



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INTERCAMBIO DE CALOR PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA MICROEMPRESA MIELE&SWEET”

Proyecto de titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros Industriales

Autores:

Calero Jácome Henry Ramiro
Tenelema Merino Alex Hernán

Tutor Académico:

Ing. MSc. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate

LATACUNGA – ECUADOR

2022



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **CALERO JÁCOME HENRY RAMIRO & TENELEMA MERINO ALEX HERNÁN** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INTERCAMBIO DE CALOR PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA MICROEMPRESA MIELE&SWEET”**, siendo el Ing. MSc. **ÁNGEL GUILLERMO HIDALGO OÑATE** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI** y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....
Calero Jácome Henry Ramiro
C.I.: 0550053565

.....
Tenelema Merino Alex Hernán
C.I.: 1724936933



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INTERCAMBIO DE CALOR PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA MICROEMPRESA MIELE&SWEET**”, de **Calero Jácome Henry Ramiro** y **Tenelema Merino Alex Hernán**, de la carrera de **Ingeniería Industrial**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de **Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, marzo, 2022

.....
Ing. MSc. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate
C.C.: 0503257404



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

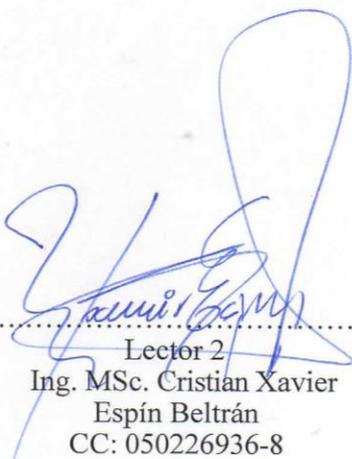
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, los postulantes: CALERO JÁCOME HENRY RAMIRO y TENELEMA MERINO ALEX HERNÁN con el título de Proyecto de titulación: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INTERCAMBIO DE CALOR PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA MICROEMPRESA MIELE&SWEET” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

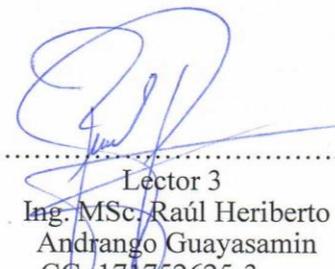
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, marzo 2022

Para constancia firman:


.....
Lector 1 (Presidente)
Ing. MSc. Xiomara Alejandra
Zambrano Navarrete
CC: 131305845-3


.....
Lector 2
Ing. MSc. Cristian Xavier
Espín Beltrán
CC: 050226936-8


.....
Lector 3
Ing. MSc. Raúl Heriberto
Andrango Guayasamin
CC: 171752625-3



MIELE&SWEET

Pichincha, Mejía-Machachi Urbanización el Porvenir

Machachi, marzo del 2022

CERTIFICADO

De mi consideración:

Yo, **Carlos Arturo Sandoval Zambrano** con cédula de ciudadanía N.º 171463941-4, Gerente General de Miele&Sweet, certifico que los señores **Henry Ramiro Calero Jácome** con cédula de ciudadanía N.º 055005356-5, y **Alex Hernán Tenelema Merino** con cédula de ciudadanía N.º 172493693-3, estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, realizaron el proyecto de grado con el tema: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INTERCAMBIO DE CALOR PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA MICROEMPRESA MIELE&SWEET”**, bajo la supervisión de esta área, siguiendo todos los lineamientos y requerimientos establecidos por la institución.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad, el interesado puede hacer uso de este documento en forma que estime conveniente.

Atentamente;

Ing. Carlos Arturo Sandoval Zambrano

Gerente General Miele&Sweet

C.C: 171463941-4

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a Dios por tantas bendiciones que me ha brindado día tras día en todo lugar y en todo momento, por no abandonarme en las situaciones más difíciles que he cruzado.

A todos mis hermanos por todo el apoyo brindado, especialmente a mis padres por haberme forjado con amor y paciencia, todos los logros se los debo a ustedes.

Mi más sincero reconocimiento y gratitud a la Universidad Técnica de Cotopaxi, docentes y compañeros por las enseñanzas y conocimientos que me han ayudado a la culminación de la carrera de Ingeniería Industrial.

Agradezco de manera especial al Ing.MSc. Hidalgo Oñate Ángel Guillermo, con su valiosa experiencia y conocimientos me ha guiado en el transcurso de la realización de la tesis.

Calero Jácome Henry Ramiro

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica De Cotopaxi, a sus autoridades y profesores por brindarme todas sus enseñanzas para nuestra realización profesional académica.

A todos mis hermanos por el apoyo brindado en todo momento, al Ing. Carlos Sandoval en calidad de persona y amigo, y demás familia en general por el apoyo que siempre me dieron en el transcurso de mi carrera.

Agradecimiento al Ing. MS.c Ángel Guillermo Hidalgo Oñate en calidad de tutor de tesis el cual nos orientó al desarrollo de la presente investigación.

Alex Hernán Tenelema Merino

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y por darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseado.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta este momento y convertirme en lo que soy. Tengo el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanos (as), por estar siempre presente, acompañándome y por su apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Calero Jácome Henry Ramiro

DEDICATORIA

Lleno de alegría, entusiasmo y orgullo, dedico este trabajo de manera muy especial a mis queridos padres Hernán Tenelema y Albertina Merino, quienes han sido mis pilares para salir adelante en mi etapa profesional y poder culminar mi carrea.

A mis hermanas Leivy y Alexandra; quienes en forma desinteresada me dieron los ánimos y alientos para superarme como persona, gracias a ellas por confiar siempre en mí.

Y sin dejar de mencionar a toda mi familia, tías, primas y mi mejor amiga, gracias por ser parte de mi vida.

Alex Hernán Tenelema Merino

ÍNDICE DE CONTENIDO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE LA EMPRESA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA	viii
DEDICATORIA	ix
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xix
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN.....	3
2.1. EL PROBLEMA.....	3
2.1.1. Situación Problemática.....	3
2.1.2. Formulación del problema.....	3
2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	3
2.2.1. Objeto de estudio	3
2.2.2. Campo de acción	4
2.3. BENEFICIARIOS	4
2.3.1. Beneficiarios directos	4

2.3.2.	Beneficiarios indirectos	4
2.4.	JUSTIFICACIÓN	4
2.5.	HIPÓTESIS	5
2.6.	OBJETIVOS	5
2.6.1.	Objetivo General.....	5
2.6.2.	Objetivos Específicos	5
2.7.	SISTEMA DE TAREAS	6
3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
3.1.	Antecedentes de la investigación.....	6
3.2.	MARCO REFERENCIAL	8
3.2.1.	Transferencia de Calor.....	8
3.2.2.	Tipos de transferencia de calor	9
3.2.3.	Transferencia de calor por conducción.....	9
3.2.4.	Transferencia de calor por convección.....	10
3.2.4.1.	Transferencia de calor por convección libre.....	10
3.2.4.2.	Transferencia de calor por convección forzada	10
3.2.5.	Transferencia de calor por radiación	10
3.2.6.	Factores de confort térmico para establecimientos o áreas	11
3.2.7.	Sistemas de ventilación	14
3.2.7.1.	Tipos de Ventilación.....	14
3.2.7.2.	Sistema de climatización	16
3.2.8.	Pérdida de carga.....	16
3.2.9.	Automatización.....	19
3.2.10.	Tipos de Sistema de control.....	19
3.2.10.1.	Control en lazo abierto	19
3.2.10.2.	Control en lazo cerrado.....	20
3.2.11.	Simulación	20

4.	MATERIALES Y MÉTODOS	21
4.1.	Métodos de investigación	21
4.1.1.	Método analítico	21
4.1.2.	Método deductivo	21
4.2.	Tipos de investigación	21
4.2.1.	Investigación de campo	21
4.2.2.	Investigación bibliográfica-documental	22
4.2.3.	Investigación descriptiva	22
4.3.	Técnicas e instrumentos.....	22
4.3.1.	Observación.....	22
4.3.2.	Lectura comprensiva.....	22
4.3.3.	Recolección de información	22
4.3.4.	Sistematización de información.....	23
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	23
5.1.	ACTIVIDADES DEL PRIMER OBJETIVO.....	23
5.1.1.	Visita in situ a la microempresa Miele&Sweet	23
5.1.2.	Recopilación y caracterización del proceso productivo	25
5.1.3.	Medición de temperaturas en el área de producción para conocer los puntos críticos	31
5.1.3.1.	Variación de temperatura en el proceso	31
5.1.3.2.	Variación de humedad en el proceso productivo.....	33
5.1.3.3.	Temperaturas del clima exterior	34
5.1.4.	Cálculos de Productividad y Eficiencia.....	35
5.2.	ACTIVIDADES DEL SEGUNDO OBJETIVO	38
5.2.1.	Llevar a cabo la simulación del proceso intercambiador de calor.....	38
5.2.1.1.	Representación gráfica de la temperatura en el área de producción al inicio del proceso.....	38

5.2.1.2.	Representación gráfica de la temperatura ambiente del área de producción al intermedio del proceso.....	39
5.2.1.3.	Representación gráfica de la temperatura ambiente del área de producción del punto más alto del proceso	39
5.2.2.	Análisis de resultados de la simulación	40
5.2.2.1.	Análisis de la representación gráfica de la temperatura ambiente del área de producción al inicio del proceso	40
5.2.2.2.	Análisis de la representación gráfica de la temperatura ambiente del área de producción al intermedio del proceso.....	40
5.2.2.3.	Análisis de la representación gráfica de la temperatura ambiente del área de producción del punto más alto del proceso	41
5.2.3.	Elaboración de una matriz de criterios ponderados.....	41
5.2.3.1.	Método de Calificación del Factor Cualitativo.....	41
5.2.3.2.	Lista de propuestas para el desarrollo de un sistema de intercambio de calor.	42
5.2.3.3.	Análisis de resultados y toma de decisiones.....	44
5.3.	ACTIVIDADES DEL TERCER OBJETIVO	45
5.3.1.	Selección de elementos del sistema de intercambio de calor	45
5.3.1.1.	Arquitectura de control del sistema de ventilación forzada	45
5.3.1.2.	Selección de componentes.....	46
5.3.1.3.	Selección de elementos de mando	49
5.3.1.4.	Selección de otros componentes.....	54
5.3.2.	Diseño del sistema de intercambio de calor usando herramientas tecnológicas	56
5.3.2.1.	Tipo de sistema.....	57
5.3.2.2.	Dimensiones del espacio de trabajo para el desarrollo de ventilación forzada	58
5.3.2.3.	Cálculo de cantidad del caudal necesario	58
5.3.2.4.	Selección del sistema de ventilación	59
5.3.2.5.	Normativas.....	61

5.3.2.6.	Mediciones en programa de visor Psicométrico de DAIKIN.....	62
5.3.2.7.	Gráfica de Entalpía	63
5.3.3.	Programación del sistema de intercambio de calor	66
5.4.	ACTIVIDADES DEL CUARTO OBJETIVO	69
5.4.1.	Identificar costos que intervendrán en la propuesta de mejora del sistema de intercambio de calor	69
5.4.2.	Cálculo de la producción con un nuevo tiempo de mejora.....	72
6.	IMPACTOS.....	73
6.1.	Impacto Tecnológico	73
6.2.	Impacto Económico.....	73
7.	CONCLUSIONES	73
8.	RECOMENDACIONES	74
9.	BIBLIOGRAFÍA	75
10.	ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.	Actividades y sistema de tareas relacionado a los objetivos	6
Tabla 3.1.	Resumen de los procesos de transferencia de calor [5].	11
Tabla 3.2.	Pies cúbicos por hora (CPM).	12
Tabla 5.1.	Datos de la microempresa Miele&Sweet.	24
Tabla 5.2.	Máquinas utilizadas en el proceso de producción	26
Tabla 5.3.	Rangos de temperatura del turrón.....	28
Tabla 5.4.	Simbología usada para el diagrama de flujo.....	30
Tabla 5.5.	Abreviaciones para la tabla de temperatura.....	31
Tabla 5.6.	Medición de temperaturas en el área de producción	31
Tabla 5.7.	Medición de humedad en el área de producción	33
Tabla 5.8.	Producción de una semana	35
Tabla 5.9.	Propuestas de mejora.....	42
Tabla 5.10.	Escala y ponderación de los factores más importantes.....	42
Tabla 5.11.	Temperaturas de puntos críticos	44
Tabla 5.12.	Calificación de propuestas con su ponderación.....	44
Tabla 5.13.	Características del Ventilador [21].	46
Tabla 5.14.	Dimensiones en mm.	47
Tabla 5.15.	Elementos de entradas y salidas	48
Tabla 5.16.	Características del LOGO 12/24 RCE [26].	49
Tabla 5.17.	Características del LOGO!POWER 24 V/1,3 A FUENTE ALIMENT [25].	50
Tabla 5.18.	Características del relé de estado sólido.	50
Tabla 5.19.	Características del disyuntor [30].	50
Tabla 5.20.	Características del sensor RTD PT100 3 hilos [24].	51

Tabla 5.21. Características del transmisor de temperatura [27].	51
Tabla 5.22. Características del tablero de Control (GLS403020) [28].	52
Tabla 5.23. Características de los pulsadores [29].	52
Tabla 5.24. Características de pulsador paro de emergencia [30].	53
Tabla 5.25. Características de la luz piloto.	53
Tabla 5.26. Características del selector.	54
Tabla 5.27. Características de la caja filtrante MLF-125G4 [21].	54
Tabla 5.28. Características del filtro tipo panel [22].	55
Tabla 5.29. Características del ducto AL-FLEX [23].	56
Tabla 5.30. Ventilación 1 ducto vs 2 ductos.	61
Tabla 5.31. Normativas para la ventilación	61
Tabla 5.32. Niveles de protección para el sistema.	62
Tabla 5.33. Características de simulación en DAIKI	63
Tabla 5.34. Tabla de entradas y salidas de la programación	67
Tabla 5.35. Costos de implementación del sistema	69
Tabla 5.36. Total de inversión	70
Tabla 5.37. Costos de ventas y costos de producción.	70
Tabla 5.38. Consumo energético del ventilador	71
Tabla 5.39. Consumo mensual del ventilador	71
Tabla 5.40. Productividad anterior vs productividad con mejora.	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1.	Procesos de la transferencia de calor [5].....	9
Figura 3.2.	Diámetro de un conducto rectangular con igual pérdida de carga [13]. .	17
Figura 3.3.	Sistema de control [18].	19
Figura 3.4.	Lazo de control abierto [19].....	19
Figura 3.5.	Lazo de control cerrado [19].....	20
Figura 5.1.	Toma de datos en el área de producción	23
Figura 5.2.	Organigrama Miele&Sweet.	25
Figura 5.3.	Mapa de procesos.....	27
Figura 5.4.	Gráfico de variación de temperatura.....	32
Figura 5.5.	Comportamiento de la temperatura en el proceso.....	32
Figura 5.6.	Gráfico referente a la variación de la humedad	33
Figura 5.7.	Proyección de temperatura en enero [20].	34
Figura 5.8.	Proyección de temperatura Febrero [20].....	35
Figura 5.9.	Comportamiento de la Temperatura en estado inicial del proceso	39
Figura 5.10.	Comportamiento de la Temperatura en estado intermedio del proceso..	39
Figura 5.11.	Comportamiento de la Temperatura en estado máximo del proceso	40
Figura 5.12.	Lluvia de ideas de los factores importantes	43
Figura 5.13.	Puntos críticos en el área de producción.....	43
Figura 5.14.	Arquitectura de control	45
Figura 5.15.	Dimensiones del ventilador [21].	47
Figura 5.16.	CFM del ventilador.	48
Figura 5.17.	Medidas de partículas o impurezas.	55
Figura 5.18.	Elementos que componen el sistema	56
Figura 5.19.	Vista frontal del sistema.....	57

Figura 5.20.	Vista lateral del sistema	57
Figura 5.21.	Volumen del área de producción para el sistema.....	58
Figura 5.22.	Simulación con vista lateral con un ducto	59
Figura 5.23.	Simulación 3D comportamiento de la temperatura.....	60
Figura 5.24.	Simulación con vista lateral con dos ductos	60
Figura 5.25.	Simulación 3D comportamiento de la temperatura.....	60
Figura 5.26.	Gráfico de los 3 puntos de simulación en DAIKIN	62
Figura 5.27.	Entalpía del sistema	63
Figura 5.28.	Curvas características del ventilador.....	65
Figura 5.29.	Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema.....	66
Figura 5.30.	Diagrama de mando	68
Figura 5.31.	Diagrama de fuerza	68

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 3.1.	Ecuación por Conducción	9
Ecuación 3.2.	Ecuación por Convección	10
Ecuación 3.3.	Ecuación por Radiación	11
Ecuación 3.4.	Ecuación del Caudal	12
Ecuación 3.5.	Ecuación de la velocidad del aire	13
Ecuación 3.6.	Ecuación de la Presión Dinámica	14
Ecuación 3.7.	Ecuación de Bernoulli.....	14
Ecuación 3.8.	Productividad.....	18
Ecuación 3.9.	Eficiencia de Producción	18
Ecuación 5.1.	Tasa de Salida Real.....	37
Ecuación 5.2.	Tasa de Salida Estándar	37
Ecuación 5.3.	Ecuación del CFM	46
Ecuación 5.4.	Volúmen Específico.....	58
Ecuación 5.5.	Variación de la Entalpía.....	64
Ecuación 5.6.	Punto de Equilibrio	71
Ecuación 5.7.	Tiempo de retorno de la Inversión.....	72

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTADA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INTERCAMBIO DE CALOR PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA MICROEMPRESA MIELE&SWEET”

Autores: CALERO JÁCOME HENRY RAMIRO
TENELEMA MERINO ALEX HERNÁN

RESUMEN

La microempresa “Miele&Sweet” tiene como actividad principal la elaboración de productos derivados de la miel de abeja. El presente proyecto de investigación se enfoca en la elaboración del turrón ya que, es el producto con más demanda que presenta la microempresa. El principal problema que se identificó es en el área de producción, teniendo temperaturas fuera de los rangos, llegando a los 27°C la cual no soporta el producto, generando pérdidas económicas y productos de mala calidad. El objetivo planteado es la propuesta de un sistema de intercambio de calor, siendo un sistema de ventilación forzada para la inyección de aire, con el fin de mantener la temperatura adecuada para el producto, donde el rango oscila en 17°C a 23°C logrando obtener el producto en óptimas condiciones. Las metodologías utilizadas son un estudio analítico y deductivo, cumpliendo con todas las actividades para la recopilación de información, permitiendo representar el proceso mediante diagramas de flujo y proceso, para una mejor comprensión. El procedimiento es la caracterización de las condiciones térmicas dentro del área de producción, con el fin de proyectar una simulación teniendo en cuenta factores como temperatura externa e interna de la microempresa, al igual que la humedad relativa. Por otro lado, se visualiza la productividad actual de la microempresa y el resultado obtenido en la simulación es la ventilación forzada con dos ductos de ventilación, alcanzando una temperatura entre 20⁰C a 21⁰C con una inversión de \$1238,82 y su productividad aumenta en 5% de producción diaria.

Palabras Claves: Productividad, Temperatura, ventilación forzada, humedad, confort térmico, simulación.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: "DEVELOPMENT OF A HEAT EXCHANGE SYSTEM FOR THE IMPROVEMENT OF THE PRODUCTION PROCESS IN THE MICRO ENTERPRISE MIELE&SWEET".

Authors: CALERO JÁCOME HENRY RAMIRO
TENELEMA MERINO ALEX HERNÁN

ABSTRACT

The main activity of the microenterprise "Miele&Sweet" is the elaboration of products derived from bee honey. This research project focuses on the production of nougat, since it is the most demanded product of the microenterprise. The main problem identified is in the production area, where temperatures are out of range, reaching 27°C, which the product cannot withstand, causing economic losses and poor quality products. The objective is the proposal of a heat exchange system, being a forced ventilation system for air injection, in order to maintain the right temperature for the product, where the range oscillates between 17°C and 23°C, obtaining the product in optimal conditions. The methodologies used are an analytical and deductive study, complying with all the activities for the collection of information, allowing to represent the process by means of flow and process diagrams, for a better understanding. The procedure is the characterization of the thermal conditions within the production area, in order to project a simulation taking into account factors such as external and internal temperature of the microenterprise, as well as relative humidity. On the other hand, the current productivity of the microenterprise is visualized and the result obtained in the simulation is the forced ventilation with two ventilation ducts, reaching a temperature between 20⁰C to 21⁰C with an investment of \$1238.82 and its productivity increases by 5% of daily production.

Keywords: Productivity, temperature, forced ventilation, humidity, thermal comfort, simulation.

AVAL DE TRADUCCIÓN

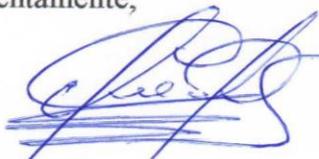
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INTERCAMBIO DE CALOR PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA MICROEMPRESA MIELE&SWEET”** presentado por: **Calero Jácome Henry Ramiro y Tenelema Merino Alex Hernán**, estudiante de la Carrera de **Ingeniería Industrial** perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas** lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 23 marzo del 2022

Atentamente,



CENTRO
DE IDIOMAS

Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502666514

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: Desarrollo de un sistema de intercambio de calor para el mejoramiento del proceso productivo en la microempresa Miele&Sweet.

Tipo de Proyecto: Proyecto de Investigación

Fecha de inicio: Octubre 2021

Fecha de finalización: Marzo 2022

Lugar de ejecución: Pichincha, Cantón Mejía, parroquia de Machachi, Urbanización El Porvenir, Microempresa Miele&Sweet.

Facultad que auspicia: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación vinculado: Proyecto investigativo

Equipo de Trabajo:

- ❖ Ing. MSc. Hidalgo Oñate Ángel Guillermo
- ❖ Calero Jácome Henry Ramiro
- ❖ Tenelema Merino Alex Hernán

Tutor de titulación

Nombres y Apellidos: MSc. Hidalgo Oñate Ángel Guillermo

Domicilio: Barrio Mariscal Sucre Occidental s/n

Código postal: 050650

Fecha de nacimiento: 04/06/1988

Cédula de ciudadanía: 0503257404

Nacionalidad: Ecuatoriana

Estado Civil: Soltero

Número telefónico: 0998536700

E-mail: angel.hidalgo@utc.edu.ec

Ocupación: Docente

Investigadores del trabajo

Datos personales (Postulante 1):

Nombres y Apellidos: Henry Ramiro Calero Jácome

Domicilio: Cotopaxi, Pujilí

Código postal: 050021

Fecha de nacimiento: 27/05/1996

Cédula de ciudadanía: 0550053565

Nacionalidad: Ecuatoriana

Estado Civil: Soltero

Número telefónico: 0983242038

E-mail: henry.calero3565@utc.edu.ec

Datos personales (Postulante 2):

Nombres y Apellidos: Alex Hernán Tenelema Merino

Domicilio: Pichincha, Machachi

Código postal: 171111

Fecha de nacimiento: 21/11/1995

Cédula de ciudadanía: 1724936933

Nacionalidad: Ecuatoriana

Estado Civil: Soltero

Número telefónico: 0905062580

E-mail: alex.tenelema6933@utc.edu.ec

Área de Conocimiento: 07 Ingeniería, Industria y Construcción / 071 Ingeniería y Profesiones Afines

Línea de investigación: Procesos Industriales

Sub-línea de investigación de la Carrera: Procesos productivos Investigación de Operaciones y de tecnología.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. EL PROBLEMA

2.1.1. Situación Problémica

Todo negocio moderno está sujeto a regulaciones en términos de calidad, donde las aplicaciones de técnicas de control tienden considerablemente a elevarse durante los últimos años. Debido a esto es que se desea desarrollar un sistema de intercambio de calor para así tener un producto en óptimas condiciones.

La microempresa Miele&Sweet ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Mejía en la parroquia de Machachi, con más de cinco años de trayectoria en el mercado, es una microempresa dedicada a la producción de productos derivados de la miel tales como: manjar, propóleos, cera de abejas, jabón y entre ellos la elaboración de turrónes siendo uno de sus productos estrella, teniendo una producción de 666 turrónes por día y 20 días laborables al mes.

Para la elaboración del turrón se empieza en la cocción de los insumos, en la cual se hace una mezcla de 10,5 lb de glucosa, 7,5 lb de azúcar y 1L de agua, se hierven estos ingredientes hasta tener un aspecto de líquido denso. Luego del proceso de cocción dicha mezcla compactada se transporta hacia la marmita turrónera, en la cual se le agrega la albúmina de un total de 105 huevos procesada anteriormente. Este proceso de mezcla conlleva un tiempo de duración de 4 horas en la cual la temperatura empieza a incrementarse y dispersarse en toda el área de producción de 73,5 m². Al no contar con ductos de aire bien establecidos, es difícil mantener las condiciones de temperatura adecuadas para la producción del turrón, teniendo entre 1 a 15 turrónes desperfectos al día debido a la temperatura alta, por ende, los operarios proceden a una ventilación manual, siendo este número de desperfectos equivalente a un 2,25% de la producción diaria, con un costo de \$3,75 diario en pérdida.

2.1.2. Formulación del problema

¿Se puede simular de manera eficaz las condiciones térmicas del área de producción de la microempresa, para la propuesta de un sistema de intercambio de calor?

2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.2.1. Objeto de estudio

Proceso productivo en la microempresa Miele&Sweet.

2.2.2. Campo de acción

330000 Ciencias Tecnológicas / 3328 Procesos Tecnológicos / 3328.16 Transferencia de Calor

2.3. BENEFICIARIOS

2.3.1. Beneficiarios directos

Con el Proyecto de Investigación las personas beneficiadas de forma directa será la microempresa Miele&Sweet, a través del Gerente General.

2.3.2. Beneficiarios indirectos

Si la microempresa mantiene un adecuado manejo del sistema de intercambio de calor los beneficiarios indirectos como primera instancia serán los clientes que adquieren los productos en la empresa, en segunda instancia los estudiantes quienes se involucren en el tema para una futura implementación del proyecto de investigación.

2.4. JUSTIFICACIÓN

El proyecto de investigación se desarrolla con el interés en el área de producción de la microempresa de Miele&Sweet ya que presenta problemas de altas temperaturas que afectan al turrón, teniendo el defecto de adherirse a la mesa de trabajo provocando la rotura del producto, obteniendo pérdidas significativas tanto de productos como de costos, a través del desarrollo de un sistema de intercambio de calor se busca mejorar las condiciones térmicas del área de producción para tener un ambiente adecuado para el turrón, con el fin de proyectarse a la mejora del proceso y aumentar la capacidad de producción.

La importancia del proyecto de investigación permite la vinculación de una manera excelente con los conocimientos impartidos y adquiridos en la fase de aprendizaje de la microempresa Miele&Sweet con el manejo de datos claros, reales y enfocados en el desarrollo de un sistema de intercambio de calor para mejoramiento del proceso productivo.

En el presente trabajo de investigación se pretende desarrollar un sistema de intercambio de calor para el mejoramiento del proceso productivo de la microempresa Miele&Sweet mediante la utilización de un software de simulación, además, dicho estudio nos permitirá involucrar los conocimientos adquiridos en las cátedras de la universidad, con la disponibilidad de la información brindada por el gerente de la microempresa.

2.5. HIPÓTESIS

¿Con el sistema de ventilación forzada se disminuirá el tiempo de producción por unidad para la fabricación de turrón de miel de abeja?

2.6. OBJETIVOS

2.6.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema automático de intercambio de calor mediante el uso de herramientas tecnológicas de simulación para mejorar el proceso productivo de la microempresa Miele&Sweet.

2.6.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar las condiciones de temperatura existentes en el área de producción en la que se va a desarrollar el proyecto para la determinación del estado actual del sistema productivo.
- Simular las condiciones térmicas para el área de producción con el uso de herramientas tecnológicas.
- Proponer un sistema de intercambio de calor para el área de producción usando herramientas tecnológicas para el establecimiento de puntos críticos en el área de producción.
- Evaluar costos de la propuesta de mejora en el área de producción para el mejoramiento de la productividad.

2.7. SISTEMA DE TAREAS

A continuación, se presentan las actividades que se van a llevar a cabo para dar cumplimiento a los objetivos planteados:

Tabla 2.1. Actividades y sistema de tareas relacionado a los objetivos

Objetivos Específicos	Actividades	Resultados Operados	Técnicas, medios o instrumentos
Caracterizar las condiciones de temperatura existentes en el área de producción en la que se va a desarrollar el proyecto para la determinación del estado actual del sistema productivo.	Visita in situ a la microempresa Miele&Sweet.	Reconocimiento del lugar, maquinaria e infraestructura.	Observación del lugar
	Recopilación y caracterización del proceso productivo.	Comprensión del proceso productivo de la microempresa.	Diagramas de flujo
	Medición de temperaturas en el área de producción para conocer los puntos críticos.	Recopilación de información	Medidor de estrés térmico Excel
	Cálculos de productividad y eficiencia.	Conocimiento de la productividad de la microempresa con los puntos críticos que se generen.	Fórmulas de productividad
Simular las condiciones térmicas para el área de producción con el uso de herramientas tecnológicas.	Llevar a cabo la simulación de la temperatura en el área de producción.	Identificar los puntos críticos mediante la simulación.	Software de simulación
	Análisis de resultados de la simulación.	Resultados satisfactorios de la simulación.	Discusión de resultados
	Elaboración de una matriz de criterios ponderados.	Identificar la propuesta con mejor ponderación.	Propuestas de mejora
Proponer un sistema de intercambio de calor para el área de producción usando herramientas tecnológicas para el mejoramiento de puntos críticos.	Selección de elementos del sistema de intercambio de calor.	Conocer las especificaciones de cada elemento físico que se utilice en el sistema propuesto.	Tablas de especificación Excel Data sheet
	Diseño del sistema de intercambio de calor usando herramientas tecnológicas.	Modelado del sistema propuesto para el mejoramiento del proceso productivo.	Solid Works
	Programación del sistema de intercambio de calor.	Funcionamiento del sistema de intercambio.	LOGO! Soft Comfort
Evaluar costos de la propuesta de mejora para el área de producción para el mejoramiento de la productividad.	Identificar costos que intervendrán en la propuesta de mejora del sistema de intercambio de calor.	Costos de inversión para mejoramiento del proceso.	Tabla de costos
	Cálculos de la nueva producción con un nuevo tiempo de mejora.	Crecimiento de la productividad con el sistema desarrollo propuesto.	Fórmulas de productividad

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según Luis S. señala en su tesis estudio de control de temperatura de refrigeración y su incidencia en el proceso de producción de helados en la empresa glacial de la ciudad de Ambato que, una problemática de las empresas es la inexistencia de un sistema de control de temperatura en la elaboración de un producto, y está relacionado directamente con la economía de la empresa [1].

Por ende, en el caso de estudio la empresa no contiene un sistema de control para esta variable, por lo cual los productos al exponerse a condiciones térmicas elevadas tienden a dañarse y la empresa genera productos en mal estado, llevando a cabo una baja productividad.

De acuerdo a Juan Arguelles en su estudio el confort térmico en la vivienda colonial y visita en Ambalema Tolima, la caracterización de los factores ambientales y físicos que enmarcan las entidades económicas, es el inicio de una investigación que busca determinar el comportamiento térmico, mediante la utilización de diversos métodos aplicados en la recolección de datos cuantitativos y cualitativos, que permitan visualizar el escenario de las temperaturas internas frente a los límites aceptables del rango para el confort térmico [2].

La finalidad del proyecto en primera instancia es conocer las condiciones térmicas para el turrón, siendo así, que se procede con la toma de datos con instrumentación, la cual nos permite identificar los puntos más críticos con respecto a la elevación de temperatura, con el cual se añade uno de los métodos cualitativos para dar solución a dicha problemática que presenta la microempresa Miele&Sweet.

Según Verónica Chauvie, en el artículo estudio de programas de simulación térmica de edificios para el clima de la ciudad de Montevideo concluye que los programas de simulación térmicas permiten, de acuerdo a los resultados obtenidos, una razonable aproximación a los datos medidos, considerando que su objetivo es dotar al proyectista de una herramienta de diseño para asistirlo en la evaluación de sus proyectos [3].

Dicho artículo tiene similitud con el proyecto de investigación ya que se simulará las condiciones térmicas según los datos obtenidos dentro del área de producción de la microempresa Miele&Sweet.

En otra publicación Martínez Quishpe expresa en sus tesis diseño del sistema de ventilación forzada para el edificio La paz en el distrito de Miraflores Lima, se puede afirmar que la ventilación forzada es importante, en un edificio hay varios sistemas de ventilación y cada uno tiene su propia función y forma de diseñar; esto depende de la cantidad de renovaciones de aire, sus reglamentos y normas que competen a cada sistema [4].

Con base a lo mencionado, tiene similitud con el caso de estudio ya que se hace uso del cálculo del caudal, por ende, un factor muy importante para el cálculo son las renovaciones por minuto, teniendo los resultados se desarrolla el sistema de ventilación forzada, con el fin de dar solución a la problemática que presenta la empresa y consiguiente se realiza un análisis de los costos que se va a generar en la inversión del sistema.

3.2. MARCO REFERENCIAL

A través del tiempo, la transferencia de calor ha sido un tema que es parte fascinante de las ciencias de la Ingeniería. Dedicación de mucho tiempo al aprendizaje de los efectos de la transferencia de calor o de las técnicas necesarias para predecir velocidades de transferencia de calor. ¿Cuál es el valor de este conocimiento y a qué clase de problemas aplicarse?

Los fenómenos de la transferencia de calor tienen un papel importante en muchos problemas industriales y ambientales. Por ejemplo, hay que mencionar que dentro del área es de vital importancia la producción y transformación de energía. No obstante, una aplicación en esta área que no complique efectos de transmisión de calor de cualquiera modo. En la generación de potencia eléctrica ya sea mediante fisión o fusión nuclear, la combustión de combustibles fósiles, los procesos magneto hidrodinámicas o el uso de elementos o fuentes de energía geotérmica, hay cuantiosos inconvenientes de transmisión de calor que corresponden solucionar. Estos problemas contienen procesos de dirección, convección e irradiación que corresponden con el diseño de métodos como inyectores, baterías y generadores. A menudo nos vemos la necesidad de maximizar las velocidades de transferencia de calor y mantener la integridad de los materiales en ambientes de alta temperatura.

En una escala más pequeña hay muchos problemas de transferencia de calor relacionados con el desarrollo de sistemas de conversión de energía solar para calentamiento de espacio, así como para la producción de energía eléctrica. Los procesos de transferencia de calor también afectan al funcionamiento de sistemas de propulsión, como los motores de combustión interna, de turbina de gas y propulsión de cohetes. Los problemas de transmisión de calor brotan en el diseño de los métodos de recalentamiento de espacios tradicionales y de agua, en el diseño de hornos y de equipo de acopio criogénico, en la refrigeración de equipo electrónico, en el diseño de sistemas de congelación y de preparación de aire y en varias técnicas de producción. La transferencia de calor también es relevante para la contaminación del aire y del agua e influye fuertemente en el clima local y global [5].

3.2.1. Transferencia de Calor

Una de las definiciones de la transferencia de calor según INCROPERA dice que es la energía en tránsito debido a una diferencia de temperaturas.

La transferencia de calor clásica ocurre solo por conducción, convección, radiación o cualquier combinación de este tipo. La transferencia de calor que involucra transiciones de fase de la materia (por ejemplo, la ebullición que involucra agua líquida) a veces se considera un tipo de

convección, mientras que el término conducción, se trata de transferencia de calor. Esto sucederá en el medio ambiente, y por último la radiación térmica, es decir, la radiación térmica donde todas las superficies emiten energía en forma de ondas electromagnéticas a una temperatura finita[2].

3.2.2. Tipos de transferencia de calor

Como se ilustra en la Figura 3.1 existen disímiles tipos de métodos de traspaso de calor como modos. Cuando existe un gradiente de temperatura en medio estacionario que puede ser un sólido o un fluido, estamos hablando de 3 tipos de transferencia de calor que se tiene:

- Transferencia de calor por conducción.
- Transferencia de calor por convección.
- Transferencia de calor por radiación.

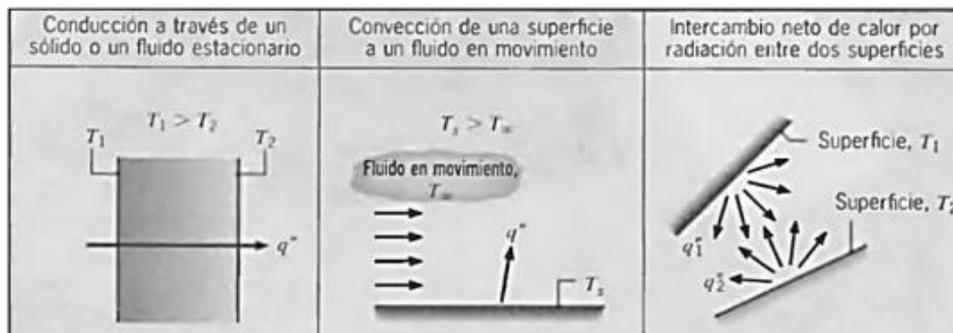


Figura 3.1. Procesos de la transferencia de calor [5].

3.2.3. Transferencia de calor por conducción

La transferencia de calor por conducción es el resultado de interacciones moleculares. Las moléculas de un objeto que está a una temperatura más alta vibran con mayor rapidez, estas en general, la capacidad de una sustancia para conducir calor depende de su fase. Los gases son malos conductores térmicos; sus moléculas están relativamente separadas y por ello los choques son poco frecuentes. Los líquidos y sólidos son mejores conductores térmicos que los gases, ya que sus moléculas están más juntas y pueden interactuar con mayor facilidad [6].

$$q_s^n \left(\frac{W}{m^2} \right) = k \frac{dT}{dx} \quad (3.1)$$

En donde “ q_s^n ” es la razón de flujo de calor, “ k ” es la conductividad térmica, T es la temperatura local (K) y “ x ” es la distancia en la dirección del flujo de calor (m).

3.2.4. Transferencia de calor por convección

La transferencia de calor de convección contiene dos mecanismos de operación simultánea, el primer mecanismo se debe al ejercicio molecular y el segundo mecanismo es transmitir energía mediante movimiento macro del paquete líquido; el movimiento líquido es el resultado del paquete líquido. La convección natural o ambos pueden combinarse con ambas diferencias de presión generadas por bombas y ventiladores. La transferencia de calor por convección depende de la densidad viscosidad y velocidad del fluido, así como de sus propiedades térmicas (calor específico y conductividad térmica) [6].

Los ejemplos comunes incluyen sistemas de agua y aire caliente domésticos, sistemas de enfriamiento de motores de combustión interna y circulación sanguínea en el cuerpo.

$$q^n \left(\frac{W}{m^2} \right) = h(T_s - T_\infty) \quad (3.2)$$

En donde q^n es la velocidad de transferencia de calor en W/m^2 y “h” es el coeficiente convectivo, “ T_s ” es la temperatura general o promedio del fluido en K y T_∞ es la temperatura de la pared en contacto con el fluido en K.

La convección puede ser natural o forzada, se considera natural cuando las paredes en contacto con el sistema están estacionarias (por ejemplo, en la convección de un radiador arriba), y forzada cuando algunas paredes en contacto con el sistema están estacionarias. El movimiento del fluido facilita la circulación. La convección natural el fluido se mueve espontáneamente en el campo de fuerza gravitatoria como consecuencia de la diferencia de densidades entre zonas calientes y frías.

3.2.4.1. Transferencia de calor por convección libre

Libre o natural, el fluido es el encargado de extraer calor de una zona que se encuentra a mayor temperatura, variando su densidad para desplazarse a una zona que se encuentra a menor temperatura.

3.2.4.2. Transferencia de calor por convección forzada

Forzada, en este proceso se emplea un elemento adicional que será el encargado de producir el movimiento de un fluido haciendo que este a su vez transporte el calor de una superficie a otra.

3.2.5. Transferencia de calor por radiación

La emisión es la transmisión de calor por señales electromagnéticas como la luz perceptible, el infrarrojo y la radiación ultravioleta. La tasa de radiación de energía de una superficie es

proporcional a su área superficial A, y aumenta rápidamente con la temperatura T, según la cuarta potencia de la temperatura absoluta (Kelvin). El flujo de calor en función de los cuerpos que se encuentran calientes a una temperatura T se delimita como:

$$q^n \left(\frac{W}{m^2} \right) = \epsilon \sigma (T_s^4 - T_{alred}^4) \quad (3.3)$$

Donde “ ϵ ” es la emisividad del material, que es un número adimensional entre 0 y 1 que representa la relación entre la tasa de radiación de una superficie dada y la de un área igual de un área resplandeciente ideal a la igual temperatura. La emisividad suele ser mayor para facetas tenebrosas que claras. Para un radiador excelente la emisividad posee un valor igual a 1. Por otro “ σ ” es la constante física fundamental llamada constante de Stefan Boltzmann, la cual tiene el valor de $\sigma = 5,670 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$.

Es así, que un objeto que emite radiación a temperatura T también absorbe radiación de un medio a temperatura Ts. Los objetos que emiten y absorben tienen flujo de calor [6].

Tabla 3.1. Resumen de los procesos de transferencia de calor [5].

MODO	MECANISMO	ECUACION/MODELO	PROPIEDAD DE TRANSPORTE O COEFICIENTE
Conducción	Difusión de energía debido al movimiento molecular aleatorio	$q_s^n \left(\frac{W}{m^2} \right) = k \frac{dT}{dx}$	K(W/m · k)
Convección	Difusión de energía debido al movimiento molecular aleatorio más transferencia de energía debido al movimiento global.	$q^n \left(\frac{W}{m^2} \right) = h(T_s - T_\infty)$	K(W/m ² · k)
Radiación	Transferencia de energía por ondas electromagnéticas	$q^n \left(\frac{W}{m^2} \right) = \epsilon \sigma (T_s^4 - T_{alr}^4)$ $q(W) = h_r A (T_s - T_{alred})$	ϵ $h_r \left(\frac{K}{m^2} \cdot k \right)$

3.2.6. Factores de confort térmico para establecimientos o áreas

- **Temperatura del aire**

La temperatura del aire se basa en la cantidad de calor o frío que contiene en un ambiente determinado, también indican ciertos valores a través de medidas dadas por un instrumento llamado termómetro de mercurio. Las relaciones existentes con otros factores ambientales se

consideran agradables, compensando así un rango de temperaturas ambientales, lo que también tiene mucho que ver con el uso de ropa adecuada.

- **Temperatura por radiación**

La temperatura de radiación es el calor emitido por los rayos solares, también por principios de temperaturas superficiales del entorno, de esta manera los datos de medición no se diferencian mucho de la temperatura del aire.

- **Humedad relativa del aire**

Para que el usuario este en confort la humedad de la piel es una función de la humedad del aire. De esta forma el aire seco absorbe la humedad y enfría el cuerpo naturalmente, la humedad relativa dentro de rangos confortables es viene siendo favorables para la salud del usuario [7].

- **Cantidad de aire**

Como en los procesos de acondicionamiento de aire se tienen incluso baja presión, se puede considerar al aire como un fluido incompresible y así la cantidad de aire existente en un local o área coincide con el volumen mismo. Su unidad de medida se hace en metros cúbicos (m^3) [8].

- **Caudal**

La definición de este término implica el aire estando en movimiento y también se relaciona con el tiempo en que circula. La unidad de representación se la hace metros cúbicos por hora ($\frac{m^3}{h}$) y, a veces también se lo representa en litros por segundo (l/s).

La fórmula para representar el caudal es la siguiente:

$$Q = v * CPH * f \tag{3.4}$$

En donde Q es el caudal, v el volumen del área, CPH las Renovaciones por hora que las podemos encontrar en la Tabla 3.2 y f es el factor de conversión en CPM.

Tabla 3.2. Pies cúbicos por hora (CPM).

Renovación del aire en locales habilitados	Nº Renovaciones/hora
Catedrales	0,5
Iglesias modernas (techos bajos)	1 - 2
Escuelas, aulas	2 - 3
Oficinas de bancos	3 - 4
Cantinas (de Fábricas o militares)	4 - 6
Hospitales	5 - 6
Oficinas generales	5 - 6

Continuación tabla 3.2. Pies cúbicos por hora CPM.

Bar del hotel	5 - 8
Restaurantes lujosos (espaciosos)	5 - 6
Laboratorios (con campanas localizadas)	6 - 8
Talleres de mecanizado	5 - 10
Tabernas (con cubas presentes)	10 - 12
Fábricas en general	5 - 10
Salas de juntas	5 - 8
Aparcamientos	6 - 8
Salas de baile clásico	6 - 8
Discotecas	10 - 12
Restaurante medio (un tercio de los fumadores)	8 - 10
Gallineros	6 - 10
Clubs privados (con fumadores)	8 - 10
Café	10 - 12
Cocinas domésticas (mejor instalar campana)	10 - 15
Teatros	10 - 12
Lavabos	13 - 15
Sala de juego (con fumadores)	15 - 18
Cines	10 - 15
Cafeterías y Comidas rápidas	15 - 18
Cocinas industriales (indispensable usar campana)	15 - 20
Lavanderías	20 - 30
Fundiciones (sin extracciones localizadas)	20 - 30
Tintorerías	20 - 30
Obradores de panaderías	25 - 35
Naves industriales con hornos y baños (sin campanas)	30 - 60
Talleres de pintura (mejor instalar campana)	40 - 60

- **Velocidad de aire**

El movimiento del aire influye netamente en la pérdida de calor cuerpo sucede por sistemas de convección y por evaporación, por lo general la velocidad del viento en un ambiente no se percibe. Las velocidades tienen un gran impacto en el medio ambiente ya que en algunos lugares son capaces de mover aire caliente y ganar renovación de aire para un correcto confort térmico en el ambiente.

La velocidad del aire con que circula un determinado caudal que atraviesa cierta sección de conductos de ventilación u otro espacio, viene dado por la siguiente fórmula:

$$V(m/s) = \frac{Q (m^3/h)}{3600 m^2} \quad (3.5)$$

En donde Q es el caudal y los 3600 es una constante establecida.

Esta velocidad determina una presión del aire en dirección a la circulación del mismo que se llama presión Dinámica (Pd) cuya fórmula es expresada a continuación:

$$Pd(mm \text{ c. d. a}) = \frac{v^2(m/s)}{16,3} \quad (3.6)$$

En donde v es la velocidad del aire y 16,3 es una constante.

Esta presión dinámica (Pd) sumada a la presión estática (Pe) que el aire conduce en todas las direcciones dentro del conducto o recinto, dan la presión total, lo que constituye la ecuación de Bernoulli, fundamental en el estudio de los fluidos (aire) en movimiento [8]. A la fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$P_t = P_e + P_d \quad (3.7)$$

En donde Pe es la presión estática y Pd es la presión dinámica.

3.2.7. Sistemas de ventilación

3.2.7.1. Tipos de Ventilación

La renovación del aire en cualquier estación de trabajo y área es necesaria para reemplazar los subproductos de la actividad de las personas o incluso de los procesos productivos. La ventilación se define como un proceso de renovación de aire ya sea sucio o viciado por un aire limpio [9].

Dentro de los tipos de ventilación que se disponen se destacan algunos, que los mencionaremos a continuación tales como la ventilación natural, la ventilación forzada y la ventilación híbrida.

- **Ventilación natural**

La ventilación natural se refiere al movimiento del aire la cual sucede el intercambio del aire que se da mediante aberturas de espacios que vienen a ser ventanas, puertas, etc. Se ocasiona por medio de contrastes de temperatura y las corrientes del viento, de este modo ambas trabajan de forma compuesta o espaciadas, la cual son necesarias por razones necesarias de un ambiente que es renovar el aire y con fines de climatizar [10].

El fin de la ventilación natural es:

- Es lograr la reforma del aire intrínsecamente en el ambiente.
- Es controlar la humedad de aire.
- Es renovar el aire con el objetivo de protegernos de patógenos contaminantes.
- Es auxiliar con la preparación de explícitas edificaciones.

Las diferencias de temperatura entre el exterior e interior y las diferencias de la presión de la infraestructura o área establecida por naturaleza del viento son el origen de las fuerzas que ocasionan el movimiento del aire necesario para lograr lo que se llama la ventilación natural.

En conclusiones generales se establece que la ventilación natural es bastante cuando en el área establecida no hay impactos de contaminación. Uno de los inconvenientes principales de la ventilación natural es la regulación, ya que en cada momento va a depender de las condiciones climatológicas del exterior y de la superficie de las aberturas de comunicación que se tiene con el exterior [11].

- **Ventilación forzada**

La ventilación de tipo forzada se ejecuta por medio de la creación falsificada de depresión o asimismo exterminios en conducciones donde se merma el aire a otras áreas. La ventilación se la puede realizar mediante extractores, ventiladores, unidades de tratamiento de aire u otros equipos que pueden ser accionados mecánicamente.

La ventilación forzada o ventilación mecánica elimina la dificultad de ajuste causada por la ventilación natural, y el flujo de ventilación es totalmente ajustable y controlable, pero al mismo tiempo consume electricidad. Otra de las ventajas de la ventilación forzada frente a la ventilación natural es que se puede aplicar en lugares como sótanos o estancias interiores de edificios que no tienen conexión directa con el exterior, ya que, su ventilación sólo se puede conseguir mediante conductos por los que circula el aire forzado por los aficionados.[8].

- **Ventilación híbrida**

En la intersección de la ventilación natural y mecánica, la ventilación híbrida es un nuevo concepto que incluye el uso de componentes y dimensiones de conductos de ventilación natural y soportes mecánicos de baja presión. Los soportes mecánicos se utilizan para soportar las fuerzas naturales del motor (viento y calor del viento) solo cuando es necesario y arrancan automáticamente.

La ventilación, cuando las condiciones de temperatura y presión ambiente son favorables, se renueva el aire a ventilación natural, cuando es desfavorable, como ventilación por extracción mecánica [12].

De forma que, la ventilación híbrida basada en el principio de funcionamiento mecánico estático, que incluye la renovación del aire cuando las condiciones de temperatura y presión ambiente son favorables (p. ej., ventilación natural) y desfavorables (p. ej., ventilación mecánica por aspiración). Por tanto, la ventilación mixta tiene dos modos de funcionamiento: en modo ventilación natural, ventilación o viento. Considere el flujo de aire térmico debido a las diferencias térmicas y la altura de la columna. El viento actúa sobre la fachada (ventilación horizontal) y los conductos de salida (efecto Venturi). Bajo ventilación mecánica, mediante

activación automática por dispositivos electromecánicos, mediante sensores de temperatura, presión o caudal [13].

3.2.7.2. Sistema de climatización

Un sistema de climatización es un circuito con capacidad de regulación térmica o ambiental como la calefacción o el aire acondicionado, en otras palabras, controla la temperatura próxima en un área determinada, mediante diferentes dispositivos interconectados, también, en un espacio cerrado se puede mantener una humedad neta, el fin principal de la adquisición de este tipo de instalación es obtener un ambiente confortable [14].

- **Circulación de aire por ductos**

Para ventilar un espacio, un área cerrada o una máquina, ya sea soplando o extrayendo aire, generalmente mediante conductos hacia el ventilador/escape, un conducto más largo o corto, en una dirección u otra o secciones que se cruzan. El flujo de aire a través de este conducto absorberá la energía del impulsor/escape del ventilador debido a la fricción con las paredes, cambios de dirección u obstrucciones en el camino. La rentabilidad de la instalación exige que esta parte del consumo energético se mantenga al mínimo. Como el consumo de un ventilador es directamente proporcional a la presión total (Pt) a que trabaja, podemos constatar que, de no cuidar el diseño de una canalización, puede darse el caso de gastar mucha más energía de la necesaria [13].

3.2.8. Pérdida de carga

A la coacción del aire necesaria para dominar la fricción en un canal, que es la que establece el consumo de energía del instrumento, se le llama pérdida de carga. Se calcula a base de la longitud de la conducción, el llamado diámetro hidráulico, la velocidad y densidad del aire y el coeficiente de frotamiento, de la rugosidad de las paredes, de las dimensiones y la disposición del mismo.

- **Tramos Rectos**

La forma práctica de hacerlo es utilizar registros establecidos sobre la base de todos los conocimientos técnicos necesarios y válidos para tuberías de rugosidad normal de materiales de uso común. El nomograma de la Figura 3.2 muestra uno de ellos para secciones circulares y un coeficiente de fricción $\lambda = 0,02$ (plancha de hierro galvanizada) [13].

- **Conductos rectangulares**

Si la sección transversal del conducto no es circular, lo que suele ser el caso en los sistemas de ventilación rectangulares o cuadrados, primero es necesario determinar la sección transversal circular equivalente, es decir, la sección transversal es la misma que la del orificio de entrada del conducto [13].

El diámetro equivalente puede determinarse de forma práctica por medio de la gráfica de la Figura 3.2

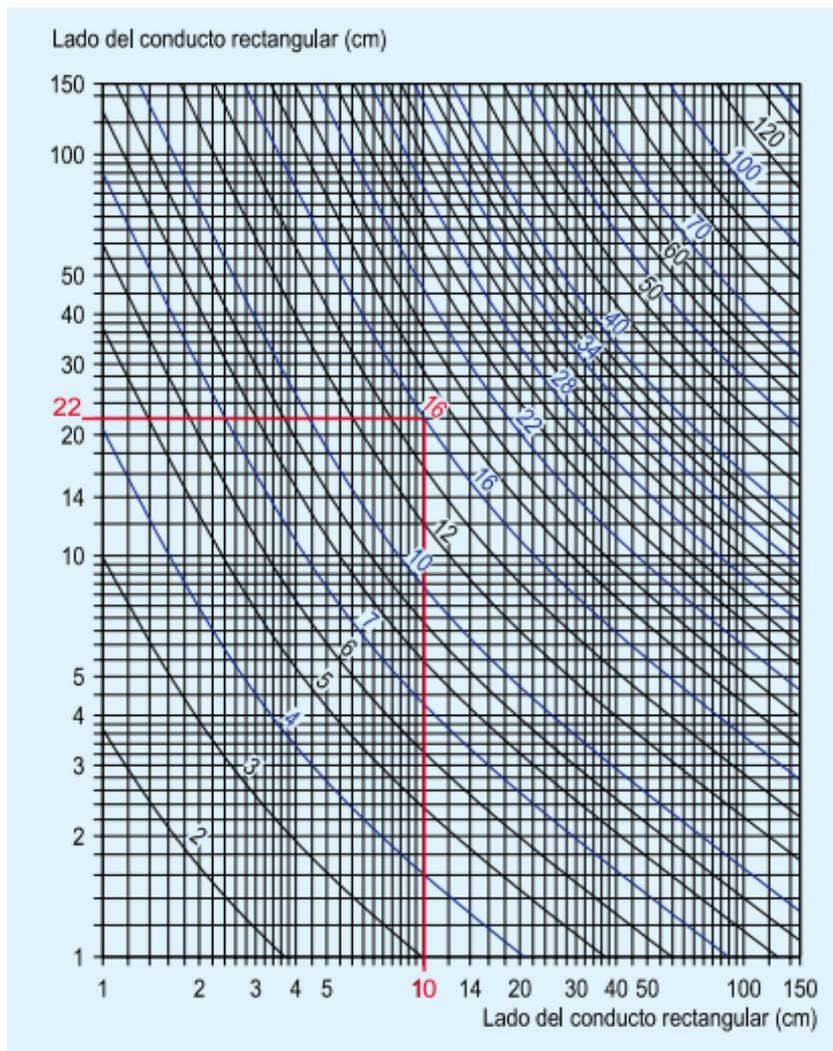


Figura 3.2. Diámetro de un conducto rectangular con igual pérdida de carga [13].

- **Productividad**

La productividad es acreditada como la correspondencia efectiva entre el volumen total de elaboración y los elementos utilizados para lograr dicho nivel de elaboración, es decir la razón entre las salidas y las entradas. Además, se entiende como la forma en que se utilizan los

factores de producción en el desarrollo de productos y servicios para satisfacer las necesidades de la sociedad, agregándose que es un factor estratégico en el desarrollo de productos y servicios. Organizaciones, porque los productos y servicios no pueden competir sin ellos. Fabricado con altos estándares de productividad. Generalmente, cuando hablamos de productividad, nos referimos a un proceso en el que factores y actividades interfieren en el logro de resultados y cuando hay mejoras, esas mejoras se traducen en que menos o la misma cantidad de recursos para lograr ventajas o el resultado superior correspondiente [15].

Medición de la productividad

$$Productividad = \frac{producción}{horas trabajadas} \quad (3.8)$$

- **Eficiencia**

A través de estos criterios se asume que la productividad está relacionada con el producto, el insumo y el capital humano, según los objetivos a corto, mediano y largo plazo que se han delimitado para alcanzar el desarrollo. Con este posicionamiento se evidencia que para la presente investigación se tendrá en consideración que la productividad y la eficiencia no son sinónimos, ya que la segunda alude a la producción de bienes en el menor tiempo posible, sin que ello afecte la calidad, en su lugar se busca incrementarla.

Siendo más específico se dice que la eficiencia indica en qué grado el producto realmente necesario se genera con los insumos disponibles, así como el uso de la capacidad disponible. La medición de la validez revela la correspondencia entre beneficio, materia y el grado de uso de los elementos conferidos con la capacidad total (potencial). Este indicador muestra dónde se ocasionan las ineficiencias. Por tanto, con la determinación de la producción y la eficiencia se identificarán dónde están las fortalezas y debilidades del sector cacaotero ecuatoriano desde una concepción holística, es decir se considerarán factores económicos y sociales que influyen y determinan su alcance [16].

- **Medición de la eficiencia**

La fórmula de la eficiencia viene expresada por la siguiente fórmula:

$$Eficiencia\ de\ producción = \frac{tasa\ de\ salida\ real}{tasa\ de\ salida\ estándar} \times 100 \quad (3.9)$$

3.2.9. Automatización

La automatización que se da en los procesos industriales engloba a la clasificación de la automatización, la cual permite mejorar el rendimiento en la producción, además es controlar de manera parcial por el individuo, ya que gracias a una serie de comunicación que se da en un sistema cerrado o ya sea a su vez en un sistema abierto, cuenta con elementos de control teniendo como prioridad los elementos computarizados los cuales sustituyen a los operarios de dicho proceso [17].

- **Sistema de control**

Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema [18].

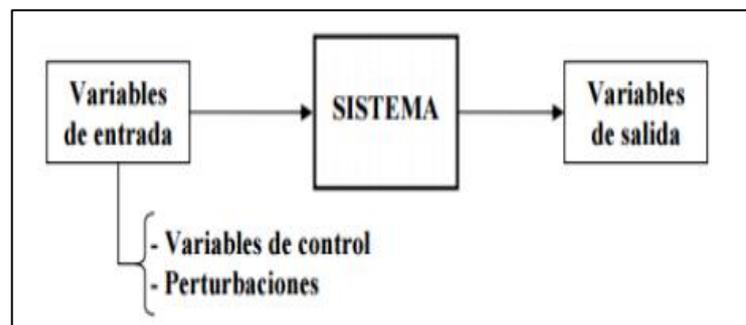


Figura 3.3. Sistema de control [18].

3.2.10. Tipos de Sistema de control

3.2.10.1. Control en lazo abierto

Estos se determinan porque las variables en el proceso entran directamente a la salida de control esperando que se efectúe una ocupación determinada [19].

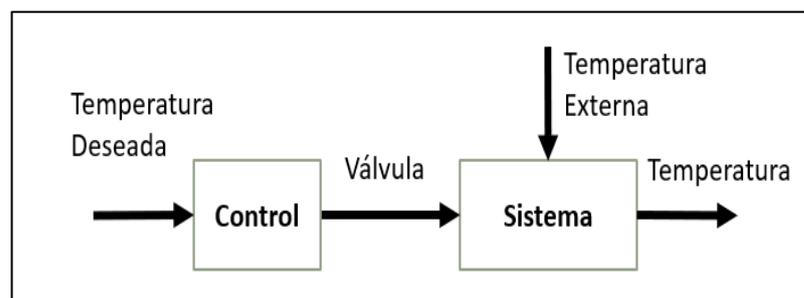


Figura 3.4. Lazo de control abierto [19].

3.2.10.2. Control en lazo cerrado

A diferencia del control en lazo abierto este cuenta con una realimentación desde la salida del proceso hacia la acción de entrada del control, permitiendo así verificar las acciones que se le indican a los actuadores [19].

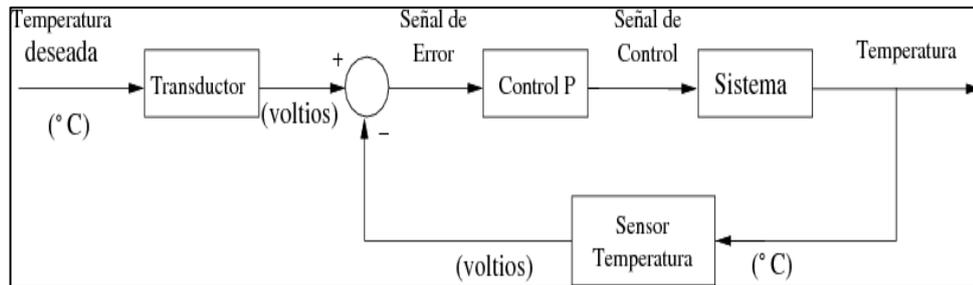


Figura 3.5. Lazo de control cerrado [19].

3.2.11. Simulación

Para entender el funcionamiento de la problemática que se presenta, la simulación se la realizará de la variación de la temperatura del proceso de producción del turrón de miel de abeja. Para la simulación en un software como una herramienta tecnológica, se debe tomar en cuenta la definición según el tema de estudio, de la cual tenemos que será los estudios térmicos el tema principal para este software.

El análisis térmico calcula las distribuciones de temperatura, los gradientes de temperatura y los flujos de calor en un objeto debido a los mecanismos de conducción, convección y radiación. Los estudios térmicos pueden ayudarlo a evitar condiciones térmicas adversas, como el sobrecalentamiento y el derretimiento.

- **SolidWorks**

La simulación se realiza en SolidWorks, que es un Software de diseño 2D y 3D que ofrece un sin número de soluciones para cubrir todos los aspectos que se requieran en el proceso. La variación de temperatura del área de producción, como se muestra en la Tabla 5.6 son datos que se caracteriza en el proceso de producción, los cuales se pretende simular.

Además, se simula con otros programas los cuales nos sirven para la programación del sistema tales como:

- **Cade_Simu**

Es un programa electrotécnico, el cual permite realizar los diagramas de control y de mando el cual se realiza la simulación de todo el sistema con el PLC que se elija.

- **LOGO! Soft Comfort**

Es un software multilingüe que se utiliza para la creación de las programaciones para LOGO! en el PLC. Para la programación de nuestro sistema se usa este software en lenguaje Ladder para la conexión y simulación del sistema.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Para la elaboración del presente proyecto de investigación a continuación se presentan los siguientes métodos de estudio e investigación.

4.1.1. Método analítico

Se utiliza el método analítico ya que permite analizar un sistema de interferencia de calor, quiere decir que dicho método se centra en descomponer el objeto de estudio para conocer los elementos principales detrás del tema que se está investigando con el propósito de tener un amplio y profundo conocimiento, descubriendo información relevante que ayude al proyecto investigativo.

4.1.2. Método deductivo

Se aplica el método deductivo para analizar las partes del proceso productivo, para después inducir los conocimientos adquiridos gracias a las fuentes bibliográficas, con esto aplicarlos en el estudio del proyecto investigativo del desarrollo de un sistema de intercambio de calor.

Dicho método considera de forma detallada cada método, instrumento, temas y subtemas que se utilizaron en la elaboración del proyecto de investigación, al igual que nos permite establecer las conclusiones y recomendaciones.

4.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Uno de los tipos de investigación empleados en el actual proyecto de investigación es: bibliografía-documental y descriptiva, puesto que es necesario realizar varios análisis referentes al desarrollo de un sistema de intercambio de calor, además que es de suma importancia la investigación referente a la caracterización de las condiciones térmicas del ambiente externo e interno del área de producción.

4.2.1. Investigación de campo

Para la implementación de este método de investigación de campo se efectúa las visitas in situ, lo cual nos permite elaborar el levantamiento de información y datos requeridos para

documentar el proceso actual y además de conocer las condiciones térmicas que se encuentra en el área de producción de la microempresa Miele&Sweet, con el fin de dar una propuesta para la solución de la problemática.

4.2.2. Investigación bibliográfica-documental

En el transcurso de dicho proyecto se realiza una investigación tipo bibliográfica-documental, el cual consiste en una serie de pasos dirigidos a la captación y recopilación de información, el cual permita la adquisición de nuevos conocimientos referentes a un sistema de interferencia de calor, tomando en cuenta qué materiales y qué tipos de software pueden ser útiles para el desarrollo del presente proyecto investigativo.

4.2.3. Investigación descriptiva

Dicha investigación describe el análisis comparativo del funcionamiento de un sistema de intercambio de calor dentro del área de producción de turrónes, para definir todas las características del planteamiento del caso de estudio, describiéndolo y graficando con herramientas de evaluación y control de condiciones térmicas, con la finalidad de dar una propuesta para la resolución del problema que suscita en el área de producción.

4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

4.3.1. Observación

En esta técnica es fundamental observar en primera instancia el proceso de elaboración del turrón, con el cual se puede identificar la causa al problema de elevación de temperatura, con la finalidad de documentarlo por medio de diagramas, tanto de flujo y de proceso.

4.3.2. Lectura comprensiva

Dicha técnica está presente en todo el trascurso de elaboración del proyecto investigativo con el fin de tener una interpretación y comprensión de textos, teniendo un análisis de la información de diferentes autores para obtener una dirección clara con la culminación de dicho trabajo.

4.3.3. Recolección de información

Este método permite la recopilación y la medición de la información para obtener un panorama completo de las condiciones térmicas, siendo indispensable la visita a la microempresa Miele&Sweet, para observar el proceso y posteriormente la realización de cálculos, además se

toma las medidas del área de producción con el fin de plasmarlos para una mejor interpretación de las condiciones.

4.3.4. Sistematización de información

Se utiliza este tipo de técnica ya que permite la interpretación, orden y clasificación de los datos e información obtenidos en las diferentes fuentes bibliográficas, siendo una base para la ejecución de un mejor análisis dando como resultado un gran desempeño en el proyecto de investigación, llevando una información verídica y versátil.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se establece por cada uno de los objetivos planteados en el proyecto de investigación los resultados a las actividades, a continuación, se detalla:

5.1. ACTIVIDADES DEL PRIMER OBJETIVO

Caracterizar las condiciones de temperatura existentes en el área de producción en la que se va a desarrollar el proyecto para la determinación del estado actual del sistema productivo.

5.1.1. Visita in situ a la microempresa Miele&Sweet

La visita in situ es un reconocimiento de cómo se encuentra la empresa a nivel organizativo, como también las operaciones que se llevan a cabo en los procesos productivos, el cual se realiza de manera presencial con un recorrido por todas las áreas que dispone la microempresa, para tener un reconocimiento visual de los procesos con deficiencia o problemáticas que tiene el lugar y que afecte a la producción en el proceso de elaboración del turrón, siendo uno de sus productos con más demanda que presenta la microempresa Miele&Sweet, para las respectivas lecturas de las temperaturas se utiliza el medidor de estrés térmico.



Figura 5.1. Toma de datos en el área de producción

Para un reconocimiento de la microempresa Miele&Sweet, se da a conocer los principales datos como es una reseña histórica, misión, visión y su organigrama empresarial que a continuación se presenta:

Tabla 5.1. Datos de la microempresa Miele&Sweet.

Datos de identificación	
Razón social	Miele&Sweet
Propietario	Carlos Sandoval
Tipo de empresa	Microempresa
Dirección	Pichincha, Mejía, Machachi, Urbanización el Porvenir
Teléfono	0997477444

- **Misión**

Miele&Sweet tiene como misión producir y comercializar en estado puro, lo más noble y maravilloso de la naturaleza, productos de la colmena en estado natural, garantizando así a nuestros clientes las excelentes propiedades alimenticias, nutritivas y medicinales, bajo los parámetros de responsabilidad social, económica y ambiental.

- **Visión**

Constituirnos en un periodo de 10 años como una microempresa modelo en el mercado nacional, en dar valor agregado a los productos de la colmena particularmente a la miel de abeja.

- **Reseña histórica**

Miele & Sweet es una microempresa dedicada a elaborar productos derivados de la miel de abeja tales como propóleos, manjares ,polen y turroneos siendo uno de los productos estrella en el mercado, dicha microempresa surge hace 15 años atrás por la necesidad de darle valor agregado a los productos de la colmena siendo la miel de abeja la materia prima más importante de Miele&Sweet, en sus inicios la microempresa empieza a generar productos con valor agregado como el turrón, siendo que optan por un sistema básico de elaboración e higiene del producto ya mencionado, conforme con el pasar de los años se ve la necesidad de implementar técnicas y métodos, con el propósito de adaptar y obtener un producto óptimo que satisfaga las necesidades del cliente, adquiriendo el cumplimiento de los requerimientos de las normas de inocuidad de alimentos vigentes a nivel nacional, dando paso a la implementación de un sistema de inocuidad como de las BPM para obtener los registros sanitarios respectivos con lo que respecta a los turroneos, por ende cada producto posee su respectivo registro sanitario,

logrando penetrar en más mercados, siendo así que aumenta su capacidad de producción, no siendo solo productos local sino a nivel nacional.

- **Organigrama empresarial**

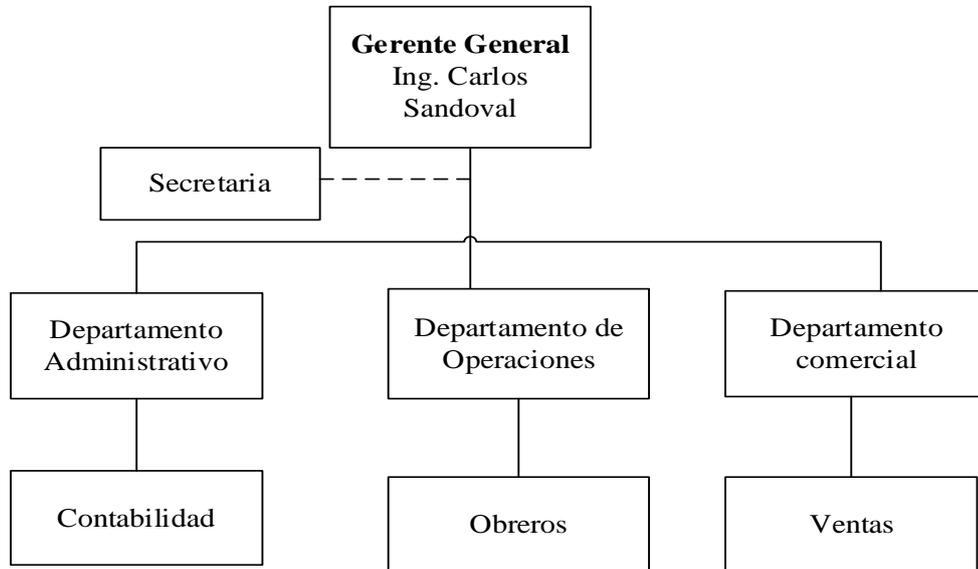


Figura 5.2. Organigrama Miele&Sweet.

5.1.2. Recopilación y caracterización del proceso productivo

En el proceso de elaboración del turrón de miel de abeja, a partir de la mezcla de diferentes insumos, se toma en cuenta las características de la materia prima, los mecanismos que se usan, las máquinas y los procesos que se utilizan en todo el proceso de elaboración del producto llamado turrón que tiene la microempresa.

- **Materia prima**

- ✓ **Miel de abeja:** La miel es un fluido bastante dulce y viscoso que es producido por las abejas, a partir del néctar de las floraciones en los campos agrícolas.
- ✓ **Glucosa:** Es un ingrediente utilizado ampliamente en la microempresa principalmente por tener sus características como edulcorante calórico. Las aplicaciones más usuales son en los caramelos y dulces de gomita.

- **Maquinaria**

Las maquinarias utilizadas en el proceso de producción aumentan y aceleran los procedimientos en la microempresa, además ahorra esfuerzos físicos de los trabajadores y facilita el comercio para satisfacer muchas necesidades de las personas. Las máquinas usadas en el proceso de elaboración del turrón de miel de abeja se detallan a continuación.

Las marmitas son recipientes de tamaño industrial que se utiliza para calentar, cocinar, mezclar y almacenar grandes cantidades de alimentos como salsas, conservas y en esta ocasión la masa del turrón.

Tabla 5.2. Máquinas utilizadas en el proceso de producción

Máquina/equipo	Descripción	Voltaje (V)	Potencia (W)
Marmita 1	Máquinas para realizar diferentes procesos en los que se involucren transferencia de calor en forma indirecta.	110	3355
Marmita 2	Máquinas para realizar diferentes procesos en los que se involucren transferencia de calor en forma indirecta.	220	2640
Cortadora	Máquina especialista en realizar los cortes del turrón en las medidas requeridas.	110	924
Selladora	Máquina especialista en sellar las fundas y poner datos de precio y caducidad	110	70

- **Mapa de procesos**

La microempresa Miele&Sweet establece procesos que se intercomunican unos con otros para hacer una organización funcional y cumplir con expectativas para el cliente y favorecer la economía de la microempresa, estos procesos son representados en un mapa de procesos en la Figura 5.3.

Se presenta una visión general en tres categorías como son los procesos estratégicos, procesos operativos y procesos de apoyo de la microempresa. Se ostenta los vínculos de conexión que tienen cada uno de los procesos y subprocesos en cuanto a la relación con los clientes.

Los procesos estratégicos son simplemente los que llevan el funcionamiento y cumplimiento de metas y tienen la responsabilidad de todo lo administrativo para una buena ejecución de los productos. Los procesos operativos son una esencia de la microempresa, ya que de ellos depende que se desarrolle el trabajo y se dé cumplimiento a la demanda requerida, en esta ocasión en la microempresa Miele&Sweet la labor física la realizan los operarios y al final tenemos los procesos de apoyo que forman parte para el soporte de la microempresa para completar todas las actividades.

Se muestra la clasificación de todos los procesos y subprocesos para la elaboración de turrón de miel de abeja. Esta información representada en la ilustración es generalizada con el fin de propiciar el levantamiento de los procesos.

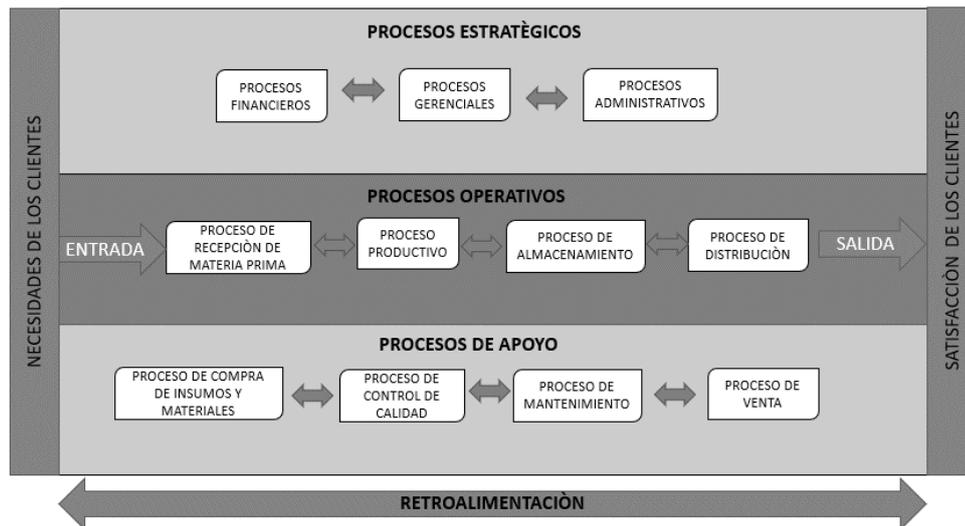


Figura 5.3. Mapa de procesos.

- **Procesos estratégicos**

- ✓ **Procesos financieros:** Este proceso es definido como los planes con sentido económico que permite el uso del dinero o los bienes de la microempresa, haciéndolos a la misión y visión en operaciones con fines económicos.
- ✓ **Procesos gerenciales:** En este proceso se toma decisiones para una buena ejecución de los planes y actividades para asegurar una correcta función de la toda la microempresa.
- ✓ **Procesos administrativos:** Aquí se define todos los planes que se puedan llegar a los objetivos, atribuyendo tareas y funciones bajo un grado de responsabilidad para un bienestar de la microempresa.

- **Procesos operativos**

- ✓ **Proceso de entrada (cliente):** En este proceso se recibe las necesidades que los clientes requiere, identificando la oferta.
- ✓ **Proceso de recepción de materia prima:** En este proceso se recepta la materia prima que es la miel de abeja que previamente fue cosechada de las colmenas.
- ✓ **Proceso productivo:** En este proceso se inicia la elaboración del turrón de miel de abeja en el área de producción bajo previo aviso requerido por los clientes.
- ✓ **Proceso de almacenamiento:** En este proceso se almacena los productos elaborados en el área de producción de la microempresa y posteriormente ser repartido de acorde a los pedidos de los clientes.
- ✓ **Proceso de distribución:** El proceso de distribución se lo hace mediante encomiendas para pedidos de provincia y entrega a domicilio para clientes que residen en la provincia mismo.

- ✓ **Proceso de salida (cliente):** Cuando se almacena el producto elaborado se hace la distribución de los pedidos para cada cliente, que a su vez se lo usa de diferentes maneras como compra y reventa.
- **Procesos de apoyo**
- ✓ **Proceso de compra de insumos y materiales:** En este proceso se realiza la compra de insumos como maicena, maní, limón y arroz crocante que son usado para la elaboración del producto.
- ✓ **Proceso de control de calidad:** Este proceso se lo realiza mediante un control de calidad visual, ya que no cuenta con herramientas especializadas para este proceso.
- ✓ **Proceso de mantenimiento:** Se realiza mensualmente un mantenimiento a la maquinaria que se utiliza para la producción, controlando variables como las temperaturas, corrientes y circuitos de los equipos.
- ✓ **Proceso de venta:** En este proceso todos los productos elaborados en el área de producción pasan a ser vendidos y entregados a diferentes clientes para su posterior consumo.
- **Rangos de temperatura del turrón de miel de abeja**

La medición de temperatura para el producto es útil para detectar el rango permisible que pueda soportar, con ella, se toma medidas para el control de esta variable mediante dispositivos y ver si son efectivos o no.

El producto estrella del turrón de miel de abeja mantiene un rango de temperaturas de 17 a 23°C para estar en condiciones aptas para una buena manipulación del producto. La humedad para el turrón tiene un rango admisible de 62 a 75%, con la finalidad de estar en condiciones de una buena calidad.

Tabla 5.3. Rangos de temperatura del turrón

	Condiciones de diseño del producto	
	Temperatura (°C)	Humedad (%)
	17 a 23	63 a 75

- **Proceso de producción del turrón de miel de abeja**

Pasos establecidos para la elaboración del turrón de miel abeja, utilizando máquinas o equipos que a continuación se detallan los procesos a seguir:

- ❖ **Preparación de insumos:** 10,5 lb de glucosa, 7,5 lb de azúcar, 1L de agua, clara de 105 huevos, jugo de 12 limones, 1,5 Kg de miel, 5,5 lb de maní pelado y 1 lb de arroz crocante
- ❖ **Cocción de insumos:** Se mezcla la glucosa, azúcar y el agua en una olla para hacer hervir hasta tener un líquido denso.
- ❖ **Preparación de máquina:** Se procede a calentar la Marmita 1 por un tiempo de 5 min con GLP
- ❖ **Batido de la albúmina:** Se bate la clara de los huevos hasta tener una textura espesa.
- ❖ **Mezclado:** Se mezcla el líquido denso obtenido por la cocción de insumos con la albúmina y se enciende la máquina.
- ❖ **Encendido:** Se enciende el GLP en la Marmita 1, y así la presión se eleve constantemente hasta 15 PSI.
- ❖ **Agregar:** Mientras está haciendo el mezclado en la marmita se agrega el jugo de limón y la miel de abeja.
- ❖ **Inspección:** Se procede a revisar que la presión de la marmita no sobrepase los 15 PSI, sino se reduce la presión bajando la intensidad del GLP.
- ❖ **Cocción de la masa del turrón:** Se deja en la marmita durante 3 horas y medio para su batido y mezclado correctamente hasta una presión de 15 PSI.
- ❖ **Cuadro de molde:** Se fija un cuadro de acero inoxidable de 11 mm de altura en la mesa de moldeado como molde, en el cual se coloca una capa de maicena dentro de la superficie del cuadro metálico.
- ❖ **Inspección:** Al final de las 4 horas se hace una inspección de la masa para saber su punto final.
- ❖ **Agregar insumos:** Se agrega el maní y el arroz crocante cuando la masa está en su punto.
- ❖ **Moldeado:** Se pasa la masa del turrón en su punto de la marmita a la mesa de trabajo en donde se encuentra el cuadro de molde.
- ❖ **Aplanado:** Se moldea la masa del turrón en forma de plancha con un grosor de 12 mm.
- ❖ **Limpiado:** Se limpia la maicena que queda en la plancha de turrón para pasar a la mesa de corte.
- ❖ **Corte:** Se corta las planchas en tiras de 6 cm de ancho.
- ❖ **Corte final:** Se corta las tiras con una medida de 3,5 cm de largo.
- ❖ **Empaque:** Se coloca los turrones cortados de 6 cm de ancho por 3,5 cm de largo en fundas de 3x4 de celofán.
- ❖ **Sellado:** Se coloca los turrones empaquetados en la máquina de llenado para su debida impresión de fecha y precio.

- ❖ **Almacenamiento:** Se coloca los productos terminados en la bodega de almacenamiento de productos terminados.

Ver Anexo S

- **Diagramas de Flujo**

En primera instancia se requiere estudiar el método actual de trabajo del área de producción en la microempresa Miele&Sweet que posee un método de trabajo que se detalla en el diagrama de flujo, con el fin de describir el proceso. Este tipo de diagrama se usa ampliamente en numerosos campos para documentar, estudiar, planificar y comunicar procesos que suelen ser demasiados complejos en un diagrama claro y fácil de comprender. Ver Anexo A

Se usa los símbolos presentados en la Tabla 5.4 a continuación:

Tabla 5.4. Simbología usada para el diagrama de flujo

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio/final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de flujo	Conexión entre la actividad anterior con la siguiente.
	Entrada/salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida.
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación.
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso.

- **Diagrama de Operaciones**

En este diagrama se muestra los cambios de una operación en todo el proceso. Igualmente, se evidencia en una secuencia cronológica adecuada las operaciones e inspecciones en todo el proceso, además, el diagrama en sí mismo constituye en una distribución exacta de todo el proceso de la microempresa.

Ver Anexo B

- **Descripción del Layout actual de la microempresa Miele&Sweet**

La microempresa Miele&Sweet cuenta con varias áreas donde se realizan sus diferentes operaciones, la cual el área de producción cuenta con diferentes puestos de trabajo en donde se llevan a cabo la elaboración del turrón de miel de abeja. Ver Anexo C

5.1.3. Medición de temperaturas en el área de producción para conocer los puntos críticos

5.1.3.1. Variación de temperatura en el proceso

Tabla 5.5. Abreviaciones para la tabla de temperatura

Abreviación	Significado
M.T	Mesa de trabajo
M1	Marmita turronera 1
M2	Marmita turronera 2
C.I	Cocina industrial
M.M	Mesa de moldeado
C	Cortadora
E	Empacadora

En la Tabla 5.6 son las mediciones de temperaturas en el área de producción tomadas en la jornada laboral, en donde se puede notar que a raíz que avanza el día las temperaturas comienzan a tener variaciones en cada puesto de trabajo, llegando así a un punto máximo en donde es la temperatura máxima en toda el área que es una de las causas que el producto padece.

Tabla 5.6. Medición de temperaturas en el área de producción

HORA	TEMPERATURAS EN °C							
	M.T	M1	M2	C.I	MM	C	E	PRO
07:00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
07:30	15,20	15,50	15,30	15,50	15,20	15,70	15,60	15,43
08:00	17,30	18,00	17,80	18,50	16,50	16,50	16,80	17,34
08:30	18,10	18,10	18,10	18,70	18,70	18,70	18,70	18,44
09:00	18,00	18,50	19,40	19,20	19,20	19,20	19,30	19,90
09:30	18,70	20,00	20,40	20,10	20,10	20,10	19,90	20,76
10:00	18,50	22,50	21,60	20,80	20,80	20,80	20,30	21,76
10:30	18,70	23,20	22,60	22,10	22,10	22,10	21,50	22,98
11:00	19,20	25,10	24,20	23,30	23,30	23,30	22,45	23,96
11:30	19,80	26,20	25,50	24,30	24,30	24,30	23,30	24,95
12:00	20,10	27,00	26,60	25,40	25,40	25,40	24,75	24,74
12:30	20,00	27,10	26,90	26,50	26,50	26,50	25,73	25,60
13:00	20,20	27,50	27,10	27,40	27,40	27,40	27,08	26,30
13:30	21,00	27,40	27,28	27,20	27,30	27,40	27,25	26,38
14:00	21,52	27,35	27,02	27,10	27,00	27,10	27,20	26,33

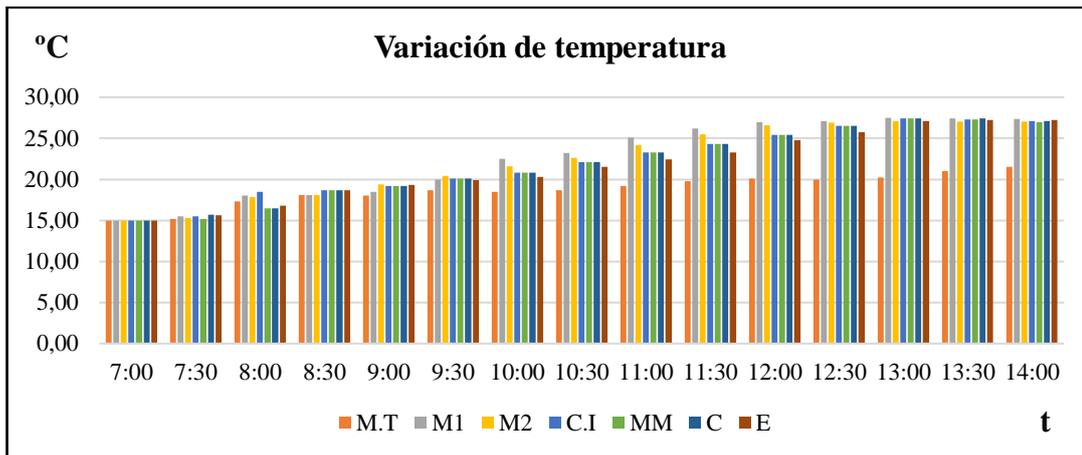


Figura 5.4. Gráfico de variación de temperatura

El análisis de la gráfica respectiva, se constata el aumento de la temperatura en relación con el tiempo. Ciertas estaciones de trabajo tienen un mayor aumento o variación, ya que estas son las zonas de los puntos críticos en donde la temperatura es más alta, siendo el lugar en donde se pretende mantener un control sistemático de la temperatura, para un control de calidad para el turrón.

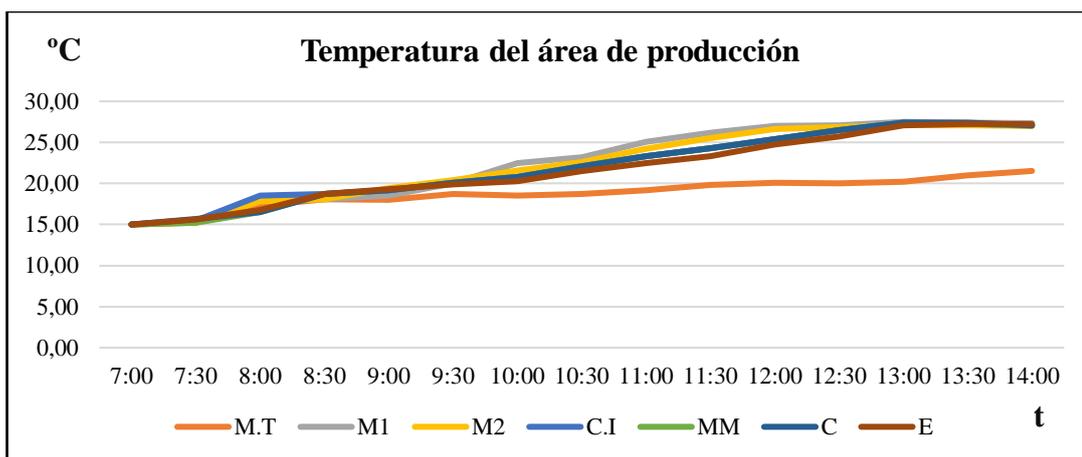


Figura 5.5. Comportamiento de la temperatura en el proceso

La mesa de trabajo es una de las estaciones en la cual la temperatura no tiene un gran aumento en su variación, al contrario, en la marmita es la que mayor variación presenta en la temperatura puesto que en este lugar de trabajo es la principal fuente en donde el calor inicia y se dispersa en toda el área de producción.

5.1.3.2. Variación de humedad en el proceso productivo

La humedad es también una de las variables que el área de producción tiene como problemática para la producción, ya que esta variable es dependiente de la temperatura o el lugar de la residencia.

Tabla 5.7. Medición de humedad en el área de producción

Hora	Mesa de trabajo (%)	Máquinas (%)	Mesa De Moldeado (%)	Corte (%)	Empaque (%)
07:00	87	89	85	85	85
07:30	87	85	83	84	84
08:00	84	81	84	83	83
08:30	80	82	79	81	82
09:00	86	83	78	84	82
09:30	89	85	84	80	81
10:00	88	75	79	75	75
10:30	85	68	75	73	74
11:00	86	67	70	68	69
11:30	83	60	69	64	65
12:00	83	57	62	65	65
12:30	81	57	61	65	65
13:00	82	57	61	65	65
13:30	82	56	60	64	64
14:00	80	55	60	64	64

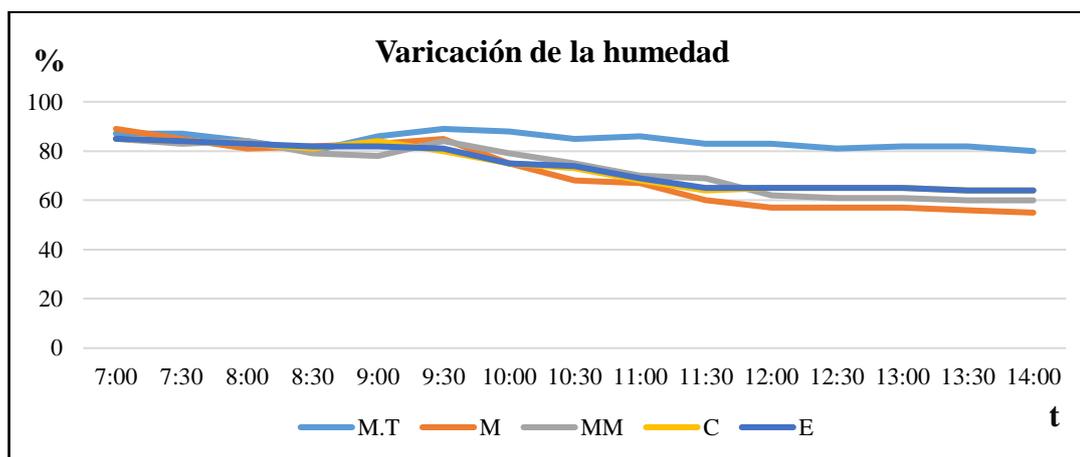


Figura 5.6. Gráfico referente a la variación de la humedad

La humedad relativa en el área de producción tiene un comportamiento directo con la temperatura, conforme se eleva la temperatura en el área de producción la humedad relativa tiende a bajar. Y mientras, que se para o se finaliza la producción la humedad se mantiene constante hasta tener un cambio por las condiciones climáticas exteriores.

5.1.3.3. Temperaturas del clima exterior

- **Caracterización de temperatura de Machachi en Google Earth**

Google Earth es una aplicación que permite ver datos históricos referentes a las temperaturas de alrededor del mundo, las cuales dependerán de los registros de actualizaciones de los centros de Meteorología e Hidrologías, se establece de esta manera los resultados en donde se puede observar en el cantón Mejía, parroquia de Machachi, la temperatura oscila desde el año 2015 entre 11,46 °C hasta el año 2019 en 11,39° C. Ver Anexo E

Según el Instituto Nacional De Meteorología e Hidrología (INAMHI), el reporte final de la temperatura a tener toda la ciudad de Quito incluyendo a la parroquia de Machachi, se proyecta un rango de temperatura de 11⁰C a 22.02⁰C ver en la Figura 5.7 esto hasta el mes de diciembre del 2021, con este reporte el rango de temperatura a inyectar dentro de los puestos de trabajo de la microempresa Miele&Sweet son las correctas por lo que se puede generar el proyecto.

- **Proyección de temperatura para enero**

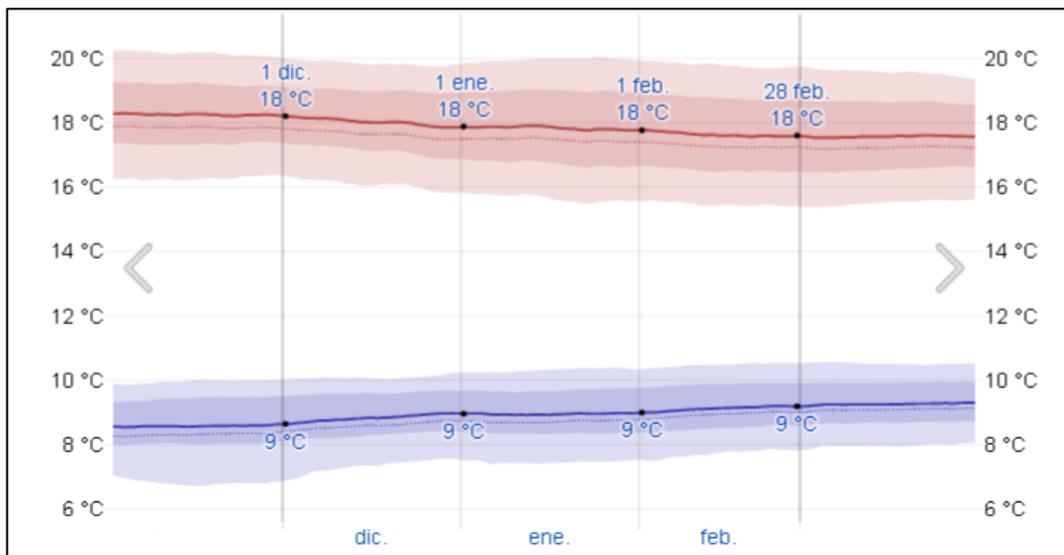


Figura 5.7. Proyección de temperatura en enero [20].

Según la página del INAMHI, para el mes de enero se obtiene un rango de temperatura de 9⁰C hasta un 20⁰C por lo que se mantiene el rango permitido para mantener las condiciones óptimas para la inyección del aire en la microempresa ya mencionada.

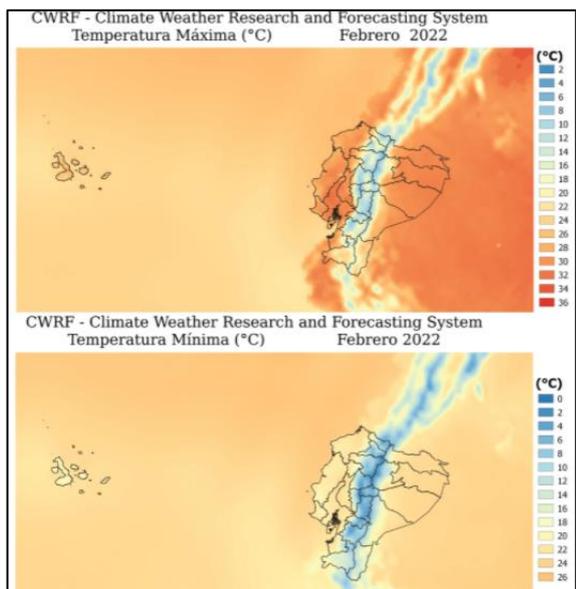


Figura 5.8. Proyección de temperatura Febrero [20].

Según el INAMHI proyecta para el mes de febrero un rango permisible de 14⁰C a 16⁰C, además en el Anexo F se llega a la conclusión que en la parroquia de Machachi generalmente se tiene temperaturas de rangos permitidos para generar el proyecto de investigación en donde se desarrolla un sistema de ventilación forzada, con el fin de inyectar el aire, puesto que, dentro de las instalaciones se elevan las temperaturas, provocando complicaciones al producto del turrón.

5.1.4. Cálculos de Productividad y Eficiencia

Tabla 5.8. Producción de una semana

PRODUCCIÓN MIELE&SWEET	
Día	Unidades producidas
1	705
2	652
3	670
4	644
5	659
Promedio	666

- **Productividad**

La productividad es simplemente la cantidad de producción que se genera en una hora de trabajo. Básicamente nos referimos a una medición de la eficiencia de todo el proceso de producción de la microempresa Miele&Sweet.

Como se observa en la Tabla 5.8 se toma la producción de 5 días de trabajo consecutivamente y se realiza un promedio para obtener el número de unidades elaboradas semanalmente en una jornada de 7 horas al día, esta cantidad es el resultado de recuperar las 15 unidades defectuosas.

Se procede a calcular la productividad de la microempresa Miele&Sweet, como se observa en el cálculo siguiente obtenemos una productividad de 93 unidades por hora.

Como se sabe que la fórmula de la productividad descrita anteriormente fórmula es la siguiente

$$Productividad = \frac{producción}{horas trabajadas} \quad (3.8)$$

$$P = \frac{p}{T}$$

En donde:

P: Productividad en unidades por hora (u/h)

p: Producción en unidades (u)

T: Jornada laboral en horas (h)

$$P = \frac{651 u}{7 h}$$

$$P = 93 u/h$$

- **Eficiencia**

La eficiencia de producción es básicamente una etapa en la que un sistema no puede producir algún producto adicional sin intervenir en la producción de cualquier otro producto de la misma empresa.

Para calcular la eficiencia de producción se utiliza la siguiente fórmula, descrita anteriormente como fórmula la cual se obtiene:

$$Eficiencia de producción = \frac{tasa de salida real}{tasa de salida estándar} \times 100 \quad (3.9)$$

$$EP = \frac{Tsr}{Tse} \times 100\%$$

En donde:

EP: Eficiencia de la producción

Tsr: Tasa de salida real

Tse: Tasa de salida estándar

También se ve la nomenclatura de:

D: Demanda

tr: Tiempo real

te: Tiempo estándar

Previamente antes de sacar la eficiencia de producción se debe obtener la tasa de salida real y la tasa de salida estándar, lo cual se calcula a continuación. La microempresa Miele&Sweet cumple las demandas de los clientes semanalmente, para este cálculo se tiene que una demanda de 666 unidades promedio por día y que se la puede completar en una jornada laboral de 7 horas, pero adicionalmente se puede tardar hasta 8 horas debido a muchos factores que intervienen y retrasan el tiempo estándar marcado. Entonces, se puede calcular las tasas, de las cuales se presenta a continuación:

❖ **La tasa de salida real**

$$Tsr = \frac{D}{tr} \quad (5.1)$$

$$Tsr = \frac{651 \text{ u}}{8 \text{ h}}$$

$$Tsr = 81 \text{ u/h}$$

❖ **La tasa de salida estándar**

$$Tse = \frac{D}{te} \quad (5.2)$$

$$Tse = \frac{651 \text{ u}}{7 \text{ h}}$$

$$Tse = 93 \text{ unid/hora}$$

Obteniendo la tasa de salida tanto como real y estándar se puede calcular la eficiencia de producción en la cual obtenemos que:

$$EP = \frac{T_{sr}}{T_{se}} \times 100\%$$

$$EP = \frac{81}{93} \times 100\%$$

$$EP = 87,5\%$$

El resultado de 87,5% de la eficiencia de producción para Miele&Sweet se puede demostrar y concluir que toda la línea de producción está significativamente por detrás de su capacidad máxima, teniendo en cuenta que esto puede reducir sus niveles de su producción y la productividad de la microempresa.

5.2. ACTIVIDADES DEL SEGUNDO OBJETIVO

Simular las condiciones térmicas para el área de producción con el uso de herramientas tecnológicas.

5.2.1. Llevar a cabo la simulación del proceso intercambiador de calor

Para llevar a cabo la simulación de la variación de temperaturas en el área de producción de la microempresa Miele&Sweet se utiliza el Software Solid Works. Lo que se busca es visualizar el comportamiento de la temperatura durante todo el proceso de producción, como también los puntos críticos o las estaciones de trabajo en donde se genere mayor temperatura que es una de las variables a controlar en el desarrollo de esta investigación.

En el siguiente apartado se presenta las simulaciones con imágenes respectivas tomadas en tres diferentes tiempos, al inicio, intermedio y al final del proceso de producción.

5.2.1.1. Representación gráfica de la temperatura en el área de producción al inicio del proceso

Para facilitar la comprensión del comportamiento térmico del área de producción, se tomó datos al inicio de la producción con una temperatura de 15°C en todas las estaciones de trabajo, la cual se observa el comportamiento en la Figura 5.9 en condiciones iniciales.

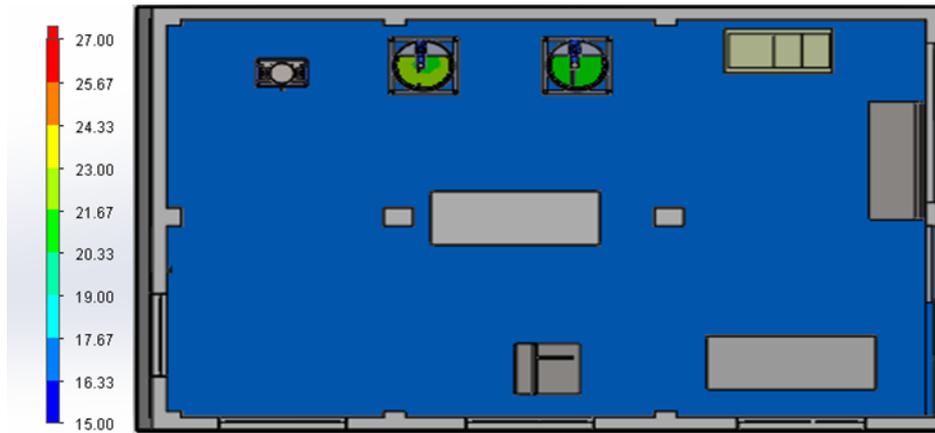


Figura 5.9. Comportamiento de la Temperatura en estado inicial del proceso

5.2.1.2. Representación gráfica de la temperatura ambiente del área de producción al intermedio del proceso

En un tiempo intermedio de duración del proceso de elaboración de turrón, se tomó las medidas de la temperatura ambiente se muestra su comportamiento como se puede observar en la Figura 5.10 en donde la temperatura comienza a tener mayor concentración en algunos puestos de trabajo.

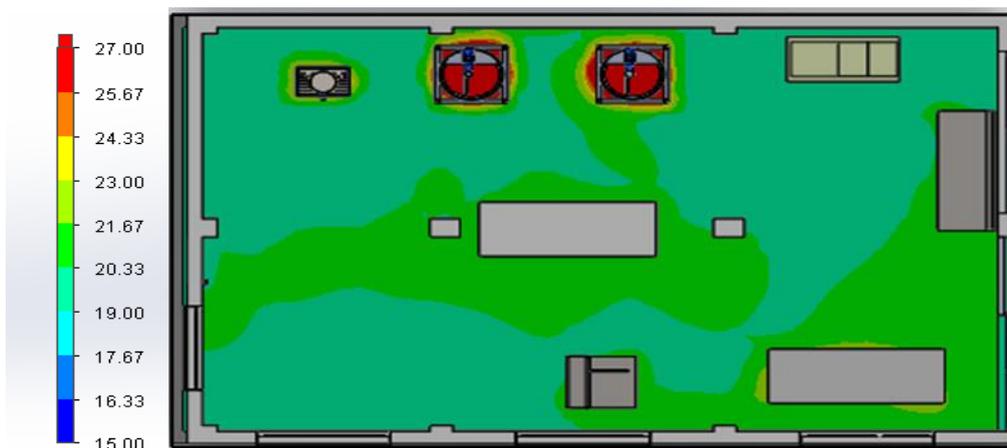


Figura 5.10. Comportamiento de la Temperatura en estado intermedio del proceso

5.2.1.3. Representación gráfica de la temperatura ambiente del área de producción del punto más alto del proceso

En la Figura 5.11 se puede observar el comportamiento de la temperatura en el punto más alto del proceso, en donde esta variable presenta mayor acumulación de temperatura concentrándose en algunos puestos de trabajo del área de producción.

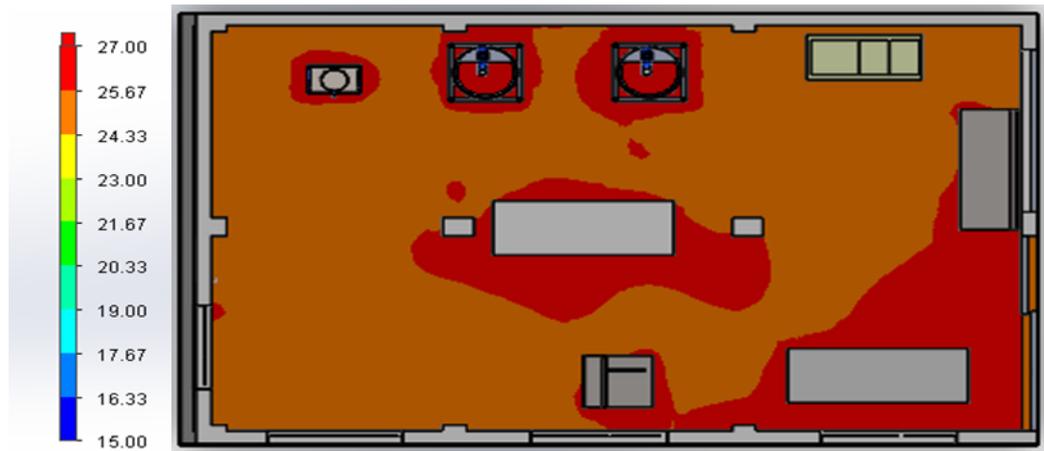


Figura 5.11. Comportamiento de la Temperatura en estado máximo del proceso

5.2.2. Análisis de resultados de la simulación

5.2.2.1. Análisis de la representación gráfica de la temperatura ambiente del área de producción al inicio del proceso

Como se puede observar en la Tabla 5.6 la temperatura promedio en cual se empieza a trabajar dentro de toda el área de producción es de 15.00°C, esto conlleva a que las condiciones térmicas iniciales son las mejores, conforme pasa el tiempo se ve afectada la temperatura aumentándose gradualmente en toda el área, perturbando más en el espacio de corte y empaclado, la temperatura adecuada para el turrón tiene un rango de 17°C a 23°C para tener el producto en óptimas condiciones. Las maquinarias que provocan la elevación de la temperatura son: las marmitas y la cocina industrial. Estas mediciones de la temperatura fueron tomadas en el inicio de la jornada siendo las 7:00 am del día.

La simulación por el cual se trabaja en el programa de SolidWorks es el estudio térmico ya que permite una mejor observación del comportamiento térmico en el área de producción, las opciones del programa SolidWorks del dominio computacional como el mallado son ajustadas solo al área de producción y en un plano 2D.

5.2.2.2. Análisis de la representación gráfica de la temperatura ambiente del área de producción al intermedio del proceso

En el siguiente resultado de la simulación se puede observar que las condiciones térmicas se van elevando conforme pasa el tiempo afectando el producto, en la Figura 5.10 se puede observar que la marmita causa estas alteraciones de las condiciones ambientales, por ende, el área de producción al no constar de ductos de ventilación la temperatura que se eleva se va acumulando,

los puntos más críticos que se puede identificar para el turrón es en el área de corte y empaque provocando que el producto vaya optando por desperfectos .

Los datos fueron registrados desde las 9:30 am hasta las 11:30 am del día, siendo que la jornada laboral aún no llega a su punto máximo, las temperaturas tomadas van desde un rango de 20°C hasta 23°C donde aún las condiciones térmicas están dentro del rango para el turró, tomando en cuenta que el valor máximo permitido de la temperatura es hasta 23°C.

5.2.2.3. Análisis de la representación gráfica de la temperatura ambiente del área de producción del punto más alto del proceso

El resultado en la simulación se puede observar los puntos críticos de mejor forma en el plano “Y”, siendo en el puesto de trabajo de molde, corte y empaque, generando los productos en mal estado, con esto se da la justificación para la propuesta de un sistema de intercambio de calor, para tener los puestos de trabajo en óptimas condiciones térmicas, con el fin de no generar pérdidas del producto y con eso pérdidas económicas. Estas medidas fueron registradas en la hora 13:00pm a 14:00pm cuando las condiciones laborales están en su punto máximo.

Ver Figura 5.11

5.2.3. Elaboración de una matriz de criterios ponderados

5.2.3.1. Método de Calificación del Factor Cualitativo

A los factores relevantes cuantitativos y cualitativos, se les asigna una ponderación relativa de tal manera que la diferencia muestre la importancia relativa entre ellos. Sobre la base de cien o dependiendo la escala que se registre, se determina un puntaje mínimo para cada uno de los factores. Se evalúan los factores calificándolos sobre el puntaje mínimo, luego los puntajes son sumados con su respectiva ponderación.

Teniendo en cuenta la siguiente información se procede a generar los siguientes pasos para la ejecución del método de calificación del factor cualitativo con el fin de seleccionar la mejor solución del desarrollo de un sistema de intercambio de calor:

1. Elaboración de un listado de propuestas del desarrollo de un sistema de intercambio de calor.
2. Asignar la escala de puntuación para los factores más importantes que se hayan seleccionado.
3. Realizar un diagrama de lluvia de ideas para seleccionar los factores más importantes para las propuestas de solución del desarrollo de un sistema de intercambio de calor.

4. Identificación de los puntos críticos para el desarrollo de un sistema de interferencia de calor.
5. Recopilación de datos de los puntos críticos.
6. Análisis de resultados y toma de decisiones.

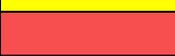
5.2.3.2. Lista de propuestas para el desarrollo de un sistema de intercambio de calor.

Tabla 5.9. Propuestas de mejora

Propuestas para el desarrollo de un sistema de intercambio de calor	
A	Ventilación forzada en el puesto de trabajo de empaquetado, sellado y corte
B	Ventilación forzada en el puesto de trabajo de máquinas
C	Creación de un cuarto con materiales aislantes y ventilación forzada
D	Ventilación General mecánica (Presión negativa)

- **Asignación de escala y puntuación para los factores más importantes.**

Tabla 5.10. Escala y ponderación de los factores más importantes

Descripción	Ponderación	Escala de color
Excelente	12,5	
Muy bueno	10	
Bueno	7,5	
Regular	5	
Malo	2,5	

- **Diagrama de lluvia de ideas de factores importantes**

El siguiente diagrama tiene como objetivo reunir determinado número de ideas e iniciativas sobre los factores más importantes que se pueden encontrar en un sistema de ventilación forzada. Supone una técnica básica y muy útil a la hora de generar contenidos creativos.

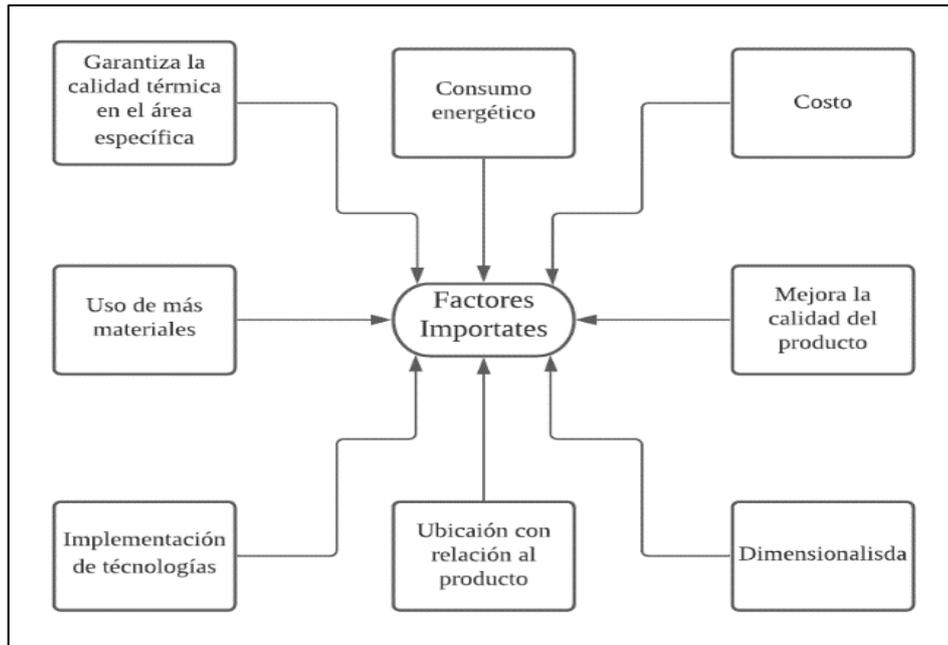


Figura 5.12. Lluvia de ideas de los factores importantes

- **Identificación de los puntos críticos**

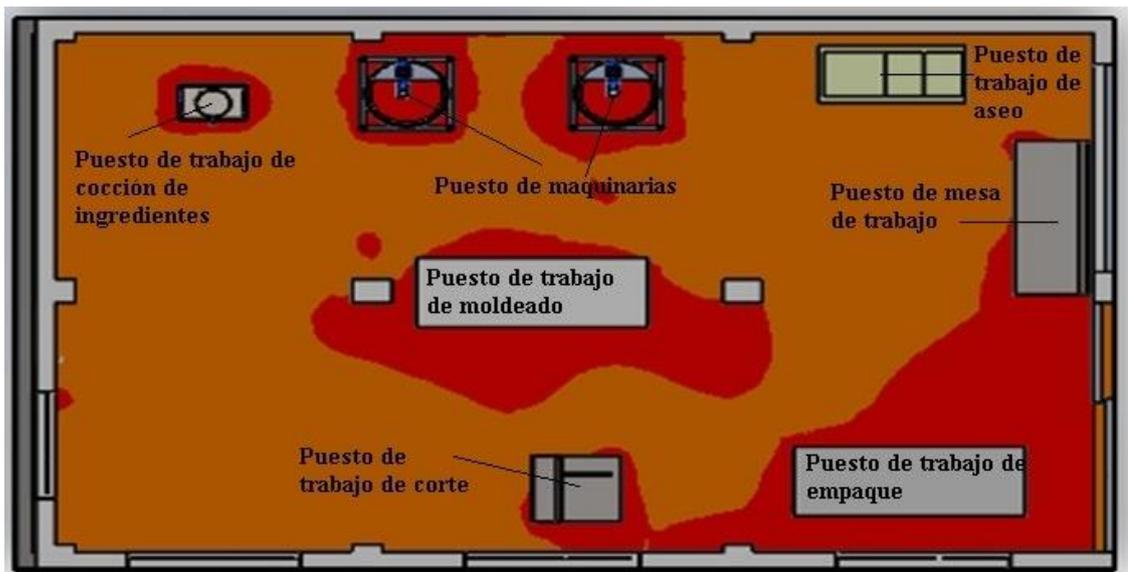


Figura 5.13. Puntos críticos en el área de producción

En la Figura 5.13 se puede apreciar los puntos críticos dentro del área de producción del turrón, siendo el puesto de trabajo de las máquinas, mesa de moldeo, corte, empaque y sellado los puntos más afectados por las condiciones térmicas elevadas que se presentan, de esta manera afecta a la calidad del producto, por ende se ve necesario tomar alternativas de mejoras de condiciones ambientales para el turrón por lo cual se da a las propuestas de la Tabla 5.9 en dónde

se van a tomar en cuenta los factores más importantes y con su respectivas ponderaciones, siendo que, el resultado más alto será la propuesta generada para la microempresa Miele&Sweet.

- **Recopilación de datos de los puntos críticos.**

Tabla 5.11. Temperaturas de puntos críticos

DESCRIPCIÓN PUNTO CRÍTICO	TEMPERATURA MAXIMA
Puesto de trabajo mesa de empaque y sellado	27,08°C
Puesto de trabajo máquina de corte	27,4 °C
Puesto de trabajo mesa de moldeo	27,4 °C
Puesto de trabajo maquinaria	27,4 °C

Los resultados obtenidos de las temperaturas en los puestos de trabajo en el área de producción de turrón es un máximo es de 27 °C siendo que la temperatura está fuera del rango de permitido y siendo la causa de que el producto sufra cambios y consiga provocando pérdidas a la microempresa.

- **Realización de criterios ponderados**

Tabla 5.12. Calificación de propuestas con su ponderación

Factores importantes	Propuesta A	Propuesta B	Propuesta C	Propuesta D
Garantiza la calidad térmica en el área específica				
Consumo energético				
Costo				
Uso de más materiales				
Mejora la calidad del producto				
Implementación de tecnologías				
Ubicación con relación al producto				
Dimensionalidad				
Total	80,00%	50,00%	60,00%	57,50%

5.2.3.3. Análisis de resultados y toma de decisiones

Como se aprecia en la tabla de criterios ponderados para cada una de las propuestas se toma en cuenta los factores más importantes, además los resultados obtenidos apuntan al desarrollo de un sistema de ventilación forzada en el puesto de trabajo de empaque, sellado y corte, siendo la más factible en cuestión de control de las condiciones térmicas en esos puntos críticos, al igual

que, al controlar las condiciones térmicas se puede mejorar la calidad del producto del turrón, por otro lado, la implementación de tecnologías para este trabajo de investigación viene siendo control de las condiciones térmicas gracias a la implementación de la ventilación forzada que compone de ventilador, un motor, sensores, un PLC. Estos componentes deben estar instalados y programados adecuadamente, con el fin de mantener el rango de temperatura permitido que oscila en un 17°C a 23°C.

5.3. ACTIVIDADES DEL TERCER OBJETIVO

Proponer un sistema de intercambio de calor para el área de producción usando herramientas tecnológicas para el mejoramiento de puntos críticos.

5.3.1. Selección de elementos del sistema de intercambio de calor

Materiales e instrumentos que se utilizan en el sistema de intercambio de calor con sus respectivas características.

5.3.1.1. Arquitectura de control del sistema de ventilación forzada

A continuación, se representan gráficamente los equipos de control, comunicadores y de supervisión del sistema de ventilación forzada, con el fin de entender qué elementos intervienen para su respectiva selección y cotización.

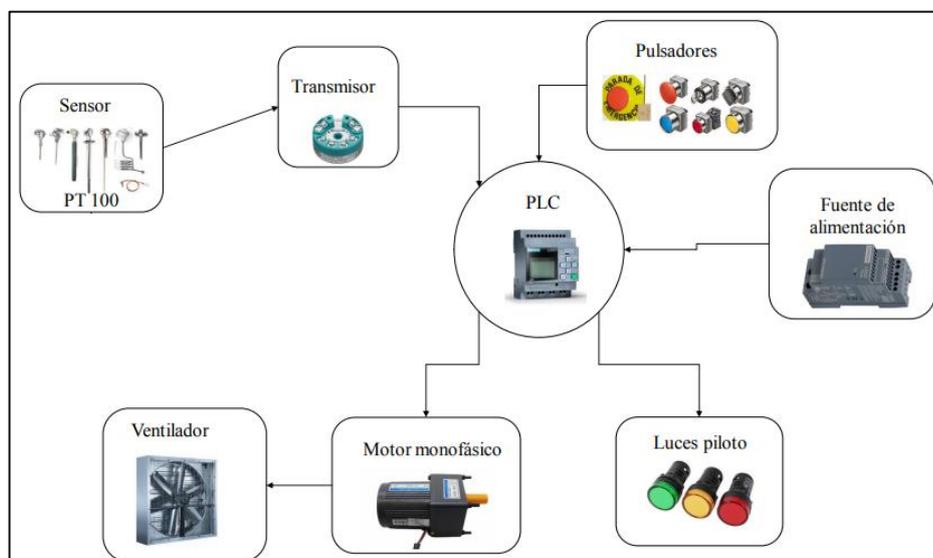


Figura 5.14. Arquitectura de control

La ventilación forzada es un sistema automático que ayuda a la introducción o extracción de aire, esto con el fin de tener las condiciones térmicas adecuadas ya sea para personas o

productos que estén expuestas a altas temperaturas, las cuales su confort térmico se ven afectadas.

5.3.1.2. Selección de componentes

- **Selección del ventilador**

En el sistema de ventilación forzada se logra visualizar dos opciones, la cual señala el inyectar aire, se quiere decir, llevar el aire de la parte externa de la microempresa hacia la parte interna, pero hay que tener en cuenta que al ingresar aire del exterior puede venir con impurezas, lo cual afecta a la calidad del producto del turrón, por ende, se añade un filtro. Como segunda opción es la de extraer el aire interno llevándolo hacia afuera, sin embargo, como los puestos de trabajo a climatizar no son cuartos cerrados, el sistema va a extraer el aire del todo el área de producción dando como resultado una ineficiencia del sistema. Entonces la solución a llevar a cabo es la de inyectar el aire, pero hay que seleccionar componentes apropiados y a su vez que no afecte a los costos.

- **Ventilador**

Tabla 5.13. Características del Ventilador [21].

	Velocidad: 1633 a 2146 RPM		
	Potencia: 44 a 59 W		
	Tensión (v): 127v		
	Caudal a descargar libre	(m³/hr)	CFM
		253 a 335	149 a 197
	Presión sonora db: 40 a 46 db		
	Peso aprox.: 2 kg		
Frecuencia: 60Hz			
Nombre: TD350/125			

El primer elemento que se requiere para obtener las condiciones térmicas adecuadas para el turrón es el ventilador, por lo cual lo necesario para la selección de dicho elemento, es conocer el caudal del área de los puestos de trabajo, en donde el resultado es de 150 CFM, en este modelo de ventilador nos da con dos variaciones de CFM por lo cual se procede a tomar el valor promedio, esto quiere decir que se toma el valor mínimo sumado el valor máximo y se divide para dos, el resultado de esto es :

$$CFM\ pro = v\ max + v\ min \quad (5.3)$$

$$CFM\ pro = (149 + 197)CFM$$

CFM pro = 173 CFM

Ver Anexo G

- **Dimensionalidad**

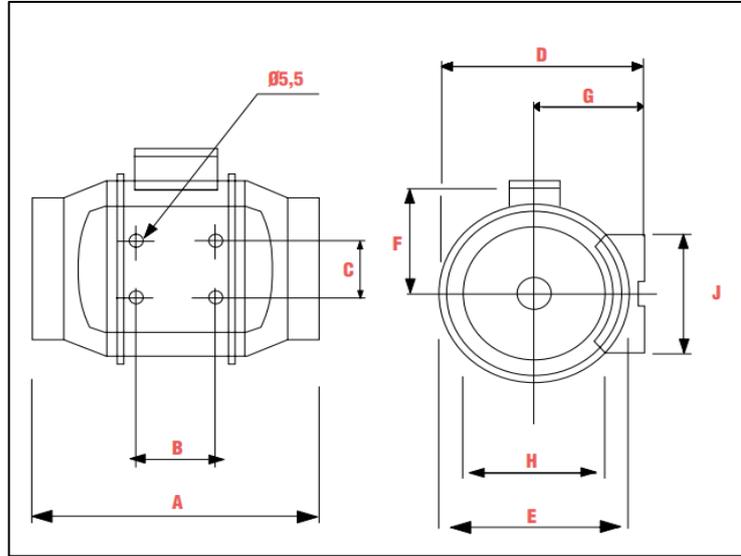


Figura 5.15. Dimensiones del ventilador [21].

- **Medidas del ventilador en milímetros**

Tabla 5.14. Dimensiones en mm.

Letras	TD 350/125
A	258
B	80
C	60
D	188
E	176
F	115
G	100
H	123
J	90

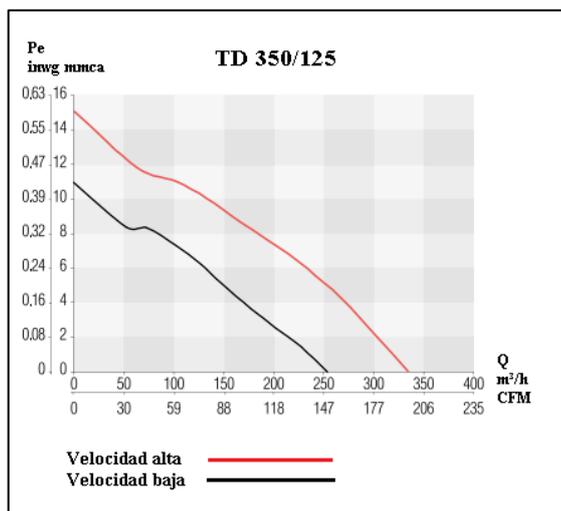


Figura 5.16. CFM del ventilador.

El resultado obtenido es de 173 CFM lo cual demuestra que abarca el caudal requerido, por lo tanto, es apto para inyectar aire hacia los puestos de trabajo de corte y empaque, por otro lado, en el manual de Soler & Palau los componentes como los ductos vienen ya en este sistema de ventilación.

- Selección del PLC

Para la selección del PLC se analiza previamente las necesidades de los elementos a conectar como ejemplo: las entradas y salidas, como también el lenguaje de programación en donde esta debe ser fácil y entendible, por otro lado, se tiene en consideración los costos.

Tabla 5.15. Elementos de entradas y salidas

Elemento Físico	Representación	Entrada/Salida	Tipo De Señal	Función
Pulsador NC	P0	Entrada	Digital	Paro de emergencia
Selector	SL	Entrada	Digitales	Cambio de manual o automatizado
Pulsador NA	P1	Entrada	Digitales	Encendido manual
Pulsador NC	P3	Entrada	Digitales	Apagado del sistema
Sensor	Pt100	Entrada	Digitales	Lectura de temperatura
Relé de estado sólido	R1	salida	digital	Separador del circuito de control con el de fuerza
Luz Piloto 1	H1	Salida	Digitales	Señalización de mando manual
Luz Piloto 2	H2	Salida	Digitales	Señalización de mando automático

- **Selección de Controlador Lógico Programable (PLC)**

En la actualidad hay diferentes modelos de logo, por lo que se debe tener en cuenta las características de los elementos a conectar para una buena selección.

Tabla 5.16. Características del LOGO 12/24 RCE [26].

	Alimentación	(12- 24) V DC
	Entradas Digitales	8; de ellas, 4 aptas como E analógicas (0 a 10 V)
	Salidas Digitales	4; Relé
	Temperatura en ambiente seco	Min: -20 °C; Sin condensación Max: 55°C
	Dimensiones	Ancho: 71,5 mm Altura: 90 mm P Profundidad: 60 mm

El PLC Seleccionado para nuestro sistema de ventilación fue el 12/24 RCE - 6ED1052-1MD08-0BA0 de Siemens con display configurable en tres colores diferentes tiene protección IP20 y funciona con alimentación de 24/24 V DC. Se pueden configurar 400 bloques de funciones. Además, tiene 8 entradas digitales, 4 de ellas aptas para uso analógico de 80 a 10) V y 4 salidas digitales. Además, cuenta con una pantalla que se puede programar a través de la interfaz Ethernet.

También se puede comunicar con otros módulos de la serie LOGO y dispositivos SIMATIC S7. Este dispositivo es muy usado para sistemas de control de máquinas en procesos industriales y de fabricación, también es usado en sistemas de filtros que lo se lo usara en este caso para el sistema de ventilación. Ver Anexo L

5.3.1.3. Selección de elementos de mando

- **Selección de fuente de alimentación**

La fuente de alimentación es necesaria ya que el PLC escogido requiere de 24V DC para el respectivo funcionamiento, se puede implementar otras fuentes de alimentación de otras marcas, pero hay que tomar en cuenta el voltaje requerido del PLC, además no se debe sobrepasar de la tensión requerida ya que puede haber fallos o a su vez puede dañarse el sistema. Ver Anexo K

Tabla 5.17 Características del LOGO!POWER 24 V/1,3 A FUENTE ALIMENT [25].

	Marca: Siemens
	Alimentación entrada: 100-240v AC
	Alimentación entrada: 110-300 DC
	Salida: 24v DC/1.3 ^a
	Frecuencia: 50/60 Hz
	Salidas: 2
Peso: Aprox. 0,17 kg	

- **Selección de Relé estado sólido**

Este dispositivo tiene la funcionalidad de permitir o interrumpir el paso de la corriente eléctrica dentro de nuestro circuito, con el fin de accionar el motor monofásico del ventilador para inyectar aire a los puestos de trabajo, esto quiere decir, que el relé es un separador del circuito de control con el circuito de fuerza.

Tabla 5.18. Características del relé de estado sólido.

	Frecuencia: 60Hz
	Serie: SSR-24AA
	Voltaje de entrada: AC 80/250v
	Voltaje de salida: AC 24/380v
	Max Corriente: 40A
	Temperatura de funcionamiento: -20°C a 80°C
Peso: 110 g	

- **Selección de Disyuntor**

Tabla 5.19. Características del disyuntor [30].

	Valor nominal de corriente: 10A
	Serie: C-60
	Tensión nominal: AC 120/240v DC 60/125v
	Polos: 2
	Temperatura ambiente de trabajo: -30°C a 70°C
	Protección: IP40 IEC 60529
Peso: 0.2 kg	

Dicho dispositivo permite operar automáticamente interrumpiendo o cerrando el flujo de corriente del circuito con el fin de proteger las instalaciones y de las personas dentro del área de producción de los daños que pueden generar los cortocircuitos o las sobrecargas.

Ver Anexo O

- **Selección de Sensor**

Tabla 5.20. Características del sensor RTD PT100 3 hilos [24].

	Tipo cabezal: DINB
	Diámetro: 6,35mm
	Rango de temperatura: -50°C hasta 200°C
	Material: Acero inoxidable
	Longitud: 200mm.
	Alta velocidad de temperatura

Este tipo de sensor ayuda a medir la temperatura del área de los puestos de trabajo, esto con el fin de mantener las condiciones térmicas mandando una señal primero al transmisor u posteriormente al PLC para la activación del ventilador.

- **Selección de Transmisor**

Tabla 5.21. Características del transmisor de temperatura [27].

	Voltaje	8 a 35 V CC para funcionamiento (8 a 30 V CC para el modelo intrínsecamente seguro) 13,8 a 35 V CC para comunicación digital
	Límites de Temperatura	-40 a 85°C (-40 a 185°F)
	Peso	50 g (0,11 libras)
	Resistencia de carga	0 a (E-8)/0,0236 [Ω] Donde E es la tensión de alimentación. 250 a 600 Ω para comunicación digital

Los transmisores permiten conocer el valor de una temperatura medida como una señal analógica ya sea de 0 a 10 V o de 4 a 20 mA. Teniendo en cuenta que se utiliza para evitar pérdidas de tensión o cuando un regulador o PLC no puede medir directamente la señal desde un sensor de resistencia, ya bien sea termopar o PT100 u cualquier otro dispositivo como potenciómetros.

Para la programación de nuestro sistema de intercambio de calor este transmisor de temperatura tiene la función de recibir y dar una señal analógica por parte del sensor de temperatura, el cual esta señal es dirigida hacia nuestro PLC. Ver Anexo M

- **Selección de Tablero de Control**

Tabla 5.22. Características del tablero de Control (GLS403020) [28].

	Material: Láminas de acero
	Serie: I-0304
	Norma: NTE INEN 2568 NEMA 250
	Apropiado para instalar equipos eléctricos/electrónicos
	Tipo de tapa: abertura fácil
	Protección: IP64
	Peso: 4.64kg

La utilización del tablero de control es indispensable ya que en dicho objeto está destinado a contener los componentes eléctricos y electrónicos necesarios a instalar para la medición, señalización y control de las instalaciones eléctricas, fundamentalmente industriales.

Ver Anexo N

- **Selección de Pulsadores**

Tabla 5.23. Características de los pulsadores [29].

	Material: Cuerpo Plástico
	Serie: E
	Tipo: Verde FPB-EA1/G NA
	Tipo: Rojo FPB-EA2/R NC
	Peso: 5-10g

Dichos dispositivos permiten o interrumpen el paso de la corriente eléctrica de manera momentánea para el funcionamiento del sistema de ventilación, para nuestro sistema se ve la necesidad de utilizar dos pulsadores NA para el mando automático y otro el manual, para el corte de la energía eléctrica se usa un pulsador NC.

- **Selección de Pulsador paro de emergencia**

Tabla 5.24. Características de pulsador paro de emergencia [30].

	Tipo de producto: Pulsador de apagado de emergencia
	Serie: XA2
	Tensión nominal: <ul style="list-style-type: none"> • AC 110/120v
	Frecuencia: 60Hz
	Intensidad: 10 ^a
	Tipo de contacto: NC
	Peso: 0,058Kg

Dicho dispositivo cumple con la funcionalidad de un interruptor de control a pruebas de fallos que su finalidad es proporcionar seguridad al sistema de ventilación.

Ver Anexo P

- **Selección de Luces Pilotos**

Tabla 5.25. Características de la luz piloto.

	Tipo de producto: Pulsador de apagado de emergencia
	Serie: XA2
	Tensión nominal: <ul style="list-style-type: none"> • AC 110/120v
	Frecuencia: 60Hz
	Intensidad: 10A
	Tipo de contacto: NC
	Peso: 0,058Kg

La luz piloto se implementa para el desarrollo de este sistema el cual cumple con la función de encender cuando el sistema tenga un cambio, ya sea que se inicie el proceso de intercambio de calor manualmente o automáticamente.

Las luces piloto están disponibles para brindar control visual de que se está llevando a cabo una función eléctrica en una ubicación local o remota.

- **Selección de Selector**

Tabla 5.26. Características del selector.

	Material: Cabeza plástica Cabeza metálica
	Serie: TPR2 Dos posiciones
	Norma: IEC/EN 60947-5-1
	Índice de protección: IP40
	Frecuencia: 50/60 Hz
	Peso: 0,08Kg

El selector es un dispositivo de control eléctrico, cuya funcionalidad es desviar o interrumpir el curso de la corriente eléctrica, mediante el accionamiento manual de un eje que, rota en posiciones definidas a fin de cambiar simultáneamente el estado eléctrico de los contactos internos.

5.3.1.4. Selección de otros componentes

- **Selección de Caja filtrante**

Tabla 5.27. Características de la caja filtrante MLF-125G4 [21].

	Material: Acero galvanizado
	Filtros: montables Aptas para montar en intemperie.
	Norma: G4 (UNE-EN 779:2003)
	Tipo de tapa: abertura fácil
	Diámetro: 125mm
	Peso: 2kg

En la actualidad estamos cruzando una crisis sanitaria, el covid-19 es una pandemia que va hacia todo el alrededor del mundo, lo cual la bioseguridad en los productos juega un papel sumamente importante, por ende, una manera de proteger el producto es implementar un sistema de filtración para retener toda clase de impurezas, en la siguiente figura vamos a

analizar los tamaños de las partículas para la selección del filtro, tomando en cuenta que se debe evitar el ingreso del virus.

Ver a Anexo H

- Selección de filtro
- ✓ Tamaños de partículas

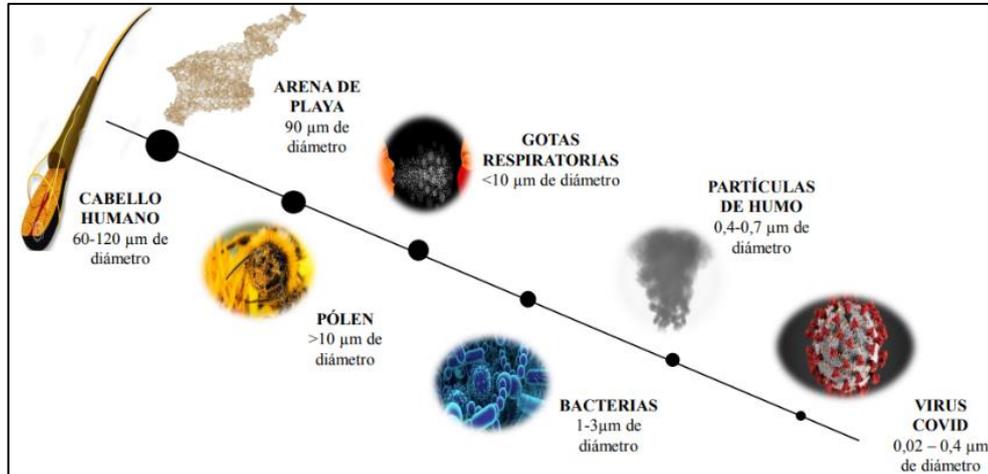
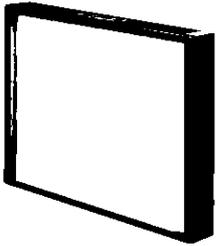


Figura 5.17. Medidas de partículas o impurezas.

En la Figura 5.17 se puede observar los tamaños de distintas partículas, las cuales en la actualidad son las más comunes en el ambiente, por lo tanto, no se puede permitir el ingreso hacia el puesto de trabajo por el hecho que pueden contaminar el turrón, de esta manera se ve afectada la calidad dicho producto, entonces, se procede a seleccionar un filtro que contenga las partículas de 0,02 µm con el fin de mantener una calidad tanto del aire como el del producto.

- ✓ Filtro

Tabla 5.28. Características del filtro tipo panel [22].

	Clase: H13
	Medio filtrante: Fibra de vidrio
	Disponible en varias medidas.
	Max. Temperatura de trabajo: 75°C
	Tipo de marco: anodizado, extrusión de aluminio.
	Caudal nominal: 340 m3/h

Este tipo de filtro de aire tienen una eficacia del 99.5% por lo cual retienen la mayor cantidad de partículas hasta retener las partículas submicrónicas como el covid-19, en efecto, dicho filtro nos garantiza que el aire va a tener una calidad óptima para impulsarla hacia los puestos de trabajo ya antes mencionadas. Ver Anexo I

- **Selección de ductos de ventilación**

Tabla 5.29. Características del ducto AL-FLEX [23].

	Clase: Aluminio corrugado
	Diámetro: 13mm o 5"
	Ideal para extracción, ventilación y salida de gases
	Max. Temperatura de trabajo: 320°C
	Mín. Temperatura de trabajo: -35°C.
Colocar soportes cada 2m	

Los ductos conforme vienen en el catálogo de Soler & Palau cumplen con los requerimientos adecuados, además, siendo de un material de aluminio flexible corrugado nos da una mejor manipulación al momento de instalar el sistema de ventilación, por otro lado, soporta altas y bajas temperaturas. Ver Anexo J

5.3.2. Diseño del sistema de intercambio de calor usando herramientas tecnológicas

Se indica los pasos consiguientes para el desarrollo de la ventilación forzada.

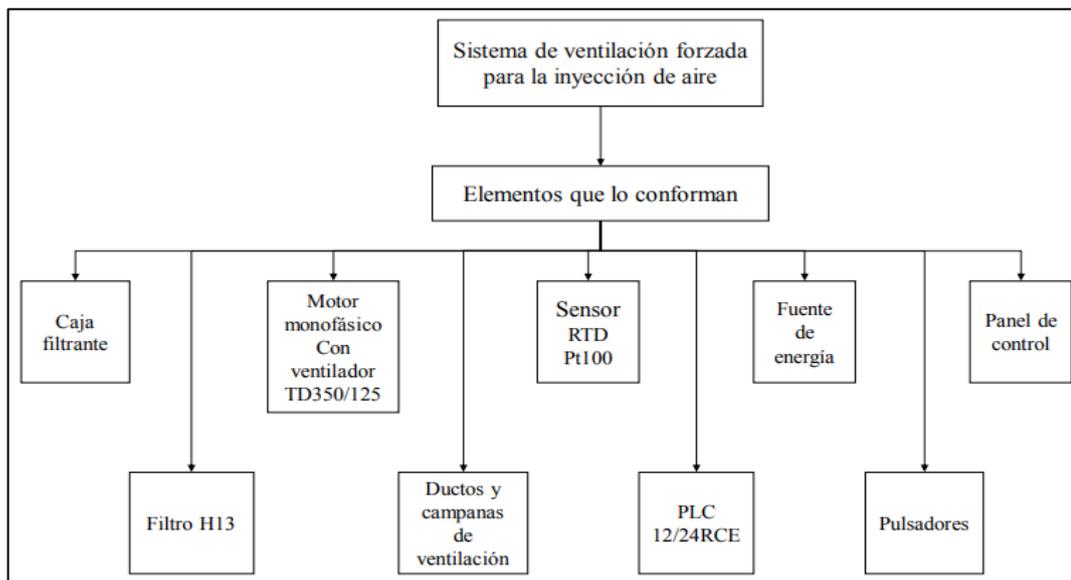


Figura 5.18. Elementos que componen el sistema

En la Figura 5.18 se observa los componentes seleccionados para el sistema de ventilación forzada, estos datos sirven para la programación respectiva, esto con el lenguaje Ladder.

5.3.2.1. Tipo de sistema

Se opta por la ventilación forzada ya que permita tener un control del caudal necesario, y una velocidad que permita un enfriamiento del área. Este sistema ventilación forzada está centrado en inyectar aire desde el exterior, sin importar el comportamiento de la temperatura exterior ya que este sistema cuenta con un sistema de enfriamiento directamente en caso de tener temperaturas mayores a las requeridas para el mejoramiento del proceso. Por otro lado cuenta con filtros especializados para impurezas, los cuales no permitirán el paso de ningún agente patógeno que afecte al producto ya que es de grado alimenticio.

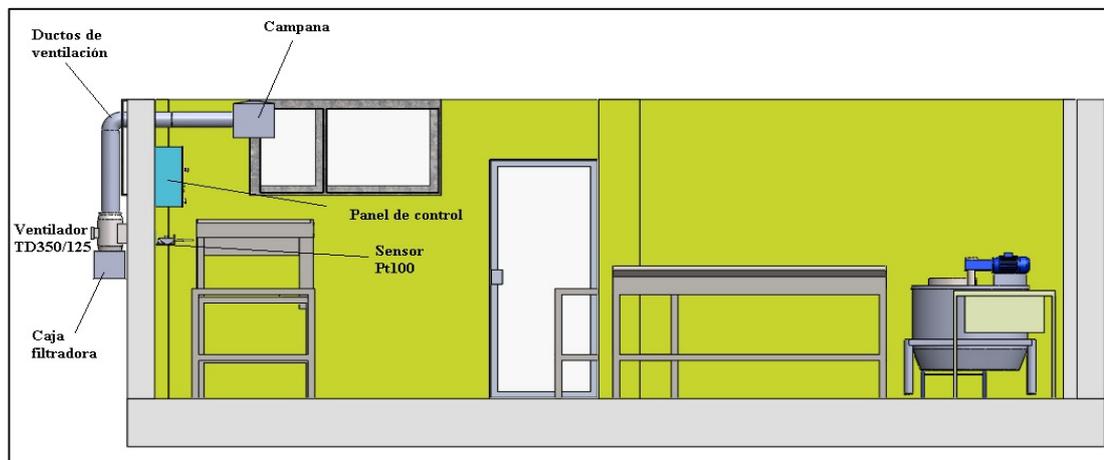


Figura 5.19. Vista frontal del sistema

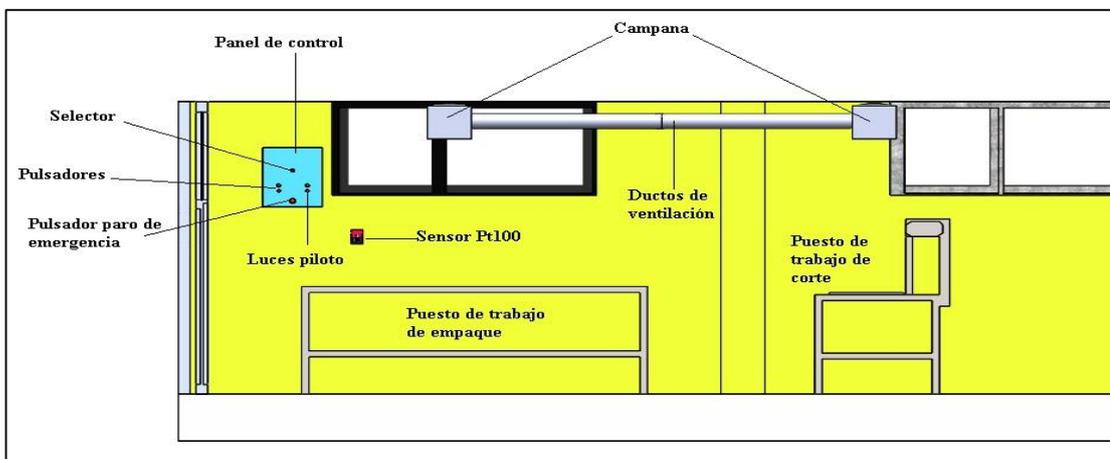


Figura 5.20. Vista lateral del sistema

5.3.2.2. Dimensiones del espacio de trabajo para el desarrollo de ventilación forzada

Como se puede ver en el Anexo C la distribución del área de producción, cuenta con diferentes estaciones de trabajo de las cuales dos estaciones son en donde se va desarrollar el sistema de ventilación forzada.

Se tiene los siguientes datos de las estaciones a trabajar, como referencia se puede observar en la figura 5.15 el área y el volumen marcados, entonces:

- ✓ Ancho (W) = 1.60m
- ✓ Largo (L) = 6.35m
- ✓ Altura (H) = 2.50m

Con los siguientes datos se puede tener un cálculo del volumen del área de producción, en donde se lo puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$V = W * L * H \quad (5.4)$$

$$V = (1,60 * 6,35 * 2,50) m^3$$

$$V = 25,4 m^3$$

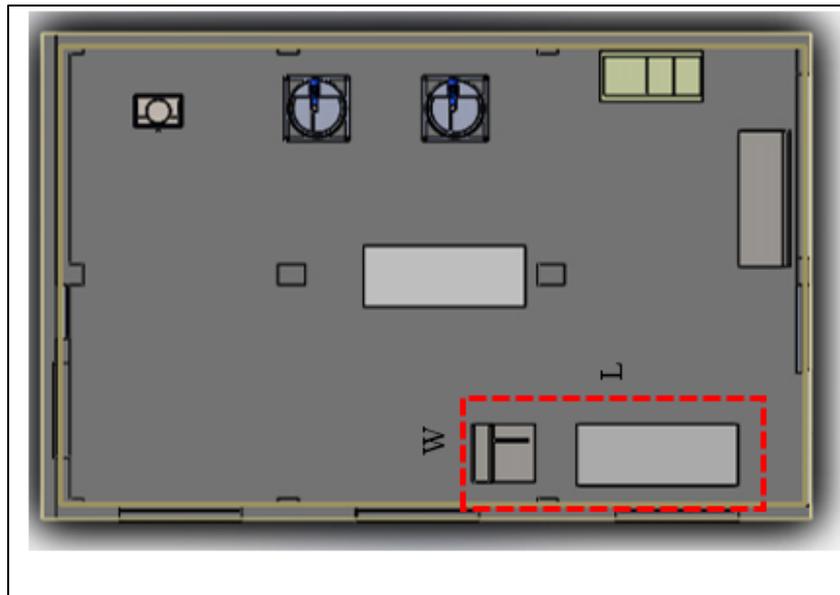


Figura 5.21. Volumen del área de producción para el sistema.

5.3.2.3. Cálculo de cantidad del caudal necesario

Se requiere calcular el caudal necesario para la selección de un sistema mecanizado para la ventilación forzada. Como se menciona anteriormente en el cálculo del caudal, tenemos:

$$Q = v * CPH * f \quad (3.4)$$

$$v = 25,4 \text{ m}^3$$

CPH = 10 que se adjunta en la Tabla 3.2

f= 0,58858 una constante

$$Q = v * CPH * f$$

$$Q = 25.4\text{m}^3 * 10 * 0.58858$$

$$Q = 149,50 \text{ CFM}$$

$$Q = 150 \text{ CFM}$$

Para la selección del ventilador de los componentes del sistema de ventilación, el primer paso es calcular el caudal de los puestos de trabajo, por lo cual se saca con la fórmula de Caudal (Q), en donde se detalla cada dato, los CPH se lo selecciona de acuerdo a las renovaciones del aire en los locales habitados detallada en la Tabla 3.2, donde señala el rango de 5 a 10 CPH, se toma el valor máximo por el motivo de asegurar las condiciones térmicas adecuadas. Por otro lado, el volumen donde va el sistema de ventilación se lo asimila como si fuera un área cerrada para el cálculo de acuerdo a la dimensión de solo los puestos de trabajo de corte y empaque.

5.3.2.4. Selección del sistema de ventilación

Se realiza la simulación del sistema de ventilación con un y dos ductos inyectados directamente por el ventilador a los puestos de trabajo, para la demostración del comportamiento de la temperatura en el área de producción, especialmente en la mesa de corte y empackado, con el fin de visualizar qué planteamiento es el más adecuado para el control del confort térmico del producto.

- **Sistema de ventilación directamente con un ducto**

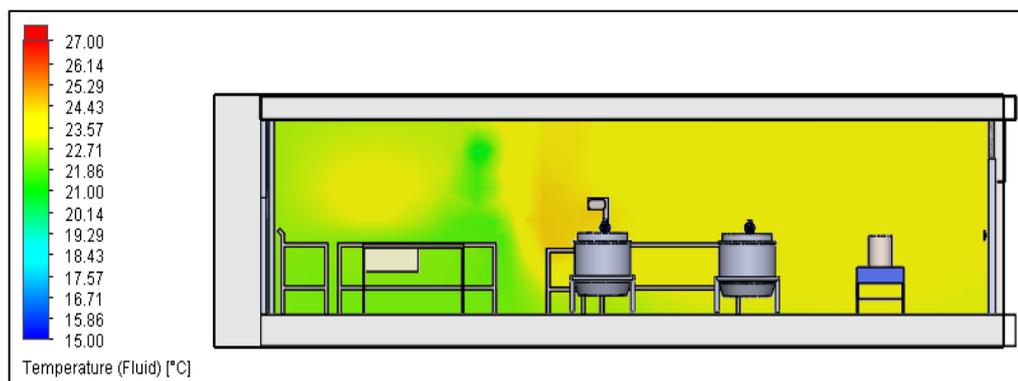


Figura 5.22. Simulación con vista lateral con un ducto

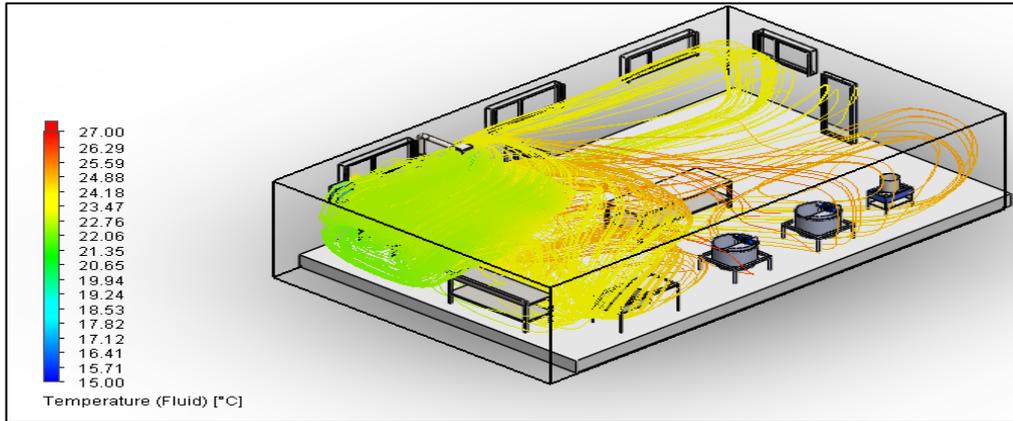


Figura 5.23. Simulación 3D comportamiento de la temperatura

- **Sistema de ventilación directamente con dos ductos**

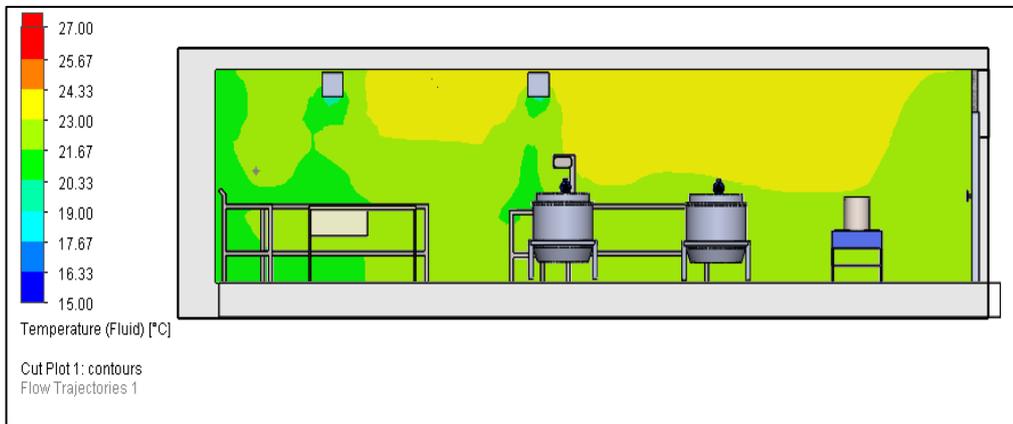


Figura 5.24. Simulación con vista lateral con dos ductos

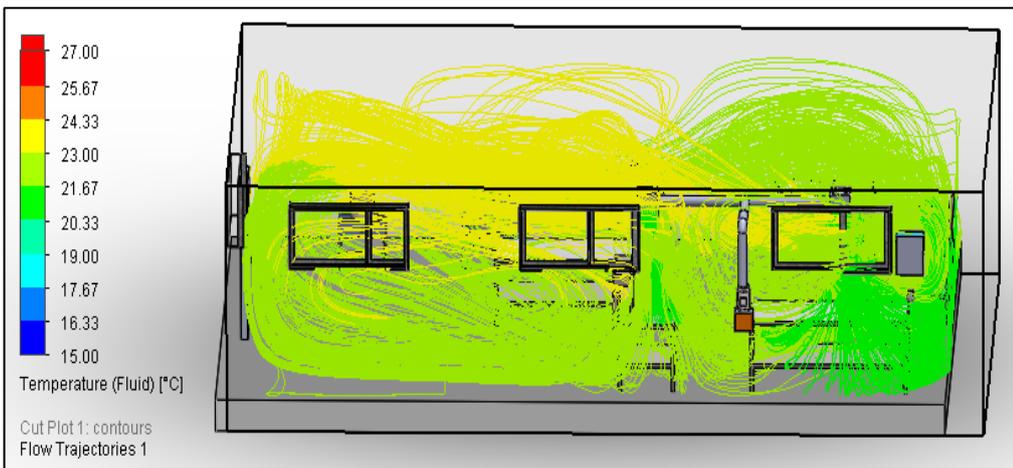


Figura 5.25. Simulación 3D comportamiento de la temperatura

En la siguiente tabla comparativa se diferencian las temperaturas de ambos planteamientos para el sistema de ventilación.

Tabla 5.30. Ventilación 1 ducto vs 2 ductos

Ventilación forzada con una campana		Ventilación forzada con dos campanas	
Temperatura °C		Temperatura °C	
Empaque	20 a 21	Empaque	20 a 21
Corte	24 a 25	Corte	20 a 21

Los resultados demuestran que el sistema de ventilación forzada con una campana no abastece para la para el control de la temperatura de los puestos de trabajo de corte y empaque, teniendo aún temperaturas fuera del rango permitido, siendo así que, se opta por la ventilación forzada con dos campanas, dando una distribución óptima del aire, dando como resultados una temperatura que oscila entre 20°C a 21°C, cumpliendo el objetivo la cual es la obtención de los rangos de temperatura para el producto de la microempresa Miele&Sweet.

Por otro lado, se puede observar que la ventilación forzada con dos campanas empieza a distribuir el aire en toda el área de producción, por ende, la reducción de la temperatura es de 2°C, dicha temperatura fluctúa entre 21°C a 24°C como se logra ver en la Figura 5.25

5.3.2.5. Normativas

Tabla 5.31. Normativas para la ventilación

Departamento	Resolución	Artículo	Inciso
LA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE LA AGENCIA NACIONAL DE REGULACIÓN, CONTROL Y VIGILANCIA SANITARIA	RESOLUCIÓN ARCSA-DE-067-2015-GGG	Art. 76 - Condiciones específicas de las áreas, estructuras internas y accesorios	g. Calidad del Aire y Ventilación
Normalización Española	G4 (UNE-EN 779:2003)	-	Ventilación de edificios. Componentes/equipos para la ventilación residencial. Características de las prestaciones requeridas y opcionales.
Normativa Ecuatoriana de la Construcción	NEC-HS-CL	-	5. Exigencia de confort.

Según la tabla presente se detalla algunas normativas para el confort térmico, siendo así asegurando el cumplimiento legal para el planteamiento del sistema de ventilación con el fin de mantener los puestos de trabajo en unas condiciones óptimas operativas y para el producto.

- **Niveles de protección**

Tabla 5.32. Niveles de protección para el sistema

Elemento	IP	Especificaciones
Tablero de control	IP64	Soporte chorros de agua
Selector	IP40	Protección contra la penetración de objetos sólidos de 1 mm. Ninguna protección contra la penetración de agua.
Pulsador paro de emergencia	IP65	Es capaz de resistir un chorro de agua, pero mayor cantidad de agua.
Disyuntor	IP40	Protección contra la penetración de objetos sólidos de 1 mm. Ninguna protección contra la penetración de agua.

Las IP proporcionan información sobre el grado de protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas, las cuales deben tener en cuenta para mantenerse a salvo, salvaguardando su salud y de las personas del interior de la microempresa.

5.3.2.6. Mediciones en programa de visor Psicrométrico de DAIKIN

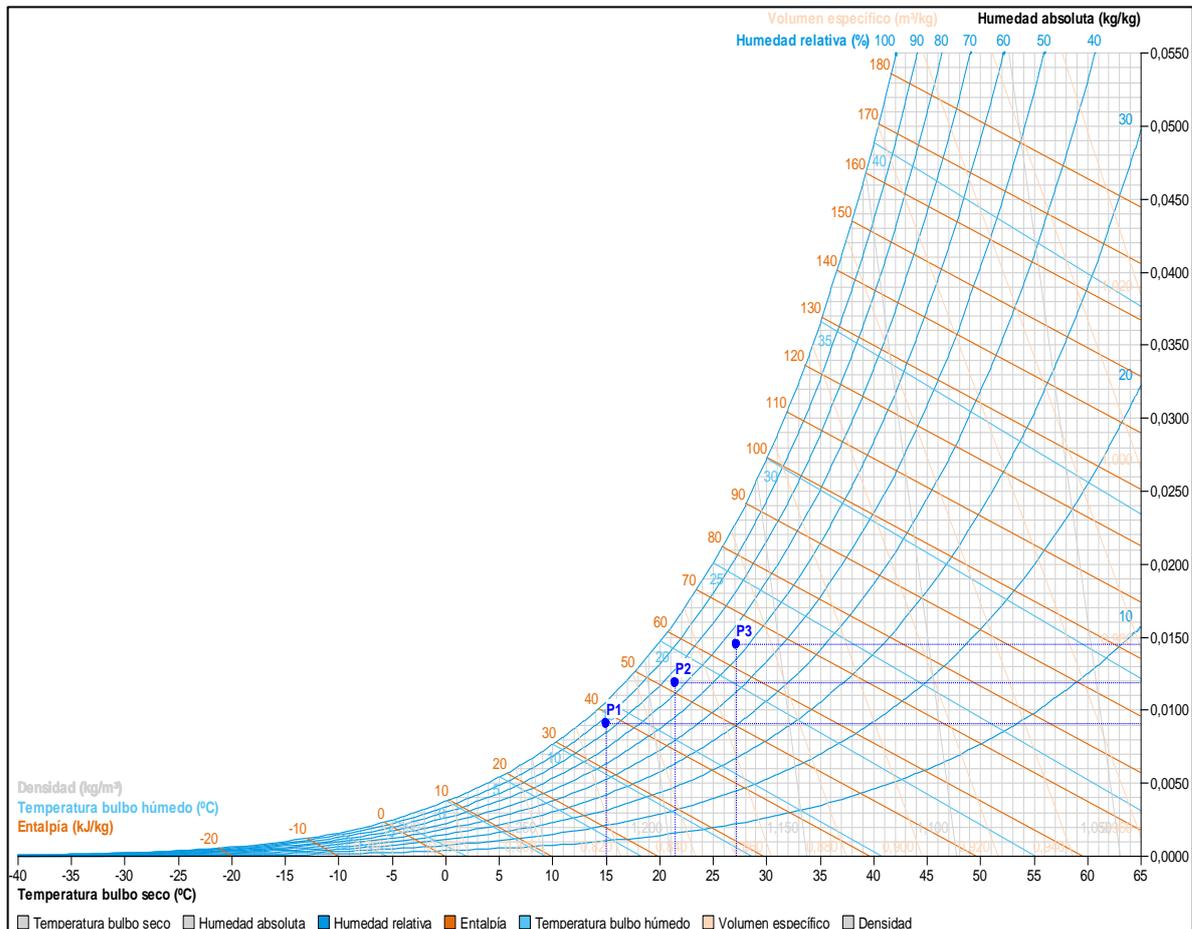


Figura 5.26. Gráfico de los 3 puntos de simulación en DAIKIN

En el programa de visor Psicométrico ayuda a visualizar los datos básicos térmicos, se lo divide en tres secciones y en tres puntos, esto se basa a que el punto 1 (P1) son los datos del inicio de la jornada laboral en el área de producción del turrón, el punto 2 (P2) son los datos de la media jornada, esto quiere decir que los datos tomados son de las 10:30 am de la mañana y el punto tres (P3) son el punto máximo, dicho de otra forma son los datos registrados de la temperatura más alta de la jornada.

Tabla 5.33. Características de simulación en DAIKI

	P1 (7:00am)	P2 (10:30am)	P3 (14:00pm)
Temperatura bulbo seco	15,0°C	Temperatura bulbo seco	21,5°C
Temperatura bulbo húmedo	13,5°C	Temperatura bulbo húmedo	18,3°C
Punto de rocío	12,5°C	Punto de Rocío	16,7°C
Humedad relativa	85,0%	Humedad relativa	74,0%
Humedad absoluta	0,0090kg/kg	Humedad absoluta	0,0119kg/kg
Entalpía	37,9kJ	Entalpía	51,8kJ
Densidad	1,218kg/m ³	Densidad	1,189kg/m ³
Volumen específico	0,828m ³ /kg	Volumen específico	0,851m ³ /kg
Presión	101325,0Pa	Presión	101325,0Pa
Caudal	150,0CFM	Caudal	150,0CFM

Para manejar el programa de visor Psicométrico es necesarios ingresar los siguientes datos: Temperatura de bulbo seco también conocida como temperatura de aire o a su vez como temperatura ambiente, la humedad relativa y el caudal, siendo este dato solo del área de los puestos de trabajo corte y empaque, en donde se pretende establecer la ventilación.

5.3.2.7. Gráfica de Entalpía

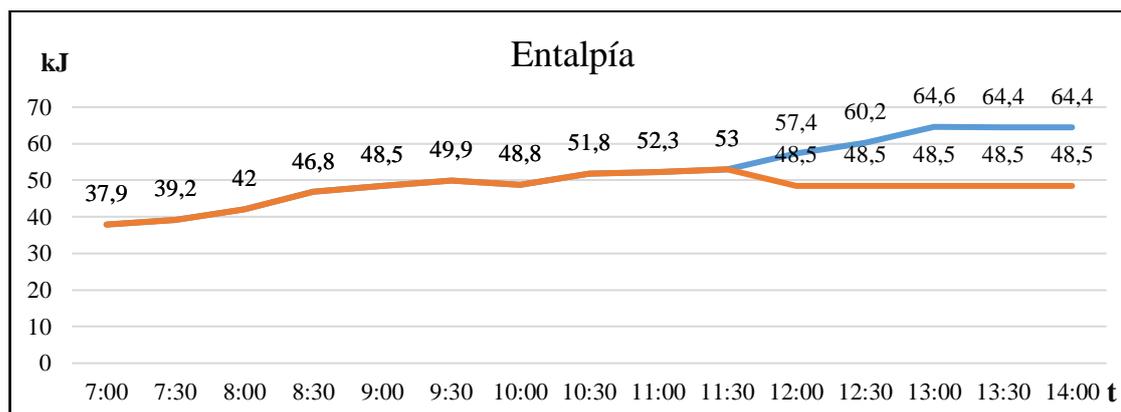


Figura 5.27 Entalpía del sistema

- **Análisis de entalpía**

La entalpía es la cantidad de calor que un sistema termodinámico libera o absorbe del entorno que lo rodea cuando está a una presión constante como se lo puede observar en la Tabla 5.33. En la gráfica de la entalpía, en primera instancia se obtiene un diagrama entálpico con reacción endotérmica, quiere decir que, sin el sistema de ventilación forzada se está absorbiendo energía en forma de calor, se entiende que la variación de la entalpía será mayor que cero, por lo que se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\Delta H = H_f - H_i \quad (5.5)$$

En donde:

ΔH : Variación de entalpía

H_f : Entalpía final

H_i : Entalpía inicial

$$\Delta H = (64,40 - 37,9)\text{kJ}$$

$$\Delta H = 26,5 \text{ kJ} > 0$$

Por otro lado, se obtiene el diagrama entálpico con reacción exotérmico, quiere decir, el sistema desprende energía en forma de calor, este resultado se obtiene con la ventilación forzada con la misma fórmula:

$$\Delta H = (48,50 - 53,00)\text{kJ}$$

$$\Delta H = -4,50 \text{ kJ} < 0$$

No obstante no hay que confundir los términos de calor y temperatura ya que, calor hace referencia a la energía térmica que se transfiere de un sistema más caliente a un sistema más frío o viceversa, por otro lado la temperatura es una medida que indica el estado térmico de un cuerpo o sistema, quiere decir, es la energía total del movimiento de las moléculas de las que está formando el propio cuerpo.

En la siguiente figura se observa las diferentes curvas que representan a un ventilador, que cada curva representa un distinto valor.

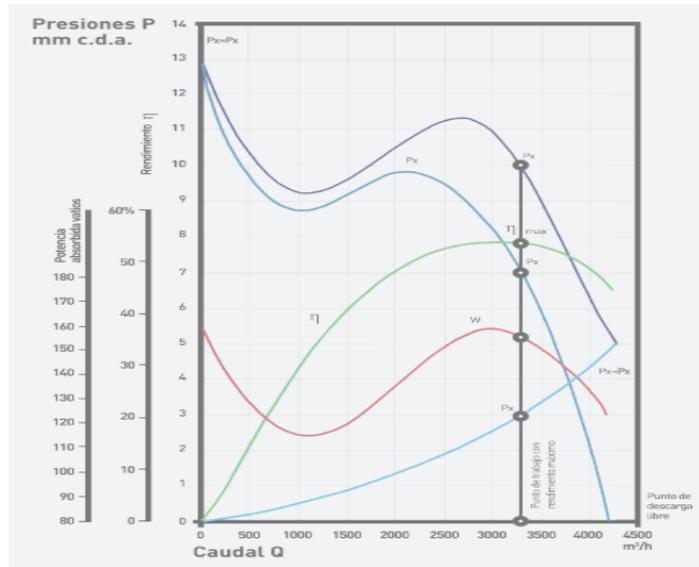


Figura 5.28. Curvas características del ventilador.

Se tiene las abreviaciones la cuales conforman la Ecuación de Bernoulli, ver Ecuación $P_t = P_e + P_d$

$$(3.7)$$

$$P_t = P_e + P_d \quad (3.7)$$

En donde:

- P_e : es la Presión Estática
- P_d : es la Presión Dinámica
- P_t : es la Presión Total

Cuando la Presión Estática (P_e) sea nula, es decir que nuestro ventilador de su máximo caudal que pueda mover, en este punto la Presión Total será igual a la Presión Dinámica. Se tiene los siguientes datos para la Ecuación 3.6.

Radio del ventilador es 176 mm = 0,176 m ver Tabla 5.14

La velocidad del ventilador es de 1889,5 RPM = 34,82 m/s ver Tabla 5.13

$$P_d(\text{mm c. d. a.}) = \frac{v^2(\text{m/s})}{16,3}$$

$$P_d(\text{mm c. d. a.}) = \frac{(34,82)^2(\text{m/s})}{16,3}$$

$$P_d(\text{mm c. d. a.}) = 2,14$$

Entonces finalmente tenemos que, para el desarrollo de nuestro sistema, el ventilador nos da un caudal de 197 CFM, la cual la $P_t = P_d$.

En otro caso cuando nuestro ventilador nos da un caudal mínimo de 149 CFM la Presión Dinámica (P_d) es nula, en este punto la Presión Total será igual a la Presión Estática.

5.3.3. Programación del sistema de intercambio de calor

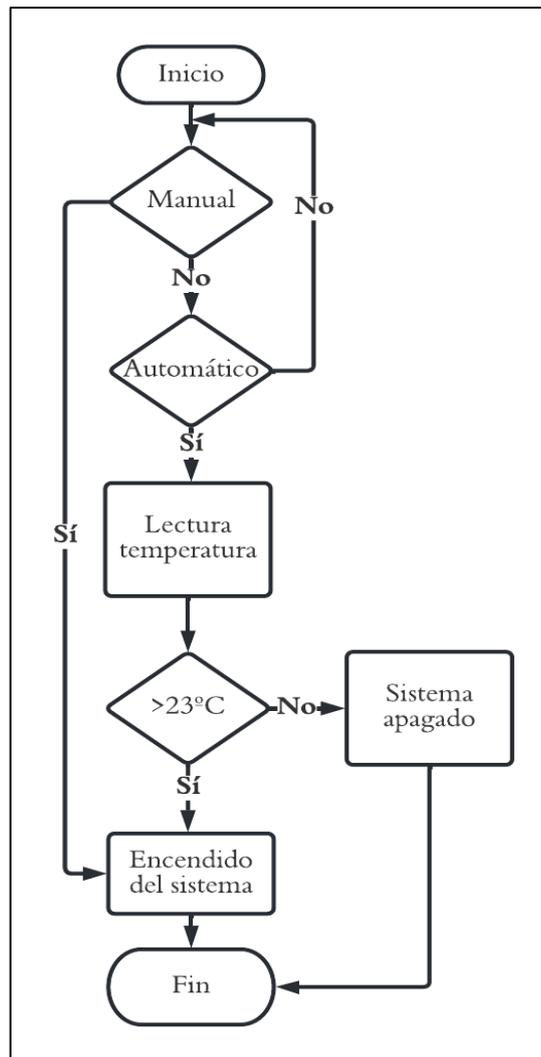


Figura 5.29. Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema

La programación del sistema de intercambio de calor se la uso en un PLC LOGO 12/24 RCE, conociendo las características y funcionalidades del elemento para la aplicación del sistema, primero se construye una tabla de entradas y salidas Tabla 5.34 en donde podemos ver elementos de entradas y salidas. Para la programación del sistema fue necesario conocer las características de la funcionalidad y las operaciones de entradas y salidas de la programación, la fuente de

energía para el PLC, conocer los parámetros de conexión teniendo en cuenta los requerimientos que queramos para el funcionamiento de nuestro sistema.

Para el diagrama de conexiones de mando y fuerza se usó en el software Cade Simu.

- **Tabla de entradas y salidas**

Se realiza una tabla general de entradas y salidas con los elementos físicos que se usaran en la programación del desarrollo del sistema de intercambio de calor para el mejoramiento de las condiciones térmicas de los puestos de trabajo.

Tabla 5.34. Tabla de entradas y salidas de la programación

Elemento Físico	Representación	Entrada/ Salida	Tipo De Señal	Terminal PLC 12/24 RCE	Función
Pulsador NC	P0	Entrada	Digital	I1	Paro de emergencia
Selector	SL	Entrada	Digitales	I2	Cambio de manual o automatizado
Pulsador NA	P1	Entrada	Digitales	I3	Encendido manual
Pulsador NC	P3	Entrada	Digitales	I4	Apagado del sistema
Sensor	Pt100	Entrada	Digitales	I5	Lectura de temperatura
Relé de estado sólido	R1	salida	digital	Q1	Separador del circuito de control con el de fuerza
Luz Piloto 1	H1	Salida	Digitales	Q2	Señalización de mando manual
Luz Piloto 2	H2	Salida	Digitales	Q3	Señalización de mando automático

Los elementos físicos reconocidos en la Tabla 5.34 se realiza todas las conexiones tanto de mando como de fuerza del sistema de intercambio de calor.

Se observa el elemento de control el cual es la parte fundamental del sistema automático, las cuales identificamos que se usan 5 entradas digitales, al igual que se constata de las salidas donde van conectadas las luces piloto y el relé de estado sólido, el cual le da paso al funcionamiento del ventilador con el motor monofásico.

Los PLC son utilizados en muchas industrias y para el funcionamiento de máquinas. Está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura amplios, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías, copia de seguridad o en memorias internas. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real, donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo determinado.

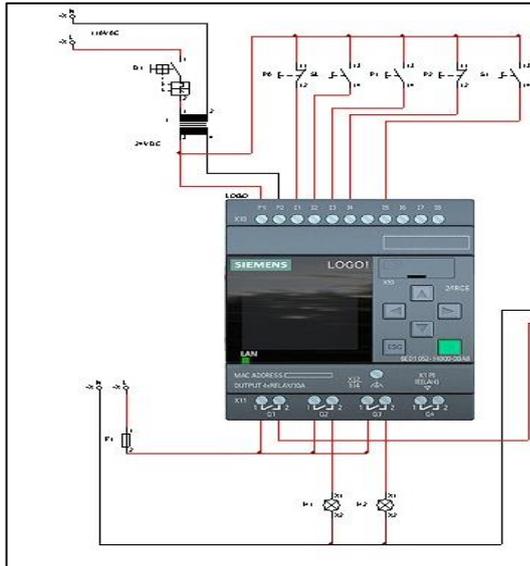


Figura 5.30. Diagrama de mando

Para la programación del diagrama de fuerza se hace las conexiones de la bobina para la energización del sistema de intercambio de calor, se toma la salida a un motor en el cual será nuestro ventilador. Para una mejor visualización ver Anexo Q.

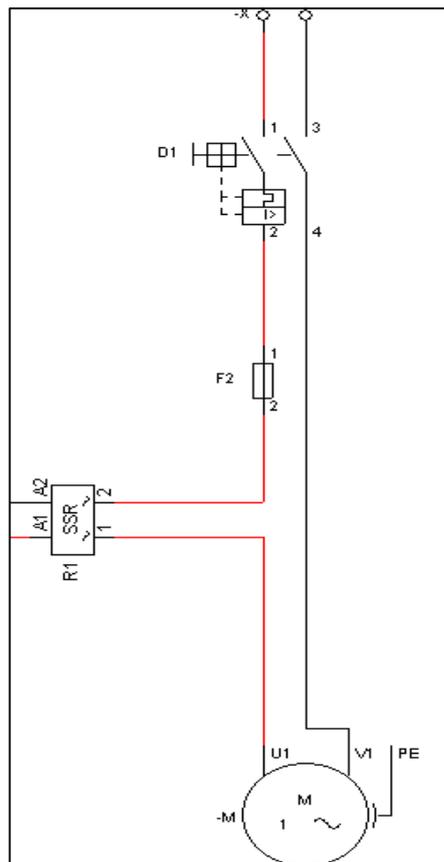


Figura 5.31. Diagrama de fuerza

Para finalizar la programación del sistema de intercambio de calor en el PLC se hace la programación en lenguaje Ladder en el programa LOGO Soft Confort V8. Con las conexiones anteriores tanto del diagrama de mando como de fuerza, se carga la programación en el PLC LOGO 12/24 RCE. Para una mejor visualización de la programación ver Anexo R.

5.4. ACTIVIDADES DEL CUARTO OBJETIVO

Evaluar costos de la propuesta de mejora para el área de producción para el mejoramiento de la productividad.

5.4.1. Identificar costos que intervendrán en la propuesta de mejora del sistema de intercambio de calor

La aproximación de los costos que intervendrán en esta propuesta del desarrollo de un sistema de intercambio de calor para el mejoramiento del proceso productivo en la microempresa se realiza con dispositivos, elementos mecánicos y eléctricos. Se hace una indagación y estimación de costos de la instalación del sistema propuesto. En la siguiente tabla se presentan los costos de los elementos a usar y acciones que se van a realizar.

Tabla 5.35. Costos de implementación del sistema

Elemento	cantidad	Costo (\$)
Ventilador TD350/125	1	206,25
Caja Filtrante MFL-125G4	1	106,00
Filtro absoluto tipo panel	1	111,00
Ducto de ventilación AL-FLEX	1	8,80
Sensor RTD PT100 3 Hilos	1	20,00
LOGO!POWER 24 V/1,3 A FUENTE ALIMENTO	1	59,23
PLC LOGO 12/24 RCE	1	155,94
Transmisor de Temperatura YTA70	1	90,00
Relé de base MY14	1	10,00
Tablero de control (GLS403020)	1	18,30
Pulsadores NA, NC	2	9,00
Selector TRR2	1	7,00
Disyuntor C-60	1	28,00
Paro de emergencia XA-2	1	5,50
Luces piloto XA-2	2	3,80
Cable flexible N° 14	1	30,00
Total		868,82

Tabla 5.36 Total de inversión

INVERSIÓN TOTAL (\$)	
Gastos del sistema de ventilación	868,82
Mano de obra	300,00
Transporte	20,00
Otros gastos	50,00
TOTAL	1238,82

Con el costo total de todos los elementos a implementar el sistema de desarrollo de intercambio de calor para el mejoramiento del proceso productivo tiene una inversión total de \$1238,82 con el desarrollo de la propuesta se pretende aumentar la capacidad de la productividad de la microempresa Miele&Sweet, esto se traduce a una mejora bastante significativa, la cual para poder interpretar esta mejora es necesario verificar el tiempo de retorno de todos los gastos de la inversión.

- **Identificación de costos fijos y variables**

Para interpretar los costos fijos y variables con el desarrollo del intercambiador de calor se debe percibir la viabilidad del proyecto con la recuperación de la inversión, este parámetro se lo obtienen por medio de herramientas financieras como es el punto de equilibrio.

Los costos fijos en esta ocasión es el costo de la inversión del sistema es de \$868,12 ver Tabla 5.35, mientras que los costos variables dependen de la producción y los materiales e insumos, ver Tabla 5.37 que se utilizan para el proceso de elaboración de turrón.

Tabla 5.37. Costos de ventas y costos de producción

Ventas	Cantidad	Precio /unidad (\$)	Total, diario	Total, mensual (\$)
Turrónes de miel de abeja	666 unid.	0,25	166,50	3330,00
Costos variables				
Mano de obra	2,00 \$		39,00	780,00
Glucosa	12,00 lb	0,99	11,90	238,00
Maní	5,00 lb	1,75	8,75	175,00
Arroz crocante	1,00 lb	1,00	1,00	20,00
Azúcar	7,50 lb	0,35	2,62	52,50
Limón	12 unid.	0,05	0,60	12,00
maicena	25,00 lb	0,50		12,50
Fundas 3x4 celofán	13320 unid.	2,25 (1000 unid)		29,97
Energía	111 KWH		Elementos que se usan mensualmente	8,91
Agua potable	90 m ³			41,00
total				1369,88

- **Consumo Energético**

Tabla 5.38. Consumo energético del ventilador

Máquina	Potencia (W)	Potencia (kW)	Horas de trabajo	Consumo (kWh)
Motor monofásico	19	0,019	2	0,038

Se considera la tarifa general de bajo voltaje sin demanda ya que el suministro es inferior a 600 V y su potencia facturable es menor a 10 KW. Según el pliego tarifario de la empresa Provincial Eléctrica Cotopaxi (ELEPCO S.A) se puede calcular la energía consumida por el sistema de ventilación.

- **Tarifa del ventilador**

Tabla 5.39. Consumo mensual del ventilador

Tiempo	kWh	USD/kWh	Total (\$)
1 mes	3,800	0,082	0,3116

La producción en la microempresa Miele&Sweet tiene un total de 666 unidad promedio producidas al día una vez recuperando las 15 unidades defectuosas, el cual esto equivale a una parada, y mensualmente como se trabaja por 20 días laborables se tiene una producción de 20 paradas mensuales.

El costo de producción mensual en la microempresa es de \$1369,88 y para conocer el costo de una parada de producción se divide para las 13320 unidades que se produce mensualmente que es un valor de 0,10 \$/ unidad. A continuación, con los costos obtenidos anteriormente se reemplaza en la fórmula del punto de equilibrio (PE):

$$PE = \frac{\text{costos fijos}}{1 - \frac{\text{costos variables}}{\text{ventas totales}}} \quad (5.6)$$

$$PE = \frac{1238,82}{1 - \frac{1369,88}{3330}}$$

$$PE = \$ 2099,70$$

Entonces se requiere vender en un total de \$ 2099,70 para poder obtener una utilidad. Y, para poder tener una mejor visión se encuentra el punto de equilibrio en unidades por producir, realizando el cociente de este valor obtenido con los costos de ventas por parada producida al día.

$$PE = \frac{2099,70}{0,10}$$

$$PE = 20997 u$$

Se requiere hacer una producción de 20997 unidades para poder cubrir la inversión de los gastos del sistema de intercambio de calor para el mejoramiento del proceso productivo de la microempresa, además es muy importante conocer el tiempo que se tarda en recuperar dicha inversión.

Se sabe que se produce 666 unidades promedio por día, y se requiere una cantidad de 20997 unidades, entonces el tiempo de retorno de la inversión es:

$$\text{Tiempo de retorno de la inversión} = \frac{20997 u}{666 u*d} \quad (5.7)$$

$$\text{Tiempo de retorno de la inversión} = 32 \text{ días}$$

Es decir, el tiempo de retorno de la inversión y empezar a generar utilidad es a los 32 días, lo cual es beneficioso porque es menor a 1 año el tiempo de retorno para el proyecto de implementación del desarrollo de un sistema de intercambio de calor para la microempresa Miele&Sweet.

5.4.2. Cálculo de la producción con un nuevo tiempo de mejora

Una vez impuesto el sistema de intercambio de calor se tiene una producción de 666 unidades por día. En la microempresa se trabaja una jornada laboral de 7 horas al día (420 min).

- **Tiempo de producción por unidad**

Se realiza el cálculo del tiempo de producción por una unidad producida, el cual tenemos las 666 unidades producidas al día sobre el tiempo que se realiza la jornada laboral que es 420 minutos.

$$T.u = \frac{420 \text{ min}}{666 u}$$

$$T.u = 0,63 \text{ min}/u$$

El tiempo que se demora en producir las 666 unidades es de 0,63 minutos por unidad, por lo que proyectando con el sistema de intercambio de calor el tiempo se reduce a 0,60 y finalmente se hace un análisis para verificar la cantidad que se puede producir en el nuevo tiempo.

Se cuenta con los siguientes datos, tales como la jornada laboral que es de 7 horas (420 min),

$$NP = 420/0.60 = 700 \text{ unid}$$

Con el desarrollo del sistema de intercambio de calor, se proyectará a un nuevo tiempo de ciclo para unidades por minuto, el cual tenemos un aumento a un total de 700 unidades la nueva producción diaria.

Tabla 5.40. Productividad anterior vs productividad con mejora

$Productividad = \frac{producción}{horas trabajadas}$ $Productividad = \frac{666 \text{ unid.}}{7 \text{ h}}$ $productividad = 95 \text{ unidades/hora}$	$Productividad = \frac{producción}{horas trabajadas}$ $Productividad = \frac{700 \text{ unid.}}{7 \text{ h}}$ $productividad = 100 \text{ unidades/hora}$
--	---

Con el desarrollo del sistema de intercambio de calor tendría una variación en cuanto a la productividad actual de la microempresa y con el desarrollo del sistema, ver Tabla 5.40 se tiene un aumento del 5% en cuanto a la productividad anterior de la microempresa, generando mayor utilidad para las arcas de la microempresa Miele&Sweet, siendo rentable y también justificable toda la inversión del desarrollo de este sistema.

6. IMPACTOS

6.1. IMPACTO TECNOLÓGICO

El desarrollo del sistema de intercambio de calor manual o automática mediante la ventilación forzada genera el control de temperatura para el producto por la programación de un PLC, con esta investigación se puede visualizar, controlar y monitorear la temperatura de dichos puestos de trabajo del área de producción de la microempresa Miele&Sweet.

6.2. IMPACTO ECONÓMICO

En la microempresa Miele&Sweet, el proyecto de investigación tuvo un impacto económico debido al análisis de las altas condiciones térmicas del producto en el área de producción en la cual se van mitigando los posibles eventos de riesgo, es así un factor fundamental que la microempresa cuente con un sistema de control para la variable de temperatura permitiendo el logro del objetivo, que vayan al ritmo de la demanda del mercado que exige este producto, beneficiando de esta manera a reducir los productos en mal estado, optimizando el tiempo, por lo tanto los ingresos económicos se vayan elevando.

7. CONCLUSIONES

Con la implementación del sistema de ventilación forzada propuesto en este trabajo investigativo se proyecta disminuir el tiempo de producción por unidad de 0,63 a 0,60 minutos

por unidad, además proyectando mayor productividad de 5% de 666 unidades a 700 unidades en la jornada laboral de 7 horas en el proceso de producción diario.

La simulación ha permitido visualizar la distribución de la temperatura en el área de producción, sin el sistema desarrollado a una temperatura de 27°C, así como también, se puede visualizar los resultados con el sistema de ventilación forzada, donde la temperatura oscila entre 20°C a 21°C estando dentro de los límites para la calidad del producto.

Los resultados de la investigación da un rango de temperaturas que oscila entre los 17 a 23°C y una humedad relativa que se encuentre entre 63% a 75% para el producto principal de la microempresa, dichos datos se usaron para un diseño de ventilación forzada automática, además dará una opción de control manual, cuyo sistema permitirá tener una mayor productividad mejorando la calidad del ambiente en las estaciones de trabajo.

En el diseño propuesto se han dimensionado los elementos y dispositivos necesarios para el control del sistema de ventilación forzada, considerando principalmente su especificación técnicas, costos y su disponibilidad en el mercado.

Se considera que la implementación del sistema de intercambio de calor es factible para la microempresa, ya que al determinar el punto de equilibrio se calculó un monto de \$ 2099,70, también 20997 unidades en un tiempo de 32 días laborales en el proceso productivo de la microempresa Miele&Sweet.

8. RECOMENDACIONES

- ✓ Implementar el sistema de ventilación forzada para su respectiva validación en tiempo real, permitiendo el control de los rangos óptimos ya antes mencionados dentro de los puestos de trabajo de corte y empaque de la microempresa, de esta manera se logrará obtener mejores resultados en cuanto a la producción de turrón.
- ✓ Un previo paso para la programación del sistema de ventilación forzada es conocer las características técnicas de cada elemento que lo compone, con el fin de tener un mejor desenvolvimiento en el campo, además que, se tendrá una estructura secuencial y jerárquica, permitiendo una interacción fácil con el entorno de programación.
- ✓ Se sugiere capacitar a los operarios de la microempresa sobre el manejo del sistema, para evitar posibles fallos mecánicos o eléctricos y así poder evitar un costo adicional sobre el mantenimiento del sistema.
- ✓ Para la implementación de este proyecto de investigación se recomienda cumplir con el diseño de los proyectistas, y colocar los equipos recomendados por ellos, ya que los

elementos son de bajos costos y cada elemento tiene su encaje para cada función, y por consiguiente dicho tema es continuo para futuras investigaciones.

9. BIBLIOGRAFÍA

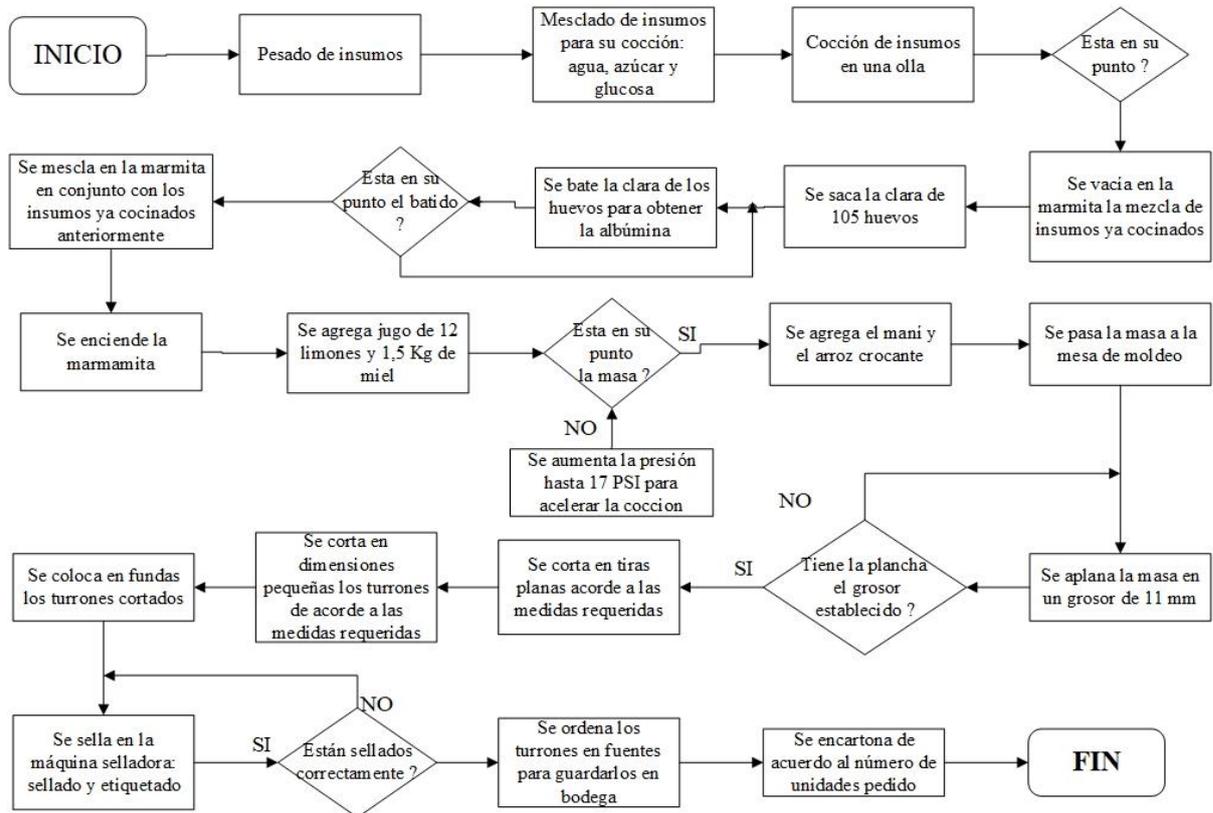
- [1] M. Bladimir, “Universidad Técnica de Ambato Universidad Técnica de Ambato,” 2012.
- [2] J. Arguelles, “El confort térmico en la vivienda colonial y vis en Ambalema.”
- [3] V. Chauvie, “Estudio de programas de simulación térmica,” *Nuevos Sist. Comun. e Inf.*, vol. 8, pp. 2013–2015, 2021.
- [4] M. Edison, “Diseño del sistema de ventilación forzada para la el edificio ‘La Paz’ en el distrito de Miraflores Lima,” *Univ. Nac. Tecnològica Lima Sur*, vol. 1, pp. 1–74, 2019.
- [5] F. P. Incropera and D. P. DeWitt, “INCROPERA_-_Transferencia_de_calor.pdf,” *Fundamentos de Transferencia de Calor*. pp. 2–8, 1999.
- [6] R. A. ANANIAS and R. B. KEEY, “Transferencia de calor,” *Teor. del secado*, pp. 75–99, 2020, doi: 10.22320/978-956-9275-85-2_4.
- [7] C. Vaisala, “Humedad relativa del aire”. https://www.vaisala.com/es/industries-applications/hvac-construction-material-and-artifact-monitoring/indoor-air-quality?utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_campaign=VIM-LAM-ES-HVAC&gclid=Cj0KCQiA64GRBhCZARIsAHOLriKr6IOVctROWueYoT7l-32qI3sIU7ZDurNCbogyxTGRqClnWVsvGwaAlaQEALw_wcB/(accedido feb.12, 2022).
- [8] OMS, “Contaminación del aire ambiente (exterior)”. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health/](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health/)(accedido feb.18, 2022).
- [9] L. M. Huaman Chiroque, “Universidad Nacional Tecnológica De Lima Sur,” *Univ. Nac. Tecnològica Lima Sur*, vol. 1, pp. 1–74, 2019.
- [10] F. Freixanet and V. Armando, *VENTILACIÓN NATURAL*.
- [11] M. Hector and B. Sepulveda, “FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS,” 2009.
- [12] “CAPITULO 3 Entiende la ventilación en todos sus ámbitos,” pp. 1–42.

- [13] N. N. Soler and N. name Palau, “Sistemas de Ventilación,” *Real Farm. Española I Tomo. Madrid*, vol. 1, p. 347, 2012, [Online]. Available: http://cdn2.hubspot.net/hubfs/2009592/Content/SPA_-_Manual_práctico_de_ventilación/SPA_Manual_practico_ventilacion.pdf.
- [14] F. LARA, “Implementación De Un Sistema De Climatización Basado En Inteligencia Artificial Para Mejorar El Rendimiento De Los Equipos Tecnológicos En El Laboratorio De Hardware,” UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS, 2021.
- [15] T. Fontalvo Herrera, E. De La Hoz Granadillo, J. Morelos Gómez, T. Fontalvo Herrera, E. De La Hoz Granadillo, and J. Morelos Gómez, “LA PRODUCTIVIDAD Y SUS FACTORES: INCIDENCIA EN EL MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL,” *Dimens. Empres.*, vol. 16, no. 1, pp. 47–60, 2018, doi: 10.15665/dem.v16i1.1375.
- [16] F. L. Ramos and J. C. Zabala, “Análisis de la cadena productiva del cacao ecuatoriano para el diseño de una política pública que fomente la productividad y la eficiencia de la producción cacaotera período 2007-2016,” 2018.
- [17] E. K. Cando Chasiloa and M. L. Gallardo Guanoquiza, ““PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE IZAJE PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL AURÍFERO EN LA EMPRESA MINERA LABOR MINERA MANUEL CASTILLO”,” 2020.
- [18] M. Gutiérrez Hinestroza and S. A. Iturralde Kure, *Gutiérrez & Iturralde, 2017 Manual de Instrumentación*. 2017.
- [19] J. Humberto and M. Guerra, “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO PARA UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBOS CONCÉNTRICOS, PARA EL DESARROLLO PRÁCTICO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO CERRADO Y ABIERTO POR MEDIO DE PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN MODBUS-RTU.,” Universidad Antonio Nariño, 2020.
- [20] INAMHI, “Proyección de temperatura para enero”. <http://www.inamhi.gob.ec/>(accedido enero.02, 2022).
- [21] F. Clase, “Serie TD-MIXVENT,” pp. 420–442, 2020.
- [22] P. Marco, “FILTROS ABSOLUTOS TIPO PANEL (AFP) FILTROS ABSOLUTOS TIPO PANEL (AFP).”

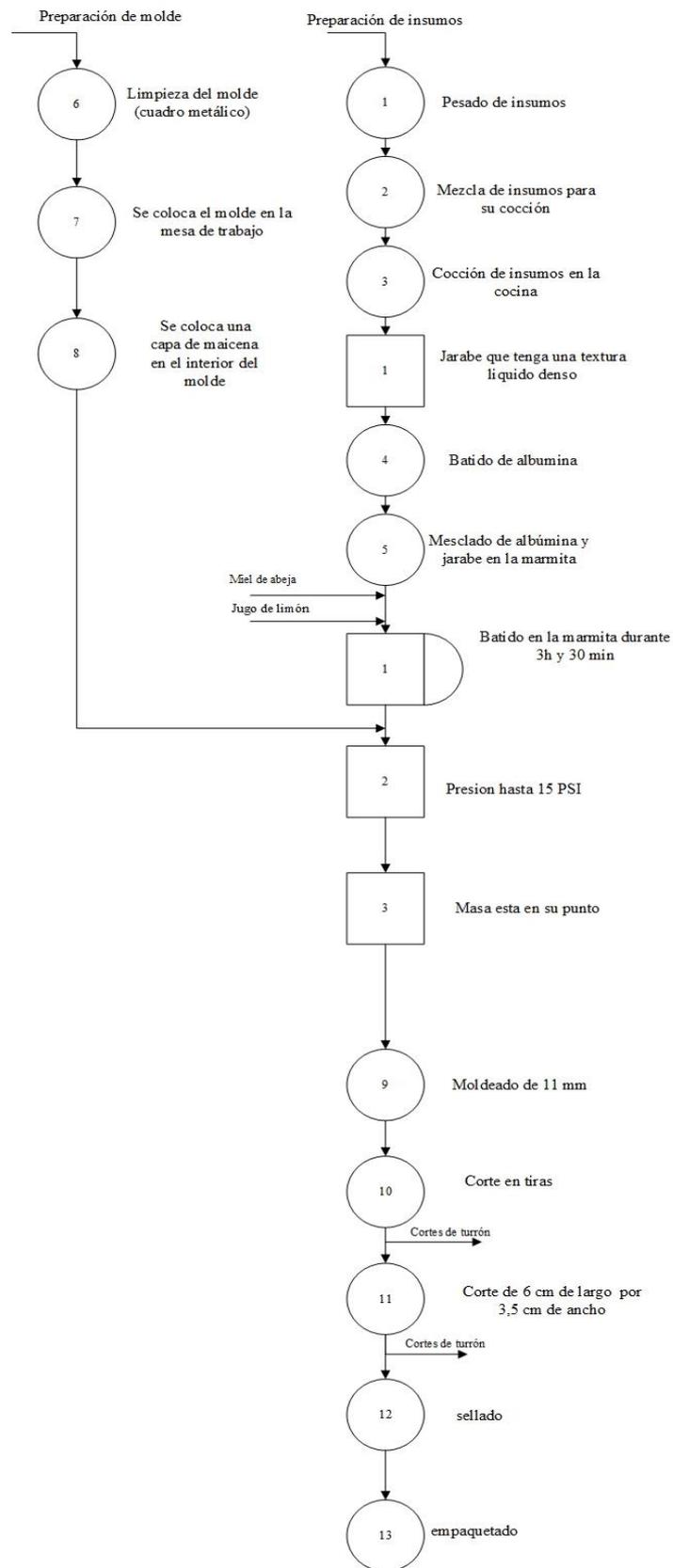
- [23] Fandeli, “Catálogo general de productos,” vol. 6346, p. 162, 2014.
- [24] S. Type, “Datasheet Platinum Resistance Pt100 Hygienic Thermometer , 1 . 5 ’ ’ RJT style fitting Need RTD Cable or Pt100 / Pt1000 Detectors ?”
- [25] V. Dc, “hoja de datos del producto 6ED1052-1FB00-0BA7,” pp. 10–11, 2011.
- [26] Siemens, “Hoja de Datos,” *Siemens Jose Rom. Lerma*, no. 800, p. 10, 2020, [Online]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7214-1AG40-0XB0>.
- [27] Emerson, “Transmisor De Temperatura 3144P,” *Datos Tec. del Transm.*, vol. 1, no. 1, p. 23, 2010, [Online]. Available: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/rosemount-3144p-temperature-transmitter-665071764.html>.
- [28] ELECTRO CABLES, “Catálogo De Productos,” vol. 2, pp. 1–182, 2018, [Online]. Available: <https://www.electrocable.com/uploads/catficha/cata-logo-electrocables-2018.pdf>.
- [29] D. Av, A. Barrionuevo, S.- Roque, and D. Villaflora, “Componentes Ele ctricos.”
- [30] M. C. Breaker, “Miniature circuit breaker 240v 10a.” Segunda Ed. México DF: Pearson Educación, 2021.

10. ANEXOS

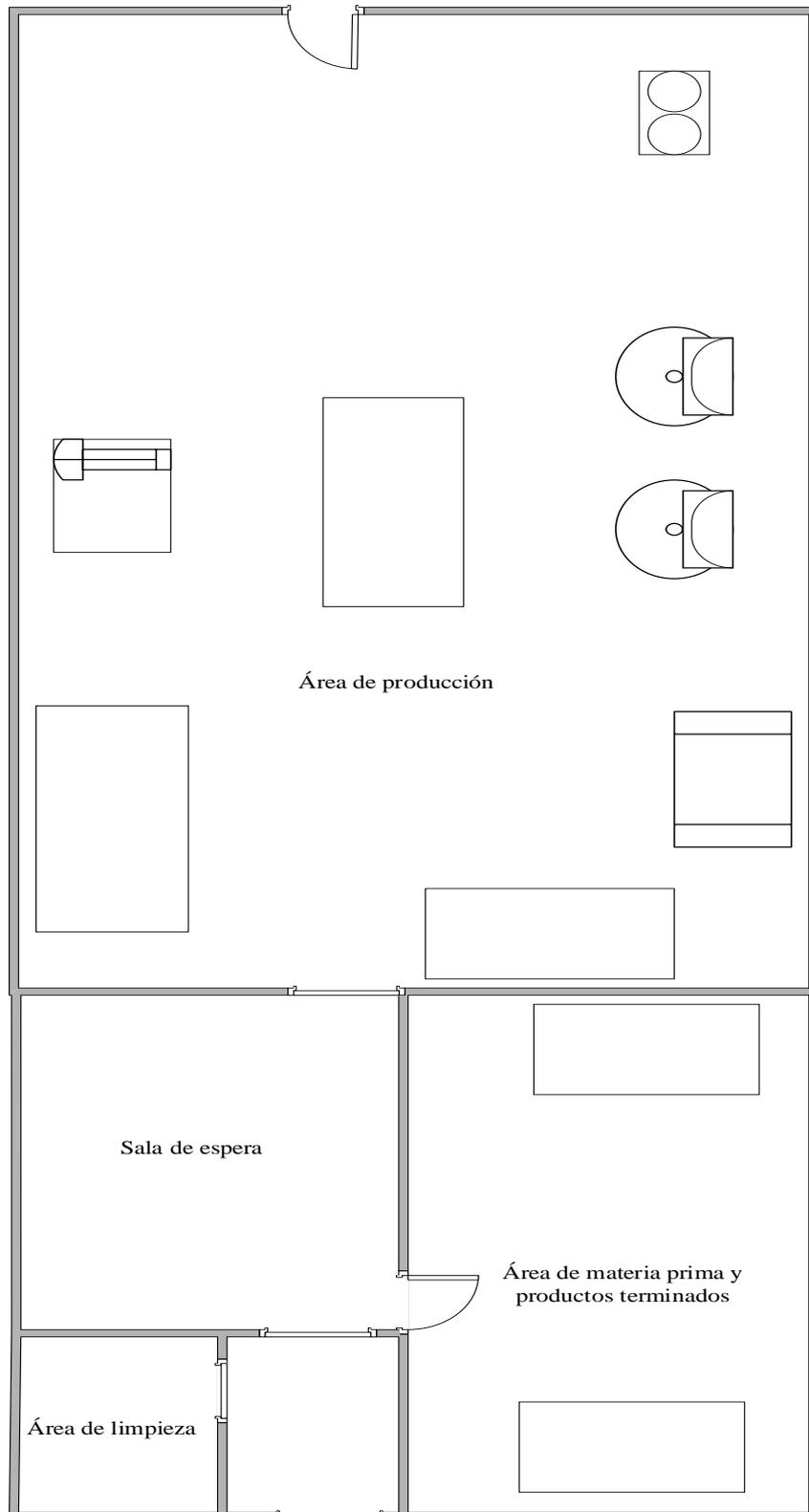
Anexo A: Diagrama de Flujo del proceso de producción del turrón de miel de abeja



Anexo B : Diagrama de Proceso de la elaboración del turrón de miel de abeja en la microempresa Miele&Sweet



Anexo C : Layout actual de la microempresa Miele&Sweet



Anexo D: Instrumentos

Instrumentos utilizados para la toma de las temperaturas en el área de producción de la microempresa Miele&Sweet.

Figura D.1 : Extech HT30 Heat Stress

Nombre	Extech HT30 Heat Stress WBGT Meter	
Componentes incluidos	HT30, 2 pilas AAA	
Código UNSPSC	41113630	
Estilo	Humedad y estrés térmico WBGT	
Material	abs	
Nombre de la marca	Extech	
Peso del producto	4.9 onzas	
Tipo de fuente de energía	Con cable-eléctrico	
Temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH)	32 a 122 ° F (0 a 50 ° C)	
Temperatura de globo negro (TG)	32 a 176 ° F (0 a 80 ° C)	
Temperatura del aire (TA)	32 a 122 ° F (0 a 50 ° C)	
Humedad relativa (RH)	0 a 100% de humedad relativa	
Tipo de montaje	Surface Mount	
UPC	798256213557 , 793950110300	

Figura D.2 : Heat Stress Meter and Datalogger SD-2010

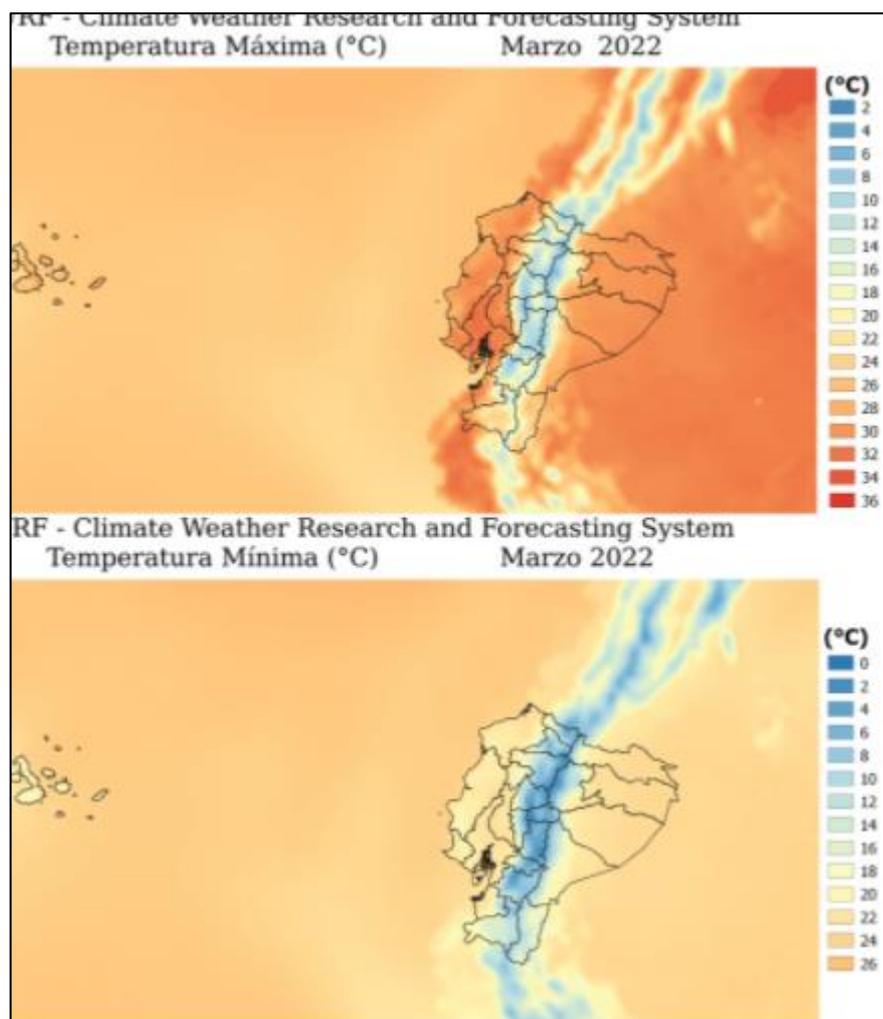
Nombre	Heat Stress Meter and Datalogger SD-2010	
Componentes incluidos	UM3/AA (1.5 V) x 6 baterías	
Estilo	temperatura, la humedad y la luz solar directa o radiante con Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)	
Material	abs	
Nombre de la marca	Reed	
Peso del producto	1,1 libras (515 g)	
Tipo de fuente de energía	adaptador de CA (opcional)	
Temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH)	0 a 59 ° C (32 a 138 ° F)	
Temperatura de globo negro (TG)	0 a 80 ° C (32 a 176 ° F)	
Temperatura del aire (TA)	32 a 122,0 ° F (0 a 50,0 ° C)	
Humedad relativa (RH)	5-95% de humedad relativa	
UPC	800837001825	



Anexo E: Datos históricos de temperatura

Año	Mes	T °C												
2015	Enero	10,90	2016	Enero	12,10	2017	Enero	11,30	2018	Enero	10,70	2019	Enero	11,40
2015	Febrero	11,10	2016	Febrero	11,60	2017	Febrero	11,20	2018	Febrero	10,70	2019	Febrero	11,50
2015	Marzo	10,80	2016	Marzo	11,40	2017	Marzo	11,10	2018	Marzo	10,80	2019	Marzo	11,10
2015	Abril	11,20	2016	Abril	11,40	2017	Abril	11,50	2018	Abril	10,70	2019	Abril	11,50
2015	Mayo	11,90	2016	Mayo	11,60	2017	Mayo	11,50	2018	Mayo	11,80	2019	Mayo	11,60
2015	Junio	11,60	2016	Junio	10,90	2017	Junio	10,90	2018	Junio	10,70	2019	Junio	10,90
2015	Julio	11,40	2016	Julio	10,80	2017	Julio	10,70	2018	Julio	10,60	2019	Julio	11,80
2015	Agosto	11,40	2016	Agosto	11,60	2017	Agosto	10,70	2018	Agosto	10,90	2019	Agosto	11,50
2015	Septiembre	12,10	2016	Septiembre	11,10	2017	Septiembre	11,00	2018	Septiembre	11,00	2019	Septiembre	11,30
2015	Octubre	11,80	2016	Octubre	11,00	2017	Octubre	11,50	2018	Octubre	11,00	2019	Octubre	10,90
2015	Noviembre	11,60	2016	Noviembre	10,90	2017	Noviembre	10,70	2018	Noviembre	10,90	2019	Noviembre	11,40
2015	Diciembre	11,70	2016	Diciembre	10,80	2017	Diciembre	10,40	2018	Diciembre	11,10	2019	Diciembre	11,60

Anexo F: Proyección de temperatura en marzo

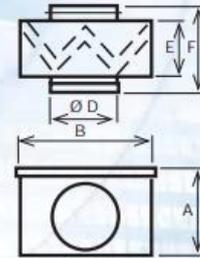


Anexo H: Data Sheet de la caja filtrante



Las cajas filtrantes MFL disponen de tapa de abertura fácil, para proceder a un rápido cambio del elemento filtrante

Dimensiones (mm)



Modelo	A	B	D	E	F
MFL-100	200	200	100	160	196
MFL-125	200	200	125	160	196
MFL-160	200	200	160	154	196
MFL-200	243	244	200	154	202
MFL-250	293	294	250	154	206
MFL-315	342	343	315	154	206
MFL-355	447	448	355	154	254
MFL-400	447	448	400	154	254

Pérdida de carga de las cajas filtrantes Δp (Pa)



Anexo I: Data Sheet del filtro

Especificaciones:

- Velocidad de distribución optimizada.
- Mínima pérdida de carga, menor consumo energético.
- Estanqueidad garantizada.
- Disponible en todos los grados de filtración.
- Disponible en varias medidas.



Clase: E10 - E11 - E12 - H13 - H14 - U15

Componente de sellado: poliuretano bicomponente

Tipo de marco: anodizado, extrusión de aluminio.

Protección: lámina de aluminio (epoxy).

Junta: EPDM plana, EPDM plana continua y espuma de poliuretano.

Medio filtrante: fibra de vidrio de alta calidad.

Separadores: Hot melt

Resistencia al fuego: K2/F2.

Pérdida de carga final: 600 Pa

Máx. temperatura de trabajo: 75°C

Tipo de pliegue	Altura del pliegue (mm)	Código de pliegue	Superficie filtrante (m ²)	Clase (EN1822)	Pérdida de carga para velocidad nominal de 0,45m/s	Código de marco disponible para altura de pliegue	Profundidad de marco disponible para altura de pliegue (mm)
	50	1	24,2	H13	100	R, S, T, U, V, W, X, Y, Z	66, 69, 78, 89, 90, 100, 110, 117, 125, 150
			25,3	H14	125		
			26,9	U15	140		
	65	2	31,4	H13	85	U, V, W, X, Y, Z	90, 100, 110, 117, 125, 150
			32,8	H14	110		
	75	3	36,3	H13	75	V, W, X, Y, Z	100, 110, 117, 125, 150
			37,9	H14	90		
	85	4	41,1	H13	70	W, X, Y, Z	110, 117, 125, 150
			43,0	H14	85		
	90	5	41,1	H13	70	X, Y, Z	117, 125, 150
			43,0	H14	85		
	100	6	48,4	H13	65	Y, Z	125, 150
			50,5	H14	80		
	125	7	60,5	H13	55	Z	150
			63,2	H14	70		

Los filtros absolutos tipo panel protegen al ser humano, equipos y procesos de partículas contaminantes transportadas por el aire. Están diseñados para su uso en salas blancas y zonas limpias de trabajo que requieren un alto nivel de pureza del aire para conseguir un flujo laminar.

Aplicaciones: procesos industriales como microelectrónica, medicina, farmacia, alimentación, microbiología, química, laboratorios, hospitales, quirófanos, áreas de flujo laminar, sistemas de ventilación, energía e investigación nuclear.

La superficie del filtro y la altura de pliegue están diseñados de forma óptima en cuanto a los valores que son más importantes para el rendimiento de un filtro. Los filtros que tienen una altura de pliegue alta ofrecen una solución óptima para los costes de vida útil, ya que reducen el consumo de energía.

Los filtros absolutos son testeados uno a uno de acuerdo a

Anexo J: Data Sheet de los ductos de ventilación



AL-FLEX soporta altas temperaturas y resulta un producto ideal para todo tipo de sistemas de extracción, ventilaciones al exterior y salidas de gases de combustión.

Diámetros disponibles:

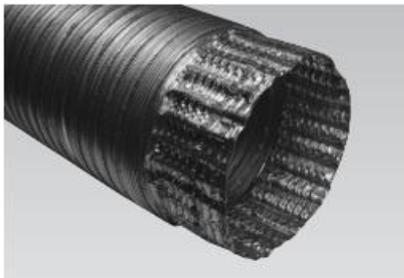
7,5cm (3")
10cm (4")
13cm (5")
15cm (6")
20cm (8")
25cm (10")
30cm (12")
35cm (14")
40cm (16")
45cm (18")
50cm (20")



- Largos disponibles:

Se suministran en tiras comprimidas de 1, 2, 3 y 4 metros.

A partir del diámetro de 25cm (10") se fabrican también con sección RECTANGULAR, con altura de 150mm y 200mm.



- Opcional: MOLETEADO en uno de sus extremos para unir tramos de AL-FLEX con media vuelta de ajuste.

- Espesor: 120 micrones.

- Temperatura máxima de operación: 320°C

- Temperatura mínima de operación: -38°C

- Propagación de llama: 0

- Generación de humo: 0

- Presión estática positiva de 4" a 8": 100 a 200 mm.c.a.

- Presión estática negativa: 100 a 200 mm.c.a.

- Radio de plegado: 1 1/2 veces el diámetro.

- Permeabilidad: Cercana a 0.

Para instalaciones aéreas se recomienda colocar soportes cada 2m de largo, aproximadamente

Anexo K: Data Sheet de la fuente de alimentación



LOGO!POWER 24 V/1,3 A FUENTE ALIMENT.
ESTABILIZADA ENTRADA: AC 100-240 V (DC 110-300 V)
SALIDA: DC 24 V/1,3 A

Datos técnicos	
Producto	LOGO!Power
Fuente de alimentación, tipo	24 V/1,3 A
Entrada	
Entrada	AC monofásica o DC
Tensión de alimentación / con AC / valor nominal mínimo	100 V
Tensión de alimentación / con AC / valor nominal máximo	240 V
Tensión de alimentación	
• con AC	85 ... 264 V
Tensión de entrada / con DC	110 ... 300 V
Entrada de rango amplio	Sí
Salida	
Salida	Tensión continua estabilizada y aislada galvánicamente
Tensión nominal U_s nom DC	24 V
Tolerancia total, estática \pm	3 %
Compens. estática variación de red, aprox.	0,1 %
Compens. estática variación de carga, aprox.	1,5 %
Ondulación residual entre picos, máx.	200 mV
Ondulación residual entre picos, típ.	10 mV
Spikes entre picos, máx. (ancho de banda aprox. 20 MHz)	300 mV
Spikes entre picos, típ. (ancho de banda aprox. 20 MHz)	20 mV
Rango de ajuste	22,2 ... 26,4 V
Función del producto / tensión de salida ajustable	Sí
Ajuste de la tensión de salida	Mediante potenciómetro
Pantalla normal	LED verde para tensión de salida O. K.
Comportamiento al conectar	Sin rebase transitorio de U_a (arranque suave)
Retardo de arranque, máx.	0,5 s
Subida de tensión, típ.	15 ms
Intensidad nominal I_a nom	1,3 A
Rango de intensidad	0 ... 1,3 A
• Observación	+55 ... +70 °C: Derating 2%/K
Potencia activa entregada / típica	30 W
Posibilidad de conex. en paralelo para aumento de potencia	Sí
Número de equipos conectables en paralelo para aumentar la potencia, unidades	2

Anexo L: Data Sheet del PLC



Figura similar

LOGO! 12/24RCE, mód. lógico, display FA/E/S: 12/24 V DC/relé, 8 DI (4 AI)/4 DO, mem. 400 bloques, posibilidad de ampliación modular, Ethernet, servidor web integrado, Datalog, páginas web personalizadas, tarjeta microSD estándar para LOGO! Soft Comfort a partir de V8.3, proyectos anteriores ejecutables conexión a la nube en todos los aparatos base LOGO! 8.3

Display	
Con display	Sí
Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
• 12 V DC	Sí
• 24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	10,8 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Hora	
Programadores horario	
• Cantidad	400; Máx. 400, según la función
• Reserva de marcha	480 h
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	8; de ellas, 4 aptas como E analógicas (0 a 10 V)
Salidas digitales	
Número de salidas	4; Relé
Protección contra cortocircuito	No; requiere protección externa
Intensidad de salida	
• para señal "1" rango admisible para 0 a 55 °C, máx.	10 A
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
Salidas digitales	
Número de salidas	4; Relé
Protección contra cortocircuito	No; requiere protección externa
Intensidad de salida	
• para señal "1" rango admisible para 0 a 55 °C, máx.	10 A
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
— con carga inductiva, máx.	3 A
— con carga resistiva, máx.	10 A
CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	Sí; Desparasitado según EN 55011, clase límite B
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
Homologación CSA	Sí
Homologación UL	Sí
Homologación FM	Sí
desarrollado conforme a IEC 61131	Sí
según VDE 0631	Sí

Homologaciones navales	Sí
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C; Sin condensación
• máx.	55 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C

Anexo M: Data Sheet del Transmisor de temperatura

[<<Contents>>](#) [<<Index>>](#)

General Specifications

YTA70
Temperature Transmitter

YTA Series

GS 01C50C03-00EN

The YTA70 is a head mount type of temperature transmitter that accepts thermocouple, RTD, ohms or DC millivolts input and converts it to a 4 to 20 mA DC signal for transmission. The YTA70 conforms to the standard DIN form B head mounting. The YTA70 supports HART® communication protocol.

HART protocol revision is selectable from HART 5 or HART 7, and HART 7 features long tag number up to 32 characters, enhanced burst mode and event notification, and command aggregation function.



STANDARD SPECIFICATIONS

Accuracy

See Table 1, on page 3.

Cold Junction Compensation Accuracy

(For T/C only)

±1°C (±1.8°F)

Ambient Temperature Effects

See Table 1, on page 3.

Power Supply Effects

±0.005% of FS per Volt

EMC Conformity

EN61326-1 Class A, Table 2

EN61326-2-3

EU RoHS Directive

Applicable standard: EN IEC 63000

Input Type, Span and Range

Selection from thermocouples (T/Cs), 2-, 3-, and 4-wire RTDs, ohms and DC millivolts.

See Table 1 on page 3.

Maximum Zero offset

±50% of selected maximum value

Input Resistance (for thermocouples, mV)

10 MΩ, or 3 kΩ at power-off

Input Lead Wire Resistance (for RTD, ohm)

5 Ω per wire or lower

(up to 50 Ω per wire is configurable with reduced measurement accuracy)

Sensor Burnout

High (NAMUR NE43 upscale), Low (NAMUR NE43 downscale), or value within 3.5 to 23 mA

Output

Two wire 4 to 20 mA DC

Response Time

1 to 60 seconds programmable

Ambient Temperature Limits

(Option code may affect limit)

-40 to 85°C (-40 to 185°F)

Ambient humidity limits

0% to 95% RH (non-condensation)

Isolation

Input/output isolated to 1500 V AC.

Supply & Load Requirements:

Voltage

8 to 35 V DC for operation

(8 to 30 V DC for Intrinsically safe type)

13.8 to 35 V DC for digital communication

Load Resistance

0 to (E-8)/0.0236 [Ω]

where E is power supply voltage.

250 to 600 Ω for digital communication

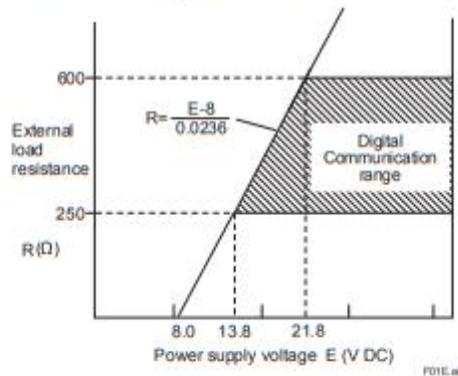


Figure 1. Relationship Between Power Supply Voltage and External Load Resistance

Material

Polycarbonate

Color of the case

Red

Mounting

DIN form B head mounting

Terminals

M3 screws

Weight

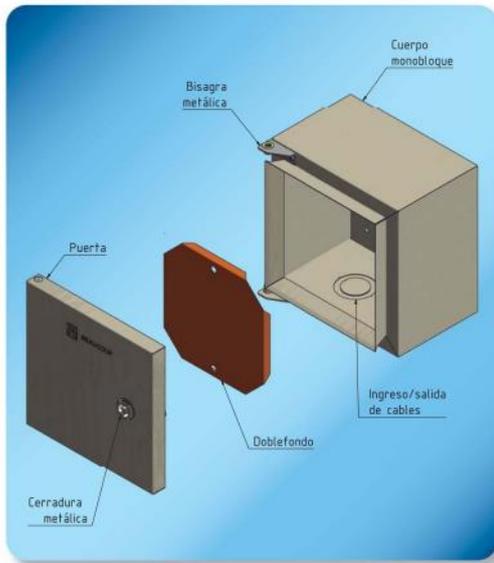
50 g (0.11 lb)

YOKOGAWA ◆

Yokogawa Electric Corporation
2-9-32, Nakacho, Musashino-shi, Tokyo, 180-8750 Japan
Tel.: 81-422-52-5690 Fax.: 81-422-52-2018

GS 01C50C03-00EN
©Copyright Mar. 1999
15th Edition July 2021

Anexo N: Data Sheet de la caja



NORMATIVA:

- Aplicable NTE INEN 2568
- IEC 60529
- NEMA 250

APLICACIÓN:

- Apropiado para instalar equipos eléctricos/electrónicos en instalaciones industriales, comerciales, edificios residenciales y edificios de servicios, etc.
- Uso exclusivo para interiores.

GRADO DE PROTECCIÓN: IP 41

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- Gabinete de servicio liviano, con cuerpo monobloque soldado con sistema MIG.
- Puerta (no reversible) con empaque de poliuretano expandido, cerradura metálica cromada tipo triángulo de montaje rápido.
- Los gabinetes de servicio liviano están fabricados de acero laminado en frío de 0.8mm de espesor en todos sus componentes, (Material validado bajo norma JIS 3141).

- Los Knock outs dispuestos en la parte inferior del gabinete permitiendo el acceso fácil del ducto de ½", ¾", 1" y 1 ½" EMT.
- Al ser un producto económico su doblefondo no cuenta con perforaciones.
- Cable de aterramiento no disponible en este modelo.

ACABADOS:

- Lámina estándar con previo proceso químico de desengrase y fosfatizado previo a recubrimiento con pintura electrostática en polvo de alta adherencia, dureza y durabilidad, acabado texturizado procesado entre 180° a 200° C, color beige texturado RAL 7032 y su doblefondo de color naranja gofrado RAL 2003, cuya capa mínima de aplicación de 65µm. Amigable con el medio ambiente, resiste aceites, derivados de petróleo, soluciones ácidas, alcalinas en concentraciones no mayores al 10%.
- Otros tipos de dimensiones, terminados y recubrimientos son fabricados bajo pedido.

ACCESORIOS INCLUIDOS:

- Incluye accesorios para montaje del producto a la pared (tirafondo y taco Fisher).
- Incluye placa para montaje de equipos.
- En gabinete liviano (llave metálica para cerradura).



Gabinete Metálico, servicio liviano

CÓDIGO	REFERENCIA	DIMENSIONES (mm)			PESO APROX (kg)
		ALTO (H)	ANCHO (W)	PROFUNDIDAD (D)	
I-0301	GSL - 202015	200	200	150	1.80
I-0302	GSL - 302015	300	200	150	2.45
I-0303	GSL - 303020	300	300	200	3.70
I-0304	GSL - 403020	400	300	200	4.64
I-0305	GSL - 404020	400	400	200	5.76
I-0306	GSL - 604020	600	400	200	8.00

Anexo O: Data Sheet del breaker



Discover your Schneider Electric tools | Add to favorites | Help Historic

60144

MINIATURE CIRCUIT BREAKER 240V 10A

 [Download your 60144 datasheet](#)



[Characteristics](#) | Documents & Downloads

Main Hide

Device application	Distribution
Range of product	C60
Product or component type	Miniature circuit-breaker
Device short name	C60 UL489
Poles description	2P
Number of protected poles	1
Neutral position	Left
[In] rated current	10 A at 25 °C
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Curve code	C
Breaking capacity	6 kA Icu conforming to IEC 60947-2 - 440 V AC 10 kA Icu conforming to IEC 60947-2 - 125 V DC 10 kA AIR conforming to UL 489 - 125 V DC 10 kA AIR conforming to UL 489 - 240 V AC 10 kA Icu conforming to IEC 60947-2 - 415 V AC 20 kA Icu conforming to IEC 60947-2 - 240 V AC
Suitability for isolation	Yes conforming to IEC 60947-2

Complementary Hide

[Ue] rated operational voltage	12...240 V AC 125 V DC 60 V DC
Magnetic tripping limit	7...10 x In
Contact position indicator	Yes
Control type	Operating handle
Local signalling	Positive break indication
Mounting mode	Fixed
Mounting support	35 mm symmetrical DIN rail
9 mm pitches	4
Height	107 mm
Width	36 mm
Depth	73 mm
Product weight	0.22 kg
Colour	Grey
Mechanical durability	20000 cycles
Electrical durability	10000 cycles
Connections - terminals	Tunnel type terminals 2.5...25 mm ² max
Tightening torque	2.5 N.m

Environment Hide

Anexo P: Data Sheet del paro de emergencia

Hoja de datos del producto XA2ES542

Características

Parada de Emergencia de 1/4 de Giro - 1NC -
Diámetro: 40mm - Rojo - Línea XA2



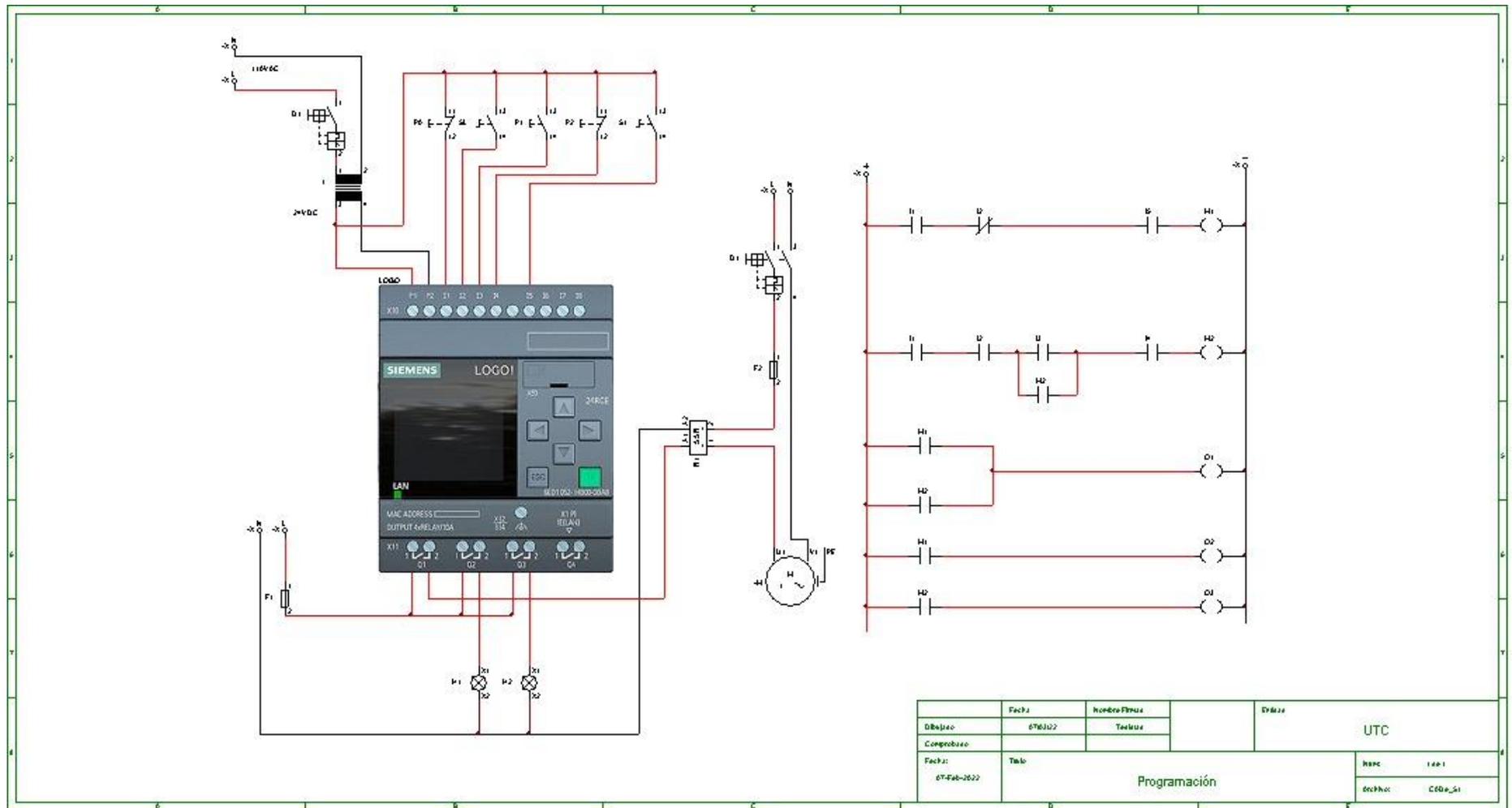
Principal

Rango de producto	Harmony Easy XA2
Tipo de producto o componente	Pulsador de apagado de emergencia completo
Modelo de dispositivo	XA2
Material del bisel	Plástico
Diámetro de montaje	22 mm

Complementario

Posición de funcionamiento	Cualquier posición
Montaje del dispositivo	Orificio de fijación - diámetro: 22 mm
Centro de fijación	>= 30 x 40 mm (panel) - espesor: 1...5 mm
Modo de fijación	Tuerca de fijación: 2...2,4 N.m
Forma del cabezal de unidad de	Redondo
Tipo de operario	Girar para liberar
Reset	Girar para liberar
Perfil de operador	Rdjo redondo Ø 40
Tipo de contactos y composición	1 NC
Funcionamiento de contacto	Rupt. lenta
Apertura positiva	Con contacto NC
Endurancia mecánica	100000 ciclos
Conexiones - terminales	Terminal de abrazadera de fija, <= 2 x 1,5 mm ² Terminal de abrazadera de fija, <= 1 x 2,5 mm ² Terminal de abrazadera de fija, >= 1 x 0,5 mm ² Terminales Faston, tamaño de conexión: 6.3 mm
Par de apilote	0,8 N.m
Protección contra cortocircuito	10 A fusible gL conforme a IEC 60269-1
[Ith] Intensidad térmica convencional	10 A
Tensión asignada de aislamiento	600 V conforme a IEC 60947-1
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	6 kV conforme a IEC 60947-1
Intensidad asignada de empleo (Ie)	3 A a 240 V, AC-15, A600 0,27 A a 250 V, DC-13, Q600
Endurancia eléctrica	500000 Ciclos, AC-15, 3 A a 230 V, velocidad de operado <60 ciclos/mn, factor de carga: 0,5 conforme a IEC 60947-5-4 500000 ciclos, DC-13, 0,2 A a 110 V, velocidad de operado <60 ciclos/mn, factor de carga: 0,5 conforme a IEC 60947-5-4
Fiabilidad eléctrica IEC 60947	$\Lambda < 10 \exp(-8)$ a 24 V
Alto	30 mm
Ancho	42 mm
Profundidad	74,2 mm
Peso del producto	0,058 kg

Anexo Q: Diagrama de fuerza y mando de la programación del sistema



Anexo S: Cuadro metálico para el moldeado de la masa proveniente de la marmita



Anexo T: Insumos utilizados para la elaboración del turrón, izquierda arroz crocante y derecha maní pelado



Anexo U: Albúmina batida posterior a ser mezclada en la marmita



Anexo W: Área de producción de la microempresa Miele&Sweet



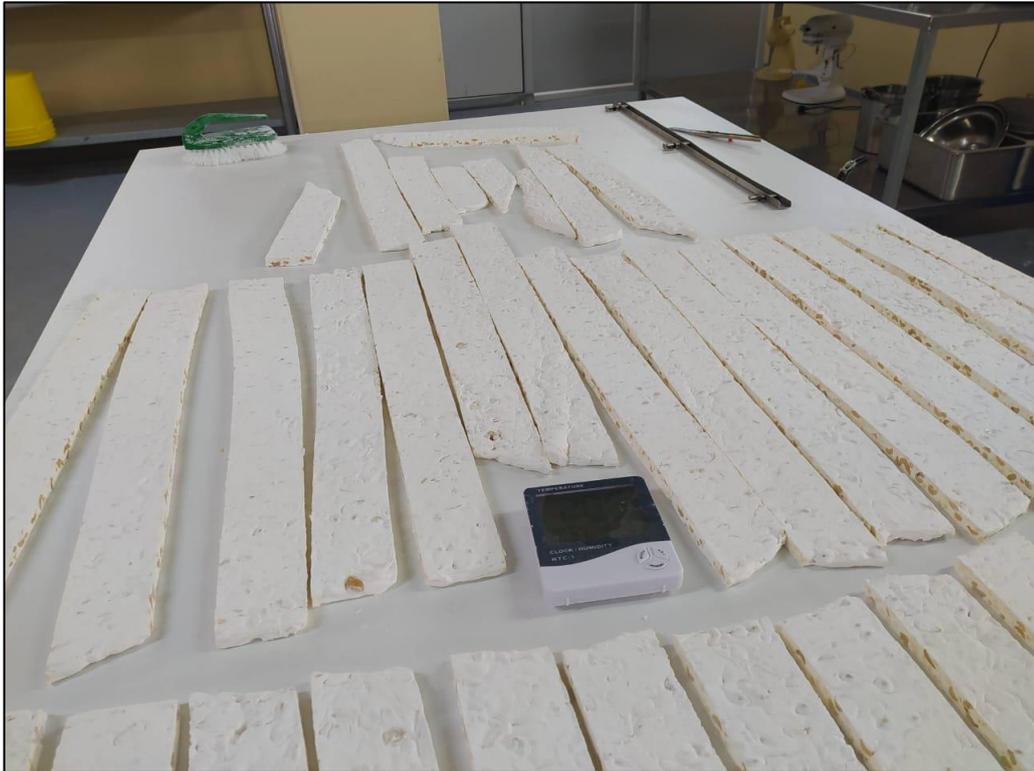
Anexo V: Toma de datos en el área de producción de la microempresa Miele&Sweet



Anexo X: Turrón de miel de abeja cortado en las dimensiones requeridas y posterior a ser empacados en fundas de celofán 3x4



Anexo Y: Tiras de turrón de miel de abeja posteriores a ser cortadas nuevamente en las dimensiones requeridas



Anexo Z: Producto terminado y acomodados en fuentes de aluminio, para su posterior almacenamiento y distribución a los clientes



Anexo AA: Máquina cortadora del turrón de miel de abeja



Anexo AB: Marmita turrонера para el batido de la masa del turrón

