

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



MAESTRÍA EN MECÁNICA

(COHORTE 2017)

TEMA:

**“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA MÁQUINA DE
TEMPERADO PARA OPTIMIZAR EL PROCESAMIENTO DE
CHOCOLATE”**

Trabajo de Titulación

Previa a la obtención del Grado Académico de Magíster en Mecánica Mención Diseño

Autor: Ing. Nancy Piedad Rodríguez Sánchez

Director: Ing. Carlos Mauricio Carrillo Rosero, Mg

Ambato- Ecuador

2020

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

El tribunal receptor del Trabajo de Investigación presidido por el Ing. Wilson Santiago Medina Robalino, Mg., e integrado por los señores: Ing. Susana Elizabeth Valencia Vargas, Mg., Ing. Santiago Paul Cabrera Anda, Mg., designados por la Unidad Académica de Titulación de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA MÁQUINA DE TEMPERADO PARA OPTIMIZAR EL PROCESAMIENTO DE CHOCOLATE”, elaborado y presentado por la señora: Ing. Nancy Piedad Rodríguez Sánchez, para optar por el Grado Académico de Magister en Mecánica Mención Diseño; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



Ing. Wilson Santiago Medina Robalino, Mg

Presidente del Tribunal



Ing. Susana Elizabeth Valencia Vargas, Mg

Miembro del Tribunal

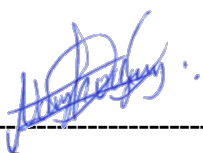


Ing. Santiago Paúl Cabrera Anda, Mg

Miembro del Tribunal

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA MÁQUINA DE TEMPERADO PARA OPTIMIZAR EL PROCESAMIENTO DE CHOCOLATE”, le corresponde exclusivamente a la: Ingeniera Nancy Piedad Rodríguez Sánchez, Autor bajo la Dirección del Ingeniero Carlos Mauricio Carrillo Rosero, Mg., Director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Nancy Piedad Rodríguez Sánchez

C.C. 1804314225

AUTOR



Ing. Carlos Mauricio Carrillo Rosero, Mg

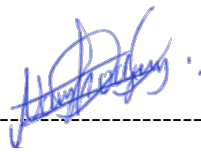
C. C. 1802147890

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta, dentro de las regulaciones de la Universidad.



Ing. Nancy Piedad Rodríguez Sánchez
C.C. 1804314225

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios, a mis padres, a mis hijas y a mi esposo

A Dios que me ha dado salud, vida, y a cuidado de mi familia en mis horas de ausencia.

A mis padres Gabriel y Clelia, que con sus palabras de aliento me han levantado el ánimo en los momentos difíciles de la vida y con sus enseñanzas han forjado mi alma.

A mis hijas Sarita y Sohía que con una sonrisa me dan alegrías y me calman el corazón hasta en los momentos más difíciles

A mi esposo que es en mi vida mi razón, mi fuerza y paz.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la fábrica la Nobleza que me dio la apertura y la confianza del desarrollo de este proyecto dentro de sus instalaciones.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por preocuparse del desarrollo normal de la maestría buscando el bienestar social

Al director de esta investigación, que con paciencia ha sabido guiarla hasta lograr los objetivos planteados.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

TITULO.....	I
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XVII
CAPÍTULO I.....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis crítico.....	3
1.2.3 Prognosis.....	4
1.2.4 Formulación del problema.....	4
1.2.5 Preguntas directrices.....	4
1.2.6 Delimitación del problema.....	5
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II.....	7
2.1 Antecedentes Investigativos.....	7
2.2 Fundamentación teórica.....	8
2.2.1 Procesos de transferencia de calor.....	8
2.2.2 Balance de energía de sistemas.....	11

2.2.3	Temperado de chocolate	11
2.2.4	Equipos de temperado	13
2.2.5	Marmitas.....	16
2.2.6	Partes principales de una marmita	17
2.2.7	Evaluación de calidad del producto.....	18
2.3	Fundamentación filosófica	20
2.4	Fundamentación legal.....	20
2.5	Categorías fundamentales.....	21
2.6	Hipótesis	21
2.7	Señalamiento de variables	22
2.7.1	Variable independiente	22
2.7.2	Variable dependiente	22
2.7.3	Término de relación.....	22
CAPÍTULO III		23
3.1	Enfoque.....	23
3.2	Modalidad básica de la investigación.....	23
3.2.1	Bibliográfica – documental	23
3.2.2	De campo.....	23
3.2.3	Experimental.....	24
3.3	Nivel o tipo de investigación	24
3.3.1	Exploratoria	24
3.3.2	Descriptivo	24
3.4	Población y muestra	24
3.4.1	Población	24
3.4.2	Muestra	25

Selección de las operaciones	25
Metodología para la medición de tiempos.....	25
3.4.3 Tiempos suplementarios	27
3.4.4 Tiempo estándar	28
3.4.5 Estudio de tiempos del proceso manual de temperado.....	28
3.4.6 Comportamiento térmico de la máquina	30
3.4.7 Ubicación de los sensores en la máquina	30
3.5 Operacionalización de variables	31
3.5.1 Variable independiente:.....	31
3.5.2 Variable dependiente	31
3.6 Recolección de la información	31
3.7 Procesamiento y análisis.....	32
CAPÍTULO IV	34
4.1 Análisis de los resultados	34
4.2 Interpretación de los resultados	35
4.2.1 Resultado del estudio de tiempos modo manual	35
4.3 Adquisición de datos de temperaturas	38
4.3.1 Equipo de control	38
4.3.2 Partes de la máquina	38
4.3.3 Registro de datos de temperatura – tiempo	39
4.4 Curvas de temperaturas de la máquina	40
4.4.1 Curvas de temperaturas de la máquina cuadrante A	40
4.4.2 Curvas de temperaturas de la máquina cuadrante B.....	43
4.4.3 Curvas de temperaturas de la máquina cuadrante C.....	46
4.4.4 Curvas de temperaturas de la máquina cuadrante D	49

4.4.5 Proceso de calentamiento de chocolate en el temperado.....	52
4.4.6 Proceso de enfriamiento de chocolate en el temperado.....	53
4.4.7 Modelo matemático	55
4.4.8 Simulación de funcionamiento	63
4.4.9 Curvas de temperaturas del chocolate en proceso	65
4.4.10 Proceso de temperado.....	65
4.4.11 Análisis mediante cámara termográfica	68
4.5 Verificación de la hipótesis	69
4.5.1 Planteamiento de la hipótesis	69
4.5.2 Nivel de significancia	69
5 CAPÍTULO V	72
5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
5.1.1 Conclusiones.....	72
5.2 Recomendaciones	73
6 CAPÍTULO VI	74
6.1 Datos informativos	74
6.2 Antecedentes de la propuesta	74
6.3 Justificación de la propuesta.....	75
6.4 Objetivos.....	76
6.4.1 General.....	76
6.4.2 Específicos.....	76
6.5 Análisis de factibilidad	77
6.6 Fundamentación	77
6.7 Metodología.....	78
6.7.1 Diagrama de lazo cerrado	78

6.7.2 Componentes del sistema de control	78
Sensor de temperatura RTD PT100.....	79
Válvula de accionamiento eléctrico para vapor.....	80
6.7.3 Programación del controlador LOGO! V8.	81
6.7.4 Variables de control en el proceso de temperado	83
6.7.5 Instalación de equipos de control	84
6.7.6 Instalación de electroválvula para ingreso de agua	85
6.7.7 Distribución de mandos en el gabinete de control.....	85
6.7.8 Marmita de temperado de chocolate con equipos de control	87
6.7.9 Pruebas de funcionamiento.....	87
6.7.10 Análisis comparativo de costos	88
6.7.11 Pruebas de índice de temperado	89
6.7.12 Resultado del estudio de tiempos del proceso automatizado.	90
6.8 Administración	94
6.8.1 Costos directos.....	94
6.8.2 Costos indirectos	94
6.8.3 Costos administrativos.....	94
6.8.4 Costo total.....	95
6.9 Previsión de la evaluación	95
BIBLIOGRAFÍA	96

ANEXOS	99
ANEXO A Norma mundial BRG Global Standards	99
ANEXO B Estudio de tiempos.....	100
ANEXO C Plano eléctrico Data Logger.	108
ANEXO D Características técnicas de los equipos	109
ANEXO E programación en Excel –Vba.....	122
ANEXO F resultados de las simulación.....	134
ANEXO G Ensayos de temperado	135
ANEXO H Reporte de termografía	145
ANEXO J Diagrama de proceso P&ID.....	160

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Conductividad térmica de materiales	9
Tabla 2.2 Valores típicos de coeficiente de transferencia de calor por convección.....	11
Tabla 2.3 Proceso de temperado para diferentes productos	12
Tabla 3.1 Criterio General Electric para número de ciclos a observar.....	25
Tabla 3.2 Valoración según el Sistema Westinghouse.....	27
Tabla 3.3 Porcentaje de tiempo considerado para suplementos	28
Tabla 3.4 Operacionalización de la variable independiente: Comportamiento térmico.....	31
Tabla 3.5 Operacionalización de la variable dependiente: Procesamiento de chocolate.....	31
Tabla 4.1 Resumen de resultados del estudio de tiempos estado manual.	36
Tabla 4.2 Cursograma analítico de proceso.....	37

Tabla 4.3 Parámetros de trabajo de la marmita	62
Tabla 4.4 Resultado de simulación tiempo / temperatura de fluido	64
Tabla 4.5 Prueba F para varianzas de dos muestras	70
Tabla 4.6 Prueba t para dos muestras emparejadas	71
Tabla 6.1 Características técnicas del Módulo de ampliación.....	78
Tabla 6.2 Elementos de la máquina de temperado de chocolate.....	84
Tabla 6.3 Prueba t para dos muestras	90
Tabla 6.4 Proceso automatizado – Estudio de tiempos	91
Tabla 6.5 Cursograma analítico de temperado de chocolate automático	92
Tabla 6.6 Costos directos – recursos materiales.....	94
Tabla 6.7 Ensayos.....	94
Tabla 6.8 Costos administrativos – oficina	94
Tabla 6.9 Costo total.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 2.1 Procesos de transferencia de calor	8
Figura. 2.2 Curvas de temperado.....	14
Figura. 2.3 Curva de temperado máquinas Supernova Aasted.....	16
Figura. 2.4 Marmitas con agitador.	17
Figura. 2.5 Partes principales de una marmita	17
Figura. 2.6 Temperímetro clásico.....	18
Figura. 2.7 Diagrama esquemático de un temperímetro.....	20
Figura. 2.8 Categorías fundamentales.	21
Figura. 3.1 Esquema de ubicación de los sensores.....	30
Figura. 3.2 Recolección de la información.....	33

Figura. 4.1 Diagrama de flujo de proceso de recolección y análisis de datos	35
Figura. 4.2 Partes principales de la máquina	39
Figura. 4.3 Ubicación de sensores para adquirir datos de temperatura tiempo	40
Figura. 4.4 Curva temperatura vs. tiempo de proceso A1	41
Figura. 4.5 Curva temperatura vs. tiempo de proceso A2	41
Figura. 4.6 Curva temperatura vs. tiempo de proceso A3	42
Figura. 4.7 Comportamiento en el cuadrante A	42
Figura. 4.8 Curva temperatura vs. tiempo de proceso B1	44
Figura. 4.9 Curva temperatura vs. tiempo de proceso B2	44
Figura. 4.10 Curva temperatura vs. tiempo de proceso B3	45
Figura. 4.11 Comportamiento en el cuadrante B.....	45
Figura. 4.12 Curva temperatura vs. tiempo de proceso C1	46
Figura. 4.13 Curva temperatura vs. tiempo de proceso C2	47
Figura. 4.14 Curva temperatura vs. tiempo de proceso C3	48
Figura. 4.15 Comportamiento en el cuadrante C.....	48
Figura. 4.16 Curva temperatura vs. tiempo de proceso D1	50
Figura. 4.17 Curva temperatura vs. tiempo de proceso D2	50
Figura. 4.18 Curva temperatura vs. tiempo de proceso D3	51
Figura. 4.19 Comportamiento en el cuadrante D.....	51
Figura. 4.20 Cantidad de calor y flujo promedio de calor en calentamiento y enfriamiento del producto.....	55
Figura. 4.21 Dimensiones principales de la marmita	56
Figura. 4.22 Sistema de resistencias eléctricas.....	57
Figura. 4.23 Curva de temperaturas mediante modelo matemático	62
Figura. 4.24 Distribución de temperaturas (vista en corte)	63

Figura. 4.25 Toma de datos (ubicación de sensores de temperatura en software)	64
Figura. 4.26 Curva de temperatura de fluido.....	65
Figura. 4.27 Termómetro Tricor modelo 225	66
Figura. 4.28 Temperatura vs tiempo del proceso y curva promedio índice de temperado	67
Figura. 4.29 Curva de enfriamiento de ensayo de temperado	68
Figura. 4.30 Imagen de termografía	69
Figura. 4.31 Curvas de temperaturas vs. Tiempo	70
Figura. 6.1 Diagrama de lazo cerrado.....	78
Figura. 6.2 Módulo AM2 RTD.....	79
Figura. 6.3 Sensor RTD.PT100	79
Figura. 6.4 Válvula de accionamiento eléctrico para vapor.	80
Figura. 6.5 Válvula de accionamiento eléctrico para agua.....	81
Figura. 6.6 Esquema general del sistema	82
Figura. 6.7 Diagrama Grafset de proceso manual de temperado	82
Figura. 6.8 Diagrama Grafset de proceso manual de temperado	83
Figura. 6.7 Esquema de instalación de los equipos	84
Figura. 6.8 Instalación de válvula de ingreso de agua.....	85
Figura. 6.9 Instalación de mandos de operación y etiquetado.....	86
Figura. 6.10 Instalación de tablero eléctrico.....	86
Figura. 6.11 Marmita de temperado de chocolate automatizada.....	87
Figura. 6.12 Comportamiento del proceso (Manual, automático, modelo matemático)	88
Figura. 6.13 Cotización de máquina Chocotemp	89
Figura. 6.14 Resultado de estudio de tiempos de ciclo del proceso manual y automático	93

Figura. 6.15 Resultado del tiempo que interviene el operador en el proceso..... 93

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto surge de la necesidad de la fábrica la Noblezza en realizar la optimización del proceso de temperado debido a los tiempos improductivos que esta genera.

El objetivo de la tesis ha sido analizar el comportamiento de la máquina de temperado para optimizar el proceso de trabajo. Se ha definido la metodología de análisis para las condiciones de contorno e inicio de trabajo de la máquina, con las mismas se analiza el funcionamiento mediante simulaciones de fluidos computacionales CFD con escalas de colores que permiten una interpretación de la distribución de temperatura en todos los componentes de la máquina, obteniendo un modelo detallado.

La verificación de la hipótesis se desarrolla en un marco de experimentaciones en torno a los datos de la máquina y el análisis minucioso por medio de simulaciones que permiten identificar la curva de temperatura adecuada para la mejora en la producción. Por último, se compara tiempos e índices de temperado que demuestran la calidad del proceso.

EXECUTIVE SUMMARY

The project arises from the need of the Noblezza factory to perform the optimization of the tempering process due to the unproductive times it generates.

The objective of the thesis has been to analyze the behavior of the tempering machine to optimize the work process. The analysis methodology have been defined for the contour conditions and start of work of the machine, with which the operation is analyzed using simulations of Computational Fluid Dynamics with color scales that allow an interpretation of the temperature distribution in all the components of the machine, obtaining a detailed model.

The hypothesis verification is carried out in a framework of experimentations around the machine data and careful analysis through simulations that identify the appropriate temperature curve for the improvement in production. Finally, temper times and indices are compared, which demonstrate the quality of the process.

INTRODUCCIÓN

Las máquinas para procesamiento de chocolate a nivel mundial aparecen desde hace más de 100 años. Desde 1946 cuando el Dr. Techn. Kaj Aasted de la empresa AASTed desarrolló la columna de templado de chocolate se han desarrollado nuevos e innovadores métodos de templado, de manera sobresaliente las industrias alemanas y danesas, las cuales dotan de maquinaria y servicio para los procesos de mezclado, refinación, conchado, temperado, moldeo y empacado, entre otros[1]

A nivel de América Latina, existen empresas con experiencia en el área alimenticia, que dan soluciones a sus clientes soluciones el desarrollo de maquinaria y generación de equipos para el sector alimenticio, tal es el caso de la empresa Jersa ubicada en México.[2]

Las máquinas de construcción local cumplen normativas elementales, [3], [4] en selección de materiales para el sector alimenticio descuidando en la mayoría de los procesos especificaciones, sin desarrollar investigaciones sino tan solo obedeciendo las indicaciones del adquirente. Además, en vista que no hay un desarrollo específico de la industria chocolatera a nivel local sino solamente de manera artesanal existe desconocimiento de los requerimientos de operación específicos adaptable a las características del proceso acorde a la máquina.

Las pequeñas empresas o empresas en crecimiento, se ven limitadas en sus montos de inversión hasta abrirse mercados, lo que limita la tecnificación, tal es el caso de la fábrica local de chocolate La Noblezza que está enfocada en el desarrollo de productos elaborados y semielaborados a partir de cacao, cuenta con maquinaria de procedencia local que obedece los lineamientos empíricos de los propietarios, siendo evidente la necesidad de tecnificación de los procesos para obtener mejoras en la producción y en la calidad del producto. Uno de los procesos esenciales es el temperado, para lo cual cuentan con una máquina tipo marmita con control manual en su funcionamiento que no garantiza que cumpla de manera explícita los requerimientos del procesamiento de chocolate en esta etapa. La tecnificación de procesos es esencial para la optimización y la mejora de los productos finales.

El objetivo principal de la investigación es analizar el comportamiento térmico en la máquina de temperado para optimizar el procesamiento de chocolate en la fábrica La Noblezza, reduciendo tiempos de producción, sin afectar la calidad del producto.

La memoria de la tesis se estructura de la siguiente manera

Capítulo 1 Abarca la problemática en un contexto global a nivel mundial y lo contextualiza hasta el nivel local dentro de la fábrica la Noblezza

Capítulo 2 Estudia el estado del arte analizado de diferentes tesis y bibliografía, donde se presentan diferentes tipos de máquinas de temperado, además de los equipos usados para evaluar el proceso.

Capítulo 3 Se detalla el enfoque, la modalidad de la investigación, y la operacionalización de variables, el plan de procesamiento y análisis, y los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.

Capítulo 4 Establece los resultados obtenidos de los análisis realizados a la máquina de temperado de la fábrica y al proceso de producción, además de que conlleva a la verificación de la hipótesis planteada.

Capítulo 5 Redacta las conclusiones y recomendaciones resultado del estudio, las cuales pueden conducir a estudios futuros en pro de la mejora de procesos de la industria nacional.

Capítulo 6 Se encuentra la propuesta en la que se describe el sistema de control aplicado, mismo que puede ser aprovechado a nivel local en industrias de capacidades semejantes.

El alcance del presente trabajo enfocado a la consecución de los objetivos se asocia al procesamiento mas no a la preparación de la receta de trabajo, el tipo de cacao que se esté usando como materia prima, y las características organolépticas ya que las mismas dependen del usuario final mas no del proceso de temperado que se desarrolle; es un aspecto que depende de factores ajenos al proceso en análisis.

CAPÍTULO I

1.1 Tema

“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA MÁQUINA DE TEMPERADO PARA OPTIMIZAR EL PROCESAMIENTO DE CHOCOLATE”

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Contextualización

El desarrollo de máquinas para procesamiento de chocolate a nivel mundial aparece desde hace más de 100 años de manera sobresaliente las industrias alemanas y danesas, las cuales dotan de maquinaria y servicio para los procesos de mezclado, refinación, conchado, temperado, moldeo y empacado, entre otros. Un ejemplo de lo indicado data de 1946 cuando el Dr. techn. Kaj Aasted de la empresa AASTed desarrolló la columna de templado de chocolate desde entonces han desarrollado nuevos e innovadores métodos de templado. [1]

En [5] se indica que las empresas dedicadas a las alimentación apuntan a mejorar la calidad, con mayor eficiencia, es por eso que en los últimos años se han dado avances en la mecanización y conservación de la producción, sin dejar de lado el mejor trato al producto, con estos cambios de manera general, las empresas que construyen maquinaria deben ser capaces de solventar estas necesidades, generando maquinaria enfocada a presentar a los clientes un producto de calidad con las mejores garantías. A nivel de América Latina, existen empresas con experiencia en el área alimenticia, que dan soluciones a sus clientes soluciones el desarrollo de maquinaria y generación de equipos para el sector alimenticio, tal es el caso de empresas de México.[2]

Las máquinas de temperado de chocolate buscan que la cristalización homogénea del producto para moldearlo y empacarlo al pasar de una etapa líquida a una condición sólida.[6] Es esencial el manejo de temperaturas, para su mantenimiento y almacenamiento.

La tecnificación de procesos es esencial para la optimización de estos y la mejora de los productos finales. Al contar con una máquina de control manual, no se garantiza

que cumpla de manera explícita los requerimientos del procesamiento de chocolate en la etapa del temperado.

El alto costo de la maquinaria es una desventaja para las pequeñas empresas o empresas en crecimiento, las cuales se ven limitadas en sus montos de inversión hasta abrirse mercados.

En Latinoamérica, las principales vías para la industrialización y mejoramiento continuo, se encaminan en el procesamiento de productos de exportación, protección a la industria local liberándola de aranceles, restricción de ingresos y la diversificación de mercados internos. Los países con mayor desarrollo son Argentina, Brasil y México pioneros en la industrialización. [7]

En el Ecuador, el desarrollo de la industria alimenticia es el primer sector productivo priorizado para el cambio de la matriz productiva del Ecuador. Esta estrategia estimula la creación de planes de desarrollo y políticas arancelarias que impulsen un crecimiento tecnológico dentro de la industria alimenticia a nivel nacional, a fin de reducir las importaciones y contribuir con el crecimiento industrial del país. [8]

En la industria alimenticia; los requerimientos de los clientes; la obliga a adaptarse a los tiempos de cambio en busca de la mejoras. Las empresas deben estar siempre decididas al cambio en pro de mantener sus estándares de calidad y vanguardia en sus productos, con innovación y eficacia. Esto obliga a que la industria busque la calidad y brinde una experiencia auténtica en los productos de consumo, reduciendo costos y mejorando procesos para aumentar su rentabilidad y mejora en el servicio al cliente, usualmente con la implementación del control de calidad y mejora continua. [9]

La asistencia técnica y la implementación de soluciones tecnológicas en el diseño de una línea de producción en la industria chocolatera, y los avances en la competitividad pueden marcarse por el nivel tecnológico en la industria del chocolate donde sin lugar a dudas además de la capacitación al personal es necesaria la investigación y tecnificación de sus proceso.[10]

En La Nobleza; empresa Tungurahuense; el proceso productivo se enfoca en la mejora continua, para mantener sus niveles de competitividad y crecimiento en el mercado con tecnificación y estandarización de sus operaciones.

Las máquinas de construcción local cumplen normativas elementales, [3], [4] en selección de materiales para sector alimenticio descuidando los procesos y las especificaciones requeridas por el mismo, sin desarrollar investigaciones sino tan solo obedeciendo las indicaciones del adquirente. Además, en vista que no hay un desarrollo específico de la industria chocolatera a nivel local sino solamente de manera artesanal existe desconocimiento de los requerimientos de operación específicos adaptable a las características del proceso acorde a la máquina.

La tecnificación de procesos es esencial para la optimización de estos y la mejora de los productos finales. Al contar con una máquina de control manual, no se garantiza que cumpla de manera explícita los requerimientos del procesamiento de chocolate en la etapa del temperado.

1.2.2 Análisis crítico

En la zona centro del país, el cambio de la matriz productiva nacional resalta el direccionamiento de los lineamientos en la industria alimenticia, que anteriormente se dedicaba a la exportación de materia prima y la compra de productos elaborados, tal es el caso de la exportación de cacao y la importación de chocolates elaborados. Con el impulso del cambio y el apoyo a los pequeños emprendimientos es que surgen empresas de procesamiento de cacao en productos semielaborados y elaborados.

El proceso de temperado de chocolate es importante en la fabricación de productos para evitar la desintegración de los compuestos que se adiciona en la mezcla siendo un proceso que dota de estabilidad al producto final además que le brinda un aspecto brillante y agradable a la vista.

Los medios tradicionales o manuales de producción de chocolate implican un riguroso trabajo y control de las temperaturas de las máquinas, es importante mantenerlas dentro de parámetros establecidos para garantizar un procesamiento adecuado, para lo cual la introducción de la tecnología a los procesos de fabricación en la industria chocolatera es un aspecto local muy necesario.

Con el presente estudio se puede llegar a establecer las temperaturas adecuadas para el proceso de temperado de chocolate, para satisfacer las necesidades de la fabricación local de los productos del mismo.

1.2.3 Prognosis

Sin la ejecución del presente estudio en la industria local, el cambio esperado de la matriz productiva puede verse afectado si la producción local no garantiza resultados adecuados a los productos de fabricación local, lo que va a limitar el mercado. Continuar con un proceso manual no tecnificado y de modo empírico puede limitar la capacidad de producción, tanto por la generación de tiempos improductivos dentro del proceso como la calidad del mismo.

Se verá estancada la producción chocolatera de la fábrica La Nobleza y la fabricación local de máquinas continuará sin una estandarización para el proceso de temperado de chocolate y trabajando solamente acorde a los requerimientos básicos que el adquirente de las máquinas solicite.

El desarrollo de este proyecto investigativo impulsará el avance de productos a base de chocolates y promoverá estudios que aseguren un buen rendimiento de temperado garantizado según los requerimientos planteados.

1.2.4 Formulación del problema

¿El análisis del comportamiento térmico de la máquina de temperado permitirá optimizar el procesamiento de chocolate?

1.2.5 Preguntas directrices

¿Cuáles son las cargas térmicas en la máquina de temperado de chocolate?

¿Cuáles son las temperaturas de trabajo de la máquina de temperado adecuadas a las curvas de temperatura requeridas por el proceso?

¿Cuáles son las temperaturas óptimas de trabajo para temperado de chocolate?

¿Cuáles serán las curvas de temperatura generadas para el procesamiento de chocolate con las condiciones de contorno de la máquina?

1.2.6 Delimitación del problema

Delimitación de contenidos

El presente estudio está enmarcado dentro del campo de Ingeniería Mecánica, de manera específica dentro de las líneas de investigación de la Maestría de Diseño Mecánico. Se centra en el estudio del comportamiento térmico de la máquina, implica los módulos de diseño de experimentos, simulación de eventos mecánicos.

Delimitación espacial

La investigación se realizará en la fábrica local La Noblezza y en los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en la ciudad de Ambato Campus Huachi Chico.

Delimitación temporal

La investigación se realizará desde marzo de 2019 a marzo 2020

1.3 Justificación

El apoyo a la producción chocolatera nacional es de importancia para permitir a la industria su crecimiento y dejar en segundo plano la tendencia de exportar materia prima. La industria alimenticia nacional con la tecnificación de sus operaciones podrá mejorar sus procesos, calidad y competitividad.

Se ha visto el interés de encontrar las curvas de funcionamiento en cuanto a la temperatura de la máquina que ayude a la producción de chocolate, ya que por medios tradicionales no se puede obtener un temperado estable que garantice el proceso lo cual da lugar a reproceso de producto y hasta pérdidas económicas.

Se considera factible realizarlo ya que las fábricas locales necesitan de un proceso adecuado, apoyando al desarrollo productivo y siendo un aporte para las empresas dedicadas a la producción de chocolate ecuatoriano y de manera especial a las que están surgiendo con máquinas de fabricación local.

Esta investigación es de tipo aplicada con un nivel experimental, que permite analizar las curvas de temperado requeridas para el funcionamiento de la máquina y optimizar

el procesamiento de chocolate, la que se puede realizar con la recolección de datos en campo, es decir en las instalaciones de la fábrica, se la encuentra viable en cuanto se analiza las facilidades prestadas por la fábrica y los instrumentos y técnica a aplicar. Cabe destacar que el presente proyecto es factible de realizar ya que se dispone de fuentes donde se puede investigar la temática, la formación requerida, además de contar con el apoyo de la fábrica La Noblezza lugar donde se tomará datos necesarios para el estudio.

Con el desarrollo del proyecto se estima beneficiar a las empresas locales tanto a las dedicadas a la fabricación de maquinaria de esta índole, que tendrán un claro conocimiento del proceso de temperado. Así también las fábricas de chocolate, las mismas que van a mejorar el procesamiento de sus productos y disminuirán tiempos muertos, siendo relevante para el desarrollo económico y productivo del país.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar el comportamiento térmico de la máquina de temperado para optimizar el procesamiento de chocolate.

1.4.2 Objetivos específicos

- Investigar el comportamiento térmico de la máquina para el proceso de temperado de chocolate.
- Adquirir parámetros de funcionamiento del proceso de temperado.
- Determinar las temperaturas óptimas de trabajo para temperado de chocolate.

CAPÍTULO II

2.1 Antecedentes Investigativos

Es necesario conocer antecedentes de temperado de chocolate y su procesamiento, por lo que se ha recurrido a repositorios nacionales de información, de la cual se puede destacar algunos estudios desarrollados en torno a la temática en cuestión.

-En el estudio [11], el autor menciona que una de las etapas más importante de la fabricación de chocolate es un temperado adecuado, con el propósito de obtener buenas características del producto. Se detalla que el proceso de temperado del chocolate se eleva la temperatura hasta 40°C aproximadamente, se somete a un enfriamiento suave hasta alcanzar los 28-29°C con los que se estabilizaran los cristales de manteca de cacao. A continuación, se produce un recalentamiento gradual hasta los 31-32°C. A esta temperatura el chocolate ya está listo para su uso en los moldes. Se señala que el índice de un temperado adecuado está entre 4 y 6 e influye directamente sobre la calidad del producto final, ya que, si el chocolate no está bien temperado, el chocolate no será brillante, no tendrá el sonido al partir característico, ocasionará problemas de desmoldeo y favorecerá la aparición de Fat Bloom (aparición visual externa blanquesina).

-El estudio [12] destaca que el proceso de temperado con un control adecuado brinda buenas características de rompimiento, manipuleo, contracción, brillo y vida útil del producto, considerando un proceso crucial en la fabricación industrial de chocolate. Durante el proceso de temperado se da lugar a la pre-cristalización de la manteca de cacao dando lugar a que la grasa restante se cristalice de una forma apropiada.

-Un estudio realizado en México [13] , trata sobre el efecto de las condiciones de revenido y corte aplicado, los parámetros de flujo modificados y la estructura de los recubrimientos de chocolate. El efecto de aumentar la velocidad de corte en el mezclador sobre las propiedades reológicas del recubrimiento es disminuir la viscoelasticidad y la complejidad del carácter elástico. Los resultados de la microscopía indican que todos los procesos son sistemas heterogéneos bifásicos con diferentes macromoléculas ricas, lo que sugiere que estas dos fases son compatibles en cierta medida. Finalmente, existe una relación lineal entre los parámetros reológicos

y el diámetro del tamaño de partícula de los recubrimientos de chocolate. El temperado es una pre-cristalización directa que consiste en cizallar la masa de chocolate a temperaturas controladas. Se evaluó el efecto del mezclado y del temperado sobre la distribución del tamaño de partícula y el comportamiento reológico de coberturas de chocolate oscuro. Las muestras fueron fundidas y temperadas siguiendo tres procedimientos recomendados, se usó micrografía electrónica, SEM. Todas las muestras presentaron un comportamiento al flujo ajustado al modelo de Casson. Las muestras sin temperado y corte mostraron el mayor tamaño de partícula.

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Procesos de transferencia de calor

Cuando exista diferencia de temperaturas en el mismo o distinto medio da lugar a la transferencia de calor, definiéndola como el traslado de energía a causa de una diferencia entre las temperaturas. Es un intercambio de energía entre sistemas o cuerpos siempre ocurriendo del sistemas más caliente al más frío obedeciendo la segunda ley de la termodinámica, hasta que se alcanza el equilibrio térmico.[14]

Se conocen tres modos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación que esquemáticamente se puede apreciar en la figura. 2.1

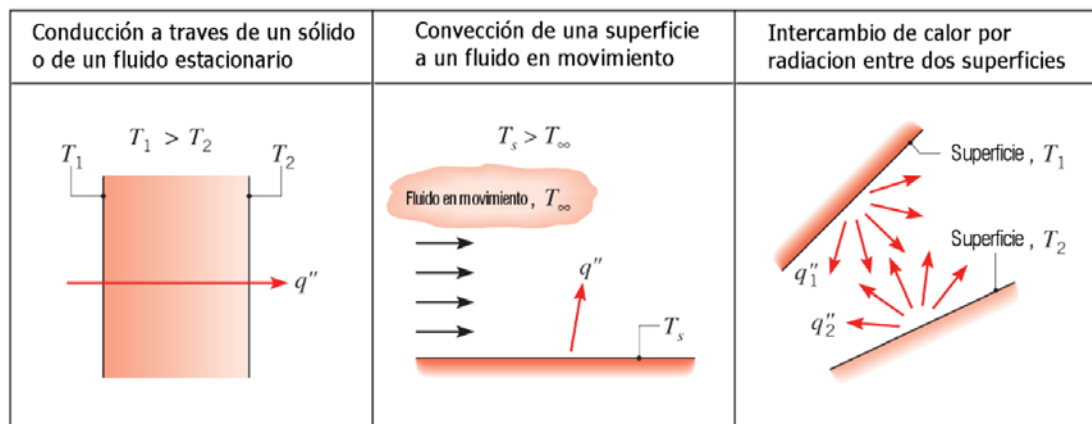


Figura. 2.1 Procesos de transferencia de calor

Fuente: [15]

Por conducción

La ecuación de la transferencia de calor por conducción se establece como la ley de Fourier, el calor se transmite entre sólidos, desde la región de mayor a la de menor temperatura, la velocidad a la que se transfiere el calor depende de las propiedades de

los materiales, en este caso la conductividad térmica.[14] La ecuación en condiciones estacionarias y distribución lineal de temperaturas es:

$$q_x = \lambda \cdot A \cdot \frac{dT}{dx}$$

Donde:

A = área transversal de pared [m^2]

λ = conductividad térmica del material [$\frac{W}{m \cdot ^\circ K}$]

$\frac{dT}{dx}$ = diferencial de temperatura $\frac{dT}{dx} = \frac{T_2 - T_1}{L}$

Los valores de conductividad térmica dependen del material, en la Tabla 2.1 se muestran los valores para algunos materiales a temperatura ambiente:

Tabla 2.1 Conductividad térmica de materiales

Material	Conductividad térmica k, W/m · °C
Cobre	401
Aluminio	237
Hierro	80.2
Agua	0.607
Fibra de vidrio	0.043
Aire	0.026

Fuente: [16]

Por convección

La transferencia de calor puede ser natural o forzada, dependiendo de la naturaleza del flujo.

La transferencia de calor por convección se clasifica de acuerdo con la naturaleza del flujo. Se habla de convección forzada cuando el flujo es causado por medios externos, como un ventilador, una bomba o vientos atmosféricos por convección como la transferencia de energía que ocurre dentro de un fluido debido a los efectos combinados de conducción y movimiento global del fluido. Por lo general, la energía que se transfiere es la energía sensible o energía térmica interna del fluido.[17]

Convección natural

La convección natural se presenta cuando el movimiento del fluido no es propiciado por fuerzas externas, sino este se da por cambios de propiedades locales del fluido, que varían de acuerdo a la temperatura, como puede ser diferencias de densidades del fluido. [16]

Para realizar cálculos por convección natural se usa el número de Grashof que determina el coeficiente de convectividad en convección natural, siendo su semejante el número de Reynolds en convección forzada.

Se conoce que el número de Prandtl entrega como resultado un valor adimensional de la relación entre la difusividad de momento (viscosidad dinámica del fluido) y difusividad térmica (calor específico del fluido $\left[\frac{J}{kg^{\circ}K}\right]$).

Número de Rayleigh, involucra las fuerzas de flotabilidad, las difusividades térmicas y de cantidad de movimiento, ya que resulta de la multiplicación de número de Grashof y Prandtl.

Número de Nusselt, para el cálculo del coeficiente convectivo se utiliza las ecuaciones establecidas dependiendo la forma de su geometría. [16]

Convección forzada

En convección forzada la tasa de transferencia de calor está proporcionalmente relacionada con el coeficiente de calor por convección. Por medio de la ley de enfriamiento de Newton se puede establecer la ecuación:

$$q = h * A * (T_W - T_{\infty})$$

Donde:

h = coeficiente de transferencia de calor por convección

Coefficiente de transferencia de calor por convección

Por el modo de transferencia de calor por convección se puede establecer valores típicos de coeficiente de transferencia de calor que se muestran en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Valores típicos de coeficiente de transferencia de calor por convección

Proceso	h (W/m ² · K)
Convección libre	
Gases	2-25
Líquidos	50-1000
Convección forzada	
Gases	25-250
Líquidos	50-20,000
Convección con cambio de fase	
Ebullición o condensación	2500-100,000

Fuente: [15]

2.2.2 Balance de energía de sistemas

El desarrollo de balance de energías consiste en sub dividir el medio en el número necesario de elementos del volumen, posteriormente hacer balance de energía de cada uno de los elementos. La selección de los elementos se basa en determinar los nodos en los que se debe analizar las temperaturas. Es así que cada elemento está delimitado por nodos al inicio y final. Es necesario a veces asumir parámetros como, por ejemplo, que la distribución es lineal entre los nodos y aplicar la ley de Fourier para su análisis.

Se analiza en base a la primera ley de la termodinámica o principio de conservación de energía: “la energía no se puede crear ni destruir; sólo puede cambiar de formas.” [16] en la termodinámica este principio se puede establecer como la energía que entra a un sistema es igual a la que sale.

Con el cambio neto de energía dentro de un sistema se dice que la energía que entra al sistema menos la energía que sale del sistema es igual al cambio de energía total del sistema. Se puede establecer con la siguiente ecuación:

$$E_{entrada} - E_{salida} = \Delta E_{sistema}$$

Donde:

$$E_{entrada} - E_{salida} = \text{Transferencia neta de energía por calos, trabajo y masa}$$

$$\Delta E_{sistema} = \text{Variación de energías internas del sistema}$$

2.2.3 Temperado de chocolate

El temperado es un proceso en el que la masa de chocolate se trata térmicamente para producir una pequeña fracción de cristales de grasa altamente estables y homogéneamente dispersos del tipo y tamaño correctos. Luego, estos cristales

siembran la masa y crecen para formar una red micro-homogénea de cristales de grasa sólida durante la etapa de enfriamiento luego del moldeado o recubrimiento.[18]

El temperado del chocolate es una de las etapas más importantes de la fabricación del mismo. Consiste en someter el chocolate a varios cambios de temperatura, con el objetivo de conseguir la cristalización óptima de la manteca de cacao en una red cristalina estable, lo cual le dará las características al chocolate. Para realizar el temperado, el chocolate pasa por un temperador en el cual, el chocolate que llega a 40°C aproximadamente, se somete a un enfriamiento suave hasta alcanzar los 28-29°C con los que se estabiliza los cristales de manteca de cacao. A continuación, se produce un recalentamiento gradual hasta los 31-32°C. A esta temperatura el chocolate ya está listo para su uso en los moldes. [11]

Para que el chocolate esté en una forma polimórfica adecuada, el templado es esencial para obtener: el color, la dureza, el acabado y la vida útil deseadas en el proceso.[19]

La técnica del temperado permite que el chocolate pueda cumplir con el brillo y cristalización adecuados para ser usado en decoraciones, tales como bombones. En la

tabla 2.3 se muestra las temperaturas que debe cumplirse para el proceso de temperado de diferentes tipos de chocolate. [20]

Tabla 2.3 Proceso de temperado para diferentes productos

Etapa del proceso	Producto					
	Chocolate semiamargo		Chocolate con leche		Chocolate blanco	
	Temperatura [°C]		Temperatura [°C]		Temperatura [°C]	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Fusión	45	50	42	44	38	40
Descenso	28	29	26	27	24	25
Remonte	31	33	28	30	28	29

Fuente: [20]

Etapas del temperado

a) Disolución

Es la primera fase de atemperado del chocolate. Logra la fusión o derretimiento del chocolate, separando los cristales de la manteca de cacao contenida mediante la elevación de temperatura [21]

b) Enfriamiento

Disminuye la temperatura hasta el punto en el que el chocolate pierde calor y a la vez tiende a la unión de sus moléculas de ácidos grasos. Esta fase es breve, se desea una temperatura menor a 30°C y hay que evitar la solidificación, por lo que generalmente las máquinas tienen aspas. [18]

c) Calentamiento

Consiste en elevar mínimamente la temperatura del chocolate para que se logre la estabilización de cristales de los ácidos grasos, generando un equilibrio en el chocolate para que este consiga brillo y sea crujiente en la etapa final de su temperado. La temperatura de calentamiento suele ser mayor a los 30°C (dependiendo del proveedor de chocolate) y es la fase ideal para verter el contenido de chocolate en moldes de plástico, policarbonato o silicona. [12]

d) Cristalización

Una vez que los moldes contienen el chocolate temperado, estos se llevan a temperaturas bajas (alrededor de 17°C) para su solidificación definitiva. Algunos chocolateros rellenan estos moldes con otros dulces como chocolate blanco, frutos secos, sabores de fruta en almíbar o simplemente son sellados. [18]

2.2.4 Equipos de temperado

El temperado de chocolate anteriormente era realizado a mano, y este método todavía es utilizado ocasionalmente por los chocolateros que producen cantidades relativamente pequeñas de dulces hechos a mano. Actualmente las máquinas de revenido consisten en intercambiadores de calor de varias etapas a través de los cuales

el chocolate pasa a velocidades muy diferentes, lo que dificulta la identificación de las condiciones óptimas.[19]

Las combinaciones de tiempo y temperatura son de suma importancia en el diseño del proceso, y en el temple continuo, el chocolate fundido generalmente se mantiene a 45° C y luego se enfría suavemente para iniciar el crecimiento de cristales, figura. 2.2.

A medida que aumenta la viscosidad, el chocolate se recalienta nuevamente en la tercera etapa para evitar la solidificación de la pista.

En la cuarta etapa, se maduran los cristales, esta etapa es otra de las más importantes en cuanto a las características organolépticas del producto. Aquí, los peligros que pueden aparecer son:

- Aparición de Fat Bloom
- Ausencia de brillo característico en la tableta
- Ausencia de sonido característico (“clac”) al partir
- Ausencia de la fusión en boca característica
- Poca capacidad de transferencia del sabor

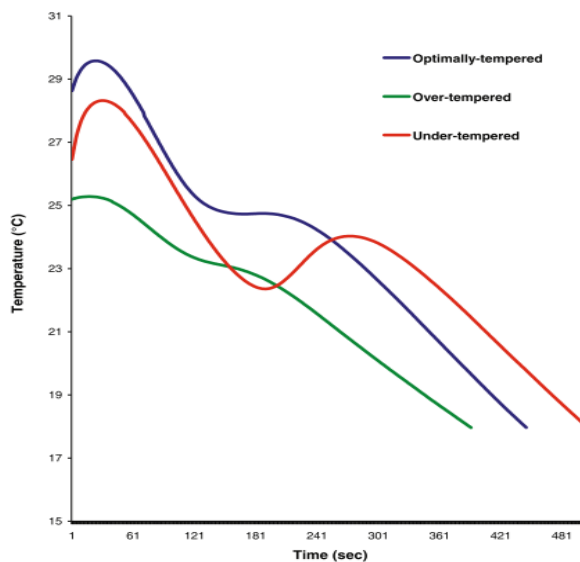


Figura. 2.2 Curvas de temperado

Fuente: [12]

La causa de la aparición de todos estos peligros puede ser para todos ellos: un temperado incorrecto. La medida preventiva, es la de cumplir los parámetros técnicos de temperado que son:

- T1: 28-29°C (enfriamiento)
- T2: 31-32°C (calentamiento)
- El índice de temperado tiene que estar entre 4 y 6.

Las temperadoras son las máquinas que se encargan de realizar el proceso específico de temperado, la forma en que funcionan es; enfriar el chocolate de tal forma que los cristales puedan comenzar a formarse. El chocolate no es un buen conductor de calor, así que para que se enfríe rápidamente este debe ser bien mezclado de tal modo que todo el chocolate entre en contacto con la superficie fría del temperador. Estas máquinas son un tipo de intercambiador de calor, que primero enfría y luego calienta el chocolate a medida que pasa a través de él [21]. A nivel industrial se puede encontrar varios tipos de formas de temperar las pastas de chocolate, estos equipos han evolucionado con el tiempo para lograr ser más eficientes tanto en tiempo y gasto energético. Los principales tipos de temperadores que se encuentran en el mercado son:

Temperador convencional: son los tradicionales de tres fases; en estos, el 100 por ciento de la pasta pasa por el temperador. Son de los equipos más difundidos a nivel mundial. Un ejemplo de este tipo de equipos son los Sollich Turbotemper Champ cuya capacidad promedio es de 400 a 800 kg/h. Cabe destacar que antiguamente los temperadores convencionales solo contaban con dos fases, una de enfriamiento y otra de calentamiento, aún hoy en día se pueden encontrar en fábricas este tipo de equipos

Temperador con tecnología de Bypass: Este tipo nació como una alternativa de optimización del proceso convencional, también consta de tres fases. La gran diferencia radica en que una parte de la pasta (aproximadamente el 20%) es desviada hacia el proceso de temperado en sí pero que es hasta 10 veces más largo en comparación al proceso convencional, este mayor tiempo asegura la óptima formación de los cristales de tipo V y su adecuada concentración. Esta parte de la pasta es combinada con el resto de pasta que no pasa por todo el circuito necesariamente. Con

ello se logra una mejor proporción de cristales de tipo V incluso en el producto combinado. La capacidad promedio de estos equipos está alrededor de 200 a 500 kg/h, su uso a la fecha es algo limitado a nivel industrial ya que, si bien puede traer ahorros a nivel de energía, estos no compensan en la mayoría de los casos la inversión para reemplazar un equipo ya existente (convencional). Un ejemplo de este tipo es la de Bypass Aasted Supernova cuya curva de funcionamiento se muestra en la figura. 2.3

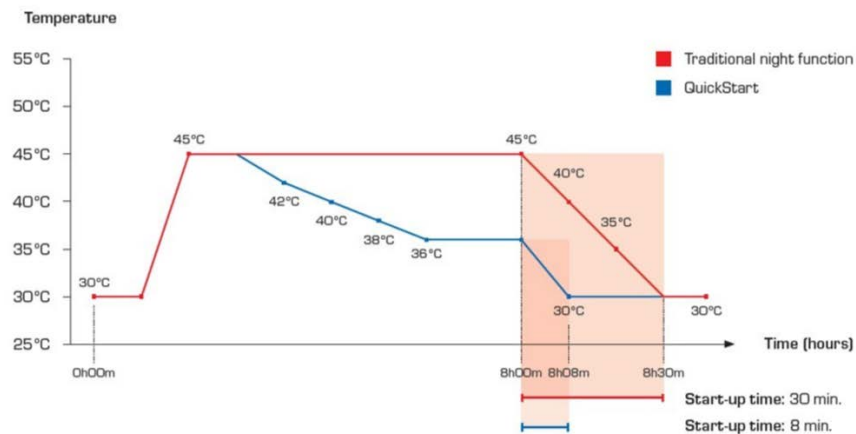


Figura. 2.3 Curva de temperado máquinas Supernova Aasted

Fuente: [22]

Temperador de tecnología de semilla: Crea directamente los núcleos de los cristales o también llamadas semillas y las combina con la pasta misma. La diferencia principal es que no requiere de una alta variación de temperatura, durante el proceso se agregan semillas o núcleos de cristales, disminuyendo la temperatura del tanque de almacenamiento de 45 a 32°C. Este tipo de máquina para temperar se considera que tiene eficiencia energética, no tiene mayores variaciones de temperatura y son compactos en relación a las demás máquinas. Su capacidad varía entre los 150 a 500 kg/h. El tipo de semilla Buhler Seedmaster es un ejemplo de este tipo de equipos. [23]

2.2.5 Marmitas

Calientan toda clase de productos líquidos y semilíquidos para preparar mermeladas, ates, jarabes, sopas, guisados y salsas, entre otros. Se utilizan también para escaldar frutas y verduras, así como para facilitar su pelado.

Marmita a vapor fija con agitador de maquinaria Jersa

Sirve para calentar y mezclar líquidos y líquidos con sólidos en la industria de salsas jarabes, mermeladas, jaleas dulces y frijoles, sopas. Posee un agitador interno que evita

que las mezclas se quemen o se peguen.[2] En la figura. 2.4 se muestra una marmita de este tipo.



Figura. 2.4 Marmitas con agitador.

Fuente: [2]

2.2.6 Partes principales de una marmita

Las marmitas de vapor por lo general están provistas como se indica en figura 2.5, de un agitador mecánico que se acciona por medio de un motor y reductor de velocidad ubicado usualmente en la parte superior de la máquina. Para su funcionamiento requieren de una fuente de vapor, que ingresa a la camisa desde una caldera.

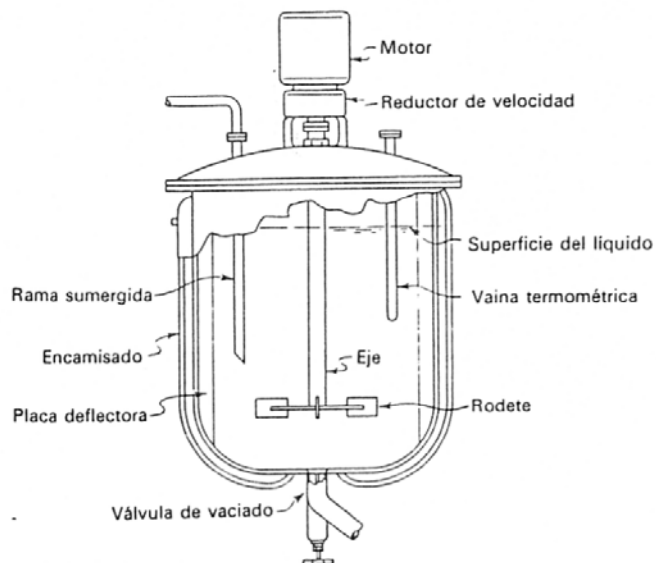


Figura. 2.5 Partes principales de una marmita

Fuente: [24]

2.2.7 Evaluación de calidad del producto

Evaluación del índice de temperado

Luego del proceso de temperado es importante poder saber si este ha sido efectivo y si se han formado los cristales adecuados y en la proporción requerida. Para lo cual se analiza la curva de enfriamiento y la pérdida de energía en forma de calor latente entre el cambio de fase de estado líquido a sólido de la muestra de chocolate. La medición del índice de temperado se basa en la observación de su curva de enfriamiento, esto se realiza con el análisis de probetas del producto con apoyo del equipo llamado temperímetro, se puede ver en la figura. 2.6.[21]



Figura. 2.6 Temperímetro clásico

Fuente: [18]

Temperímetro clásico.

El temperímetro controla el enfriamiento del producto y genera una gráfica de temperatura versus tiempo desde el estado líquido del producto hasta su solidificación.

Como se puede apreciar en la tabla 2.4 para cada pendiente, en el segundo punto de inflexión, le corresponde un determinado índice de temperado (IT).

Tabla 2.4 Interpretación del índice de temperado

Curva obtenida en relación al índice de temperado			
Descripción	Pendiente en el 2º punto de inflexión	Categorías	Índice de temperado (IT)
Bajo temperado	1.00	Muy bajo temperado	2.0
	0.75	Bajo temperado	2.5
	0.50	Ligeramente bajo temperado	3.2
Buen temperado	0.25	Muy ligeramente bajo temp.	4.0
	0.00	Buen temperado	5.0
	-0.25	Muy ligeramente sobre temp.	6.1
Sobre temperado	-0.50	Ligeramente sobre temp.	7.2
	-0.75	Sobre temperado	8.0
	-1.00	Muy sobre temperado	9.0

Fuente : [23]

El índice de temperado IT de 5 es ideal, mientras que los valores de 4 a 6 son aceptables dentro del proceso. Existe dos formas para su cálculo, la una es midiendo la pendiente de la gráfica proporcionada por el temperímetro, es decir la curva de enfriamiento de la muestra de chocolate, o a su vez el uso de equipos de última tecnología que facilitan la medición. El método más efectivo es la medición con un equipo de tecnología moderna, para evitar el error humano y en menor tiempo, esto garantiza un proceso de temperado satisfactorio.

Un buen temperado tiene como resultado:

- ✓ Buena viscosidad en la masa temperada
- ✓ Proceso confiable de enfriamiento
- ✓ Buen brillo en el producto final
- ✓ Buena contracción para el desmoldeo
- ✓ Producto estable con alta resistencia a la migración de grasa

El temperímetro es el instrumento que permite la valoración de la calidad del proceso de temperado, el proceso de evaluación consiste en tomar una muestra la cual es evaluada mientras pierde su calor latente, con esto se traza la curva de temperatura versus tiempo la cual da a conocer el índice de temperado. (IT) en la figura. 2.7 se puede observar el diagrama esquemático del temperímetro, y una curva común. La curva de enfriamiento sirve solo como guía, ya que varía según el tipo de proceso de atemperado, que depende del tiempo de residencia, la temperatura y el tratamiento mecánico. [18]

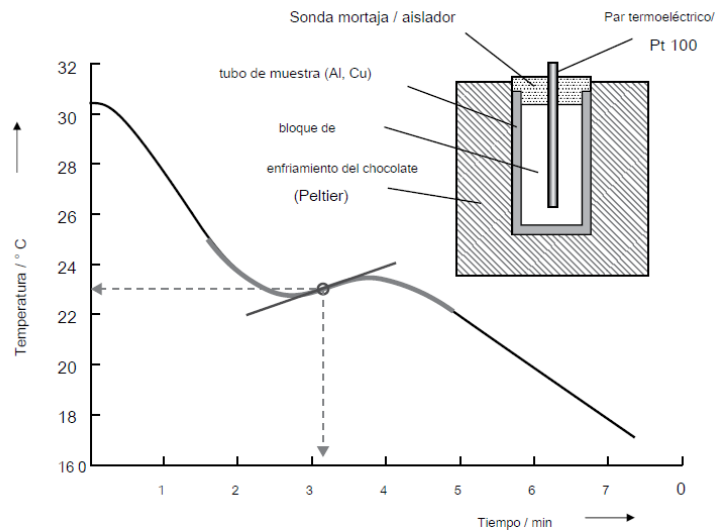


Figura. 2.7 Diagrama esquemático de un termómetro

Fuente: [18]

2.3 Fundamentación filosófica

La investigación se amparará en el paradigma crítico propositivo, crítico porque se analiza una innovación posible en el contexto actual del cambio de la matriz productiva al ser productores, una vez que se identifique las capacidades requeridas del diseño será una investigación propositiva ya que propondrá la construcción del prototipo que permitirá a la fábrica destacar con un servicio innovador.

2.4 Fundamentación legal

Está fundamentada en la Norma Mundial de Seguridad Alimentaria la cual ha sido desarrollada para especificar criterios de seguridad, calidad en las empresas alimenticias. En su capítulo sexto respecto al control procesos 6.1 control de operaciones, en su cláusula 6.1.1 y 6.1.2 que establece que “las especificaciones del proceso y las instrucciones de trabajo deberán estar disponibles para los procesos clave de la producción para garantizar la seguridad, la legalidad y calidad de los productos....”[25] El apartado 6.1 se encuentra en el anexo A.

La presente investigación se fundamenta en los reglamentos de la Universidad Técnica de Ambato emitidos por consejo universitario. Es objeto del reglamento regular y orientar todos los aspectos inherentes para el inicio, desarrollo y conclusión del proceso de titulación de posgrado en la Universidad Técnica de Ambato. En el capítulo VI, Artículo 35. detalla “...El trabajo de titulación en especialización y maestría

profesional deberá incluir necesariamente un componente de investigación de carácter descriptivo, analítico o correlacional y por tanto contener, como mínimo, la determinación del tema o problema, el marco teórico referencial, la metodología pertinente, el análisis y las conclusiones...”.

Las políticas del Plan Nacional del buen Vivir 2017-2021 establecen en el literal 5.2 “Promover la productividad, competitividad y calidad de los productos nacionales, como también la disponibilidad de servicios conexos y otros insumos, para generar valor agregado y procesos de industrialización en los sectores productivos con enfoque a satisfacer la demanda nacional y de exportación.” Se busca brindar ventajas competitivas frente a la mercadería de importación, dotando de tecnología que garantice la producción. Enfocados a las metas de incremento del índice de productividad como establece el mismo documento en las metas prevista para el año 2021.

2.5 Categorías fundamentales

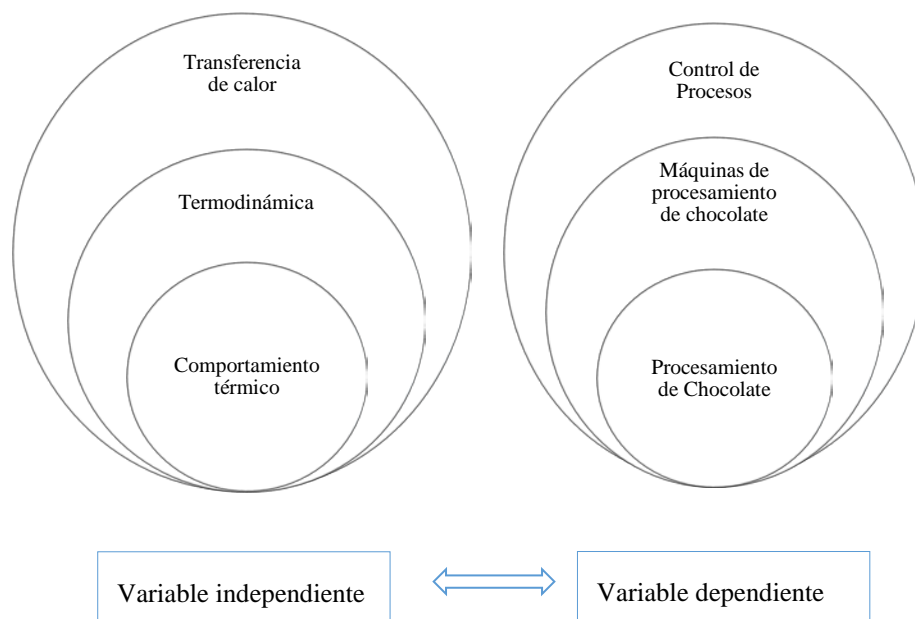


Figura. 2.8 Categorías fundamentales.

Fuente: Autor

2.6 Hipótesis

El control del proceso de temperado de chocolate y el análisis del comportamiento térmico de la máquina permitirá optimizar el procesamiento de chocolate.

2.7 Señalamiento de variables

2.7.1 Variable independiente

Comportamiento térmico

2.7.2 Variable dependiente

Procesamiento de chocolate

2.7.3 Término de relación

Permitirá

CAPÍTULO III

3.1 Enfoque

En el presente estudio se usan las variables cuantitativas de tipo continuas debido a que los resultados toman valores dentro de rangos establecidos. Los factores que se analizan son tiempos, temperaturas de la máquina para temperado del producto, y se evalúa el comportamiento térmico por medio de la adquisición de datos con lecturas de sensores ubicados en puntos estratégicos sobre la máquina, y se las grafica. Se usa un análisis estadístico de los datos para determinar la dispersión de los datos adquiridos en la máquina de temperado.

3.2 Modalidad básica de la investigación

3.2.1 Bibliográfica – documental

La investigación utiliza esta modalidad porque se indaga el estado actual, así como la información primaria de los estudios referentes al tema de investigación, tales como publicaciones científicas, libros, revistas, que permita hacer un diagnóstico y comparación con el ámbito nacional e internacional de desarrollo de sistemas aplicados a temperado de chocolate. Por medio de publicaciones científicas que permiten conocer la situación contemporánea y garantizan los resultados por la trascendencia de sus estudios, además de libros de repositorios virtuales, que brindan facilidad de acceso a través del internet. La información pertinente al campo de la investigación coadyuva al desarrollo del diseño de la investigación intrínsecamente con la investigación de campo.

3.2.2 De campo

Se usa modalidad de campo ya que el investigador realiza la recolección de datos, en el presente estudio se trabajará directamente con la fábrica de chocolate La Nobleza, para determinar los rangos de trabajo de la máquina en el proceso de temperado, se realiza un ensayo pre experimental en el cual se establece a priori los lineamientos de los niveles de la investigación.

Para centrarse en las razones principales del problema, se desarrolla de modo cuasi experimental un análisis para tener una visión general de la situación y que se desea controlar en la investigación con los datos obtenidos.

3.2.3 Experimental

Se evaluará los cambios de temperaturas para que sea instrumento de la investigación que permitan caracterizar las curvas de trabajo adecuadas para el proceso. Se aplica para comparar resultados experimentales con resultados bibliográficos y a la identificación de parámetros de funcionamiento del temperado de chocolate, mediante pruebas con variación en sus requerimientos de funcionamiento.

3.3 Nivel o tipo de investigación

3.3.1 Exploratoria

En este proyecto se pretende analizar las técnicas de temperado a nivel mundial, se establece que el análisis del proceso de temperado se los realizará con adquisición de datos del proceso para verificar cuanta efectividad puede dar lugar el control del proceso de temperado de chocolate. Trata de resolver la problemática de la fábrica La Noblezza en los tiempos improductivos del proceso de temperado

3.3.2 Descriptivo

Así mismo como los parámetros pueden ir modificando el proceso para la obtención de los resultados, como es el caso de la curva de temperado en este estudio, los análisis y cálculos necesarios para verificar la mejora en el procesamiento de chocolate. Se debe describir el procedimiento correcto en la máquina de temperado de la fábrica de chocolate La Noblezza.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población en el presente estudio es el total de la producción de la fábrica que se promedia en 500 kilogramos de producto terminado mensualmente, manejando varias líneas de producción, representando cada lote 2500 unidades.

3.4.2 Muestra

Selección de las operaciones

Las operaciones que se realizan para el procesamiento de chocolate son:

1. Carga de la materia prima en la marmita
2. Etapa de calentamiento
3. Monitoreo del proceso
4. Etapa de enfriamiento
5. Monitoreo y vigilancia del proceso
6. Estabilización de temperatura
7. Monitoreo y vigilancia del proceso
8. Descarga del chocolate de la marmita
9. Limpieza de la máquina

Metodología para la medición de tiempos

El análisis se desarrolla en campo, en las instalaciones de la fábrica La Nobleza mediante el estudio de tiempo con cronómetro según el procedimiento de Criollo [26].

Para desarrollar el análisis y obtener los datos del estudio el operario que se selecciona corresponde directamente al responsable del temperado de chocolate y operador de la máquina en la fábrica. Los resultados de la metodología aplicada se encuentran en anexo B.

Cantidad de datos cronometrados

Para determinar el tiempo estándar del proceso, se toma el número de observaciones de acuerdo a la metodología de la OIT (Organización Internacional del Trabajo) de donde en función del proceso corresponde $N=5$ como se indica en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Criterio General Electric para número de ciclos a observar

Tiempo de ciclo (minutos)	Número de ciclos a cronometrar
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30

Tiempo de ciclo (minutos)	Número de ciclos a cronometrar
2.00	20
4.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
Más de 40.00	3

Fuente: [26, p. 208]

De acuerdo al número de observaciones realizadas se establece la ecuación para el cálculo del tiempo promedio, como la media aritmética de los datos:

$$TP = \frac{\sum_0^n T}{n}$$

Donde:

n = Número de ciclos

TP = Tiempo promedio

T = Tiempo cronometrado

Índice de desempeño

Es un factor que procura nivelar el desempeño a una media con la observación del desempeño particular del trabajador.

El tiempo normal resulta de la multiplicación de la media aritmética de los tiempos cronometrados de los procesos por el factor denominado índice de desempeño, que depende de la habilidad del trabajador se puede estimar según el sistema de Westinghouse de acuerdo a la tabla 3.2, datos que se selecciona de acuerdo al tipo de trabajador y los procesos. [27]

Tabla 3.2 Valoración según el Sistema Westinghouse

Item	Habilidad		Esfuerzo	
	A	+0,15	Extrema	+0,13
B	+0,11	Excelente	+0,10	Excelente
C	+0,06	Buena	+0,05	Buena
D	+0	Regular	+0	Regular
E	+0,10	Aceptable	-0,04	Aceptable
F	+0,22	Deficiente	-0,12	Deficiente
Condiciones			Consistencia	
A	+0,15	Ideales	+0,04	Ideales
B	+0,11	Excelente	+0,03	Excelente
C	+0,06	Buenas	+0,01	Buenas
D	+0	Regulares	+0	Regulares
E	+0,10	Aceptables	-0,02	Aceptables
F	+0,22	Deficientes	-0,04	Deficientes

Fuente: [27]

La fórmula de cálculo es el resultado de la multiplicación, del tiempo promedio por el índice de desempeño.

$$TN = TP * ID$$

Donde:

TN = Tiempo normal

TP = Tiempo promedio

ID = Índice de desempeño

3.4.3 Tiempos suplementarios

Los suplementos de trabajo según [26] son concedidos en función de un estudio de fatiga, análisis de demora, y contingencias. Esto se calcula en función de porcentajes.

Porcentaje de tiempo considerado para suplementos

Para el estudio de proceso se consideró los suplementos de la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Porcentaje de tiempo considerado para suplementos

Detalle de suplementos	Hombres	Mujeres
1. Suplementos Constantes		
a. Suplementos por retrasos personales.	5%	7%
b. Suplementos por retrasos por fatiga.	4%	4%
2. Suplementos Variables		
a. Suplementos por trabajar a pie	2%	4%
b. Suplementos por postura anormal		
• Ligeramente incomoda	0	1%
• Incomoda	2%	3%
• Muy incomoda	7%	7%

Fuente: [28, p. 72]

3.4.4 Tiempo estándar

Es considerado el tiempo que se tarda un trabajador calificado en desarrollar una actividad o proceso establecido, considera tolerancias con respecto el tiempo normal. Este dato ayuda a la planificación en las empresas y control de la producción. Se calcula como la suma del tiempo normal y los tiempos suplementarios

$$TE = TN + TS$$

Donde:

TE = Tiempo estándar

TN = Tiempo normal

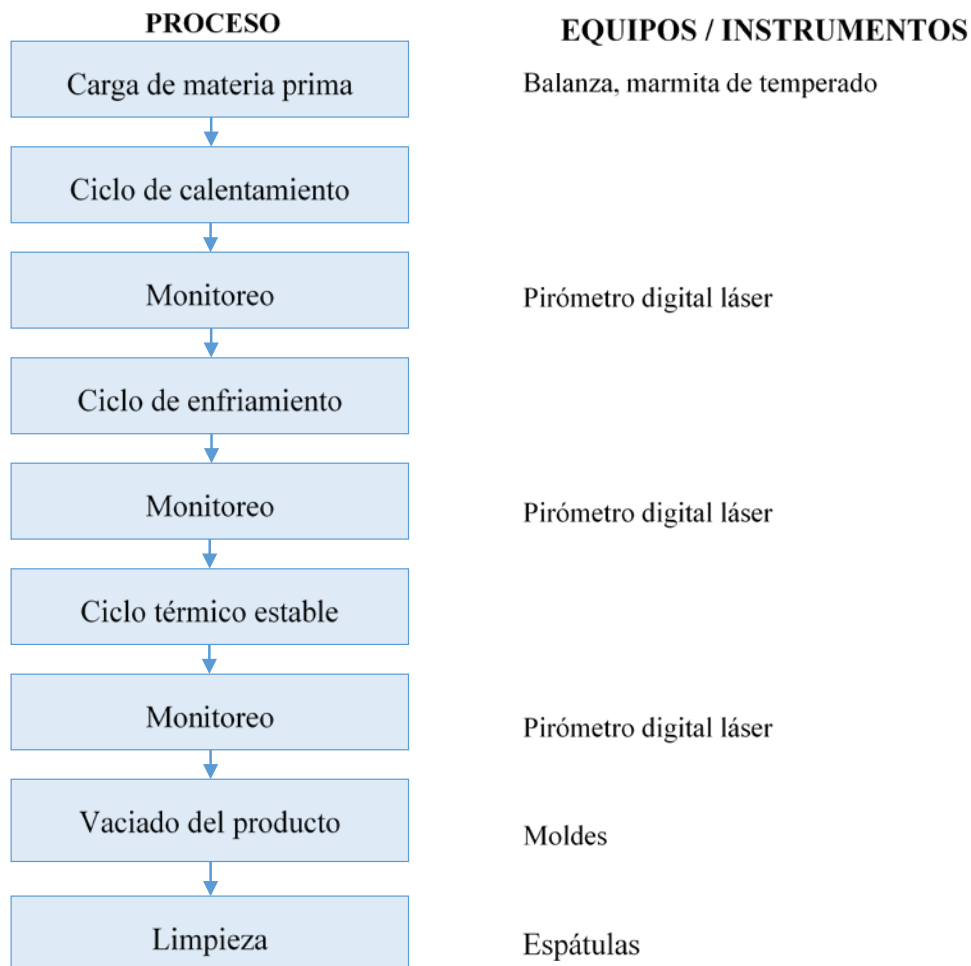
TS = Tiempo por suplementos

3.4.5 Estudio de tiempos del proceso manual de temperado

El proceso de temperado se lo realiza para el chocolate fino el mismo que puede variar en su contenido de cacao según el fabricante, la receta de la fábrica tiene 60% de pasta de cacao como materia prima, y otros en porcentajes que son reservados de la fábrica como: azúcar, manteca de cacao y lecitina de soya.

Las temperaturas en el proceso de calentamiento por el método manual no deben exceder los 50 grados centígrados, la temperatura obedece a las curvas de trabajo en función del tipo de chocolate que se está realizando, para el caso de estudio el proceso completamente es para elaboración de bombones.

La capacidad total de la cuba en peso de chocolate es de 150kg, esto se ve limitado al realizar un proceso manual, en el cual para evitar daños por deficiente control de las temperaturas, se trabaja tan solo al 10% de su capacidad en peso, es decir se hace paradas de producción cada 15kg de chocolate temperado. El diagrama del proceso muestra las actividades que se desarrollan para el temperado de chocolate.



Fuente: autor

3.4.6 Comportamiento térmico de la máquina

Para el análisis del comportamiento térmico de la máquina se ha planteado un estudio experimental para el proceso de calentamiento y de enfriamiento.

3.4.7 Ubicación de los sensores en la máquina

La máquina de temperado es esencial para el proceso, por lo que se analiza la configuración y la ubicación de los sensores de temperatura; primeramente, considerando la forma geométrica de la máquina a manera de cilindro y que puede trabajar con diferentes niveles de carga de materia prima en su parte interna, se ha decidido la ubicación de los sensores en cuadrantes, para tener una referencia del contorno completo de la máquina en su comportamiento de aumento y disminución de temperatura.

Se analiza cinco procesos de temperado de producto, en cada punto de ubicación de los sensores se ha recolectado datos de temperatura vs. tiempo.

En total se cuenta con 12 sensores en la parte externa de la máquina que se designan por las letras A, B, C, D y dependiendo la altura de su posición, 1, 2, 3 arriba al medio y debajo de la carcasa de la máquina respectivamente.

Además, un sensor para evaluar la curva de proceso de producto generada con el control manual del operador. Se analiza las curvas en los puntos indicados en la ejecución de cinco procesos de temperado realizado en la máquina. La ubicación de los sensores se representa en la figura. 3.1.

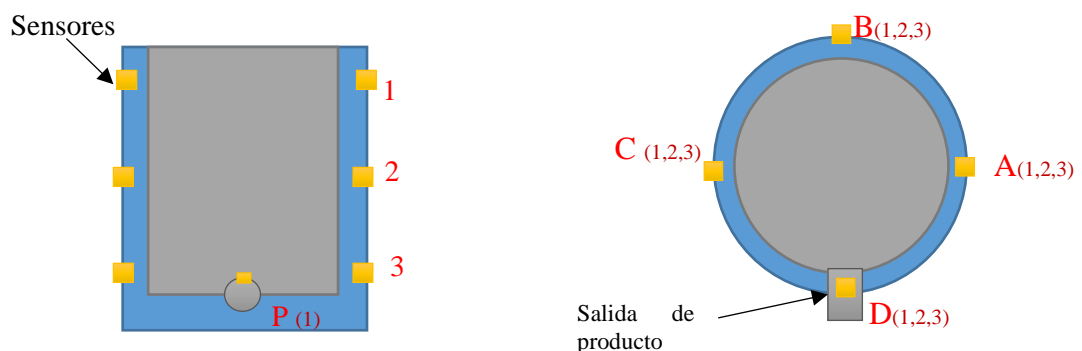


Figura. 3.1 Esquema de ubicación de los sensores.

Fuente: Autor

3.5 Operacionalización de variables

3.5.1 Variable independiente:

Tabla 3.4 Operacionalización de la variable independiente: Comportamiento térmico

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICAS E
				INSTRUMENTOS
Análisis térmico es por definición la medida de los cambios físicos o químicos que ocurren en una sustancia en función de la temperatura mientras la muestra se calienta (o se enfría) con un programa de temperaturas controlado	- Evaluación de Requerimientos del proceso	- Temperatura	15°C a 70°C	Experimental Bibliográfica Instrumento: Sensor de Temperatura
	- Condiciones de contorno y parámetros de inicio	- Presión de vapor - Temperatura de vapor - Temperatura de agua	PVapor=6-8 Bar Tvapor=150 °C Tagua= 16-20° C	Experimental Libro de notas Instrumento: sensores

Fuente : Autor

3.5.2 Variable dependiente

Tabla 3.5 Operacionalización de la variable dependiente: Procesamiento de chocolate

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El proceso de temperado lleva el chocolate a través de una curva de temperatura, un proceso que alinea los cristales del chocolate para que sea suave, sedoso y brillante. [29]	Procesamiento de chocolate	Tiempo Curva de temperatura	Minutos °C vs min	Experimental Observación directa: Fichas para toma de datos Instrumento: Cronómetro Experimental Observación directa: Fichas para toma de datos Instrumento: Balanza

Fuente : Autor

3.6 Recolección de la información

Para el desarrollo del presente trabajo investigativo se realizará la recolección de la información por medio de la documentación para el análisis del estado del arte de la temática. Para la recolección de la información se ha planteado seguir el proceso metodológico de la figura. 3.2; que garantice un análisis completo del comportamiento térmico de máquina de temperado dentro de los parámetros del proceso, se ha establecido lo siguiente:

Realizar la recolección de datos en la máquina de temperado de la fábrica con sensores ubicados en cuadrantes alrededor de la marmita, y a tres alturas diferentes.

3.7 Procesamiento y análisis

Para el procesamiento y análisis se plantea el siguiente orden:

- Determinación de los parámetros de solicitaciones del proceso.
- Determinación de funcionamiento de la máquina de la fábrica.
- Establecer curvas de trabajo del proceso.
- Toma de tiempo de trabajo en modo manual
- Registro de temperaturas del proceso

Se establecerá la causa – efecto de los problemas del objeto de investigación, y evaluar el impacto del control de proceso a través de tiempos de calentamiento y/o enfriamiento.

Basarse en los procedimientos e instructivos para establecer un flujograma del proceso de temperado.

Para el análisis e interpretación de resultados se planificó lo siguiente:

- Verificar la hipótesis
- Redactar conclusiones y recomendaciones.

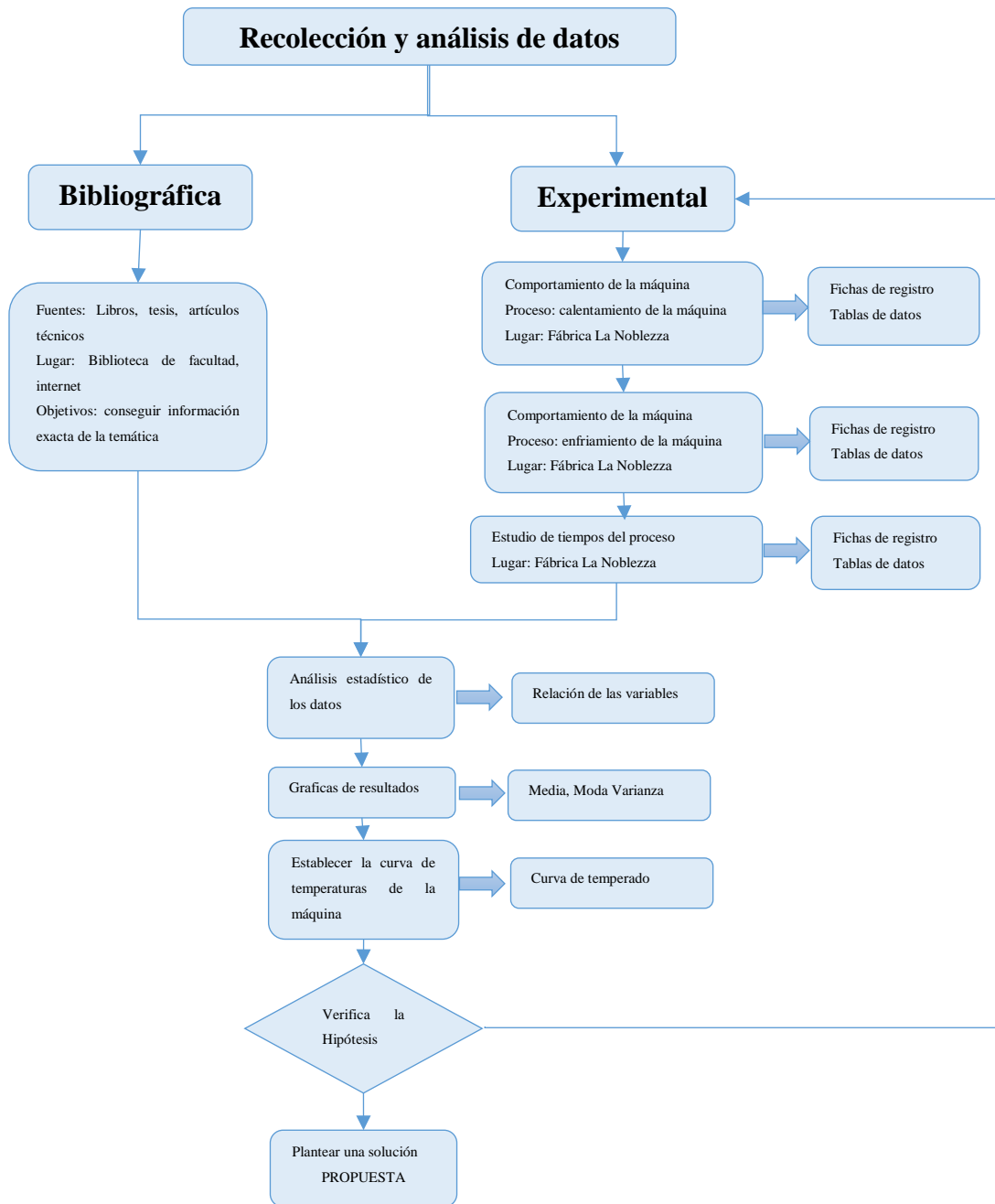


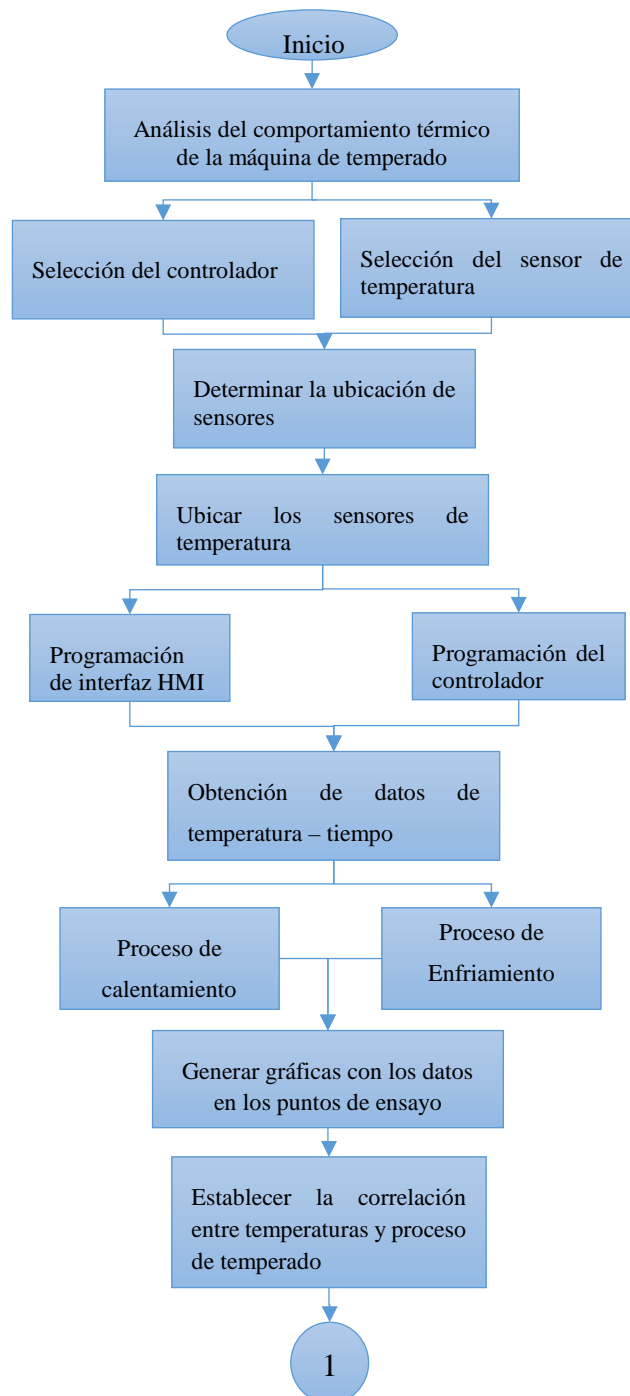
Figura. 3.2 Recolección de la información

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV

Análisis de los resultados

El proceso para toma de datos y análisis se ha basado en el esquema de actividades en la figura. 4.1, para la consecución de los resultados en la presente investigación.



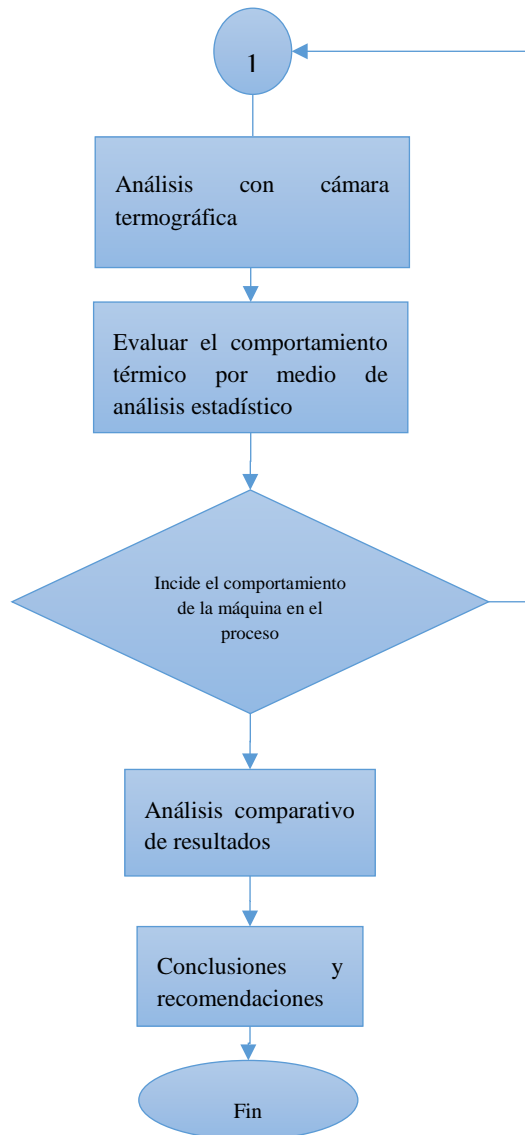


Figura. 4.1 Diagrama de flujo de proceso de recolección y análisis de datos

Fuente: autor

4.2 Interpretación de los resultados

4.2.1 Resultado del estudio de tiempos modo manual

Los resultados del estudio de tiempos mediante el método de cronómetro se muestran en la tabla 4.1. Las tablas complementarias de los tiempos cronometrados y los cálculos desarrollados para calcular el tiempo estándar se encuentran en anexo A.

El análisis de los resultados permite apreciar que el temperado de chocolate en la empresa se realiza en función de la capacidad del operador, tanto en la manipulación de válvulas y revisión de parámetros en contraste con lo requerido para obtener un buen producto final.

Tabla 4.1 Resumen de resultados del estudio de tiempos estado manual.


Identificación de la operación:	Tiempo Estándar
Carga de materia prima	0:10:33
Revisión de parámetros de arranque de la máquina	0:07:09
Registro de datos en orden de producción	0:06:15
Proceso de calentamiento	0:16:26
Proceso de enfriamiento	1:30:18
Proceso de calentamiento 2	0:20:59
Vaciado del producto de la marmita y limpieza de máquina	1:04:10
TOTAL	3:35:50

Fuente: Autor

La curva que debe obedecer el temperado se ve limitada a la imperfección humana, además de internarse en la dependencia del cumplimiento de las fases de temperado en la habilidad del personal para el monitoreo y gestión del funcionamiento de la máquina. Todo esto conlleva a que no se pueda garantizar un adecuado procesamiento de chocolate en esta etapa por medio del control manual de la máquina, además el personal se mantiene en vigilancia del funcionamiento de la máquina lo que desencadena en tiempos improductivos de espera del operador.

El cursograma analítico del proceso con la máquina en modo manual se muestra en la tabla 4.2 en la cual en la columna de observaciones se describe de manera específica en que consiste cada actividad del operario.

Tabla 4.2 Cursograma analítico de proceso

Cursograma Analítico		MARMITA DE TEMPERADO DE CHOCOLATE ESTADO MANUAL					
Diagrama núm. 1 hoja							
hoja 1 de 1		Actividad		Actual	Propuesto	Ahorro	
Objeto: Chocolate Negro	Operación 			10			
	Transporte 			0			
Actividad: Templado	Espera 			0			
	Inspección 			2			
Operario: Producción	Almacenamiento 			1			
	Distancia (m):			26			
Estado: Manual	Tiempo (min-hombre):			3:35:50			
Método: Cronómetro	Costo:			-			
	Material:			Chocolate			
Elaborado por: Nancy Rodríguez	Cantidad (Kg)			40,1 kg			
	Distancia (m)						
Descripción	Tiempo (h:min:seg)						
	Total			Símbolo			Observaciones
							
Cargue MP	40,1	5	0:10:33	X			Cargue de materia prima Chocolate en marmita de mezclado temperatura ambiente
Revisión de parámetros de arranque de la máquina		30	0:07:09			X	Lectura de la orden de producción de acuerdo al tipo de chocolate a temperar, Chequeo de ingreso de vapor y de caudal de agua
Registro de datos de orden de producción			0:06:15			X	El operario registra los datos de lote, la temperatura de inicio, fecha, jornada, tipo de proceso
Apertura de ingreso de vapor		2	0:02:09	X			El operario abre la válvula manual de vapor
Monitoreo de Proceso		2	0:07:05			X	El operario toma la temperatura con pistola térmica y la compara vs. Receta y registro de producción
Cerrar la valvula de vapor			0:02:03	X			El operario manipula las válvulas manuales de vapor y agua para alcanzar la temperatura según registro de producción
Medir la temperatura 1			0:05:09	X			El operario espera que el producto alcance la temperatura de receta
Enfriamiento		2	1:12:43	X			El operario abre la válvula manual de agua, espera el tiempo de enfriamiento
Monitoreo de Proceso		2	0:07:35			X	El operario toma la temperatura con pistola térmica y la compara vs. Receta y registro de producción
Alcanzar Temperatura 2			0:10:00	X			El operario espera que el producto alcance la temperatura de receta, cierra válvula de agua
Abrir valvula de vapor		2	0:02:07	X			El operario abre la válvula de vapor para que el producto alcance la temperatura de receta, cierra válvula de agua
Alcanzar Temperatura 3			0:05:00	X			El operario espera que el producto alcance la temperatura de receta, abre la válvula manual de vapor
Mantener Temperaturas		2	0:11:09			X	El operario manipula las válvulas manuales de vapor y agua para alcanzar la temperatura según registro de producción
Finalización de Receta		2	0:02:43	X			El operario cierra las válvulas manuales de vapor y agua
Toma de índice de temperado x 10 muestras	0,03	5	0:39:27			X	El operario toma muestras del índice de temperado para verificar calidad del producto.
Vaciado de producto de marmita. Y limpieza	39,45	1	0:24:43	X			El operario retira el producto de la marmita de chocolate y la limpia para que este lista para otro producto
Tiempo total de Ciclo Manual:			3:35:50				

Fuente: autor

4.3 Adquisición de datos de temperaturas

4.3.1 Equipo de control

Se usó un módulo lógico inteligente LOGO! V8 230 RCE SIEMENS con capacidad de almacenamiento de data logger para registros de temperatura que brindó las prestaciones necesarias, tales como:

- a) Cuenta con 8 entradas digitales
- b) Posee 4 salidas digitales, expandible hasta 8
- c) Costo y licencias.

Se usó los módulos AM2 PT100 para acondicionar la señal de temperatura que fueron adquiridos por los sensores RTD PT100 Clase A, y que tienen sus características según la norma IEC 751:1995, las características por la que se lo usa en esta aplicación son:

- a) Rango de medición de temperatura
- b) Compatibilidad con el controlador
- c) Precision y exactitud

El esquema de conexión para sensado de las temperaturas de trabajo de la máquina en las ubicaciones indicadas se encuentra en el anexo C.

Para visualizar los valores de las temperaturas del proceso durante el ensayo se utilizó una HMI KTP600. Los equipos empleados para el análisis de las temperaturas, se muestran en el anexo D.

4.3.2 Partes de la máquina

Mediante la medición del modelo de la marmita se tiene el diseño en software en el que se ha desarrollado planos del diseño con el que cuenta la máquina usada en temperado en la fábrica La Noblezza, Las partes principales se identifican en la figura. 4.2 para tener una referencia.

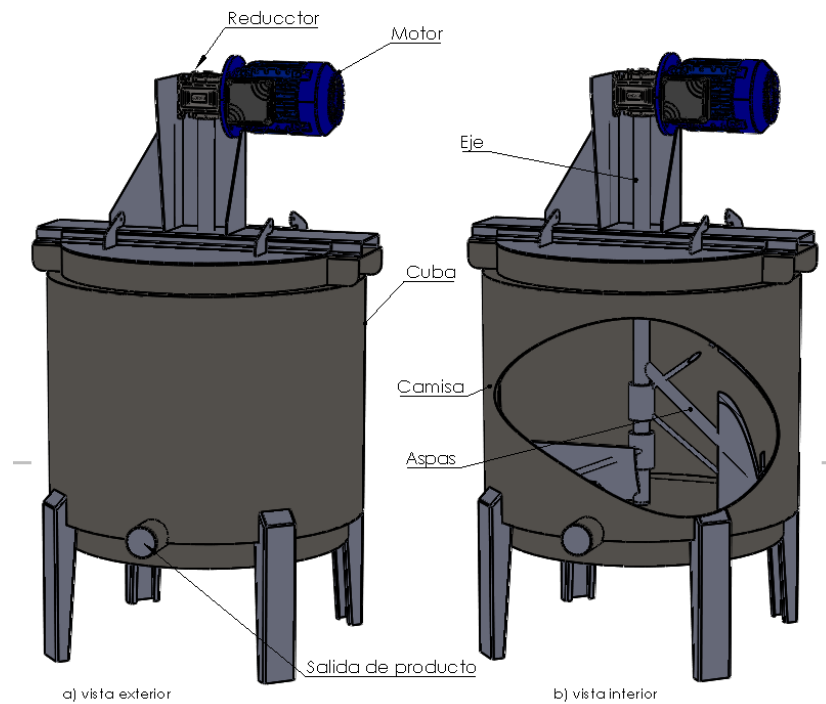


Figura. 4.2 Partes principales de la máquina

Fuente: autor

4.3.3 Registro de datos de temperatura – tiempo

Para la obtención de datos de temperatura, se establece que los procesos que dan el cambio en el comportamiento de la máquina son por medio del estudio del calentamiento de la marmita el cual se da con el ingreso de vapor en la camisa de la máquina y de agua para el enfriamiento, se analiza cinco procesos de temperado realizados en modo manual por el técnico operador de la máquina.

Calentamiento

El proceso de calentamiento se da por medio de la conexión de la máquina a un caldero que brinda como condiciones de entrada a la máquina un suministro de presión de vapor.

$$P_{Vapor} = 6 \text{ Bar.}$$

$$T_{vapor} = 150 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

Donde:

P_{Vapor} : Presión de vapor.

T_{vapor} : Temperatura de vapor.

Enfriamiento

Mediante el proceso manual se da con la apertura de la válvula de ingreso de agua, que proviene del suministro local, a una temperatura de 16-20 °C.

4.4 Curvas de temperaturas de la máquina

Las curvas de temperatura obtenidas por medio de sensores ubicados en la máquina de acuerdo a la figura. 4.3 y un sensor para el proceso, los resultados se detallan para cada punto y cuadrante en estudio.



Figura. 4.3 Ubicación de sensores para adquirir datos de temperatura tiempo

Fuente: autor

4.4.1 Curvas de temperaturas de la máquina cuadrante A

Curva del proceso del cuadrante A en la posición superior (A1), se repite la toma de datos para cinco procesos de temperado. En la figura. 4.4 se observa las curvas de temperatura tiempo de la parte superior de este cuadrante, las temperaturas bordean los 65 °C.

La manipulación de las válvulas para controlar el proceso es esencial ya que de esto depende la curva de proceso de temperado, actuándolas en tiempos correctos se podría garantizar acercarse a la curva ideal del proceso.

En la figura. 4.5 se aprecia las curvas de datos adquiridos en a la mitad de la altura de la máquina en el cuadrante A.

El punto de toma de datos A3 se ubica en la parte baja de la carcasa de la máquina por lo que su comportamiento muestra temperaturas altas, y enfriamiento en tiempos

cortos, ya que es la zona baja de la máquina donde se encuentran las conexiones de ingreso de vapor para el calentamiento y agua para el enfriamiento.

El comportamiento de la temperatura en el cuadrante A se analiza en la figura. 4.7 que muestra variaciones significativas en la temperatura en esta ubicación, llega a temperaturas con diferencias de hasta 20°C, que no son aprovechados en el proceso de temperado.

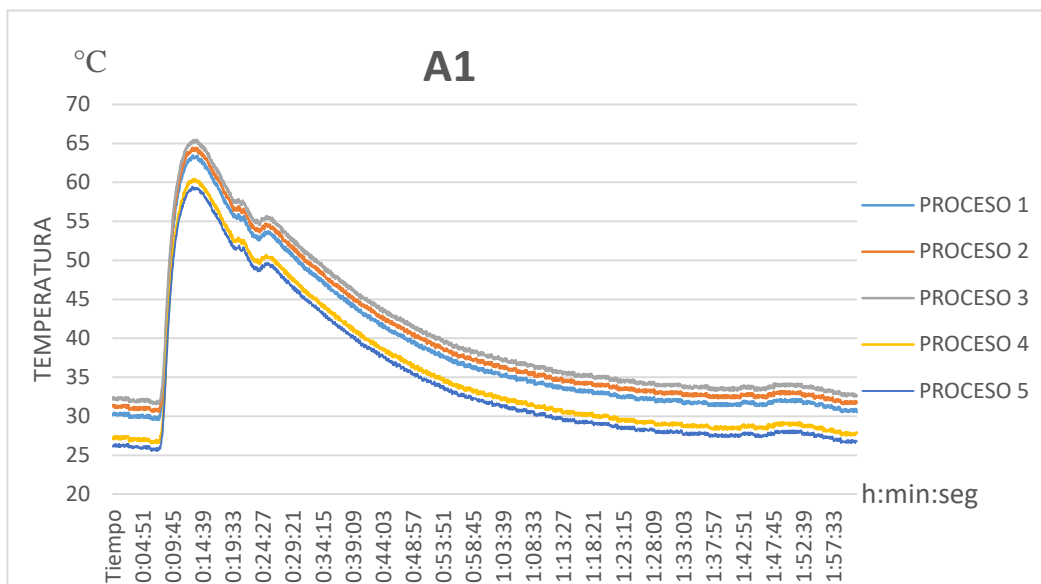


Figura. 4.4 Curva temperatura vs. tiempo de proceso A1

Fuente: autor

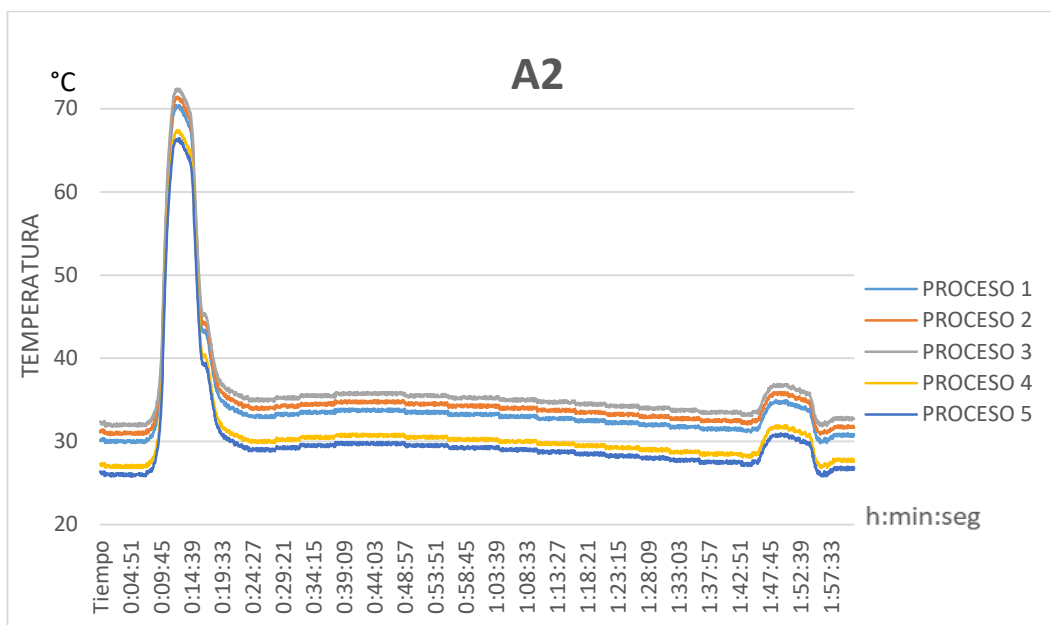


Figura. 4.5 Curva temperatura vs. tiempo de proceso A2

Fuente: autor

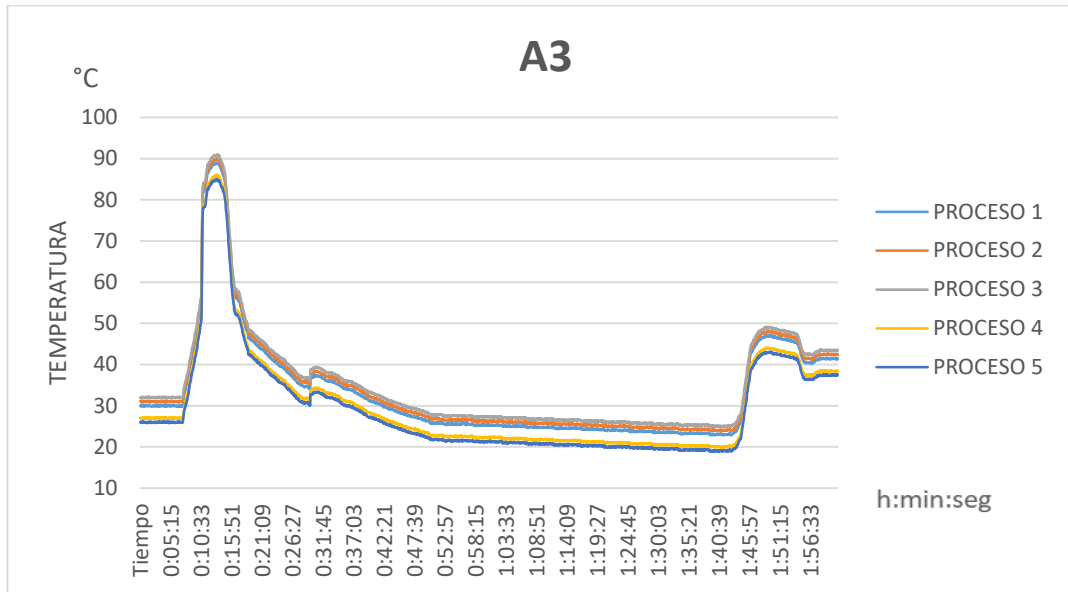


Figura. 4.6 Curva temperatura vs. tiempo de proceso A3

Fuente: autor

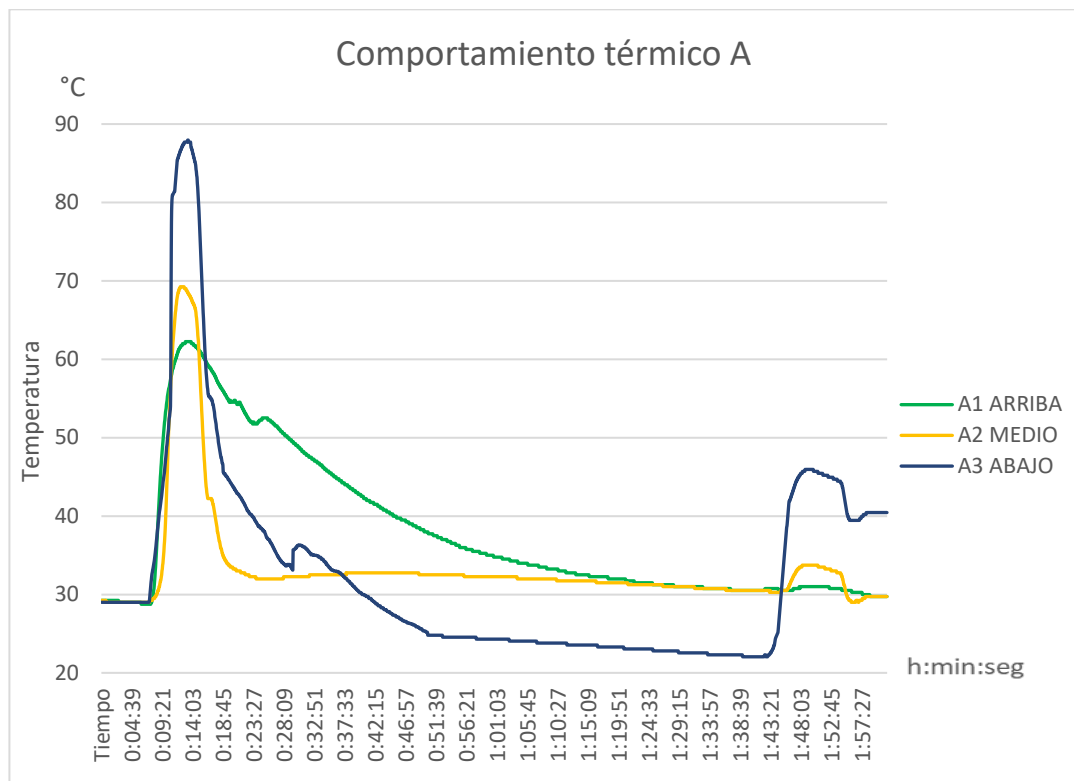


Figura. 4.7 Comportamiento en el cuadrante A

Fuente: autor

4.4.2 Curvas de temperaturas de la máquina cuadrante B

El cuadrante B de análisis se encuentra en la parte posterior de la máquina, donde se tiene el ingreso de vapor y de agua por la parte inferior de la carcasa.

Se desarrolló cinco procesos de los cuales se ha tomado las curvas de tiempo y temperatura, en los tres puntos indicados, B1 parte superior, B2 parte intermedia, B3 parte inferior de la carcasa. Estos datos se los toma de manera externa para no interferir en la configuración mecánica de máquina y al proceso de temperado directamente.

En el punto B1 se tiene la temperatura alcanzada de 78.35°C , que, al ser en la parte superior, esta elevación de temperatura no aporta completamente al proceso. En la figura. 4.8 se muestran las curvas de temperatura tiempo de los cinco procesos desarrollados.

El punto de análisis B2 se encuentra a mitad de la altura de la carcasa de la máquina a una distancia vertical de 30cm del ingreso de vapor y agua, la temperatura máxima en este punto es de 81.21°C con el ingreso de vapor y cuando se acciona el agua, la temperatura más baja del proceso de enfriamiento es de 27.57°C , donde tiene nuevamente un incremento como se mira en la figura. 4.9.

Los datos tomados en el punto B3 se encuentran en la parte baja de la máquina, a la altura de la base, la temperatura superior de las curvas bordea los 100°C , con un descenso hasta la temperatura de 17.3°C y nuevamente incrementos de temperatura para dar lugar al remonte de temperatura requerida por el proceso de temperado, estos cambios se dan por el accionamiento del operario de las válvulas de ingreso de vapor y agua respectivamente. Las curvas de temperatura vs. tiempo se muestran en la figura. 4.10.

El la figura. 4.11 se tiene el compendio de las curvas de promedio de los datos sensados, del cual se puede referir que existe una diferencia notoria en las temperaturas de cada punto lo largo del tiempo del proceso.

La curva de datos del punto B3 promedio, que se ubica en la parte baja de la máquina es la que muestra cambio de temperatura más pronunciados ascendiendo a su temperatura más alta a los 7 minutos, para un descenso pronunciado de temperatura nuevamente.

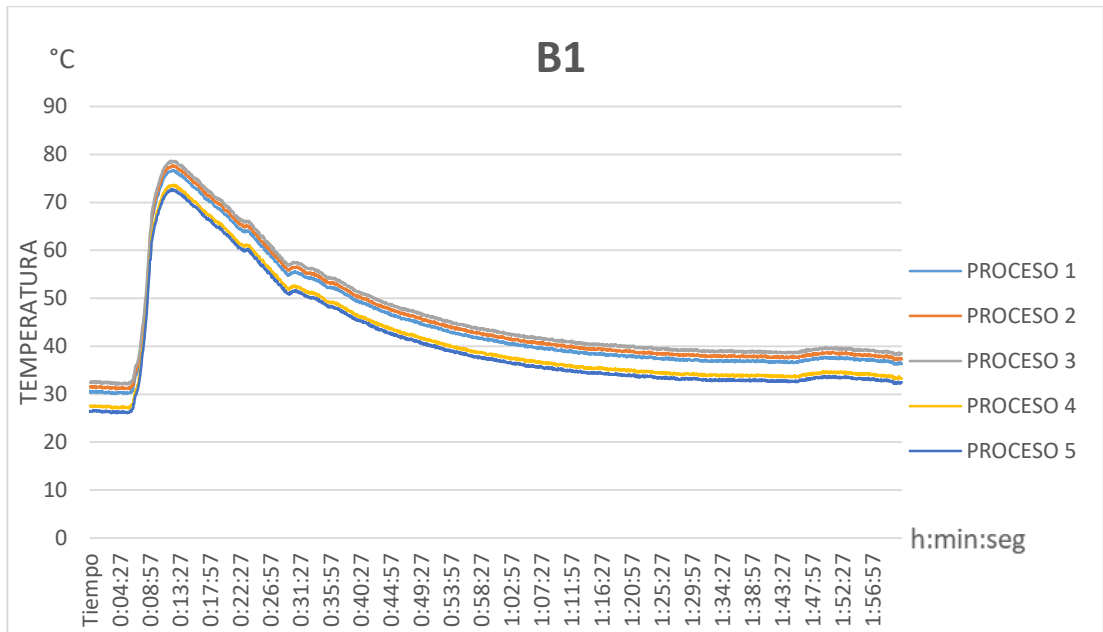


Figura. 4.8 Curva temperatura vs. tiempo de proceso B1

Fuente: autor

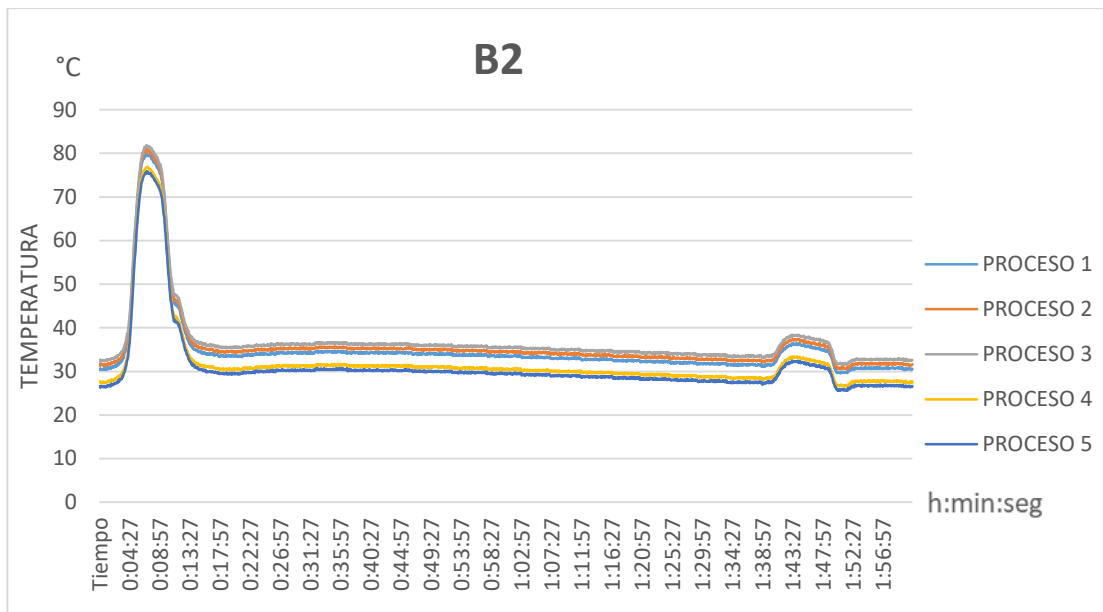


Figura. 4.9 Curva temperatura vs. tiempo de proceso B2

Fuente: autor

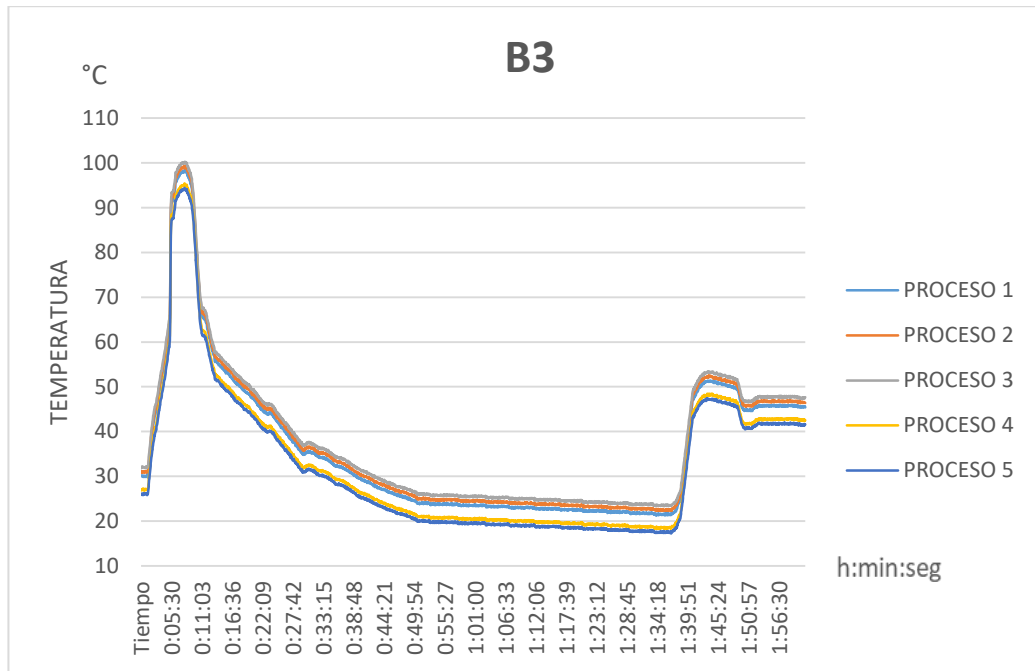


Figura. 4.10 Curva temperatura vs. tiempo de proceso B3

Fuente: autor

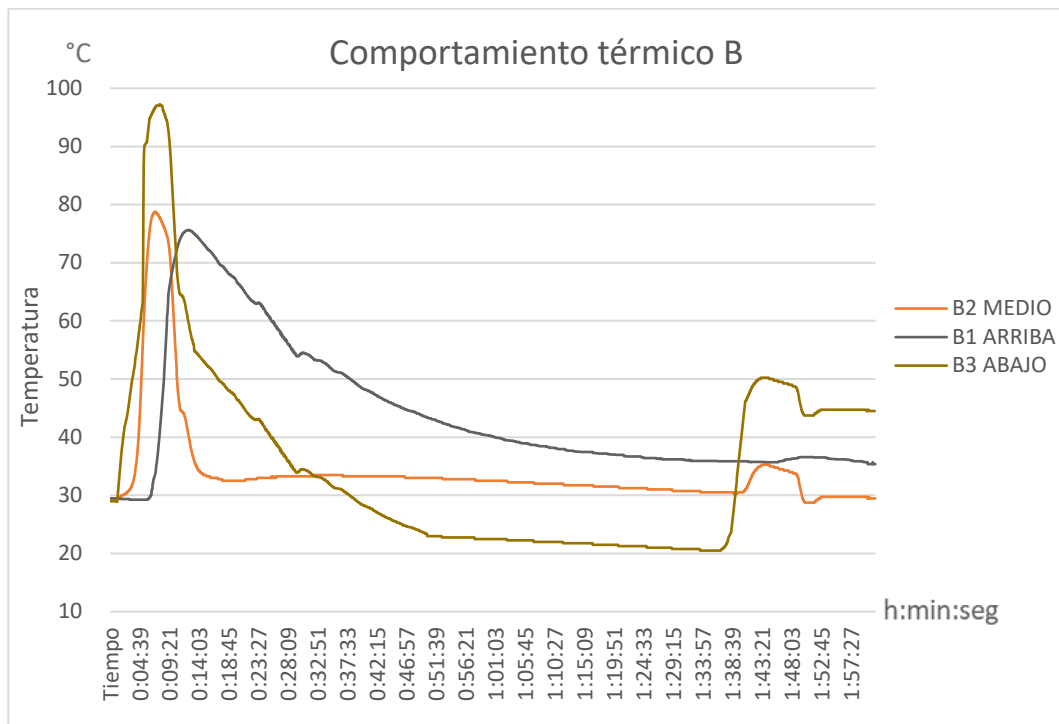


Figura. 4.11 Comportamiento en el cuadrante B

Fuente: autor

4.4.3 Curvas de temperaturas de la máquina cuadrante C

El punto de toma de datos C, corresponde al cuadrante izquierdo de la máquina visto desde su parte superior, se toma estos datos a las tres alturas esenciales para estimar la variación de las temperaturas.

En la figura. 4.12 muestra los datos de la curva de temperatura vs. tiempo, en el punto C1, que se encuentra en la parte superior del cuadrante.

El punto C2 con su variación de temperatura en la figura. 4.13 detalla los cinco procesos analizados para tener una clara referencia del comportamiento de las temperaturas para este análisis. La temperatura mayor de los procesos es de 71.6°C con descensos de hasta 23.8°C a través del ciclo completo

El punto C3 de análisis se encuentra en la parte baja de la máquina, por lo tanto, es la parte donde el enfriamiento por llenado de agua se dará en menor tiempo, este punto llega a temperaturas que bordean los 90°C a los 11 minutos de iniciado el proceso. Entre los procesos se identifica que la temperatura más baja es de 18.3°C al momento del enfriamiento en el tiempo 1:39:50 de iniciado el ciclo, antes de nuevamente incrementar la temperatura por los requerimientos del proceso.

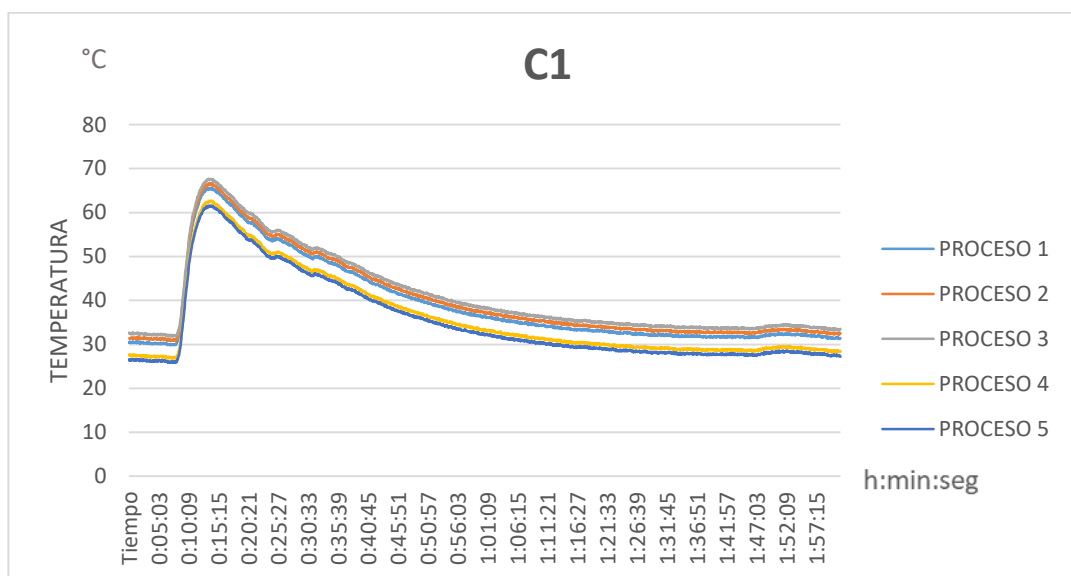


Figura. 4.12 Curva temperatura vs. tiempo de proceso C1

Fuente: autor

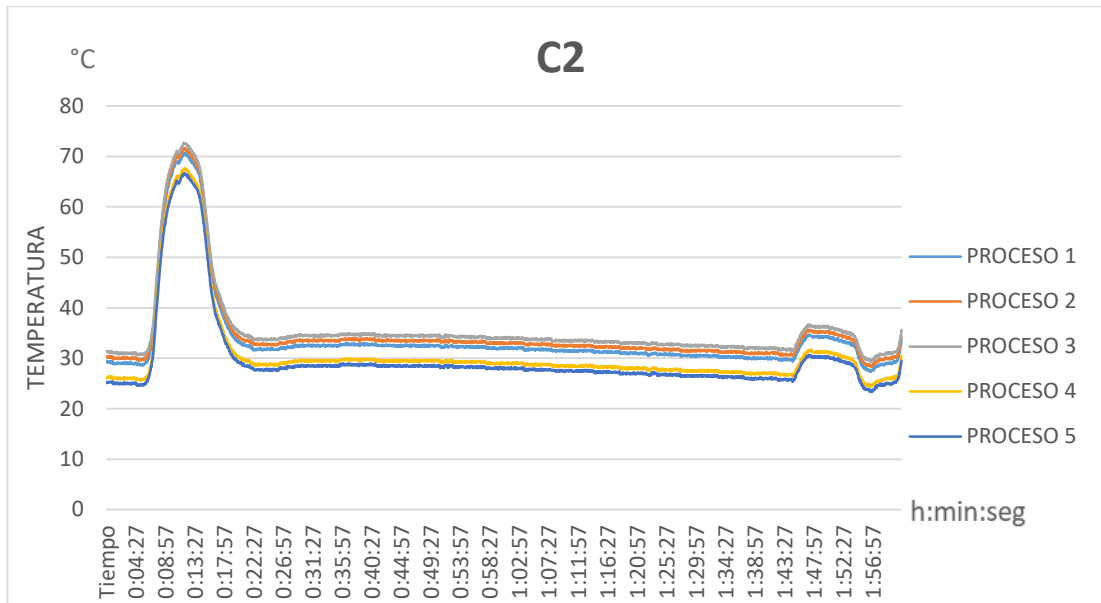


Figura. 4.13 Curva temperatura vs. tiempo de proceso C2

Fuente: autor

La necesidad de la verificación de la temperatura mediante un termómetro láser digital por medio del operador tiene que ser constante para procurar garantizar el proceso de temperado, activando las válvulas de ingreso de vapor para calentamiento y agua para el enfriamiento.

El compendio en una sola figura de las medias de los procesos evaluados a las diferentes alturas, da una perspectiva del comportamiento de las temperaturas a lo largo del tiempo que dura el proceso de temperado siendo estas curvas inestables, con variaciones y se puede decir que son aleatorias dependiendo el control que se dé al proceso. En la figura. 4.15 se denota que a pesar de ser un mismo cuadrante en análisis existen variaciones notorias de los cambios de temperatura.

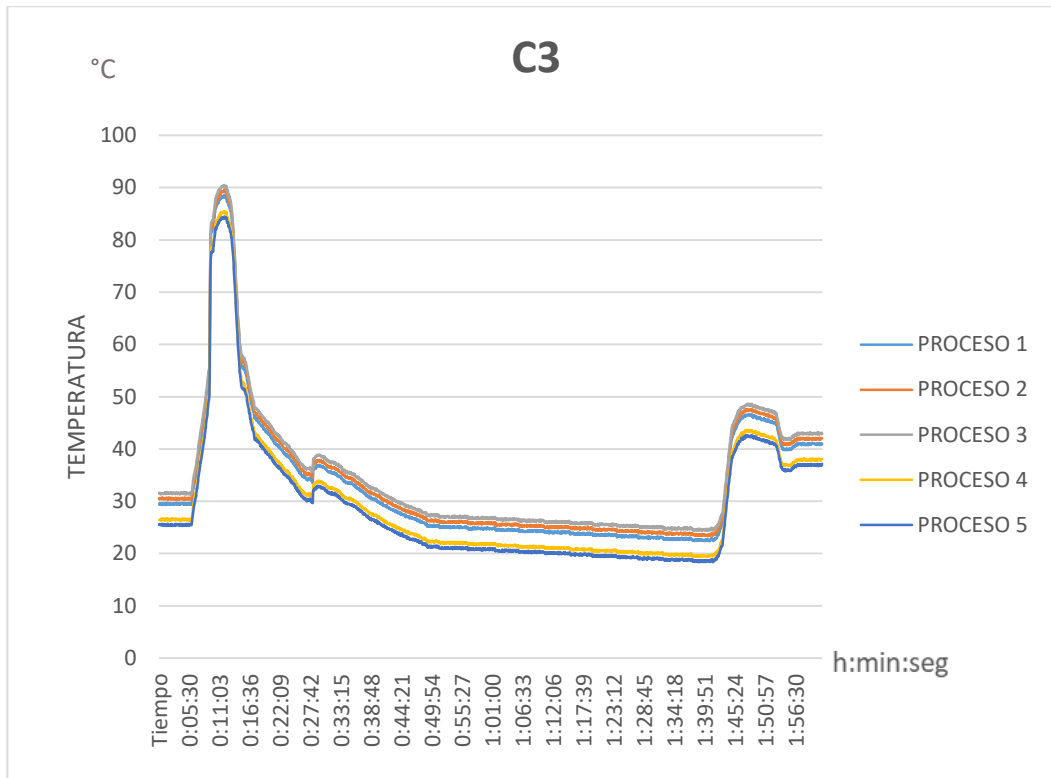


Figura. 4.14 Curva temperatura vs. tiempo de proceso C3

Fuente: autor

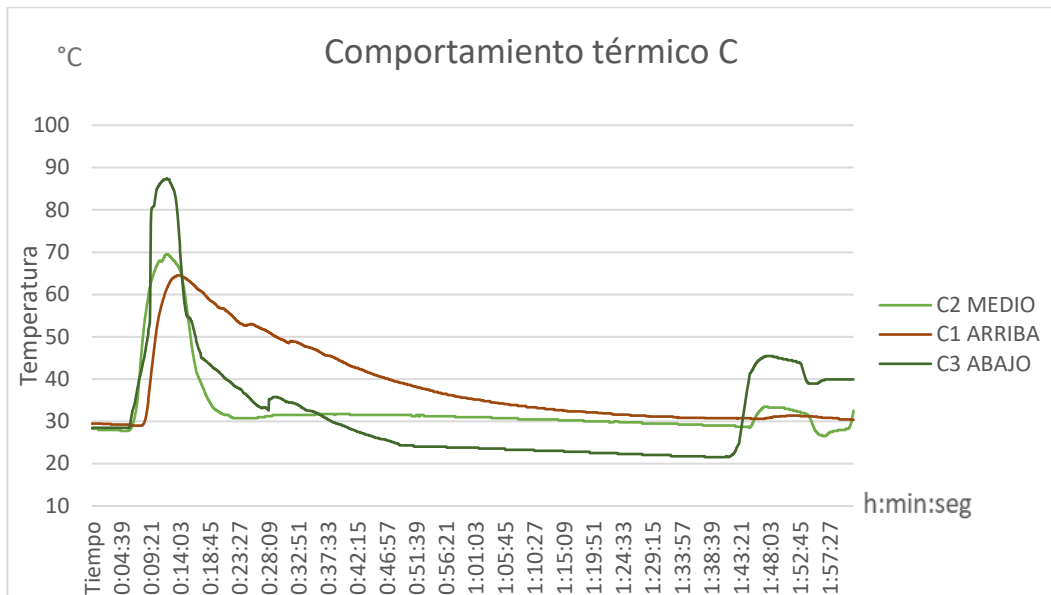


Figura. 4.15 Comportamiento en el cuadrante C

Fuente: autor

4.4.4 Curvas de temperaturas de la máquina cuadrante D

El análisis en el cuadrante D se da por medio de las gráficas de las curvas de temperatura vs. tiempo obtenidas mediante las RTD ubicadas en los alrededores de la máquina, el punto D1 se encuentra en la parte superior, al lado opuesto al ingreso de agua y vapor de la máquina, figura. 4.16 muestra el comportamiento de la temperatura evaluada para cinco procesos de temperado.

El punto de análisis D2 se encuentra a una altura de 30cm de altura con referencia a las conexiones de ingreso de vapor y agua a la máquina, las curvas de temperatura se presentan en la figura. 4.17

El sensor de temperatura en el punto D3 recolectó los datos de cinco procesos que se muestran en la figura. 4.18 con variaciones de temperatura entre 92 y 21°C.

El punto D es el punto más alejado de las entradas de vapor y agua para el proceso de temperado, sin embargo, se aprecia que las temperaturas se elevan en su punto superior súbitamente hasta los 89.7°C en el tiempo de 9 minutos promedio de haber iniciado el proceso.

Las curvas de la figura. 4.19 describen los cambios de temperatura a través del tiempo de ciclo, se aprecia picos de variación de temperaturas, tanto de incremento como de descenso, caracterizando un comportamiento poco predecible, ya que depende de las acciones desarrolladas por el operador.

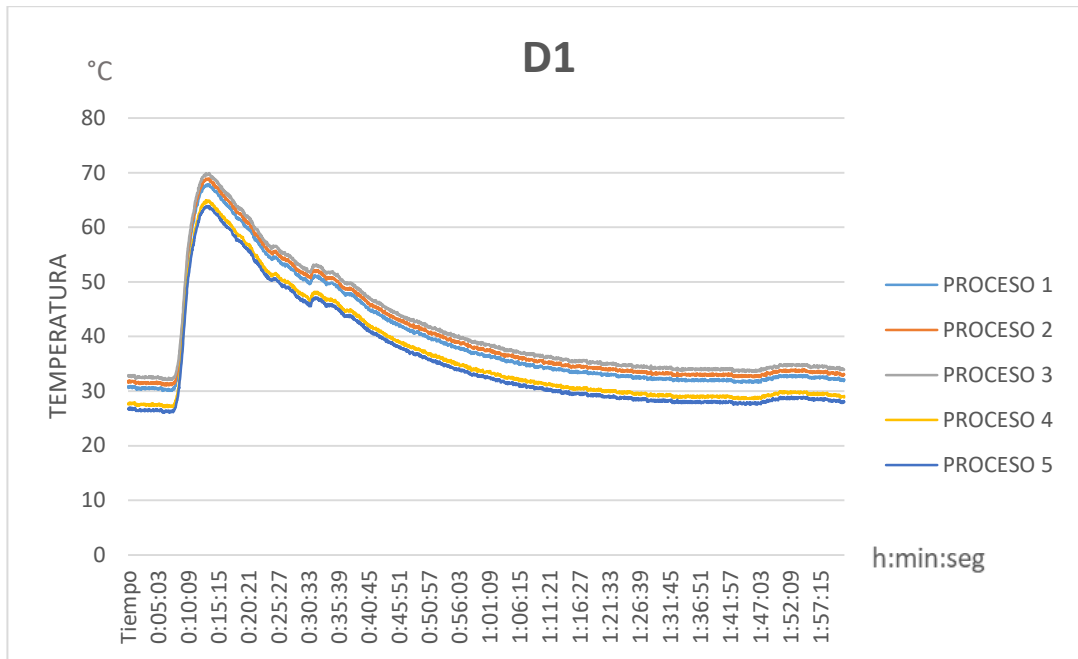


Figura. 4.16 Curva temperatura vs. tiempo de proceso D1

Fuente: autor

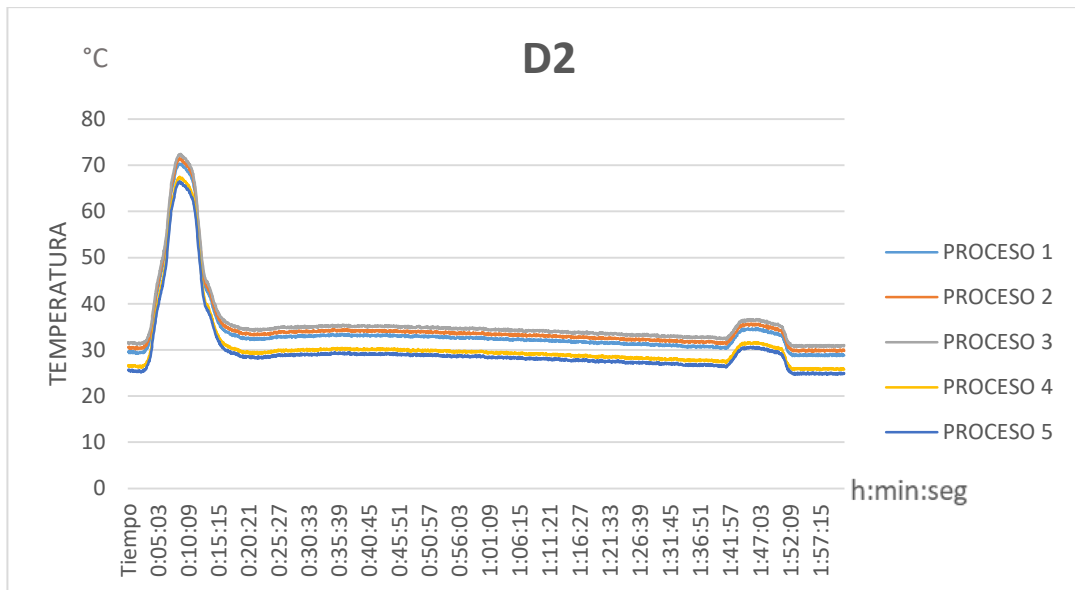


Figura. 4.17 Curva temperatura vs. tiempo de proceso D2

Fuente: autor

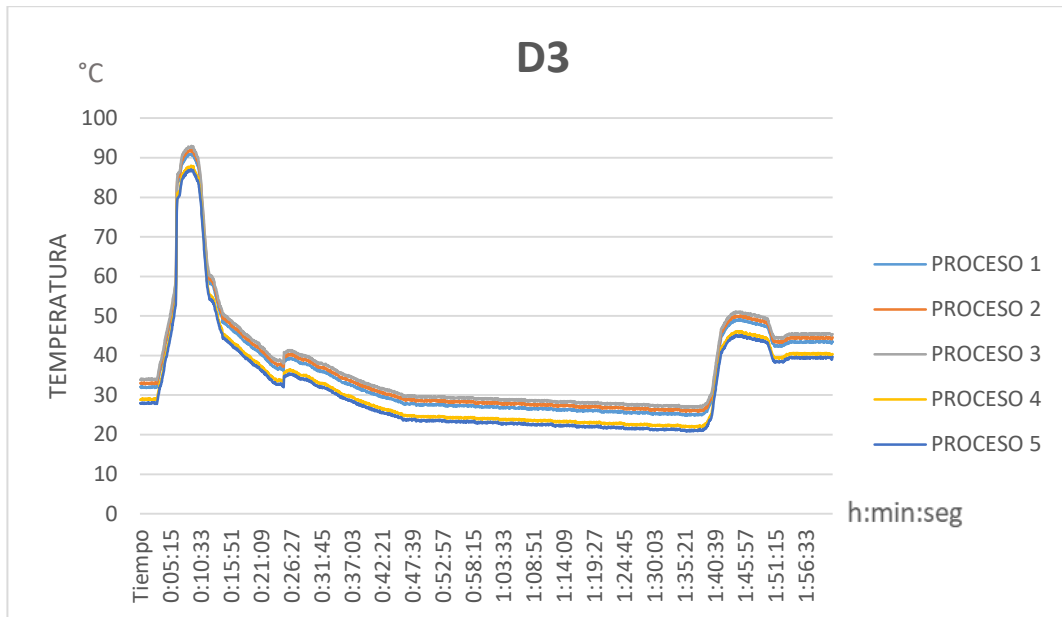


Figura. 4.18 Curva temperatura vs. tiempo de proceso D3

Fuente: autor

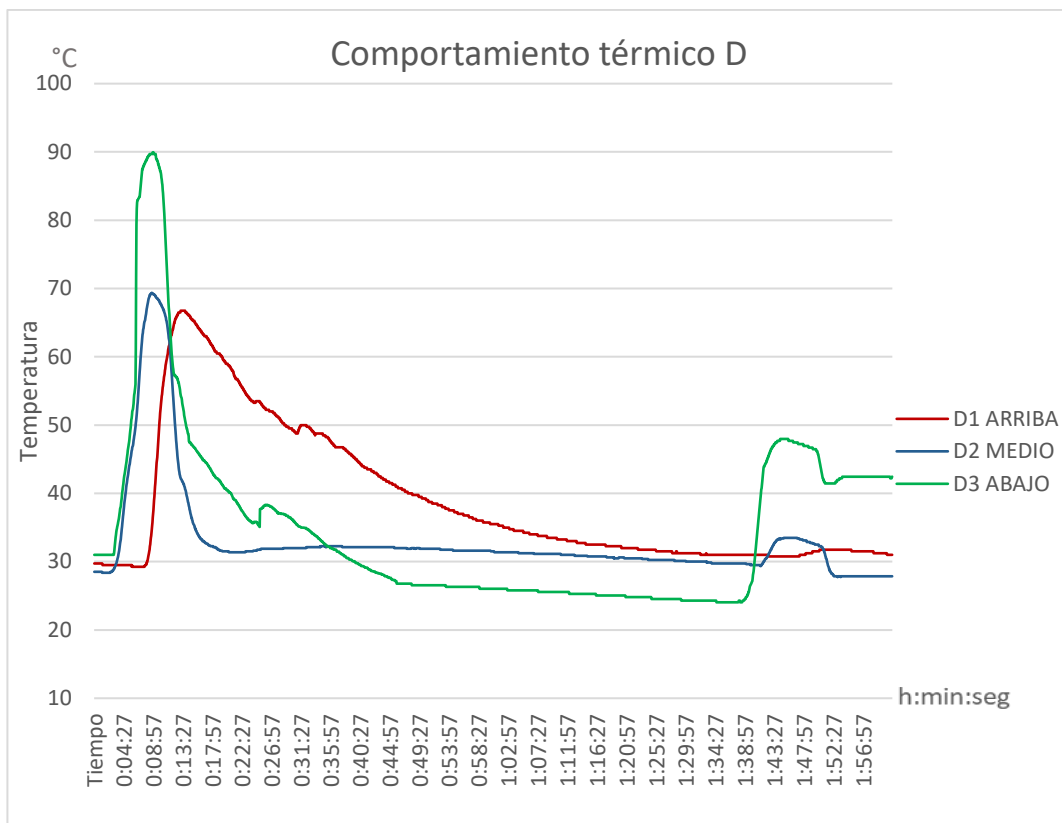


Figura. 4.19 Comportamiento en el cuadrante D

Fuente: autor

4.4.5 Proceso de calentamiento de chocolate en el temperado

Las pruebas de funcionamiento del proceso se dieron con la producción de 40kg de chocolate, el cual en su etapa de calentamiento tiene que elevar su temperatura de 30°C a 45°C, estos parámetros son solicitados por el proceso para el chocolate negro.

$$m = 40 [kg]$$

$$C_{prom} = 1.432 \left[\frac{KJ}{kg \cdot ^\circ K} \right]$$

$$\rho = 1301.25 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

$$Q = \Delta U = m C_{prom} (T_2 - T_1)$$

$$Q = (40kg) \left(1.432 \frac{KJ}{kg \cdot ^\circ K} \right) (45 - 30)^\circ C$$

$$Q = 859.2 KJ$$

De acuerdo a los cálculos, para elevar la masa de chocolate en esa variación de temperatura (30°C a 45°C) se necesita transferir 859.2KJ de calor al chocolate. El tiempo que se demora en esta etapa, mediante datos del sensado del proceso se tiene que en promedio se demora 5 minutos y 45 segundos por lo que la razón promedio de transferencia de calor es:

$$\dot{Q} = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$\dot{Q} = \frac{859KJ}{345s}$$

$$\dot{Q} = 2.49 \frac{KJ}{s} = 2.49kW$$

La razón promedio de transferencia de calor que puede brindar la máquina es 2.49 KWatts. Otro parámetro importante de identificar en cuanto al funcionamiento de la máquina es el flujo promedio de calor que viene dado por unidad de área según la fórmula:

$$A = 0.35m^2$$

$$\dot{q}_{prom} = \frac{\dot{Q}_{prom}}{A}$$

$$\dot{q}_{prom} = \frac{2489.85 \text{ W}}{0.35 \text{ m}^2}$$

$$\dot{q}_{prom} = 7113.87 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

El área de la máquina para transferencia de calor al producto es de $A = 1.35 \text{ m}^2$, por lo que la razón promedio de transferencia de calor de la máquina es:

$$\dot{Q}_{prom} = \dot{q}_{prom} * A$$

$$\dot{Q}_{prom} = 7113.87 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot (1.35 \text{ m}^2)$$

$$\dot{Q}_{prom} = 9603.72 \text{ W}$$

4.4.6 Proceso de enfriamiento de chocolate en el temperado

Para el ciclo de temperado, el chocolate debe descender su temperatura de 45°C a 28°C , y de las pruebas de funcionamiento para la producción de 40kg de chocolate, se tarda desde el tiempo 14:57(min:seg) hasta 1:39:42(h:min:seg) que son 897 segundos de iniciado el ciclo hasta 5982 segundos de iniciado el ciclo. El tiempo para la transición entre estas dos temperaturas de 5085 segundos. Para la reducción de temperaturas se activa el ingreso de agua a la camisa de la máquina, en este caso se tiene:

$$m = 40 \text{ [kg]}$$

$$C_{prom} = 1.432 \left[\frac{\text{KJ}}{\text{kg}} \text{ } ^\circ\text{K} \right]$$

$$\rho = 1301.25 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$Q = \Delta U = m C_{prom} (T_2 - T_1)$$

$$Q = (40 \text{ kg}) \left(1.432 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}} \text{ } ^\circ\text{K} \right) (28 - 45) ^\circ\text{C}$$

$$Q = -973.76 \text{ KJ}$$

De acuerdo a los cálculos, se requiere retirar 973.76 kJ de calor al chocolate para que descienda de (45 a 28) $^\circ\text{C}$ mediante los datos recopilados del funcionamiento de la

máquina se tiene que con la duración del proceso de 5085 segundos la razón promedio de transferencia de calor:

$$\dot{Q} = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$\dot{Q} = \frac{-973.76kJ}{5085s}$$

$$\dot{Q} = 0.1914 \frac{kJ}{s} = 191.49 W$$

De este análisis se puede interpretar que la tasa de descenso de temperaturas es relativamente lenta en comparación con el proceso de calentamiento. En las pruebas evaluadas para la recolección de información del funcionamiento de la máquina, el área en contacto es de $A = 0.35m^2$, con esto se calcula el flujo promedio de calor que viene según la fórmula:

$$\dot{q}_{prom} = \frac{\dot{Q}_{prom}}{A}$$

$$\dot{q}_{prom} = \frac{191.49 W}{0.35m^2}$$

$$\dot{q}_{prom} = 547.13 \frac{W}{m^2}$$

El área de la máquina para transferencia de calor al producto es de $A = 1.35m^2$, por lo que la razón promedio de transferencia de calor de la máquina es:

$$\dot{Q}_{prom} = \dot{q}_{prom} * A$$

$$\dot{Q}_{prom} = 547.133 \frac{W}{m^2} \cdot (1.35m^2)$$

$$\dot{Q}_{prom} = 2110.37 W$$

Haciendo un contraste entre la tasa de calentamiento y la de enfriamiento se aprecia deseable que la tasa de enfriamiento sea mayor, en cuanto a la reducción de tiempo que esto puede contribuir en la producción. La cantidad de calor requerida para el cambio de temperatura en el proceso de enfriamiento es el 13.3% mayor que la cantidad de calor requerida que ingrese al producto, existe una diferencia absoluta de 114.56kJ entre estos dos valores de cantidad de calor, ver la figura. 4.20. Considerando que en

el proceso de calentamiento se obtiene un flujo promedio de calor de 9603.72 W/m^2 y en el enfriamiento solamente 2110.37 W/m^2 que es el 21.97%. El incremento de tiempo del proceso se da por este comportamiento térmico, que puede ser reducido al mejorar el ciclo de enfriamiento.

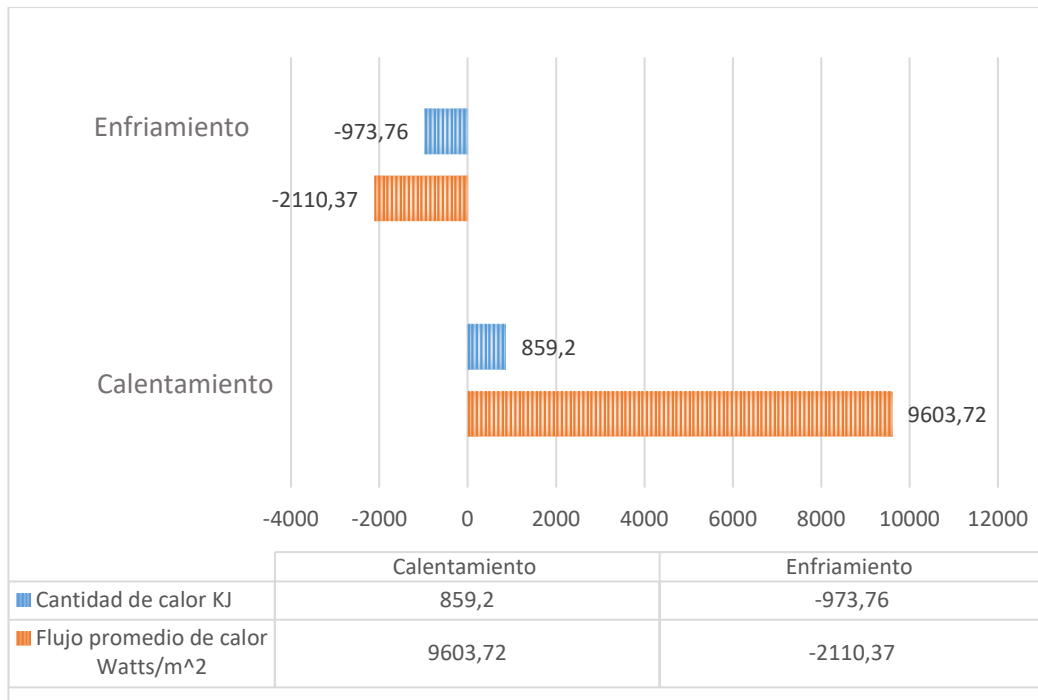


Figura. 4.20 Cantidad de calor y flujo promedio de calor en calentamiento y enfriamiento del producto

Fuente: autor

4.4.7 Modelo matemático

Según [30] define “Un modelo matemático es la representación simplificada de la realidad, mediante el uso de funciones que describen su comportamiento, o de ecuaciones que representan sus relaciones.”

Para contrastar las curvas analizadas del proceso de temperado, se debe analizar la curva generada por el modelo matemático a partir de su comportamiento térmico del diseño de la máquina. Según Norton [31] “Un modelo matemático, si bien es muy útil, nunca puede ser una representación completa y precisa del sistema físico real como un modelo físico, por la necesidad de simplificar las suposiciones.”

La máquina es una marmita de carcasa, a través de la carcasa circula vapor y agua para calentar y enfriar respectivamente.

Dentro de la marmita se encuentra chocolate en un volumen determinado, el cual es constante en todo el proceso, cuando se finaliza el proceso de temperado todo el chocolate es retirado y se carga nuevo material.

El proceso de temperado independiente de la cantidad de chocolate negro en proceso; debe cumplir lo siguiente:

1. Elevar la temperatura desde 30°C a 45-50°C
2. Descender hasta 28°C
3. Ascender a los 31°C y se estabiliza hasta retirar el chocolate

El tiempo del proceso depende de la cantidad de chocolate.

Se requiere determinar el modelo matemático de la capacidad térmica de la máquina en función del tiempo, para que cumpla la curva requerida por el proceso de temperado.

En la Figura. 4.21 se muestra las dimensiones principales de la marmita, las cuales se relacionan en el modelo matemático.

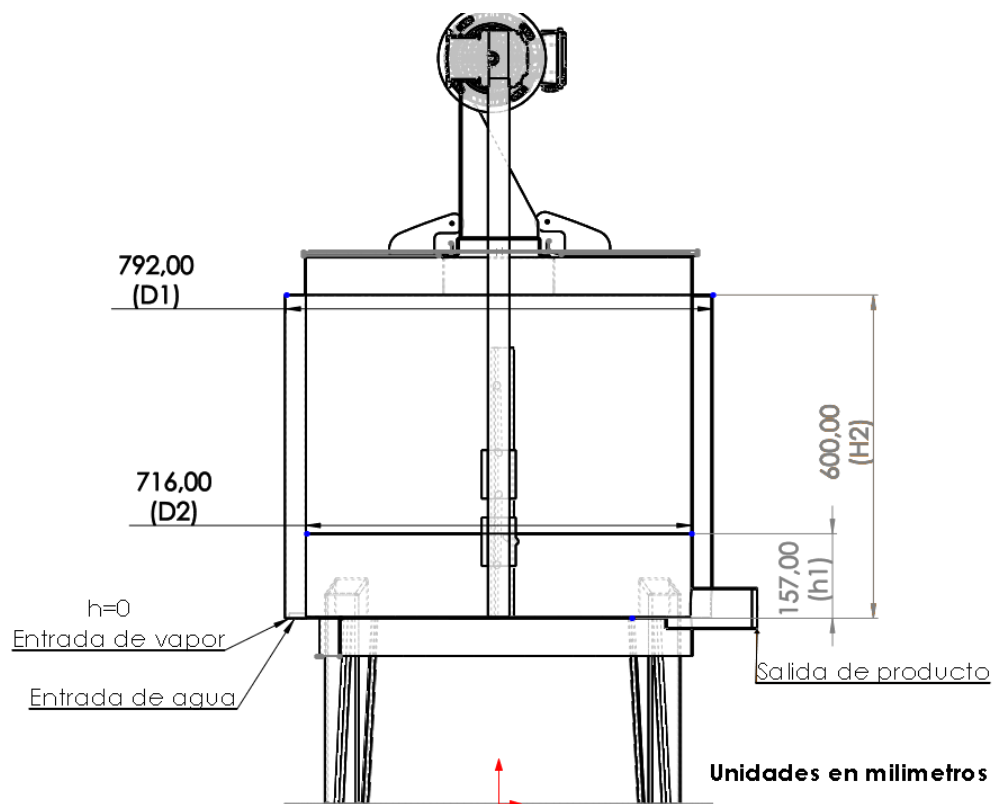


Figura. 4.21 Dimensiones principales de la marmita

Fuente: autor

Consideraciones generales

Se desprecian las pérdidas de calor por convección al ambiente. Ya que se para cuestiones de análisis se desea calcular es estado ideal de funcionamiento de la máquina.

- Las propiedades termo físicas de los fluidos no cambian con la temperatura.
- Volúmenes de control, están constituidos por la chaqueta (carcasa), y por la cuba.
- El calor se transfiere en sentido del radio del tanque
- El tanque se considera un espacio perfectamente agitado, la temperatura es la misma en todos los puntos. Al igual que coeficiente de transferencia de calor global.

Coeficiente global de transferencia

El coeficiente global de transferencia de calor haciendo analogía a sistema de resistencias eléctricas como se aprecia en la figura. 4.22 resulta:

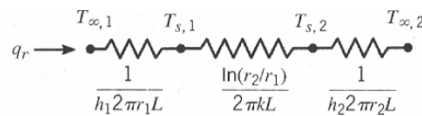


Figura. 4.22 Sistema de resistencias eléctricas

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_1} + \frac{x}{k} + \frac{1}{h_2}$$

Coeficientes de transferencia de calor en pailas, marmitas y tanques agitados [32]

Para un tanque, marmita o paila con el contenido agitado por una paleta horizontal, acoplada a un eje vertical central, se tiene que:

$$h \frac{D}{k} \left(Cp \frac{\mu}{k} \right)^{-\frac{1}{3}} \left(\frac{\mu_s}{\mu} \right)^{0.14} = 0.37 \left(\frac{Lp^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} \right)^{2/3}$$

Despejando

$$h = \frac{k}{D} \left(\frac{0.37 \left(\frac{Lp^2 \cdot N \cdot Ro}{\mu} \right)^{2/3} \left(Cp \frac{\mu}{k} \right)^{1/3}}{\left(\frac{\mu_s}{\mu} \right)^{0.14}} \right)$$

Donde:

D diámetro de la marmita o tanque (m)

μ , viscosidad del fluido a la temperatura de la pared (kg/m.s)

Lp longitud horizontal de la paleta (m)

N revoluciones por hora de la paleta (1/s)

K conductividad térmica (W/(m°K))

Cp capacidad calórica (J/kg°K)

ρ densidad kg/m³

Todas las demás propiedades termofísicas se evalúan a la temperatura media del fluido. [33]

Por el lado de la camisa, se aplica la relación de flujo de fluidos en un anillo de convección forzada, según la ecuación

$$\left(\frac{h}{CpG} \right) \left(\frac{Cp \mu}{k} \right)^{2/3} \left(\frac{\mu_s}{\mu} \right)^{0.14} = \frac{0.023}{\left(\frac{DG}{\mu} \right)^{0.2}}$$

Despejando se tiene:

$$h = CpG \frac{0.023}{\left(\frac{DG}{\mu} \right)^{0.2}} \frac{1}{\left(\frac{Cp \mu}{k} \right)^{2/3} \left(\frac{\mu_s}{\mu} \right)^{0.14}}$$

Donde:

K conductividad térmica 0.259 w/m°K (0.15 Btu/(h. ft. °F))

Ro densidad aproximadamente 1.2 kg m⁻³ (0.0749088 lb/ft³)

μ , viscosidad del fluido a la temperatura de la pared 2.55 kg/m.s (6168.68 lb/(ft.h))

Área del anillo

$$Aa = \frac{\pi(De - Di)^2}{4}$$

Donde:

Aa= área del anillo (carcasa)

Wm Flujo másico del agua ingreso

De=0.792 m

Di=0.716 m

$$Aa = \frac{\pi(0.792 - 0.716)^2}{4} = 0,0045m^2$$

Flujo másico de agua en la carcasa

$$G = \frac{Wm}{Aa}$$

Donde:

Wm masa de fluido que circula por la camisa [Kg/s]

Cpm capacidad calórica del fluido que circula por la camisa [(J/kg °K)]

G flujo másico del agua en la carcasa[kg/s. m2]

$$G = \frac{Wm}{0,0045m^2}$$

Área de transferencia de calor del tanque

$$A = \pi \cdot Di \cdot h$$

Donde:

h= altura que cubre el producto (m)

$$A = \pi \cdot 0.716m \cdot 0.157m$$

$$A = 0.35 m^2$$

Coefficiente global de transferencia U

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2}$$

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h = \frac{k}{D} \left(\frac{0.37 \left(\frac{Lp^2 \cdot N \cdot Ro}{\mu} \right)^{2/3} \left(Cp \frac{\mu}{k} \right)^{1/3}}{\left(\frac{\mu_s}{\mu} \right)^{0.14}} \right)} + \frac{1}{h = CpG \frac{0.023}{\left(\frac{DG}{\mu} \right)^{0.2} \left(\frac{Cp \mu}{k} \right)^{2/3} \left(\frac{\mu_s}{\mu} \right)^{0.14}}}$$

Coefficiente global de transferencia de calor [W/m²°K]

Balance de energía en la marmita

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Calor} \\ \text{que entra} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} \text{Calor} \\ \text{que sale} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} \text{Calor que} \\ \text{sale por} \\ \text{enfriamiento} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Calor} \\ \text{que se} \\ \text{acumula} \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Calor} \\ \text{que entra} \end{array} \right\} = F_1 \rho Cp T_1$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Calor} \\ \text{que sale} \end{array} \right\} = F_2 \rho Cp T_R + F_3 \rho Cp T_R$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Calor que} \\ \text{sale por} \\ \text{enfriamiento} \end{array} \right\} = m_w Cp (T_w - T_{w0})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Calor} \\ \text{que se} \\ \text{acumula} \end{array} \right\} = \frac{d(mCpT_R)}{dt}$$

$$F_1 \rho Cp T_1 - F_2 \rho Cp T_R - F_3 \rho Cp T_R - m_w Cp (T_w - T_{w0}) = \frac{d(mCpT_R)}{dt}$$

$$F_1 \rho Cp T_1 - F_2 \rho Cp T_R - F_3 \rho Cp T_R - m_w Cp (T_w - T_{w0}) = \frac{d(Ah \rho Cp T_R)}{dt}$$

$$\Delta(hT_R) = \frac{F_1 \rho Cp T_1 - F_2 \rho Cp T_R - F_3 \rho Cp T_R - m_w Cp (T_w - T_{w0})}{A \rho Cp} * \Delta t$$

Balance de energía en el agua de enfriamiento

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Calor} \\ \text{entra} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} \text{Calor} \\ \text{sale} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{Calor} \\ \text{suministrado} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Calor} \\ \text{acumula} \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Calor} \\ \text{entra} \end{array} \right\} = F_w \rho Cp T_{w0}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Calor} \\ \text{sale} \end{array} \right\} = F_w \rho C_p T_w$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Calor} \\ \text{suministrado} \end{array} \right\} = U A_t (T_r - T_w)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Calor} \\ \text{acumula} \end{array} \right\} = \frac{d(m_w C_p T_w)}{dt}$$

$$F_w \rho C_p T_{w0} - F_w \rho C_p T_w + U A_t (T_r - T_w) = \frac{d(m_w C_p T_w)}{dt}$$

$$F_w \rho C_p T_{w0} - F_w \rho C_p T_w + U A_t (T_r - T_w) = V_w \rho C_p \frac{d(T_w)}{dt}$$

$$\Delta(T_w) = \frac{F_w \rho C_p T_{w0} - F_w \rho C_p T_w + U A_t (T_r - T_w)}{V_w \rho C_p} * \Delta t$$

$$F_w = k_v w * f * \sqrt{\frac{\Delta P}{SG}}$$

Donde:

U = Coeficiente global de transferencia de calor, [KJ/hm²°C]

A_t = Área de transferencia, [m²]

V_w = Volumen de la Chaqueta

k_vw = constante de descarga de la válvula del flujo de agua de enfriamiento, expresada

en $\frac{m^3}{h(atm)^{0.5}}$

T_{wo} = Temperatura inicial del agua, °C

T_w = Temperatura del agua, °C

C_{p_c} = Calor específico del agua, [KJ/Kg°C]

Por medio de software se realizó los cálculos con respecto a la variación de tiempo temperatura del producto, con el uso de la tabla de datos, el código de programación en Excel-Vba se encuentra en anexo E, En la figura 4.23 se muestra la curva generada por el modelo matemático en función de los seteos de temperatura esperado y los datos recopilados en la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Parámetros de trabajo de la marmita

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDADES
Parámetros de la marmita			
Diámetro tanque	D	0,72	m
Altura tanque	H	0,9	m
PARÁMETROS DE LA CHAQUETA			
Coefficiente global	U	1300,09	W/m ² C
Espesor	ec	0,04	m
PARÁMETROS DEL CHOCOLATE			
Temperatura	T1o	30	°C
Densidad	ro	1301,25	kg/m ³
Capacidad calórica	Cp	1,432	KJ/kgC
Constante universal de gases	R	8,31	KJ/Kmol*K
Concentración inicial de A	CAo	1301,25	kg/m ³
Kv válvula de salida	Kv	0	m ³ /hatm ^{0,5}
PARÁMETROS DEL CALENTAMIENTO/ENFRIAMIENTO			
Temperatura set calentamiento	Tset	45	°C
Temperatura set enfriamiento	Tset	28	°C
Temperatura set calentamiento 2	Tset	35	°C

Fuente: autor

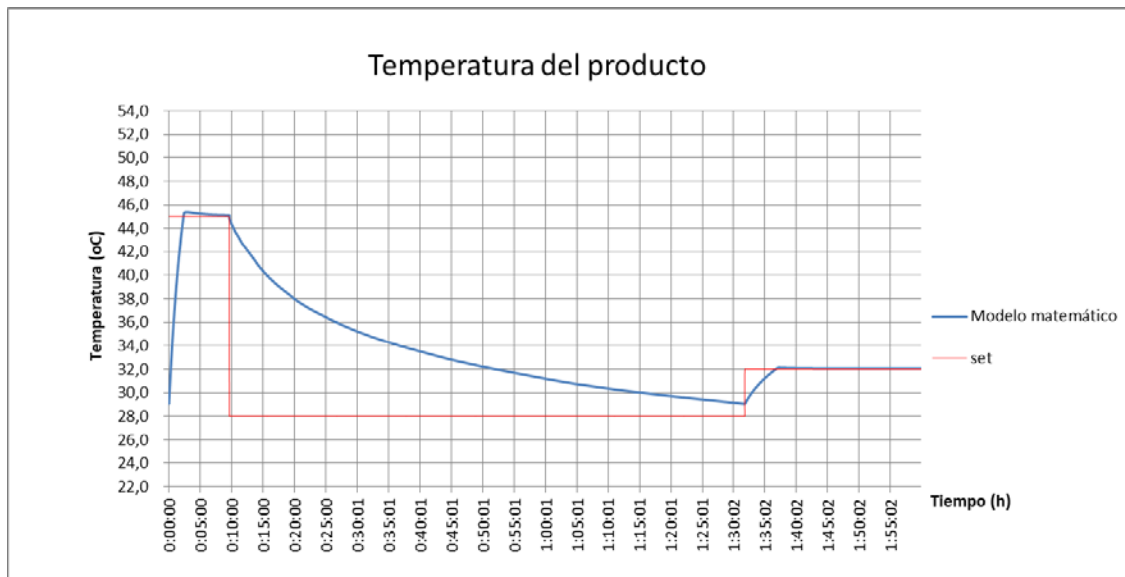


Figura. 4.23 Curva de temperaturas mediante modelo matemático

Fuente: autor

4.4.8 Simulación de funcionamiento

Con una distribución homogénea de temperaturas alrededor de la carcasa de la máquina, el temperado de chocolate puede garantizar transferencia de calor predecible al producto y más fácilmente controlable por el operador.

Si se asume una distribución uniforme de temperatura de la máquina, mediante software se puede simular el proceso de calentamiento del producto. Se ha representado la geometría de la máquina en el software CAD para proceder al análisis de su comportamiento térmico.

El material de la máquina es acero AISI 304 Inoxidable de 2mm de espesor, usado en las partes principales del análisis, este material se considera en la simulación. La cantidad de material usado en la simulación es de 40kg de producto, que es la cantidad con la que se realizó la toma de datos en la máquina.

Se crea un proyecto de simulación de fluidos computacional externa con los parámetros de temperatura. Se ha modelado las aspas que se encargan mezclar el producto para lograr una temperatura homogénea en todo el chocolate que se encuentra en proceso. En la figura. 4.24 se puede ver las temperaturas y su distribución en una escala de colores generada por el software, se aprecia que la temperatura mayor en el chocolate es cuando se encuentra en contacto con el material de la carcasa de la máquina.

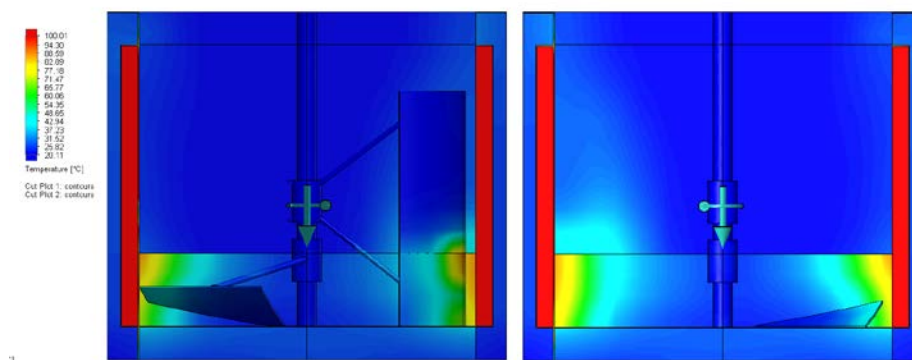


Figura. 4.24 Distribución de temperaturas (vista en corte)

Fuente: autor

Se han colocado los 20 puntos de análisis de la temperatura del fluido en las ubicaciones de acuerdo a la distribución en la figura. 4.25, para calcular el promedio de la temperatura del fluido y el tiempo que tardaría en cumplir con las temperaturas

requeridas para el temperado, asumiendo distribución homogénea de la temperatura en calentamiento por medio de vapor a través de la carcasa de la máquina.

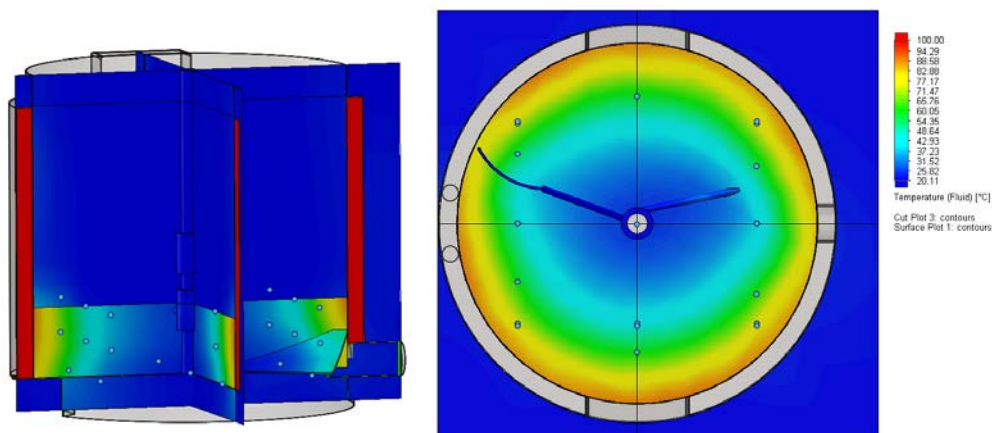


Figura. 4.25 Toma de datos (ubicación de sensores de temperatura en software)

Fuente: autor

Se analiza en función del tiempo que sucede con la temperatura del fluido cuando la distribución de temperatura es homogénea en la carcasa de la máquina, la temperatura media a los 270 segundos da como resultado los 45°C, que es el requerimiento del proceso. Las tablas de resultado de la simulación de las temperaturas promedio del fluido se encuentran en anexo F, para apreciar se ha colocado una sección de los resultados en tabla 4.4

Tabla 4.4 Resultado de simulación tiempo / temperatura de fluido

Time [s]	Average Temperature (Fluid) [°C]
200	44,21347
210	44,35621
220	44,49894
230	44,64168
240	44,78442
240	44,78442
250	44,92715
260	44,95152
270	44,97117
300	45,61952
350	46,39725
400	47,17498

Time [s]	Average Temperature (Fluid) [°C]
450	47,95271
500	48,73044
550	49,50817
560	49,66372
570	49,81926
580	49,97481
590	50,13036

Fuente: autor

De acuerdo a la figura. 4.26 el tiempo que alcanza la temperatura de 45°C es a los 270 segundos, y se encuentra dentro de los parámetros deseables menor a 50°C a los 580 segundos, que en caso de tener una distribución uniforme de temperatura se puede reducir el tiempo en que el producto alcanza la temperatura requerida del proceso.

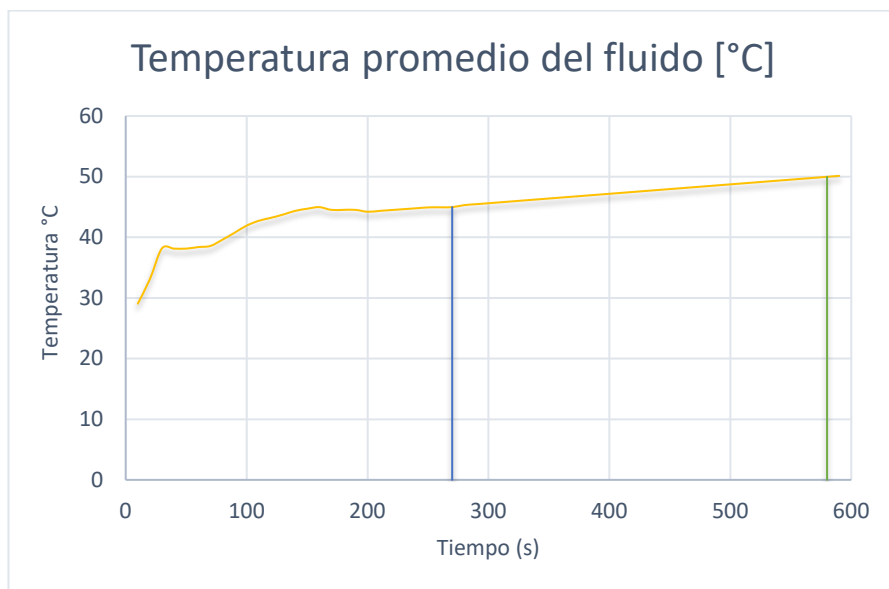


Figura. 4.26 Curva de temperatura de fluido.

Fuente: autor

4.4.9 Curvas de temperaturas del chocolate en proceso

4.4.10 Proceso de temperado

Con la receta establecida en porcentajes se tiene las curvas de verificación del proceso de temperado que las realizan por cada lote de producción mediante el termómetro marca Tricolor modelo 225, en la figura. 4.27 se muestra el equipo. Se obtiene los

resultados de temperado variable en cada proceso, esto debido a que la curva de temperado no se ha estandarizado, además depende de un operador y su concentración para el desarrollo.



Figura. 4.27 Temperímetro Tricor modelo 225

Fuente: [34]

Para comprender de manera clara la curva del proceso que se debe cumplir se ha estudiado de fuentes bibliográficas y con los requerimientos de la fábrica se ha llegado a la curva deseable, como se indica en la

tabla 2.3.

En el eje de abscisas de la gráfica de temperado, se destina para el tiempo, el cual no es cambiante en función de la cantidad de producto y tipo de máquina, lo importante de la curva es que debe llegar a 45°C para que consiga la fluidez total la materia prima, con una mezcla constante, cuando todo se ha homogeneizado, de manera visual el operador evalúa y procede al siguiente etapa del proceso que es el enfriamiento, hasta 27°C, ascendiendo nuevamente con el accionamiento de la válvula de vapor para que la temperatura se eleve hasta 30°C, momento en el que se puede seguir al proceso de moldeo del chocolate.

Una de las curvas esenciales en el análisis es la curva de proceso en la figura. 4.28, se obtuvo con la evaluación de las temperaturas alcanzadas por el chocolate durante el temperado, para dicho fin se colocó uno de los sensores en contacto con el chocolate directamente dentro de la cuba de mezclado, al costado de la salida de producto terminado. Dentro de la marmita el chocolate es constantemente mezclado con las aspás internas. El proceso requerido por la fábrica esencialmente debe calentar el chocolate hasta los 45°C–50°C y lo que se aprecia en las gráficas es que alcanza

temperaturas mayores, arriesgando el proceso completamente y los recursos que intervienen.

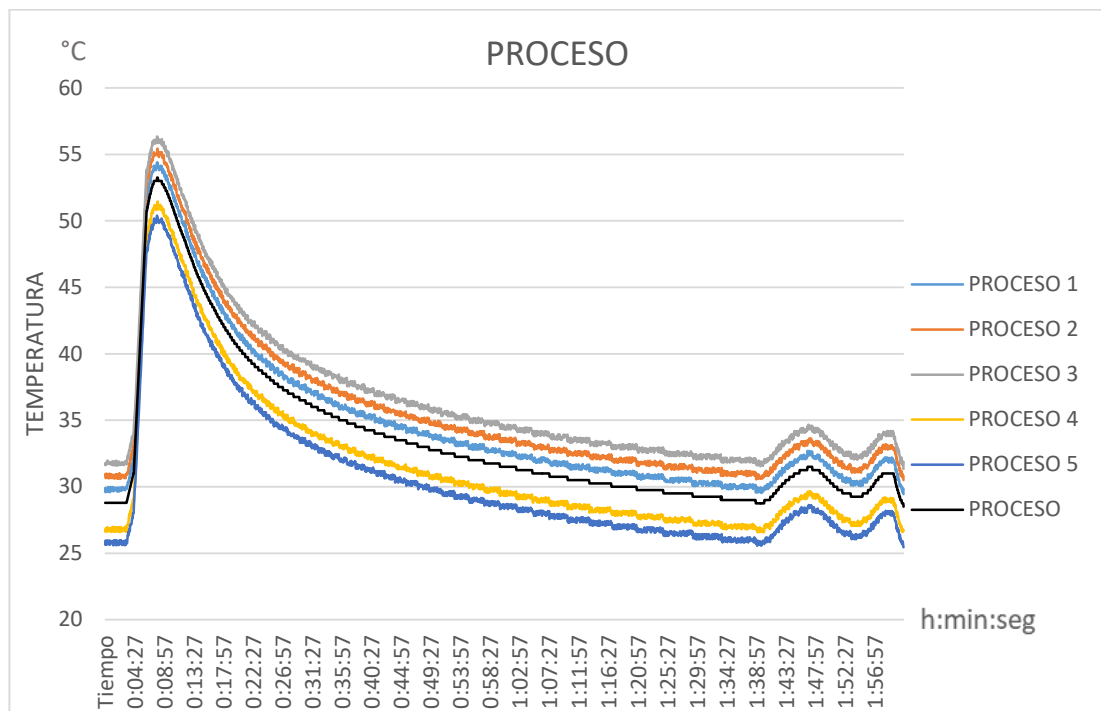


Figura. 4.28 Temperatura vs tiempo del proceso y curva promedio índice de temperado

Fuente: autor

Los resultados de la evaluación del temperado se realizaron, obteniendo variedad de resultados. El termómetro evalúa la curva de enfriamiento del producto ingresado en una probeta, para reconocer un proceso de temperado con defectos, el punto A en la curva es el punto de inicio de enfriamiento, que es la temperatura a la cual sale de la máquina de temperado para el proceso de moldeo, la temperatura cae hasta el punto B, donde posteriormente súbitamente presenta un aumento en la temperatura hasta el punto C, las temperaturas D y E son las finales que llegan a la temperatura ambiente, cuando el chocolate se ha solidificado. De los procesos de temperado una curva aceptable se muestra en la figura. 4.29 donde se ve que la curva es descendente y homogénea, con una estabilización de temperatura, de forma horizontal a los 32 grados y continúa con el descenso de temperatura hasta la solidificación total del chocolate.

La recopilación de resultados de las observaciones se desarrolló mediante la ficha que se muestra en el anexo G, se muestra el índice de temperado obtenido de los ensayos desarrollados en el departamento de producción de la fábrica de los cinco procesos manuales y automáticos. El índice de temperado es un valor adimensional,

correspondiente a la pendiente en el segundo punto de inflexión de la curva de enfriamiento controlado de una muestra de chocolate en un ambiente controlado a través del dispositivo temperómetro.



Figura. 4.29 Curva de enfriamiento de ensayo de temperado

Fuente: autor

El índice de temperado permite establecer la calidad del proceso, como parámetro de aceptación de producto, las muestras por control de la empresa se realizan después de haber cumplido el proceso de temperado y estabilizado la temperatura del producto dentro de la máquina, la muestras para su aceptación deben estar en el rango de 4.0 a 7.2 ligeramente sobre temperado. De lo que se evidencia acorde a las gráficas y datos facilitados por la empresa, tiene un valor promedio de 6.3, que indica un muy ligero sobre temperado.

4.4.11 Análisis mediante cámara termográfica

Con una cámara termografía FLIR, se analizó la distribución de las temperaturas en la máquina, se encuentra en el anexo H. En la figura. 4.30 se aprecia la diferencia de temperaturas en la superficie de la máquina, siendo la parte con mayor temperatura en la parte inferior en su proceso de calentamiento. La distribución homogénea de temperaturas ayuda a estabilizar el proceso, como se aprecia, existen puntos de concentración de temperatura. En anexos G se muestra el reporte de inspección termográfica en detalle.

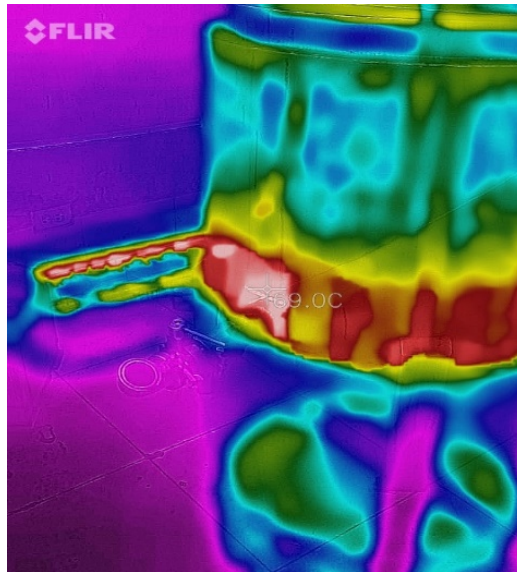


Figura. 4.30 Imagen de termografía

Fuente: autor

4.5 Verificación de la hipótesis

Para demostrar la hipótesis planteada se utiliza el método de correlación de variable, con la prueba F para varianza de dos muestras, validada por el valor de P.

4.5.1 Planteamiento de la hipótesis

Ho= El comportamiento térmico de la máquina no incide en el procesamiento de chocolate.

Ha= El comportamiento térmico de la máquina incide en el procesamiento de chocolate.

4.5.2 Nivel de significancia

Es el límite máximo de error que se considera aceptable en el análisis y/o validación de la hipótesis, se establece de conformidad con el criterio del investigador. La contraparte al nivel de significancia corresponde al nivel de confianza en el estudio.

Para la presente investigación se establece un error de 5%.

Nivel de confianza del 95%

Como se indica en la

tabla 2.3 proceso de temperado para diferentes productos, se establece la curva deseable para el proceso y requerida por la fábrica, se contrasta con las mediciones evaluadas del comportamiento térmico de la máquina para evaluarla se muestra en la figura. 4.31. Por medio del análisis en software de los datos, se desarrolla la prueba f para varianzas de dos muestras, se obtiene valor de $F=0,388$, los demás datos estadísticos en la tabla 4.5

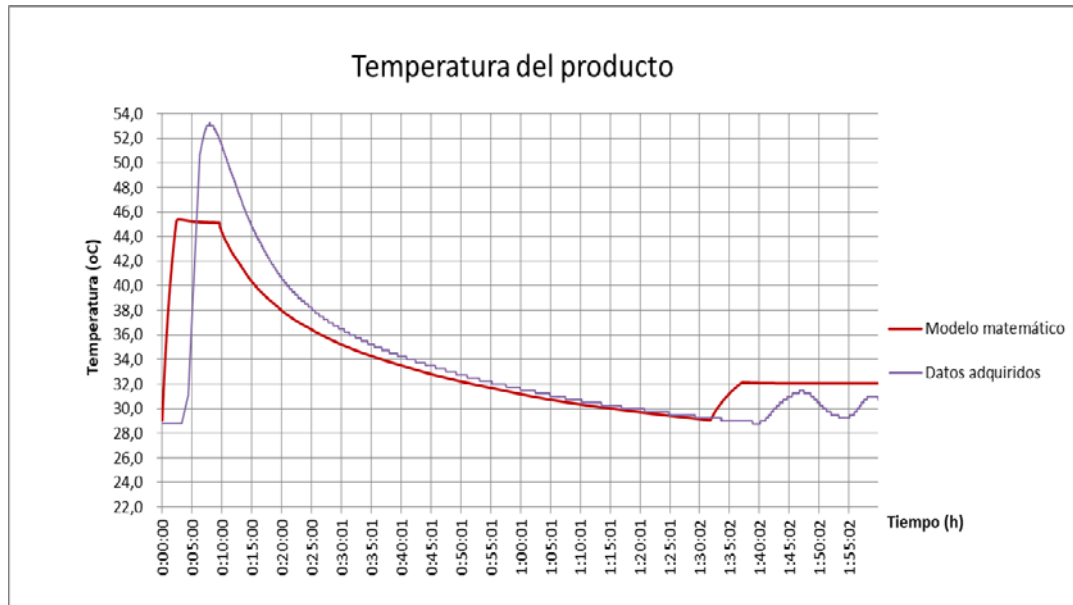


Figura. 4.31 Curvas de temperaturas vs. Tiempo

Fuente: autor

Para evaluar la significancia estadística, se revisa el valor p de la prueba. Si está por debajo de un nivel de significancia (α) especificado (0.05), se puede determinar que la diferencia es estadísticamente significativa y se rechaza la hipótesis nula de la prueba.

Tabla 4.5 Prueba F para varianzas de dos muestras

Prueba F para varianzas de dos muestras		
	<i>Evaluada</i>	<i>Teórica</i>
Media	36,55565243	35,6603243
Varianza	28,13205497	72,4983186
Observaciones	2428	2428
Grados de libertad	2427	2427
F	0,388037344	
P(F<=f) una cola	0,00000	
Valor crítico para F (una cola)	0,935392188	

Fuente: autor

El estadístico t se utiliza generalmente para muestras menores de 30, se puede desarrollar mediante programas de computador [35]. Para este caso se aplicó el nivel de significancia=0.05. Se acepta la hipótesis alternativa $H1$ si *estadístico t > los valores críticos de t* , el valor del análisis mediante software da como resultado $t=7.43$ que es mayor que el crítico t para una y dos colas 1.65 y 1.96 respectivamente. Los datos se muestran en la tabla 4.6.

Tabla 4.6 Prueba t para dos muestras emparejadas

	<i>Evaluada</i>	<i>Modelo Matemático</i>
Media	36,56	35,66
Varianza	28,13	72,50
Observaciones	2.428,00	2.428,00
Coefficiente de correlación de Pearson	0,72	
Diferencia hipotética de las medias		-
Grados de libertad	2.427,00	
Estadístico t	7,43	
$P(T \leq t)$ una cola	0,00	
Valor crítico de t (una cola)	1,65	
$P(T \leq t)$ dos colas	0,0000000000000150	
Valor crítico de t (dos colas)	1,96	

Fuente: autor

En base a los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternante, demostrando que el comportamiento térmico de la máquina incide en el procesamiento de chocolate.

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.1 Conclusiones

- Se investigó el comportamiento térmico de la máquina, utilizando adquisición de datos mediante 12 sensores ubicados en cuadrantes alrededor de la carcasa a diferentes alturas, además de la medición termografía, con lo que se determinó que las temperaturas de trabajo de la máquina varían en cada uno de los cuadrantes analizados, las temperaturas están en el rango de 20°C a 95°C en la parte baja, 27°C a 70°C en la mitad de su altura y en la parte superior de 30°C a 75°C aproximadamente, se apreció que la distribución de temperaturas no es uniforme en su área, existen zonas con mayor temperatura, de manera principal en los ingresos de vapor y agua dependiendo la etapa del proceso.
- Para determinar los parámetros de funcionamiento del proceso, se tomaron medidas de temperatura en todas las etapas, las que incluye el calentamiento, enfriamiento y remonte, mediante la utilización del sensor de temperatura y el Datalogger tomando datos del producto cada 2 segundos, donde se pudo determinar la curva de temperado en función del tiempo. En contraste con el modelo matemático existió una variación de +8°C en calentamiento, -1°C al enfriamiento aproximadamente y en el remonte no se logra estabilizar la temperatura. Lo que incide directamente en los resultados de calidad del producto que se determinan con la medición del índice de temperado, resultado que oscila alrededor de 6.32, presentando una tendencia al sobretemperado leve del producto, siendo el valor esperado de 5 acorde a la bibliografía.
- Se determinó las temperaturas requeridas por el proceso de temperado mediante el modelo matemático y contrastadas con las fuentes bibliográficas analizadas, donde los rangos adecuados para calentamiento se establece entre 45-50°C, enfriamiento 28°C y remonte de temperatura a 30-32° C y finaliza con la estabilización de temperatura. Lo que asegura obtener el índice de temperado IT 5 garantizando la textura, color, y brillo deseados en el producto final.

5.2 Recomendaciones

- La fábrica La Nobleza debe ser fortalecida con procesos que mejoren sus proceso, en cuanto a la tecnificación y reducción de tiempos de trabajo para que puedan expandir su mercado.
- Efectuar el control del proceso de temperado con la finalidad de obtener productos que cumplan con los requerimientos establecidos por la administración de la empresa referente a las temperaturas del ciclo de trabajo del temperado.
- La actividad de monitoreo requerida para el proceso de temperado debe ser desarrollada con equipos que garanticen las lecturas de los datos, y verificar su calibración de manera periódica.
- El ciclo de temperado debe obedecer el rango de temperaturas establecido por los técnicos de la empresa con conocimiento del proceso, que permitan garantizar resultados adecuados, para lo que se recomienda estandarizar el proceso mediante la automatización de la máquina.
- Desarrollar cada procedimiento con las normas de seguridad para evitar que existan accidentes al contacto con las partes calientes de la máquina, o al manejo de las válvulas que están en la parte posterior baja, que es una posición incómoda para el trabajador.
- Desarrollar estudios que ayuden a la caracterización del proceso, involucrando de manera integral la parte técnica de la mecánica con la parte de requerimientos del sector alimenticio para el procesamiento de productos, para apoyar el desarrollo local y la ampliación de mercado de las empresas en crecimiento.

CAPÍTULO VI

CONTROL DEL PROCESO DE TEMPERADO DE CHOCOLATE EN LA FÁBRICA LA NOBLEZZA S.A

6.1 Datos informativos

La industria alimenticia, es un eslabón fundamental en la cadena de suministro, donde es esencial la tecnificación en todos sus aspectos, desde la siembra hasta la comercialización de productos elaborados. La tecnificación de los procesos juega un papel esencial en el desarrollo del sector, apuntando a la calidad. El procesamiento de alimentos se considera parte de la industria manufacturera que genera ingresos considerables para las microempresas y minorista. El desarrollo de la industria va de la mano con la tecnificación de sus procesos. Las necesidades y nuevas tendencias de nutrición obligan a la industria alimentaria a convertirse en una actividad industrial a nivel mundial de gran relevancia.

La industrialización ha logrado mejoras en la productividad y manejo de procesos en las empresas alimenticias, y a nivel del consumidor ha volcado a que las exigencias de calidad se eleven. Provoca que en la industria se busque trabajar de la mano con técnicos calificados y con la maquinaria adecuada que se adapte de manera explícita a cada caso de procesamiento. En los últimos años con las regulaciones y apoyo estatal se ha fortalecido la sinergia entre la industria y la academia mediante el apoyo en la innovación tecnológica en este sector, en búsqueda de mejorar la operatividad, y capacidad de oferta. La investigación e innovación dan valor agregado a la industria, donde es necesario un amplio estudio para adaptarse a las necesidades con maquinaria que cumpla a las solicitudes del productor, garantice los índices de calidad y optimice los procesos.

Con el presente proyecto de investigación se pretende las mejoras en eficiencia y productividad del proceso de temperado de chocolate.

6.2 Antecedentes de la propuesta

La máquina en análisis en la presente investigación es tipo marmita, la cual ha sido adaptada para que pueda cumplir con el proceso de temperado de chocolate, sin

embargo, el procesamiento del mismo dependía básicamente de las condiciones con la que trabaje el operador en la manipulación de los ingresos de vapor y agua y además de las lecturas de la temperatura del producto. Destacando que la industrialización y tecnificación de los procesos eleva la calidad de los productos, además de que aporta en la reducción de costos por medio de la optimización de recursos, situación que ha llevado a la empresa La Noblezza a buscar el crecimiento con la mejora continua.

Se puede afirmar que, las características de funcionamiento de la máquina de temperado y su manipulación afectan de manera directa a la productividad, tanto en tiempos de trabajo como en índices de temperado obtenidos del proceso. El reproceso de producto acarrea consigo gasto en la producción afectando la rentabilidad de la empresa.

El funcionamiento manual de la máquina implica la concentración del trabajador en el tiempo promedio de 3 horas 35 minutos que dura el proceso, limita a que dedique el tiempo a demás actividades en el área de producción. De esta manera no se garantiza que las temperaturas alcanzadas en el proceso se cumplan, ya que en gran parte dependen de la pericia y experiencia del operario en el manejo de la máquina y el accionamiento de las válvulas manuales que dispone.

En ocasiones las etapas del temperado requeridas no pueden cumplirse de manera precisa para obtener un buen producto, dando como resultado evaluaciones de índice de temperado con tendencia al sobrecalentamiento, y como se ha podido determinar la curva de temperaturas que se genera en la máquina excede los límites establecidos, por lo que los procesos no son estandarizados.

El ciclo de temperado debe obedecer el rango de temperaturas establecido del proceso, que permitan garantizar resultados adecuados de índice de temperado, esto va vinculado directamente con la configuración de trabajo de la máquina. La tecnificación de la industria ayuda a mejorar sus procesos y eficiencia.

6.3 Justificación de la propuesta

El sector alimenticio y de manera especial la industria chocolatera es el principal beneficiario de las mejoras de sus procesos con propuestas que responden a sus necesidades en el control del proceso de temperado, consiguiendo reducción de tiempos improductivos y mejora en la efectividad del proceso.

La cantidad de producto procesado es reducida en el temperado con procesos manuales, debido a la complejidad de mantener el proceso estable y en los rangos adecuados según el producto. Resulta complicado garantizar resultados ya que responden de manera directa al desempeño del trabajador, evidenciando la calidad del proceso después de evaluar índice de temperado una vez terminado el proceso.

Las ventajas de mantener un proceso controlado, es el producto final dentro de los parámetros de aceptación de la empresa, y en la repetitividad del proceso de manera estandarizada, garantizando resultados. Con un sistema de control de los parámetros de funcionamiento de marmita y las temperaturas a las que alcanza el productos, se podrá garantizar resultados óptimos del proceso de temperado, además descargando la responsabilidad directa de la dependencia a un obrero, significando a nivel económico ahorros por tiempo de trabajados y un aumento en la productividad. La industria alimenticia con los estándares de calidad y solicitudes en cuanto a la estandarización de procesos es clara, y la empresa local reconoce esa necesidad de apuntalar el proceso de temperado con visión a abastecer la demanda a tiempo de los clientes y en búsqueda de cubrir un mercado más amplio.

La fábrica la Noblezza será beneficiada en cuanto poseerá el control del funcionamiento de la máquina en función del producto, cubriendo sus necesidades en este proceso. Asegurando el cumplimiento de las etapas de calentamiento, enfriamiento y remonte establecidos en función del tipo de chocolate, por otra parte, se presentarán ahorros considerables en tiempos por la gestión del funcionamiento de la máquina y la mejora en los resultados de calidad del producto.

6.4 Objetivos

6.4.1 General

Controlar el proceso de temperado de chocolate de la fábrica La Noblezza S.A. de la ciudad de Ambato con el fin de aprovechar el recurso humano.

6.4.2 Específicos

- Seleccionar el equipo e instrumentos para el control de lazo cerrado para controlar el proceso de temperado.
- Realizar pruebas de funcionamiento para comprobar que las temperaturas de producto se mantienen dentro de los requerimientos.

- Analizar el beneficio de la automatización de la marmita para el proceso de temperado de chocolate.

6.5 Análisis de factibilidad

La ejecución de la propuesta es factible ya que se cuenta con el apoyo incondicional de la fábrica La Noblezza, que siempre ha pensado en la mejora de sus procesos para la satisfacción del cliente. Brinda el apoyo económico para cubrir los costos de la presente investigación, y se cuenta con el conocimiento para realizarlo en función de las necesidades analizadas.

Es importante destacar que los recursos tecnológicos permiten mantener la competitividad y actualmente están al alcance de nuestras manos, el conocimiento, metodología y destrezas se ha adquirido para desarrollar el control de la marmita de temperado. La tecnología actual permite la facilidad de encontrar equipos que se adaptan a los requerimientos para el desarrollo de sistemas de control y automatización a nivel industrial.

Se puede concluir que la implementación de proyectos como este evidencia la sinergia del trabajo entre la academia y la industria, y potencia las capacidades para optimización de recursos y mejora de la competitividad con el mercado.

6.6 Fundamentación

La presente propuesta se fundamenta en la automatización de sistemas, donde es necesaria obtener información del proceso y retroalimentar las acciones de control para el adecuado funcionamiento. Usualmente los sistemas automatizados requieren de la actuación del operador, tales como para poner en funcionamiento el ciclo, cambiar las opciones, y paro de ser necesario, por medio de la comunicación de la información del estado del proceso.

El apoyo a la industria local con soluciones tecnológicas en función de las necesidades analizadas es esencial, por lo que el estudio se fundamenta en el análisis de la incidencia del control automático del funcionamiento del ciclo de temperado y el índice de temperado que valida la calidad del proceso.

El extenso análisis y búsqueda de información que la fundamenta se recopilan en el capítulo II y se consideran los resultados obtenidos del proceso de análisis del

comportamiento de la máquina en el ciclo de temperado de producto, su productividad y calidad.

6.7 Metodología

6.7.1 Diagrama de lazo cerrado

El diagrama de lazo cerrado de la figura. 6.1 muestra la retroalimentación del censado de temperatura como parámetro de control del proceso, El sistema de control permite alcanzar las temperaturas establecidas de set point de acuerdo a la curva del proceso.

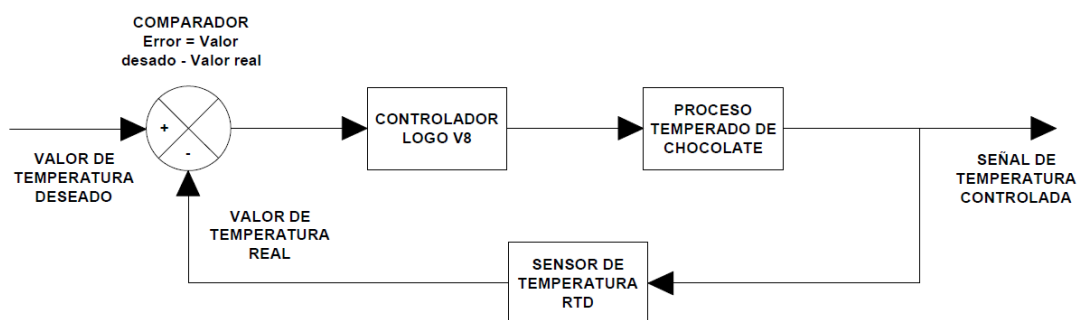


Figura. 6.1 Diagrama de lazo cerrado

Fuente: autor

6.7.2 Componentes del sistema de control

A continuación, se describen los equipos a usarse en la automatización y las características técnicas se encuentran en el anexo D.

LOGO! V8 230 RCE SIEMENS

Módulo de ampliación AM2 RTD

Es compatible con el módulo LOGO V8 230 RCE, puede censar entre -50°C a 200°C y cumple con las características de la tabla 6.1.

Tabla 6.1 Características técnicas del Módulo de ampliación

Símbolo	Nombre	Fuente de alimentación	Entradas	Salidas
	LOGO! AM2 RTD	12/24 V DC	2 PT100 o 2 PT1000 o 1 PT100 más 1 PT1000 ⁶⁾	Ninguno

Fuente: [36]

Este módulo actúa como transductor de señal, que permite transformar la variación de resistencia de la RTD por acción de la temperatura y convertirla en valores digitales que el controlador lógico puede interpretar para el control del proceso. Ver figura. 6.2.



Figura. 6.2 Módulo AM2 RTD

Fuente: [37]

Sensor de temperatura RTD PT100

El rango de temperatura de la RTD va desde los 18-20°C que se adapta perfectamente al proceso de control de rango de temperatura, además su exactitud es adecuada para el proceso. Su cuerpo está construido de acero inoxidable, adecuado para el contacto directo con el chocolate sin alterar la inocuidad requerida en el sector alimenticio. Su conexión se acopla directamente al módulo AMD 2 sin necesidad de configuraciones adicionales. Cumple con las necesidades del proceso. Se puede ver en la Figura. 6.3



Figura. 6.3 Sensor RTD.PT100

Fuente: [38]

Válvula de accionamiento eléctrico para vapor.

Es una válvula normalmente cerrada, NC, de la marca EBCQH 91172 y que trabaja con 110 Voltios en rangos de temperaturas desde -5 a 180°C, con acople NTP de ½ pulgada. Las características de esta válvula permiten un accionamiento directo mediante la excitación de la bobina de 110 voltios de corriente alterna, permitiendo su cambio de estado a normalmente abierta y el ingreso de vapor desde el caldero hacia la camisa de la marmita, dando lugar a la etapa de calentamiento del producto. Esta válvula es controlada por una de las salidas digitales del Logo V8 en lazo cerrado, en función de la receta de temperado que se esté procesado. Su cuerpo de bronce soporta temperaturas que el proceso requiere para su correcta operación en estado ON/OFF. La figura. 6.4 muestra la válvula de vapor utilizada.



Figura. 6.4 Válvula de accionamiento eléctrico para vapor.

Fuente: [39]

La válvula EBCHQ Modelo 21232. Trabaja en rangos de presión de 7.1 a 142Psi, y de temperaturas desde -10°C hasta 80°C, rangos que cumple el agua de ingreso a la camisa de la marmita. Se acciona con 110 Voltios de corriente alterna, lo que permite una conexión con las salidas digitales del Logo V8, interactúa de manera directa cuando se requiere el proceso de enfriamiento, permitiendo que el flujo de agua ingrese a la máquina, en función lo que establece la receta de la programación en conexión de lazo cerrado, con la evaluación de la temperatura del producto. Se muestra en la figura. 6.5



Figura. 6.5 Válvula de accionamiento eléctrico para agua

Fuente: autor

6.7.3 Programación del controlador LOGO! V8.

LOGO Soft Comfort es el software libre que permite la programación del controlador Logo V8, por medio del lenguaje de programación FUP (Diagrama de funciones) que trabaja mediante la lógica de algebra booleana para representar la lógica del programa ver anexo I de la programación de control, el diagrama de proceso P&ID en el anexo J.

La figura. 6.6 representa el esquema general de funcionamiento del control de la marmita.

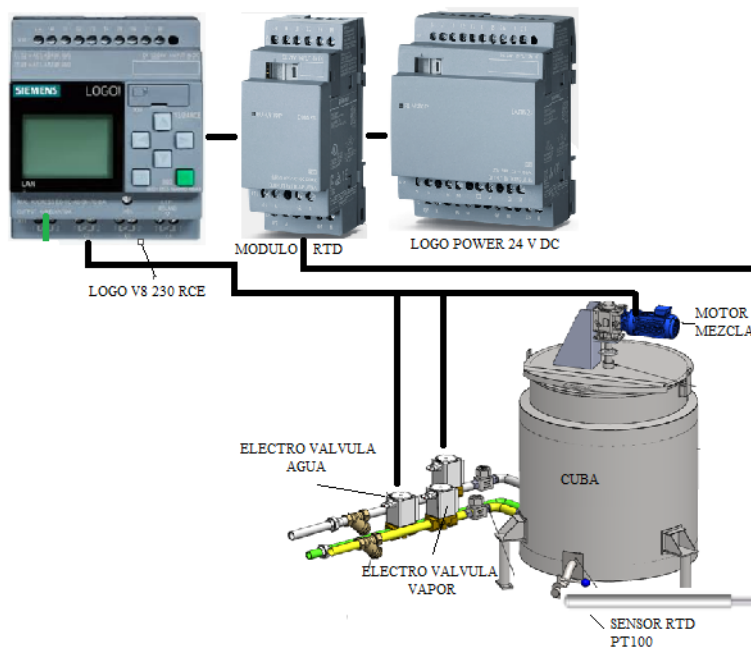


Figura. 6.6 Esquema general del sistema

Fuente: autor

6.7.4 Diagrama Grafcet del proceso

Grafcet es un sistema grafico de sintaxis sencilla que permite especificar procesos de automatización mediante flujos lógicos, por sus siglas Gráfico Funcional de Control de Etapas y Transiciones (GRAFCET). En la figura 6.7 se muestra el diagrama grafcet para operaciones manuales en la máquina.

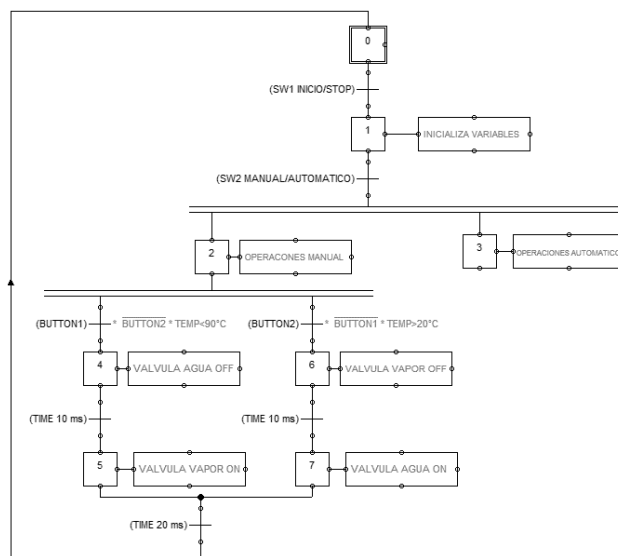


Figura. 6.7 Diagrama Grafcet de proceso manual de temperado

Fuente: autor

En la figura 6.8 se encuentra el diagrama Grafcet de proceso automático para temperado en función a tres posibles recetas pre establecidas de acuerdo a los requisitos del tipo de chocolate que se encuentre procesando.

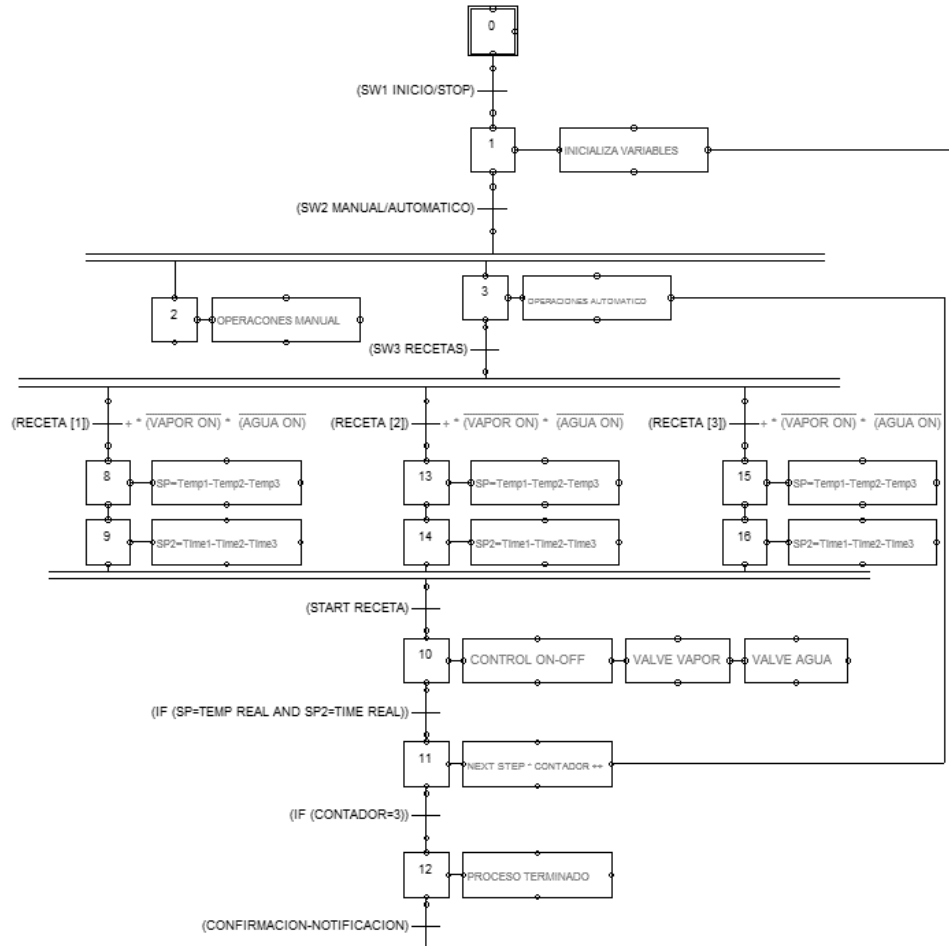


Figura. 6.8 Diagrama Grafcet de proceso manual de temperado

Fuente: autor

6.7.5 Variables de control en el proceso de temperado

Las variables que se encuentran involucradas en el proceso de control principalmente es la temperatura a la que alcanza el chocolate durante el proceso de temperado, y el ingreso y salida de vapor y agua para calentamiento y enfriamiento respectivamente

Un buen temperado brinda características de brillo, textura adecuadas y agradables al consumidor. Por lo tanto es necesario controlar su curva de temperaturas, tomando como datos de partida las temperaturas establecidas para chocolate negro por la

fábrica, de acuerdo a la curva de temperado en ascenso hasta 45-50°C, seguida de descenso hasta los 28°C y un remonte de temperatura que llega a los 30-32°C.

6.7.6 Instalación de equipos de control

Esquema de instalación de equipos

En el esquema de la figura. 6.9 detalla la instalación de los equipos para la automatización a las entradas de vapor y agua de la máquina.

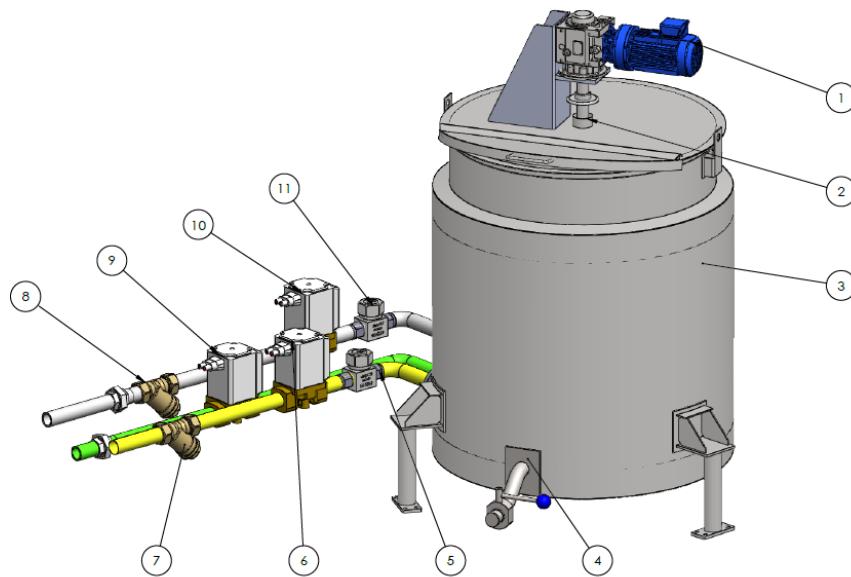


Figura. 6.9 Esquema de instalación de los equipos

Fuente: autor

En la tabla 6.2 se resume las partes y equipos instalados para el funcionamiento de la máquina.

Tabla 6.2 Elementos de la máquina de temperado de chocolate.

Número	Descripción
1	Motor para el giro de las paletas de mezclado
2	Eje principal de las aspas de agitación
3	Marmita
4	Válvula para salida del producto
5	Válvula anti retorno para agua
6	Electroválvula de ingreso de agua a la camisa
7	Filtro de agua
8	Trampa de vapor

Número	Descripción
9	Electroválvula de ingreso de vapor a la camisa
10	Válvula de retorno de vapor al caldero
11	Válvula anti retorno

Fuente: autor

6.7.7 Instalación de electroválvula para ingreso de agua

La instalación en la planta de los instrumentos de control en la máquina de temperado se lo adecuó a las condiciones de las instalaciones como se muestra en la figura. 6.10.

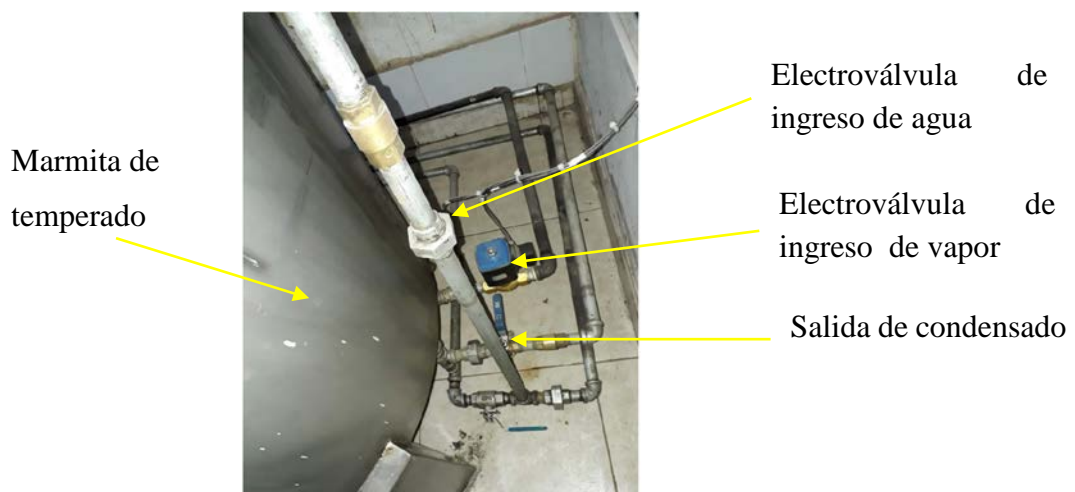


Figura. 6.10 Instalación de válvula de ingreso de agua.

Fuente: autor

6.7.8 Distribución de mandos en el gabinete de control

El tablero de operación cuenta con la señalización necesaria para reconocer la función que se está desarrollando, teniendo la capacidad de selección entre el modo manual y las recetas pre establecido de acuerdo a los requerimientos de temperaturas del proceso, gestionado de acuerdo a las directrices de la fábrica. La

figura. 6.11 es la fotografía del tablero instalado. Adicional a esto se especificaron las botoneras para funcionamiento manual y automático, y un switch de tres posiciones para que el operador seleccione el tipo de proceso de acuerdo al tipo de chocolate que se desea procesar, en este caso se establecen tres recetas, la primera de chocolate negro ya establecida y dos recetas adicionales para los otros tipos de chocolate a considerarse en futuros desarrollos.



Figura. 6.11 Instalación de mandos de operación y etiquetado.

Fuente: autor

Las conexiones del tablero de control eléctrico de la figura. 6.12, en la que se tiene la protección eléctrica de sobrecarga que se pueden dar al controlador logo y al tablero en general, mediante una protección de 2 amperios de sobrecarga. Se encuentra el Logo V8 que controla la parte de automatización conectado de forma modular a un módulo de entradas analógicas, que funciona con la fuente de 24 voltios de corriente directa, junto está la fuente de voltaje de 24V de corriente directa que alimenta al módulo de entrada de sensor RTD. En la parte inferior se ven los relés industriales que se activan bajo la orden del Logo y enclavan el funcionamiento de las electroválvulas que operan a 110 voltios. Este conjunto se establece como lazo cerrado para el control de temperatura mediante el accionamiento de las válvulas.

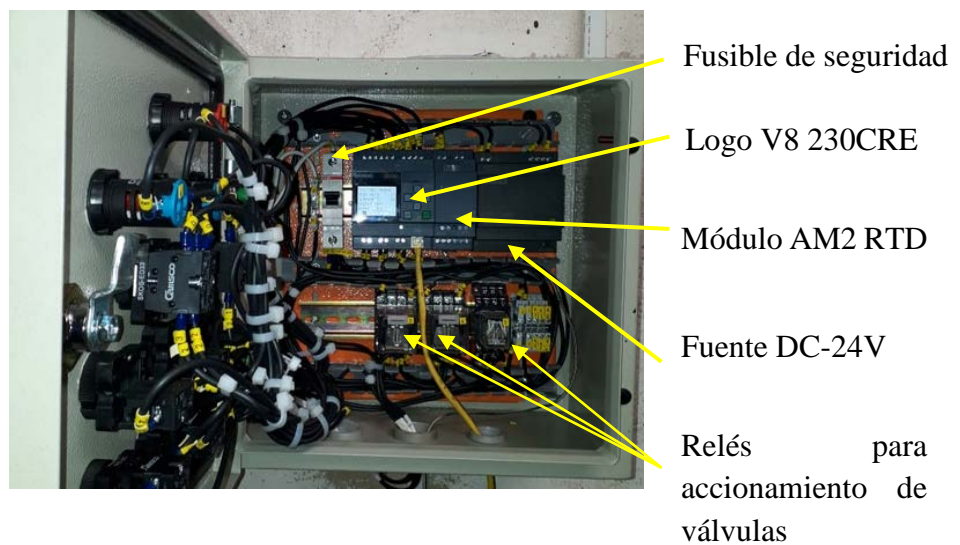


Figura. 6.12 Instalación de tablero eléctrico.

Fuente: autor

6.7.9 Marmita de temperado de chocolate con equipos de control

A través de los mandos del gabinete de control se puede operar la máquina de forma manual y automática y las variables de proceso y control se pueden visualizar en la pantalla incorporada del controlador. La máquina funcional se muestra en la figura. 6.13.

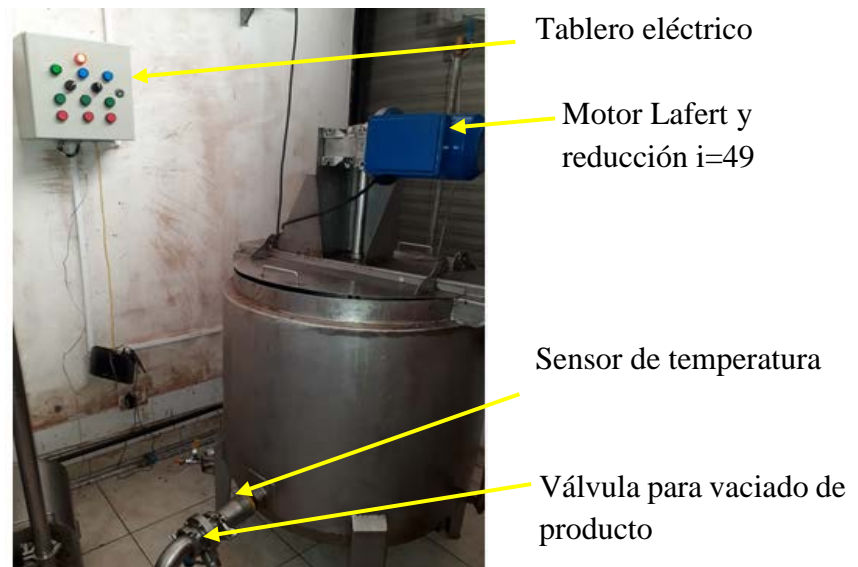


Figura. 6.13 Marmita de temperado de chocolate automatizada

Fuente: autor

6.7.10 Pruebas de funcionamiento

Para evaluar el impacto de la automatización de la máquina con respecto al control de su proceso de temperado, se desarrollaron cinco pruebas de funcionamiento con 40 kg de chocolate a temperar. En la figura. 6.14 se ve claramente la diferencia entre el control de la máquina en modo manual en relación con la automatización y control del proceso. Para tener una idea más clara de su incidencia en la producción de chocolate se toma los datos históricos de índice de temperado en los procesos manual y automático para evaluarlos.

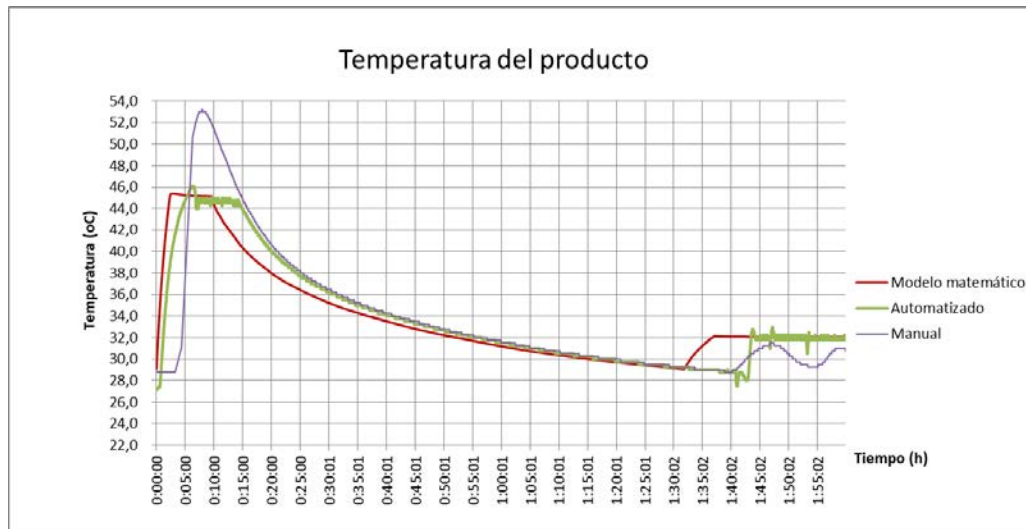


Figura. 6.14 Comportamiento del proceso (Manual, automático, modelo matemático)

Fuente: autor

6.7.11 Análisis comparativo de costos

El progreso de la industria nacional, va de la mano sin duda de su inversión económica, en la cual se ve que los costos varían si se pretende la adquisición de una máquina de temperado de estas características desarrolladas por parte de las empresas dedicadas a esta actividad.

Para analizar se ha cotizado una máquina de características constructivas similares a la del presente estudio. En la figura. 6.15 la proforma está desarrollada por la empresa Delani Trading Corp, que se encuentra ubicada en Estados Unidos siendo la que puede realizar envíos de este tipo de maquinaria al Ecuador.

El costo de maquinaria de manera directa afecta a los costos de los productos finales que se generen en la industria, en la proforma no se cuenta con los precios de transporte interno y de trámites en la aduana local.

La inversión de la empresa para la mejora de la máquina bordea los \$2.375 con lo que se alcanza la mejora del producto, mientras que una máquina de importación, sin impuestos de aduana y transporte interno supera los \$26.500,00 siendo evidente la ventaja económica al realizar las adecuaciones a la maquinaria de construcción local para el control de sus temperaturas. La inversión requerida es tan solo el 8.96% con relación a una máquina de similares características.



N°: 200203-HA-2918

Fecha: Feb 03, 2020

COTIZACIÓN

DELANI TRADING CORP.
7950 NW 53rd Street - Suite 337
Miami, FL 33166
USA
Ph. 1-786-623 4120
ventas@delanitrading.com
www.delanitrading.com

CLIENTE:
Nancy Rodriguez
Ecuador
Att.: Nancy Rodriguez

TERMINOS DE ENVIO:
CIF
Puerto: Guayaquil

Maquinas para procesar chocolate "DELANI"

CANTIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	P. UNIT. US \$	TOTAL US \$
1	CHO-101-TEMC	Templadora Continua de Chocolates CHOCOTEMP 100 de 100 Kg/h de capacidad. El chocolate es temperado al pasar por las etapas de enfriado donde se realiza un intercambio de temperatura muy preciso. A su vez el chocolate es agitado mediante un agitador axial en todo el proceso de temperado garantizando la uniformidad de las temperaturas en toda la masa y en cada seccion de temperado.	25,500.00	25,500.00
VALOR DE VENTA				25,500.00
2	CBM	Flete:Carga Suelta (m3)	290.00	580.00
1	CBM	Embalaje para Exportacion	200.00	200.00
1	Ins	Seguro marítimo	223.38	223.38
TOTAL US \$				26,503.38

Figura. 6.15 Cotización de máquina Chocotemp

Fuente: [40]

Se realiza el análisis comparativo con el propósito de demostrar que la industria local con la tecnificación puede satisfacer las necesidades del sector alimenticio. La flexibilidad de cambio en la configuración de control de manera local además de los procesos de mantenimiento ya se incluye en una ventaja por la reducción al necesitar de servicio técnico específico de la máquina importada.

6.7.12 Pruebas de índice de temperado

Para evaluar la los resultados obtenidos mediante la automatización, es necesario contrastar los datos. Se desarrolló la prueba t, que analiza los dos grupos de datos con los diferentes tratamientos (manual, automático), siendo el grupo 1 los índices de temperado obtenidos de procesos manuales, y el grupo 2 corresponde a los índices de temperado evaluados mediante el proceso automático del control de temperatura.

Los datos del análisis se presentan en la tabla 6.3 prueba t para dos muestras. Se planteó las hipótesis:

Hipótesis nula: El control del comportamiento térmico de la máquina no incide en el índice de temperado del producto.

Hipótesis alternante: El control del comportamiento térmico de la máquina incide en el índice de temperado del producto.

El nivel de significancia usado para la prueba t es de 0.05, lo que da la confiabilidad de 95%.

El valor de P resultado de la prueba t es menor que 0.05 indicando que el tratamiento da una diferencia significativa en los resultados del proceso, medidos como índice de temperado en este caso, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternante.

Tabla 6.3 Prueba t para dos muestras

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	6,32	5,13
Varianza	0,07	0,05
Observaciones	50	50,00
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	93	
Estadístico t	24,11	
P(T<=t) una cola	4,29515E-42	
Valor crítico de t (una cola)	1,66	
P(T<=t) dos colas	8,59029E-42	
Valor crítico de t (dos colas)	1,99	

Fuente: autor

Para asegurar la selección adecuada de la hipótesis que se valida se realiza la comparación de los valores t calculado y T evaluado, Si $t > T$ se acepta la hipótesis alternante, aseverando la decisión que demuestra que el control del comportamiento térmico de la máquina incide en el índice de temperado del producto, el cual es el parámetro que indica una mejora de productividad en estándares de calidad de la empresa.

6.7.13 Resultado del estudio de tiempos del proceso automatizado.

Se estudia el tiempo que el operador interviene en el proceso, y se obtuvo la tabla 6.4 de resumen de los datos. El estudio de tiempos demuestra que se optimiza el trabajo del operador con respecto a las operaciones que debe desarrollar al pendiente del funcionamiento de la máquina y gestión del proceso. Realizarlo de forma controlada garantiza la estandarización de resultados de índice de temperado además que permite

el cumplimiento curvas de temperatura requeridas en función del tipo de chocolate procesado.

Tabla 6.4 Proceso automatizado – Estudio de tiempos












Identificación de la operación	Tiempo Estándar
Carga de materia prima	0:10:23
Revisión de parámetros de arranque de la máquina	0:06:01
Selección de inicio de ciclo de receta	0:06:09
Ciclo térmico	1:43:08
Toma de índice de temperado por 10 muestras	0:39:27
Vaciado del producto de la marmita y limpieza de máquina	0:24:33
TOTAL	3:09:41

Fuente: autor

Con los datos de la tabla 6.4, y los resultados del estudio de tiempos antes de la presente propuesta se realiza la comparación, es así que se obtienen los resultados de la figura. 6.16 y figura. 6.17

El cursograma analítico del proceso automático del temperado de chocolate en la marmita, se muestra en la tabla 6.5 con un tiempo de proceso de 3:09:41.

Tabla 6.5 Cursograma analítico de temperado de chocolate automático

Cursograma Analítico		MARMITA DE TEMPERADO DE CHOCOLATE ESTADO AUTOMATICO									
Diagrama núm. 1 hoja		Actividad		Actual	Propuesto					Ahorro	
hoja 1 de 1		Objeto: Chocolate Negro		Operación 	6						
				Transporte 	0						
		Actividad: Templado		Espera 	0						
				Inspección 	2						
		Operario: Producción		Almacenamiento 	1						
				Distancia (m):	13						
		Estado: Automatizado		Tiempo (min-hombre):	3:09:41						
				Costo:	-						
		Método: Cronómetro		Material:	Chocolate						
				Cantidad (Kg)	40 kg						
Elaborado por: Nancy Rodriguez		Total			Símbolo					Observaciones	
Descripción		Cantidad (Kg)	Distancia (m)	Tiempo (h:min:seg)							
Carga de materia prima		40	5	0:10:23	X					Cargue de materia prima Chocoolte en marmita de mezcladóa temperatura ambiente	
Revisión de parámetros de arranque de la máquina			30	0:06:01	X					El operario realiza la revision que exista flujo de agua, y de vapor del caldero	
Selección de inicio de ciclo de receta			1	0:06:09	X					El operario selecciona la receta en panel de control Receta 1 y activa boton de inicio de Receta	
Ciclo térmico				1:43:08	X					Proceso automático de maquina el operador realiza otras actividades que agreguen valor a la empresa	
Toma de índice de temperado x 10 muestras		0,03	5	0:39:27				X		El operario toma muestras del índice de temperado para verificar calidad del producto.	
Vaciado de producto de marmita Y Limpieza de máq		39,45	1	0:24:33					X	El operario retira el producto de la marmita de chocolate Y realiza la limpieza de maquina en función a ficha técnica calidad	
Tiempo total de Ciclo Automatizado:				3:09:41							

Fuente: autor

Por medio de la comparación de tiempos de ciclo procesamiento del proceso de temperado de chocolate del estado manual y automatizado. El tiempo total del ciclo automático es de 3:09:41 mientras que sin la propuesta establecida el proceso duraba 03:35:50, representa una reducción de 00:26:09 en la duración del ciclo de temperado equivalente al 12.12% del tiempo del proceso.

El tiempo que interviene el operador en modo de trabajo manual de la máquina se reduce a 01:26:33 el proceso con la automatización, representa una reducción del 59,9% del tiempo, garantizando que las actividades del operador pueden enfocarse a otras actividades en la planta. Las tablas de observación aplicadas para el estudio de tiempos se encuentran en el anexo B.

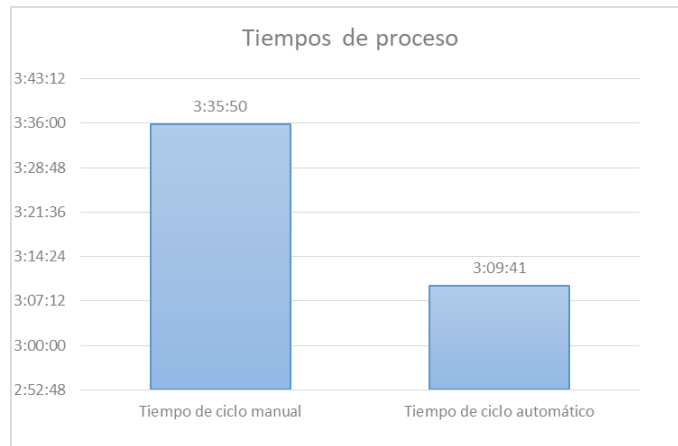


Figura. 6.16 Resultado de estudio de tiempos de ciclo del proceso manual y automático

Fuente: autor

Partiendo de la figura 6.15 correspondiente al análisis del tiempo dedicado por el operador para la puesta en marcha y operación durante el proceso de la máquina se puede apreciar que se reduce 1:09:17 horas el tiempo de trabajo del operador.

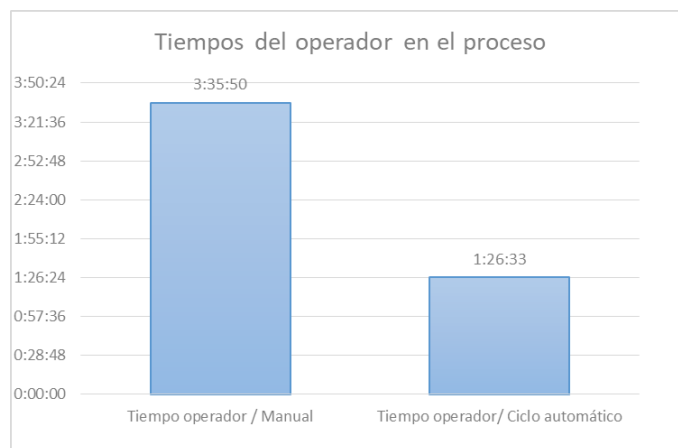


Figura. 6.17 Resultado del tiempo que interviene el operador en el proceso

Fuente: autor

Se puede concluir que, con la implementación del proyecto: “análisis del comportamiento térmico de la máquina de temperado para optimizar el procesamiento de chocolate.” se obtiene mejoras fundamentales para la industria, en el procesamiento del chocolate y en reducción de tiempos.

6.8 Administración

El análisis de los costos debe ser documentado para que las futuras investigaciones o desarrollos se enmarquen en una base referente en costos del proyecto. En las tablas 6.6 a la 6.9 se muestra el detalle de los costos.

6.8.1 Costos directos

Tabla 6.6 Costos directos – recursos materiales

Cantidad	Descripción	Valor Total
1	Siemens Logo V8 230RCE	\$185,00
1	Módulo Siemens AM2 RTD	\$209,82
1	Fuente Logo Power DC 24 V	\$228,79
1	RTD PT100 - Eliar	\$44,64
1	Válvulas Todo-Nada Tamaño 1/2" con actuador eléctrico - EBCHQ	\$87,79
1	Válvulas Todo-Nada Tamaño 1/2" con actuador eléctrico en acero inoxidable-EBCHQ	\$78,86
1	Equipo de Control eléctrico Industrial	\$447,05
	Subtotal	\$1.281,95
	Iva 12%	\$153,83
	TOTAL	\$1.435,78

Fuente: autor

6.8.2 Costos indirectos

Tabla 6.7 Ensayos

Cantidad	Descripción	Valor Total
1	Ensayo de termografía	\$475,00
	TOTAL	\$475,00

Fuente: autor

6.8.3 vCostos administrativos

Tabla 6.8 Costos administrativos – oficina

Cantidad	Descripción	Valor Total
800	Impresiones	\$80,00
400	Copias	\$8,00
4	Anillados	\$20,00
3	Empastados	\$90,00
300	Uso de internet	\$150,00
1	Movilización	\$50,00
	Sub-total	\$398,00
	Iva 12%	\$47,76
	TOTAL	\$445,76

Fuente: autor

6.8.4 Costo total

Se describe el costo total del proyecto que corresponde a la suma de los costos directos e indirectos.

Tabla 6.9 Costo total

DETALLE	V/TOTAL
Recursos materiales	\$1.435,78
Ensayos	\$475,00
Materiales de oficina	445,76
TOTAL	\$2.356,54

Fuente: autor

6.9 Previsión de la evaluación

El desarrollo de la investigación será de aporte significativo para nuevos proyectos en el ámbito de análisis térmicos de máquinas y diseño de las mismas, se muestra el proceso en detalle, para obtener datos del comportamiento térmico de la máquina; además se demostró que el comportamiento de la máquina está directamente vinculado con los resultados del procesamiento del producto.

Se ve necesario el desarrollo y ejecución de nuevas investigaciones concernientes a eficiencia térmica de máquinas de este tipo, considerando las demás variables que inciden en el temperado de chocolate, como es el proceso precedente de conchado y hasta el proceso de tostado y molido del cacao, con la finalidad de dar apoyo al sector productivo y mejorar la calidad del producto local con visión de expandir la industria local, apoyando al cumplimiento del Plan Nacional del Buen Vivir 2017-2021, promoviendo la mejora de competitividad y calidad de los productos locales, con procesos de industrialización en el sector productivo de la industria chocolatera.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] AASTED | Professional Chocolate Solutions, AASTED | professional chocolate solutions. accessed (Jan. 27, 2019 <https://www.aasted.eu/products/chocolate>).
- [2] Maquinaria Jersa, Maquinaria jersa, 2019. accessed (Jan. 27, 2019 <https://www.jersa.com.mx/>).
- [3] Función Ejecutiva, Norma técnica sustitutiva de buenas prácticas de manufactura para alimentos procesados. 2015, p. 48.
- [4] A. nacional de regulacion V. S. D. ejecutiva de la agencia Nacional, Normativa técnica sanitaria para alimentos procesados, 2016. Accessed: Jan. 27, 2019. [Online]. Available: www.lexis.com.ec.
- [5] Servinal, Maquinari alimentaria: aspectos fundamentales de la transformación de la industria, 2017. accessed (Oct. 06, 2018 <http://www.servinal.com/maquinaria-alimentaria-aspectos-fundamentales-de-la-transformacion-de-la-industria/>).
- [6] Chocolates El Rey, Un chocolate de calidad. accessed (Jan. 27, 2019 <http://www.chocolateselrey.com/~cacao/page/un-chocolate-de-calidad>).
- [7] ALIFAR, ALIFAR - mercado latinoamericano - latinoamérica, 2016. accessed (Oct. 02, 2018 <http://www.alifar.org/posts/catList/241/name:Latinoamerica>).
- [8] PLAN nacional del buen vivir ejes estrategicos objetivo 1: consolidar el estado democrático y la construcción del poder popular. Accessed: Jul. 31, 2018. [Online]. Available: http://quito.gob.ec/documents/rendicion_cuentas/AZCH/12ejesdelPNBV.pdf.
- [9] D. Carrillo, La industria de alimentos y bebidas en el ecuador, 2009. Accessed: Feb. 04, 2019. [Online]. Available: <http://www.uasb.edu.ec/UserFiles/381/File/ALIMENTOS.pdf>.
- [10] R. Velastegui, N. Rodríguez, and J. Reyes, Wearable devices and their contribution to the monitoring of industrial systems , dispositivos wereables y su contribución al monitoreo de sistemas dispositivos wereables y su contribución al monitoreo de sistemas industriales, Rev. Ibérica Sist. e Tecnol. Informação Iber. J. Inf. Syst. Technol., no. November 2019, 2020.

- [11] J. Medina, Estudio de aplicación de la metodología appcc para el control de calidad del proceso de elaboración de tabletas de chocolate., Universidad de Valladolid, 2015.
- [12] E. O. Afoakwa, A. Paterson, M. Fowler, and J. Vieira, Influence of tempering and fat crystallization behaviours on microstructural and melting properties in dark chocolate systems, *Food Res. Int.*, vol. 42, no. 1, pp. 200–209, 2009, doi: 10.1016/j.foodres.2008.10.007.
- [13] T. Quiñones-Muñoz *et al.*, Mixing and tempering effect on the rheological and particle size properties of dark chocolate coatings, *CYTA - J. Food*, vol. 9, no. 2, pp. 109–113, 2011, doi: 10.1080/19476337.2010.482748.
- [14] J. (Universidad de N. Malumbres, Metodología de cálculo térmico y criterios de diseño para máquinas eléctricas con sistemas de refrigeración abierto, Universidad de Navarra, 2014.
- [15] F. Incropera and D. DeWitt, *Fundamentos de transferencia de calor*. 1999.
- [16] Y. A. Cengel and A. J. Ghajar, *Transferencia de calor y masa 4ta edición*, p. 945, 2007.
- [17] Kreith, *Principios de transferencia de calor*, vol. 1. 2015.
- [18] S. T. Beckett, M. Fowler, and G. Ziegler, *Beckett's industrial chocolate manufacture and use*, Quinta. Chichester, West Sussex, Inglaterra, 2017.
- [19] E. O. Afoakwa, *Chocolate science and technology*. Ghana, 2010.
- [20] V. Lozada Chong, *Temperado de chocolate*, México. Accessed: Feb. 12, 2019. [Online]. Available: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icea/n4/p2.html#refe1>.
- [21] Beckett, *The science of chocolate*, 2 ed. Publishing., RSC Buhler, 2008.
- [22] Aasted ApS, *Quick start & easy start—side 1*, 2019. accessed (Jan. 12, 2019 <http://brochure.aasted.eu/Aasted/EnglishBrochures/ChocolateBrochures/QuickStartEasyStart/?page=1>).
- [23] A. Yi Chang, *Importancia del proceso de temperado en la elaboración del chocolate a nivel industrial*, Universidad Nacional Agraria La Molina, 2017.
- [24] G. Hauke Técnico Especialista Pedro Vidal Javier Blasco, *Experimentación con*

- agitación industrial. Accessed: Aug. 11, 2019. [Online]. Available: <http://www.cps.unizar.es/~jblasco/agitacion.pdf>.
- [25] B. R. CONSORTIUM, Norma mundial brc seguridad alimentaria. Londres, 2015.
- [26] R. Garcia Criollo, Estudio del trabajo ingenieria de métodos y medición del trabajo, Segunda. México.
- [27] T. De, A. Caso, N. Publisher, and F. C. Editorial, Técnicas de medicion del trabajo, Segunda., no. 9788496169890. Madrid, España: FC Editorial, 2006.
- [28] M. Fernandez Rios, Análisis y descripción de puestos de trabajo. Madrid, 1995.
- [29] D. Velden, How to temper chocolate without a thermometer | kitchn, 10-25-2013. accessed (Jul. 20, 2019 <https://www.thekitchn.com/how-to-temper-chocolate-without-a-thermometer-cooking-lessons-from-the-kitchn-196475>).
- [30] M. (Ministerio de educación tecnológica 2010) Bocco, Funciones elementales para construir modelos matemáticos, Primera. Buenos Aires, Argentina, 2010.
- [31] R. L. Norton, Norton, 4th ed. México: Mc Graw-Hill, 2009.
- [32] J. P. Holman, Transferencia de calor, vol. 7, no. 11. 1998.
- [33] J. A. Barreiro M. and A. J. Sandoval, Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Caracas, Venezuela, 2006.
- [34] P. Test, Model 225 chocolate temper meter.
- [35] H. Gutierrez and R. Vara Salazar, Análisis y diseño de experimentos, Segunda ed. Mexico, Mexico, 2008.
- [36] Siemens, Manual de producto logo! siemens. Alemania: Siemens AG Division Digital Factory, 2017.
- [37] S. Ag, Servidor web s7-1500 servidor web, pp. 1–94, 2014.
- [38] Logicbus, Sensores de temperatura resistivo (rtd) | logicbus. accessed (Feb. 08, 2019 https://www.logicbus.com.mx/sensores_RTd.php).
- [39] Via Industrial, Valvulas-solenoides-para-vapor-2-vias-normalmente-cerrada-gama-baja-110-vac-91172-ebchq-catalogo-español. .
- [40] Delani, Templadoras archivos - delani. accessed (Jun. 26, 2020 <https://www.delanitradng.com/categoria-producto/maquinas-para-procesar-chocolate/templadoras/>).

ANEXOS

ANEXO A Norma mundial BRG Global Standards

6.1 CONTROL DE LAS OPERACIONES



FUNDAMENTAL

La planta de producción deberá aplicar procedimientos documentados y/o instrucciones de trabajo que garanticen que se producen sistemáticamente productos seguros y legales conforme a las características de calidad deseadas, en total conformidad con el plan de seguridad alimentaria APPCC.

CLÁUSULA	REQUISITOS
6.1.1	<p>Las especificaciones del proceso y las instrucciones de trabajo documentadas deberán estar disponibles para los procesos clave de la producción para garantizar la seguridad, la legalidad y la calidad de los productos, estas especificaciones deberán incluir, según proceda:</p> <ul style="list-style-type: none">• formulación, incluyendo la identificación de alérgenos,• instrucciones de mezclado, velocidad y tiempo,• ajustes de proceso de los equipos,• tiempos y temperaturas de cocción,• tiempos y temperaturas de enfriamiento,• instrucciones del etiquetado,• codificación y marcado de la fecha de caducidad,• cualquier punto de control crítico adicional identificado en el plan APPCC. <p>Las especificaciones del proceso se establecerán según las especificaciones acordadas del producto terminado.</p>
6.1.2	<p>Se deberá establecer, controlar adecuadamente y registrar un proceso que vigile la temperatura, el tiempo, la presión y las propiedades químicas, a fin de garantizar que el producto se fabrica cumpliendo las especificaciones requeridas para el proceso.</p>
6.1.3	<p>Cuando los parámetros de los procesos se controlen mediante dispositivos de vigilancia en línea, éstos deberán estar conectados a un sistema de alerta que sea adecuado y se compruebe de forma rutinaria.</p>
6.1.4	<p>Cuando se produzcan variaciones en las condiciones de procesamiento en un equipo crítico para la seguridad o la calidad de los productos, las características de procesamiento deberán validarse con una frecuencia basada en el riesgo y el desempeño del equipo (p. ej., distribución del calor en retortas, hornos y tanques de procesamiento; distribución de temperatura en congeladores y cámaras frías).</p>
6.1.5	<p>En caso de que se produzcan fallos en los equipos o desviaciones respecto a las especificaciones del proceso, deberá haber procedimientos para determinar si el producto es seguro y de la calidad adecuada así como las acciones que se deben tomar.</p>

6.2 ETIQUETADO Y CONTROL DE ENVASADO



FUNDAMENTAL

Los controles de gestión de actividades de etiquetado de productos deberán garantizar que los productos sean clasificados y codificados correctamente.

CLÁUSULA	REQUISITOS
6.2.1	<p>Deberá haber un proceso formal para la asignación de los materiales de envasado para las líneas y el control en la zona de envasado que garantice que esté listo para su uso y disponible para las máquinas de envasado.</p> <p>En caso de que se produzca la codificación fuera de línea o la impresión de materiales de envasado, se establecerán comprobaciones de manera que sólo el material que esté impreso adecuadamente esté disponible en las máquinas de envasado.</p>

ANEXO B Estudio de tiempos

Estudio de tiempos: Proceso de temperado manual

Hoja de observación del estudio de tiempo										
Identificación de la operación:		Carga de materia prima					Fecha:	20/1/2020		
							Estudio:	Manual		
Operador:		1	Observador: Nancy Rodríguez					Número:	1	
Descripción del elemento		Ciclos (h:min:seg)					Σ t	Tp	Id	Tn
		1	2	3	4	5				
1	Revisión de la orden de producción	0:02:36	0:02:34	0:02:31	0:02:29	0:02:30	0:12:39	0:02:32	95%	0:02:39
2	Pesaje de producto	0:05:00	0:04:58	0:04:55	0:04:53	0:04:54	0:24:40	0:04:56	95%	0:05:11
3	Colocación de materia prima en marmita	0:02:39	0:02:37	0:02:34	0:02:32	0:02:33	0:12:55	0:02:35	95%	0:02:43
Tiempo normal del ciclo (tn):									0:09:30	

Cálculo del Tiempo Estándar		
Operación:	Carga de materia prima	
Estudio:	Manual	Número: 1
Tiempo Normal del ciclo (TN):	0:09:30	
Suplementos		
Operario:	Hombre	
Suplementos Constantes	%	Tiempo (Min.)
Suplementos por retrasos personales	5%	0:00:29
Suplementos por retrasos por fatiga.	4%	0:00:23
Suplementos Variables		
Suplementos por trabajar a pie	2%	0:00:11
Tiempo Total de Suplementos (TS)		0:01:03
Tiempo Estándar	Carga de materia prima	0:10:33

Hoja de observación del estudio de tiempo										
Identificación de la operación:		Revisión de parámetros de arranque de la máquina					Fecha:	20/1/2020		
							Estudio:	Manual		
Operador:		1	Observador: Nancy Rodríguez					Número:	1	
Descripción del elemento		Ciclos (h:min:seg)					Σ t	Tp	Id	Tn
		1	2	3	4	5				
1	Chequeo de abastecimiento de agua	0:00:49	0:00:47	0:00:44	0:00:42	0:00:43	0:03:45	0:00:45	95%	0:00:47
2	Chequeo de abastecimiento de vapor	0:04:13	0:04:11	0:04:08	0:04:06	0:04:07	0:20:45	0:04:09	95%	0:04:21
3	Cierre de la tapa de la marmita	0:01:13	0:01:11	0:01:08	0:01:06	0:01:07	0:05:44	0:01:09	95%	0:01:12
Tiempo normal del ciclo (tn):									0:06:22	

Cálculo del Tiempo Estándar			
Operación:	Revisión de parámetros de arranque de la máquina		
Estudio:	Manual	Número:	1
Tiempo Normal del ciclo (TN):		0:06:22	
Suplementos			
Operario:	Hombre		
Suplementos Constantes	%	Tiempo (Min.)	
Suplementos por retrasos personales	5%	0:00:21	
Suplementos por retrasos por fatiga.	4%	0:00:17	
Suplementos Variables			
Suplementos por trabajar a pie	2%	0:00:09	
Tiempo Total de Suplementos (TS)		0:00:47	
Tiempo Estándar	Revisión de parámetros de arranque de la máquina		0:07:09

Hoja de observación del estudio de tiempo												
Identificación de la operación:				Registro de datos en orden de producción					Fecha:	20/1/2020		
									Estudio:	Manual		
									Número	1		
Operador:		1		Observador: Nancy Rodríguez								
Descripción del elemento		Ciclos (h:min:seg)					Σt	Tp	Id	Tn		
		1	2	3	4	5						
1	Registro de lotes de producción	0:00:40	0:00:38	0:00:35	0:00:33	0:00:34	0:03:00	0:00:36	95%	0:00:38		
2	Evaluación de temperatura de inicio de proceso	0:03:43	0:03:41	0:03:38	0:03:36	0:03:37	0:18:15	0:03:39	95%	0:03:50		
3	Registro de temperaturas, jornada y tipo de proceso	0:01:06	0:01:04	0:01:01	0:00:59	0:01:00	0:05:10	0:01:02	95%	0:01:05		
									Tiempo normal del ciclo (tn):	0:05:34		

Cálculo del Tiempo Estándar			
Operación:	Registro de datos en orden de producción		
Estudio:	Manual	Número:	1
Tiempo Normal del ciclo (TN):		0:05:34	
Suplementos			
Operario:	Hombre		
Suplementos Constantes	%	Tiempo (Min.)	
Suplementos por retrasos personales	5%	0:00:19	
Suplementos por retrasos por fatiga.	4%	0:00:15	
Suplementos Variables			
Suplementos por trabajar a pie	2%	0:00:08	
Tiempo Total de Suplementos (TS)		0:00:41	
Tiempo Estándar	Registro de datos en orden de producción		0:06:15

Hoja de observación del estudio de tiempo												
Identificación de la operación:				Proceso de calentamiento					Fecha:	20/1/2020		
									Estudio:	Manual		
Operador:		1		Observador: Nancy Rodríguez							Número	1
Descripción del elemento				Ciclos (h:min:seg)					Σ t	Tp	Id	Tn
				1	2	3	4	5				
1	Apertura de válvula de ingreso de vapor			0:01:53	0:01:51	0:01:48	0:01:46	0:01:47	0:09:05	0:01:49	95%	0:01:55
2	Monitoreo del proceso			0:06:03	0:06:01	0:05:58	0:05:56	0:05:57	0:29:57	0:05:59	95%	0:06:17
3	Cierre de la válvula de vapor			0:01:51	0:01:49	0:01:46	0:01:44	0:01:45	0:08:55	0:01:47	95%	0:01:52
4	Medición de temperatura			0:04:25	0:04:23	0:04:20	0:04:18	0:04:19	0:21:46	0:04:21	95%	0:04:34
										Tiempo normal del ciclo (tn):	0:14:38	

Cálculo del Tiempo Estándar		
Operación:	Proceso de calentamiento	
Estudio:	Manual	Número: 1
Tiempo Normal del ciclo (TN):	0:14:38	
Suplementos		
Operario:	Hombre	
Suplementos Constantes	%	Tiempo (Min.)
Suplementos por retrasos personales	5%	0:00:49
Suplementos por retrasos por fatiga.	4%	0:00:39
Suplementos Variables		
Suplementos por trabajar a pie	2%	0:00:20
Tiempo Total de Suplementos (TS)	0:01:48	
Tiempo Estándar	Proceso de calentamiento	0:16:26

Hoja de observación del estudio de tiempo												
Identificación de la operación:				Proceso de enfriamiento					Fecha:	20/1/2020		
									Estudio:	Manual		
Operador:		1		Observador: Nancy Rodríguez							Número	1
Descripción del elemento				Ciclos (h:min:seg)					Σ t	Tp	Id	Tn
				1	2	3	4	5				
1	Apertura de válvula de ingreso de agua			0:02:34	0:02:32	0:02:29	0:02:27	0:02:28	0:12:30	0:02:30	95%	0:02:37
2	Espera al proceso de enfriamiento			1:09:32	1:09:30	1:09:27	1:09:25	1:09:26	5:47:20	1:09:28	95%	1:12:56
3	Cierre de la válvula de agua			0:00:19	0:00:17	0:00:14	0:00:12	0:00:13	0:01:15	0:00:15	95%	0:00:16
4	Medición y monitoreo de temperatura			0:04:24	0:04:22	0:04:19	0:04:17	0:04:18	0:21:41	0:04:20	95%	0:04:33
										Tiempo normal del ciclo (tn):	1:20:22	

Cálculo del Tiempo Estándar		
Operación:	Proceso de enfriamiento	
Estudio:	Manual	Número: 1
Tiempo Normal del ciclo (TN):	1:20:22	
Suplementos		
Operario:	Hombre	
Suplementos Constantes	%	Tiempo (Min.)
Suplementos por retrasos personales	5%	0:04:31
Suplementos por retrasos por fatiga.	4%	0:03:37
Suplementos Variables		
Suplementos por trabajar a pie	2%	0:01:48
Tiempo Total de Suplementos (TS)	0:09:56	
Tiempo Estándar	Proceso de enfriamiento	1:30:18

Hoja de observación del estudio de tiempo											
Identificación de la operación:				Proceso de calentamiento 2					Fecha:	20/1/2020	
									Estudio:	Manual	
Operador:		1	Observador: Nancy Rodríguez							Número	1
Descripción del elemento		Ciclos (h:min:seg)					Σ t	Tp	Id	Tn	
		1	2	3	4	5					
1	Apertura de válvula de ingreso de vapor		0:01:51	0:01:49	0:01:46	0:01:44	0:01:45	0:08:57	0:01:47	95%	0:01:53
2	Alcanzar temperatura de orden de orden de producción		0:04:18	0:04:16	0:04:13	0:04:11	0:04:12	0:21:08	0:04:14	95%	0:04:26
3	Manipulación de válvulas de agua y vapor según orden de producción		0:09:30	0:09:28	0:09:25	0:09:23	0:09:24	0:47:08	0:09:26	95%	0:09:54
4	Cierre de válvulas de vapor y agua		0:02:25	0:02:23	0:02:20	0:02:18	0:02:19	0:11:45	0:02:21	95%	0:02:28
Tiempo normal del ciclo (tn):										0:18:41	

Cálculo del Tiempo Estándar			
Operación:	Proceso de calentamiento 2		
Estudio:	Manual	Número:	1
Tiempo Normal del ciclo (TN):		0:18:41	
Suplementos			
Operario:	Hombre		
Suplementos Constantes	%	Tiempo (Min.)	
Suplementos por retrasos personales	5%	0:01:03	
Suplementos por retrasos por fatiga.	4%	0:00:50	
Suplementos Variables			
Suplementos por trabajar a pie	2%	0:00:25	
Tiempo Total de Suplementos (TS)		0:02:18	
Tiempo Estándar	Proceso de calentamiento 2		0:20:59

Hoja de observación del estudio de tiempo											
Identificación de la operación:				Vaciado del producto de la marmita y limpieza de máquina					Fecha:	20/1/2020	
									Estudio:	Manual	
Operador:		1	Observador: Nancy Rodríguez							Número	1
Descripción del elemento		Ciclos (h:min:seg)					Σ t	Tp	Id	Tn	
		1	2	3	4	5					
1	Llenado de probetas		0:07:19	0:07:17	0:07:14	0:07:12	0:07:13	0:36:15	0:07:15	95%	0:07:37
2	Evaluación de muestras		0:22:07	0:22:05	0:22:02	0:22:00	0:22:01	1:50:15	0:22:03	95%	0:23:09
3	Tabulación de datos en registro de producción		0:04:32	0:04:30	0:04:27	0:04:25	0:04:26	0:22:20	0:04:28	95%	0:04:41
4	Descargue de chocolate		0:07:40	0:07:38	0:07:35	0:07:33	0:07:34	0:38:00	0:07:36	95%	0:07:59
5	Limpieza de maquina		0:13:06	0:13:04	0:13:01	0:12:59	0:13:00	1:05:10	0:13:02	95%	0:13:41
Tiempo normal del ciclo (tn):										0:57:07	

Cálculo del Tiempo Estándar			
Operación:	Vaciado del producto de la marmita y limpieza de máquina		
Estudio:	Manual	Número:	1
Tiempo Normal del ciclo (TN):		0:57:07	
Suplementos			
Operario:	Hombre		
Suplementos Constantes	%	Tiempo (Min.)	
Suplementos por retrasos personales	5%	0:03:13	
Suplementos por retrasos por fatiga.	4%	0:02:34	
Suplementos Variables			
Suplementos por trabajar a pie	2%	0:01:17	
Tiempo Total de Suplementos (TS)		0:07:03	
Tiempo Estándar	Vaciado del producto de la marmita y limpieza de máquina		1:04:10

Estudio de tiempos: Proceso de temperado automático

Hoja de observación del estudio de tiempo											
Identificación de la operación:				Carga de materia prima					Fecha:	27/1/2020	
Operador:				Observador: Nancy Rodríguez					Estudio:	Automático	
									Número	1	
Descripción del elemento		Ciclos (h:min:seg)					Σt	Tp	Id	Tn	
		1	2	3	4	5					
1	Revisión de la orden de producción	0:02:36	0:02:34	0:02:31	0:02:29	0:02:30	0:12:39	0:02:32	95%	0:02:39	
2	Pesaje de producto	0:04:19	0:04:17	0:04:14	0:04:12	0:04:13	0:21:15	0:04:15	95%	0:04:28	
3	Colocación de materia prima en marmita	0:02:12	0:02:10	0:02:07	0:02:05	0:02:06	0:10:40	0:02:08	95%	0:02:14	
								Tiempo normal del ciclo (tn):	0:09:22		

Cálculo del Tiempo Estándar		
Operación:	Carga de materia prima	
Estudio:	Automático	Número: 1
Tiempo Normal del ciclo (TN):	0:09:22	
Suplementos		
Operario:	Hombre	
Suplementos Constantes	%	Tiempo (Min.)
Suplementos por retrasos personales	5%	0:00:28
Suplementos por retrasos por fatiga.	4%	0:00:22
Suplementos Variables		
Suplementos por trabajar a pie	2%	0:00:11
Tiempo Total de Suplementos (TS)	0:01:02	
Tiempo Estándar	Carga de materia prima	0:10:23

Hoja de observación del estudio de tiempo											
Identificación de la operación:		Revisión de parámetros de arranque de la máquina						Fecha:	27/1/2020		
								Estudio:	Automático		
								Número	1		
Operador:		1		Observador: Nancy Rodríguez							
Descripción del elemento		Ciclos (h:min:seg)					Σt	Tp	Id	Tn	
		1	2	3	4	5					
1	Chequeo de abastecimiento de agua	0:00:51	0:00:50	0:00:48	0:00:41	0:00:45	0:03:55	0:00:47	95%	0:00:49	
2	Chequeo de abastecimiento de vapor	0:03:09	0:03:08	0:03:06	0:02:59	0:03:03	0:15:25	0:03:05	95%	0:03:14	
3	Cierre de la tapa de la marmita	0:00:49	0:00:48	0:00:46	0:00:39	0:00:43	0:03:45	0:00:45	95%	0:00:47	
Tiempo normal del ciclo (tn):										0:04:51	

Cálculo del Tiempo Estándar		
Operación:	Revisión de parámetros de arranque de la máquina	
Estudio:	Automático	Número: 1
Tiempo Normal del ciclo (TN):	0:04:51	
Suplementos		
Operario:	Hombre	
Suplementos Constantes	%	Tiempo (Min.)
Suplementos por retrasos personales	5%	0:00:32
Suplementos por retrasos por fatiga.	4%	0:00:25
Suplementos Variables		
Suplementos por trabajar a pie	2%	0:00:13
Tiempo Total de Suplementos (TS)	0:01:10	
Tiempo Estándar	Revisión de parámetros de arranque de la máquina	0:06:01

Hoja de observación del estudio de tiempo											
Identificación de la operación:		Selección de inicio de ciclo de receta						Fecha:	27/1/2020		
								Estudio:	Automático		
								Número	1		
Operador:		1		Observador: Nancy Rodríguez							
Descripción del elemento		Ciclos (h:min:seg)					Σt	Tp	Id	Tn	
		1	2	3	4	5					
1	Registro de lote en orden de producción	0:04:56	0:04:54	0:04:51	0:04:49	0:04:50	0:24:20	0:04:52	95%	0:05:07	
2	Selección de tipo de receta en panel de control	0:00:19	0:00:17	0:00:14	0:00:12	0:00:13	0:01:15	0:00:15	95%	0:00:16	
3	Inicio de receta en panel de control	0:00:09	0:00:07	0:00:04	0:00:02	0:00:03	0:00:25	0:00:05	95%	0:00:05	
Tiempo normal del ciclo (tn):										0:05:28	

Cálculo del Tiempo Estándar			
Operación:	Selección de inicio de ciclo de receta		
Estudio:	Automático	Número:	1
Tiempo Normal del ciclo (TN):		0:05:28	
Suplementos			
Operario:	Hombre		
Suplementos Constantes	%	Tiempo (Min.)	
Suplementos por retrasos personales	5%	0:00:18	
Suplementos por retrasos por fatiga.	4%	0:00:15	
Suplementos Variables			
Suplementos por trabajar a pie	2%	0:00:07	
Tiempo Total de Suplementos (TS)		0:00:41	
Tiempo Estándar	Selección de inicio de ciclo de receta	0:06:09	

Hoja de observación del estudio de tiempo												
Identificación de la operación:				Ciclo térmico					Fecha:	27/1/2020		
									Estudio:	Automático		
									Número:	1		
Maquina	Marmita			Observador: Nancy Rodríguez								
Descripción del elemento		Ciclos (h:min:seg)					Σt	Tp	Id	Tn		
		1	2	3	4	5						
1	Proceso automático de la máquina			1:43:12	1:43:10	1:43:07	1:43:05	1:43:06	8:35:40	1:43:08	100%	1:43:08
Tiempo normal del ciclo (tn):										1:43:08		

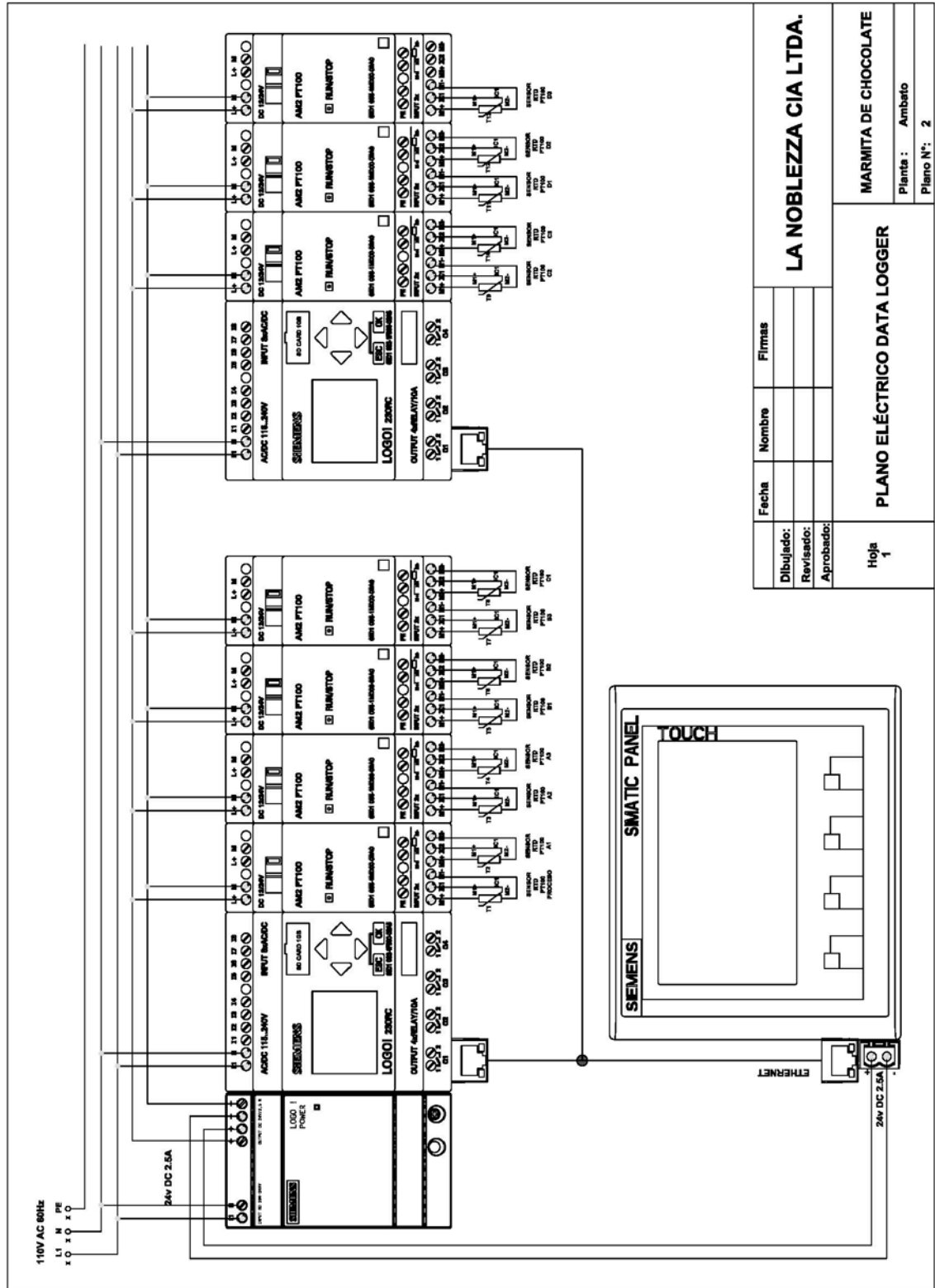
Hoja de observación del estudio de tiempo												
Identificación de la operación:				Toma de índice de temperado por 10 muestras					Fecha:	27/1/2020		
									Estudio:	Automático		
									Número:	1		
Operador:	1			Observador: Nancy Rodríguez								
Descripción del elemento		Ciclos (h:min:seg)					Σt	Tp	Id	Tn		
		1	2	3	4	5						
1	Llenado de probetas			0:07:12	0:07:10	0:07:07	0:07:05	0:07:06	0:35:40	0:07:08	95%	0:07:29
2	Evaluación de muestras			0:22:18	0:22:16	0:22:13	0:22:11	0:22:12	1:51:10	0:22:14	95%	0:23:21
3	Tabulación de datos en registro de producción			0:04:08	0:04:06	0:04:03	0:04:01	0:04:02	0:20:20	0:04:04	95%	0:04:16
Tiempo normal del ciclo (tn):										0:35:07		

Cálculo del Tiempo Estándar			
Operación:	Toma de índice de temperado por 10 muestras		
Estudio:	Automático	Número:	1
Tiempo Normal del ciclo (TN):		0:35:07	
Suplementos			
Operario:	Hombre		
Suplementos Constantes	%	Tiempo (Min.)	
Suplementos por retrasos personales	5%	0:01:58	
Suplementos por retrasos por fatiga.	4%	0:01:35	
Suplementos Variables			
Suplementos por trabajar a pie	2%	0:00:47	
Tiempo Total de Suplementos (TS)		0:04:20	
Tiempo Estándar	de índice de temperado por 10 mu	0:39:27	

Hoja de observación del estudio de tiempo												
Identificación de la operación:				Vaciado del producto de la marmita y limpieza de máquina					Fecha:	27/1/2020		
Operador:				1				Estudio:	Automático			
Observador:				Nancy Rodríguez							Número	1
Descripción del elemento		Ciclos (h:min:seg)					Σ t	Tp	Id	Tn		
		1	2	3	4	5						
1	Fin de receta en el panel de control	0:00:10	0:00:08	0:00:05	0:00:03	0:00:04	0:00:30	0:00:06	95%	0:00:06		
2	Descargue de chocolate	0:07:02	0:07:00	0:06:57	0:06:55	0:06:56	0:34:50	0:06:58	95%	0:07:19		
3	Limpieza de maquina	0:13:48	0:13:46	0:13:43	0:13:41	0:13:42	1:08:40	0:13:44	95%	0:14:25		
									Tiempo normal del ciclo (tn):	0:21:51		

Cálculo del Tiempo Estándar			
Operación:	Vaciado del producto de la marmita y limpieza de máquina		
Estudio:	Automático	Número:	1
Tiempo Normal del ciclo (TN):		0:21:51	
Suplementos			
Operario:	Hombre		
Suplementos Constantes	%	Tiempo (Min.)	
Suplementos por retrasos personales	5%	0:01:14	
Suplementos por retrasos por fatiga.	4%	0:00:59	
Suplementos Variables			
Suplementos por trabajar a pie	2%	0:00:29	
Tiempo Total de Suplementos (TS)		0:02:42	
Tiempo Estándar	Vaciado del producto de la marmita y limpieza de máquina		0:24:33

ANEXO C Plano eléctrico Data Logger.



LA NOBLEZZA CIA LTDA.	
Dibujado:	Firmas
Revisado:	
Aprobado:	
PLANO ELÉCTRICO DATA LOGGER	
Hoja 1	
MARMITA DE CHOCOLATE	
Planta :	Ambato
Plano N°:	2

ANEXO D Características técnicas de los equipos

Datos técnicos LOGO 230RCE [36]

Datos técnicos

A.2 Datos técnicos: LOGO! 230...

A.2 Datos técnicos: LOGO! 230...

	LOGO! 230RCEo	LOGO! 230RCE
Fuente de alimentación		
Tensión de entrada	115 V AC/DC a 240 V AC/DC	115 V AC/DC a 240 V AC/DC
Rango admisible	85 V AC a 265 V AC 100 V DC a 253 V DC	85 V AC a 265 V AC 100 V DC a 253 V DC
Frecuencia de red admisible	47 Hz a 63 Hz	47 Hz a 63 Hz
Consumo de corriente	<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC • 240 V AC • 115 V DC • 240 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • De 20 mA a 40 mA • 15 mA a 25 mA • De 10 mA a 20 mA • 5 mA a 15 mA
Compensación de fallos de tensión	<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC/DC • 240 V AC/DC 	<ul style="list-style-type: none"> • De 20 mA a 40 mA • 15 mA a 25 mA • De 10 mA a 20 mA • 5 mA a 15 mA
Disipación a	<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC • 240 V AC • 115 V DC • 240 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • De 20 mA a 40 mA • 15 mA a 25 mA • De 10 mA a 20 mA • 5 mA a 15 mA
Respaldo del reloj en tiempo real a 25 °C	Típ. 20 días	Típ. 20 días
Precisión del reloj en tiempo real	Típ. ± 2 s/día	Típ. ± 2 s/día
Entradas digitales		
Cantidad	8	8
Aislamiento galvánico	No	No
Número de entradas rápidas	0	0
Frecuencia de entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada normal • Entrada rápida 	<ul style="list-style-type: none"> • Máx. 4 Hz • --
Tensión admisible continua máx.	265 V AC 253 V DC	265 V AC 253 V DC
Tensión de entrada L1	<ul style="list-style-type: none"> • Señal 0 • Señal 1 • Señal 0 • Señal 1 	<ul style="list-style-type: none"> • Máx. 4 Hz • --
	<ul style="list-style-type: none"> • < 40 V AC • > 79 V AC • < 30 V DC • > 79 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • < 40 V AC • > 79 V AC • < 30 V DC • > 79 V DC

	LOGO! 230RCEo	LOGO! 230RCE
Corriente de entrada en <ul style="list-style-type: none"> • Señal 0 • Señal 1 • Señal 0 • Señal 1 	<ul style="list-style-type: none"> • < 0,05 mA AC • > 0,08 mA AC • < 0,06 mA DC • > 0,13 mA DC 	<ul style="list-style-type: none"> • < 0,05 mA AC • > 0,08 mA AC • < 0,06 mA DC • > 0,13 mA DC
Tiempo de retardo de 0 a 1: <ul style="list-style-type: none"> • 120 V AC • 240 V AC • 120 V DC • 240 V DC Tiempo de retardo de 1 a 0: <ul style="list-style-type: none"> • 120 V AC • 240 V AC • 120 V DC • 240 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • Tip. 40 ms • Tip. 30 ms • Tip. 25 ms • Tip. 20 ms <ul style="list-style-type: none"> • Tip. 45 ms • Tip. 70 ms • Tip. 60 ms • Tip. 75 ms 	<ul style="list-style-type: none"> • Tip. 40 ms • Tip. 30 ms • Tip. 25 ms • Tip. 20 ms <ul style="list-style-type: none"> • Tip. 45 ms • Tip. 70 ms • Tip. 60 ms • Tip. 75 ms
Longitud de cable (sin pantalla)	Máx. 100 m	Máx. 100 m
Salidas digitales		
Cantidad	4	4
Tipo de salida	Salidas de relé	Salidas de relé
Aislamiento galvánico	Sí	Sí
En grupos de	1	1
Control de una entrada digital	Sí	Sí
Corriente permanente I _N	Rango de aplicación recomendado ≥ 100 mA a 12 V AC/DC Máx. 10 A por relé	Rango de aplicación recomendado ≥ 100 mA a 12 V AC/DC Máx. 10 A por relé
Tensión nominal de relé	240 V AC/V DC	240 V AC/V DC
Corriente de choque Carga de lámparas incandescentes (25.000 ciclos de conmutación) a <ul style="list-style-type: none"> • 230/240 V AC • 115/120 V AC 	Máx. 30 A <ul style="list-style-type: none"> • 1000 W • 500 W 	Máx. 30 A <ul style="list-style-type: none"> • 1000 W • 500 W
Tubos fluorescentes con reductor de tensión (25.000 ciclos de conmutación)	10 x 58 W (para 230/240 V AC)	10 x 58 W (para 230/240 V AC)
Tubos fluorescentes compensados convencionalmente (25.000 ciclos de conmutación)	1 x 58 W (para 230/240 V AC)	1 x 58 W (para 230/240 V AC)
Tubos fluorescentes no compensados (25.000 ciclos de conmutación)	10 x 58 W (para 230/240 V AC)	10 x 58 W (para 230/240 V AC)
Resistencia a cortocircuitos cos 1	Protector de potencia B16, 600 A	Protector de potencia B16, 600 A

Datos técnicos

A.3 Datos técnicos: LOGO! DM8 230R y LOGO! DM16 230R

	LOGO! 230RCEo	LOGO! 230RCE
Resistencia a cortocircuitos cos 0,5 a 0,7	Protector de potencia B16, 900 A	Protector de potencia B16, 900 A
Reducción de potencia	Ninguna; en todo el rango de temperatura	Ninguna; en todo el rango de temperatura
Conexión en paralelo de salidas para aumentar la potencia	No admisible	No admisible
Protección de un relé de salida (si se desea)	Máx. 16 A, característica B16	Máx. 16 A, característica B16
Frecuencia de conmutación		
Mecánica	10 Hz	10 Hz
Carga óhmica/carga de lámparas	2 Hz	2 Hz
Carga inductiva	0,5 Hz	0,5 Hz

Nota: Para las lámparas fluorescentes con condensadores deben considerarse los datos técnicos de los reductores de tensión de lámparas fluorescentes. Si la corriente excede la corriente de choque máxima admisible, las lámparas fluorescentes se deberán conectar a través de los relés auxiliares correspondientes.

Los datos se han determinado con los dispositivos siguientes:

- Lámparas fluorescentes Siemens 58 W VVG 5LZ 583 3-1 no compensadas.
- Lámparas fluorescentes Siemens 58 W VVG 5LZ 583 3-1 compensadas en paralelo con 7 µF.
- Lámparas fluorescentes Siemens 58 W VVG 5LZ 501 1-1N con reductor de tensión.

A.3 Datos técnicos: LOGO! DM8 230R y LOGO! DM16 230R

	LOGO! DM8 230R	LOGO! DM16 230R
Fuente de alimentación		
Tensión de entrada	115 V AC/DC a 240 V AC/DC	115 V AC/DC a 240 V AC/DC
Rango admisible	85 V AC a 265 V AC 100 V DC a 253 V DC	85 V AC a 265 V AC 100 V DC a 253 V DC
Frecuencia de red admisible	47Hz a 63 Hz	
Consumo de corriente	<ul style="list-style-type: none"> • De 20 mA a 40 mA • De 15 mA a 30 mA • De 10 mA a 25 mA • 5 mA a 15 mA 	<ul style="list-style-type: none"> • De 20 mA a 40 mA • De 15 mA a 30 mA • De 10 mA a 25 mA • 5 mA a 15 mA
Compensación de fallos de tensión	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 10 ms • Típ. 20 ms 	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 10 ms • Típ. 20 ms

Datos técnicos AM2 RTD

A.11 Datos técnicos: LOGO! AM2 RTD

LOGO! AM2 RTD	
Fuente de alimentación	
Tensión de entrada	12/24 V DC
Rango admisible	10,8 V DC a 28,8 V DC
Consumo de corriente	De 25 mA a 30 mA
Compensación de fallos de tensión	Típ. 10 ms
Disipación a	
<ul style="list-style-type: none"> 12 V DC 24 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> De 0,3 W a 0,4 W De 0,6 W a 0,7 W
Aislamiento galvánico	No

348

LOGO!
Manual de producto, 11/2017, A5E33039720 - AE

Datos técnicos

A.12 Datos técnicos: LOGO! AM2 AQ

LOGO! AM2 RTD	
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Borne de puesta a tierra	Para poner a tierra y apantallar el cable de medición.
Entradas de sensor	
Cantidad	2
Tipo	PT100 o PT1000 con el coeficiente de temperatura predeterminado de $\alpha = 0,003850$ para ambos tipos o sensores compatibles.
Conexión de sensores	
<ul style="list-style-type: none"> Conexión a 2 hilos Conexión a 3 hilos 	<ul style="list-style-type: none"> Sí Sí
Rango de medición	-50 °C a +200 °C -58 °F a +392 °F
Ajustes para visualizar la medición en el LOGO! Basic:	
<ul style="list-style-type: none"> Incrementos de 1 °C Incrementos de 0,25 °C (redondeado a un decimal) Incrementos de 1 °F Incrementos de 0,25 °F (redondeado a un decimal) 	<ul style="list-style-type: none"> Offset: -50, ganancia: 0,25 Offset: -500, ganancia: 2,50 Offset: -58, ganancia: 0,45 Offset: -580, ganancia: 4,50
Linealización de curva característica	No
Intensidad de medición I _c	Señal de corriente de impulso: PT100: 0,5 mA PT1000: 0,5 mA
Frecuencia de medición	Depende de la estructura Típ. 50 ms
Resolución	0,25 °C
Límites de error (conexión a 3 hilos)	Del valor final medido:
<ul style="list-style-type: none"> 0 °C a +200 °C -50 °C a 200 °C 	<ul style="list-style-type: none"> ± 2 °C ± 2 °C
Aislamiento galvánico	No
Longitud de cable (metros)	Máx. 10 m
Supresión de frecuencias perturbadoras	50 Hz, 60 Hz

Datos técnicos LOGO power 24V

A.14 Datos técnicos: LOGO! Power 24 V

LOGO! Power 24 V es una fuente de alimentación conmutada en primario para dispositivos LOGO!. Se ofrecen dos rangos de corriente.

	LOGO! Power 24 V/1,3 A	LOGO! Power 24 V/2,5 A
Datos de entrada		
Tensión de entrada	De 100 V AC a 240 V AC	
Rango admisible	85 V AC a 264 V AC	
Frecuencia de red admisible	47 Hz a 63 Hz	

Datos técnicos

A.14 Datos técnicos: LOGO! Power 24 V

	LOGO! Power 24 V/1,3 A	LOGO! Power 24 V/2,5 A
Compensación de fallos de tensión	40 ms (a 187 V AC)	
Corriente de entrada	0,70 A a 0,35 A	1,22 A a 0,66 A
Extracorrente de conexión (25°C)	< 15 A	< 30 A
Protección del dispositivo	Interna	
Interruptor automático (IEC 898) recomendado en el cable de alimentación	≥ 16 A característica B ≥ 10 A característica C	
Datos de salida		
Tensión de salida	24 V DC	
Tolerancia total	±3%	
Rango de ajuste	22,2 V DC a 26,4 V DC	
Ondulación residual	< 200/300 mV _{pp}	
Intensidad de salida	1,3 A	2,5 A
Limitación de sobreintensidad	Típ. 2,0 A	Típ. 3,4 A
Eficiencia	> 82 %	> 87 %
Conexión en paralelo para aumentar la potencia	Sí	
Compatibilidad electromagnética		
Supresión de perturbaciones	EN 50081-1, clase B según EN 55022	
Inmunidad a perturbaciones	EN 61000-6-2, EN 61000-4-2/-3/-4/-5/-6/-11	
Seguridad		
Aislamiento galvánico primario/secundario	Sí, SELV (según EN 60950 y EN 50178)	
Clase de seguridad	II	
Grado de protección	IP20 (conforme a EN 60529)	
Marcado CE	Sí	
Certificación UL/cUL	Sí; UL 508	
Homologación FM	Sí; Class I, Div. 2, T4	
Homologación GL	Sí	
Indicaciones generales		
Rango de temperatura ambiente	-20 °C a +55 °C, convección natural	
Temperatura de almacenamiento y transporte	-40 °C a +70 °C	
Conexiones en la entrada	Un borne (1 x 2,5 mm ² o 2 x 1,5 mm ²) para L1 y otro para N	
Conexiones en la salida	Dos bornes (1 x 2,5 mm ² o 2 x 1,5 mm ²) para + y otros dos para -	
Montaje	Encajable en un perfil soporte de 35 mm	
Dimensiones (AxPxP)	54 x 80 x 55 mm	72 x 90 x 55 mm
Peso	Aprox. 0,2 kg	Aprox. 0,3 kg

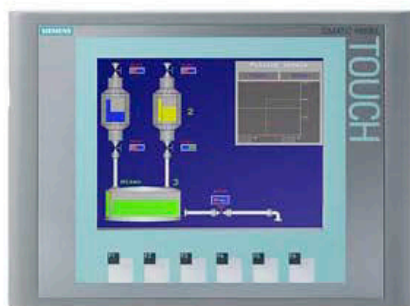
Datos técnicos HMI KTP600.

SIEMENS

Hoja de datos

6AV6647-0AD11-3AX0

SIMATIC HMI KTP600 Basic Color PN, Basic Panel, Manejo con teclado/táctil, pantalla TFT de 6", 256 colores, Interfaz PROFINET, configurable a partir de WinCC flexible 2008 SP2 Compact/ WinCC Basic V10.5/ STEP 7 Basic V10.5, incluye software Open Source, que se cede gratuitamente ver CD adjunto



Información general	
Designación del tipo de producto	KTP600 Basic color PN
Display	
Tipo de display	TFT
Diagonal de pantalla	5,7 in
Achura del display	115,2 mm
Altura del display	86,4 mm
Nº de colores	256
Resolución (píxeles)	
• Resolución de imagen horizontal	320 Pixel
• Resolución de imagen vertical	240 Pixel
Retroiluminación	
• MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	50 000 h
• Retroiluminación variable	No
Elementos de mando	
Fuentes de teclado	
• Teclas de función	
— Nº de teclas de función	6

— Nº de teclas de función con LED	0
• Teclas con LED	No
• Teclas del sistema	No
• Teclado numérico	Si; Teclado en pantalla
• Teclado alfanumérico	Si; Teclado en pantalla
Manejo táctil	
• Variante con pantalla táctil	Si
Diseño/montaje	
Posición de montaje	vertical
Montaje vertical (formato retrato) posible	Si
Montaje horizontal (formato apaisado) posible	Si
Máx. ángulo de inclinación permitido sin ventilación externa	35°
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de la alimentación	DC
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	0,35 A
Intensidad transitoria de conexión I ^t	0,5 A ² ·s
Potencia	
Consumo de potencia activa, tip.	9 W
Procesador	
Tipo de procesador	RISC 32 bits
Memoria	
Flash	Si
RAM	Si
memoria usable para datos de usuario	1 Mbyte
Tipo de salida	
Acústica	
• Zumbador	Si
• Altavoz	No
Hora	
Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	No
• Reloj por software	Si
• Respaldo	No
• Sincronizable	Si


Interfaces	
Nº de interfaces Industrial Ethernet	1
Nº de interfaces RS 485	0
Nº de interfaces RS 422	0
Nº de interfaces RS 232	0
Nº de interfaces USB	0
Nº de interfaces 20 mA (TTY)	0
Nº de interfaces paralelas	0
Nº de otras interfaces	0
Número de slot para tarjetas SD	0
Con interfaces a SW	No
Industrial Ethernet	
• LED de estado Industrial Ethernet	2
Protocolos	
PROFINET	Si
Soporta protocolo para PROFINET IO	No
IRT	No
PROFIBUS	No
MPI	No
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	Si
• DHCP	Si
• SNMP	Si
• DCP	Si
• LLDP	Si
Propiedades WEB	
• HTTP	No
• HTML	No
Otros protocolos	
• CAN	No
• Soporta protocolo para EtherNet/IP	Si
• MODBUS	Si; Modicon (MODBUS TCP/IP)
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Avisos de diagnósticos	
• Se puede leer la información de diagnóstico	No
Grado de protección y clase de protección	
IP (frontal)	IP65
IP (lado posterior)	IP20
NEMA (frontal)	
• Enclosure Type 4 en el frente	Si
• Enclosure Type 4x en el frente	Si

Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Si
cULus	Si
RCM (anterior C-TICK)	Si
Homologación KC	Si
Uso en atmósfera potencialmente explosiva	
• ATEX zona 2	No
• ATEX zona 22	No
• cULus Class I zona 1	No
• cULus Class I zona 2, división 2	No
• FM Class I Division 2	No
Homologaciones navales	
• Germanischer Lloyd (GL)	Si
• American Bureau of Shipping (ABS)	Si
• Bureau Veritas (BV)	Si
• Det Norske Veritas (DNV)	Si
• Lloyds Register of Shipping (LRS)	Si
• Nippon Kaiji Kyokai (Class NK)	Si
• Polski Rejestr Statkow (PRS)	Si
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
• En servicio (montaje vertical)	
— en posición de montaje vertical, mín.	0 °C
— en posición de montaje vertical, máx.	50 °C
• En servicio (máx. ángulo de inclinación)	
— con ángulo máx. de inclinación, mín.	0 °C
— con ángulo máx. de inclinación, máx.	40 °C
• En servicio (montaje vertical, formato retrato)	
— en posición de montaje vertical, mín.	0 °C
— en posición de montaje vertical, máx.	50 °C
• En servicio (máx. ángulo de inclinación, formato retrato)	
— con ángulo máx. de inclinación, mín.	0 °C
— con ángulo máx. de inclinación, máx.	40 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-30 °C
• máx.	60 °C
Humedad relativa del aire	
• En servicio máx.	90 %; sin condensación
Sistemas operativos	
propietarios	Si

Sistema operativo preinstalado	
• Windows CE	No
Configuración	
Ventana de avisos	Si
Sistema de alarmas (con búfer y confirmación)	Si
Representación de valores de proceso (salida)	Si
Especificación de valores de proceso (entrada posible)	Si
Administración de recetas	Si
Software de configuración	
• STEP 7 Basic (TIA Portal)	Si; via WinCC Basic (TIA Portal) integrado
• STEP 7 Professional (TIA Portal)	Si; via WinCC Basic (TIA Portal) integrado
• WinCC flexible Compact	Si
• WinCC flexible Standard	Si
• WinCC flexible Advanced	Si
• WinCC Basic (TIA Portal)	Si
• WinCC Comfort (TIA Portal)	Si
• WinCC Advanced (TIA Portal)	Si
• WinCC Professional (TIA Portal)	Si
Idiomas	
Idiomas online	
• Número de idiomas online/runtime	5
Idiomas	
• Idiomas por proyecto	32
Funcionalidad bajo WinCC (TIA Portal)	
Librerías	Si
Planificador de tareas	
• controlada por tiempo	No
• controlada por tarea	Si
Sistema de ayuda	
• N° de caracteres por texto informativo	320
Sistema de avisos	
• N° de clases de avisos	32
• Avisos de bit	
— N° de avisos de bit	200
• Avisos analógicos	
— N° de avisos analógicos	15
• Avisos del sistema HMI	Si
• Valores de caracteres por aviso	80
• Valores de proceso por aviso	8
• Indicador de avisos	Si

• Búfer de avisos	
— N° de entradas	256
— Búfer circular	Si
— remanente	Si
— libre de mantenimiento	Si
Administración de recetas	
• Número de recetas	5
• Registros por receta	20
• Entradas por registro	20
• Tamaño de la memoria de recetas interna	40 kbyte
• Memoria de recetas ampliable	No
Variables	
• N° de variables por equipo	500
• N° de variables por sinóptico	30
• Valores límite	Si
• Multiplexar	Si
• Estructuras	No
• Matrices	Si
Imágenes	
• Número de imágenes configurables	50
• Ventana permanente/platilla	Si
• Imagen global	Si
• Selección de imagen vía PLC	Si
• N° de imagen en el PLC	Si
Objetos gráficos	
• Número de objetos por imagen	30
• Campos de texto	Si
• Campos de E/S	Si
• Campos de E/S gráficos (lista de gráficos)	Si
• Campos de E/S simbólicos (lista de textos)	Si
• Campos de fecha/hora	Si
• Interruptores	Si
• Botones	Si
• Visor de gráficos	Si
• Iconos	Si
• Objetos geométricos	Si
Objetos gráficos complejos	
• Número de objetos complejos por imagen	5
• Visor de avisos	Si
• Visor de curvas	Si
• Visor de usuarios	Si

• Estado/forzado	No
• Visor Sm@rtClient	No
• Visor de recetas	Sí
• Visor de curvas f(x)	No
• Visor de diagnóstico del sistema	No
• Media Player	No
• Barras	Sí
• Deslizadores	No
• Instrumentos de aguja	No
• Reloj analógico/digital	No
Listas	
• N° de listas de textos por proyecto	150
• N° de entradas por lista de textos	30
• N° de listas gráficas por proyecto	100
• N° de entradas por lista gráfica	30
Registro histórico	
• N° de archivos históricos por equipo	0
Seguridad	
• Número de grupos de usuarios	50
• Número de derechos de usuario	32
• Número de usuarios	50
• Exportación/importación de contraseñas	No
• SIMATIC Logon	No
Juegos de caracteres	
• Fuentes de teclado — USA (Inglés)	Sí
Transferencia (carga/descarga)	
• MPI/PROFIBUS DP	No
• USB	No
• Ethernet	Sí
• Mediante medio de memoria externo	No
Acoplamiento al proceso	
• S7-1200	Sí
• S7-1500	Sí
• S7-200	Sí
• S7-300/400	Sí
• LOGO!	Sí
• Win AC	Sí
• SINUMERIK	No
• SIMOTION	No
• Allen Bradley (EtherNet/IP)	Sí

• Allen Bradley (DF1)	No
• Mitsubishi (MC TCP/IP)	Si
• Mitsubishi (FX)	No
• OMRON (FINS TCP)	No
• OMRON (LINK/Multilink)	No
• Modicon (Modbus TCP/IP)	Si
• Modicon (Modbus)	No
Herramientas/auxiliares para configuración	
• Backup/Restore	Si
• Backup/Restore automáticos	No
• Simulación	Si
• Conmutación de dispositivo	Si
Periferia/Opciones	
Impresora	No
Tarjeta de memoria MM SIMATIC HMI: Multi Media Card	No
Tarjeta de memoria SD SIMATIC HMI: Tarjeta de memoria Secure Digital	No
Memoria USB	No
Elementos mecánicos/material	
Material de la caja (en el frente)	
• Plástico	Si
• Aluminio	No
• Acero inoxidable	No
Dimensiones	
Ancho del frente de la caja	214 mm
Altura del frente de la caja	158 mm
Recorte para montaje, ancho	197 mm
Recorte para montaje, Altura	141 mm
Profundidad de montaje	44 mm
Pesos	
Peso sin embalaje	1,07 kg
Peso incl. embalaje	1,32 kg
Última modificación:	10/04/2020 

ANEXO E programación en Excel –Vba

Sub Grafica()

Dim Vapor As Double

Dim Agua As Double

Vapor = Worksheets("Datos").Range("C25").Value - 150

Agua = Worksheets("Datos").Range("C24").Value - 18

Worksheets("Resultados").Range("O2").Value = 0

'Worksheets("Resultados").Select

Worksheets("Resultados").Range("a3:L1048575").Clear

'Valores de arranque

T1o = Worksheets("Datos").Range("C13").Value

hrx = Worksheets("Datos").Range("C16").Value

E = Worksheets("Datos").Range("C17").Value

Two = Worksheets("Datos").Range("C24").Value

Kvw = Worksheets("Datos").Range("C25").Value

Tset = Worksheets("Datos").Range("C27").Value

Kmast = Worksheets("Datos").Range("C28").Value

Tmax = Worksheets("Datos").Range("C40").Value

'Curva de 50

Worksheets("Resultados").Range("P2").Value = "MODELO_1"

Worksheets("Resultados").Range("O2").Value = 0 'Modelo T=0

'Worksheets("Datos").Range("C13").Value = 30 T1o

Worksheets("Datos").Range("C16").Value = 50 + (Vapor * 2) 'hrx ----> Ajuste

Worksheets("Datos").Range("C17").Value = 7000 'E

Worksheets("Datos").Range("C24").Value = 20 'Two

```
Worksheets("Datos").Range("C25").Value = 12 'Kvw
Worksheets("Datos").Range("C27").Value = 50 'Tset
Worksheets("Datos").Range("C28").Value = 30 'Kmast
Worksheets("Datos").Range("C40").Value = 0.16 'Tmax 0.16
```

Reactor

'Curva de 28

```
Worksheets("Resultados").Range("P2").Value = "MODELO_2"
Worksheets("Resultados").Range("M2").Value = 0.1606 'Modelo T=0.1606
TempFinal = Worksheets("Resultados").Range("N2").Value 'Proceso Anterior
Worksheets("Datos").Range("C13").Value = TempFinal 'T1o INICIAL "50"
Worksheets("Datos").Range("C16").Value = 8 'hrx
Worksheets("Datos").Range("C17").Value = 6000 'E
Worksheets("Datos").Range("C24").Value = 18 'Two
Worksheets("Datos").Range("C25").Value = 14.7 'Kvw
Worksheets("Datos").Range("C27").Value = 28 'Tset
Worksheets("Datos").Range("C28").Value = 8 - (Agua + 2) 'Kmast----> Agua
Worksheets("Datos").Range("C40").Value = 2 'Tmax 1
```

'Reactor

```
Worksheets("Resultados").Range("P1").Value =
Worksheets("Datos").Range("C27").Value
```

Dim a_pegar As String

Dim A_COPIAR As String

```
Sheets("dat").Visible = True
```

```
a_pegar = Worksheets("dat").Range("S1").Value
A_COPIAR = Worksheets("dat").Range("Q1").Value
```

```
Sheets("dat").Select
Worksheets("dat").Range(A_COPIAR).Select
Selection.Copy
Sheets("Resultados").Select
Worksheets("Resultados").Range(a_pegar).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Worksheets("Resultados").Columns("B:B").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Style = "Comma"
Selection.NumberFormat = "_ * #,##0.0_ ;_ * -#,##0.0_ ;_ * ""-""??_ ;_ @_
```

```
'valores de arranque añ siguiente proceso
Dim ruta_temp As String
Sheets("dat").Select
ruta_temp = Worksheets("dat").Range("S3").Value
Worksheets("dat").Range(ruta_temp).Select
Selection.Copy
Sheets("Resultados").Select
Worksheets("Resultados").Range("n2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
```

```
Dim ruta As String

Sheets("dat").Select
ruta = Worksheets("dat").Range("S2").Value
Worksheets("dat").Range(ruta).Select
Selection.Copy
```



```

Sheets("Resultados").Select
Worksheets("Resultados").Range("O2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False

```

```

'Sheets("dat").Select
Sheets("dat").Visible = False
Sheets("Datos").Select

```

'Curva de 32

```

Worksheets("Resultados").Range("P2").Value = "MODELO_3"
'Worksheets("Resultados").Range("M2").Value = 1.164 'Modelo T=1.164
TempFinal = Worksheets("Resultados").Range("N2").Value 'Proceso Anterior
Worksheets("Datos").Range("C13").Value = TempFinal 'T1o INICIAL "28.75"
Worksheets("Datos").Range("C16").Value = 15 'hrx
Worksheets("Datos").Range("C17").Value = 10000 'E
Worksheets("Datos").Range("C24").Value = 20 'Two
Worksheets("Datos").Range("C25").Value = 12 'Kvw12
Worksheets("Datos").Range("C27").Value = 32 'Tset32
Worksheets("Datos").Range("C28").Value = 40 'Kmast30
Worksheets("Datos").Range("C40").Value = 2 'Tmax 0.8333

```

Reactor

'Valores de arranque

```

Worksheets("Datos").Range("C13").Value = T1o
Worksheets("Datos").Range("C16").Value = hrx
Worksheets("Datos").Range("C17").Value = E

```

```
Worksheets("Datos").Range("C24").Value = Two  
Worksheets("Datos").Range("C25").Value = Kvw  
Worksheets("Datos").Range("C27").Value = Tset  
Worksheets("Datos").Range("C28").Value = Kmast  
Worksheets("Datos").Range("C40").Value = Tmax
```

```
End Sub
```

```
Sub Reactor()
```

```
Dim Modelo As String
```

```
Dim TempFinal As Double
```

```
Modelo = Worksheets("Resultados").Range("O2").Value
```

```
'PARAMETROS DEL REACTOR
```

```
D = Worksheets("Datos").Cells(3, 3)
```

```
Ht = Worksheets("Datos").Cells(4, 3)
```

```
ho = Worksheets("Datos").Cells(5, 3)
```

```
hv = Worksheets("Datos").Cells(6, 3)
```

```
C = Worksheets("Datos").Cells(7, 3)
```

```
'PARÁMETROS DE LA CHAQUETA
```

```
U = Worksheets("Datos").Cells(9, 3)
```

```
ec = Worksheets("Datos").Cells(10, 3)
```

```
'PARAMETROS DEL LÍQUIDO
```

```
f1 = Worksheets("Datos").Cells(12, 3)
```

```
T1o = Worksheets("Datos").Cells(13, 3)
```

```
ro = Worksheets("Datos").Cells(14, 3)
```

Cp = Worksheets("Datos").Cells(15, 3)
hrx = Worksheets("Datos").Cells(16, 3)
E = Worksheets("Datos").Cells(17, 3)
ko = Worksheets("Datos").Cells(18, 3)
R = Worksheets("Datos").Cells(19, 3)
CAo = Worksheets("Datos").Cells(20, 3)
CBo = Worksheets("Datos").Cells(21, 3)
Kv = Worksheets("Datos").Cells(22, 3)

PARAMETROS DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO

Two = Worksheets("Datos").Cells(24, 3)
Kvw = Worksheets("Datos").Cells(25, 3)

PARAMETROS DEL CONTROL CASCADA

Tset = Worksheets("Datos").Cells(27, 3)
Kmast = Worksheets("Datos").Cells(28, 3)
Timast = Worksheets("Datos").Cells(29, 3)
Kslav = Worksheets("Datos").Cells(30, 3)
Tislav = Worksheets("Datos").Cells(31, 3)

PARAMETROS DEL CONTROL PROPORCIONAL NIVEL

Kc2 = Worksheets("Datos").Cells(33, 3)
Ti2 = Worksheets("Datos").Cells(34, 3)
hset = Worksheets("Datos").Cells(35, 3)

PARAMETROS DE PERTURBACIÓN

Tpert = Worksheets("Datos").Cells(37, 3)
F1pert = Worksheets("Datos").Cells(38, 3)

PARAMETROS DE SIMULACION

Tmax = Worksheets("Datos").Cells(40, 3)
deltat = Worksheets("Datos").Cells(41, 3)

INICIALIZACION DE VARIABLES

Fila = Worksheets("Resultados").Range("A2").Value

Deltap = Tmax / 300

a = 3.1416 * D ^ 2 / 4

corr2 = 0

sumcorr2 = 0

Tr = T1o

h = ho

Tw = Two

CA = CAo

hCA = h * CA

hCB = h * CB

hTr = h * Tr

CB = CBo

fo = 0

fw = 0

DeltaFw = 0

Fwset = 0

corr fw = 0

sumcorr fw = 0

For T = 0 To Tmax Step deltat

k = ko * Exp(-E / (R * (Tr + 273)))

If h >= hset Then

C = 0.8

F2 = C * Sqr((hv) ^ 5)

Elseif h < hset Then

C = 0

F2 = C * Sqr((hv) ^ 5)

End If

V = h * a

```

F3 = fo * Kv * (h * 9800 / 101325) ^ 0.5
fw = Kvw * f * Sqr(0.68)
deltah = (f1 - F2 - F3) * deltat / (a)
h = h + deltah
deltahCA = (f1 * CAo - F2 * CA - F3 * CA - k * CA * V) * deltat / (a)
hCA = hCA + deltahCA
CA = hCA / h
deltahCB = (-F2 * CB - F3 * CB + k * CA * V) * deltat / (a)
hCB = hCB + deltahCB
CB = hCB / h
DeltahTr = ((f1 * ro * Cp * T1o) - (F2 * ro * Cp * Tr) - (F3 * ro * Cp * Tr) + k * CA
* V * hrx - (fw * ro * Cp * (Tw - Two))) / (a * ro * Cp) * deltat
hTr = hTr + DeltahTr
Tr = hTr / h
Ac = 3.1415 * D * h
vc = Ac * ec
deltaTw = ((fw * ro * Cp * Two) - (fw * ro * Cp * Tw) + (U * 3.6 * Ac * (Tr - Tw)))
* deltat / (vc * ro * Cp)
Tw = Tw + deltaTw

```

```
' Control cascada
```

```
' Generación de Set Point Remoto RSP Fwset
```

```
Fwset = Kmast * (Tr - Tset)
```

```
If Fwset < 0 Then Fwset = 0
```

```
' Control PI de flujo de agua de enfriamiento Fw (slave)
```

```
corr fw = (Fwset - fw) * deltat
```

```
sumcorr fw = sumcorr fw + corr fw
```

```
P = Kslav * (Fwset - fw) + (60 * Kslav / Tislav) * sumcorr fw
```

```
If P > 15 Then
```

```
    P = 15
```

```
Elseif P < 3 Then
```

```
    P = 3
```

```
    corr fw = 0
```

sumcorr_{fw} = 0

End If

$f = (P - 3) / 12$

'Control PI DE NIVEL

corr₂ = (h - hset) * deltat

sumcorr₂ = sumcorr₂ + corr₂

$P2 = Kc2 * (h - hset) + (Kc2 / Ti2) * sumcorr2$

If P2 > 15 Then

P2 = 15

Elseif P2 < 3 Then

P2 = 3

corr = 0

sumcorr = 0

End If

$fo = (P2 - 3) / 12$

'Perturbación escalón

If T >= T_{pert} Then

f1 = F1_{pert}

End If

'DESPLIEGUE DE RESULTADOS

If T = 0 Then

Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 1) = T + Modelo

Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 2) = Tr

Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 3) = Tw

Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 4) = f1

Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 5) = F2

Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 6) = fw

Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 7) = F3

```

Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 8) = h
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 9) = CA
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 10) = CB
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 11) = k
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 12) = Tset
Fila = Fila + 1

```

```

ElseIf T >= Deltap Then

```

```

Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 1) = T + Modelo
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 2) = Tr
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 3) = Tw
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 4) = f1
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 5) = F2
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 6) = fw
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 7) = F3
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 8) = h
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 9) = CA
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 10) = CB
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 11) = k
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 12) = Tset
Deltap = Tmax / 300 + Deltap
Fila = Fila + 1
Tlast = T
End If

```

```

Dim temp As Double

```

```

If Worksheets("Resultados").Range("P2").Value = "MODELO_1" Then

```

```

temp = Round(Tr, 3)
Else

```

```

If Worksheets("Resultados").Range("P2").Value = "MODELO_2" Then

temp = Round(Tr, 0)
Else
    If Worksheets("Resultados").Range("P2").Value = "MODELO_3" Then

temp = Round(Tr, 3)
Else
    End If
End If
End If

    If temp = Tset And Worksheets("Resultados").Range("P2").Value <>
"MODELO_3" Then

        Worksheets("Resultados").Range("O2").Value = T + Modelo

Exit For

Else

End If

Next T

If Tlast < T Then
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 1) = T + Modelo
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 2) = Tr

```



```
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 3) = Tw  
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 4) = f1  
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 5) = F2  
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 6) = fw  
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 7) = F3  
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 8) = h  
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 9) = CA  
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 10) = CB  
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 11) = k  
Worksheets("Resultados").Cells(Fila, 12) = Tset  
End If
```

```
Worksheets("Resultados").Range("N2").Value = Tr  
Worksheets("Resultados").Range("O2").Value = T + Modelo
```


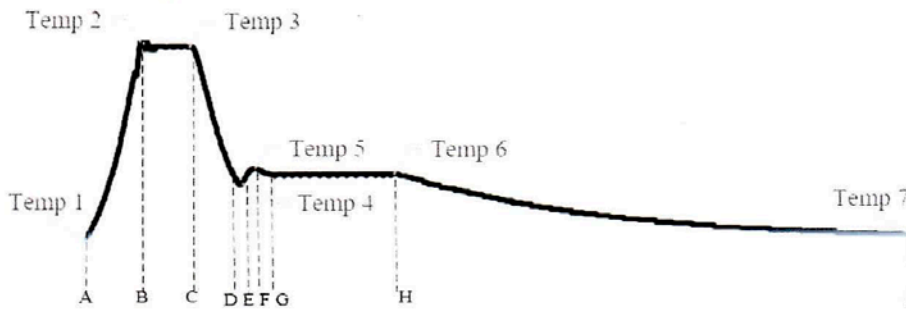

```
End Sub
```


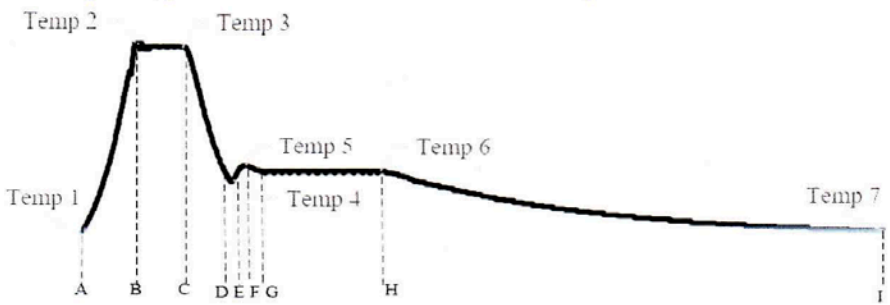

ANEXO F resultados de las simulación


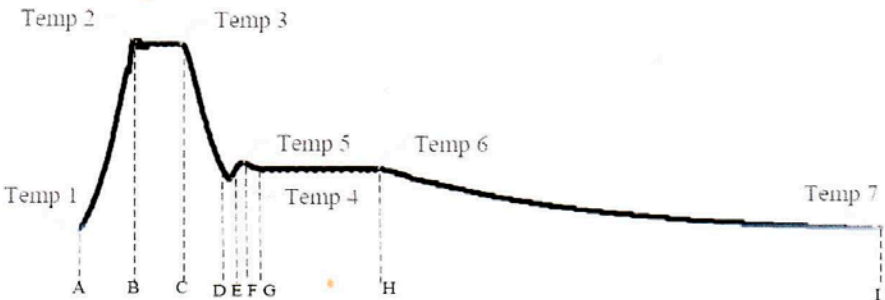

Time [s]	Average Temperature (Fluid) [°C]2
0	
10	29,057
20	33,096
30	38,179
40	38,132
50	38,132
60	38,387
70	38,573
80	39,603
90	40,750
100	41,928
110	42,721
120	43,205
130	43,735
140	44,351
150	44,708
160	44,977
170	44,525
180	44,525
190	44,525
200	44,213
210	44,356
220	44,499
230	44,642
240	44,784
250	44,927
260	44,952
270	44,971
280	45,308
290	45,464
300	45,620
310	45,775
320	45,931
330	46,086
340	46,242
350	46,397
360	46,553
370	46,708


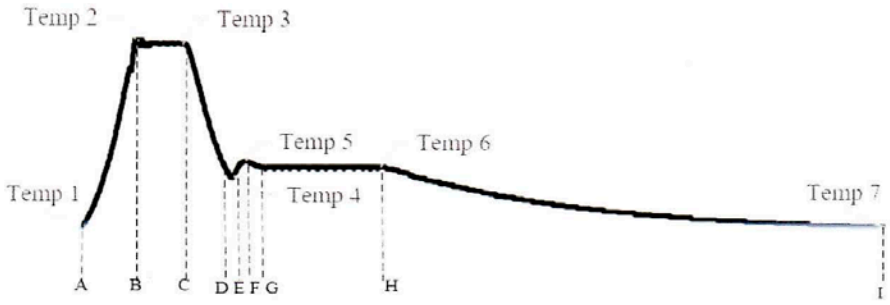
Time [s]	Average Temperature (Fluid) [°C]2
380	46,864
390	47,019
400	47,175
410	47,331
420	47,486
430	47,642
440	47,797
450	47,953
460	48,108
470	48,264
480	48,419
490	48,575
500	48,730
510	48,886
520	49,042
530	49,197
540	49,353
550	49,508
560	49,664
570	49,819
580	49,975
590	50,130

ANEXO G Ensayos de temperado


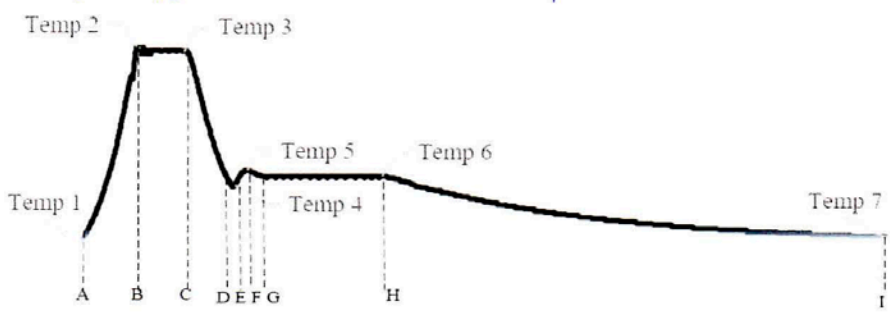

		REGISTRO DE PRODUCCION TEMPERADO		CODIGO: <u>PRO-IT-REG01</u>																																																							
				Revisión: 01																																																							
Elaborado por: Diana Velastegui		Revisado por: Diana Velastegui		Aprobado por: Diego Menéndez																																																							
FECHA: <u>13/01/2020</u>	TURNO: <u>Mañana</u>	PROCESO: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Automatico																																																									
RESPONSABLE: <u>Joel López</u>	MAQUINA: <u>Máquina de Temperado</u>	SEMANA: <u>03</u>																																																									
																																																											
LOTE DE PRODUCCIÓN			RECETA																																																								
LOTE: <u>E2013</u>	2019	<u>Temperado de chocolate negro</u>																																																									
BALANCE DE MASAS			REGISTRO PROCESO																																																								
PESO INGRESO: <u>39.8</u>	KG	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">TEMPERATURAS</th> <th colspan="3">TIEMPO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temp 1</td> <td><u>28</u></td> <td>°C</td> <td>A-B</td> <td><u>7</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 2</td> <td><u>53</u></td> <td>°C</td> <td>B-C</td> <td><u>6</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 3</td> <td><u>49</u></td> <td>°C</td> <td>C-D</td> <td><u>43</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 4</td> <td><u>30</u></td> <td>°C</td> <td>D-E</td> <td><u>7</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 5</td> <td><u>35</u></td> <td>°C</td> <td>E-F</td> <td><u>1</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 6</td> <td><u>33</u></td> <td>°C</td> <td>F-G</td> <td><u>5</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 7</td> <td><u>25</u></td> <td>°C</td> <td>G-H</td> <td><u>90</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>H-I</td> <td><u>-</u></td> <td>Minutos</td> </tr> </tbody> </table>				TEMPERATURAS			TIEMPO			Temp 1	<u>28</u>	°C	A-B	<u>7</u>	Minutos	Temp 2	<u>53</u>	°C	B-C	<u>6</u>	Minutos	Temp 3	<u>49</u>	°C	C-D	<u>43</u>	Minutos	Temp 4	<u>30</u>	°C	D-E	<u>7</u>	Minutos	Temp 5	<u>35</u>	°C	E-F	<u>1</u>	Minutos	Temp 6	<u>33</u>	°C	F-G	<u>5</u>	Minutos	Temp 7	<u>25</u>	°C	G-H	<u>90</u>	Minutos				H-I	<u>-</u>	Minutos
TEMPERATURAS						TIEMPO																																																					
Temp 1	<u>28</u>	°C	A-B	<u>7</u>	Minutos																																																						
Temp 2	<u>53</u>	°C	B-C	<u>6</u>	Minutos																																																						
Temp 3	<u>49</u>	°C	C-D	<u>43</u>	Minutos																																																						
Temp 4	<u>30</u>	°C	D-E	<u>7</u>	Minutos																																																						
Temp 5	<u>35</u>	°C	E-F	<u>1</u>	Minutos																																																						
Temp 6	<u>33</u>	°C	F-G	<u>5</u>	Minutos																																																						
Temp 7	<u>25</u>	°C	G-H	<u>90</u>	Minutos																																																						
			H-I	<u>-</u>	Minutos																																																						
PESO SALIDA: <u>37.7</u>	KG																																																										
INDICE DE TEMPERADO																																																											
INDICE: <u>6.3</u>	TOMA 1																																																										
INDICE: <u>6.2</u>	TOMA 2																																																										
INDICE: <u>6.0</u>	TOMA 3																																																										
INDICE: <u>6.6</u>	TOMA 4																																																										
INDICE: <u>6.3</u>	TOMA 5																																																										
INDICE: <u>6.2</u>	TOMA 6																																																										
INDICE: <u>6.7</u>	TOMA 7																																																										
INDICE: <u>6.6</u>	TOMA 8																																																										
INDICE: <u>6.8</u>	TOMA 9																																																										
INDICE: <u>6.0</u>	TOMA 10																																																										
																																																											


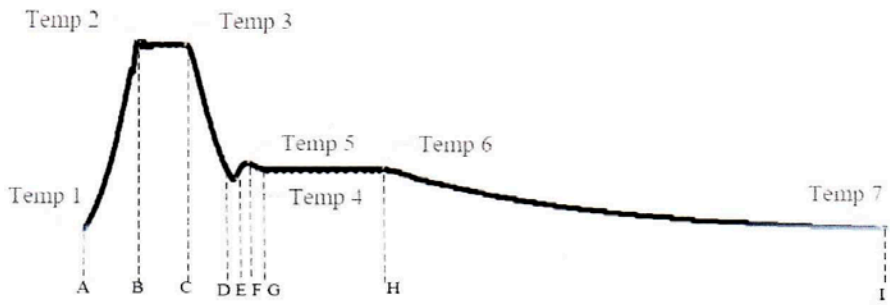

		REGISTRO DE PRODUCCION TEMPERADO		CODIGO: PRD-IT-REG01																																																							
				Revisión: 01																																																							
Elaborado por: Diana Velastegui		Revisado por: Diana Velastegui		Aprobado por: Diego Menendez																																																							
FECHA:	14/02/2020	TURNO:	Nocturno	PROCESO:	Manual <input checked="" type="checkbox"/> Automatico <input type="checkbox"/>																																																						
RESPONSABLE:	Joel Lopez	MAQUINA:	Marmitta de Temperador	SEMANA:	03																																																						
																																																											
LOTE DE PRODUCCIÓN			RECETA																																																								
LOTE	E2014	2019	Temperador de chocolate Negro																																																								
BALANCE DE MASAS			REGISTRO PROCESO																																																								
PESO INGRESO:	40,8	KG	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="3">TEMPERATURAS</th> <th colspan="3">TIEMPO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temp 1</td> <td>28</td> <td>°C</td> <td>A-B</td> <td>5</td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 2</td> <td>48</td> <td>°C</td> <td>B-C</td> <td>5</td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 3</td> <td>50</td> <td>°C</td> <td>C-D</td> <td>88</td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 4</td> <td>28</td> <td>°C</td> <td>D-E</td> <td>2</td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 5</td> <td>30</td> <td>°C</td> <td>E-F</td> <td>2</td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 6</td> <td>28</td> <td>°C</td> <td>F-G</td> <td>40</td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 7</td> <td>22</td> <td>°C</td> <td>G-H</td> <td>100</td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>H-I</td> <td>—</td> <td>Minutos</td> </tr> </tbody> </table>			TEMPERATURAS			TIEMPO			Temp 1	28	°C	A-B	5	Minutos	Temp 2	48	°C	B-C	5	Minutos	Temp 3	50	°C	C-D	88	Minutos	Temp 4	28	°C	D-E	2	Minutos	Temp 5	30	°C	E-F	2	Minutos	Temp 6	28	°C	F-G	40	Minutos	Temp 7	22	°C	G-H	100	Minutos				H-I	—	Minutos
TEMPERATURAS			TIEMPO																																																								
Temp 1	28	°C	A-B	5	Minutos																																																						
Temp 2	48	°C	B-C	5	Minutos																																																						
Temp 3	50	°C	C-D	88	Minutos																																																						
Temp 4	28	°C	D-E	2	Minutos																																																						
Temp 5	30	°C	E-F	2	Minutos																																																						
Temp 6	28	°C	F-G	40	Minutos																																																						
Temp 7	22	°C	G-H	100	Minutos																																																						
			H-I	—	Minutos																																																						
PESO SALIDA:	39,6	KG																																																									
INDICE DE TEMPERADO																																																											
INDICE:	6,5	TOMA 1																																																									
INDICE:	6,0	TOMA 2																																																									
INDICE:	5,9	TOMA 3																																																									
INDICE:	6,3	TOMA 4																																																									
INDICE:	6,8	TOMA 5																																																									
INDICE:	6,1	TOMA 6																																																									
INDICE:	6,6	TOMA 7																																																									
INDICE:	6,7	TOMA 8																																																									
INDICE:	6,6	TOMA 9																																																									
INDICE:	5,9	TOMA 10																																																									
																																																											


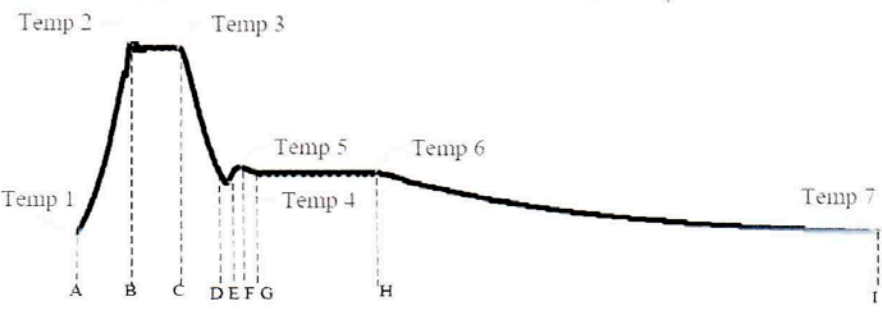
 La Nobleza		REGISTRO DE PRODUCCION TEMPERADO		CODIGO: <u>PRD-IT-REG01</u>																																																							
Elaborado por: Diana Velastegui		Revisado por: Diana Velastegui		Revisión: 01																																																							
Aprobado por: Diego Menendez		FECHA: <u>15/01/2020</u>		TURNO: <u>Maximiza</u>																																																							
RESPONSABLE: <u>José López</u>		MAQUINA: <u>Mazmita de Temperado</u>		PROCESO: Manual <input checked="" type="checkbox"/> Automático <input type="checkbox"/> SEMANA: <u>03</u>																																																							
																																																											
LOTE DE PRODUCCIÓN			RECETA																																																								
LOTE	<u>E2015</u>	2019	<u>Temperado de chocolate Negro</u>																																																								
BALANCE DE MASAS			REGISTRO PROCESO																																																								
PESO INGRESO:	<u>40.1</u>	KG	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="3">TEMPERATURAS</th> <th colspan="3">TIEMPO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temp 1</td> <td><u>28</u></td> <td>°C</td> <td>A-B</td> <td><u>6</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 2</td> <td><u>54</u></td> <td>°C</td> <td>B-C</td> <td><u>3</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 3</td> <td><u>51</u></td> <td>°C</td> <td>C-D</td> <td><u>42</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 4</td> <td><u>25</u></td> <td>°C</td> <td>D-E</td> <td><u>1</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 5</td> <td><u>34</u></td> <td>°C</td> <td>E-F</td> <td><u>1</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 6</td> <td><u>26</u></td> <td>°C</td> <td>F-G</td> <td><u>5</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 7</td> <td><u>23</u></td> <td>°C</td> <td>G-H</td> <td><u>40</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>H-I</td> <td><u>—</u></td> <td>Minutos</td> </tr> </tbody> </table>			TEMPERATURAS			TIEMPO			Temp 1	<u>28</u>	°C	A-B	<u>6</u>	Minutos	Temp 2	<u>54</u>	°C	B-C	<u>3</u>	Minutos	Temp 3	<u>51</u>	°C	C-D	<u>42</u>	Minutos	Temp 4	<u>25</u>	°C	D-E	<u>1</u>	Minutos	Temp 5	<u>34</u>	°C	E-F	<u>1</u>	Minutos	Temp 6	<u>26</u>	°C	F-G	<u>5</u>	Minutos	Temp 7	<u>23</u>	°C	G-H	<u>40</u>	Minutos				H-I	<u>—</u>	Minutos
TEMPERATURAS						TIEMPO																																																					
Temp 1	<u>28</u>	°C	A-B	<u>6</u>	Minutos																																																						
Temp 2	<u>54</u>	°C	B-C	<u>3</u>	Minutos																																																						
Temp 3	<u>51</u>	°C	C-D	<u>42</u>	Minutos																																																						
Temp 4	<u>25</u>	°C	D-E	<u>1</u>	Minutos																																																						
Temp 5	<u>34</u>	°C	E-F	<u>1</u>	Minutos																																																						
Temp 6	<u>26</u>	°C	F-G	<u>5</u>	Minutos																																																						
Temp 7	<u>23</u>	°C	G-H	<u>40</u>	Minutos																																																						
			H-I	<u>—</u>	Minutos																																																						
PESO SALIDA:	<u>38.8</u>	KG																																																									
INDICE DE TEMPERADO			 SUPERVISOR La Nobleza PRODUCCION																																																								
INDICE:	<u>6.3</u>	TOMA 1																																																									
INDICE:	<u>6.1</u>	TOMA 2																																																									
INDICE:	<u>6.2</u>	TOMA 3																																																									
INDICE:	<u>6.2</u>	TOMA 4																																																									
INDICE:	<u>6.5</u>	TOMA 5																																																									
INDICE:	<u>6.4</u>	TOMA 6																																																									
INDICE:	<u>6.6</u>	TOMA 7																																																									
INDICE:	<u>6.7</u>	TOMA 8																																																									
INDICE:	<u>6.7</u>	TOMA 9																																																									
INDICE:	<u>6.5</u>	TOMA 10																																																									

		REGISTRO DE PRODUCCION TEMPERADO		CODIGO: <u>PRD-IT-REG01</u>																																																					
Elaborado por: Diana Velastegui		Revisado por: Diana Velastegui		Revisión: 01																																																					
FECHA: <u>16/01/2020</u>		TURNO: <u>Mañana</u>		Aprobado por: Diego Menendez																																																					
RESPONSABLE: <u>José López</u>		MAQUINA: <u>Máquina de temperado</u>		PROCESO: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Automatico																																																					
				SEMANA: <u>03</u>																																																					
																																																									
LOTE DE PRODUCCIÓN			RECETA																																																						
LOTE	<u>E2016</u>	2019	<u>Temperado de chocolate Negro</u>																																																						
BALANCE DE MASAS			REGISTRO PROCESO																																																						
PESO INGRESO:	<u>39</u>	KG	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">TEMPERATURAS</th> <th colspan="2">TIEMPO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temp 1</td> <td><u>28</u></td> <td>°C</td> <td>A-B</td> <td><u>5</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 2</td> <td><u>47</u></td> <td>°C</td> <td>B-C</td> <td><u>8</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 3</td> <td><u>48</u></td> <td>°C</td> <td>C-D</td> <td><u>59</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 4</td> <td><u>32</u></td> <td>°C</td> <td>D-E</td> <td><u>2</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 5</td> <td><u>34</u></td> <td>°C</td> <td>E-F</td> <td><u>1</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 6</td> <td><u>33</u></td> <td>°C</td> <td>F-G</td> <td><u>7</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 7</td> <td><u>20</u></td> <td>°C</td> <td>G-H</td> <td><u>110</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>H-I</td> <td><u>—</u></td> <td>Minutos</td> </tr> </tbody> </table>			TEMPERATURAS		TIEMPO		Temp 1	<u>28</u>	°C	A-B	<u>5</u>	Minutos	Temp 2	<u>47</u>	°C	B-C	<u>8</u>	Minutos	Temp 3	<u>48</u>	°C	C-D	<u>59</u>	Minutos	Temp 4	<u>32</u>	°C	D-E	<u>2</u>	Minutos	Temp 5	<u>34</u>	°C	E-F	<u>1</u>	Minutos	Temp 6	<u>33</u>	°C	F-G	<u>7</u>	Minutos	Temp 7	<u>20</u>	°C	G-H	<u>110</u>	Minutos				H-I	<u>—</u>	Minutos
TEMPERATURAS		TIEMPO																																																							
Temp 1	<u>28</u>	°C	A-B	<u>5</u>	Minutos																																																				
Temp 2	<u>47</u>	°C	B-C	<u>8</u>	Minutos																																																				
Temp 3	<u>48</u>	°C	C-D	<u>59</u>	Minutos																																																				
Temp 4	<u>32</u>	°C	D-E	<u>2</u>	Minutos																																																				
Temp 5	<u>34</u>	°C	E-F	<u>1</u>	Minutos																																																				
Temp 6	<u>33</u>	°C	F-G	<u>7</u>	Minutos																																																				
Temp 7	<u>20</u>	°C	G-H	<u>110</u>	Minutos																																																				
			H-I	<u>—</u>	Minutos																																																				
PESO SALIDA:	<u>37,8</u>	KG																																																							
INDICE DE TEMPERADO																																																									
INDICE:	<u>5,9</u>	TOMA 1																																																							
INDICE:	<u>6,7</u>	TOMA 2																																																							
INDICE:	<u>6,5</u>	TOMA 3																																																							
INDICE:	<u>6,3</u>	TOMA 4																																																							
INDICE:	<u>6,7</u>	TOMA 5																																																							
INDICE:	<u>6,4</u>	TOMA 6																																																							
INDICE:	<u>6,7</u>	TOMA 7																																																							
INDICE:	<u>6,7</u>	TOMA 8																																																							
INDICE:	<u>6,8</u>	TOMA 9																																																							
INDICE:	<u>6,7</u>	TOMA 10																																																							


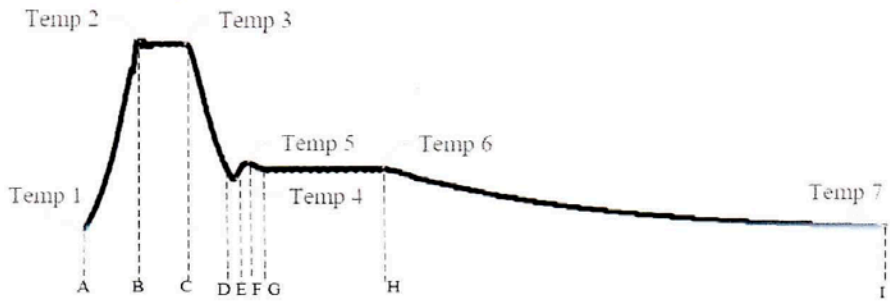



 SUPERVISOR
 La Nobleza
 PRODUCCION


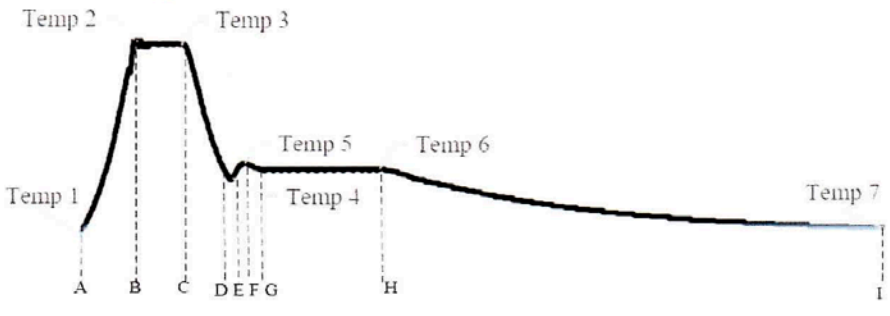
		REGISTRO DE PRODUCCION TEMPERADO		CODIGO: PRD-IT-REG01																																																							
				Revisión: 01																																																							
Elaborado por: Diana Velastegui		Revisado por: Diana Velastegui		Aprobado por: Diego Menendez																																																							
FECHA: 17/01/2020	RESPONSABLE: Joel López	TURNO: Mañana	MAQUINA: Hornita de Temperatura	PROCESO: Manual <input checked="" type="checkbox"/> Automático <input type="checkbox"/>	SEMANA: 03																																																						
																																																											
LOTE DE PRODUCCIÓN			RECETA																																																								
LOTE: E2017	2019	Temperados de chocolate Negro																																																									
BALANCE DE MASAS			REGISTRO PROCESO																																																								
PESO INGRESO: 44.7	KG	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">TEMPERATURAS</th> <th colspan="3">TIEMPO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temp 1</td> <td>27</td> <td>°C</td> <td>A-B</td> <td>5</td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 2</td> <td>49</td> <td>°C</td> <td>B-C</td> <td>3</td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 3</td> <td>48</td> <td>°C</td> <td>C-D</td> <td>45</td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 4</td> <td>27</td> <td>°C</td> <td>D-E</td> <td>2</td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 5</td> <td>33</td> <td>°C</td> <td>E-F</td> <td>3</td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 6</td> <td>31</td> <td>°C</td> <td>F-G</td> <td>2</td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 7</td> <td>21</td> <td>°C</td> <td>G-H</td> <td>120</td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>H-I</td> <td>-</td> <td>Minutos</td> </tr> </tbody> </table>				TEMPERATURAS			TIEMPO			Temp 1	27	°C	A-B	5	Minutos	Temp 2	49	°C	B-C	3	Minutos	Temp 3	48	°C	C-D	45	Minutos	Temp 4	27	°C	D-E	2	Minutos	Temp 5	33	°C	E-F	3	Minutos	Temp 6	31	°C	F-G	2	Minutos	Temp 7	21	°C	G-H	120	Minutos				H-I	-	Minutos
TEMPERATURAS			TIEMPO																																																								
Temp 1	27	°C	A-B	5	Minutos																																																						
Temp 2	49	°C	B-C	3	Minutos																																																						
Temp 3	48	°C	C-D	45	Minutos																																																						
Temp 4	27	°C	D-E	2	Minutos																																																						
Temp 5	33	°C	E-F	3	Minutos																																																						
Temp 6	31	°C	F-G	2	Minutos																																																						
Temp 7	21	°C	G-H	120	Minutos																																																						
			H-I	-	Minutos																																																						
INDICE DE TEMPERADO																																																											
INDICE: 6.0	TOMA 1																																																										
INDICE: 6.6	TOMA 2																																																										
INDICE: 6.3	TOMA 3																																																										
INDICE: 6.1	TOMA 4																																																										
INDICE: 6.5	TOMA 5																																																										
INDICE: 6.3	TOMA 6																																																										
INDICE: 6.7	TOMA 7																																																										
INDICE: 6.0	TOMA 8																																																										
INDICE: 6.0	TOMA 9																																																										
INDICE: 6.3	TOMA 10																																																										


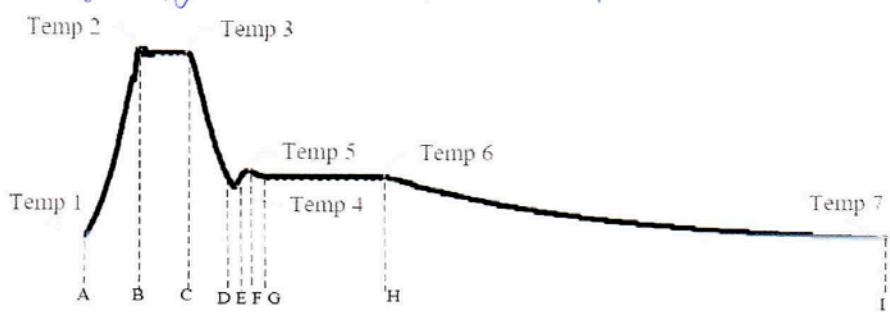

 La Nobleza		REGISTRO DE PRODUCCION TEMPERADO		CODIGO: <u>PRO-IT-REG01</u>																																																							
Elaborado por: Diana Velastegui		Revisado por: Diana Velastegui		Revisión: 01																																																							
FECHA:	<u>20/01/2020</u>	TURNO:	<u>Mañana</u>	PROCESO:	Manual <input type="checkbox"/> Automático <input checked="" type="checkbox"/>																																																						
RESPONSABLE:	<u>José López</u>	MAQUINA:	<u>Máquina de temperado</u>	SEMANA:	<u>04</u>																																																						
																																																											
LOTE DE PRODUCCIÓN			RECETA																																																								
LOTE	<u>E 2020</u>	2019	<u>Temperado de chocolate negro</u>																																																								
BALANCE DE MASAS			REGISTRO PROCESO																																																								
PESO INGRESO:	<u>40,2</u>	KG	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="3">TEMPERATURAS</th> <th colspan="3">TIEMPO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temp 1</td> <td><u>22</u></td> <td>°C</td> <td>A-B</td> <td><u>6</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 2</td> <td><u>44</u></td> <td>°C</td> <td>B-C</td> <td><u>9</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 3</td> <td><u>45</u></td> <td>°C</td> <td>C-D</td> <td><u>85</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 4</td> <td><u>28</u></td> <td>°C</td> <td>D-E</td> <td><u>2</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 5</td> <td><u>33</u></td> <td>°C</td> <td>E-F</td> <td><u>3</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 6</td> <td><u>31</u></td> <td>°C</td> <td>F-G</td> <td><u>2</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 7</td> <td><u>23</u></td> <td>°C</td> <td>G-H</td> <td><u>90</u></td> <td>Minutos</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>H-I</td> <td><u>-</u></td> <td>Minutos</td> </tr> </tbody> </table>			TEMPERATURAS			TIEMPO			Temp 1	<u>22</u>	°C	A-B	<u>6</u>	Minutos	Temp 2	<u>44</u>	°C	B-C	<u>9</u>	Minutos	Temp 3	<u>45</u>	°C	C-D	<u>85</u>	Minutos	Temp 4	<u>28</u>	°C	D-E	<u>2</u>	Minutos	Temp 5	<u>33</u>	°C	E-F	<u>3</u>	Minutos	Temp 6	<u>31</u>	°C	F-G	<u>2</u>	Minutos	Temp 7	<u>23</u>	°C	G-H	<u>90</u>	Minutos				H-I	<u>-</u>	Minutos
TEMPERATURAS						TIEMPO																																																					
Temp 1	<u>22</u>	°C	A-B	<u>6</u>	Minutos																																																						
Temp 2	<u>44</u>	°C	B-C	<u>9</u>	Minutos																																																						
Temp 3	<u>45</u>	°C	C-D	<u>85</u>	Minutos																																																						
Temp 4	<u>28</u>	°C	D-E	<u>2</u>	Minutos																																																						
Temp 5	<u>33</u>	°C	E-F	<u>3</u>	Minutos																																																						
Temp 6	<u>31</u>	°C	F-G	<u>2</u>	Minutos																																																						
Temp 7	<u>23</u>	°C	G-H	<u>90</u>	Minutos																																																						
			H-I	<u>-</u>	Minutos																																																						
PESO SALIDA:	<u>39,6</u>	KG																																																									
INDICE DE TEMPERADO																																																											
INDICE:	<u>4,7</u>	TOMA 1																																																									
INDICE:	<u>5,0</u>	TOMA 2																																																									
INDICE:	<u>4,8</u>	TOMA 3																																																									
INDICE:	<u>5,3</u>	TOMA 4																																																									
INDICE:	<u>4,2</u>	TOMA 5																																																									
INDICE:	<u>5,0</u>	TOMA 6																																																									
INDICE:	<u>5,1</u>	TOMA 7																																																									
INDICE:	<u>4,9</u>	TOMA 8																																																									
INDICE:	<u>5,5</u>	TOMA 9																																																									
INDICE:	<u>5,0</u>	TOMA 10																																																									

		REGISTRO DE PRODUCCION TEMPERADO		CODIGO: <u>PRD-IT-REG01</u>																																					
Elaborado por: Diana Velastegui		Revisado por: Diana Velastegui		Revisión: 01																																					
FECHA: <u>21/01/2020</u>		TURNO: <u>Mañana</u>		Aprobado por: Diego Menendez																																					
RESPONSABLE: <u>Joel Tapia</u>		MAQUINA: <u>Máquina de temperado</u>		PROCESO: <input type="checkbox"/> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Automatico																																					
				SEMANA: <u>04</u>																																					
																																									
LOTE DE PRODUCCIÓN			RECETA																																						
LOTE	<u>2021</u>	2019	<u>Temperado de chocolate negro</u>																																						
BALANCE DE MASAS			REGISTRO PROCESO																																						
PESO INGRESO:	<u>39,8</u>	KG	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">TEMPERATURAS</th> <th colspan="2">TIEMPO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temp 1</td> <td><u>29</u> °C</td> <td>A-B</td> <td><u>7</u> Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 2</td> <td><u>45</u> °C</td> <td>B-C</td> <td><u>8</u> Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 3</td> <td><u>44</u> °C</td> <td>C-D</td> <td><u>90</u> Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 4</td> <td><u>27</u> °C</td> <td>D-E</td> <td><u>1</u> Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 5</td> <td><u>32</u> °C</td> <td>E-F</td> <td><u>2</u> Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 6</td> <td><u>33</u> °C</td> <td>F-G</td> <td><u>3</u> Minutos</td> </tr> <tr> <td>Temp 7</td> <td><u>20</u> °C</td> <td>G-H</td> <td><u>89</u> Minutos</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>H-I</td> <td><u>—</u> Minutos</td> </tr> </tbody> </table>			TEMPERATURAS		TIEMPO		Temp 1	<u>29</u> °C	A-B	<u>7</u> Minutos	Temp 2	<u>45</u> °C	B-C	<u>8</u> Minutos	Temp 3	<u>44</u> °C	C-D	<u>90</u> Minutos	Temp 4	<u>27</u> °C	D-E	<u>1</u> Minutos	Temp 5	<u>32</u> °C	E-F	<u>2</u> Minutos	Temp 6	<u>33</u> °C	F-G	<u>3</u> Minutos	Temp 7	<u>20</u> °C	G-H	<u>89</u> Minutos			H-I	<u>—</u> Minutos
TEMPERATURAS		TIEMPO																																							
Temp 1	<u>29</u> °C	A-B	<u>7</u> Minutos																																						
Temp 2	<u>45</u> °C	B-C	<u>8</u> Minutos																																						
Temp 3	<u>44</u> °C	C-D	<u>90</u> Minutos																																						
Temp 4	<u>27</u> °C	D-E	<u>1</u> Minutos																																						
Temp 5	<u>32</u> °C	E-F	<u>2</u> Minutos																																						
Temp 6	<u>33</u> °C	F-G	<u>3</u> Minutos																																						
Temp 7	<u>20</u> °C	G-H	<u>89</u> Minutos																																						
		H-I	<u>—</u> Minutos																																						
PESO SALIDA:	<u>39,2</u>	KG																																							
INDICE DE TEMPERADO																																									
INDICE:	<u>5,1</u>	TOMA 1																																							
INDICE:	<u>5,1</u>	TOMA 2																																							
INDICE:	<u>5,4</u>	TOMA 3																																							
INDICE:	<u>5,5</u>	TOMA 4																																							
INDICE:	<u>5,4</u>	TOMA 5																																							
INDICE:	<u>5,2</u>	TOMA 6																																							
INDICE:	<u>5,4</u>	TOMA 7																																							
INDICE:	<u>5,4</u>	TOMA 8																																							
INDICE:	<u>5,5</u>	TOMA 9																																							
INDICE:	<u>5,4</u>	TOMA 10																																							


 SUPERVISOR
 La Nobleza
 PRODUCCION

		REGISTRO DE PRODUCCION TEMPERADO		CODIGO: PRD-IT-REG01																															
				Revisión: 01																															
Elaborado por: Diana Velastegui		Revisado por: Diana Velastegui		Aprobado por: Diego Menendez																															
FECHA: 22/01/2020		TURNO: Nocturno		PROCESO: <input type="checkbox"/> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Automatico																															
RESPONSABLE: Joel Lopez		MAQUINA:		SEMANA: 04																															
																																			
LOTE DE PRODUCCIÓN			RECETA																																
LOTE: C2022 2019			Composturas de chocolate negro																																
BALANCE DE MASAS			REGISTRO PROCESO																																
PESO INGRESO: 40,3 KG			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">TEMPERATURAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Temp 1</td><td>22</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Temp 2</td><td>46</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Temp 3</td><td>45</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Temp 4</td><td>28</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Temp 5</td><td>33</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Temp 6</td><td>32</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Temp 7</td><td>20</td><td>°C</td></tr> </tbody> </table>			TEMPERATURAS			Temp 1	22	°C	Temp 2	46	°C	Temp 3	45	°C	Temp 4	28	°C	Temp 5	33	°C	Temp 6	32	°C	Temp 7	20	°C						
TEMPERATURAS																																			
Temp 1	22	°C																																	
Temp 2	46	°C																																	
Temp 3	45	°C																																	
Temp 4	28	°C																																	
Temp 5	33	°C																																	
Temp 6	32	°C																																	
Temp 7	20	°C																																	
PESO SALIDA: 39,7 KG			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">TIEMPO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A-B</td><td>5</td><td>Minutos</td></tr> <tr><td>B-C</td><td>70</td><td>Minutos</td></tr> <tr><td>C-D</td><td>85</td><td>Minutos</td></tr> <tr><td>D-E</td><td>2</td><td>Minutos</td></tr> <tr><td>E-F</td><td>2</td><td>Minutos</td></tr> <tr><td>F-G</td><td>2</td><td>Minutos</td></tr> <tr><td>G-H</td><td>89</td><td>Minutos</td></tr> <tr><td>H-I</td><td>—</td><td>Minutos</td></tr> </tbody> </table>			TIEMPO			A-B	5	Minutos	B-C	70	Minutos	C-D	85	Minutos	D-E	2	Minutos	E-F	2	Minutos	F-G	2	Minutos	G-H	89	Minutos	H-I	—	Minutos			
TIEMPO																																			
A-B	5	Minutos																																	
B-C	70	Minutos																																	
C-D	85	Minutos																																	
D-E	2	Minutos																																	
E-F	2	Minutos																																	
F-G	2	Minutos																																	
G-H	89	Minutos																																	
H-I	—	Minutos																																	
INDICE DE TEMPERADO																																			
<table border="1"> <tbody> <tr><td>INDICE:</td><td>5,1</td><td>TOMA 1</td></tr> <tr><td>INDICE:</td><td>5,2</td><td>TOMA 2</td></tr> <tr><td>INDICE:</td><td>5,3</td><td>TOMA 3</td></tr> <tr><td>INDICE:</td><td>5,3</td><td>TOMA 4</td></tr> <tr><td>INDICE:</td><td>5,4</td><td>TOMA 5</td></tr> <tr><td>INDICE:</td><td>5,4</td><td>TOMA 6</td></tr> <tr><td>INDICE:</td><td>5,3</td><td>TOMA 7</td></tr> <tr><td>INDICE:</td><td>5,0</td><td>TOMA 8</td></tr> <tr><td>INDICE:</td><td>5,0</td><td>TOMA 9</td></tr> <tr><td>INDICE:</td><td>5,0</td><td>TOMA 10</td></tr> </tbody> </table>						INDICE:	5,1	TOMA 1	INDICE:	5,2	TOMA 2	INDICE:	5,3	TOMA 3	INDICE:	5,3	TOMA 4	INDICE:	5,4	TOMA 5	INDICE:	5,4	TOMA 6	INDICE:	5,3	TOMA 7	INDICE:	5,0	TOMA 8	INDICE:	5,0	TOMA 9	INDICE:	5,0	TOMA 10
INDICE:	5,1	TOMA 1																																	
INDICE:	5,2	TOMA 2																																	
INDICE:	5,3	TOMA 3																																	
INDICE:	5,3	TOMA 4																																	
INDICE:	5,4	TOMA 5																																	
INDICE:	5,4	TOMA 6																																	
INDICE:	5,3	TOMA 7																																	
INDICE:	5,0	TOMA 8																																	
INDICE:	5,0	TOMA 9																																	
INDICE:	5,0	TOMA 10																																	
<div style="text-align: right;">  SUPERVISOR  PRODUCCION </div>																																			

		REGISTRO DE PRODUCCION TEMPERADO		CODIGO: PRD-IT-REG01				
				Revisión: 01				
Elaborado por: Diana Velastegui		Revisado por: Diana Velastegui		Aprobado por: Diego Menendez				
FECHA:	23/01/2020	TURNO:	Mañana	PROCESO:	Manual <input type="checkbox"/> Automatico <input checked="" type="checkbox"/>			
RESPONSABLE:	Joel Lopez	MAQUINA:	Máquina de Temperado	SEMANA:	04			
								
LOTE DE PRODUCCIÓN			RECETA					
LOTE	E2023	2019	Temperado de chocolate negro					
BALANCE DE MASAS			REGISTRO PROCESO					
PESO INGRESO:	42	KG						
PESO SALIDA:	41.4	KG						
INDICE DE TEMPERADO			TEMPERATURAS		TIEMPO			
INDICE:	5.1	TOMA 1	Temp 1	23	°C	A-B	5	Minutos
INDICE:	5.3	TOMA 2	Temp 2	45	°C	B-C	4	Minutos
INDICE:	5.5	TOMA 3	Temp 3	44	°C	C-D	90	Minutos
INDICE:	5.3	TOMA 4	Temp 4	27	°C	D-E	2	Minutos
INDICE:	4.9	TOMA 5	Temp 5	32	°C	E-F	2	Minutos
INDICE:	5	TOMA 6	Temp 6	31	°C	F-G	3	Minutos
INDICE:	5.3	TOMA 7	Temp 7	19	°C	G-H	90	Minutos
INDICE:	4.9	TOMA 8				H-I	-	Minutos
INDICE:	5	TOMA 9						
INDICE:	4.9	TOMA 10						
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							
INDICE:	5.3							
INDICE:	4.9							
INDICE:	5							

		REGISTRO DE PRODUCCION TEMPERADO		CODIGO: <u>PRD-IT-REG01</u>				
Elaborado por: Diana Velastegui		Revisado por: Diana Velastegui		Revisión: 01				
FECHA: <u>24/01/2020</u>		TURNO: <u>Nocturno</u>		Aprobado por: Diego Menendez				
RESPONSABLE: <u>José Sepúlveda</u>		MAQUINA: <u>Maquina de Temperado</u>		PROCESO: <input type="checkbox"/> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Automatico				
				SEMANA: <u>04</u>				
								
LOTE DE PRODUCCIÓN			RECETA					
LOTE	<u>E2024</u>	2019	<u>Temperado de chocolate negro</u>					
BALANCE DE MASAS			REGISTRO PROCESO					
PESO INGRESO:	<u>40</u>	KG						
PESO SALIDA:	<u>39.4</u>	KG						
INDICE DE TEMPERADO			TEMPERATURAS		TIEMPO			
INDICE:	<u>5.1</u>	TOMA 1	Temp 1	<u>25</u>	°C	A-B	<u>4</u>	Minutos
INDICE:	<u>4.9</u>	TOMA 2	Temp 2	<u>46</u>	°C	B-C	<u>10</u>	Minutos
INDICE:	<u>5.1</u>	TOMA 3	Temp 3	<u>45</u>	°C	C-D	<u>96</u>	Minutos
INDICE:	<u>4.8</u>	TOMA 4	Temp 4	<u>38</u>	°C	D-E	<u>2</u>	Minutos
INDICE:	<u>4.9</u>	TOMA 5	Temp 5	<u>33</u>	°C	E-F	<u>2</u>	Minutos
INDICE:	<u>5.4</u>	TOMA 6	Temp 6	<u>32</u>	°C	F-G	<u>2</u>	Minutos
INDICE:	<u>5.0</u>	TOMA 7	Temp 7	<u>22</u>	°C	G-H	<u>90</u>	Minutos
INDICE:	<u>5.2</u>	TOMA 8				H-I	<u>—</u>	Minutos
INDICE:	<u>4.9</u>	TOMA 9						
INDICE:	<u>5.5</u>	TOMA 10						
								

ANEXO H Reporte de termografía

INFORME TÉCNICO

Ambato, 20/08/2019

Ing. Nancy Rodríguez
Maestrante
FICM - UTA

Presente

Reciba un cordial saludo de parte de quienes hacemos REDCOM empresa encargada de la evaluación de la máquina de temperado en su proceso de funcionamiento.

El motivo de la presente es para señalar los resultados de lo observado de manera general y específicamente el cambio de distribución de temperaturas en el tiempo de proceso.

1) DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

- Máquina

La máquina en análisis se encuentra en las instalaciones de la fábrica La Nobleza. Funciona para el proceso de temperado de chocolate por medio del accionamiento de válvulas de ingreso de vapor y agua.

Este sistema se analiza por medio de una cámara termográfica FLIRONE M//N0004 P/N 435-0004-01. Se desarrolla el análisis de su carcasa por la parte externa e interna en dos procesos:

1. Calentamiento (Vapor)
2. Enfriamiento (Agua)



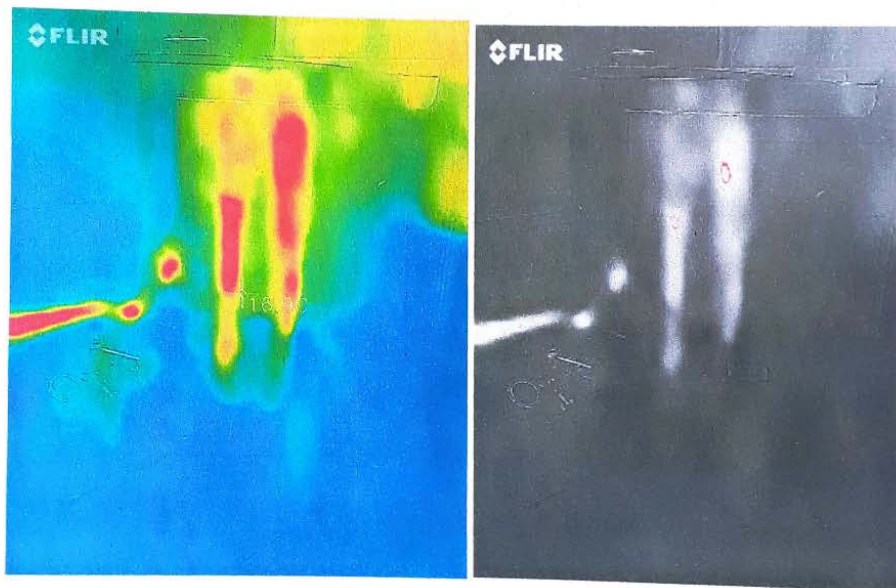


**FICHA DE EVALUACIÓN DE TERMOGRAFÍA
PARTE EXTERNA / CALENTAMIENTO**

REG: MTG 001

Fecha:	20/8/2019	Hora: 10:26
Lugar:	Fábrica La Nobleza	
Ciudad:	Ambato	
Equipos:	Cámara termográfica Flir / Termómetro infrarrojo Fluke	
Tipo de estudio:	Fotografías termográficas	
Máquina:	Máquina de temperado	
Solicitante:	Ing. Nancy Rodríguez	

Fotografías del ensayo



Temperatura: 14.4°C – 28.9°C

Ubicación: Ambato, Ecuador

Observaciones y Resultados

Tiempo:	Inicio de ciclo 0 minutos
Temperatura máxima	14.4 °C
Temperatura Mínima	28.9 °C
Observación	Se activa el ingreso de vapor en la camisa de la máquina



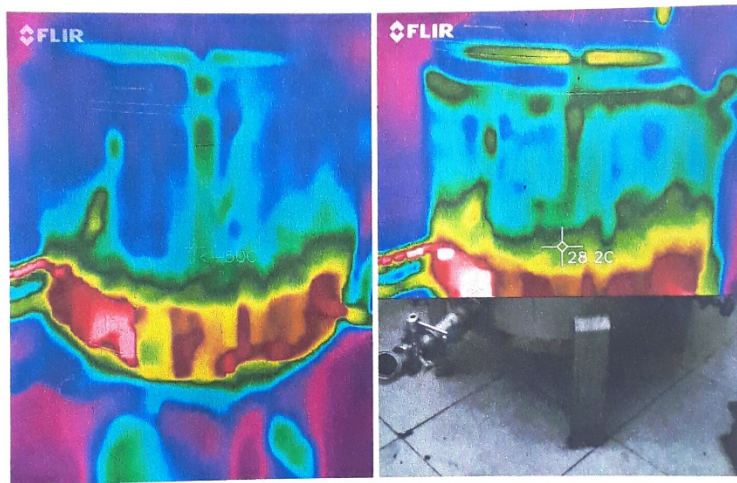


**FICHA DE EVALUACIÓN DE TERMOGRAFÍA
PARTE EXTERNA / CALENTAMIENTO**

REG: MTG 003

Fecha:	20/8/2019	Hora: 10:45
Lugar:	Fábrica La Nobleza	
Ciudad:	Ambato	
Equipos:	Cámara termográfica Flir / Termómetro infrarrojo Fluke	
Tipo de estudio:	Fotografías termográficas	
Máquina:	Máquina de temperado	
Solicitante:	Ing. Nancy Rodríguez	

Fotografías del ensayo



Temperatura: 16.8°C – 75.2°C

Ubicación: Ambato, Ecuador

Observaciones y Resultados

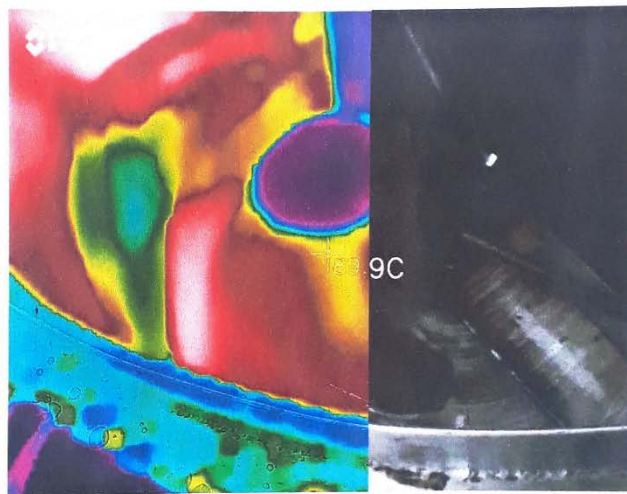
Tiempo:	
Temperatura máxima	16.8 °C
Temperatura Mínima	75.2 °C
Observación	Distribución de temperaturas altas en la parte baja de la máquina




**FICHA DE EVALUACIÓN DE TERMOGRAFÍA
PARTE INTERNA / CALENTAMIENTO**

REG: MTG 005

Fecha:	20/8/2019	Hora: 10:50
Lugar:	Fábrica La Nobleza	
Ciudad:	Ambato	
Equipos:	Cámara termográfica Flir / Termómetro infrarrojo Fluke	
Tipo de estudio:	Fotografías termográficas	
Máquina:	Máquina de temperado	
Solicitante:	Ing. Nancy Rodríguez	

Fotografías del ensayo


Temperatura: 23.6°C - 102.4°C

Ubicación: Ambato, Ecuador

Observaciones y Resultados

Tiempo:	Inicio de ciclo 25 minutos
Temperatura máxima	23.6 °C
Temperatura Mínima	102.4 °C
Observación	La distribución de temperaturas no tiene una distribución uniforme



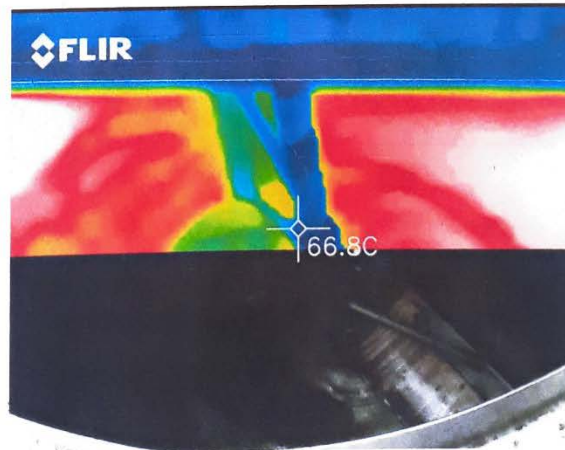
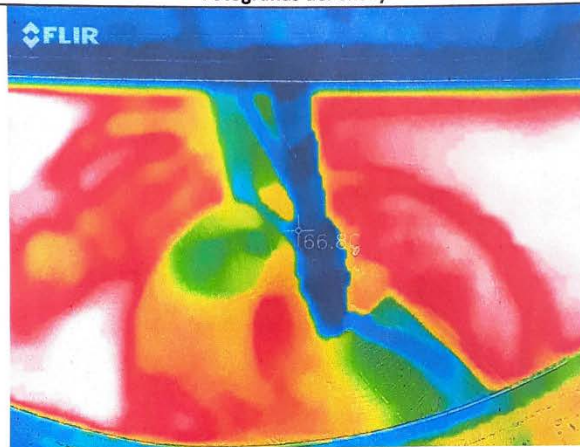


**FICHA DE EVALUACIÓN DE TERMOGRAFÍA
PARTE INTERNA DE LA MÁQUINA**

REG: MTG 006

Fecha:	20/8/2019	Hora: 11:15
Lugar:	Fábrica La Nobleza	
Ciudad:	Ambato	
Equipos:	Cámara termográfica Flir / Termómetro infrarrojo Fluke	
Tipo de estudio:	Fotografías termográficas	
Máquina:	Máquina de temperado	
Solicitante:	Ing. Nancy Rodríguez	

Fotografías del ensayo





**FICHA DE EVALUACIÓN DE TERMOGRAFÍA
PARTE INTERNA DE LA MÁQUINA**

REG: MTG 006

Temperatura: 59.7°C – 111.1°C	
Ubicación: Ambato, Ecuador	
Observaciones y Resultados	
Tiempo:	Inicio de ciclo 25 minutos
Temperatura máxima	23.6 °C
Temperatura Mínima	102.4 °C
Observación	Las temperaturas mayores se ubican en las paredes verticales de la máquina

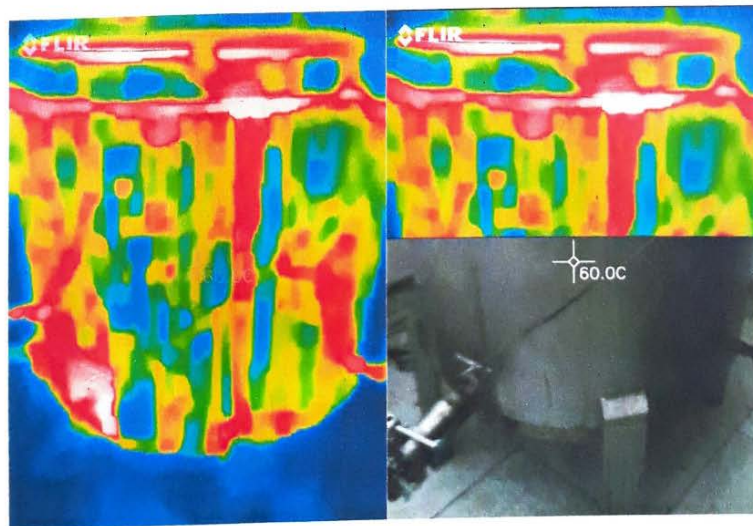


**FICHA DE EVALUACIÓN DE TERMOGRAFÍA
PARTE EXTERNA / ENFRIAMIENTO**


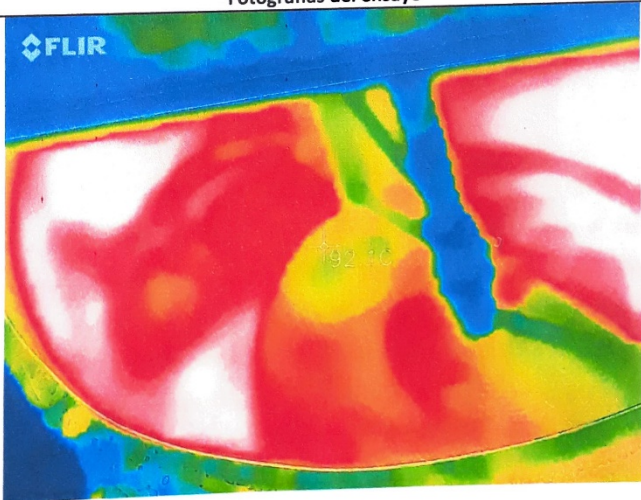
REG: MTG 007

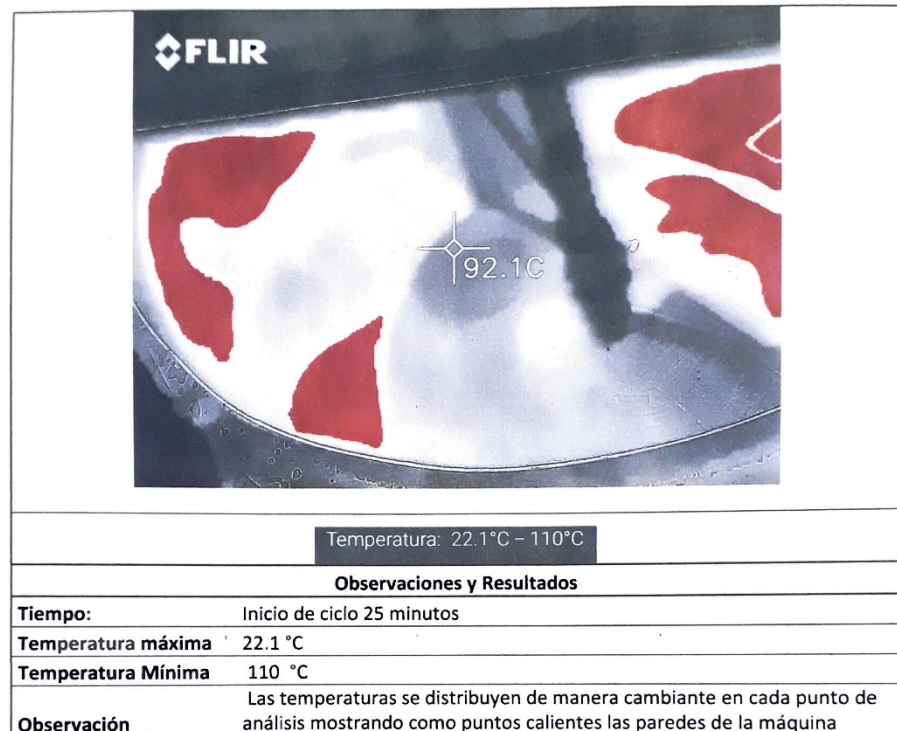
Fecha:	20/8/2019	Hora: 11:15
Lugar:	Fábrica La Nobleza	
Ciudad:	Ambato	
Equipos:	Cámara termográfica Flir / Termómetro infrarrojo Fluke	
Tipo de estudio:	Fotografías termográficas	
Máquina:	Máquina de temperado	
Solicitante:	Ing. Nancy Rodríguez	

Fotografías del ensayo



Temperatura: 18.8°C – 97.5°C	
Ubicación: Ambato, Ecuador	
Observaciones y Resultados	
Tiempo:	Inicio de ciclo 25 minutos
Temperatura máxima	18.8 °C
Temperatura Mínima	97.5 °C
Observación	Las temperaturas se distribuyen de manera cambiante en cada punto de análisis

	FICHA DE EVALUACIÓN DE TERMOGRAFÍA PARTE INTERNA / ENFRIAMIENTO	REG: MTG 008
	Fecha: 20/8/2019	Hora: 11:15
Lugar:	Fábrica La Noblezza	
Ciudad:	Ambato	
Equipos:	Cámara termográfica Flir / Termómetro infrarrojo Fluke	
Tipo de estudio:	Fotografías termográficas	
Máquina:	Máquina de temperado	
Solicitante:	Ing. Nancy Rodríguez	
Fotografías del ensayo		
		



3) Evaluación

De acuerdo a la evaluación técnica y visualización se determinó que el sistema intrínseco de la máquina no brindan una temperatura uniforme en su distribución siendo en la parte externa la acumulación de calor en la parte baja en el inicio del proceso de calentamiento y acumulándose las altas temperaturas en la base y parte superior sin distribuirse de manera homogénea a lo largo del proceso, en el enfriamiento toma más tiempo su ciclo, de igual manera no es uniforme su distribución.

En la parte interna el calentamiento presenta más altas temperaturas en las paredes de la máquina y no en su base.

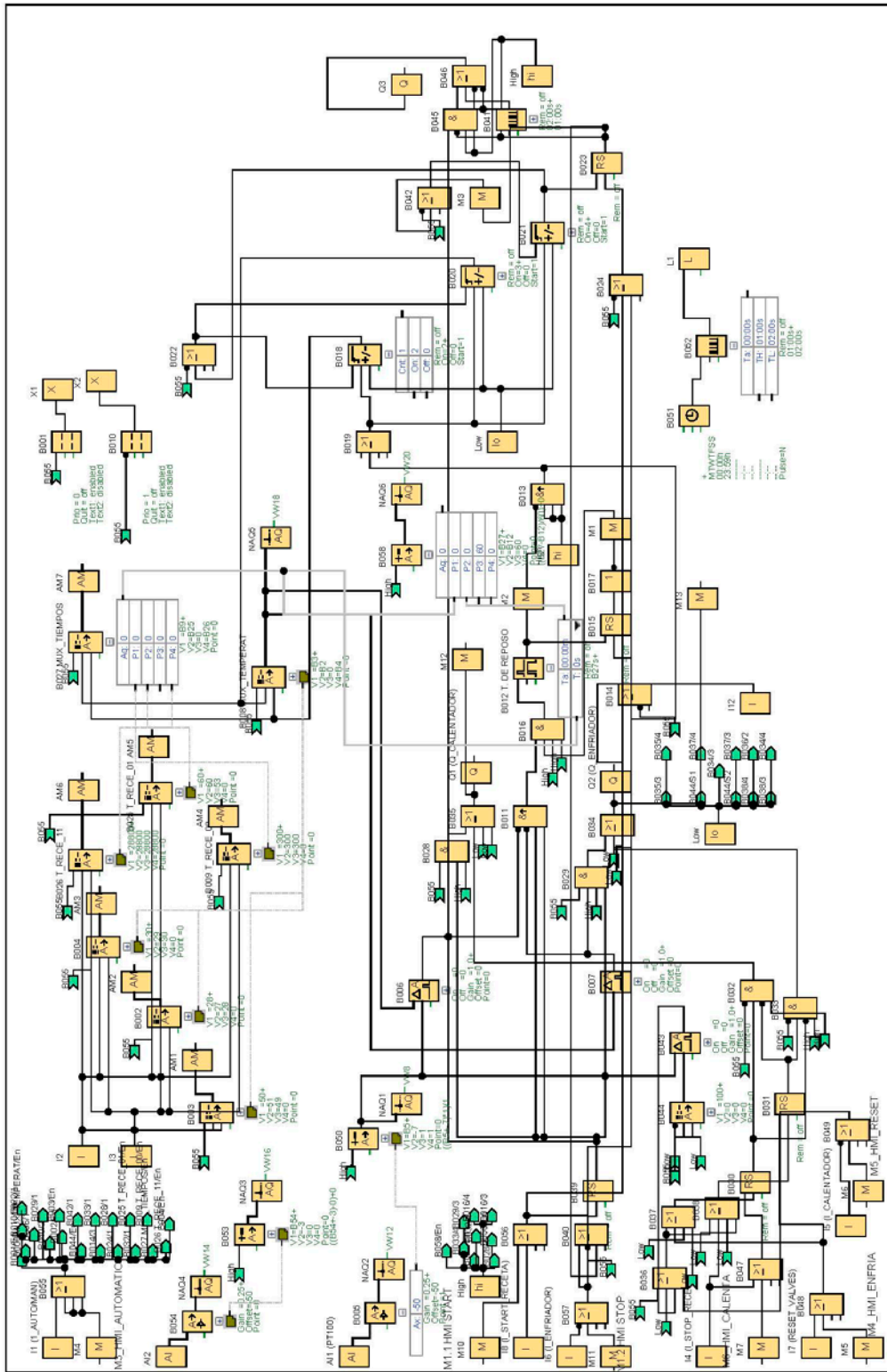
El enfriamiento se presenta de manera gradual, en mayor tiempo que el calentamiento, su distribución interna y externa no son uniformes a través de las superficies de la máquina.

Atentamente:

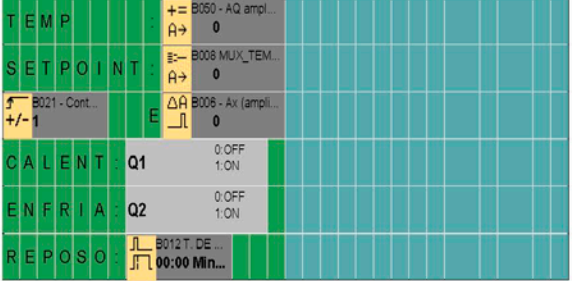



Ing. David Calderón
Planificación - reDCom





Autor:	Usuario: Nancy Rodríguez	Proyecto:	Instalación	Ciente:	
Comprobado:		Fecha de creación/modificación:	2/09/19 20:38/19/04/20 15:56	Nº diagrama:	3/8
				Programa:	Control Cubia Proceso Isc.
				Página:	

Número de bloque (tipo)	Parámetro																		
B001(Texto de aviso) :  <p>Line 6 B050 - Aq Line 10 B008 MUX_TEMPERAT-Aq Line 10 B008 MUX_TEMPERAT-Aq Line 1 B021 - Cont Line 3 0 B006 - Ax Ay Line 4 0 OS status: 0: OFF=OFF: On=ON Line 5 0 OS status: 0: OFF=OFF: On=ON Line 6 0 B012 T. DE REPOSO-TRest</p>	Prio = 0 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N Destino de aviso - Display de LOGO!																		
B002(MUX analógico) :	V1 =28+ V2=27 V3=28 V4=0 Point =0																		
B003(MUX analógico) :	V1 =50+ V2=51 V3=49 V4=0 Point =0																		
B004(MUX analógico) :	V1 =30+ V2=29 V3=40 V4=0 Point =0																		
B005(Amplificador analógico) :	Gain =0,25+ Offset=-50 Point =1																		
B006(Comparador analógico) :	On =0 Off =0 Gain =1,0+ Offset =0 Point=0																		
B007(Comparador analógico) :	On =0 Off =0 Gain =1,0+ Offset =0 Point=0																		
B008 MUX_TEMPERAT(MUX analógico) :	V1 =B3+ V2=B2 V3=B1 V4=B4 Point =0																		
B009 T_RECE_00(MUX analógico) :	V1 =300+ V2=300 V3=300 V4=0 Point =0																		
<table border="1"> <tr> <td>Autor:</td> <td>user Nancy Rodriguez</td> <td>Proyecto:</td> <td></td> <td>Cliente:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comprobado:</td> <td></td> <td>Instalación:</td> <td></td> <td>Nº diagrama:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha de creación/mod:</td> <td>2022/10/20 38/18/04/20 15:56</td> <td>archivo:</td> <td>Programa Control Cuba</td> <td>Página:</td> <td>4 / 8</td> </tr> </table>		Autor:	user Nancy Rodriguez	Proyecto:		Cliente:		Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:		Fecha de creación/mod:	2022/10/20 38/18/04/20 15:56	archivo:	Programa Control Cuba	Página:	4 / 8
Autor:	user Nancy Rodriguez	Proyecto:		Cliente:															
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:															
Fecha de creación/mod:	2022/10/20 38/18/04/20 15:56	archivo:	Programa Control Cuba	Página:	4 / 8														

Número de bloque (tipo)	Parámetro																		
B010(Texto de aviso) :  Line2.10 B050-Aq Line3.9 Line3.10 B044-P1 Line4.9 OSstatus: Q1:Off="OFF";On="ON" Line5.9 OSstatus: Q2:Off="OFF";On="ON" Line6.10 B053-Aq	Prio = 1 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N Destino de aviso - Display de LOGO!																		
B012 T. DE REPOSO(Retardo a la desconexión) :	Rem = off B27s+																		
B015(Relé autoencavador) :	Rem = off																		
B018(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=2+ Off=0 Start=1																		
B020(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=3+ Off=0 Start=1																		
B021(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=4+ Off=0 Start=1																		
B023(Relé autoencavador) :	Rem = off																		
B025 T_RECE_01(MUX analógico) :	V1 =60+ V2=60 V3=63 V4=0 Point =0																		
B026 T_RECE_11(MUX analógico) :	V1 =28800+ V2=28800 V3=28800 V4=28800 Point =0																		
B027 MUX_TIEMPOS(MUX analógico) :	V1 =B9+ V2=B25 V3=0 V4=B26 Point =0																		
B030(Relé autoencavador) :	Rem = off																		
B031(Relé autoencavador) :	Rem = off																		
B039(Relé autoencavador) :	Rem = off																		
B041(Generador de impulsos asincrónico) :	Rem = off 02:00s+ 01:00s																		
B043(Comparador analógico) :	On =0 Off =0 Gain =1.0+ Offset =0 Point=0																		
<table border="1"> <tr> <td>Autor:</td> <td>user Nancy Rodriguez</td> <td>Proyecto:</td> <td></td> <td>Cliente:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comprobado:</td> <td></td> <td>Instalación:</td> <td></td> <td>Nº diagrama:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha de creación/mod:</td> <td>2022/10/20 38/18/04/20 15:56</td> <td>archivo:</td> <td>Programa Control Cuba</td> <td>Página:</td> <td>5 / 8</td> </tr> </table>		Autor:	user Nancy Rodriguez	Proyecto:		Cliente:		Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:		Fecha de creación/mod:	2022/10/20 38/18/04/20 15:56	archivo:	Programa Control Cuba	Página:	5 / 8
Autor:	user Nancy Rodriguez	Proyecto:		Cliente:															
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:															
Fecha de creación/mod:	2022/10/20 38/18/04/20 15:56	archivo:	Programa Control Cuba	Página:	5 / 8														

Número de bloque (tipo)	Parámetro	
B044(MUX analógico) :	V1 =100+ V2=0 V3=0 V4=0 Point=0	
B050(Instrucción aritmética) :	V1=B5+ V2=-7 V3=1 V4=1 Point=0 ((B5+-7)*1)/1	
B051(Temporizador semanal) :	+ MTWTFSS 00:00h 23:59h ----- --:-- ----- --:-- ----- Pulse=N	
B052(Generador de impulsos asincrono) :	Rem = off 01:00s+ 02:00s	
B053(Instrucción aritmética) :	V1=B54+ V2=-3 V3=0 V4=0 Point=0 ((B54+-3)-0)+0	
B054(Amplificador analógico) :	Gain =0,25+ Offset=-50 Point=0	
B058(Instrucción aritmética) :	V1=B27+ V2=B12 V3=0 V4=0 Point=0 ((B27-B12)/60)+0	
M4(Marca) : M3_HMI_AUTOMATICO		
M5(Marca) : M4_HMI_ENFRIA		
M6(Marca) : M5_HMI_RESET		
M7(Marca) : M6_HMI_CALENTA		
M10(Marca) : M1.1 HMI START		
M11(Marca) : M1.2 HMI STOP		
Autor: user	Proyecto:	Cliente:
Comprobado:	Instalación:	Nº diagrama:
Fecha de creación/mod: 2022/10/20 38/18/04/20 15:56	archivo: Programa Control Cuba	Página: 6 / 8

Conector	Rotulación				
AI1	PT100				
AI2					
I1	1_AUTO/MAN				
I12					
I2					
I3					
I4	I_STOP_RECETA				
I5	I_CALENTADOR				
I6	I_ENFRIADOR				
I7	RESET_VALVES				
I8	I_START_RECETA				
AM1					
AM2					
AM3					
AM4					
AM5					
AM6					
AM7					
M1					
M10					
M11					
M12					
M13					
M2					
M3					
M4					
M5					
M6					
M7					
Autor:	user	Proyecto:		Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:	
Fecha de creación/mod:	2022/10/20 38:18/04/20 15:56	archivo:	Programa Control Cuba	Página:	7 / 8

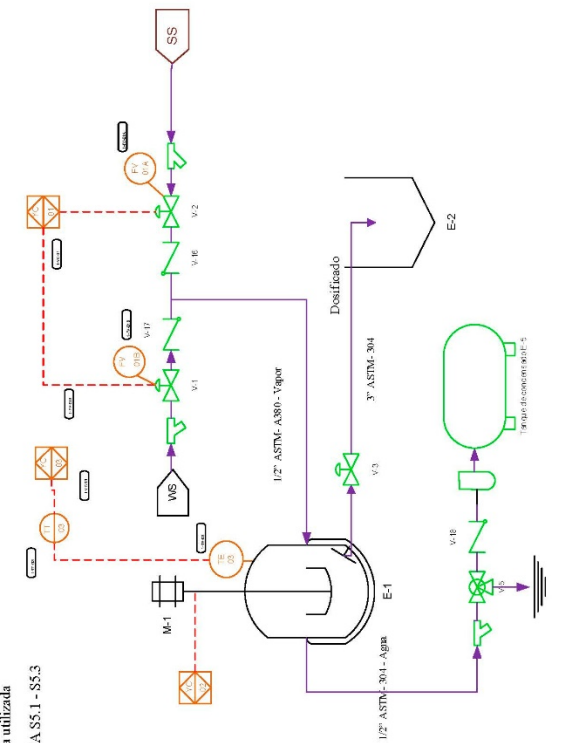
Conector	Rotulación				
NAQ1					
NAQ2					
NAQ3					
NAQ4					
NAQ5					
NAQ6					
Q1	Q_CALENTADOR				
Q2	Q_ENFRIADOR				
Q3					
X1					
X2					
Autor:	user	Proyecto:		Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:	
Fecha de creación/mod:	2022/10/20 38/18/04/20 15:56	archivo:	Programa Control Cuba	Página:	8 / 8

ANEXO J Diagrama de proceso P&ID

Diagrama de Proceso e Instrumentación (P&ID) PROCESO DE DOSIFICADO DE CHOCOLATE

Simbología utilizada

Normas ISA S5.1 - S5.3



Simbolo	Descripción
	Línea de suministro
	Descarga a desagüe
	Válvula manual tipo asiento
	Válvula accionamiento eléctrico
	Válvulas de control 3 vías con actuador y accionamiento manual
	Filtro
	Válvula Check
	Trampa de vapor
	Manómetro de Bourdon
	Tanque de condensado
	Marmita de Chocolate
	Recipiente de Dosificado chocolate

Designación de Colores	Descripción
Color	Descripción
---	Señal Eléctrica
---	Tuberías
	Instrumentos
	Equipos
	Suministro de Agua
	Suministro de Vapor

Fecha	Nombre	Firmas
Dibujado:		
Revisado:		
Aprobado:		

LA NOBLEZA CIA LTDA.

DIAGRAMA DE PROCESO P&ID	
Hoja	1
MARMITA DE CHOCOLATE	
Planta :	Ambato
Plano N°:	3

