalistería, decapado, acabado, ensamblaje, etc. Dentro del área de acabado encontramos la sección de esmaltado y pintura. La sección de esmaltado cuenta con un secador continuo en el cual ingresan 2 modelos de piezas de los 5 modelos con que trabaja (piso de horno y lateral de horno) las cuales se sumergen en una tina de esmalte; el secador se encarga de evaporar el agua de las piezas dejando solo esmalte en polvo impregnado en las piezas, para posteriormente pasar al horno de esmaltado donde el esmalte en polvo se fundirá en las piezas (vitrificación). Este proyecto trabajará con el “Secador 2” el cual es el secador del proceso de esmaltado y dicho secador trabaja en conjunto con el horno esmaltador.

El horno de esmaltado consume 80 kg/hr de gas licuado de petróleo “GLP” expulsando gases de combustión a 450°C a través de un ventilador extractor hacia una chimenea; esta chimenea cuenta con una derivación aislada con lana de vidrio, la cual debería llevar parte de los gases de combustión hacia el secador continuo con la finalidad de disminuir el consumo de GLP en el secador; sin embargo, se evidencia que la temperatura a la que llegan los gases de combustión al secador es de 110°C, este valor es registrado por un termómetro bimetálico ubicado en al final de la derivación, lo cual es deficiente. Actualmente el secador continuo consume 38 kg/hr de GLP.

La fábrica de cocinas y accesorios desea rediseñar el sistema de recuperación de calor a fin de ahorrar en el consumo de gas licuado de petróleo “GLP” empleado como combustible del secador 2, el cual cumple con las funciones antes mencionadas en el párrafo 1.

1.2 Justificación del proyecto

Sabiendo que la fábrica de cocinas y accesorios cuenta con un calor residual generado por los gases de combustión del gas licuado de petróleo “GLP”, se determina que las razones por las cuales se debe realizar este proyecto son: mejorar la eficiencia de los procesos de la fábrica y debido a esta mejora obtener un impacto ambiental positivo, ya que se estaría disminuyendo el consumo del gas licuado de petróleo “GLP”.

- Mejorar la eficiencia de los procesos de la fábrica de cocinas y accesorios, ya que el proceso de secado de piezas se seguirá realizando sin ningún cambio; pero, si con un cambio en el consumo de GLP ya que se espera obtener un ahorro de este combustible. Indirectamente también se espera un ahorro económico ya que, al disminuir el consumo de GLP el gasto económico realizado en la compra de este combustible disminuirá.
- Por otro lado, el calentamiento global es una problemática que se viene dando desde hace muchos años atrás. Uno de los principales causantes del acelerado calentamiento global son los gases de efecto invernadero (GEI), los cuales surgen de manera natural y de manera indirecta por la participación del hombre como el vapor de agua, dióxido de carbono, ozono, metano y óxido nitroso; mientras que existen otros que son antropogénicos, tales como: clorofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos, hidroclorofluorocarbonados y el hexafluoruro de azufre. (Ballesteros, 2007). Los gases producto de la combustión de GLP contienen, entre otros, las siguientes sustancias: dióxido de carbono, vapor de agua y monóxido de carbono (en caso de combustión incompleta), los cuales tienen un impacto al ambiente, conocido como calentamiento global ya que forma parte del grupo de los (GEI) (Pampilla, 2016). De esta manera, con la implementación del proyecto de rediseño, y obteniendo los resultados esperados en ahorro en el consumo de GLP, se espera también disminuir la emisión de GEI, lo cual implica un impacto ambiental positivo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Rediseñar un sistema de recuperación de calor para proceso de secado en una fábrica de cocinas y accesorios, mediante un análisis energético de los procesos, a fin de optimizar el uso de GLP en la planta e incrementar la eficiencia de producción.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar desde el punto de vista energético los procesos de esmaltado y secado en la fábrica de cocinas y accesorios.
- Evaluar la efectividad del actual sistema de recuperación de calor hacia el secador.
- Proponer un rediseño del sistema de recuperación de calor hacia el secador.
- Evaluar la factibilidad técnica, económica y ambiental del proyecto.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Procesos de producción de la fábrica de cocinas y accesorios.

En la planta Mabe Ecuador las láminas pasan por diferentes procesos antes de ser llevados al área de ensamble, donde se obtendrá un producto terminado. Los procesos previos al ensamblaje están descritos a continuación:

1.4.1.1 Área de metalistería

En esta área se realiza el conformado de las láminas de acero Ek2 (acero negro) las cuales llegan a la planta cortadas con las medidas requeridas para cada pieza. Dependiendo del modelo y tipo de pieza requerida se debe de preparar las prensas hidráulicas y mecánicas con la matriz que tenga la forma deseada. Las prensas le dan la forma final deseada a la lámina de metal mediante los procesos de doblado, embutido y troquelado (ver Figura 1.1).

Las piezas procesadas son ubicadas en carritos para su posterior inspección manual, donde se eliminan las virutas y cantos vivos

residuales. Todas estas piezas resultantes son inspeccionadas por el personal del área de calidad, los mismos que darán el visto bueno al lote y así estas piezas pasarán al área de acabado.



Figura 1.1 Área de metalistería

1.4.1.2 *Área de decapado*

Las piezas ya troqueladas e inspeccionadas son transportadas al área de decapado para quitarles impurezas y óxidos presentes, y de esta manera adquieran una superficie rugosa y una mejor adherencia cuando estén en los procesos de esmaltado y pintura.

Las piezas se colocan en contenedores, los cuales son transportados usando tecles, para ser sumergidos en las diferentes tinas con químicos, las cuales son:

- **Tina de desengrase alcalino #1 y #2:** en estas tinas, el material es sumergido por lapso de 15 minutos para eliminar los residuos de grasa presente en las piezas.
- **Tina de enjuagues #1 y #2:** Se elimina el remanente de las impurezas provenientes de la tina de desengrase alcalino.
- **Baño de ácido sulfúrico.** - Se realiza este baño en ácido para eliminar el óxido presente en las piezas.

- **Tina de enjuague en frío.** - Durante 2 minutos las piezas son sumergidas para que estén a temperatura ambiente.
- **Tina neutralizante.** – neutraliza el ácido proveniente de las tinas anteriores y así se evita que la pieza se oxide al ser expuesta al ambiente durante el proceso de secado.
- **Secador.** - Se seca la pieza totalmente para poder seguir los procesos de esmaltado y pintura.

1.4.1.3 **Área de acabados**

En esta área se realiza el pintado y esmaltado de las piezas provenientes del área de metalistería.

1.4.1.3.1 **Proceso de esmaltado**

Posterior al decapado se somete las piezas a inmersión en esmalte gris mate. Las piezas bañadas en esmalte son colocadas manualmente en ganchos de la línea de transporte para posteriormente pasar al secador continuo, el cual evaporará el agua de la pieza dejando a la pieza impregnada en esmalte en polvo, luego de esto las piezas son transportadas al horno de esmaltado donde el esmalte en polvo se funde en la pieza (ver Figura 1.2). La temperatura de trabajo del secador continuo es de 135°C y la temperatura de trabajo del horno de esmaltado es aproximadamente 800°C.

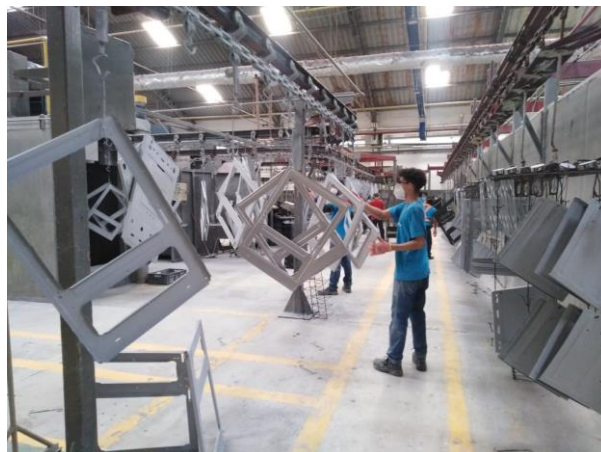


Figura 1.2 Área de esmaltado

1.4.1.3.2 Área de fosfatizado.

En esta área se le proporciona a la pieza un recubrimiento de fosfato para que la pieza adquiera una superficie resistente a la corrosión y una mejor adherencia de la pintura en polvo que será aplicada en el siguiente proceso.

1.4.1.3.3 Proceso de Pintura

Las piezas fosfatizadas que ya estén secas son cargadas en los ganchos de transporte y así pasan a las cabinas de pintura donde se les aplicará inicialmente un recubrimiento anticorrosivo y posteriormente la pintura en polvo. Luego ingresan al secador por un periodo de 6 a 7 minutos, garantizando su completo secado. Continuando en la línea de transporte, las piezas llegan al área donde son inspeccionadas manualmente para detectar fallas en la pintura y corregirlas de ser necesario (ver Figura 1.3). Ya que el proceso de pintura no les otorga un acabado brillante, estas piezas deben de continuar con el proceso de esmaltado aplicando en ellas una base de esmalte brillante, posteriormente llevarlas al horno de secado por un lapso de 6 a 7 minutos y finalmente ser llevadas al horno esmaltador.

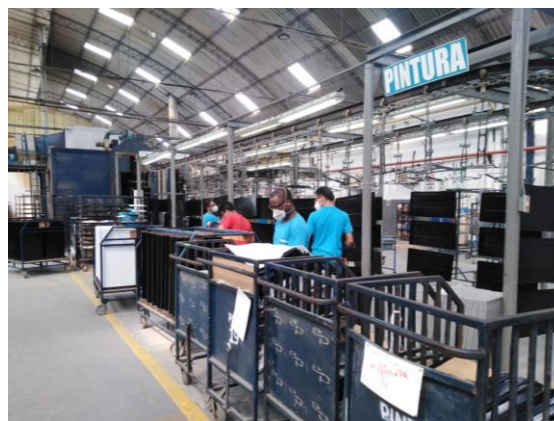


Figura 1.3 Área de pintura

1.4.2 Sistema de recuperación de calor de la sección esmaltado

El horno de esmaltado expulsa gases de combustión a una temperatura aproximada de 400°C hacia una chimenea mediante un

ventilador extractor; la chimenea se conecta con el secador mediante una derivación, la cual está recubierta con lana de vidrio de un espesor de 2cm. La longitud de la derivación es de 45 metros, el diámetro de tubería es de 36cm y un espesor de 0.7cm. Los gases de combustión de GLP llegan al secador con una temperatura de 110°C, estos gases se mezclan dentro del secador continuo con los gases de combustión generados por el quemador, el cual consume GLP a una tasa de 38 kg/hr. Un esquema general del sistema de recuperación de calor se visualiza en la Figura 1.4

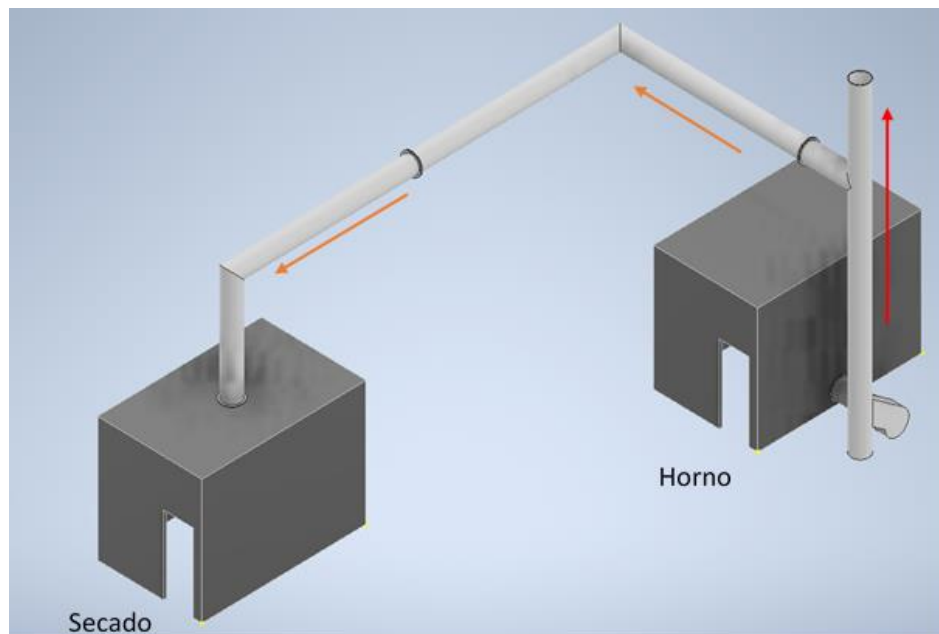


Figura 1.4 Sistema actual de recuperación de calor en Mabe Ecuador

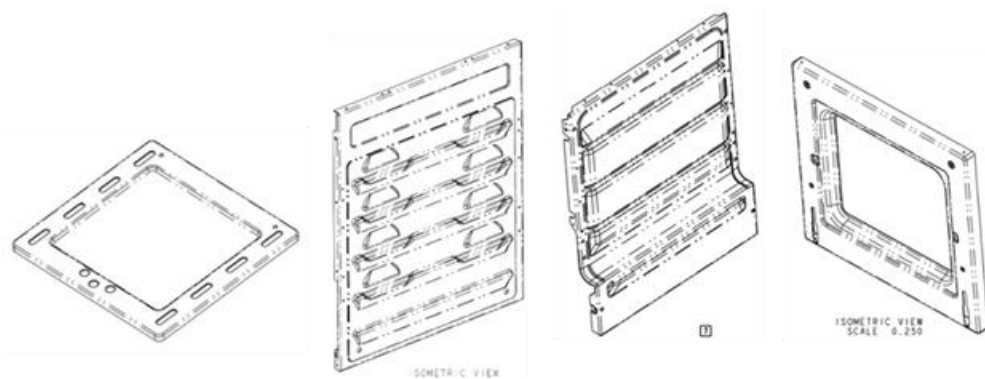


Figura 1.5 Cuatro de los cinco modelos de piezas q ingresan al secador [Dpto Ingeniería de fábrica de cocinas y accesorios]

El secador trabaja con 5 modelos de piezas “piso de horno”, “lateral de horno de 51cm”, “lateral de horno de 61cm”, “techo horno” y “contrapuerta Guayas” (ver Figura 1.5); sin embargo, durante la jornada de trabajo se seleccionan 2 modelos de piezas (el secador no trabaja con los 5 modelos al mismo tiempo). Las piezas por trabajar se transportan a través de un sistema de cadena el cual tiene ganchos separados entre sí 43 centímetros, cada gancho contiene 2 piezas del mismo modelo (ver Figura 1.6). Cabe resaltar que el secador solo trabaja con 2 modelos de piezas al mismo tiempo, y dentro del secador hay 60 ganchos con un total de 120 piezas, 60 piezas de cada modelo.

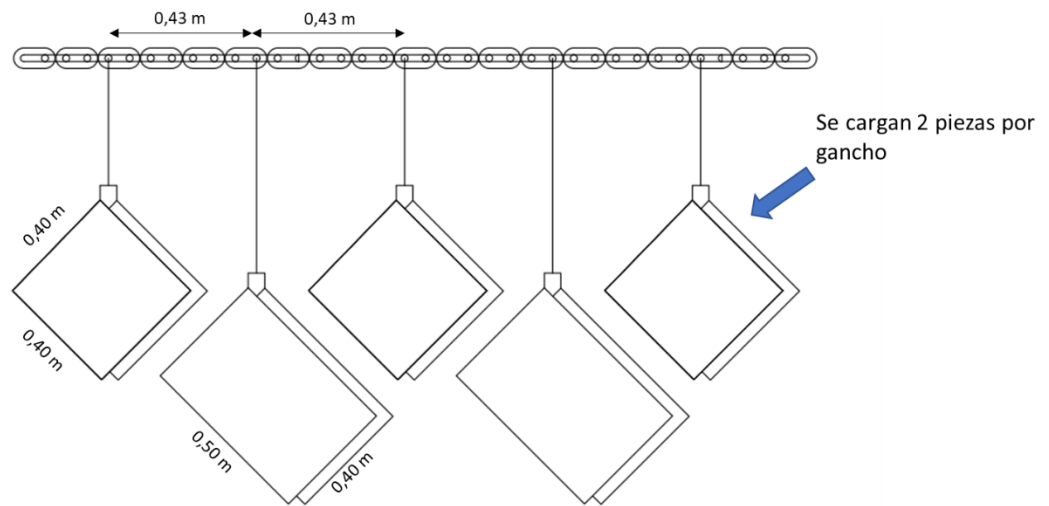


Figura 1.6 Distribución de piezas dentro de secador

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el rediseño del sistema de recuperación de calor contempla los criterios de diseño seleccionados los cuales son explicados en este capítulo, los objetivos planteados en el capítulo 1 y sus requerimientos respectivos.

2.1 Metodología del diseño

En la Figura 2.1 se presenta la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto. La cual da inicio con el *“reconocimiento actual del sistema”* para ello se realiza una visita a la fábrica de cocinas y accesorios con el objetivo de familiarizarse con el sistema actual de recuperación de calor, los procesos y secciones de producción para tener una visión amplia de todo aquello que pueda involucrar al proceso del secador #2 y al del horno esmaltador, ya que son los elementos que comunica la derivación (sistema de recuperación de calor). Posteriormente se pasa a la *“fase de evaluación de efectividad del sistema actual”* en la cual se realizan los respectivos cálculos para determinar si el proyecto es viable y si el sistema de recuperación de calor trabaja de manera eficiente en la actualidad. Luego, se procede con la lluvia de ideas para generar soluciones que se acoplen a los requerimientos, objetivos y consideraciones iniciales del problema. Posteriormente se procede con la selección de la mejor solución y se evalúa la misma para determinar los resultados finales, una vez hecho esto se procede con el análisis del retorno de la inversión, las conclusiones y recomendaciones finales.

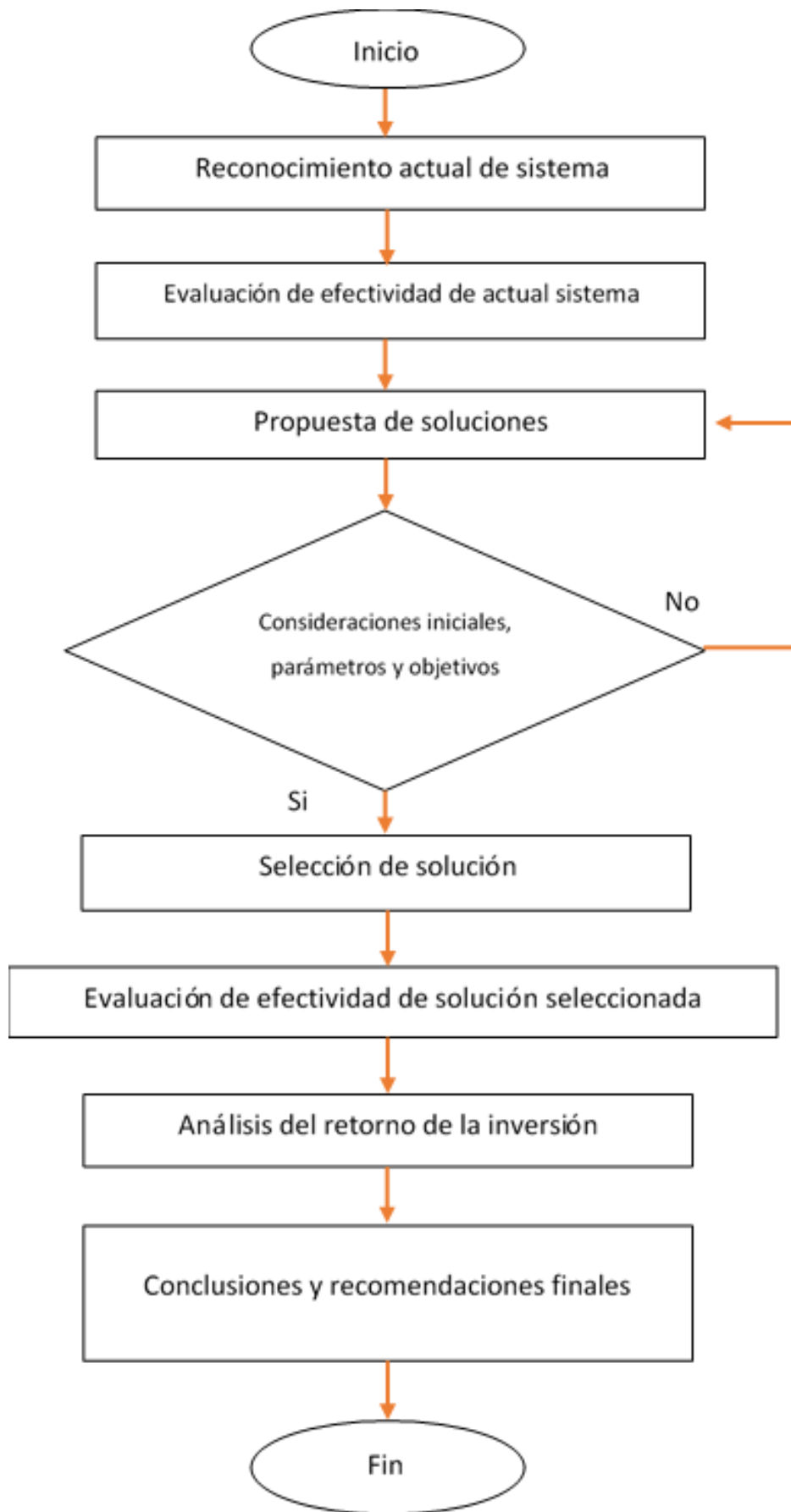


Figura 2.1 Metodología

2.2 Requerimientos del sistema

Dentro de los requerimientos del sistema se tienen los siguientes:

- El diseño seleccionado debe utilizar los gases de combustión del GLP generados en el horno esmaltador y expulsados por la chimenea.
- Crear un diseño que no implique retirar o modificar la chimenea ya que la fábrica de cocinas debe tener libertad de retirar el sistema de recuperación de calor o detenerlo y la salida de gases por la chimenea no debe verse afectado por esto.
- Se reutilice la mayor cantidad de elementos del antiguo sistema con la finalidad de minimizar los gastos para la empresa.

2.3 Análisis de efectividad del estado actual del sistema

Este proceso consiste en encontrar la temperatura de los gases de combustión del GLP a nivel de la derivación, el cual debe coincidir con el valor registrado por el termómetro bimetálico ubicado en el inicio de la derivación.

Luego de realizar los cálculos (ver Apéndice B – “Flujo másico de gases de combustión expulsados desde el horno esmaltador” y “Análisis chimenea”) se obtiene que la temperatura de los gases de combustión a nivel de la derivación es de 390°C y no los 165°C que muestra el termómetro bimetálico al inicio de la derivación, con lo cual se concluye que es sistema de recuperación no está funcionando correctamente y que la temperatura que registra el termómetro al inicio de la derivación es consecuencia del propio comportamiento de las partículas de los gases de combustión (choques elásticos entre partículas y turbulencias), lo que hace que pequeñas cantidades de gas se desvíen hacia la derivación.

2.4 Criterios de diseño

En la Tabla 2.1 se muestran los criterios que permitirán evaluar y seleccionar el diseño correcto

Tabla 2.1 Criterios de diseño

Efectividad	Se tiene en cuenta que el cliente desea que el sistema de recuperación de calor sea lo más eficiente posible, es decir que logre generar el máximo ahorro posible.
Costo	Se toma en consideración la opinión del cliente, la cual consiste en contemplar de ser posible un rediseño que tenga un retorno de inversión menor a 1 año.
Mantenimiento	El criterio de mantenimiento contempla las actividades de supervisión, revisión y corrección que se realicen a las maquinarias del sistema de recuperación de calor, y que tanto se dificultará realizar estas acciones debido al diseño que se elija.
Complejidad del diseño elegido	La complejidad hace referencia a la dificultad que conlleva el diseño para su implementación. Este criterio se complementa con los demás criterios.
Disponibilidad de insumos o maquinaria	El criterio de disponibilidad hace referencia a la disponibilidad de los insumos o maquinaria que conlleva el diseño; ya que de este factor depende un poco la realización o no del proyecto

2.5 Ponderación y análisis de criterios

Para la ponderación de los criterios se utilizan valores de 1,3 y 5 para determinar el impacto que tiene un criterio con respecto a otro. El valor de 1 significa que un criterio tiene poco impacto con respecto a otro, 3 un impacto medio, y 5 un gran impacto (Tabla 2.7). Para ilustrar mejor el impacto que tiene un criterio con respecto a otro se tienen las Tablas 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 y 2.6

Tabla 2.2 Relación del criterio Efectividad del diseño con los demás criterios

vs	costo	Mantenimiento	Disponibilidad	Complejidad
Efectividad del diseño	Gran impacto, ya que a mayor efectividad el costo del diseño aumentará	Medio impacto, ya que el mantenimiento puede que se dificulte, como también puede que no suceda	Gran impacto, ya que, si no se consiguen los insumos o maquinarias, la efectividad del sistema no se dará	Medio impacto, ya que a mayor efectividad puede que el diseño aumente su complejidad

Tabla 2.3 Relación del criterio costo con los demás criterios

vs	Efectividad del diseño	Mantenimiento	Disponibilidad	Complejidad
Costo	Gran impacto, ya que a mayor efectividad el costo del diseño aumentará	Poco impacto, ya que sea un diseño costoso o económico, el mantenimiento igual debe ejecutarse	Medio impacto, ya que los costos del diseño se pueden ver afectados por importar insumos o maquinarias	Poco impacto, ya que la dificultad del diseño no implica un aumento en los costos

Tabla 2.4 Relación del criterio Mantenimiento con los demás criterios

vs	Efectividad del diseño	Costo	Disponibilidad	Complejidad
Mantenimiento	Medio impacto, ya que el mantenimiento puede que se dificulte, como también puede que no suceda	Poco impacto, ya que sea un diseño costoso o económico, el mantenimiento igual debe ejecutarse	Poco impacto, ya que sea que se importe o no los insumos, de igual manera se realizará el mantenimiento	Medio impacto, ya si el diseño es un poco más complejo puede que el mantenimiento también se dificulte

Tabla 2.5 Relación del criterio Disponibilidad con los demás criterios

vs	Efectividad del diseño	Costo	Mantenimiento	Complejidad
Disponibilidad	Gran impacto, debido a que si no se consiguen los insumos o maquinarias, la efectividad del sistema no se dará	Medio impacto, ya que los costos del diseño se pueden ver afectados por importar insumos o maquinarias	Poco impacto, ya que sea que se importe o no los insumos, de igual manera se realizará el mantenimiento	Medio impacto, por tanto si el diseño es complejo, pueda que se requiera de insumos o maquinaria que no hay en el país

Tabla 2.6 Relación del criterio Complejidad con los demás criterios

vs	Efectividad del diseño	Costo	Mantenimiento	Disponibilidad
Complejidad	Medio impacto, ya que a mayor efectividad puede	Poco impacto, ya que la dificultad del diseño no	Medio impacto, ya si el diseño es un poco más complejo	Medio impacto, ya que, si el diseño es complejo, pueda que

	que el diseño aumente su complejidad	implica un aumento en los costos	puede que el mantenimiento también se dificulte	se requiera de insumos o maquinaria que no hay en el país
--	--------------------------------------	----------------------------------	---	---

Al llenar la matriz de ponderación de criterios, nos da la siguiente tabla:

Tabla 2.7 Ponderación de criterios

	Efectividad del diseño	Costo	Mantenimiento	Complejidad del diseño elegido	Disponibilidad de insumos o maquinaria	suma	Factor de ponderación
Efectividad del diseño	0	5	3	3	5	16	0.27
Costo	5	0	1	1	3	10	0.17
Mantenimiento	3	1	0	3	1	8	0.13
Complejidad del diseño elegido	3	5	3	0	3	14	0.23
Disponibilidad de insumos o maquinaria	5	3	1	3	0	12	0.2
Suma						58	1

2.6 Análisis y generación de alternativas

Para el siguiente análisis se tomó en cuenta que, el proyecto en sí trata de una modificación más que un diseño realizado desde cero. Las alternativas están orientadas a desplazar los gases de combustión a través de la derivación. A continuación, se presentan las alternativas del sistema.

2.6.1 Alternativa A: colocar ventilador centrífugo.

Se identifica que el motivo por el cual los gases de combustión de GLP o ingresan a la derivación debido a que no cuenta con una presión de succión, para esto se propone colocar un ventilador centrífugo que genere dicha presión de succión (ver Figura 2.2). Cabe indicar que dicho ventilador debería manejar una temperatura cercana a los 400°C, gases de combustión de GLP (nitrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua), caudal requerido y caída de presión necesaria. Este diseño propone captar casi todos gases de chimenea, así como no permitir un gran descenso en la temperatura de los gases. La desventaja de este diseño radica en que el ventilador centrífugo no es comercial y por ello más costoso

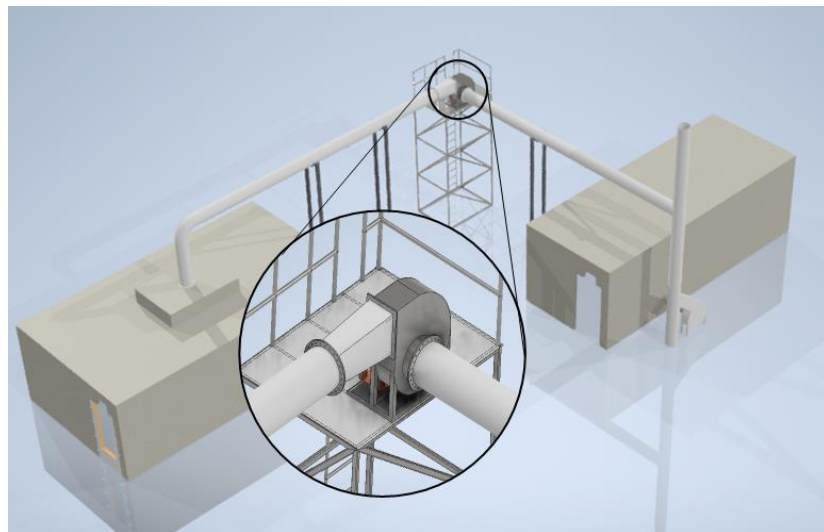


Figura 2.2 Adición de ventilador centrífugo a sistema de recuperación de calor

2.6.2 Alternativa B: Colocar ventiladores axiales

Se propone instalar 2 ventiladores axiales que impulsen a los gases de combustión del GLP, tal como se muestra en la Figura 2.3; sin embargo, esto implica que ingresará aire externo, lo cual hará decaer la temperatura y a pesar registrar un aumento en el flujo másico, esto es un indicador de baja efectividad. La ventaja de este diseño radica en que los ventiladores a usar son ventiladores comerciales y por ende de fácil adquisición y de rápido reemplazo en caso de daños en el futuro.

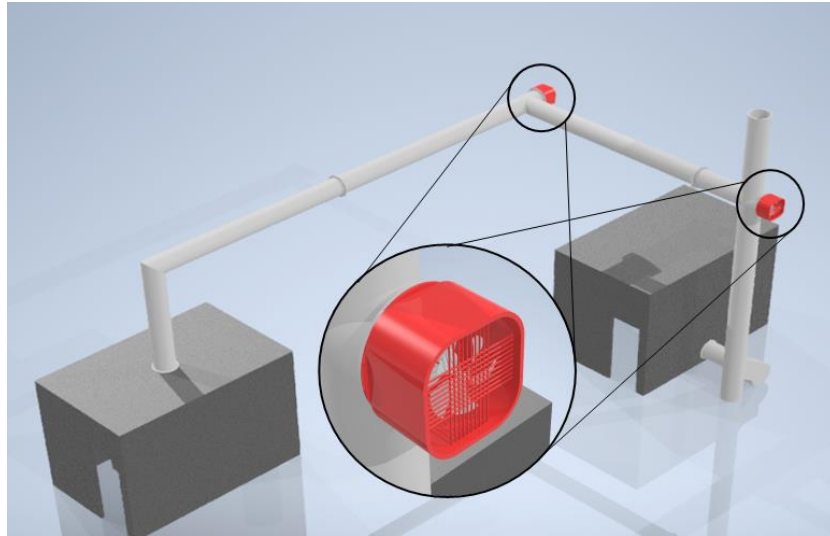


Figura 2.3 Agregar 2 ventiladores axiales al sistema de recuperación de calor

2.6.3 Alternativa C: redimensionar derivación e instalar ventilador axial

Se propone redimensionar la derivación, esto con el fin de acortar la distancia de la derivación; al realizar esto se puede colocar solo un ventilador y no dos como en la opción B; sin embargo realizar este cambio implica aumentar los costos del diseño ya que se debe retirar toda la estructura anterior, además de colocar nuevos soportes; adicional a esto también se rediseña la entrada de los gases a la derivación, ya que al darle un radio a la entrada de la derivación, el ingreso de los gases se facilita. Ver Figura 2.4

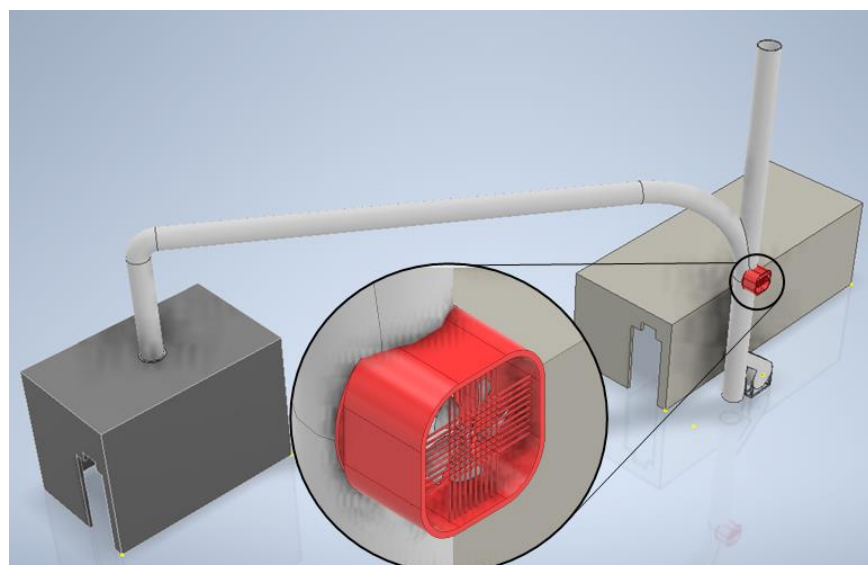


Figura 2.4 Redimensionamiento de derivación y colocación de ventilador axial

2.7 Matriz de decisión

Para elaborar la matriz de decisión se utilizan valores de 5,3 y 1; 5 como la mejor opción, 3 como una opción media y 1 como la peor opción.

Tabla 2.8 Matriz de decisión

Características	Ponderación	Alternativas		
		A	B	C
Efectividad	0.27	5	3	3
Costo	0.17	3	3	1
Mantenimiento	0.13	3	3	3
Complejidad	0.23	3	3	1
Disponibilidad	0.2	5	5	5
SUMATORIA	1	3.94	3.4	2.6

La alternativa que tiene el mayor valor ponderado es la alternativa de diseño A, la cual hace referencia a la instalación de un ventilador centrífugo, manteniendo toda la configuración conocida.

2.8 Diseño seleccionado

Una vez seleccionado el diseño, se procede con el desarrollo del mismo, para el cual se identifican 3 factores a trabajar:

- Selección de ventilador centrífugo
- Calor disponible por gases de combustión de GLP
- Calor neto a suplir en secador

2.8.1 Selección de ventilador centrífugo

Considerando los valores de flujo másico y densidad se puede calcular el caudal; por otro lado, calculado la presión estática global y la presión de velocidad se logró determinar la presión que debe manejar el ventilador centrífugo (el procesamiento de los datos se encuentra en el Apéndice B “selección de ventilador”).

2.8.2 Calor disponible por gases de combustión de GLP

Como punto de partida se toman los datos obtenidos en el análisis a la chimenea para luego proceder con el cálculo del calor radial perdido a lo largo de toda la derivación, para lo cual se aplica la ecuación 2.1:

$$Q_{01} = \frac{T_{\infty 1} - T_{superf}}{\frac{1}{2\pi r_1 L h_{gases}} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi k_{tub} L} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{2\pi k_{aisl} L}} \quad (2.1)$$

Con el calor radial conocido se realiza un balance para determinar la temperatura de los gases de combustión a la salida de la derivación. La ecuación 2.2 muestra el balance de energía, asumiendo que nos encontramos ante un flujo Rayleigh la ecuación 2.2 se transforma en la ecuación 2.3.

$$\frac{dE_{vc}}{dt} = \dot{Q}_{01} - \dot{W}_{vc} + \sum \dot{m}_{gases} \left(h_e + \frac{V_e^2}{2} + gZ_e \right) - \sum \dot{m}_{gases} \left(h_s + \frac{V_s^2}{2} + gZ_s \right) \quad (2.2)$$

$$Q_{01} = \dot{m}_e C_{pgases} (T_s - T_e) + \dot{m}_e \left(\frac{V_s^2 - V_e^2}{2} \right) \quad (2.3)$$

$$(\rho_e)V_e = (\rho_s)V_s \quad (2.4)$$

$$Q_{gases} = \dot{m}_{gases} C_{pgases} (T_s - T_{gases \text{ chimenea secador}}) \quad (2.5)$$

La velocidad al inicio de la derivación la da el caudal del ventilador y el área del ducto; el caudal depende de la densidad del gas al inicio de la derivación y del flujo másico, esto se evidenció en el procesamiento de datos de la sección 2.8.1; mientras que la velocidad al final de la derivación se la realiza a través de la ecuación 2.4 la cual depende de la densidad al final de la derivación y a su vez esta depende de la temperatura al final de la derivación. Una vez hallada la temperatura al

final de la derivación se procede a calcular el calor disponible que se puede obtener de los gases de combustión, para esto se usó la ecuación 2.5. Finalmente se determinó que el proceso para hallar la temperatura al final de la derivación es un proceso iterativo, por lo cual se recurrió a la generación de un pseudocódigo a través de Matlab en el cual se incluyó todos los procesos del capítulo 2 y 3 dando así un solo pseudocódigo que muestra los resultados globales del sistema de recuperación de calor (ver Apéndice C).

La temperatura de salida de los gases por la chimenea del secador se asume 125°C este valor se lo deja como asumido ya que no se consiguió una manera de medir este valor, adicional que se sabe que el valor de esta temperatura debe ser mayor a 100°C y menor a la temperatura de trabajo del secador, por ello se escoge un valor un poco mayor a la media para ser conservadores.

2.8.3 Calor neto a suplir en secador

Para calcular el calor neto a suplir primero se debe determinar el calor que suple el secador debido a su funcionamiento y luego determinar los calores perdidos en el secador, para finalmente sumarlos.

2.8.3.1 Calor a suplir en secador debido a su funcionamiento

Para calcular los calores a suplir primero se determinó los flujos másicos de las piezas metálicas los cuales se muestran en la Tabla A.1 (ver Apéndice A).

Posteriormente se procede a calcular el calor para evaporar el agua que se encuentra en la pieza metálica, debido a que esta pieza se sumergió en una tina de esmalte-agua con una proporción de 1/1. La ecuación 2.6 se utiliza para los 2 tipos de piezas que ingresaron al secador

$$\begin{aligned} \dot{Q} = \dot{m}_{agua} C_{p-agua} (T_{100} - T_{amb}) + \dot{m}_{agua} L_v \\ + \dot{m}_{agua} C_{p-vapor} (T_{oper} - T_{100}) \end{aligned} \quad (2.6)$$

De la misma manera se presenta la ecuación 2.7 que se utiliza para determinar el calor que absorbe el polvo de esmalte impregnado en la pieza. Esta ecuación se utiliza para ambos modelos

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{esmalte polvo}} C_{p\text{-esmalte polvo}} (T_{\text{oper}} - T_{\text{amb}}) \quad (2.7)$$

Por último, se presenta la ecuación 2.8 que se utiliza para determinar el calor que absorbe la estructura metálica de las piezas. Esta ecuación se utiliza para ambos modelos

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{estruc}} C_{p\text{-estruct}} (T_{\text{oper}} - T_{\text{amb}}) \quad (2.8)$$

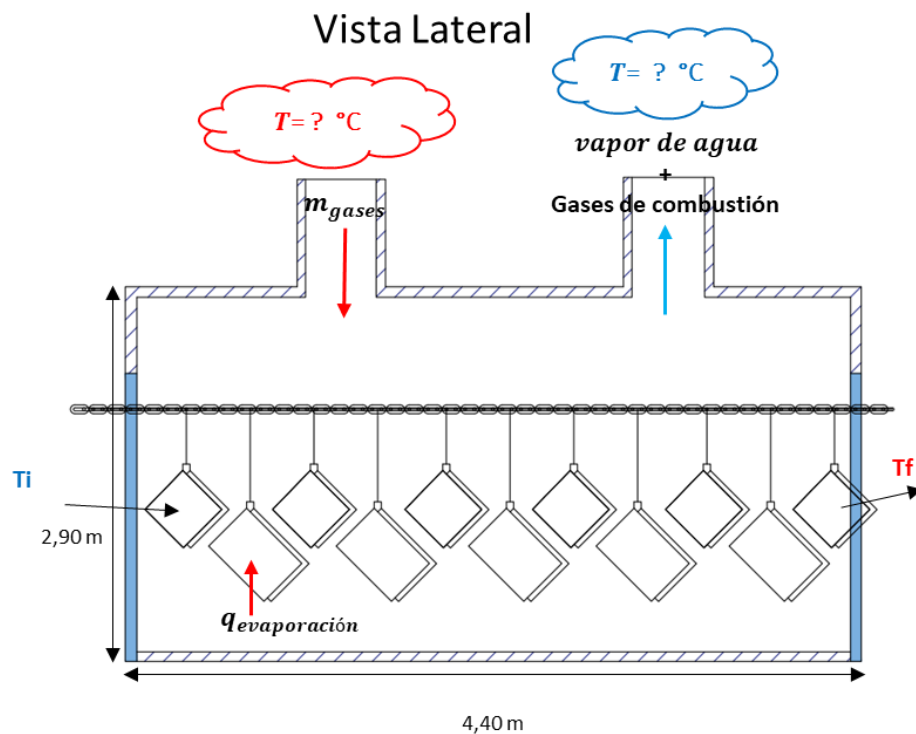


Figura 2.5 Esquema lateral de secador

La Figura 2.5 muestra lo expuesto en esta sección: distribución de piezas, calores a suplir por funcionamiento del secador, dimensiones de largo y alto de secador y adicionalmente la temperatura de los gases de combustión a la salida de la derivación y a la salida por chimenea del secador.

2.8.3.2 Calores perdidos en el secador

Una representación de casi todos los calores perdidos en el secador se presenta en la Figura 2.6; así como las dimensiones de largo y ancho del secador.

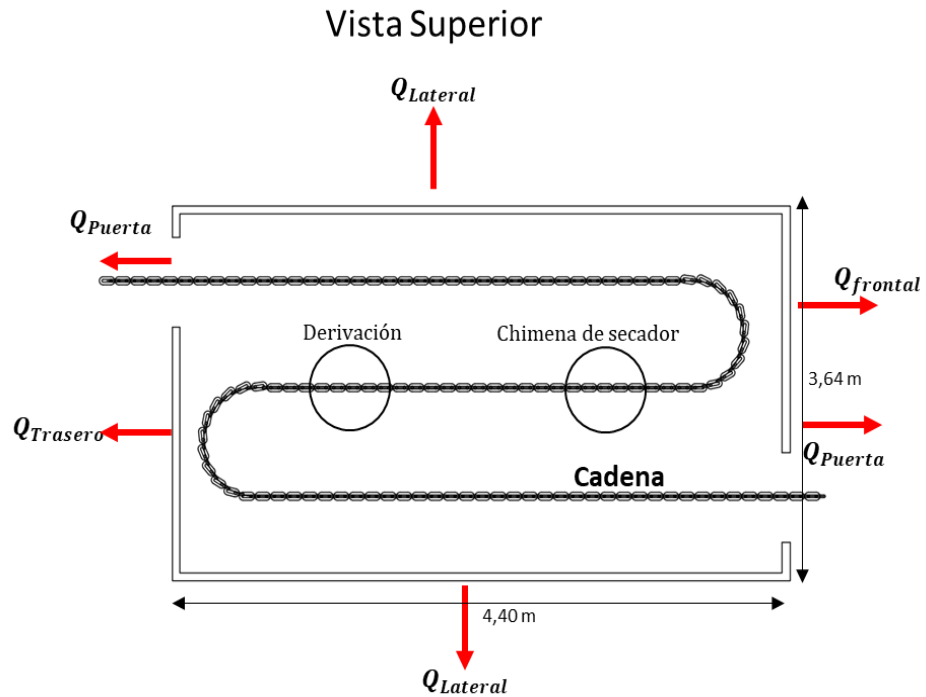


Figura 2.6 Esquema de calores perdidos en secador

2.8.3.2.1 Calor perdido por las paredes y techo

El calor transferido por las paredes hacia el exterior es disipado por convección y radiación, para lo cual se realiza un análisis desde la superficie externa de las paredes hacia afuera del secador con la ecuación 2.17; este procedimiento se aplica para todas las paredes y techo, considerando las temperaturas promedio de las superficies externas de cada pared (ver Figura 2.7).

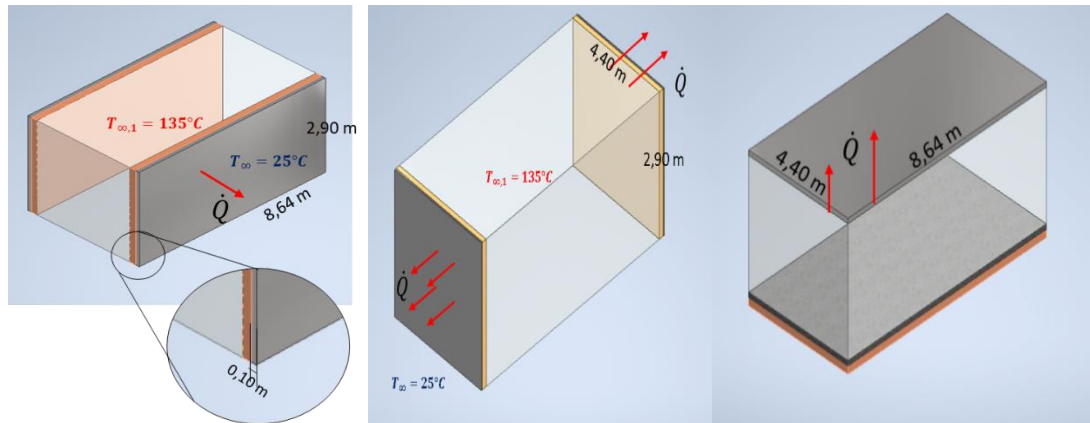


Figura 2.7 Calores perdidos por paredes y techo

Resistencia equivalente:

$$\frac{1}{R_{Eq}} = \frac{1}{R_{rad}} + \frac{1}{R_{conv}} \quad (2.9)$$

$$\frac{1}{R_{Eq}} = \frac{1}{\frac{1}{h_r A}} + \frac{1}{\frac{1}{h_{conv} A}} \quad (2.10)$$

$$\frac{1}{R_{Eq}} = h_r A + h_{conv} A \quad (2.11)$$

Ecuación de calor en función de la resistencia equivalente:

$$\dot{Q} = \frac{1}{R_{Eq}} (T_{amb} - T_{s01}) \quad (2.12)$$

Factor de transmisión de calor por radiación:

$$h_r = e_{alum} \sigma (T_s - T_{alr}) (T_s^2 + T_{alr}^2) \quad (2.13)$$

Factor de transmisión de calor por convección:

Numero de Reynolds:

$$R_E = \frac{U_{\infty} L}{\nu} \quad (2.14)$$

Nussel promedio:

$$N_u = 0,664R_E^{1/2}P_r^{1/3} \quad (2.15)$$

Factor de transmisión promedio:

$$h_{conv} = \frac{N_u k_{conv}}{L} \quad (2.16)$$

Calor perdido por pared lateral:

$$\dot{Q} = (h_r A + h_{conv} A)(T_{amb} - T_{s01}) \quad (2.17)$$

2.8.3.2.2 Calor perdido por el suelo

Para determinar el calor perdido por el suelo se aplica la ecuación 2.18, para la cual se asumió que el espesor del concreto en el piso es de 0.1 metros y se utilizó las ecuaciones 2.14, 2.15 y 2.16

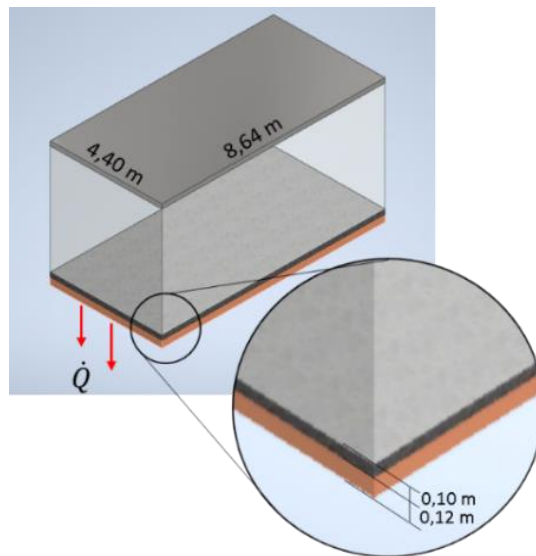


Figura 2.8 Calor perdido por piso

Calor perdido por piso:

$$\dot{Q} = \frac{T_{\infty gases} - T_{s02}}{\frac{1}{h_{gases}A} + \frac{L_2}{k_{concreto}A}} \quad (2.18)$$

2.8.3.2.3 Calor perdido por puertas

Para calcular el calor total perdido por la puerta de ingreso y salida, se debe calcular el calor perdido por ingreso de aire frío

tanto en la puerta de ingreso como por puerta de salida, de la misma manera se debe calcular el calor perdido por salida de aire caliente tanto por la puerta de ingreso como por puerta de salida. Una representación de lo mencionado se presenta en la Figura 2.9

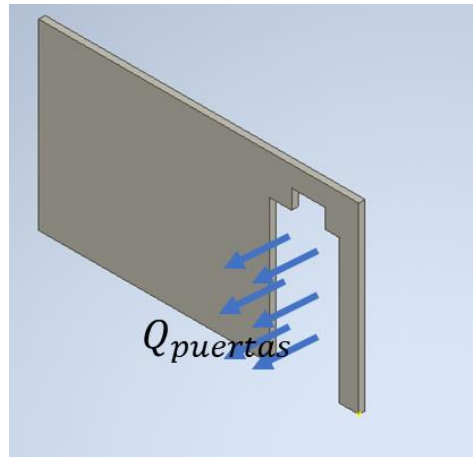


Figura 2.9 Calor perdido por puerta

Las Tablas A.2 y A.3 (ver Apéndice A) muestran el proceso y las fórmulas empleado para el cálculo de los cuatro casos de pérdidas de calor en las puertas. Como dato importante se menciona que tanto la densidad como el calor específico de cada caso se obtienen con la temperatura de película.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se presenta un análisis de los resultados obtenidos por los procesos mencionados en el capítulo 2, así como los resultados globales del diseño seleccionado; también se presentan los costos del rediseño (inversión) y el retorno de dicha inversión.

3.1 Resultados para la selección de ventilador centrífugo

En la Tabla 3.1 se muestra las características que debe tener el ventilador centrífugo como resultado del procesamiento de datos (Apéndice B “selección de ventilador”).

Tabla 3.1 Características de Ventilador centrífugo

Características de Ventilador	
Caudal	2410.92 m^3/hr
Presión total	124.54 Pa

3.2 Resultados y análisis de derivación

En la Tabla 3.2 se presentan los resultados obtenidos del análisis térmico realizado a derivación del cual se obtiene el calor disponible de los gases de combustión del GLP siendo 121,92 kJ/s, este calor disponible es consecuencia de la temperatura de los gases al final de la derivación, lo cual es un indicativo de que la temperatura de los gases se logra mantener o por lo menor se logra conservar una gran parte dentro de la derivación

Tabla 3.2 Valores representativos del análisis a la derivación y posible calor generado por los gases de combustión

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
T_0	temperatura de ingreso a derivación	663.00	K
Q_0	calor radial perdido por derivación	15.83	kJ/s
V_1	velocidad de gases al ingreso de derivación	6.64	m/s
V_2	velocidad de gases a la salida de derivación	6.35	m/s
T_1	temperatura de gases a la salida de derivación	634.00	K
ρ_1	densidad de gases a la entrada de derivación	0.5470	kg/m ³
ρ_2	densidad de gases a la salida de derivación	0.5724	kg/m ³
Q_{gases}	calor generado por los gases de derivación	121.92	kJ/s

Se realiza una simulación del recorrido de los gases de combustión a través de la derivación con el objetivo de corroborar la temperatura de salida de los gases de combustión a la salida de la derivación (Ver Apéndice F).

La Figura 3.1 muestra el descenso de la temperatura de los gases de combustión a lo largo de la derivación (la gráfica se realizó con los datos obtenidos de la simulación). La gráfica muestra una pequeña perturbación casi a la mitad del recorrido sin embargo esto es por la presencia del ventilador, también se observa que el ventilador hace que la caída de temperatura no sea tan brusca y por ello se podría pensar en acercar el ventilador al inicio de la derivación con el objetivo de menorar aún más la caída de temperatura de los gases, no obstante este cambio obliga al diseño a ser más costoso ya que se incurre en la modificación de la estructura de soporte de la derivación y también se tiene que contemplar que la fábrica de cocinas y accesorios no cuenta con espacio disponible cerca del inicio de la derivación para poder colocar la estructura de soporte del ventilador centrífugo, por lo cual se decide que la posición del ventilador centrífugo se debe mantener.

Para conseguir que el ventilador centrífugo este al mismo nivel que la derivación, se decidió realizar una estructura, en donde el análisis estático y las frecuencias críticas se muestran en el Apéndice E y sus planos en la respectiva sección de planos

Temperatura de gases detro de la derivación Vs distancia recorrida

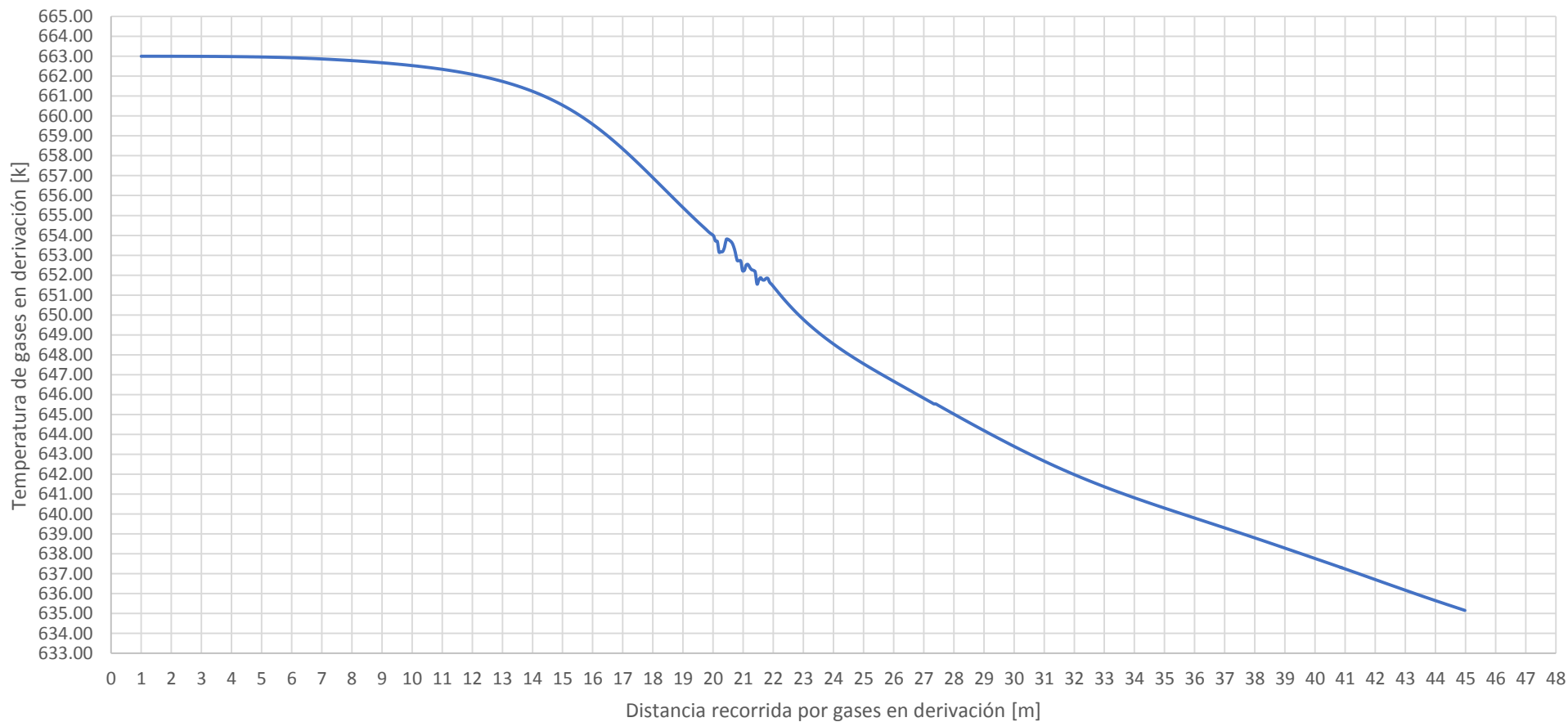


Figura 3.1 Temperatura de gases en derivación Vs distancia recorrida

3.3 Resultados de análisis de secador

3.3.1 Calor neto a suplir

El calor neto a suplir representa la sumatoria de todos los calores que el secador debe suplir mientras se encuentra en funcionamiento. Se encontró que el calor neto es 478.33 kJ/s como se muestra en la Tabla 3.3. Este valor se lo compara con el valor obtenido a través del poder calorífico (Apéndice B – “Aproximación teórica del calor neto que utiliza el secador”) donde se observó que los valores concuerdan y por ende se entiende que el valor del calor neto es correcto.

Tabla 3.3 Calores a suplir

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Q ₁	calor de vaporización de pieza1	58.66	KJ/s
Q ₂	calor de vaporización de pieza2	45.33	KJ/s
Q ₃	calor que absorbe el polvo esmalte de pieza 1	5.28	KJ/s
Q ₄	calor que absorbe el polvo esmalte de pieza 2	4.08	KJ/s
Q ₅	calor que absorbe la estructura metálica pieza 1	12.33	KJ/s
Q ₆	calor que absorbe la estructura metálica pieza 2	8.42	KJ/s
Q ₇	calor perdido por pared lateral izquierda	1.22	KJ/s
Q ₈	calor perdido por pared lateral derecha	1.49	KJ/s
Q ₉	calor perdido por pared frontal	0.72	KJ/s
Q ₁₀	calor perdido por pared trasera	0.90	KJ/s
Q ₁₁	calor perdido por pared techo	3.18	KJ/s
Q ₁₂	calor perdido por piso	10.7	KJ/s
Q ₁₃	Calor perdido por cadena y accesorios	30.01	KJ/s
Q ₁₄	calor perdido por puerta de ingreso	138.84	KJ/s
Q ₁₅	calor perdido por puerta de ingreso	77.75	KJ/s
Q ₁₆	calor perdido por salida de aire por puerta trasera	157.93	KJ/s
Q ₁₇	calor perdido por entrada de aire por puerta trasera	55.53	KJ/s
Q_{suplir}	suma de calores a suplir	478.33	KJ/s

3.4 Ahorro de GLP

En la sección 3.2 Tabla 3.2 se mostró el calor generado por los gases de combustión del GLP, lo cual representa el calor que pueden suplir en el secador, y por otro lado se en la sección 3.2 se muestra el calor neto a suplir que necesita el secador; con lo cual se puede calcular el posible ahorro en el consumo de GLP; estos valores se muestran en la Tabla 3.4

Tabla 3.4 Ahorro de GLP por gases de combustión

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Q_{sumplir}	suma de calores a suplir	479.14	KJ/s
Q_{gases}	calor generado por los gases de derivación	121.92	KJ/s
	Ahorro de GLP en secador	25.97	%

Sin embargo, si se analiza la Tabla 3.3 de la sección 3.3 se observó que la mayor pérdida de calor se produce por las puertas del secador con lo cual se busca una solución a este problema en la sección 3.5

3.5 Aumento de ahorro de GLP

Para solucionar el problema de la excesiva pérdida de calor a través de las puertas, se diseñó unos accesorios que se adhieran a la puerta mediante pernos con lo cual se genera una reducción de área en las puertas (ver Figura 3.2)

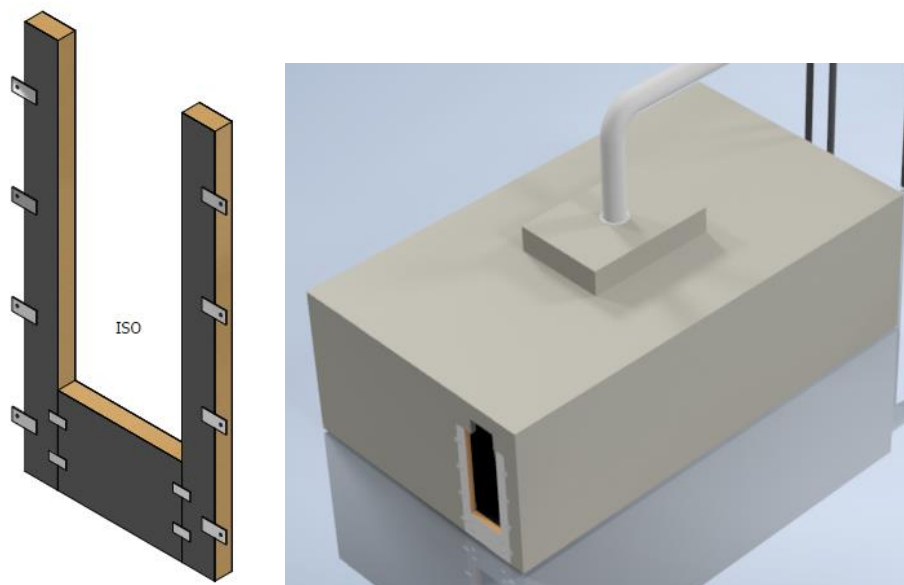


Figura 3.2 Accesorios de reducción de área en puertas

Con la reducción de área generados por los accesorios colocados en la puerta, se generaron nuevos resultados para los calores a suplir y pérdidas; siendo el nuevo calor neto de 367,00 kJ/s. Los nuevos resultados se presentan en la Tabla 3.5

Tabla 3.5 Nuevos calores a suplir debido a reducción de área en puertas

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Q_1	calor de vaporización de pieza1	58.66	kJ/s
Q_2	calor de vaporización de pieza2	45.33	kJ/s

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Q ₃	calor que absorbe el polvo esmalte de pieza 1	5.28	kJ/s
Q ₄	calor que absorbe el polvo esmalte de pieza 2	4.08	kJ/s
Q ₅	calor que absorbe la estructura metálica pieza 1	12.33	kJ/s
Q ₆	calor que absorbe la estructura metálica pieza 2	8.42	kJ/s
Q ₇	calor perdido por pared lateral izquierda	1.22	kJ/s
Q ₈	calor perdido por pared lateral derecha	1.49	kJ/s
Q ₉	calor perdido por pared frontal	0.72	kJ/s
Q ₁₀	calor perdido por pared trasera	0.90	kJ/s
Q ₁₁	calor perdido por pared techo	3.18	kJ/s
Q ₁₂	calor perdido por piso	10.7	kJ/s
Q ₁₃	Calor perdido por cadena y accesorios	30.01	kJ/s
Q ₁₄	calor perdido por entrada de aire por puerta de ingreso	86.38	kJ/s
Q ₁₅	calor perdido por salida de aire por puerta de ingreso	48.37	kJ/s
Q ₁₆	calor perdido por salida de aire por puerta trasera	98.25	kJ/s
Q ₁₇	calor perdido por entrada de aire por puerta trasera	34.55	kJ/s
Q_{suplir}	suma de calores a suplir	367.00	kJ/s

Con los nuevos valores obtenidos se procedió a determinar el nuevo ahorro en el consumo de GLP; los valores se presentan en la Tabla 3.6

Tabla 3.6 Nuevo ahorro debido a reducción de área en puertas

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Q _{suplir}	suma de calores a suplir	367.00	kJ/s
Q _{gases}	calor generado por los gases de derivación	121.92	kJ/s
	Ahorro de GLP en secador	49.21	%
	Nuevo consumo de GLP	19.29	kg/hr

Realizando la reducción de área se minimizan las pérdidas de calor y por ende el calor generado por los gases de combustión de GLP representan ahora un mayor ahorro en el consumo de GLP.

3.6 Ahorro real debido a turbulencias

Debido a las turbulencias que se pueden generar, se sabe que la eficiencia de captura de los gases de combustión de GLP que se mueven por la chimenea no puede ser del 100%. Para lo cual se muestra la Figura 3.3 y se asume una pérdida del 10%

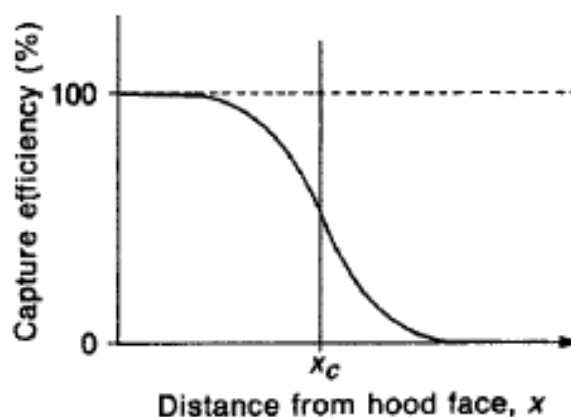


Figura 3.3 Eficiencia de captura Vs distancia de captura (Treitman, 2004)

Contemplando la nueva pérdida de flujo másico se obtiene un nuevo ahorro real en el consumo de GLP, el cual se muestra en la Tabla 3.8; este ahorro es consecuencia del nuevo calor disponible de los gases de combustión (ver Tabla 3.7)

Tabla 3.7 Nuevo calor disponible por gases de combustión y valores representativos del análisis a la derivación

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
T_0	temperatura de ingreso a derivación	663.00	K
Q_0	calor radial perdido por derivación	14.95	KJ/s
V_1	velocidad de gases al ingreso de derivación	5.30	m/s
V_2	velocidad de gases a la salida de derivación	5.03	m/s
T_1	temperatura de gases a la salida de derivación	628.00	K
ρ_1	densidad de gases a la entrada de derivación	0.5480	Kg/m ³
ρ_2	densidad de gases a la salida de derivación	0.5778	Kg/m ³
Q_{gases}	calor generado por los gases de derivación	94.88	KJ/s

Tabla 3.8 Ahorro real debido a turbulencias

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Ahorro de GLP en secador	43.66	%
Nuevo consumo de GLP	21.40	Kg/hr

3.7 Impacto ambiental

De la sección 3.6 se conoce el ahorro real del sistema de recuperación de calor, el cual correspondió a 43,66%, lo cual equivale a 16,60 kg/hr de GLP no consumidos; basándose en la información que la quema de 13,64 kg de GLP genera 43224,8 gr de CO₂ (Correa, 2016); entonces, los 16,60 kg/hr se convierten en 141,40 Tn CO₂ anuales no emitidos. Por otro lado, el factor de

emisión correspondiente a la extracción del petróleo, refinamiento del GLP, transporte y distribución corresponde a 0.5681 kg CO₂ por kg de GLP, lo cual equivale a: 26,59 Tn CO₂ anuales no emitidos. Lo cual da un Total de 167,99 Tn CO₂ anuales no emitidos.

3.8 Costo de rediseño

El costo del proyecto es de \$31473,25 lo cual incluye el costo de los materiales de la derivación, costo de los insumos para la creación de los accesorios reductores de área, costo de materiales para fabricación de estructura que soporta al ventilador centrifugo, así como los costos de fabricación y costo del ventilador centrifugo; estos valores se detallan en la Tabla 3.9. Las proformas respectivas se encuentran en apéndice D

Tabla 3.9 Costo de Rediseño de sistema de recuperación de calor

Descripción	Costo
Costo lana de vidrio para derivación	1317,50
Costo de chapa de aluminio para creación de ductos	682,53
Costo desmontaje derivación anterior+ creación de nueva derivación +montaje y colocación de aislante	17441,20
Costo de materiales para estructura de soporte para ventilador	1203,08
Costo de ventilador centrifugo	3136
Costo de fabricación e instalación de estructura de soporte para ventilador + fabricación e instalación de accesorios para reducción de área en puertas + costo de materiales para accesorios de reducción de área	7692,94
Costo total de rediseño	31473,25

3.9 Retorno de inversión

La Tabla 3.10 muestra el retorno de inversión teniendo en consideración el costo del GLP en el ecuador, regulado por la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero; también se tiene en cuenta que después del tiempo del retorno de inversión se espera que la empresa ahorre mensualmente \$2549,82

Tabla 3.10 Retorno de inversión

Descripción	Magnitud
Costo de GLP por Kg	\$ 0,640017

Ahorro 43,66% (16,60Kg/hr)	\$10,624/hr
Ahorro en 1 día de trabajo de máquina	\$84,994
Ahorro en 1 mes de trabajo de máquina	\$2549,82
Retorno de inversión	1 año con 6 días

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El proyecto es viable ya que cumple con los objetivos principales planteados al inicio del proyecto, los cuales son la disminución del consumo de GLP en el secador (ahorro del 43.66%) y menorar el impacto ambiental de los gases de efecto invernadero producto del consumo del GLP (167,99 Tn CO₂ anuales no emitidos).
- El tiempo de retorno de la inversión es relativamente corto (1 año y 6 días), lo cual es un periodo muy cercano al solicitado por el cliente, lo cual favorece a la viabilidad del proyecto.
- Como último punto también se cumple con uno de los criterios más importantes (criterio de efectividad) propuesto por el cliente, el cual es el aprovechamiento máximo de los gases de combustión del horno esmaltador, ya que este diseño utiliza aproximadamente el 100% de los gases de combustión generados en el horno esmaltador, obviando ciertas pérdidas por turbulencias; adicional a esto el diseño propuesto también trata de conservar la temperatura de los gases de combustión, lo cual da soporte al criterio de la efectividad.

4.2 Recomendaciones

- Debido a los valores conservadores utilizados en el diseño, se recomienda que una vez implementado el diseño se realicen mediciones de temperatura de las piezas al salir del secador, ya que la temperatura óptima puede oscilar de 125°C a 130°C; sin embargo, si la temperatura de las piezas es mayor se puede disminuir el consumo de GLP hasta alcanzar la temperatura deseada con lo cual se obtendría el máximo ahorro posible.

- Se sabe que la chimenea cuenta actualmente con una escotilla que permite obstruir parcialmente el paso de los gases de combustión de GLP hacia el exterior de la chimenea; se recomienda que dicha escotilla se mantenga cerrada cada vez que el sistema de recuperación de calor se encuentre funcionando, para evitar que los gases escapen debido a la turbulencia y obligar a los gases a pasar por la derivación, esto hará que el ahorro en el consumo de GLP se maximice. Esta recomendación se complementa con la primera recomendación
- Si en un futuro la empresa desea utilizar los gases de combustión para alimentar a los secadores 1 y 3, se debe modificar la línea de salida del ventilador centrífugo, haciendo que tenga 3 salidas en lugar de una sola. Cada uno de estos nuevos ductos deberá tener una compuerta que cierre el paso de aire; cada vez que uno de los ductos funcione se deben cerrar las compuertas de los otros 2 ductos. También se recomienda que cada ducto cuente con su propio ventilador en el caso que la distancia sea grande.

BIBLIOGRAFÍA

- Ballesteros, H. B. (2007). *información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Instituto de hidrología, meteorología y estudio ambientales - IDEAM . Bogotá: IDEAM. Recuperado el 07 de 06 de 2021, de [http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befec11cf15f06dd#:~:text=En%20la%20atm%C3%B3sfera%20de%20la,y%20el%20ozono%20\(O3\).](http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befec11cf15f06dd#:~:text=En%20la%20atm%C3%B3sfera%20de%20la,y%20el%20ozono%20(O3).)
- Bergman, T. L., Lavine, A. S., Incropera, F. P., & Dewitt, D. P. (2011). *Fundamentals of heat and mass transfer*. United States : Jhon Wiley & Sons.
- Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2012). *Termodinámica* . México: Mc Graw Hill.
- Concepto. (8 de Junio de 2021). *Aire* . Obtenido de <https://concepto.de/aire/>
- Correa, C. G.-O.-J. (2016). *EMISIONES PROVOCADAS POR COMBUSTIÓN DE GLPA PARTIR DE CALEFONES EN LA CIUDAD DE LOJA Y SUPOSIBLE RELACIÓN CON ENFERMEDADES RESPIRATORIAS AGUDAS (ERAS)*. Loja-Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Demográfico, G. d. (8 de Agosto de 2021). *Energía-gases licuados del petroleo*. Obtenido de <https://energia.gob.es/glp/Paginas/Index.aspx>
- Gloria Villaflor, G. V. (2021). *Variables Significativas del Proceso de Combustión del Gas Natural*. Salta-Argentina: Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ingeniería, CIUNSa.
- Gobierno-Ecuatoriano. (29 de Agosto de 2021). *Agencia de regulación y control hidrocarburífero*. Obtenido de <https://www.controlhidrocarburos.gob.ec/precios-combustibles/>
- Hygienists, A. c. (1998). *Industrial Ventilation - a manual of recommended practice*. Ohio-United States: American conference of governmental industrial Hygienists, Inc.
- LojaGas. (2021). *Hoja de seguridad del gas licuado de petroleo* . Loja-Ecuador : LojaGas.
- mancha, U. d.-l. (18 de Julio de 2021). *docplayer*. Obtenido de DISEÑO DE CHIMENEAS: <https://docplayer.es/16557234-Tema-5-diseno-de-chimeneas.html>

Nolifrit. (25 de Julio de 2021). *esmalte en polvo nolifrit*. Obtenido de <https://www.nolifrit.com/applications/gas-stove-bbq-and-enamel-sanitary-ware-16.html>

NUTEC-BICKLEY. (10 de Junio de 2021). *Beneficios de un buen control de la relación aire / combustible en hornos industriales y cómo calcularlo*. Obtenido de <https://www.nutecbickley.com/es/blog/beneficios-de-un-buen-control-de-la-relacion-aire-combustible-en-hornos-industriales-y-como-calcularlo>

Pampilla, R. I. (13 de 10 de 2016). Ficha de datos de seguridad. *Ficha de datos de seguridad*, 4. Lima, Perú: Refinería la Pampilla S.A.A. Recuperado el 07 de 06 de 2021, de https://www.repsol.pe/imagenes/repsolporpe/es/2GLP_tcm76-84132.pdf

Rodriguez Pire, L. (2021). *Estudio químico técnico de la combustión*. Oviedo-España: Universidad de Oviedo.

solerpalau. (21 de Julio de 2021). *Los efectos y la velocidad del aire*. Obtenido de <https://www.solerpalau.com/es-es/hojas-tecnicas-velocidad-del-aire/>

TermoPan. (2021). *HORNO CONTINUO TIPO TUNEL CINTA-RED*. MUNGIA (Bizkaia) / SPAIN : TermoPan.

Treitman, W. A.-M.-R. (2004). *Ventilation for control of the work environment*. New Jersey-United States: Wiley-interscience.

weatherspark. (12 de Agosto de 2021). *weatherspark*. Obtenido de El clima y el tiempo promedio en todo el año en Guayaquil: <https://es.weatherspark.com/y/19346/Clima-promedio-en-Guayaquil-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>

APÉNDICES

APÉNDICE A – Tablas y figuras

Tabla A.4.1 Flujos máxicos de modelos de piezas

	flujo máxico estructura x 2 piezas	flujo máxico de agua x 2 piezas	flujo máxico de polvo x 2 piezas
Lateral de horno 61cm	0.211	0.022	0.022
Lateral de horno 51 cm	0.194	0.017	0.017
Contrapuerta Guayas 51 cm	0.256	0.027	0.027
Piso de horno 51 cm	0.144	0.017	0.017
Techo de horno 51 cm	0.175	0.015	0.015

Tabla A.4.2 Velocidad de aire en puertas

Caso	Descripción de velocidad de aire
Ingreso de aire por puerta frontal	la velocidad del aire en el primer caso tiene un valor normal para galpones, teniendo en cuenta la humedad de Guayaquil y temperatura del local (Figura A.1 Apéndice A). Por otro lado el aire está en dirección de la puerta de ingreso del secador
Salida de aire por puerta frontal	la velocidad del aire en el segundo caso es un valor menor a la velocidad de ingreso de aire, y esto es porque la velocidad total de salida del aire caliente se ve mermada por la velocidad de ingreso del aire frío.
Entrada de aire por puerta trasera	la velocidad del aire en el tercer caso tiene un valor elevado debido a que la velocidad del aire frío que ingresa es muy pequeña en comparación de esta velocidad.

Salida de aire por puerta trasera	la velocidad del aire en el cuarto caso tiene un valor pequeño ya que la dirección del viento es contraria al ingreso de la puerta trasera; por ello se asume un valor de aire casi estático.

Tabla A.4.3 Calor perdido por puertas

Calor perdido	Datos relevantes	Formulas
Calor perdido por ingreso de aire frio por puerta frontal	Velocidad de aire: 0.5 m/seg $temp_{film} = \frac{t_{oper} - tamb}{2}$	Flujo volumétrico de aire: $\dot{V} = (Area)(Velocidad\ aire)$ Flujo másico de aire: $\dot{m} = \dot{V}\rho$ Calor perdido: $\dot{Q} = \dot{m} C_p(T_s - T_e)$
Calor perdido por salida de aire caliente por puerta frontal	Velocidad de aire: 0.4 m/seg $temp_{film} = \frac{t61 - tamb}{2}$	Flujo volumétrico de aire: $\dot{V} = (Area)(Velocidad\ aire)$ Flujo másico de aire: $\dot{m} = \dot{V}\rho$ Calor perdido: $\dot{Q} = \dot{m} C_p(T_s - T_e)$
Calor perdido por ingreso de aire frio por puerta trasera	Velocidad de aire: 0.65 m/seg $temp_{film} = \frac{t71 - tamb}{2}$	Flujo volumétrico de aire: $\dot{V} = (Area)(Velocidad\ aire)$ Flujo másico de aire: $\dot{m} = \dot{V}\rho$ Calor perdido: $\dot{Q} = \dot{m} C_p(T_s - T_e)$
Calor perdido por salida de aire caliente por puerta trasera	Velocidad de aire: 0.2 m/seg $temp_{film} = \frac{t_{oper} - tamb}{2}$	Flujo volumétrico de aire: $\dot{V} = (Area)(Velocidad\ aire)$ Flujo másico de aire: $\dot{m} = \dot{V}\rho$ Calor perdido: $\dot{Q} = \dot{m} C_p(T_s - T_e)$

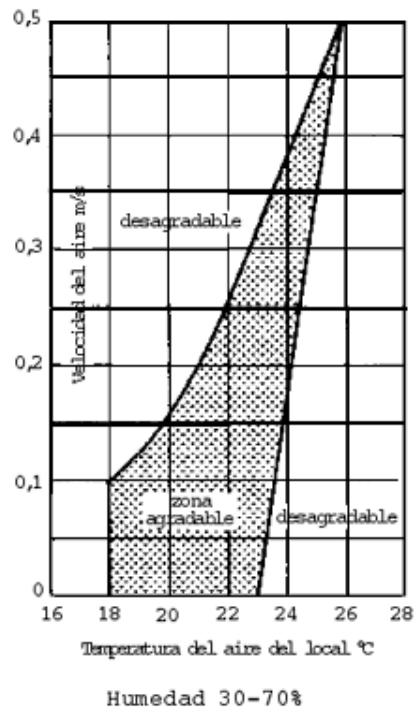
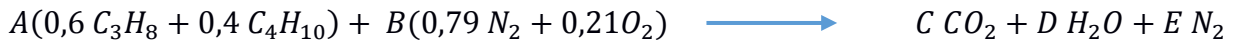


Figura A.1 Velocidad del aire Vs Temperatura del aire del local
[Solerpalau,2021]

APÉNDICE B – Cálculos adicionales

Relación aire/ combustible para combustión de GLP en hornos

Ecuación estequiométrica de combustión del GLP



Asumimos A = 1

$$\text{Carbono: } 1,8 + 1,6 = C \longrightarrow C = 3,4$$

$$\text{Hidrógeno: } 4,8 + 4 = 2D \longrightarrow D = 4,4$$

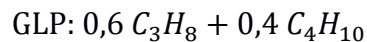
$$\text{Oxígeno: } 0,42B = 2C + D \quad 0,42B = 6,8 + 4,4 \longrightarrow B = 26,67$$

$$\text{Nitrógeno: } 1,58B = 2E \longrightarrow E = 21,07$$

Relación aire/combustible = 26,67 / 1

Flujo másico de gases de combustión expulsados desde el horno esmaltador

De la relación aire/combustible, tenemos: 1 mol GLP y 26,67 moles de aire



$$0,6 (44) + 0,4 (58) = 26,4 + 23,2 = 49,6 \text{ gr}$$

$$\text{AIRE: } 26,67 (0,79 (28) + 0,21 (32))$$

$$B26,67 (22,12 + 6,72) = 769,16 \text{ gr}$$

Entonces, en 1 mol de GLP tenemos 49,6 gr de GLP y en 26.67 moles de aire tenemos 769,16 gr de aire

Consumo de 80kg/hr de GLP en horno esmaltador:

$$60\text{min} \longrightarrow 80.000 \text{ gr GLP}$$

$$1 \text{ seg} \longrightarrow x$$

$$X=0,022\text{kg GLP}$$

Flujo masico de gases de combustión - horno esmaltado:

$$49,6 \text{ gr GLP} \longrightarrow 769,16 \text{ gr Aire}$$

$$22,22 \text{ gr GLP} \longrightarrow x$$

$$X=0,34461\text{kg GLP}$$

$$\dot{m}_{gases} = \dot{m}_{GLP} + \dot{m}_{aire}$$

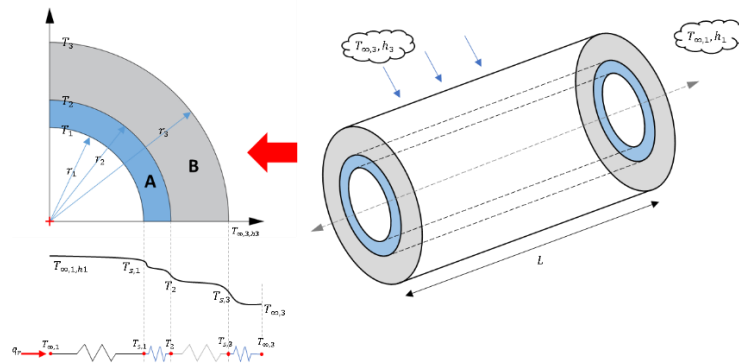
$$\dot{m}_{gases} = (22,22\text{gr}) + (344,61\text{gr})$$

$$\dot{m}_{gases} = 0,367 \text{ Kg/se}$$

Análisis de chimenea

Para el análisis de la chimenea se toma en cuenta el diámetro interior, asumiendo un espesor de 0.04 m para el material aislante, teniendo en consideración que el diámetro exterior de la chimenea es 0.4 m. Esto se lo hace porque no se cuenta con información detallada de la chimenea de Mabe Ecuador.

Calor radial perdido



$$\dot{Q} = \frac{T_{\infty 01} - T_{s-chime}}{\frac{1}{2\pi r_{01} L_{01} h_{gases}} + \frac{\ln\left(\frac{r_{02}}{r_{01}}\right)}{2\pi k_{tub} L}}$$

$$\dot{Q} = \frac{667 - 480}{\frac{1}{2\pi(0,15)(2,5)(4,8371)} + \frac{\ln\left(\frac{0,155}{0,15}\right)}{2\pi(237)(2,5)}}$$

$$\dot{Q} = 2131 \text{ watts}$$

$$\dot{Q} = 2,1310 \frac{KJ}{s}$$

Análisis energético y determinación de temperatura a nivel de la derivación

$$\frac{dE_{vc}}{dt} = \dot{Q}_{vc} - \dot{W}_{vc} + \sum \dot{m}_e \left(h_e + \frac{V_e^2}{2} + gZ_e \right) - \sum \dot{m}_s \left(h_s + \frac{V_s^2}{2} + gZ_s \right)$$

$$0 = \dot{Q} - 0 + \dot{m}(h_{in} - h_{out})$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{gases} C_p (T_e - T_{001})$$

$$2,1310 \text{ kJ/s} = (0,367 \text{ kg/s}) (1,4450)(T_e - 667 \text{ k})$$

$$T_e = 390,00 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Selección de ventilador

Datos

- Flujo másico de gases de combustión del GLP: 0.367 kg/s
- *radio campana*: 0.1793 m
- $Area_f = \pi * (0.1793)^2 = 0.1009 m^2$
- Densidad de gases en chimenea a nivel de derivación: $\rho_{@662k} = 0.548 Kg/m^3$

Caudal que debe manejar el ventilador:

$$Q = \frac{\dot{m}}{\rho}$$

$$Q = \frac{0.367}{0.548}$$

$$Q = 0.6697 m^3/seg$$

ó

$$Q = 2410.92 m^3/hr$$

Velocidad real en ducto:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.6697}{0.1009}$$

$$V = 6.6373 m/s$$

Presión de velocidad:

Datos:

- $\rho_{@662k} = 0.03421 \frac{lbm}{ft^3}$
- $V = 1306.56 fpm$

$$P_V = \rho_d \left(\frac{V_d}{1096} \right)^2$$

$$P_V = (0.03421) \left(\frac{1306.56}{1096} \right)^2$$

$$P_V = 0.0486 in H_2O$$

Presión estática a la entrada de la campana en conducto

Pérdida por forma en entrada de campana: $f_e = 0.93$

$$P_{s,h} = P_v + h_e$$

$$P_{s,h} = P_v + (f_e * P_v)$$

$$P_{s,h} = P_v(1 + f_e)$$

$$P_{s,h} = P_v(1 + 0.93)$$

$$P_{s,h} = 1.93P_v$$

Fricción en ducto

Número de Reynold:

$$Re: \frac{\rho_a d_d V_i}{\mu_a}$$

$$Re: \frac{(0.03421)(0.5883)(21.776)}{0.000018614}$$

$$Re: 2.354 \times 10^4$$

Factor de fricción:

k_d -aluminio: 0.00015 tabla 1-1 manual de ventilación (Hygienists, 1998)

$$A = [-2.457 \ln[(\frac{7}{Re})^{0.9} + (\frac{k}{3.7D})]]^{16}$$

$$A = [-2.457 \ln[(\frac{7}{2.354 \times 10^4})^{0.9} + (\frac{0.00015}{3.7(0.5883)})]]^{16}$$

$$A = 9.42 \times 10^{19}$$

$$B = (\frac{37530}{Re})^{16}$$

$$B = (\frac{37530}{2.354 \times 10^4})^{16}$$

$$B = 1742.42$$

$$f = 8 \left[\left(\frac{8}{Re} \right)^{12} + (A + B)^{-\frac{3}{2}} \right]^{\frac{1}{12}}$$

$$f = 8 \left[\left(\frac{8}{6.38 \times 10^4} \right)^{12} + (4.78 \times 10^{20} + 2.06 \times 10^{-4})^{-\frac{3}{2}} \right]^{\frac{1}{12}}$$

$$f = 0.026$$

Fricción en ducto:

$$H_f = f \left(\frac{L_d}{d_d} \right) V_p$$

$$H_f = (0.026) \left(\frac{154.199}{0.5883} \right) V_p$$

$$H_f = 6.82 V_p$$

Perdidas por codo:

Se toma la relación R/D=1.5, la cual según tabla muestra un valor de pérdida de $0.39P_v$

Suma de pérdidas:

Presión estática total: $P_{s,h} + H_f + \text{Pérdida por codo}$

Presión estática total: $1.93P_v + 6.82V_p + 0.39P_v$

Presión estática total: $1.93(0.0486) + 6.82(0.0486) + 0.39(0.0486)$

Presión estática total: $0.45 \text{ in } H_2O$

Presión total:

$$Tp = P_s + P_v$$

$$Tp = 0.45 + 0.0486$$

$$Tp = 0.50 \text{ in } H_2O$$

$$Tp = 12.70 \text{ mm } H_2O$$

$$Tp = 124.54 \text{ Pa}$$

Aproximación teórica del calor neto que utiliza el secador

Poder calorífico de GLP:

$$P_{c_{GLP}} = 10938 \frac{Kcal}{Kg} * \frac{4,18KJ}{1Kcal} = 45720,84 \text{ kJ/kg}$$

Flujo másico de GLP en secador: 38 kg/hr = 0.010555 kg/seg

$$\dot{Q} = (P_{c_{GLP}})\dot{m}_{sec} = (45720,84 \text{ kJ/kg})(0.010555 \text{ kg/seg})$$

$$\dot{Q} = 482.60 \frac{kJ}{s}$$

Calor teórico que emplea el secador durante su funcionamiento; este valor sirve de guía en los capítulos 2 y 3 para corroborar el calor neto a suplir

APÉNDICE C – Información de pseudocódigos de MatLab

Tabla A.4.4 Datos de ingreso a MatLab

Datos de ingreso a MatLab	
Temperaturas - kelvin	
termómetro bimetalico de chimenea-horno esmaltador	667
temperatura externa de aislante	315
temperatura de trabajo de secador	418
temperatura de superficie externa izq pared de secador	318
temperatura de superficie externa derecha pared de secador	322
temperatura de los alrededores al secador	302
temperatura de superficie externa frontal pared de secador	320
temperatura de superficie externa trasera pared de secador	325
temperatura de superficie externa techo pared de secador	329
temperatura del suelo	333
Temperatura de aire de ingreso del secador por puerta frontal	323
Temperatura de aire de salida del secador por puerta frontal	382
Temperatura de aire de ingreso del secador por puerta trasera	348
Temperatura de aire de salida del secador por puerta trasera	403
temperatura de salida de gases por chimenea de secador	398
temperatura ambiente del galpón	298
Temperatura externa promedio de chimenea horno esmaltador	480
Flujos masicos Kg/s	
flujo masico de los gases de derivación	0.367 0.2936
flujo masico de agua en pieza 1	0.022
flujo masico de agua en pieza 2	0.017
flujo masico del polvo de pieza 1	0.022
flujo masico del polvo de pieza 2	0.017
flujo masico de estructura pieza 1	0.211
flujo masico de estructura pieza 2	0.144
Datos de derivación	
Radio interno de ducto de derivación	0.1793
Radio externo de ducto de derivación	0.180
Radio externo de aislante	0.200
Longitud de derivación	45
Radio interno de chimenea de horno esmaltador	0.15
Radio externo de chimenea de horno esmaltador	0.155
Longitud de chimenea desde termómetro bimetalico a derivación	2.5
Valores k	
Valor k de ducto de aluminio	237
Valor k de aislante de ducto	0.046
Valor k de concreto	1.4
Velocidad	
velocidad de aire	0.5
Valores de Cp	
cp del agua a temp ambiente	4.18
cp del vapor	2.060
cp de esmalte	2
cp de estructura metálica (acero negro) a temp de trabajo	0.487
calor latente de vaporización	2260
Emisividad	
Emisividad del acero inoxidable para paredes	0.22
Datos de puerta	
Area de puerta de secador	2.62 1.63
Largo de pared lateral	8.8

Alto de pared lateral	2.9
Largo/base de pared frontal	4.7
Ancho de capa de concreto	0.1
Consumo actual de GLP	
Consumo actual de GLP en secador	38

Seudocódigo de MatLab

```

%datos de ingreso%
%temperaturas%
t0=input('ingrese temperatura mostrada en termometro bimetalico de chimenea
de horno esmaltador: ');
t2=input('ingrese temperatura externa de aislante: ');
t4=303;
t5=input('ingresar temperatura de trabajo de secador: ');
temp100=373;
tsizq=input('ingrese temperatura de superficie externa izq pared de secador:
');
tsder=input('ingrese temperatura de superficie externa derecha pared de
secador: ');
talr=input('ingrese temperatura de los alrededores al secador: ');
tsfrontal=input('ingrese temperatura de superficie externa frontal pared de
secador: ');
tstrasera=input('ingrese temperatura de superficie externa trasera pared de
secador: ');
tstecho=input('ingrese temperatura de superficie externa techo pared de
secador: ');
tsuelo=input('ingresar temperatura del suelo: ');
t6=input('ingresar Temperatura de aire de ingreso del secador por puerta
frontal: ');
t61=input('ingresar Temperatura de aire de salida del secador por puerta
frontal:');
t7=input('ingresar Temperatura de aire de ingreso del secador por puerta
trasera: ');
t71=input('ingresar Temperatura de aire de salida del secador por puerta
trasera: ');
tsalida=input('ingresar tempertura de salida de gases por chimenea de
secador: ');
tamb=input('ingresar temperatura ambiente del galpon: ');
t480=input('temperatura externa promedio de chimenea horno esmaltador: ');

%flujos masicos%
m1=input('ingresar flujo masico de los gases de derivacion: ');
m2=input('ingresar flujo masico de agua en pieza 1: ');
m3=input('ingresar flujo masico de agua en pieza 2: ');
m4=input('ingresar flujo masico del polvo de pieza 1: ');
m5=input('ingresar flujo masico del polvo de pieza 2: ');
m6=input('ingresar flujo masico de estructura pieza 1: ');
m7=input('ingresar flujo masico de estructura pieza 2: ');

%radios%
r1=input('radio interno de ducto de derivacion: ');
r2=input('radio externo de ducto de derivacion: ');
r3=input('radio externo de aislante: ');

```

```

L1=input('longitud de derivacion: ');
r01=input('radio interno de chimenea de horno esmaltador: ');
r02=input('radio externo de chimenea de horno esmaltador: ');
L0=input('longitud de chimenea desde termometro bimetalico a derivacion: ');

%valor k de transimision de calor %
k1=input('ingresar valor k de ducto de aluminio: ');
k2=input('ingresar valor k de aislante de ducto: ');
kconcreto=input('ingresar valor k de concreto: ');

%velocidad de aire de galpon%
velocidadaire=input('ingresar velocidad de aire de galpon: ');

%poder calorifico%
cpagua=input('ingresar cp del agua a temp ambiente: ');
cpvapor=input('ingresar cp del vapor: ');
cpesmalte=input('ingresar cp de esmalte: ');
cpestruc=input('ingresar cp de estructura metalica a temp de trabajo: ');
Lv=input('ingresar calor latente de vaporizacion: ');

%emisividad%
e=input('ingrese emisividad del aluminio para paredes: ');

%Area de puerta%
A4=input('ingrese area de puerta de secador: ');

%dimensiones de paredes de secador%
largo1=input('ingresar largo de pared lateral: ');
alto1=input('ingresar alto de pared lateral: ');
largo2=input('ingresar largo/base de pared forntal: ');
L3=input('ingrese ancho de capa de concreto: ');

%consumo actual de GLP%
consumoactualglp=input('ingresar consumo actual de GLP en secador: ');

%% calor perdido por chimenea de horno esmaltado y temperatura de ingreso a
derivacion %%
for i=0:200
tempgasesentrada=[550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563
564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582
583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601
602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620
621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639
640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658
659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677
678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696
697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715
716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734
735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750];
viscosidadcinegasesentrada=[0.0000238 0.0000238 0.0000239 0.0000239
0.0000239 0.0000240 0.0000240 0.0000241 0.0000241 0.0000241
0.0000242 0.0000242 0.0000242 0.0000243 0.0000243 0.0000243
0.0000244 0.0000244 0.0000244 0.0000245 0.0000245 0.0000246
0.0000246 0.0000246 0.0000247 0.0000247 0.0000247 0.0000248
0.0000248 0.0000248 0.0000249 0.0000249 0.0000249 0.0000250
0.0000250 0.0000250 0.0000251 0.0000251 0.0000252 0.0000252
0.0000252 0.0000253 0.0000253 0.0000253 0.0000254 0.0000254
0.0000254 0.0000255 0.0000255 0.0000255 0.0000256 0.0000256
0.0000257 0.0000257 0.0000257 0.0000258 0.0000258 0.0000258
0.0000259 0.0000259 0.0000259 0.0000260 0.0000260 0.0000260

```

0.0000261 0.0000261 0.0000261 0.0000262 0.0000262 0.0000262
0.0000263 0.0000263 0.0000263 0.0000264 0.0000264 0.0000264
0.0000265 0.0000265 0.0000265 0.0000266 0.0000266 0.0000266
0.0000267 0.0000267 0.0000267 0.0000268 0.0000268 0.0000268
0.0000269 0.0000269 0.0000269 0.0000270 0.0000270 0.0000270
0.0000271 0.0000271 0.0000272 0.0000272 0.0000272 0.0000273
0.0000273 0.0000273 0.0000274 0.0000274 0.0000274 0.0000275
0.0000275 0.0000275 0.0000276 0.0000276 0.0000276 0.0000277
0.0000277 0.0000277 0.0000278 0.0000278 0.0000278 0.0000279
0.0000279 0.0000279 0.0000280 0.0000280 0.0000280 0.0000281
0.0000281 0.0000281 0.0000282 0.0000282 0.0000282 0.0000283
0.0000283 0.0000283 0.0000284 0.0000284 0.0000284 0.0000285
0.0000285 0.0000285 0.0000286 0.0000286 0.0000286 0.0000287
0.0000287 0.0000287 0.0000288 0.0000288 0.0000288 0.0000289
0.0000289 0.0000289 0.0000290 0.0000290 0.0000290 0.0000290
0.0000291 0.0000291 0.0000291 0.0000292 0.0000292 0.0000292
0.0000293 0.0000293 0.0000293 0.0000294 0.0000294 0.0000294
0.0000295 0.0000295 0.0000295 0.0000296 0.0000296 0.0000296
0.0000297 0.0000297 0.0000297 0.0000298 0.0000298 0.0000298
0.0000298 0.0000299 0.0000299 0.0000299 0.0000300 0.0000300
0.0000300 0.0000301 0.0000301 0.0000301 0.0000302 0.0000302
0.0000302 0.0000303 0.0000303 0.0000303 0.0000304 0.0000304
0.0000304 0.0000305 0.0000305 0.0000305 0.0000305];

kgasesentrada=[0.0387 0.0388 0.0389 0.0390 0.0390 0.0391 0.0392
0.0393 0.0393 0.0394 0.0395 0.0396 0.0396 0.0397 0.0398 0.0399
0.0399 0.0400 0.0401 0.0402 0.0402 0.0403 0.0404 0.0405 0.0405
0.0406 0.0407 0.0408 0.0408 0.0409 0.0410 0.0411 0.0411 0.0412
0.0413 0.0414 0.0414 0.0415 0.0416 0.0417 0.0417 0.0418 0.0419
0.0420 0.0420 0.0421 0.0422 0.0423 0.0423 0.0424 0.0425 0.0426
0.0426 0.0427 0.0428 0.0429 0.0429 0.0430 0.0431 0.0431 0.0432
0.0433 0.0434 0.0434 0.0435 0.0436 0.0436 0.0437 0.0438 0.0438
0.0439 0.0440 0.0441 0.0441 0.0442 0.0443 0.0443 0.0444 0.0445
0.0446 0.0446 0.0447 0.0448 0.0448 0.0449 0.0450 0.0451 0.0451
0.0452 0.0453 0.0453 0.0454 0.0455 0.0456 0.0456 0.0457 0.0458
0.0458 0.0459 0.0460 0.0461 0.0461 0.0462 0.0463 0.0463 0.0464
0.0465 0.0465 0.0466 0.0467 0.0467 0.0468 0.0469 0.0469 0.0470
0.0471 0.0472 0.0472 0.0473 0.0474 0.0474 0.0475 0.0476 0.0476
0.0477 0.0478 0.0478 0.0479 0.0480 0.0481 0.0481 0.0482 0.0483
0.0483 0.0484 0.0485 0.0485 0.0486 0.0487 0.0487 0.0488 0.0489
0.0489 0.0490 0.0491 0.0492 0.0492 0.0493 0.0494 0.0494 0.0495
0.0496 0.0496 0.0497 0.0498 0.0498 0.0499 0.0500 0.0501 0.0501
0.0502 0.0503 0.0503 0.0504 0.0505 0.0505 0.0506 0.0507 0.0508
0.0508 0.0509 0.0510 0.0510 0.0511 0.0512 0.0512 0.0513 0.0514
0.0515 0.0515 0.0516 0.0517 0.0517 0.0518 0.0519 0.0519 0.0520
0.0521 0.0521 0.0522 0.0523 0.0524 0.0524 0.0525 0.0526 0.0526
0.0527 0.0528 0.0528 0.0529 0.0530];

prgasesentrada=[0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805
0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.804 0.804
0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804
0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804
0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804
0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804
0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804
0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804
0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804
0.804 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805
0.805 0.805 0.805 0.805 0.806 0.806 0.806 0.806 0.806 0.806
0.806 0.806 0.806 0.806 0.806 0.806 0.806 0.807 0.807 0.807
0.807 0.807 0.807 0.807 0.807 0.807 0.807 0.807 0.807 0.807

```

0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808
0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808
0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808
0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808
0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808
0.808 0.808 0.808];
cpgasesentrada=[1.371 1.371 1.372 1.372 1.373 1.373 1.373 1.374 1.374 1.375
1.375 1.376 1.376 1.377 1.377 1.378 1.378 1.378 1.379 1.379 1.380 1.380 1.381
1.381 1.382 1.382 1.383 1.383 1.384 1.384 1.384 1.385 1.385 1.386 1.386 1.387
1.387 1.388 1.388 1.389 1.389 1.390 1.390 1.390 1.391 1.391 1.392 1.392 1.393
1.393 1.394 1.394 1.394 1.395 1.395 1.395 1.396 1.396 1.397 1.397 1.397 1.398 1.398
1.399 1.399 1.399 1.400 1.400 1.401 1.401 1.401 1.401 1.402 1.402 1.403 1.403 1.404
1.404 1.404 1.405 1.405 1.406 1.406 1.406 1.407 1.407 1.408 1.408 1.408 1.409
1.409 1.410 1.410 1.410 1.411 1.411 1.412 1.412 1.413 1.413 1.413 1.414 1.414
1.415 1.415 1.416 1.416 1.417 1.417 1.417 1.418 1.418 1.419 1.419 1.420 1.420
1.421 1.421 1.422 1.422 1.423 1.423 1.424 1.424 1.425 1.425 1.425 1.426 1.426
1.427 1.427 1.428 1.428 1.429 1.429 1.430 1.430 1.431 1.431 1.432 1.432 1.432
1.433 1.433 1.434 1.434 1.435 1.435 1.436 1.436 1.437 1.437 1.438 1.438 1.439
1.439 1.439 1.440 1.440 1.441 1.441 1.442 1.442 1.443 1.443 1.443 1.444 1.444
1.445 1.445 1.446 1.446 1.446 1.447 1.447 1.448 1.448 1.449 1.449 1.450 1.450
1.450 1.451 1.451 1.452 1.452 1.453 1.453 1.454 1.454 1.454 1.455 1.455 1.456
1.456 1.457 1.457 1.457 1.458 1.458 1.459 1.459 1.460];
densidadl=[0.658 0.657 0.656 0.655 0.654 0.653 0.652 0.651 0.650 0.649 0.647
0.646 0.645 0.644 0.643 0.642 0.641 0.640 0.639 0.637 0.636 0.635 0.634 0.633
0.632 0.631 0.630 0.629 0.627 0.626 0.625 0.624 0.623 0.622 0.621 0.620 0.619
0.617 0.616 0.615 0.614 0.613 0.612 0.611 0.610 0.609 0.608 0.606 0.605 0.604
0.603 0.602 0.601 0.600 0.599 0.599 0.598 0.598 0.597 0.596 0.595 0.594 0.593 0.592
0.591 0.590 0.590 0.589 0.588 0.587 0.586 0.585 0.584 0.583 0.582 0.581 0.580
0.580 0.579 0.578 0.577 0.576 0.575 0.574 0.573 0.572 0.571 0.571 0.570 0.569
0.568 0.567 0.566 0.565 0.564 0.563 0.562 0.562 0.561 0.560 0.559 0.558 0.557
0.556 0.555 0.555 0.554 0.553 0.552 0.551 0.551 0.550 0.549 0.548 0.547 0.546
0.546 0.545 0.544 0.543 0.542 0.542 0.541 0.540 0.539 0.538 0.538 0.537 0.536
0.535 0.534 0.533 0.533 0.532 0.531 0.530 0.529 0.529 0.528 0.527 0.526 0.525
0.525 0.524 0.523 0.522 0.521 0.520 0.520 0.519 0.518 0.517 0.517 0.516
0.515 0.514 0.514 0.513 0.512 0.512 0.511 0.510 0.510 0.509 0.508 0.508 0.507
0.506 0.506 0.505 0.504 0.504 0.503 0.502 0.502 0.501 0.500 0.500 0.499 0.498
0.498 0.497 0.496 0.496 0.495 0.494 0.493 0.493 0.492 0.491 0.491 0.490 0.489
0.489 0.488 0.487 0.487 0.486 0.485 0.485 0.484 0.483];

tempgasesentrada=tempgasesentrada(i+1);
viscosidadcinegasesentrada0=viscosidadcinegasesentrada(i+1);
kgasesentrada0=kgasesentrada(i+1);
prgasesentrada0=prgasesentrada(i+1);
cp0=cpgasesentrada(i+1);
    if t0==tempgasesentrada
        break
    end
end

Re0=(4*m1)/(3.1416*(2*r01)*viscosidadcinegasesentrada0);
Nu0=3.66+((0.0668*((2*r01)/L0)*Re0*prgasesentrada0)/(1+(0.04*(((2*r01)/L0)*Re0*prgasesentrada0)^(2/3)))));
h0=(Nu0*kgasesentrada0)/(2*r01);

q0=((t0-
t480)/((1/(2*3.1416*r01*L0*h0)))+(log(r02/r01)/(2*3.1416*k1*L0))))/1000;

t1=t0-q0/(m1*cp0);
t1=round(t1);
fprintf('temperatura de ingreso a derivacion');
disp(t1);

```

%% calor perdido por por derivacion %%

for i=0:200

tempgasesentrada=[550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564
565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583
584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602
603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621
622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640
641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659
660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678
679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697
698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716
717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735
736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750];

viscosidadcinegasesentrada=[0.0000238 0.0000238 0.0000239 0.0000239
0.0000239 0.0000240 0.0000240 0.0000241 0.0000241 0.0000241
0.0000242 0.0000242 0.0000242 0.0000243 0.0000243 0.0000243
0.0000244 0.0000244 0.0000244 0.0000245 0.0000245 0.0000246
0.0000246 0.0000246 0.0000247 0.0000247 0.0000247 0.0000248
0.0000248 0.0000248 0.0000249 0.0000249 0.0000249 0.0000250
0.0000250 0.0000250 0.0000251 0.0000251 0.0000252 0.0000252
0.0000252 0.0000253 0.0000253 0.0000253 0.0000254 0.0000254
0.0000254 0.0000255 0.0000255 0.0000255 0.0000256 0.0000256
0.0000257 0.0000257 0.0000257 0.0000258 0.0000258 0.0000258
0.0000259 0.0000259 0.0000259 0.0000260 0.0000260 0.0000260
0.0000261 0.0000261 0.0000261 0.0000262 0.0000262 0.0000262
0.0000263 0.0000263 0.0000263 0.0000264 0.0000264 0.0000264
0.0000265 0.0000265 0.0000265 0.0000266 0.0000266 0.0000266
0.0000267 0.0000267 0.0000267 0.0000268 0.0000268 0.0000268
0.0000269 0.0000269 0.0000269 0.0000270 0.0000270 0.0000270
0.0000271 0.0000271 0.0000272 0.0000272 0.0000272 0.0000273
0.0000273 0.0000273 0.0000274 0.0000274 0.0000274 0.0000275
0.0000275 0.0000275 0.0000276 0.0000276 0.0000276 0.0000277
0.0000277 0.0000277 0.0000278 0.0000278 0.0000278 0.0000279
0.0000279 0.0000279 0.0000280 0.0000280 0.0000280 0.0000281
0.0000281 0.0000281 0.0000282 0.0000282 0.0000282 0.0000283
0.0000283 0.0000283 0.0000284 0.0000284 0.0000284 0.0000285
0.0000285 0.0000285 0.0000286 0.0000286 0.0000286 0.0000287
0.0000287 0.0000287 0.0000288 0.0000288 0.0000288 0.0000289
0.0000289 0.0000289 0.0000290 0.0000290 0.0000290 0.0000290
0.0000291 0.0000291 0.0000291 0.0000292 0.0000292 0.0000292
0.0000293 0.0000293 0.0000293 0.0000294 0.0000294 0.0000294
0.0000295 0.0000295 0.0000295 0.0000296 0.0000296 0.0000296
0.0000297 0.0000297 0.0000297 0.0000298 0.0000298 0.0000298
0.0000298 0.0000299 0.0000299 0.0000299 0.0000300 0.0000300
0.0000300 0.0000301 0.0000301 0.0000301 0.0000302 0.0000302
0.0000302 0.0000303 0.0000303 0.0000303 0.0000304 0.0000304
0.0000304 0.0000305 0.0000305 0.0000305 0.0000305];

kgasesentrada=[0.0387 0.0388 0.0389 0.0390 0.0390 0.0391 0.0392
0.0393 0.0393 0.0394 0.0395 0.0396 0.0396 0.0397 0.0398 0.0399
0.0399 0.0400 0.0401 0.0402 0.0402 0.0403 0.0404 0.0405 0.0405
0.0406 0.0407 0.0408 0.0408 0.0409 0.0410 0.0411 0.0411 0.0412
0.0413 0.0414 0.0414 0.0415 0.0416 0.0417 0.0417 0.0418 0.0419
0.0420 0.0420 0.0421 0.0422 0.0423 0.0423 0.0424 0.0425 0.0426
0.0426 0.0427 0.0428 0.0429 0.0429 0.0430 0.0431 0.0431 0.0432
0.0433 0.0434 0.0434 0.0435 0.0436 0.0436 0.0437 0.0438 0.0438
0.0439 0.0440 0.0441 0.0441 0.0442 0.0443 0.0443 0.0444 0.0445
0.0446 0.0446 0.0447 0.0448 0.0448 0.0449 0.0450 0.0451 0.0451
0.0452 0.0453 0.0453 0.0454 0.0455 0.0456 0.0456 0.0457 0.0458
0.0458 0.0459 0.0460 0.0461 0.0461 0.0462 0.0463 0.0463 0.0464
0.0465 0.0465 0.0466 0.0467 0.0467 0.0468 0.0469 0.0469 0.0470
0.0471 0.0472 0.0472 0.0473 0.0474 0.0474 0.0475 0.0476 0.0476

```

0.0477 0.0478 0.0478 0.0479 0.0480 0.0481 0.0481 0.0482 0.0483
0.0483 0.0484 0.0485 0.0485 0.0486 0.0487 0.0487 0.0488 0.0489
0.0489 0.0490 0.0491 0.0492 0.0492 0.0493 0.0494 0.0494 0.0495
0.0496 0.0496 0.0497 0.0498 0.0498 0.0499 0.0500 0.0501 0.0501
0.0502 0.0503 0.0503 0.0504 0.0505 0.0505 0.0506 0.0507 0.0508
0.0508 0.0509 0.0510 0.0510 0.0511 0.0512 0.0512 0.0513 0.0514
0.0515 0.0515 0.0516 0.0517 0.0517 0.0518 0.0519 0.0519 0.0520
0.0521 0.0521 0.0522 0.0523 0.0524 0.0524 0.0525 0.0526 0.0526
0.0527 0.0528 0.0528 0.0529 0.0530];
prgasesentrada=[0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805
0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805
0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.804 0.804
0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804
0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804
0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804
0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804
0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804
0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804 0.804
0.804 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805 0.805
0.805 0.805 0.805 0.805 0.806 0.806 0.806 0.806 0.806 0.806
0.806 0.806 0.806 0.806 0.806 0.806 0.806 0.806 0.807 0.807
0.807 0.807 0.807 0.807 0.807 0.807 0.807 0.807 0.807 0.807
0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808
0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808
0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808
0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808 0.808
0.808 0.808 0.808];
cpgasesentrada=[1.371 1.371 1.372 1.372 1.373 1.373 1.373 1.374 1.374 1.375
1.375 1.376 1.376 1.377 1.377 1.378 1.378 1.378 1.379 1.379 1.380 1.380 1.381
1.381 1.382 1.382 1.383 1.383 1.384 1.384 1.384 1.385 1.385 1.386 1.386 1.387
1.387 1.388 1.388 1.389 1.389 1.390 1.390 1.390 1.391 1.391 1.392 1.392 1.393
1.393 1.394 1.394 1.394 1.395 1.395 1.396 1.396 1.397 1.397 1.397 1.398 1.398
1.399 1.399 1.399 1.400 1.400 1.401 1.401 1.401 1.402 1.402 1.403 1.403 1.404
1.404 1.404 1.405 1.405 1.406 1.406 1.406 1.407 1.407 1.408 1.408 1.408 1.409
1.409 1.410 1.410 1.410 1.411 1.411 1.412 1.412 1.413 1.413 1.413 1.414 1.414
1.415 1.415 1.416 1.416 1.417 1.417 1.417 1.418 1.418 1.419 1.419 1.420 1.420
1.421 1.421 1.422 1.422 1.423 1.423 1.424 1.424 1.425 1.425 1.425 1.426 1.426
1.427 1.427 1.428 1.428 1.429 1.429 1.430 1.430 1.431 1.431 1.432 1.432 1.432
1.433 1.433 1.434 1.434 1.435 1.435 1.436 1.436 1.437 1.437 1.438 1.438 1.439
1.439 1.439 1.440 1.440 1.441 1.441 1.442 1.442 1.443 1.443 1.443 1.444 1.444
1.445 1.445 1.446 1.446 1.446 1.447 1.447 1.448 1.448 1.449 1.449 1.450 1.450
1.450 1.451 1.451 1.452 1.452 1.453 1.453 1.454 1.454 1.454 1.455 1.455 1.456
1.456 1.457 1.457 1.457 1.458 1.458 1.459 1.459 1.460];
densidadl=[0.658 0.657 0.656 0.655 0.654 0.653 0.652 0.651 0.650 0.649 0.647
0.646 0.645 0.644 0.643 0.642 0.641 0.640 0.639 0.637 0.636 0.635 0.634 0.633
0.632 0.631 0.630 0.629 0.627 0.626 0.625 0.624 0.623 0.622 0.621 0.620 0.619
0.617 0.616 0.615 0.614 0.613 0.612 0.611 0.610 0.609 0.608 0.606 0.605 0.604
0.603 0.602 0.601 0.600 0.599 0.599 0.598 0.597 0.596 0.595 0.594 0.593 0.592
0.591 0.590 0.590 0.589 0.588 0.587 0.586 0.585 0.584 0.583 0.582 0.581 0.580
0.580 0.579 0.578 0.577 0.576 0.575 0.574 0.573 0.572 0.571 0.571 0.570 0.569
0.568 0.567 0.566 0.565 0.564 0.563 0.562 0.562 0.561 0.560 0.559 0.558 0.557
0.556 0.555 0.555 0.554 0.553 0.552 0.551 0.551 0.550 0.549 0.548 0.547 0.546
0.546 0.545 0.544 0.543 0.542 0.542 0.541 0.540 0.539 0.538 0.538 0.537 0.536
0.535 0.534 0.533 0.533 0.532 0.531 0.530 0.529 0.529 0.528 0.527 0.526 0.525
0.525 0.524 0.523 0.522 0.521 0.520 0.520 0.519 0.518 0.5172 0.517 0.516
0.515 0.514 0.514 0.513 0.512 0.512 0.511 0.510 0.510 0.509 0.508 0.508 0.507
0.506 0.506 0.505 0.504 0.504 0.503 0.502 0.502 0.501 0.500 0.500 0.499 0.498

```

```
0.498 0.497 0.496 0.496 0.495 0.494 0.493 0.493 0.492 0.491 0.491 0.490 0.489
0.489 0.488 0.487 0.487 0.486 0.485 0.485 0.484 0.483];
```

```
tempgasesentrada=tempgasesentrada(i+1);
viscosidadcinegasesentrada=viscosidadcinegasesentrada(i+1);
kgasesentrada=kgasesentrada(i+1);
prgasesentrada=prgasesentrada(i+1);
cp1=cpgasesentrada(i+1);
densidad1=densidad1(i+1);
    if t1==tempgasesentrada
        break
    end
end
```

```
Re=(4*m1)/(3.1416*(2*r1)*viscosidadcinegasesentrada);
Nu=3.66+((0.0668*((2*r1)/L1)*Re*prgasesentrada)/(1+(0.04*(((2*r1)/L1)*Re*prgasesentrada)^(2/3)))));
h1=(Nu*kgasesentrada)/(2*r1);
```

```
q1=((t1-
t2)/((1/(2*3.1416*r1*L1*h1)))+(log(r2/r1)/(2*3.1416*k1*L1)))+(log(r3/r2)/(2*3.1416*k2*L1)))/1000;
fprintf('calor radial perdido por derivacion: ');
disp(q1);
%% calculo de velocidad de gases al ingreso de derivacion %%
```

```
caudal=m1/densidad1; %%caudal de succion por ventilador al ingreso a
dereivacion (m^3/s)%
v1=caudal/(3.1416*(r1^2));
fprintf('velocidad de gases al ingreso de derivacion: ');
disp(v1)
```

```
%% temperatura de gases a la salida de derivacion%%
```

```
for i=0:300
```

```
t3=[450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467
468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486
487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505
506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524
525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543
544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562
563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581
582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600
601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619
620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638
639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657
658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676
677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695
696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714
715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733
734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750];
```

```
densidad2=[0.805633333 0.804012667 0.802392 0.800771333 0.799150667
0.79753 0.795909333 0.794288667 0.792668 0.791047333 0.789426667 0.787806
0.786185333 0.784564667 0.782944 0.781323333 0.779702667 0.778082
0.776461333 0.774840667 0.77322 0.771599333 0.769978667 0.768358
0.766737333 0.765116667 0.763496 0.761875333 0.760254667 0.758634
0.757013333 0.755392667 0.753772 0.752151333 0.750530667 0.74891
0.747289333 0.745668667 0.744048 0.742427333 0.740806667 0.739186
0.737565333 0.735944667 0.734324 0.732703333 0.731082667 0.729462
0.727841333 0.726220667 0.7246 0.723277333 0.721954667 0.720632
0.719309333 0.717986667 0.716664 0.715341333 0.714018667 0.712696
0.711373333 0.710050667 0.708728 0.707405333 0.706082667 0.70476
0.703437333 0.702114667 0.700792 0.699469333 0.698146667 0.696824
```

0.695501333 0.694178667 0.692856 0.691533333 0.690210667 0.688888
0.687565333 0.686242667 0.68492 0.683597333 0.682274667 0.680952
0.679629333 0.678306667 0.676984 0.675661333 0.674338667 0.673016
0.671693333 0.670370667 0.669048 0.667725333 0.666402667 0.66508
0.663757333 0.662434667 0.661112 0.659789333 0.658466667 0.657359333
0.656252 0.655144667 0.654037333 0.65293 0.651822667 0.650715333 0.649608
0.648500667 0.647393333 0.646286 0.645178667 0.644071333 0.642964
0.641856667 0.640749333 0.639642 0.638534667 0.637427333 0.63632
0.635212667 0.634105333 0.632998 0.631890667 0.630783333 0.629676
0.628568667 0.627461333 0.626354 0.625246667 0.624139333 0.623032
0.621924667 0.620817333 0.61971 0.618602667 0.617495333 0.616388
0.615280667 0.614173333 0.613066 0.611958667 0.610851333 0.609744
0.608636667 0.607529333 0.606422 0.605314667 0.604207333 0.6031
0.602195667 0.601291333 0.600387 0.599482667 0.598578333 0.597674
0.596769667 0.595865333 0.594961 0.594056667 0.593152333 0.592248
0.591343667 0.590439333 0.589535 0.588630667 0.587726333 0.586822
0.585917667 0.585013333 0.584109 0.583204667 0.582300333 0.581396
0.580491667 0.579587333 0.578683 0.577778667 0.576874333 0.57597
0.575065667 0.574161333 0.573257 0.572352667 0.571448333 0.570544
0.569639667 0.568735333 0.567831 0.566926667 0.566022333 0.565118
0.564213667 0.563309333 0.562405 0.561500667 0.560596333 0.559692
0.558787667 0.557883333 0.557069667 0.556256 0.555442333 0.554628667
0.553815 0.553001333 0.552187667 0.551374 0.550560333 0.549746667
0.548933 0.548119333 0.547305667 0.546492 0.545678333 0.544864667
0.544051 0.543237333 0.542423667 0.54161 0.540796333 0.539982667 0.539169
0.538355333 0.537541667 0.536728 0.535914333 0.535100667 0.534287
0.533473333 0.532659667 0.531846 0.531032333 0.530218667 0.529405
0.528591333 0.527777667 0.526964 0.526150333 0.525336667 0.524523
0.523709333 0.522895667 0.522082 0.521268333 0.520454667 0.519641
0.518827333 0.518013667 0.5172 0.516522333 0.515844667 0.515167
0.514489333 0.513811667 0.513134 0.512456333 0.511778667 0.511101
0.510423333 0.509745667 0.509068 0.508390333 0.507712667 0.507035
0.506357333 0.505679667 0.505002 0.504324333 0.503646667 0.502969
0.502291333 0.501613667 0.500936 0.500258333 0.499580667 0.498903
0.498225333 0.497547667 0.49687 0.496192333 0.495514667 0.494837
0.494159333 0.493481667 0.492804 0.492126333 0.491448667 0.490771
0.490093333 0.489415667 0.488738 0.488060333 0.487382667 0.486705
0.486027333 0.485349667 0.484672 0.483994333 0.483316667];
cpgasessaida=[1.337 1.337333333 1.337666667 1.338 1.338333333 1.338666667
1.339 1.339333333 1.339666667 1.34 1.340333333 1.340666667 1.341
1.341333333 1.341666667 1.342 1.342333333 1.342666667 1.343 1.343333333
1.343666667 1.344 1.344333333 1.344666667 1.345 1.345333333 1.345666667
1.346 1.346333333 1.346666667 1.347 1.347333333 1.347666667 1.348
1.348333333 1.348666667 1.349 1.349333333 1.349666667 1.35 1.350333333
1.350666667 1.351 1.351333333 1.351666667 1.352 1.352333333 1.352666667
1.353 1.353333333 1.353666667 1.354006667 1.354346667 1.354686667
1.355026667 1.355366667 1.355706667 1.356046667 1.356386667 1.356726667
1.357066667 1.357406667 1.357746667 1.358086667 1.358426667 1.358766667
1.359106667 1.359446667 1.359786667 1.360126667 1.360466667 1.360806667
1.361146667 1.361486667 1.361826667 1.362166667 1.362506667 1.362846667
1.363186667 1.363526667 1.363866667 1.364206667 1.364546667 1.364886667
1.365226667 1.365566667 1.365906667 1.366246667 1.366586667 1.366926667
1.367266667 1.367606667 1.367946667 1.368286667 1.368626667 1.368966667
1.369306667 1.369646667 1.369986667 1.370326667 1.370666667 1.371126667
1.371586667 1.372046667 1.372506667 1.372966667 1.373426667 1.373886667
1.374346667 1.374806667 1.375266667 1.375726667 1.376186667 1.376646667
1.377106667 1.377566667 1.378026667 1.378486667 1.378946667 1.379406667
1.379866667 1.380326667 1.380786667 1.381246667 1.381706667 1.382166667
1.382626667 1.383086667 1.383546667 1.384006667 1.384466667 1.384926667
1.385386667 1.385846667 1.386306667 1.386766667 1.387226667 1.387686667
1.388146667 1.388606667 1.389066667 1.389526667 1.389986667 1.390446667

1.390906667 1.391366667 1.391826667 1.392286667 1.392746667 1.393206667
1.393666667 1.394076667 1.394486667 1.394896667 1.395306667 1.395716667
1.396126667 1.396536667 1.396946667 1.397356667 1.397766667 1.398176667
1.398586667 1.398996667 1.399406667 1.399816667 1.400226667 1.400636667
1.401046667 1.401456667 1.401866667 1.402276667 1.402686667 1.403096667
1.403506667 1.403916667 1.404326667 1.404736667 1.405146667 1.405556667
1.405966667 1.406376667 1.406786667 1.407196667 1.407606667 1.408016667
1.408426667 1.408836667 1.409246667 1.409656667 1.410066667 1.410476667
1.410886667 1.411296667 1.411706667 1.412116667 1.412526667 1.412936667
1.413346667 1.413756667 1.414166667 1.414636667 1.415106667 1.415576667
1.416046667 1.416516667 1.416986667 1.417456667 1.417926667 1.418396667
1.418866667 1.419336667 1.419806667 1.420276667 1.420746667 1.421216667
1.421686667 1.422156667 1.422626667 1.423096667 1.423566667 1.424036667
1.424506667 1.424976667 1.425446667 1.425916667 1.426386667 1.426856667
1.427326667 1.427796667 1.428266667 1.428736667 1.429206667 1.429676667
1.430146667 1.430616667 1.431086667 1.431556667 1.432026667 1.432496667
1.432966667 1.433436667 1.433906667 1.434376667 1.434846667 1.435316667
1.435786667 1.436256667 1.436726667 1.437196667 1.437666667 1.438106667
1.438546667 1.438986667 1.439426667 1.439866667 1.440306667 1.440746667
1.441186667 1.441626667 1.442066667 1.442506667 1.442946667 1.443386667
1.443826667 1.444266667 1.444706667 1.445146667 1.445586667 1.446026667
1.446466667 1.446906667 1.447346667 1.447786667 1.448226667 1.448666667
1.449106667 1.449546667 1.449986667 1.450426667 1.450866667 1.451306667
1.451746667 1.452186667 1.452626667 1.453066667 1.453506667 1.453946667
1.454386667 1.454826667 1.455266667 1.455706667 1.456146667 1.456586667
1.457026667 1.457466667 1.457906667 1.458346667 1.458786667 1.459226667
1.459666667];
kgasessalida=[0.031333333 0.031408667 0.031484 0.031559333 0.031634667
0.03171 0.031785333 0.031860667 0.031936 0.032011333 0.032086667 0.032162
0.032237333 0.032312667 0.032388 0.032463333 0.032538667 0.032614
0.032689333 0.032764667 0.03284 0.032915333 0.032990667 0.033066
0.033141333 0.033216667 0.033292 0.033367333 0.033442667 0.033518
0.033593333 0.033668667 0.033744 0.033819333 0.033894667 0.03397
0.034045333 0.034120667 0.034196 0.034271333 0.034346667 0.034422
0.034497333 0.034572667 0.034648 0.034723333 0.034798667 0.034874
0.034949333 0.035024667 0.0351 0.035172667 0.035245333 0.035318
0.035390667 0.035463333 0.035536 0.035608667 0.035681333 0.035754
0.035826667 0.035899333 0.035972 0.036044667 0.036117333 0.03619
0.036262667 0.036335333 0.036408 0.036480667 0.036553333 0.036626
0.036698667 0.036771333 0.036844 0.036916667 0.036989333 0.037062
0.037134667 0.037207333 0.03728 0.037352667 0.037425333 0.037498
0.037570667 0.037643333 0.037716 0.037788667 0.037861333 0.037934
0.038006667 0.038079333 0.038152 0.038224667 0.038297333 0.03837
0.038442667 0.038515333 0.038588 0.038660667 0.038733333 0.038808667
0.038884 0.038959333 0.039034667 0.03911 0.039185333 0.039260667 0.039336
0.039411333 0.039486667 0.039562 0.039637333 0.039712667 0.039788
0.039863333 0.039938667 0.040014 0.040089333 0.040164667 0.04024
0.040315333 0.040390667 0.040466 0.040541333 0.040616667 0.040692
0.040767333 0.040842667 0.040918 0.040993333 0.041068667 0.041144
0.041219333 0.041294667 0.04137 0.041445333 0.041520667 0.041596
0.041671333 0.041746667 0.041822 0.041897333 0.041972667 0.042048
0.042123333 0.042198667 0.042274 0.042349333 0.042424667 0.0425 0.042571
0.042642 0.042713 0.042784 0.042855 0.042926 0.042997
0.043068 0.043139 0.04321 0.043281 0.043352 0.043423 0.043494
0.043565 0.043636 0.043707 0.043778 0.043849 0.04392 0.043991
0.044062 0.044133 0.044204 0.044275 0.044346 0.044417
0.044488 0.044559 0.04463 0.044701 0.044772 0.044843 0.044914
0.044985 0.045056 0.045127 0.045198 0.045269 0.04534 0.045411
0.045482 0.045553 0.045624 0.045695 0.045766 0.045837
0.045908 0.045979 0.04605 0.046119 0.046188 0.046257 0.046326
0.046395 0.046464 0.046533 0.046602 0.046671 0.04674 0.046809

0.046878 0.046947 0.047016 0.047085 0.047154 0.047223
0.047292 0.047361 0.04743 0.047499 0.047568 0.047637 0.047706
0.047775 0.047844 0.047913 0.047982 0.048051 0.04812 0.048189
0.048258 0.048327 0.048396 0.048465 0.048534 0.048603
0.048672 0.048741 0.04881 0.048879 0.048948 0.049017 0.049086
0.049155 0.049224 0.049293 0.049362 0.049431 0.0495
0.049569667 0.049639333 0.049709 0.049778667 0.049848333 0.049918
0.049987667 0.050057333 0.050127 0.050196667 0.050266333 0.050336
0.050405667 0.050475333 0.050545 0.050614667 0.050684333 0.050754
0.050823667 0.050893333 0.050963 0.051032667 0.051102333 0.051172
0.051241667 0.051311333 0.051381 0.051450667 0.051520333 0.05159
0.051659667 0.051729333 0.051799 0.051868667 0.051938333 0.052008
0.052077667 0.052147333 0.052217 0.052286667 0.052356333 0.052426
0.052495667 0.052565333 0.052635 0.052704667 0.052774333 0.052844
0.052913667 0.052983333];
prgasessalida=[0.813666667 0.813546667 0.813426667 0.813306667 0.813186667
0.813066667 0.812946667 0.812826667 0.812706667 0.812586667 0.812466667
0.812346667 0.812226667 0.812106667 0.811986667 0.811866667 0.811746667
0.811626667 0.811506667 0.811386667 0.811266667 0.811146667 0.811026667
0.810906667 0.810786667 0.810666667 0.810546667 0.810426667 0.810306667
0.810186667 0.810066667 0.809946667 0.809826667 0.809706667 0.809586667
0.809466667 0.809346667 0.809226667 0.809106667 0.808986667 0.808866667
0.808746667 0.808626667 0.808506667 0.808386667 0.808266667 0.808146667
0.808026667 0.807906667 0.807786667 0.807666667 0.80762 0.807573333
0.807526667 0.80748 0.807433333 0.807386667 0.80734 0.807293333 0.807246667
0.8072 0.807153333 0.807106667 0.80706 0.807013333 0.806966667 0.80692
0.806873333 0.806826667 0.80678 0.806733333 0.806686667 0.80664 0.806593333
0.806546667 0.8065 0.806453333 0.806406667 0.80636 0.806313333 0.806266667
0.80622 0.806173333 0.806126667 0.80608 0.806033333 0.805986667 0.80594
0.805893333 0.805846667 0.8058 0.805753333 0.805706667 0.80566 0.805613333
0.805566667 0.80552 0.805473333 0.805426667 0.80538 0.805333333 0.8053
0.805266667 0.805233333 0.8052 0.805166667 0.805133333 0.8051 0.805066667
0.805033333 0.805 0.804966667 0.804933333 0.8049 0.804866667 0.804833333
0.8048 0.804766667 0.804733333 0.8047 0.804666667 0.804633333 0.8046
0.804566667 0.804533333 0.8045 0.804466667 0.804433333 0.8044 0.804366667
0.804333333 0.8043 0.804266667 0.804233333 0.8042 0.804166667 0.804133333
0.8041 0.804066667 0.804033333 0.804 0.803966667 0.803933333 0.8039
0.803866667 0.803833333 0.8038 0.803766667 0.803733333 0.8037 0.803666667
0.80367 0.803673333 0.803676667 0.80368 0.803683333 0.803686667 0.80369
0.803693333 0.803696667 0.8037 0.803703333 0.803706667 0.80371 0.803713333
0.803716667 0.80372 0.803723333 0.803726667 0.80373 0.803733333 0.803736667
0.80374 0.803743333 0.803746667 0.80375 0.803753333 0.803756667 0.80376
0.803763333 0.803766667 0.80377 0.803773333 0.803776667 0.80378 0.803783333
0.803786667 0.80379 0.803793333 0.803796667 0.8038 0.803803333 0.803806667
0.80381 0.803813333 0.803816667 0.80382 0.803823333 0.803826667 0.80383
0.803833333 0.80391 0.803986667 0.804063333 0.80414 0.804216667 0.804293333
0.80437 0.804446667 0.804523333 0.8046 0.804676667 0.804753333 0.80483
0.804906667 0.804983333 0.80506 0.805136667 0.805213333 0.80529 0.805366667
0.805443333 0.80552 0.805596667 0.805673333 0.80575 0.805826667 0.805903333
0.80598 0.806056667 0.806133333 0.80621 0.806286667 0.806363333 0.80644
0.806516667 0.806593333 0.80667 0.806746667 0.806823333 0.8069 0.806976667
0.807053333 0.80713 0.807206667 0.807283333 0.80736 0.807436667 0.807513333
0.80759 0.807666667 0.807676667 0.807686667 0.807696667 0.807706667
0.807716667 0.807726667 0.807736667 0.807746667 0.807756667 0.807766667
0.807776667 0.807786667 0.807796667 0.807806667 0.807816667 0.807826667
0.807836667 0.807846667 0.807856667 0.807866667 0.807876667 0.807886667
0.807896667 0.807906667 0.807916667 0.807926667 0.807936667 0.807946667
0.807956667 0.807966667 0.807976667 0.807986667 0.807996667 0.808006667
0.808016667 0.808026667 0.808036667 0.808046667 0.808056667 0.808066667
0.808076667 0.808086667 0.808096667 0.808106667 0.808116667 0.808126667
0.808136667 0.808146667 0.808156667 0.808166667];

```

viscosidaddinagasessalida=[0.0000270    0.0000271    0.0000272    0.0000273
0.0000274    0.0000276    0.0000277    0.0000278    0.0000279    0.0000280
0.0000282    0.0000283    0.0000284    0.0000285    0.0000286    0.0000288
0.0000289    0.0000290    0.0000291    0.0000292    0.0000293    0.0000295
0.0000296    0.0000297    0.0000298    0.0000299    0.0000301    0.0000302
0.0000303    0.0000304    0.0000305    0.0000307    0.0000308    0.0000309
0.0000310    0.0000311    0.0000312    0.0000314    0.0000315    0.0000316
0.0000317    0.0000318    0.0000320    0.0000321    0.0000322    0.0000323
0.0000324    0.0000326    0.0000327    0.0000328    0.0000329    0.0000330
0.0000332    0.0000333    0.0000334    0.0000335    0.0000337    0.0000338
0.0000339    0.0000341    0.0000342    0.0000343    0.0000344    0.0000346
0.0000347    0.0000348    0.0000350    0.0000351    0.0000352    0.0000353
0.0000355    0.0000356    0.0000357    0.0000359    0.0000360    0.0000361
0.0000362    0.0000364    0.0000365    0.0000366    0.0000368    0.0000369
0.0000370    0.0000371    0.0000373    0.0000374    0.0000375    0.0000377
0.0000378    0.0000379    0.0000380    0.0000382    0.0000383    0.0000384
0.0000386    0.0000387    0.0000388    0.0000389    0.0000391    0.0000392
0.0000393    0.0000395    0.0000396    0.0000398    0.0000399    0.0000400
0.0000402    0.0000403    0.0000405    0.0000406    0.0000407    0.0000409
0.0000410    0.0000412    0.0000413    0.0000414    0.0000416    0.0000417
0.0000419    0.0000420    0.0000421    0.0000423    0.0000424    0.0000426
0.0000427    0.0000428    0.0000430    0.0000431    0.0000433    0.0000434
0.0000435    0.0000437    0.0000438    0.0000440    0.0000441    0.0000442
0.0000444    0.0000445    0.0000447    0.0000448    0.0000449    0.0000451
0.0000452    0.0000454    0.0000455    0.0000456    0.0000458    0.0000459
0.0000461    0.0000462    0.0000463    0.0000465    0.0000466    0.0000468
0.0000469    0.0000471    0.0000472    0.0000474    0.0000475    0.0000477
0.0000478    0.0000480    0.0000481    0.0000482    0.0000484    0.0000485
0.0000487    0.0000488    0.0000490    0.0000491    0.0000493    0.0000494
0.0000496    0.0000497    0.0000499    0.0000500    0.0000502    0.0000503
0.0000505    0.0000506    0.0000508    0.0000509    0.0000511    0.0000512
0.0000513    0.0000515    0.0000516    0.0000518    0.0000519    0.0000521
0.0000522    0.0000524    0.0000525    0.0000527    0.0000528    0.0000530
0.0000531    0.0000533    0.0000534    0.0000536    0.0000537    0.0000539
0.0000540    0.0000542    0.0000543    0.0000545    0.0000546    0.0000548
0.0000549    0.0000551    0.0000553    0.0000554    0.0000556    0.0000557
0.0000559    0.0000560    0.0000562    0.0000563    0.0000565    0.0000566
0.0000568    0.0000569    0.0000571    0.0000573    0.0000574    0.0000576
0.0000577    0.0000579    0.0000580    0.0000582    0.0000583    0.0000585
0.0000586    0.0000588    0.0000590    0.0000591    0.0000593    0.0000594
0.0000596    0.0000597    0.0000599    0.0000600    0.0000602    0.0000603
0.0000605    0.0000607    0.0000608    0.0000610    0.0000611    0.0000613
0.0000614    0.0000616    0.0000618    0.0000619    0.0000621    0.0000623
0.0000624    0.0000626    0.0000628    0.0000629    0.0000631    0.0000632
0.0000634    0.0000636    0.0000637    0.0000639    0.0000641    0.0000642
0.0000644    0.0000646    0.0000647    0.0000649    0.0000651    0.0000652
0.0000654    0.0000656    0.0000657    0.0000659    0.0000661    0.0000662
0.0000664    0.0000666    0.0000667    0.0000669    0.0000671    0.0000672
0.0000674    0.0000676    0.0000677    0.0000679    0.0000681    0.0000682
0.0000684    0.0000686    0.0000687    0.0000689    0.0000691    0.0000692
0.0000694    0.0000695    0.0000697];

```

```
v2=(densidad1*v1)*(densidad2.^(-1));
```

```
x1=q1+(m1*cp1*(t3-t1))+m1*((v2.^2)/2)-((v1^2)/2));
```

```
x2=x1(i+1);
```

```
cpgases=cpgasessaida(i+1);
```

```
kgasessalida=kgasessalida(i+1);
```

```
prgasessalida=prgasessalida(i+1);
```

```
viscosidaddinagasessalida=viscosidaddinagasessalida(i+1);
```

```
if x2<0.8 && x2>0
```

```

        t3=t3(i+1);

        break
    end
end
disp(x1)
fprintf('se selecciona el valor mas cercano a cero: ');
disp(x2)
fprintf('temperatura de gases a la salida de derivacion: ');
disp(t3)
fprintf('velocidad de gases a la salida de derivacion: ');
disp(v2(i+1))

%% calores a suplir y calores perdidos%%

%calor de evaporizacion modelo 1%
q2=(m2*cpagua*(temp100-tamb))+(m2*Lv)+(m2*cpvapor*(t5-temp100));
fprintf('calor de vaporizacion de pieza1: ');
disp(q2);

%calor de evaporizacion modelo 2%
q3=(m3*cpagua*(temp100-tamb))+(m3*Lv)+(m3*cpvapor*(t5-temp100));
fprintf('calor de vaporizacion de pieza2: ');
disp(q3);

%calor que absorbe el polvo esmalte pieza 1%
q4=m4*cpesmalte*(t5-tamb);
fprintf('calor que absorbe el polvo esmalte de pieza 1: ');
disp(q4);

%calor que absorbe el polvo esmalte pieza 2%
q5=m5*cpesmalte*(t5-tamb);
fprintf('calor que absorbe el polvo esmalte de pieza 2: ');
disp(q5);

%calor que absorbe la estructura metalica pieza 1%
q6=m6*cpestruc*(t5-tamb);
fprintf('calor que absorbe la estructura metalica pieza 1: ');
disp(q6);

%calor que absorbe la estructura metalica pieza 2%
q7=m7*cpestruc*(t5-tamb);
fprintf('calor que absorbe la estructura metalica pieza 2: ');
disp(q7);

%calor perdido por pared izq de secador%
hr=e*(5.67*10^(-8))*(tsizq+talr)*((tsizq^2)+(talr^2));

for i=0:150
tempdeaire=[250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265
266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284
285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303
304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322
323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341
342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360
361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379
380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398
399 400];

```

```

viscodinaaire=[0.000011 0.0000115 0.0000116 0.0000117 0.0000118
0.0000119 0.0000120 0.0000121 0.0000122 0.0000122 0.0000123
0.0000124 0.0000125 0.0000126 0.0000127 0.0000128 0.0000129
0.0000130 0.0000130 0.0000131 0.0000132 0.0000133 0.0000134
0.0000135 0.0000136 0.0000137 0.0000138 0.0000138 0.0000139
0.0000140 0.0000141 0.0000142 0.0000143 0.0000144 0.0000145
0.0000146 0.0000146 0.0000147 0.0000148 0.0000149 0.0000150
0.0000151 0.0000152 0.0000153 0.0000154 0.0000154 0.0000155
0.0000156 0.0000157 0.0000158 0.0000159 0.0000160 0.0000161
0.0000162 0.0000163 0.0000164 0.0000165 0.0000166 0.0000167
0.0000168 0.0000169 0.0000170 0.0000171 0.0000172 0.0000173
0.0000174 0.0000175 0.0000176 0.0000177 0.0000178 0.0000179
0.0000180 0.0000181 0.0000182 0.0000183 0.0000184 0.0000185
0.0000186 0.0000187 0.0000188 0.0000189 0.0000190 0.0000191
0.0000192 0.0000193 0.0000194 0.0000195 0.0000196 0.0000197
0.0000198 0.0000199 0.0000200 0.0000201 0.0000202 0.0000203
0.0000204 0.0000205 0.0000206 0.0000207 0.0000208 0.0000209
0.0000210 0.0000211 0.0000212 0.0000214 0.0000215 0.0000216
0.0000217 0.0000218 0.0000219 0.0000220 0.0000221 0.0000222
0.0000223 0.0000225 0.0000226 0.0000227 0.0000228 0.0000229
0.0000230 0.0000231 0.0000232 0.0000233 0.0000234 0.0000236
0.0000237 0.0000238 0.0000239 0.0000240 0.0000241 0.0000242
0.0000243 0.0000244 0.0000245 0.0000247 0.0000248 0.0000249
0.0000250 0.0000251 0.0000252 0.0000253 0.0000254 0.0000255
0.0000256 0.0000258 0.0000259 0.0000260 0.0000261 0.0000262
0.0000263 0.0000264];
kaire=[0.022 0.022 0.022 0.023 0.023 0.023 0.023 0.023 0.023 0.023
0.023 0.023 0.023 0.023 0.023 0.023 0.024 0.024 0.024 0.024
0.024 0.024 0.024 0.024 0.024 0.024 0.024 0.024 0.024 0.025
0.025 0.025 0.025 0.025 0.025 0.025 0.025 0.025 0.025 0.025
0.025 0.026 0.026 0.026 0.026 0.026 0.026 0.026 0.026 0.026
0.026 0.026 0.026 0.026 0.027 0.027 0.027 0.027 0.027 0.027
0.027 0.027 0.027 0.027 0.027 0.027 0.027 0.027 0.028 0.028
0.028 0.028 0.028 0.028 0.028 0.028 0.028 0.028 0.028 0.028
0.028 0.029 0.029 0.029 0.029 0.029 0.029 0.029 0.029 0.029
0.029 0.029 0.029 0.029 0.029 0.030 0.030 0.030 0.030 0.030
0.030 0.030 0.030 0.030 0.030 0.030 0.030 0.030 0.031 0.031
0.031 0.031 0.031 0.031 0.031 0.031 0.031 0.031 0.031 0.031
0.031 0.032 0.032 0.032 0.032 0.032 0.032 0.032 0.032 0.032
0.032 0.032 0.032 0.032 0.033 0.033 0.033 0.033 0.033 0.033
0.033 0.033 0.033 0.033 0.033 0.033 0.033 0.033 0.034 0.034
0.034 0.034];
praire=[0.720 0.720 0.719 0.719 0.719 0.719 0.718 0.718 0.718
0.718 0.717 0.717 0.717 0.717 0.716 0.716 0.716 0.716 0.715
0.715 0.715 0.715 0.714 0.714 0.714 0.714 0.713 0.713 0.713
0.712 0.712 0.712 0.712 0.711 0.711 0.711 0.710 0.710 0.710
0.710 0.710 0.709 0.709 0.709 0.709 0.708 0.708 0.708 0.708
0.707 0.707 0.707 0.707 0.707 0.706 0.706 0.706 0.706 0.706
0.706 0.706 0.705 0.705 0.705 0.705 0.705 0.705 0.705 0.704
0.704 0.704 0.704 0.704 0.704 0.704 0.704 0.703 0.703 0.703
0.703 0.703 0.703 0.703 0.702 0.702 0.702 0.702 0.702 0.702
0.702 0.701 0.701 0.701 0.701 0.701 0.701 0.701 0.700 0.700
0.700 0.700 0.700 0.700 0.699 0.699 0.699 0.699 0.699 0.698
0.698 0.698 0.698 0.698 0.697 0.697 0.697 0.697 0.697 0.696
0.696 0.696 0.696 0.696 0.695 0.695 0.695 0.695 0.695 0.694
0.694 0.694 0.694 0.694 0.693 0.693 0.693 0.693 0.693 0.692
0.692 0.692 0.692 0.692 0.691 0.691 0.691 0.691 0.691 0.690
0.690 0.690];
tempdeaire=tempdeaire(i+1);
viscosidaddinamica1=viscodinaaire(i+1);

```

```

k3=kaire(i+1);
pr1=praire(i+1);
    if tstecho==tempdeaire
        break
    end
end

Re1=(velocidadaire*largo1)/viscosidaddinamica1;
Nu1=0.664*(Re1^(1/2))* (pr1^(1/3));
h2=(Nu1*k3)/largo1;

A1=largo1*alto1;

q8=(((hr*A1)+(h2*A1))*(tamb-tsizq))/1000*(-1);
fprintf('calor perdido por pared lateral izquierda: ');
disp(q8);

%calor perdido por pared derecha de secador%
hr2=e*(5.67*10^(-8))*(tsder+talr)*((tsder^2)+(talr^2));
q9=(((hr2*A1)+(h2*A1))*(tamb-tsder))/1000*(-1);

fprintf('calor perdido por pared lateral derecha: ');
disp(q9);

%calor perdido por pared frontal%
A2=largo2*alto1;
hr3=e*(5.67*10^(-8))*(tsfrontal+talr)*((tsfrontal^2)+(talr^2));
q10=(((hr3*A2)+(h2*A2))*(tamb-tsfrontal))/1000*(-1);

fprintf('calor perdido por pared frontal: ');
disp(q10);

%calor perdido por pared trasera%
hr4=e*(5.67*10^(-8))*(tstrasera+talr)*((tstrasera^2)+(talr^2));
q11=(((hr4*A2)+(h2*A2))*(tamb-tstrasera))/1000*(-1);

fprintf('calor perdido por pared trasera: ');
disp(q11);

%calor perdido por techo%
A3=largo1*largo2;
hr5=e*(5.67*10^(-8))*(tstecho+talr)*((tstecho^2)+(talr^2));
q12=(((hr5*A3)+(h2*A3))*(tamb-tstecho))/1000*(-1);

fprintf('calor perdido por pared techo: ');
disp(q12);

%calor perdido por suelo%
Re2=(velocidadaire*largo1)/viscosidaddinagasessalida;
Nu2=0.664*(Re2^(1/2))* (prgasessalida^(1/3));
h3=(Nu2*kgasessalida)/largo1;
q13=((t3-tsuelo)/((1/(h3*A3))+((L3/(kconcreto*A3)))))/1000;

fprintf('calor perdido por piso: ');
disp(q13);

%calor perdido por ingreso de aire en puerta de entrada%
tprom1=(t5-tamb)/2;
for i=0:150

```

```

tempdeaire=[250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265
266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284
285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303
304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322
323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341
342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360
361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379
380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398
399 400];
densidadaire=[1.395 1.390 1.385 1.381 1.376 1.371 1.367 1.362
1.357 1.353 1.348 1.343 1.339 1.334 1.329 1.325 1.320 1.315
1.311 1.306 1.301 1.297 1.292 1.287 1.283 1.278 1.273 1.269
1.264 1.259 1.255 1.250 1.245 1.241 1.236 1.231 1.227 1.222
1.217 1.213 1.208 1.203 1.199 1.194 1.189 1.185 1.180 1.175
1.171 1.166 1.161 1.158 1.155 1.151 1.148 1.145 1.141 1.138
1.135 1.131 1.128 1.125 1.121 1.118 1.115 1.111 1.108 1.105
1.101 1.098 1.095 1.092 1.088 1.085 1.082 1.078 1.075 1.072
1.068 1.065 1.062 1.058 1.055 1.052 1.048 1.045 1.042 1.038
1.035 1.032 1.028 1.025 1.022 1.018 1.015 1.012 1.008 1.005
1.002 0.998 0.995 0.993 0.990 0.988 0.985 0.983 0.980 0.978
0.975 0.973 0.970 0.968 0.965 0.963 0.960 0.958 0.955 0.953
0.950 0.948 0.945 0.943 0.940 0.938 0.936 0.933 0.931 0.928
0.926 0.923 0.921 0.918 0.916 0.913 0.911 0.908 0.906 0.903
0.901 0.898 0.896 0.893 0.891 0.888 0.886 0.883 0.881 0.879
0.876 0.874 0.871];
cpaire=[1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006
1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006
1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.007 1.007 1.007 1.007
1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007
1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007
1.007 1.007 1.007 1.007 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008
1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008
1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.009
1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009
1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.010 1.010 1.010 1.010
1.010 1.010 1.010 1.010 1.010 1.010 1.011 1.011 1.011 1.011
1.011 1.011 1.011 1.011 1.011 1.011 1.012 1.012 1.012 1.012
1.012 1.012 1.012 1.012 1.012 1.012 1.013 1.013 1.013 1.013
1.013 1.013 1.013 1.013 1.013 1.013 1.014 1.014 1.014 1.014
1.014 1.014];

tempdeaire=tempdeaire(i+1);
densidadaire1=densidadaire(i+1);
cpaire1=cpaire(i+1);
    if tprom1==tempdeaire
        break
    end
end
flujovolumetrico=A4*velocidadaire;
flujoaire1=flujovolumetrico*densidadaire1;
q14=flujoaire1*cpaire1*(t5-tamb);

fprintf('calor perdido por puerta de ingreso: ');
disp(q14);

%calor perdido por salida de aire en puerta de entrada%
tprom2=(t61-tamb)/2;
for i=0:150
tempdeaire=[250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265
266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284

```

```

285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303
304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322
323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341
342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360
361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379
380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398
399 400];
densidadaire=[1.395 1.390 1.385 1.381 1.376 1.371 1.367 1.362
1.357 1.353 1.348 1.343 1.339 1.334 1.329 1.325 1.320 1.315
1.311 1.306 1.301 1.297 1.292 1.287 1.283 1.278 1.273 1.269
1.264 1.259 1.255 1.250 1.245 1.241 1.236 1.231 1.227 1.222
1.217 1.213 1.208 1.203 1.199 1.194 1.189 1.185 1.180 1.175
1.171 1.166 1.161 1.158 1.155 1.151 1.148 1.145 1.141 1.138
1.135 1.131 1.128 1.125 1.121 1.118 1.115 1.111 1.108 1.105
1.101 1.098 1.095 1.092 1.088 1.085 1.082 1.078 1.075 1.072
1.068 1.065 1.062 1.058 1.055 1.052 1.048 1.045 1.042 1.038
1.035 1.032 1.028 1.025 1.022 1.018 1.015 1.012 1.008 1.005
1.002 0.998 0.995 0.993 0.990 0.988 0.985 0.983 0.980 0.978
0.975 0.973 0.970 0.968 0.965 0.963 0.960 0.958 0.955 0.953
0.950 0.948 0.945 0.943 0.940 0.938 0.936 0.933 0.931 0.928
0.926 0.923 0.921 0.918 0.916 0.913 0.911 0.908 0.906 0.903
0.901 0.898 0.896 0.893 0.891 0.888 0.886 0.883 0.881 0.879
0.876 0.874 0.871];
cpaire=[1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006
1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006
1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.007 1.007 1.007 1.007
1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007
1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007
1.007 1.007 1.007 1.007 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008
1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008
1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.009
1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009
1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.010 1.010 1.010 1.010
1.010 1.010 1.010 1.010 1.010 1.010 1.011 1.011 1.011 1.011
1.011 1.011 1.011 1.011 1.011 1.011 1.012 1.012 1.012 1.012
1.012 1.012 1.012 1.012 1.012 1.012 1.013 1.013 1.013 1.013
1.013 1.013 1.013 1.013 1.013 1.013 1.014 1.014 1.014 1.014
1.014 1.014];

tempdeaire010=tempdeaire(i+1);
densidadaire1010=densidadaire(i+1);
cpaire1010=cpaire(i+1);
    if tprom2==tempdeaire010
        break
    end
end

velocidadaire010=0.4;
flujovolumetrico010=A4*velocidadaire010;
flujoaire1010=flujovolumetrico010*densidadaire1010;
q17=flujoaire1010*cpaire1010*(t61-tamb);

fprintf('calor perdido por puerta de ingreso: ');
disp(q17);

%calor perdido por salida de aire por puerta trasera%
tprom3=(t71-tamb)/2;
for i=0:150

```



```

tempdeairesalida=[250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263
264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282
283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301
302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320
321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339
340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358
359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377
378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396
397 398 399 400];
densidadairesalida=[1.395 1.390 1.385 1.381 1.376 1.371 1.367
1.362 1.357 1.353 1.348 1.343 1.339 1.334 1.329 1.325 1.320
1.315 1.311 1.306 1.301 1.297 1.292 1.287 1.283 1.278 1.273
1.269 1.264 1.259 1.255 1.250 1.245 1.241 1.236 1.231 1.227
1.222 1.217 1.213 1.208 1.203 1.199 1.194 1.189 1.185 1.180
1.175 1.171 1.166 1.161 1.158 1.155 1.151 1.148 1.145 1.141
1.138 1.135 1.131 1.128 1.125 1.121 1.118 1.115 1.111 1.108
1.105 1.101 1.098 1.095 1.092 1.088 1.085 1.082 1.078 1.075
1.072 1.068 1.065 1.062 1.058 1.055 1.052 1.048 1.045 1.042
1.038 1.035 1.032 1.028 1.025 1.022 1.018 1.015 1.012 1.008
1.005 1.002 0.998 0.995 0.993 0.990 0.988 0.985 0.983 0.980
0.978 0.975 0.973 0.970 0.968 0.965 0.963 0.960 0.958 0.955
0.953 0.950 0.948 0.945 0.943 0.940 0.938 0.936 0.933 0.931
0.928 0.926 0.923 0.921 0.918 0.916 0.913 0.911 0.908 0.906
0.903 0.901 0.898 0.896 0.893 0.891 0.888 0.886 0.883 0.881
0.879 0.876 0.874 0.871];
cpairesalida=[1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006
1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006
1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006
1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007
1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007
1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008
1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008
1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008
1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009
1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.010 1.010
1.010 1.010 1.010 1.010 1.010 1.010 1.010 1.010 1.011 1.011
1.011 1.011 1.011 1.011 1.011 1.011 1.011 1.011 1.012 1.012
1.012 1.012 1.012 1.012 1.012 1.012 1.012 1.012 1.013 1.013
1.013 1.013 1.013 1.013 1.013 1.013 1.013 1.013 1.014 1.014
1.014 1.014 1.014];

tempdeairesalida=tempdeairesalida(i+1);
densidadaire2=densidadairesalida(i+1);
cpaire2=cpairesalida(i+1);
    if tprom3==tempdeairesalida
        break
    end
end
velocidadaire020=0.65;
flujovolumetrico020=A4*velocidadaire020;
flujoaire2=flujovolumetrico020*densidadaire2;
q15=flujoaire2*cpaire2*(t71-tamb);

fprintf('calor perdido por salida de aire por puerta trasera: ');
disp(q15);

%calor perdido por entrada de aire por puerta trasera%
tprom4=(t5-tamb)/2;
for i=0:150

```

```

tempdeaire=[250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265
266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284
285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303
304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322
323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341
342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360
361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379
380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398
399 400];
densidadaire=[1.395 1.390 1.385 1.381 1.376 1.371 1.367 1.362
1.357 1.353 1.348 1.343 1.339 1.334 1.329 1.325 1.320 1.315
1.311 1.306 1.301 1.297 1.292 1.287 1.283 1.278 1.273 1.269
1.264 1.259 1.255 1.250 1.245 1.241 1.236 1.231 1.227 1.222
1.217 1.213 1.208 1.203 1.199 1.194 1.189 1.185 1.180 1.175
1.171 1.166 1.161 1.158 1.155 1.151 1.148 1.145 1.141 1.138
1.135 1.131 1.128 1.125 1.121 1.118 1.115 1.111 1.108 1.105
1.101 1.098 1.095 1.092 1.088 1.085 1.082 1.078 1.075 1.072
1.068 1.065 1.062 1.058 1.055 1.052 1.048 1.045 1.042 1.038
1.035 1.032 1.028 1.025 1.022 1.018 1.015 1.012 1.008 1.005
1.002 0.998 0.995 0.993 0.990 0.988 0.985 0.983 0.980 0.978
0.975 0.973 0.970 0.968 0.965 0.963 0.960 0.958 0.955 0.953
0.950 0.948 0.945 0.943 0.940 0.938 0.936 0.933 0.931 0.928
0.926 0.923 0.921 0.918 0.916 0.913 0.911 0.908 0.906 0.903
0.901 0.898 0.896 0.893 0.891 0.888 0.886 0.883 0.881 0.879
0.876 0.874 0.871];
cpaire=[1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006
1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006
1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.006 1.007 1.007 1.007 1.007
1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007
1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007 1.007
1.007 1.007 1.007 1.007 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008
1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008
1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.008 1.009
1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009
1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.009 1.010 1.010 1.010 1.010
1.010 1.010 1.010 1.010 1.010 1.010 1.011 1.011 1.011 1.011
1.011 1.011 1.011 1.011 1.011 1.011 1.012 1.012 1.012 1.012
1.012 1.012 1.012 1.012 1.012 1.012 1.013 1.013 1.013 1.013
1.013 1.013 1.013 1.013 1.013 1.013 1.014 1.014 1.014 1.014
1.014 1.014];

tempdeaire011=tempdeaire(i+1);
densidadaire1011=densidadaire(i+1);
cpaire1011=cpaire(i+1);
    if tprom4==tempdeaire011
        break
    end
end

velocidadaire011=0.2;
flujovolumetrico011=A4*velocidadaire011;
flujoaire1011=flujovolumetrico011*densidadaire1011;
q18=flujoaire1011*cpaire1011*(t5-tamb);

fprintf('calor perdido por entrada de aire por puerta trasera: ');
disp(q18);

%% calor generado por los gases de derivacion %%

```

```

q16=m1*cpgases*(t3-tsalida);

fprintf('calor generado por los gases de derivacion: ');
disp(q16);

%% suma de calores %%
Q=q2+q3+q4+q5+q6+q7+q8+q9+q10+q11+q12+q13+q14+q15+30; %se ha sumado 30kj/s
debido a perdida de calor por sistema de transporte, incluyendo cadena y
ganchos%

fprintf('suma de calores a suplir: ');
disp(Q)

%% muestra de resultados %%
if q16<Q
    %calor faltante%
    qfaltante=Q-q16;
    %nuevo consumo de glp%
    podercalorificoglp=10938*4.18;
    nuevoflujo=(qfaltante/podercalorificoglp)*3600;
    % ahorro de GLP%
    ahorro=(1-(nuevoflujo/consumoactualglp))*100;
    fprintf('ahorro de GLP en porcentaje: ');
    disp(ahorro)
else
    fprintf('ahorro de GLP 100%');
end

```

APÉNDICE D – Facturas



PROFORMA N° 000263

EQUIPROIN GUAYAQUIL
 EQUIPROIN JACOME PAEZ CIA. LTDA.
 R.U.C :1790806952001
 TELF.:
 CEL:
 CORREO
 PAGINA WEB:

DIRECCIÓN MATRIZ: PICHINCHA / QUITO / MARISCAL SUCRE / SANTA
 MARIA E4-114 Y 9 DE OCTUBRE
 DIRECCIÓN ESTABLECIMIENTO: GUAYAS / GUAYAQUIL / TARQUI /
 AV. JUAN TANCA MARENGO SOLAR 1 Y KM 1 Y MEDIO

Datos del Cliente		Detalles de la cotización	
Identificación	0931130496	Fecha Emisión	02/09/2021
Razon Social	ARAUJO REYES GUSTAVO ARON	Forma Pago	EFFECTIVO
Dirección	VIA DAULE	Vigencia	INDEFINIDA
Correo	MANTENIMIENTO.GUAYAQUIL@MABE.COM.EC	Tiempo de entrega	INMEDIATA
Celular			

#	Cod Principal	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
1	40044	1.00	VENT.CENTR DAYTON12 1/2 MOD 4C130 ALTA PRES 521-993CFM-5SP	980.86000	98.09	882.77
						882.77

SUB TOTAL 12 %	882.77
SUB TOTAL 0 %	0.00
SUB TOTAL No objeto IVA	0.00
SUB TOTAL Exento IVA	0.00
SUB TOTAL SIN IMPUESTOS	882.77
DESCUENTO	98.09
IVA 12%	105.93
ICE	0.00
IRBPNR	0.00
PROPINA	0.00
VALOR TOTAL	988.70

OBSERVACIÓN: Garantía: UN AÑO contra defectos de fabricación. Esta garantía no cubre daños ocasionados por fallas eléctricas, mal manejo o falta de mantenimiento preventivo.

PROFORMA # 2039077

Señor(es)
MAQUILON RONQUILLO (1)
12 Y PORTETE

Fecha: 31/08/2021
Plazo: 0 días

Atención:

CODIGO	DESCRIPCION	UNID	PRECIO	SUBTOTAL	DSCTO 1	V. TOTAL
17026	T.C. 4 X 3	13	104,1300	1.353,6900	25,00	1.015,27 S
20019	T.R. 1 1/4 X 1.8/2	5	15,7100	78,5500	25,00	58,91 S
Su descuento es: 358,06					(+) subtotal	1.074,18
Son: UN MIL DOSCIENTOS TRES 08/100					Impuesto	128,90
Presentenos una mejor Opcion y se la mejoramos					Total	1.203,08
Precios y stock pueden variar sin previo aviso						



MAQUINARIAS HENRIQUES C.A.

"La Perfección es nuestra meta. La excelencia se tolera"

Somos Contribuyentes Especiales
Resolución No. 6925

13 DE AGOSTO DE 2021

Cotización No.: COT-00439539-1
Condiciones de pago.: CR45

Estimados Señores:
MABE ECUADOR S.A.
Atencion:

Tenemos el agrado de presentar a ustedes nuestra cotización de mercaderías de acuerdo a sus requerimientos:

<u>CODIGO</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNIT.</u>	<u>% DESC.</u>	<u>TOTAL</u>
LMROU001	MANTA AISLANTE SEAROX WM950 /Esp. 50mm (4 x 1Mt) 750°C	16,00 ROL	81,690	10,00	1.176,34

SUBTOTAL \$	1.176,34
% IVA	141,16
TOTAL USD \$	1.317,50

Observaciones :

Plazo Entrega : Inmediato salvo venta previa, una vez recibida su orden de compra
Validez de la Oferta: 7 días calendario.

Atentamente,
PEDRO PINARGOTE
ppinargote@maquinarias-henriques.com
Guayaquil: (04) 5010070 - 6000700 Quito: (02) 6001200 - 3598930

Transporte a ciudades fuera de Guayaquil y Quito corren por cuenta del Cliente. MHCA se hará responsable de la mercadería hasta entregarla al transportista, en lo posterior será responsabilidad del cliente.
VENDEDOR : PP01 DIGITADOR : jaleo

Los ítems descritos han sido validados por el cliente bajo su responsabilidad al momento de la compra.
Todos los productos están sujetos a los términos de garantía limitada publicados en nuestra página web :
www.maquinarias-henriques.com





MATRIZ MANTA: Av. 24 de Mayo y Calle 4ta., esquina Telf: (05) 2620839-2624952-097633993
 QUITO Norte: Guilaquiza Oest-177 y Av. de la Prensa Telf: (02) 3960900
 QUITO Sur: Taura y Panamericana Sur Km 5- 1/2 Telf: (02) 2671310
 ESTABLECIMIENTOS:
 AMBATO: Av. Atahualpa y Juan Jaramillo, Esquina Telf: (03) 2585682 - 2585601
 CUENCA: Av. 12 de Abril entre Imbabura y El Oro Telf: (07) 2810042 - 2884788
 EL COCA: Av. 9 de Octubre y Cuyubeno, esquina Telf: (06) 2660031 - 2660047
 GUAYAQUIL: Planta: Via Daule Km 10-1/2 Telf: (04) 2111319 - 2111411
 (Alfa): Via Daule Km 10-1/2 Telf: (04) 2111319 - 2111411
 (Planta2): Via Daule Km 10-1/2 Telf: (04) 2111319 - 2111411
 Local 2 Norte: Via Daule Km 8-1/2 Telf: (04) 6026653 - 6026654
 Local 3 Sur: Eloy Alfaro y Calicuchima, Esquina Telf: (04) 2415371
 IBARRA: Av. Cristóbal de Troya y Mejía Telf: (06) 2604596 - 2604597
 LAGO AGRIÓ: Via a Quito Km 2-1/2 Barrio los Celbos (Frente a la Nueva Clínica González) Telf: (06) 2363116
 LOJA: Calle Ambato, entre Ibarra y Tulcán Telf: (07) 2550609
 MACHALA: Guayas y El Guabo, esquina Telf: (07) 2921763 - 2921577
 MILAGRO: Av. 17 de Septiembre y Galdón Telf: (04) 2973671 - 2971356
 PORTOVEJO: Av. Universitaria y César Chávez Cabarte Telf: (05) 2633105 - 2634569
 QUEVEDO: Via. a Valencia Km. 1 Telf: (05) 2781618 - 2781229
 RIOBAMBA: Av. Lizarzaburo y Monseñor Leonidas Proaño Telf: (03) 2600137 - 2605383
 STO. DOMINGO: Via Quevedo Km 3-1/2, frente al Bypass Via Chone y vía Esmeraldas
 Telf: (02) 3703144 - 3703145

DIPAC MANTA S.A.
R.U.C. 1390060757001
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
 RESOLUCIÓN S368 DEL 2 DE JUNIO 1995 DIPAC MANTA S.A.

Num. Pedido

86007220

13/08/2021

- La mercancía viaja por cuenta y riesgo del comprador.
- Salida la mercancía de nuestros almacenes no se aceptan reclamos.
- Los pagos deben realizarse con cheque cruzado a nombre de DIPAC MANTA S.A.
- Somos contribuyentes especiales favor no retener el IVA
- Emitir los comprobantes de retención a nombre de DIPAC MANTA S.A.

NOMBRE/RAZON SOCIAL: 009999999 GUSTAVO ARAUJO

Telf: 9999999

Ruc / Cédula: 931130496

fe-dipac@dipacmanta.com

Dirección: .

Forma/Pago: 01 CONTADO

ESTA COTIZACION ES VALIDA SOLO POR 1 DIA

Ord.	Artículo	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Total USD.
1	PLAL48007	PL. ALUM. LISO 1220X2440X0.7MM	u	22,00	27,70	609,40

ESTE DOCUMENTO NO CONSTITUYE VENTA Y LOS PRECIOS PUEDEN CAMBIAR SIN PREVIO AVISO

	Subtotal	609,40
VENDEDOR: MIÑACA TRIVIÑO GUILLERMINA ALEXANDR	IVA	73,13
Celular:	Total USD.	682,53



Proveeduría y Servicios Industriales S.A.

Cdla. Alborada 8va ET Mz 834 V1
Telef: 0984770743
ivi.criollo@proinservi.com
omar.cabezas@proinservi.com
Guayaquil - Ecuador
RUC: 0992447982001
www.proinservi.com

Oferta No. G-0002892

PAG. 2

Empresa: MABE
Atención: MARIO MALDONADO
Dirección:

Fecha: 14 de MARZO del 2019
Teléfono: Fax:
Extensión:

Referencia: proyecto gases de combustion

Item	Cant	Unidad	Descripción	P. Unit	Total
1	47	U	Material para aislamiento Lana Mineral	\$ 27,00	\$ 1.269,00
2	52	U	Planchas de aluminio 0,7 mm	\$ 18,00	\$ 936,00
3	1	U	materiales fungibles	\$ 850,00	\$ 850,00
4	1	glb	Mano de obra y Dirección tecnica Desmontaje/montaje	\$ 11.700,00	\$ 11.700,00
5	1	glb	Mano de obra Aislamiento tubería 50 cm	\$ 3.022,50	\$ 3.022,50

3

Trabajo a realizar

Desmontaje de diametro de tubería actual
Montaje de tubería a 50 cm
Cambio de tubería en la toma de los gases de chimenea
Aislamiento Térmico 50 metros de ductos
Se utilizara la soporteria actual

TERMINOS COMERCIALES:

Forma de pago: Anticipo 50% y saldo contraentrega

Tiempo de entrega: entrega 4 SEMANAS

Validez de la oferta: 5 días laborables

A la espera de sus gratas respuestas, me despido con un Cordial Saludo

SUMAN \$ 17.777,50

IVA 12% \$ 2.133,30

TOTAL \$ 19.910,80

Ing. Omar Cabezas C.

PROINSERVI S.A.

Gerente de Comercialización

Cel.: 084 770 741

Oficina: (04) 2 644 125

www.proinservi.com

Chequeos trampas de vapor



Bombas Neumáticas
Doble diafragma





Cotización de Estructura Metálica

Fecha: 6 de septiembre del 2021

Para la Presente

Gustavo Aaron Araujo Reyes

Correo Electrónico: mantenimiento.guayaquil@mabe.com.ec

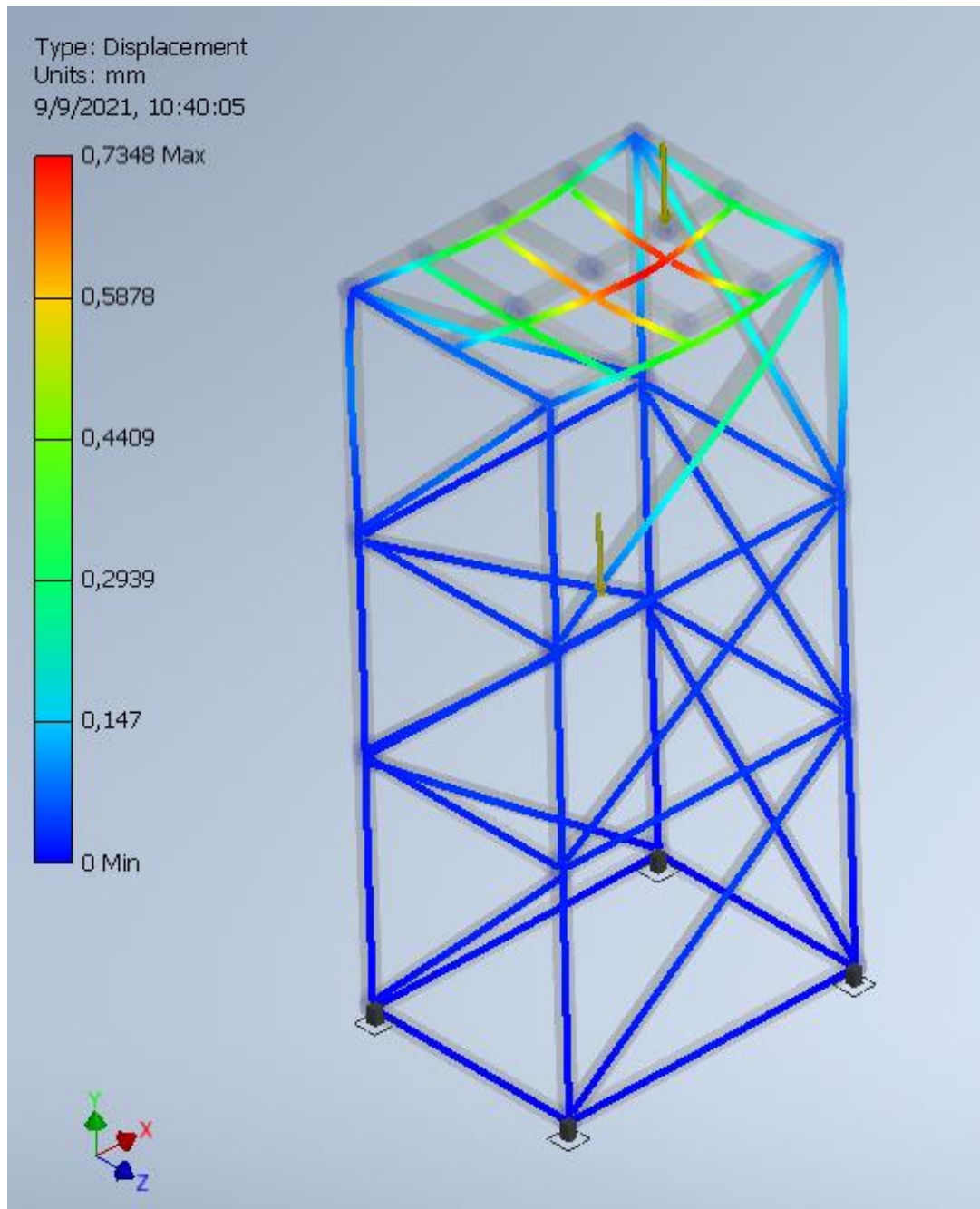
Construcción de estructura para soporte para ventilador centrifugo

**Valor por mano de obra incluido el material por construcción
\$5,600 + IVA**

Gustavo Aaron Araujo Reyes

Valido 15 días laborales

APÉNCICE E – Análisis de estructura para soporte de ventilador



Análisis estructural de carga estática

Carga 500 kg

Peso 4900 N

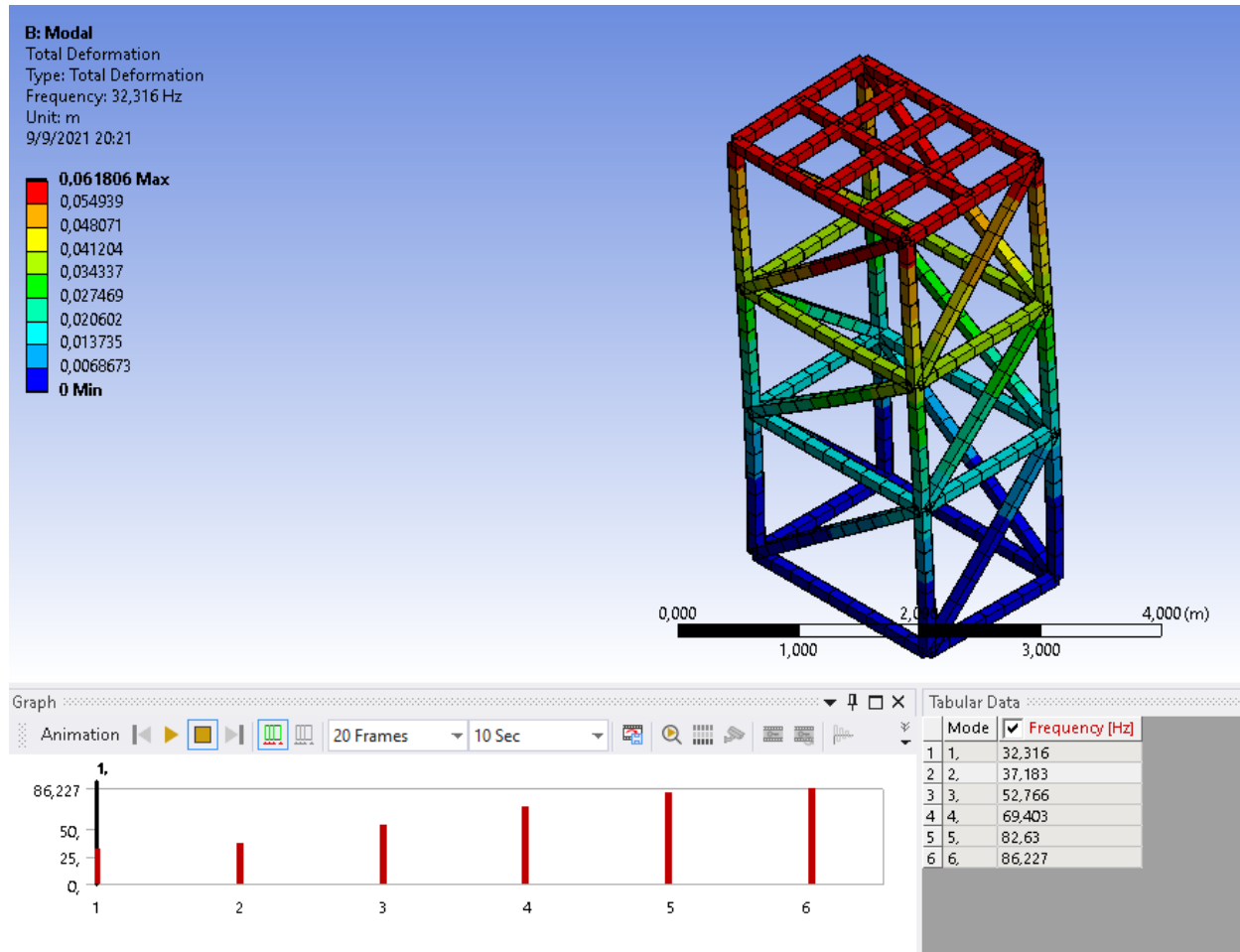
Gravedad 9.8 m/s²

Restricciones: Empotrado en los 4 vértices de la base

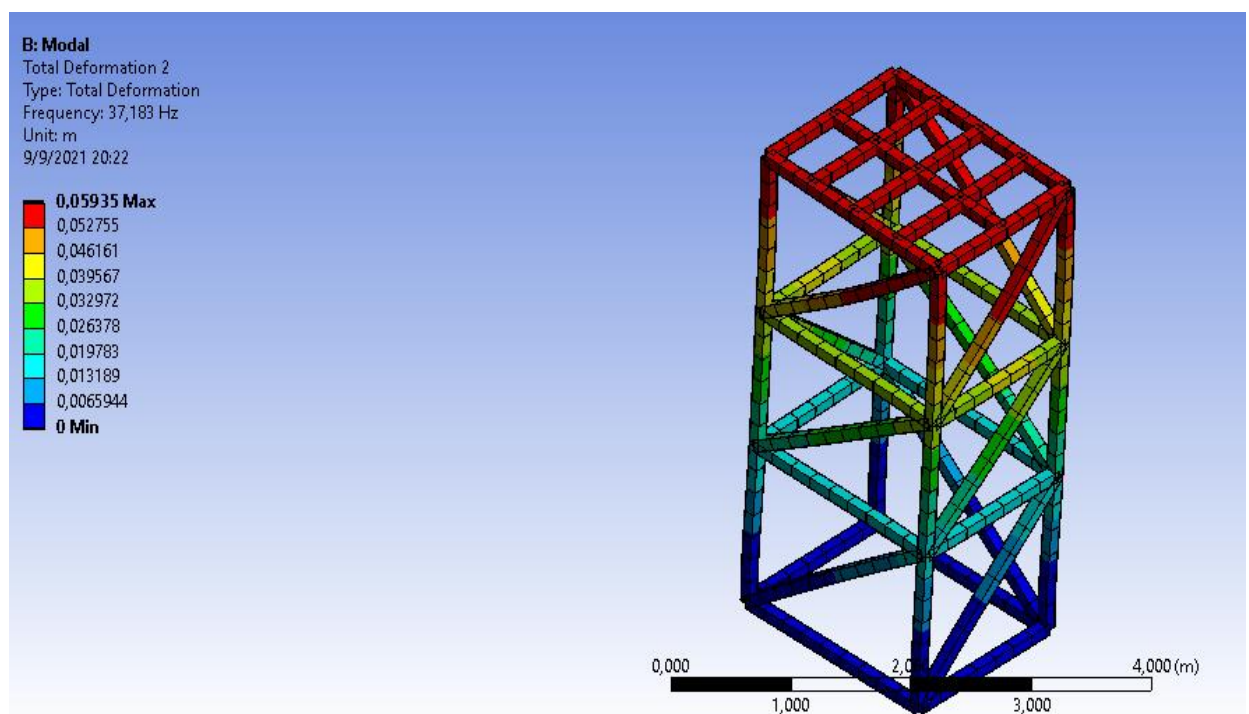
Desplazamiento máximo(mm): 0.7348 mm

Perfil 100x100x3

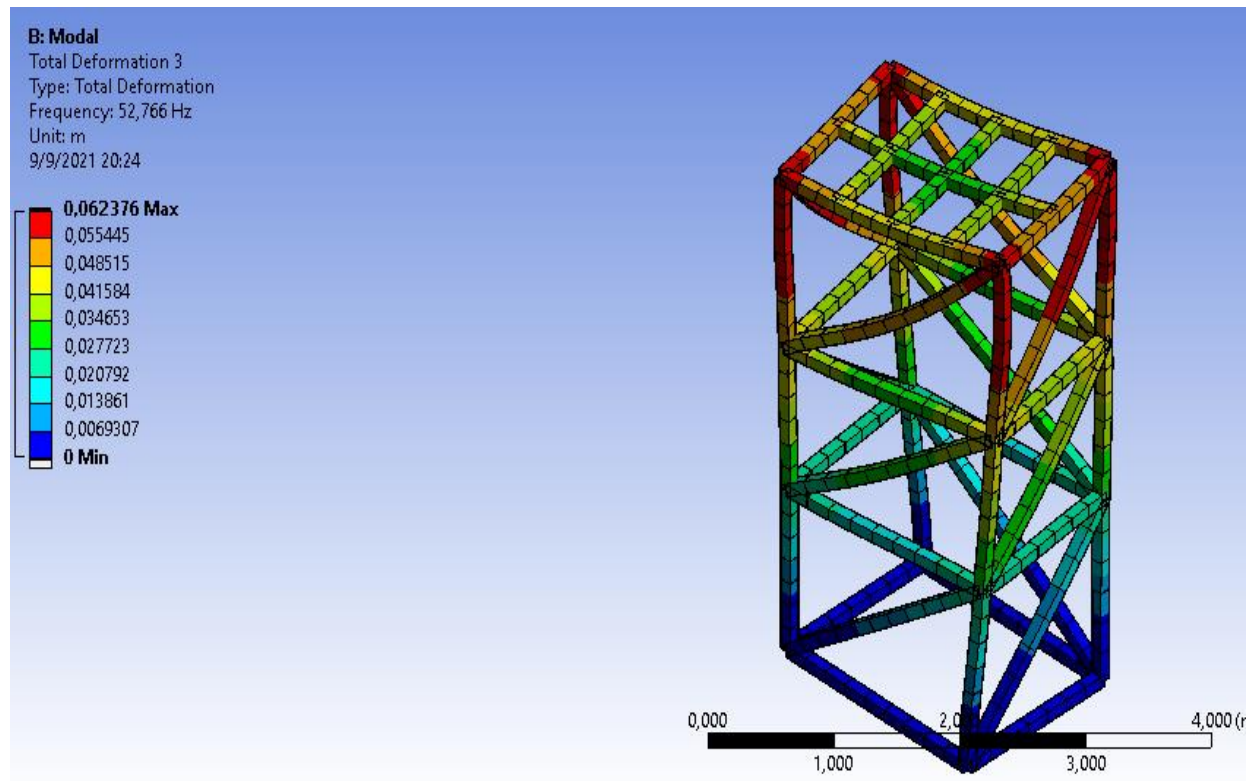
Deformación total 1



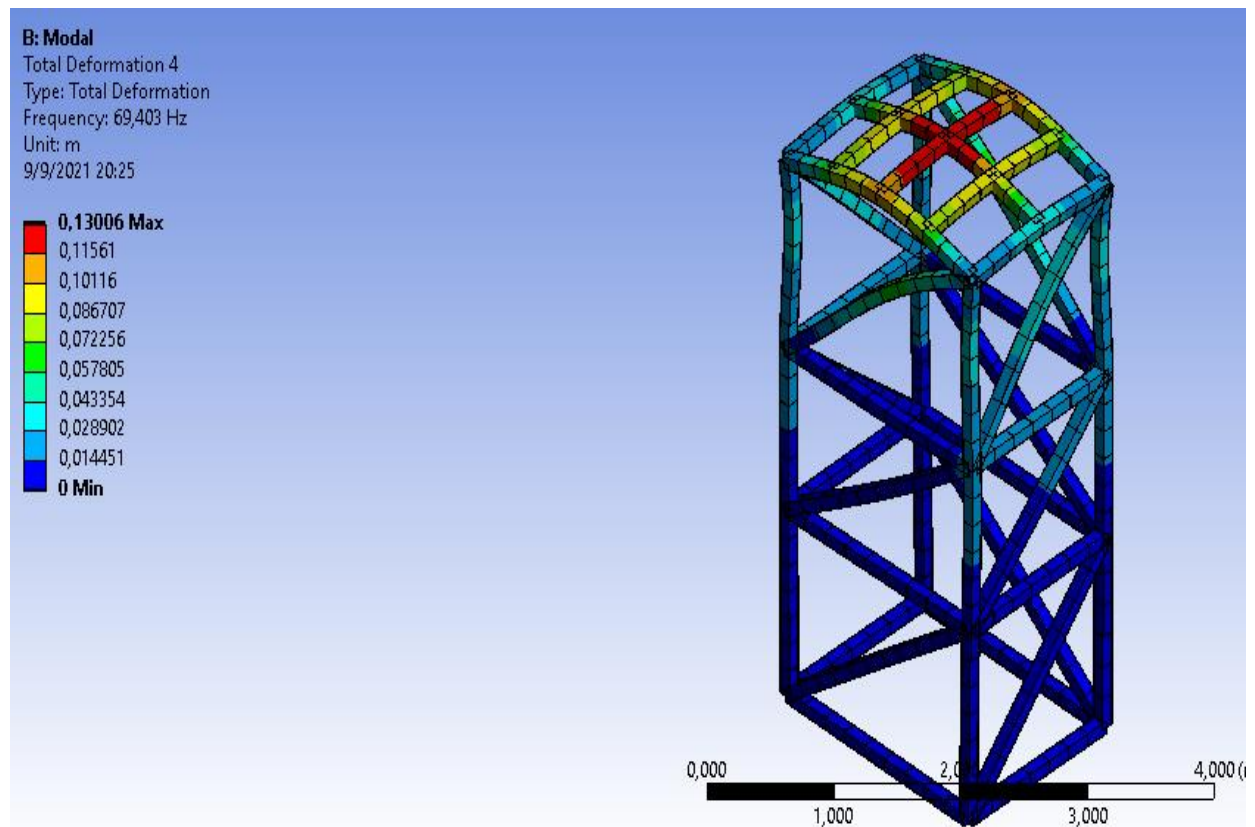
Deformación total 2



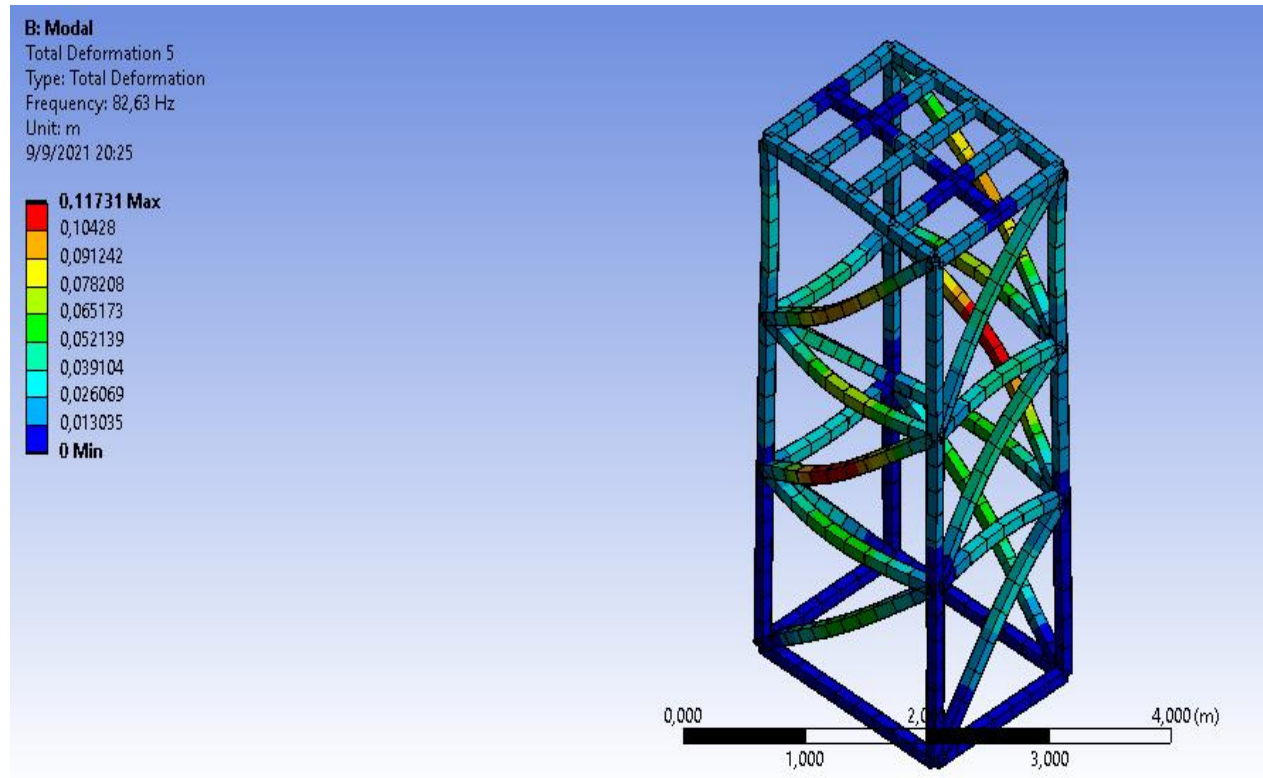
Deformación total 3



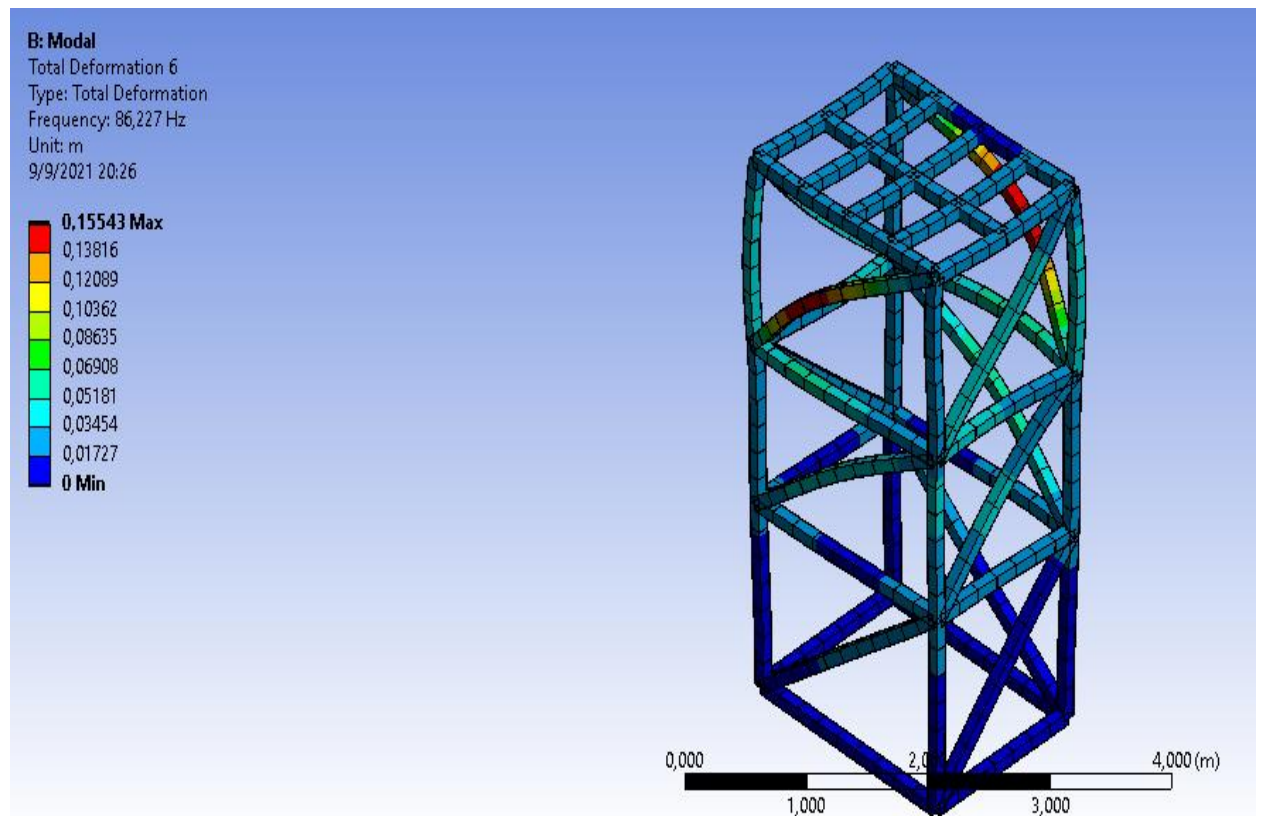
Deformación total 4



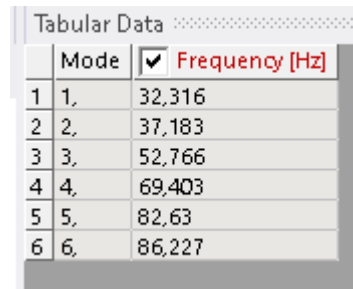
Deformación total 5



Deformación total 6



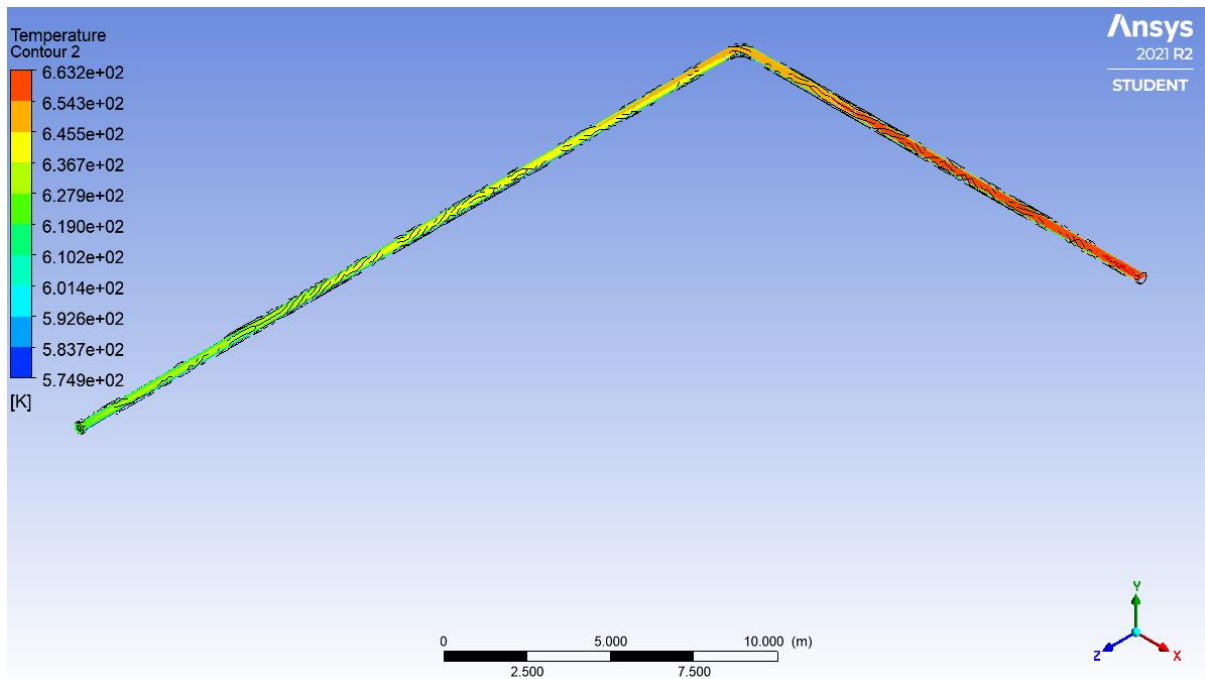
Se adjunta la tabla de frecuencias naturales de la estructura, las cuales se deben de evitar, para prevenir catástrofes.



	Mode	<input checked="" type="checkbox"/> Frequency [Hz]
1	1.	32,316
2	2.	37,183
3	3.	52,766
4	4.	69,403
5	5.	82,63
6	6.	86,227

Para evitar que el ventilador trabaje a frecuencias parecidas a las de la estructura se recomienda usar reductores de vibraciones, o silentblocks, para reducir las vibraciones transmitidas hacia la estructura.

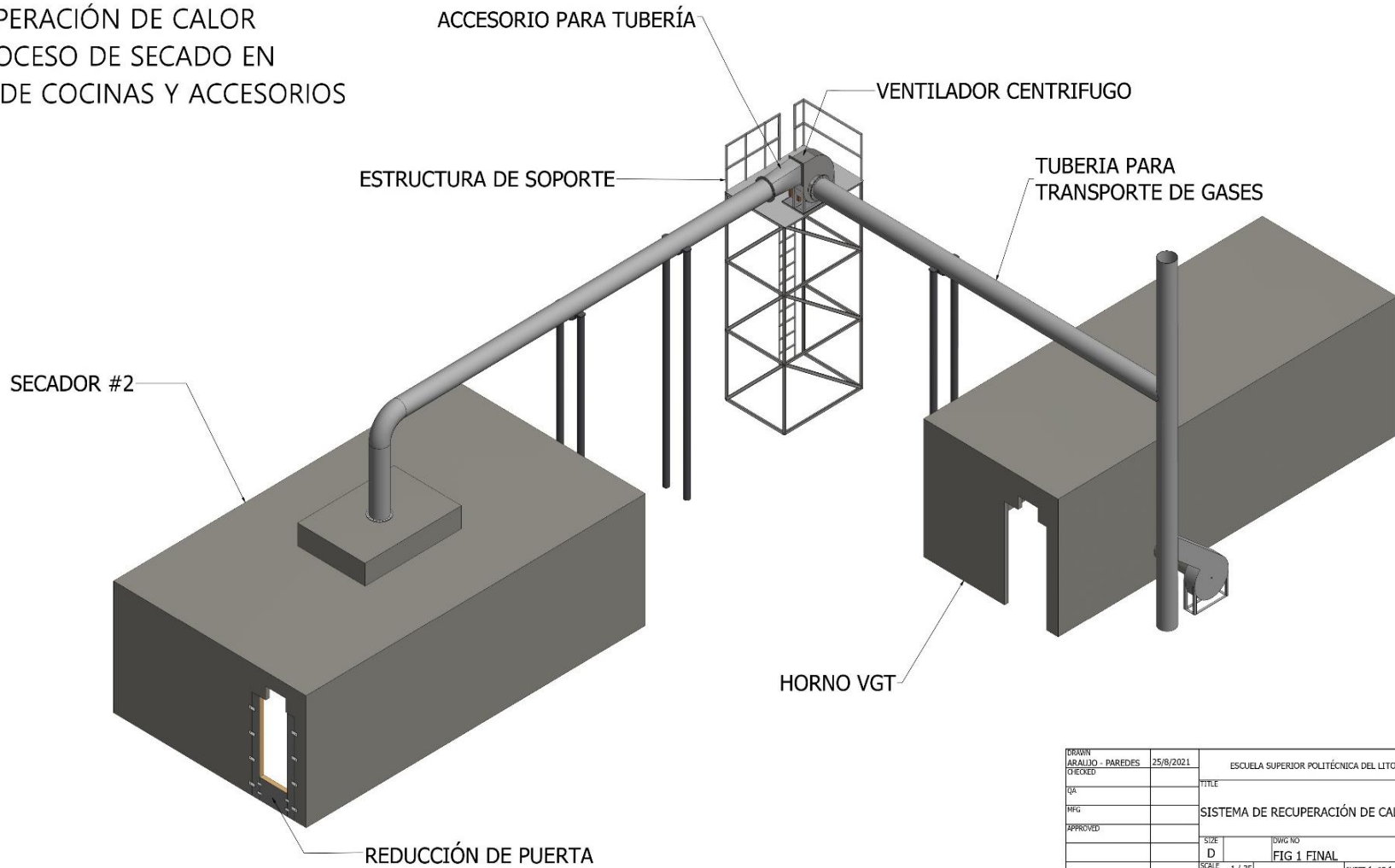
APÉNDICE F – Grafica de temperatura a través de la derivación



De la presente gráfica se observa como desciende la temperatura de los gases de combustión del GLP a lo largo de la derivación del sistema de recuperación de calor. La temperatura al final de la derivación oscila entre 637k y 628k, lo cual es un valor muy cercano a los 634k que se obtuvieron de manera teórica en el capítulo 3 tabla 3.2

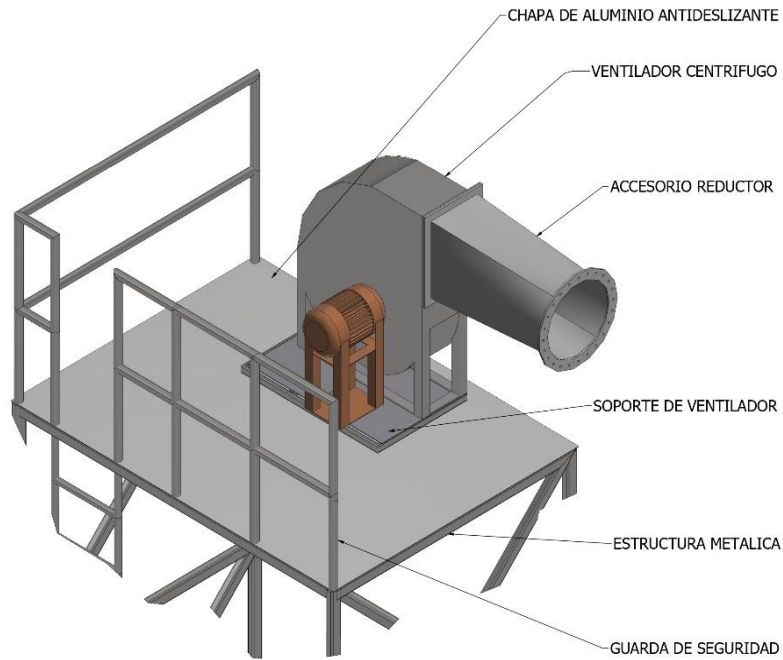
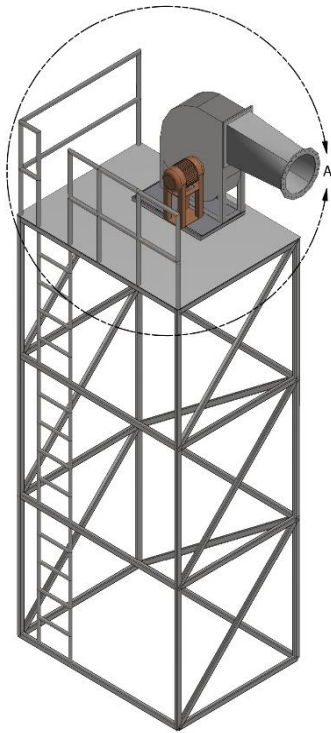
APÉNDICE G – Planos

REDISEÑO DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR PARA PROCESO DE SECADO EN FÁBRICA DE COCINAS Y ACCESORIOS



DRAWN	ARALDO - PAREDES	25/8/2021	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL	
CHECKED			TITLE	
QA			SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR	
MRG			SIZE	
APPROVED			D	FIG 1 FINAL
			SCALE	1 / 35
			SHEET 1 OF 1	

REDISEÑO DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR PARA PROCESO DE SECADO EN FÁBRICA DE COCINAS Y ACCESORIOS: COMPONENTES

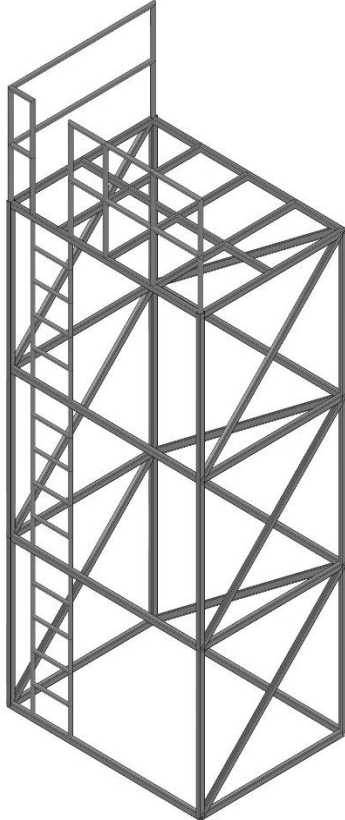
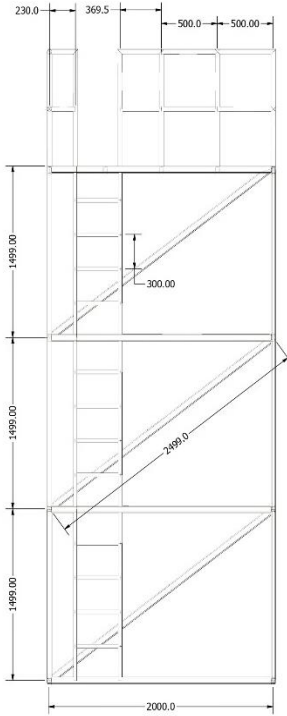
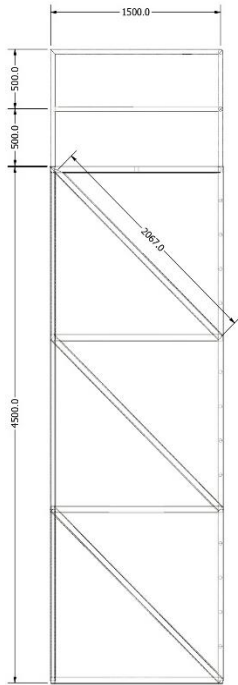
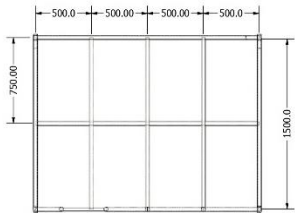


DETAIL A
SCALE 1 / 10

PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Plancha de aluminio antideslizante	1500mm x 2000mm x 2mm
2	1	Ventilador centrifugo	
3	1	Accesorio reductor	
4	1	Lamina de Soporte de ventilador	550mm x 850mm x 2mm
5	1	Estructura metalica	Viga rectangular 60x40x3
6	1	Guarda de seguridad	Tubo circular diam. 44.45x2

DISEÑADOR: GUSTAVO ARAUJO HAIRER PAREDES	FECHA: 25/8/2021	INSTITUCIÓN: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
CHECKED: N/A	TÍTULO: COMPONENTES DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR	
APROBADO: N/A	VISTA: ISOMETRIC	FIGURA: FIG 2 COMPONENTES
	ESCALA: 1 / 20	HOJA: 1 OF 1

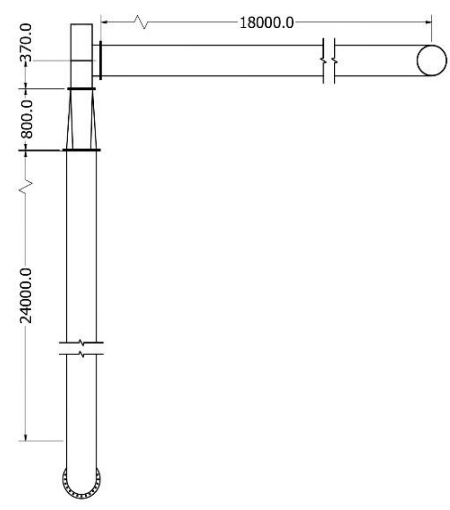
REDISEÑO DE UN SISTEMA
 DE RECUPERACIÓN DE CALOR
 PARA PROCESO DE SECADO EN
 FÁBRICA DE COCINAS Y ACCESORIOS:
 ESTRUCTURA METÁLICA



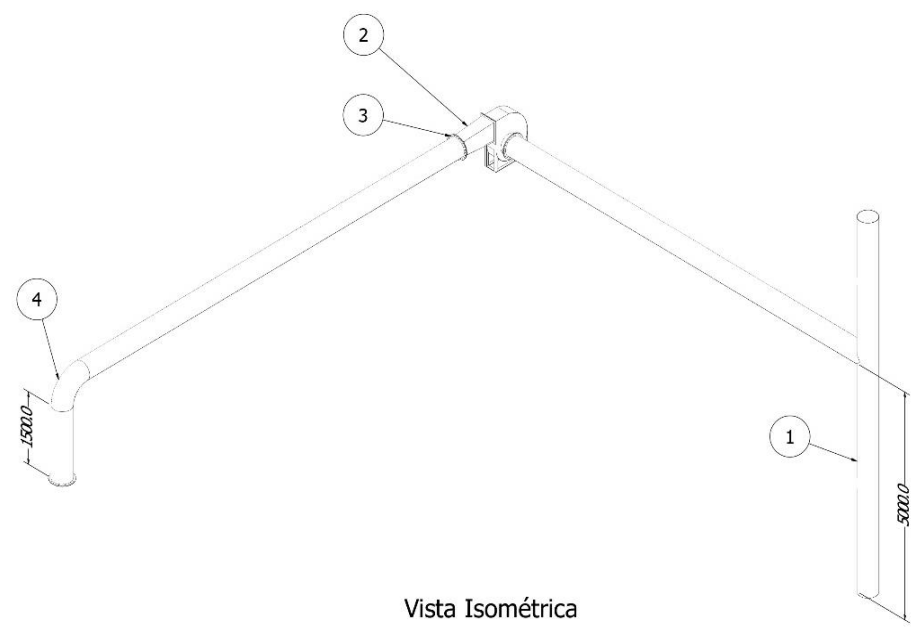
DRAWN GUSTAVO ARAUJO HALTER PAREDES	25/8/2021	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL	
CHECKED		TITLE	
MFG		COMPONENTES DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR	
APPROVED		SIZE	DWG NO
VIEW ISOMETRIC		D	FIG 3 estructura metalica
		SCALE	1 / 20
			REV 1
			SHEET 1 of 1

REDISEÑO DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR PARA PROCESO DE SECADO EN FÁBRICA DE COCINAS Y ACCESORIOS: TUBERÍA

PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Chimenea diam. 400mm	Plancha de aluminio 1.22mx2.44mx3mm
2	35	Ducto de aluminio	Plancha de aluminio 1.22mx2.44mx0.7mm
3	1	Accesorio reductor de ventilador	
4	1	Codo redondeado 90°	Diam. 500mm



Vista Superior



Vista Isométrica

DRAWN GUSTAVO ARAUJO HATTE PAREDES	25/8/2021	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
CHECKED FIG		TÍTULO COMPONENTES DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR
APPROVED		SIZE D
VIEW ISOMETRIC	SCALE 1/40	DWG NO FIG 4 tubería plano
		REV 1
		SHEET 1 OF 1