



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**REDISEÑO DE RED TÉRMICA DE VAPOR PARA LA ESTERILIZACIÓN DE PRODUCTO DE
EMPACADO EN AUTOCLAVES DE FRIJOL EN INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CIA
S.C.A.**

Jose Luis Castellanos Montenegro

Asesorado por el Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma

Guatemala, septiembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REDISEÑO DE RED TÉRMICA DE VAPOR PARA LA ESTERILIZACIÓN DE PRODUCTO DE
EMPACADO EN AUTOCLAVES DE FRIJOL EN INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CIA
S.C.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSE LUIS CASTELLANOS MONTENEGRO
ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Julio Cesar Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

REDISEÑO DE RED TÉRMICA DE VAPOR PARA LA ESTERILIZACIÓN DE PRODUCTO DE EMPACADO EN AUTOCLAVES DE FRIJOL EN INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CIA S.C.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 15 de agosto de 2017.


Jose Luis Castellanos Montenegro



Guatemala, 15 de mayo de 2019
REF.EPS.DOC.412.05.19.

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

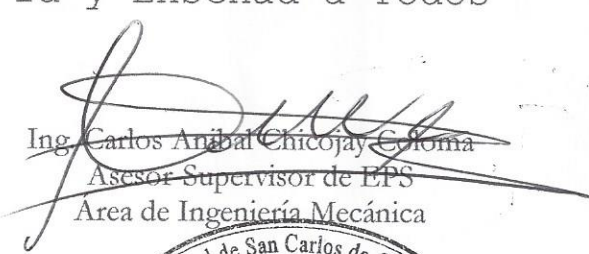
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Luis Castellanos Montenegro** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 201313802, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **REDISEÑO DE RED TÉRMICA DE VAPOR PARA LA ESTERILIZACIÓN DE PRODUCTO EMPACADO EN AUTOCLAVES DE FRIJOL EN INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CÍA S.C.A.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

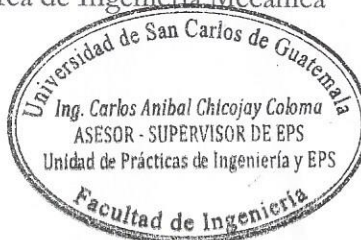
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
Asesor Supervisor de EPS
Area de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo
CACC/ra





Guatemala, 15 de mayo de 2019
REF.EPS.D.188.05.19

Ing. Julio César Campos Paiz
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **REDISEÑO DE RED TÉRMICA DE VAPOR PARA LA ESTERILIZACIÓN DE PRODUCTO EMPACADO EN AUTOCLAVES DE FRIJOL EN INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CÍA S.C.A,** que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Luis Castellanos Montenegro** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS



OAH/ra



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.184.2019

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **REDISEÑO DE RED TÉRMICA DE VAPOR PARA LA ESTERILIZACIÓN DE PRODUCTO DE EMPACADO EN AUTOCLAVES DE FRIJOL EN INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CIA S.C.A.** desarrollado por el estudiante **Jose Luis Castellanos Montenegro**, CUI **2595921100101** y Reg. Académico No. **201313802** recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador Área Complementaria
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, julio 2019



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.217.2019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **REDISEÑO DE RED TÉRMICA DE VAPOR PARA LA ESTERILIZACIÓN DE PRODUCTO DE EMPACADO EN AUTOCLAVES DE FRIJOL EN INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CIA S.C.A.** desarrollado por el estudiante **Jose Luis Castellanos Montenegro**, CUI **2595921100101**, Reg. Académico No. **201313802** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, septiembre 2019

/aej

Universidad de San Carlos
de Guatemala

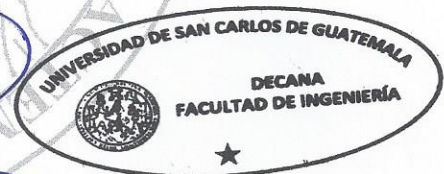


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.360.2019

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **REDISEÑO DE RED TÉRMICA DE VAPOR PARA LA ESTERILIZACIÓN DE PRODUCTO DE EMPACADO EN AUTOCLAVES DE FRIJOL EN INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CIA S.C.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Jose Luis Castellanos Montenegro**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, Septiembre de 2019

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios Padre

Por mi vida, por ponerme en el camino de la sabiduría y la salvación eterna. Señor, este logro lo entrego a ti, para honrarte y glorificarte. Gracias por ser el motor que impulsa mi vida.

Mis padres

Luis Eduardo Castellanos y Syvella Karet Montenegro, porque todo lo que soy es gracias a ustedes, por su apoyo incondicional en cada proyecto desarrollado en cada etapa de mi vida, por su consejo, cuidado, dedicación y amor. Este logro es suyo también, los amo.

AGRADECIMIENTOS A:

- Mi hermana** María José Castellanos, por acompañarme y brindarme alegrías y sonrisas cada día que hicieron de esta carrera un camino más feliz y sencillo. Espero que este logro sea un ejemplo a seguir para ti.
- Mis tías** Luisa María y Andrea María Álvarez, por su ejemplo a seguir como estudiantes y profesionales, quienes han ejercido sus profesiones con responsabilidad y excelencia.
- Familia Mencos y familia Soc** Quienes me apoyaron como si fuese de la misma familia durante todo el trayecto de mi carrera, no solo con recursos, también, con motivación.
- Ing. Alejandro Urrea** Por su apoyo, guía y asesoría durante toda la carrera y la etapa de prácticas finales en Cervecería Centro Americana S.A.
- Mi novia** Arlethe Marian Ochoa, gracias mi amor por compartir mis logros más importantes, por darme las fuerzas e inspirarme cada día en esta etapa. Tú me has animado y ahora veremos los frutos de este esfuerzo juntos.

Mi iglesia

Vida Real, por ser quien me guía e instruye en el camino de lo que agrada a Dios, y por hacer de mí una mejor persona.

**Cervecería Centro
Americana S.A.**

Institución que me abrió las puertas y me apoyó en la realización de mis prácticas finales, al igual que a cada uno de sus trabajadores, gracias por infundir conocimiento y experiencia invaluable.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

A la institución que me brindó el conocimiento y las herramientas necesarias para formarme como profesional, gracias por todo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Generalidades de Industrias Alimenticias Kern's y CÍA S.C.A.....	1
1.1.1. Misión, visión, ubicación y catálogo de productos	1
1.1.2. Reseña histórica de la empresa	2
1.1.3. Estructura organizacional del área de esterilización	4
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Fundamentos teóricos	5
1.3.1. Relación temperatura, presión	5
1.3.2. Esterilización.....	9
1.3.3. Formas de transferencia de calor.....	10
1.3.4. Caudal.....	11
1.3.5. Tipos de flujo.....	12
1.3.6. Autoclave	13
1.3.7. Autoclave sterifer modelo FG3 6J1P.....	14
1.3.8. Intercambiadores de calor	17

1.3.9.	Intercambiador de calor de placas alfa modelo TS20	20
1.3.10.	Red de distribución de vapor.....	23
1.3.11.	Sistema de válvulas de las autoclaves.....	24
1.3.12.	Panel de control.....	26
1.3.13.	Curva térmica de esterilización	29
1.3.14.	Pérdidas de carga en tuberías por fricción.....	31
1.3.15.	Pérdida de calor en tuberías	33
1.3.16.	Sistemas de enfriamiento industriales para agua ...	36
1.3.17.	Empaque <i>doypack</i>	37
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	39
2.1.	Diagnóstico de la situación actual	39
2.2.	Metodología y técnicas aplicadas.....	61
2.2.1.	Pérdidas por consumo de potencia	61
2.2.2.	Pérdidas por vibraciones	62
2.2.3.	Pérdidas en la presión del agua	64
2.2.4.	Pérdidas en la temperatura del agua	68
2.2.5.	Inspección de revestimiento térmico en tuberías....	70
2.2.6.	Inspección de fugas.....	71
2.2.7.	Propuesta de mejora y aumento de producción	74
3.	FASE DE SERVICIO DE DOCENCIA	79
3.1.	Metodología y técnicas aplicadas.....	79
3.2.	Desarrollo del proceso de levantamiento térmico y caída térmica	79
3.3.	Capacitación del proceso desarrollado	84

CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES.....	89
BIBLIOGRAFÍA.....	91
ANEXOS	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura organizacional del área de esterilización	4
2.	Ecuación de coeficiente de conductividad térmica.....	6
3.	Ilustración práctica de la ley de Charles.....	7
4.	Ilustración práctica de la ley de Boyle-Mariotte.....	8
5.	Gráfica de la relación entre presión y temperatura de un sistema.....	8
6.	Flujo laminar	12
7.	Flujo turbulento	13
8.	Autoclave marca Sterifer, modelo FG3 6JP1	14
9.	Mecanismos para de intercambio de calor.....	19
10.	Intercambiador de calor marca Alfa Laval, modelo TS20	20
11.	Partes del intercambiador de calor TS20	22
12.	Red de distribución neumática y de vapor de las autoclaves	23
13.	Ubicación de válvulas instaladas en autoclave Sterifer, modelo FG3 6JP1	25
14.	Vista del panel, durante el funcionamiento de la autoclave	26
15.	Gráfica del proceso de esterilización ideal.....	30
16.	Ecuación de Darcy-Weisbach.....	32
17.	Ecuación para determinar el valor de pérdidas localizadas	33
18.	Ecuación para determinar pérdidas internas de calor.....	34
19.	Ecuación para determinar pérdidas internas de calor.....	34
20.	Ecuación para determinar pérdidas internas de calor.....	35
21.	Tubería con aislante térmico	35
22.	Empaques Doypack.....	38

23.	Plano de instalación de las seis autoclaves del área de esterilización	40
24.	Registro cicloidal para la recopilación diaria de información de autoclaves.....	55
25.	Motor eléctrico de 1HP, componente de una autoclave, objeto de estudio de consumo de potencia.....	62
26.	Autoclaves Sterifer, del área de esterilización de frijol, 1.....	63
27.	Autoclaves Sterifer, del área de esterilización de frijol, 2.....	63
28.	Ecuación del número de Reynolds.....	64
29.	Ecuación de Darcy-Weisbach	66
30.	Ecuación de pérdida de calor por radiación, convección y conducción.....	69
31.	Tramo de tubería con revestimiento térmico del sistema de recirculación de autoclave	71
32.	Chequeo de las condiciones del empaque de la puerta de la autoclave #4	72
33.	Inspección de fugas en la compuerta de la autoclave Sterifer #3	73
34.	Inspección de fugas en válvula de compuerta de autoclave #3	73
35.	Sistema de intercambio de calor	74
36.	Balance de masa, energía.....	75
37.	Balance de energía en un sistema estable	75
38.	Intercambio de flujo energético en balance de masa-energía	76
39.	Ingreso de flujo energético en intercambiador de calor	76
40.	Porcentaje de aumento de producción media.....	77
41.	Set de sensores térmicos <i>loggers</i>	80
42.	Programación de los intervalos de tiempos para la toma de datos de los <i>loggers</i>	81
43.	Preparación y montaje de logger sobre su base.....	81

44.	Set de loggers preparados para prueba de toma de lecturas de temperatura, durante proceso de esterilización	82
45.	Carreta de autoclave Sterifer, con muestras con <i>loggers</i>	82
46.	Carril para carretas de autoclave, con <i>logger</i> sujeto para <i>pruebas</i>	83
47.	Gráfica de comportamiento de temperatura de bolsas de frijol, utilizando <i>loggers</i> para el registro de los valores	83

TABLAS

I.	Conductividad térmica	6
II.	Accesorios de tubería para el sistema de distribución neumático y vapor	24
III.	Válvulas instaladas en autoclave Sterifer, modelo FG3 6JP1	25
IV.	Base de datos de funcionamiento de autoclave #3.....	41
V.	Formato para la recopilación diaria de información de autoclaves	54
VI.	Promedio de tiempos, en segundos, del proceso de esterilización de cada presentación de frijol en la autoclave #3	56
VII.	Tiempos reales y teóricos de esterilización para las autoclaves de Industrias Kern's	57
VIII.	Capacidad volumétrica de autoclaves Sterifer 3, 4, 5 y 6	58
IX.	Capacidad de aumento de producción.....	59
X.	Porcentaje de producción en plan de largo plazo según volumen de la presentación.....	77
XI.	Cronograma de actividades para el desarrollo del nuevo método de análisis térmico	85

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
x	Calidad de vapor
Δ	Cambio de
Q	Caudal
\varnothing	Diámetro
ρ	Densidad
E	Energía
S	Entropía
\dot{E}	Flujo entrópico
\dot{m}	Flujo másico
L	Longitud
m	Masa
p	Presión
P	Potencia
r	Radio
T	Temperatura
t	Tiempo
W	Trabajo
v	Velocidad
V	Volúmen

GLOSARIO

Autoclave	Es un dispositivo utilizado para la esterilización de materiales de laboratorio o alimentos procesados por medio de vapor de agua, que posee un cierre hermético para trabajar a altas presiones.
Bomba	Es un dispositivo encargado de elevar la presión de un fluido para trasladarlo de un punto hacia otro. Generalmente, convierte la energía eléctrica (proveniente de la fuente de poder) en energía mecánica (que es el mecanismo que mueve al fluido) para convertirla en energía potencial (cambio de presión del fluido).
Calor latente	Es la cantidad de calor absorbida o liberada durante un proceso de cambio de fase. Específicamente, se conoce como calor latente de fusión cuando se da durante una etapa de fusión; y calor latente de evaporación cuando se da durante una etapa de evaporación.
Calor sensible	Es el calor que recibe un cuerpo u objeto, el cual hace que aumente su temperatura sin afectar la estructura molecular, o sea su estado.

Condensado	Es el líquido que se forma al momento de que el vapor pasa de fase gaseosa a fase líquida. En un proceso de calentamiento, el condensado es el resultado de la transferencia de energía calorífica por parte del vapor, al producto, línea o equipo que debe calentar.
Evaporación	Es el proceso por mediante el cual las moléculas pasan de estado líquido a estado gaseoso de manera espontánea. Es lo opuesto a la condensación.
Intercambiador de calor	Son dispositivos donde dos corrientes de fluido en movimiento intercambian calor entre sí sin mezclarse. Se usan ampliamente en varias industrias y su diseño es variado.
Motorreductor	Es una máquina que se constituye por un motor eléctrico y una serie de engranajes que van acoplados a la flecha de un motor eléctrico, la cual sirve para reducir el número de rpm del motor y mantenerlo a una velocidad constante.
Planta industrial	También conocida como instalación industrial, es el conjunto de medios necesarios para realizar los procesos de fabricación de un producto procesado.

Válvula	Las válvulas son dispositivos que permiten el paso, control o regulación de un determinado fluido, gas o sustancia.
Válvula de seguridad	Es un dispositivo utilizado para evacuar el caudal de fluido necesario, de tal manera que no sobrepase la presión establecida del sistema protegido.
Vapor húmedo	Es vapor que contiene humedad proveniente de las partículas de agua no vaporizadas, las cuales son arrastradas hacia las líneas de distribución de vapor.
Vapor saturado	En las tablas de temperatura-entalpía, es el vapor donde se presentan presiones y temperaturas en las cuales el vapor (gas) y el agua (líquido) pueden coexistir.
Vapor seco	En la práctica se considera vapor seco al vapor que contiene una humedad menor al 4 %, o sea que posee una calidad mayor al 96 %. A nivel teórico, el vapor seco es vapor con ausencia de humedad.
Vapor sobrecalentado	En las tablas de temperatura-entalpía, es el vapor en la región que se sitúa a la derecha de la línea de vapor saturado y a temperaturas superiores a la temperatura en el punto crítico.

RESUMEN

En el ejercicio profesional supervisado (EPS) se desarrolló un marco conceptual para definir los conceptos básicos de operación de las autoclaves a estudiar. Luego, se detallaron los antecedentes correspondientes a las modificaciones o servicios que se le han aplicado al equipo de esterilización. Posteriormente, se definieron los posibles métodos y técnicas a aplicar para el diseño del proyecto y se establecieron los objetivos y metas del proyecto.

Se establecieron las variables, dependientes e independientes, dentro del problema del ejercicio profesional supervisado (EPS). El estudio se delimitó por el campo de estudio a nivel geográfico (ubicación) y humano (personal de operación de los equipos). También, se describió el listado de los recursos necesarios para la ejecución del proyecto; se tomó en cuenta mano de obra, compra de equipo nuevo, servicios externos y estudios de ingeniería, entre otros. Parte fundamental del proyecto consistió en la recopilación de la información y el análisis de las causas y soluciones para la maximización de la capacidad en las autoclaves. Se calendarizó un cronograma de actividades, durante el periodo del proyecto.

Por último, se citó la bibliografía que permitió la recopilación de la información (manuales de operación y egrafía) y se describieron los requisitos académicos para participar en este tipo de proyectos.

OBJETIVOS

General

Realizar un rediseño en la red térmica de vapor para la esterilización de producto de empaçado en autoclaves de frijol, mediante la modificación de un intercambiador de calor.

Específicos

1. Alcanzar los valores reflejados por las gráficas temperatura-tiempo teóricas que indican una eficiente operación de las autoclaves durante el proceso de esterilización.
2. Aumentar la cantidad de procesos de esterilización que se hacen diariamente por autoclave.
3. Ejecutar estudios y cálculos para determinar el impacto de factores externos a los intercambiadores de calor.
4. Desarrollar un nuevo método práctico que permita estudiar los procesos térmicos de las autoclaves del área de esterilización de frijol, mediante el uso de sensores térmicos.

INTRODUCCIÓN

La industria alimenticia se caracteriza por el alto nivel de higiene e inocuidad que sus procesos deben tener, pues esta juega directamente con la salud de los consumidores. Existen procesos térmicos y químicos clave para asegurar el consumo de estos alimentos, como la pasteurización para los lácteos y las cervezas y la esterilización completa para los granos (maíz, frijol, arvejas, entre otros).

Industrias Alimenticias Kern's CIA y S.C.A, carretera al Atlántico, kilómetro 6,5, zona 18 de la ciudad de Guatemala, es una compañía líder a nivel centroamericano en lo que se refiere a la producción y distribución de alimentos (frijoles, salsitas y ketchup, entre otros) y bebidas no carbonatadas. Cuenta con una línea de producción de frijol que representa más de 300 toneladas diarias. Esta línea posee cuatro llenadoras y tres autoclaves, donde las llenadoras, teóricamente, representan el cuello de botella en la línea. Sin embargo, se ha notado que en varias ocasiones las autoclaves no se logran dar abasto y retrasan los programas de producción, siendo menos eficientes de lo que debieran ser. Esta pérdida de eficiencia se refleja en menores capacidades, mayor consumo de energía y mayor desgaste de los equipos.

En el reporte final del ejercicio profesional supervisado (EPS) se presenta tanto el análisis estadístico y la metodología a utilizar para la aprobación del proyecto por parte de la gerencia, como los estudios mecánicos para determinar de manera cuántica las mejoras que se pretenden alcanzar en la ejecución de este proyecto.

Para lograr este objetivo es necesario la modificación de un intercambiador de calor en el sistema de recirculación de vapor y la posible instalación de un enfriador de agua.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Generalidades de Industrias Alimenticias Kern´s y CÍA S.C.A.

A continuación, se presentan las generalidades de Industrias Alimenticias Kern´s y CÍA S.C.A.

1.1.1. Misión, visión, ubicación y catálogo de productos

- Misión

“Promover el desarrollo integral de quienes laboramos para que, a través de un excelente servicio y de trabajo en equipo, logremos la producción y distribución rentable de productos de alta calidad que satisfagan las expectativas del consumidor, siendo vanguardistas y consolidándonos en el mercado centroamericano y norteamericano”.¹

- Visión

“Con el esfuerzo diario de todos, seremos la empresa líder fabricante y distribuidora de alimentos y productos de alta calidad, comprometida a conquistar permanentemente la satisfacción del consumidor consolidando nuestras marcas como las mejores del mercado”.²

¹ Industrias Alimenticias Kern´s y CÍA S.C.A. *Misión y Visión*. <https://www.aquienguate.com/perfil/industrias-alimenticias-kerns-y-cia-sca>. Consulta: 3 de marzo de 2019.

² *Ibíd.*

- Ubicación

La planta industrial se ubica en el kilómetro 6,5, carretera al Atlántico, zona 18, ciudad de Guatemala, Guatemala. Mientras que las oficinas están medio kilómetro más delante de la planta industrial, en el kilómetro 7 carretera al Atlántico.

- Catálogo de productos

Industrias Alimenticias Kern's y CIA S.C.A. cuenta con un catálogo de productos basto en alimentos y bebidas. De hecho, son líderes regionales en la venta de salsa dulce y bebidas no carbonatadas. La planta industrial se encarga de elaborar productos marca Kern's y Ducal, su línea de prestigio.

En el área de alimentos, Kern's cuenta con una variedad de presentaciones de ketchup, desde envases de plástico hasta envases de vidrio, y desde 5 ml hasta un galón. También, cuentan con una variada gama de salsas naturales y frijoles, cocidos y colados.

En el área de bebidas no carbonatadas, Kern's cuenta con una variedad de sabores de té frío, jugos naturales y bebidas con alcohol. Estas últimas solo fabricadas en la planta industrial de Costa Rica.

1.1.2. Reseña histórica de la empresa

La historia de la marca Kern's se remonta a los años veinte, en el corazón del valle central de California, donde empezó la distribución de jugos naturales para las familias de la región. Luego en los años treinta, la compañía introdujo los Néctares Kern's, cuyo éxito fue inmediato.

Conforme se dio el crecimiento del Estado de California, creció la marca. De ser producida y vendida a un nivel local, se dio su comercialización en otros estados cercanos. Posteriormente, a finales de los años cincuenta, la empresa inauguró su subsidiaria en Guatemala, que el 27 de junio de 1959 sería vendida para convertirse en Industrias Alimenticias Kern's y CIA S.C.A. La empresa basó su portafolio inicial en el éxito obtenido con sus néctares en California, pero también buscó la diversificación, enfocándose en todo momento en ofrecer a los consumidores centroamericanos de bebidas y alimentos naturales a base de fruta fresca.

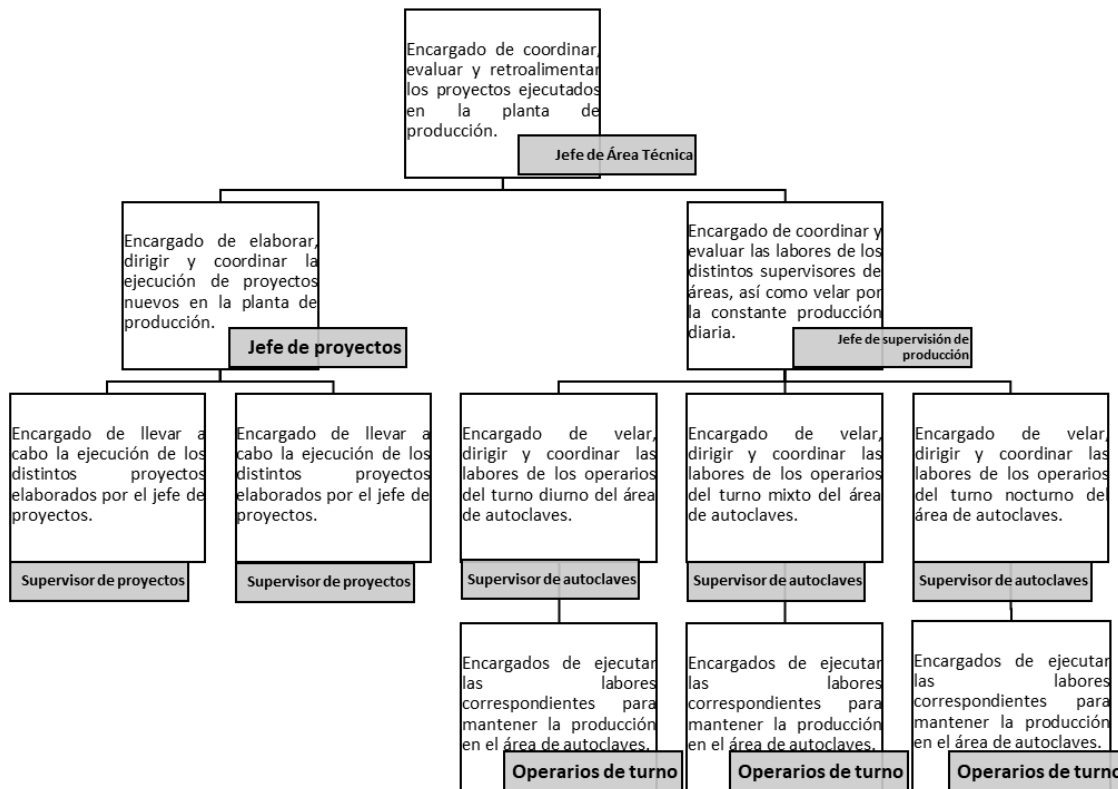
En 1963 se fundó en Guatemala la Compañía de Alimentos y Conservas Ducal, la cual inició sus operaciones como competencia de Kern's. En 1965 W.R. Grace Co., el consorcio dueño de Kern's, adquirió Ducal. A partir de 1969 las dos empresas empezaron a operar juntas como cambio estratégico para una reducción de costos de producción y operación y potenciar su expansión centroamericana. En 1970 la empresa pasó a ser de Riviana Foods Inc., de Texas.

Durante los siguientes treinta años, Alimentos Kern's progresó significativamente; desarrolló marcas exitosas, innovando y promoviendo nuevos productos que cumplieren con los requerimientos de calidad y expectativas de los consumidores de Centroamérica. En septiembre de 2004 Riviana Food Inc, fue comprada por Ebro Puleva S.A., empresa líder mundial en arroz, con sede en Madrid España. Por último, en el año 2006 Alimentos Kern's fue comprada por Florida Ice & Farm Co. (FIFCO), por medio de su subsidiaria Florida Bebidas. A través de esta adquisición es que nace Industrias Alimenticias Kern's y CIA S.C.A.

1.1.3. Estructura organizacional del área de esterilización

A continuación, se presenta la estructura organizacional del área de esterilización.

Figura 1. Estructura organizacional del área de esterilización



Fuente: elaboración propia.

1.2. Planteamiento del problema

Un aumento del tiempo en las fases de calentamiento y enfriamiento para la esterilización de alimentos, junto al hecho de una mala distribución de

producto proveniente de las llenadoras ha provocado una disminución en la capacidad de las autoclaves de frijol (menor cantidad de procesos de esterilización por día). Esto también se ve reflejado en un retraso del programa de producción.

Por tal motivo, el diseño de un plan de acciones para la recolección, tabulación y análisis de datos dará los resultados para determinar la mejor opción a realizar para reducir el tiempo de las fases de calentamiento y enfriamiento y así maximizar la capacidad de las autoclaves.

1.3. Fundamentos teóricos

A continuación, se presenta la relación e temperatura y presión.

1.3.1. Relación temperatura, presión

La conductividad térmica es una propiedad física de los materiales que les permite transferir la energía cinética de sus moléculas a otras adyacentes. En otras palabras, es la capacidad que poseen para transferir calor. Se trata de una magnitud intensiva. Es una magnitud intensiva, o sea que no depende de la cantidad de moléculas que tiene un cuerpo o sistema. Su magnitud inversa es la resistencia térmica, que se define como la capacidad que tienen los materiales de bloquear la transferencia de calor.

La conductividad térmica se expresa según la ley de Fourier, la cual establece que el flujo de calor a través de una superficie de un área es proporcional a la diferencia de temperaturas entre los distintos puntos del cuerpo, diferencial de temperaturas.

Figura 2. **Ecuación de coeficiente de conductividad térmica**

$$\lambda = \frac{\dot{q}}{|\nabla T|}$$

Fuente: *Conductividad térmica*. [http://srv2.fis.puc.cl/mediawiki/index.php/Conductividad_Térmica_\(Fis_152\)](http://srv2.fis.puc.cl/mediawiki/index.php/Conductividad_Térmica_(Fis_152)). Consulta: 13 de septiembre de 2017.

A continuación, se presenta una serie de materiales, metálicos y no metálicos, con sus respectivos valores de conductividad térmica. Notar que los materiales no metálicos poseen un coeficiente sumamente bajo, en comparación a los metálicos, razón por la cual, estos últimos son utilizados para la transferencia de calor en la industria.

Tabla I. **Conductividad térmica**

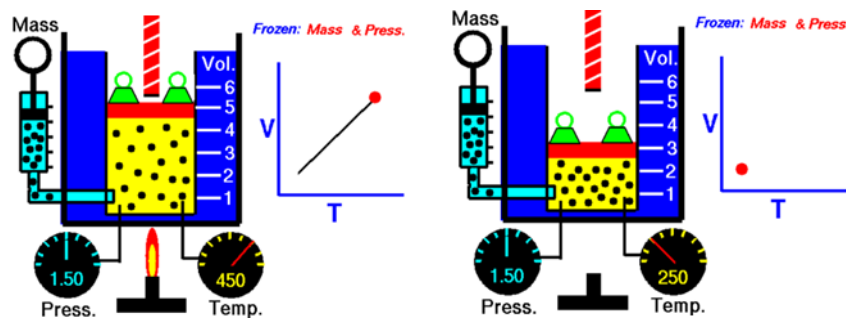
↑ Conductividad térmica	λ	↓ Conductividad térmica	λ
Diamante	$\cong 2300$	Aire	$\cong 0,02$
Plata	$\cong 413$	Corcho	$\cong 0,03$
Cobre	$\cong 380$	Amianto	$\cong 0,04$
Oro	$\cong 308$	Fibra de vidrio	$\cong 0,05$
Litio	$\cong 301$	Madera	$\cong 0,13$
Aluminio	$\cong 237$	Alcohol	$\cong 0,16$
Bronce	$\cong 150$	Parafina	$\cong 0,21$
Zinc	$\cong 120$	Glicerina	$\cong 0,29$
Latón	$\cong 100$	Mica	$\cong 0,35$
Mercurio	$\cong 84$	Agua	$\cong 0,58$
Hierro	$\cong 80$	Vidrio	$\cong 0,8$

Fuente: HERNANDEZ, Pedro. *Características térmicas de los materiales*. <https://pedrojhernandez.com/2014/04/09/caracteristicas-termicas-de-los-materiales/>. Consulta: 14 de septiembre de 2017.

La relación entre la temperatura y la presión de un cuerpo líquido o sólido se deriva de la ley general de los gases, la cual es una ley que combina la ley de Boyle-Mariotte, la ley de Charles y la ley de Gay-Lussac. Cada una de las leyes asocia dos de las variables termodinámicas.

Primero, la ley de Charles relaciona el volumen y la temperatura, mantenida a una presión constante, por medio de una constante de proporcionalidad directa. Para una cantidad de gas a una presión constante, al elevarse la temperatura, el volumen del gas se elevará y al disminuir la temperatura, el volumen de dicho gas disminuirá.

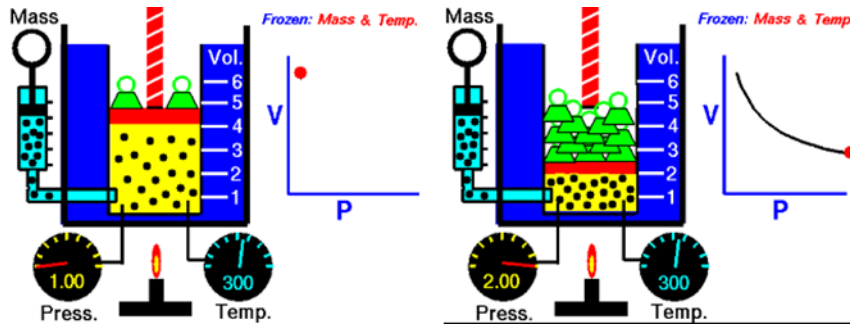
Figura 3. Ilustración práctica de la ley de Charles



Fuente: *Ley de Charles*. <http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/aglussac.html>. Consulta: 14 de septiembre de 2017.

Segundo, la ley de Boyle-Mariotte indica que la presión ejercida por una fuerza es inversamente proporcional a la masa de un gas, siempre y cuando su temperatura se mantenga constante. En otras palabras, a una temperatura constante, el volumen de una masa de gas es inversamente proporcional a la presión que este ejerce.

Figura 4. Ilustración práctica de la ley de Boyle-Mariotte

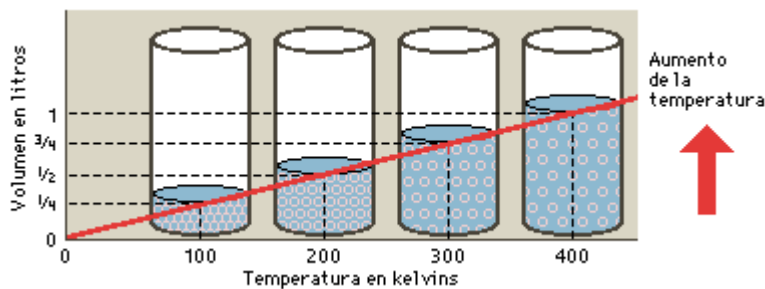


Fuente: Ley de Boyle-Mariotte. <https://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/aboyle.html>.

Consulta: 15 de septiembre de 2017.

Por último, la ley de Gay-Lussac es la ley que relaciona la temperatura y la presión de una masa de gas. Establece que la presión de un volumen fijo de gas es directamente proporcional a su temperatura, es un volumen determinado, invariable.

Figura 5. Gráfica de la relación entre presión y temperatura de un sistema



Fuente: *Presión y temperatura de un sistema.*

<https://leyesdelosgases.wordpress.com/2011/02/15/ley-de-charles-relacion-entre-la-temperatura-y-el-volumen-a-presion-constante/>. Consulta: 15 de septiembre de 2017.

Esta ley es estrictamente válida para gases ideales, mientras que en los gases reales se cumplirá con un alto grado de exactitud solo en condiciones de presión y temperaturas moderadas, o densidades de gas bajas. En altas presiones, la ley necesita corregirse con términos específicos, según la naturaleza del gas.

1.3.2. Esterilización

La esterilización es la eliminación total de los microorganismos que contiene un objeto o sustancia, que también puede encontrarse acondicionado de tal forma que no pueda contaminarse de nuevo.

Todos los microorganismos son susceptibles, a distinta magnitud, a la acción del calor. Este genera desnaturalización de proteínas, fusión y desorganización de las membranas y procesos oxidativos irreversibles en los microorganismos. La eficiencia del calor como método de esterilización depende de dos factores:

- Temperatura
- Tiempo de exposición

Existen dos tipos de calor utilizados para la esterilización. Primero, el calor húmedo, el cual produce desnaturalización y coagulaciones de las proteínas. Estos efectos se deben a dos razones: el agua es un componente químico muy reactivo y muchas estructuras biológicas se producen por reacciones que eliminan agua. Por ende, reacciones inversas pueden dañar a la célula por causa de la producción de productos tóxicos.

El vapor de agua contiene un coeficiente de transferencia de calor mucho más elevado que el aire. Por lo que los materiales húmedos conducen el calor de mejor manera debido a la energía liberada durante la condensación. Segundo, el calor seco produce desecación de la célula, efectos tóxicos por niveles elevados de electrolitos, procesos oxidativos y fusión de membranas. La acción destructiva del calor sobre proteínas y lípidos requiere mayor temperatura cuando el material está seco o la actividad de agua del medio es baja.

1.3.3. Formas de transferencia de calor

La transferencia de calor consiste en la propagación del mismo por medio de distintos medios. Esto se produce siempre y cuando exista un gradiente térmico o cuando dos sistemas con distintas temperaturas se ponen en contacto. El proceso persiste hasta alcanzar el equipo de equilibrio térmico.

Se reconocen tres modos distintos de transferencia de calor, aunque solo dos de ellas dependen exclusivamente de un desequilibrio térmico para producirse. Las formas de transmitir el calor son:

- Conducción

Esta transferencia de calor se produce por medio de un material por contacto directo entre sus partículas, cuando existe una diferencia de temperatura. Puede darse a través de un medio líquido, sólido o gaseoso. La cantidad de calor transferida por conducción viene dada por la ley de Fourier, que afirma que la conducción de calor a través de un cuerpo por unidad de sección transversal es proporcional al gradiente de temperatura que existe en el cuerpo.

- **Convección**

Esta forma se compone de dos mecanismos simultáneos. El primero es la transferencia por conducción moléculas, superpuesta a la transferencia de energía por el movimiento de fracciones del fluido que se mueven accionadas por una fuerza externa (gradiente de densidad o diferencia de presión producida, o ambas). La cantidad de calor transferido es dictada por la ley de enfriamiento de Newton.

- **Radiación**

Esta se atribuye a cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas de la materia. Dada la ausencia de un medio de, hay una transferencia neta de calor por radiación entre dos superficies a diferentes temperaturas, ya que todas las superficies con temperatura contable emiten energía en forma de ondas electromagnéticas.

1.3.4. Caudal

Se define caudal como la cantidad de fluido que circula a través de una sección de ducto (tubería, canal, río, entre otros). Por lo general, se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área a través de una unidad de tiempo definida. Con menos frecuencia se identifica con el flujo másico que pasa por un área definida en una unidad de tiempo.

El concepto de caudal tiene una fuerte presencia en la ingeniería agrícola y en la ingeniería hidráulica. Es fundamental conocerlo para el dimensionamiento de presas y obras de control de avenidas (protección de zonas contra inundaciones).

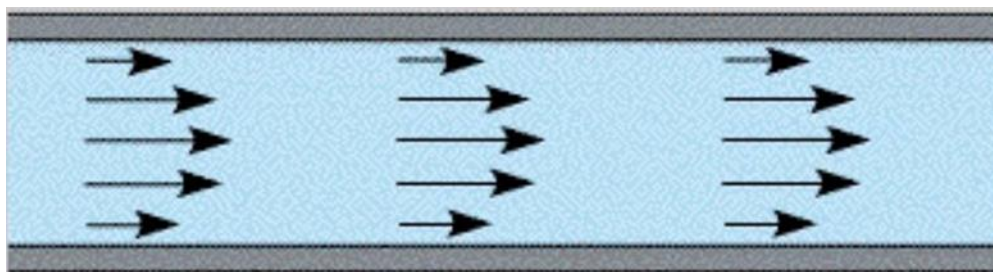
Medir de forma práctica un caudal en obras hidráulicas tiene vital importancia, pues de estas mediciones depende muchas veces el buen funcionamiento del sistema hidráulico analizado como un todo, y en muchas ocasiones es fundamental garantizar la seguridad de la estructura mecánica o civil.

1.3.5. Tipos de flujo

Un flujo varía sus características y propiedades físicas dependiendo de varios factores: densidad, velocidad, diámetro de la tubería, viscosidad dinámica y viscosidad cinemática. Con base en estos factores, un fluido puede ser:

- Laminar: movimiento del fluido cuando va ordenado, estratificado y de forma suave. El fluido se mueve en láminas paralelas sin entremezclarse entre ellas, siguiendo una línea de corriente. Este es típico en fluidos de velocidades bajas o viscosidades altas.

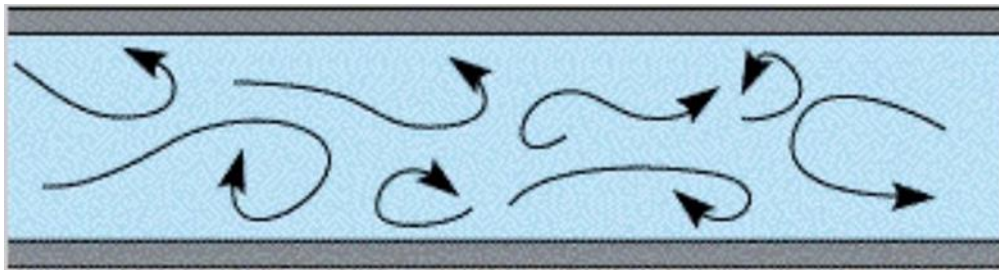
Figura 6. Flujo laminar



Fuente: *Flujo laminar*. <https://neetesuela.org/flujo-turbulento-y-laminar/>. Consulta: 15 de septiembre de 2017.

- Turbulento: movimiento de un fluido que se da de forma caótica, donde las partículas se mueven de forma desordenada y las trayectorias se encuentran formando pequeños remolinos periódicos, no coordinados. Es típico de 2 canales con grandes pendientes. Por esto, la trayectoria de una partícula puede ser predecible hasta cierto punto, a partir del cual la trayectoria de la misma es impredecible.

Figura 7. **Flujo turbulento**



Fuente: *Flujo turbulento*. <https://neetesecuela.org/flujo-turbulento-y-laminar/>. Consulta: 16 de septiembre de 2017.

1.3.6. Autoclave

Una autoclave es un dispositivo utilizado para esterilizar material de laboratorio, utilizando vapor de agua a altas presiones y temperaturas, evitando que el agua llegue a ebullición a pesar de su alta temperatura. El principio de esterilización es que la autoclave coagula las proteínas de los microorganismos debido a la presión y temperatura del agua, aunque se ha llegado a saber de algunas formas acelulares, que pueden soportar temperaturas de autoclave (como los priones).

Las autoclaves comunes funcionan permitiendo la entrada o generación de vapor con restricción de salida, hasta alcanzar presiones internas de

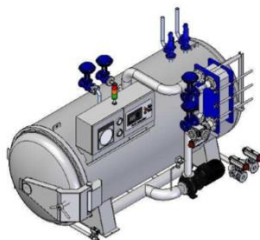
103 kPa, lo que provoca que el vapor alcance temperaturas de hasta 121 °C, utilizando tiempos típicos entre 15 a 20 minutos para esterilizar. Las autoclaves más modernas permiten realizar procesos alcanzando temperaturas superiores a los 135 °C y los 200 kPa, utilizando procesos de tan solo 5 minutos para esterilizar.

Por el hecho de contener fluidos a alta presión, implica que las autoclaves deben ser de manufactura sólida, generalmente metal, y que sean construidas de forma hermética. Estas se utilizan ampliamente en laboratorios, como medida elemental de esterilización de material. Aunque es bueno mencionar que debido a que el proceso involucra vapor de agua a alta temperatura, ciertos materiales no pueden ser esterilizados en autoclave, como el papel y la mayoría de los plásticos (con excepción del polipropileno y otros compuestos de la misma familia).

1.3.7. Autoclave sterifer modelo FG3 6J1P

Las autoclaves Sterifer modelo FG3 6J1P componen, en su mayoría, el equipo de esterilización que utiliza la planta industrial de Industrias Alimenticias Kern's para la esterilización de producto empacado de frijol Doypack.

Figura 8. **Autoclave marca Sterifer, modelo FG3 6JP1**



Fuente: *Autoclave*. <https://www.ferlomachines.com/>. Consulta: 16 de septiembre de 2017.

Industrias Alimenticias Kern's confía en el equipo adquirido a Ferlo, pues aportan al proceso de esterilización muchas ventajas con el diseño de sus autoclaves, como:

- Aislamiento térmico de cuerpo exterior por medio de manta de fibra de vidrio. Dicho aislamiento garantiza pérdidas mínimas de energía por disipación de calor. Por otra parte, permite eliminar el riesgo de quemaduras por parte de los operarios que permanezcan en los alrededores de la máquina.
- Aislamiento térmico de la puerta. Aumenta aún más la eficiencia térmica del conjunto y también garantiza la imposibilidad de sufrir quemaduras, por parte del personal, durante el proceso.
- Circuito de agua de proceso independiente. Esto permite que el aprovechamiento del agua utilizada sea máximo, puesto que se puede extraer después del proceso y canalizarla para una utilización posterior. A pesar de todo, existen unas pérdidas mínimas al final del proceso que no pueden evitarse. Por todo esto, la utilización de agua tratada resulta sencillo y económico.
- Filtro exterior y/o interiores para limpiar el agua de proceso de suciedad e impurezas en su recirculación. Impide que pueda dañarse la bomba, el intercambiador y otros elementos del circuito, además de permitir una mayor limpieza del envase a su salida.
- Canalización por separado de los circuitos de vapor y condensados, para su aprovechamiento de nuevo en la caldera, y de agua de enfriamiento, pudiendo establecerse un circuito cerrado con torre de refrigeración.

- Control preciso de la temperatura, la presión y el tiempo de los ciclos del proceso. La adaptación de los parámetros de los diferentes procesos que se quieran realizar es rápida y sencilla.
- Existencia de varios tipos de cesta para permitir la utilización de cualquier tipo de envase metálico, vítreo o plástico. Los diferentes modelos están diseñados para facilitar su llenado y vaciado, incluso de forma automatizada.
- Posibilidad de carga y descarga automática de las cestas de la autoclave.
- Posibilidad de apertura automática de la puerta o puertas de acceso o salida de cestas.
- Elementos como válvulas de seguridad, pistón de cierre y bloqueo de las puertas, presostato, nivel magnético y un largo etc. de seguridades controladas desde el cuadro de control. Evitan los posibles riesgos de accidentes y cumplen la normativa CE referente a construcción de máquinas y equipos a presión.
- Registro circular de temperatura y presión, cuadro sinóptico y pantalla táctil y autómata para controlar de forma rápida y sencilla el funcionamiento de la máquina.

Las principales características de este modelo de autoclave son:

- Diámetro de entrada de jaula del autoclave: 1 800 mm

- Tipo de autoclave: cascada estática
- Núm. de jaulas: 6
- Puertas: una, con apertura hacia la izquierda
- Apertura de puertas: automática
- Intercambiador: de placas
- Posición del intercambiador: encima
- Posición panel de control: independiente
- Tipo de control (cuadro eléctrico): panel de control ferlo
- Fluido a contener a presión: aire, agua y vapor
- Volumen aprox. a presión: 20,53 m³
- Temperatura de trabajo: 143 °C
- Presión de trabajo: 3 bar

1.3.8. Intercambiadores de calor

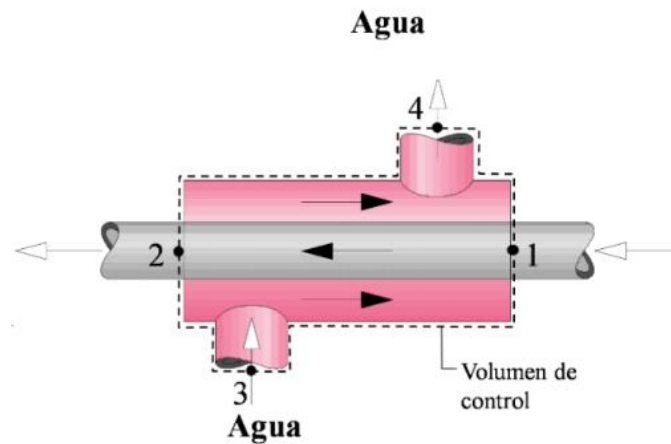
Los intercambiadores de calor son dispositivos que permiten transferir calor de un lugar a otro, procesos que se llevan a cabo en una infinidad de sistemas de ingeniería (mecánicos, químicos, nucleares, entre otros).

Es necesario tener un entendimiento básico de los componentes mecánicos de los intercambiadores de calor para entender cómo operan en un adecuado desempeño. Algunas de las razones por las que se utiliza un intercambiador de calor en un proceso son:

- Calentar un fluido frío mediante un fluido de mayor temperatura.
- Reducir la temperatura de un fluido mediante un fluido de menor temperatura.
- Llevar al punto de ebullición un fluido mediante un fluido de mayor temperatura.
- Condensar un fluido en estado gaseoso por medio de un fluido frío.
- Llevar al punto de ebullición a un fluido mientras se condensa un fluido gaseoso con mayor temperatura.

Se debe tener claro que el calor solo circula sólo una dirección, del fluido de mayor temperatura al de menor temperatura.

Figura 9. **Mecanismos para de intercambio de calor**



Fuente: *Mecanismos para intercambio de calor*. <https://www.salamarkesa.com/ejercicio-resuelto-intercambiador-calor/>, Consulta: 17 de septiembre de 2017.

Existen varios tipos de intercambiadores de calor, los cuales se clasifican según construcción o según su operación; estos pueden ser:

Por su construcción:

- Carcaza y tubo
- Plato

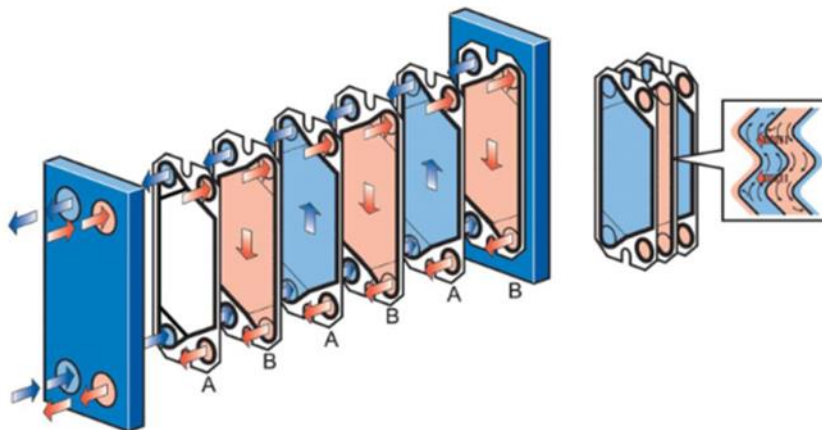
Por su operación:

- Flujo paralelo
- Intercambiadores de un solo paso y de múltiples pasos
- Intercambiadores regenerativos y no regenerativos

1.3.9. Intercambiador de calor de placas alfa modelo TS20

El intercambiador de placas (IP) consta de un conjunto de placas metálicas acanaladas con orificios de puerto para la entrada y salida de dos fluidos independientes. La transferencia de calor entre los dos fluidos se realiza a través de las placas. El conjunto de placas está montado entre una placa de bastidor y otra de presión, y se comprime mediante pernos tensores. Las placas están provistas de una junta que sella el canal y dirige los fluidos hacia canales alternos. El acanalado de las placas provoca un régimen turbulento de fluido y contribuye a que las placas resistan a la presión diferencias.

Figura 10. Intercambiador de calor marca Alfa Laval, modelo TS20



Fuente: *Intercambiador de calor*. <https://www.ferlomachines.com/>.

Consulta: 16 de septiembre de 2017.

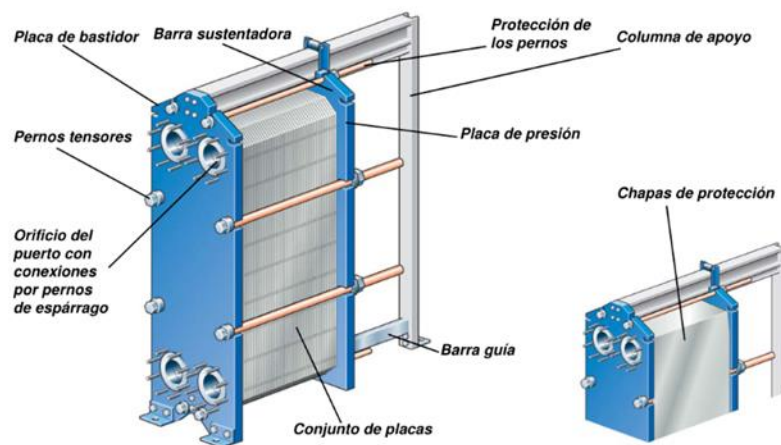
Los componentes principales del intercambiador de placas Alfa Labal TS20 son:

- Protección de los pernos: tubos de plástico para proteger las roscas de los pernos tensores.
- Barra sustentadora: sostiene el conjunto de placas y la placa de presión.
- Placa de bastidor: placa fija de acero con varios orificios de puerto para la conexión de tuberías. Las barras sustentadoras y guías se sujetan en la placa de bastidor.
- Barra guía: mantiene las placas de conducción y la placa de presión alineadas en el extremo inferior.
- Conjunto de placas: estas placas son las encargadas de transmitir el calor de uno a otro medio. El conjunto de placas está formado por placas de conducción, placas de extremo, juntas y, en algunos casos, placas de transición.
- Orificios de puerto con conexiones por pernos de espárrago: los orificios de puerto que atraviesan la placa de bastidor permiten la entrada o salida de los medios desde el intercambiador de calor de placas. Se pueden utilizar diferentes tipos de conexiones para unir el sistema de tuberías al aparato. Estas conexiones están fijadas al aparato mediante unos pernos de espárrago situados alrededor de los orificios. Los orificios de puerto pueden protegerse contra la corrosión con revestimientos metálicos o de goma.
- Placa de presión: placa móvil de acero que puede contener varios orificios de puerto para la conexión del sistema de tuberías.

- Chapas de protección: cubren el conjunto de placas. Este tipo de placa es obligatoria usarla en intercambiadores de calor de placas en Estados Unidos; mientras que en otros países, no.
- Columnas de apoyo: sostiene las barras sustentadoras y guías.
- Pernos tensores: comprimen el conjunto de placas entre el bastidor y la placa de presión.

Para mantener el intercambiador de calor de placas en buen estado, es necesario realizar un mantenimiento periódico. Las placas se deben limpiar frecuentemente. La frecuencia depende de varios factores, por ejemplo, el tipo de medios y temperaturas.

Figura 11. Partes del intercambiador de calor TS20

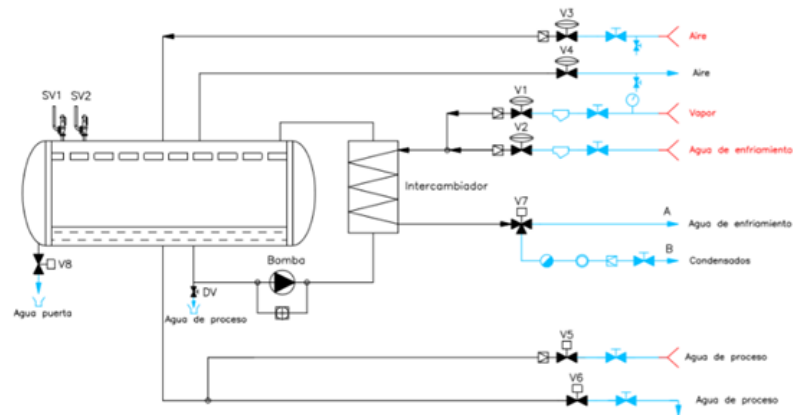


Fuente: *Partes del intercambiador de calor*. <https://www.ferlomachines.com/>. Consulta: 16 de septiembre de 2017.

1.3.10. Red de distribución de vapor

El sistema de distribución de vapor es un enlace importante entre la fuente generadora y los equipos destinatarios para su uso. Por lo general, la fuente generadora de vapor suele ser una caldera o una estación de cogeneración, la cual debe suministrar vapor de buena calidad, caudal y presión requerida por los equipos que se alimentan de este, y a su vez debe realizar este transporte con las mínimas pérdidas de energía propuestas y el mínimo de inversión en costos de mantenimiento.

Figura 12. Red de distribución neumática y de vapor de las autoclaves











Fuente: *Red de distribución neumática*. <https://www.ferlomachines.com/>. Consulta: 16 de septiembre de 2017.

Para el diseño de un sistema de distribución de vapor es indispensable que desde un principio se comprenda con el circuito básico de vapor y el de condensado. Este último es crítico para evitar daños en los equipos, ya que debido a la caída de presión en las tuberías habrá vapor condensado

El vapor generado en la caldera se debe conducir, por medio de tuberías, hasta el punto en que se requiera el uso de la energía calorífica. En un inicio habrá una o más tuberías principales que transporten el vapor de la caldera, de las cuales comenzarán a salir derivaciones para los distintos equipos de uso.

Tabla II. **Accesorios de tubería para el sistema de distribución neumático y vapor**

V1 - Valvula de vapor DN80	 Manometro
V2 - Valvula de agua de enfriamiento DN80	 Filtro
V3 - Valvula de aire de proceso DN50	 Valvula manual
V4 - Valvula de aire de proceso DN50	 Purgador de boya
V5 - Valvula de agua de proceso DN50	 Mirilla
V6 - Valvula de salida de agua DN50	 Valvula antirretorno
V7 - Valvula 3 vias DN80	 Presostato diferencial
A - Agua de enfriamiento	 Desague
B - Condensados	
V8 - Valvula agua puerta 1 1/4"	
DV - Valvula de salida de agua del colector 1/2"	
SV1 - Valvula de seguridad 1 DN40	
SV2 - Valvula de seguridad 2 DN40	

Fuente: *Tuberías*. <https://www.ferlomachines.com/>. Consulta: 16 de septiembre de 2017.

1.3.11. Sistema de válvulas de las autoclaves

Cada autoclave Ferlo Sterifer cuenta con un sistema de válvulas, encargado de dar paso o salida a los distintos fluidos que las autoclaves manejan. Por seguridad, al momento del montaje de una autoclave, estas válvulas vienen desmontadas. En la siguiente tabla se muestran las distintas válvulas y sus funciones:

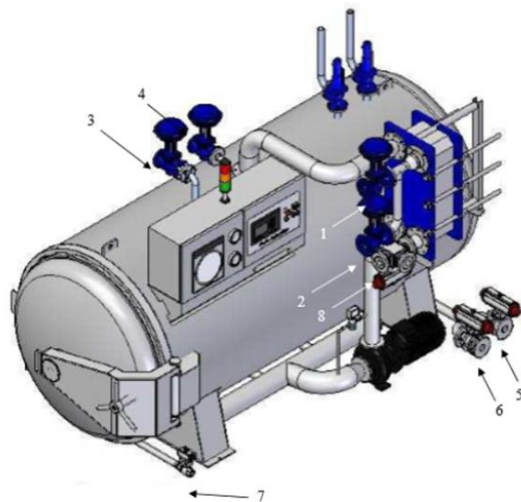
Tabla III. **Válvulas instaladas en autoclave Sterifer, modelo FG3 6JP1**

Función	Descripción
Entrada de vapor	Válvula DN80 (n° 1)
Entrada de agua de enfriamiento	Válvula DN80 (n° 2)
Entrada de aire comprimido	Válvula DN50 (n° 3)
Descarga de presión	Válvula DN50 (n° 4)
Entrada de agua de proceso	Válvula de bola DN50 (n° 5)
Salida de agua de proceso	Válvula de bola DN50 (n° 6)
Desagüe de seguridad	Válvula de bola doble efecto 1 1/4" (n° 7)
Salida de condensados y agua de enfriamiento	Válvula de bola 3 vías DN80 simple efecto (n° 8)

Fuente: *Válvulas de autoclave Sterifer*. <https://www.ferlomachines.com/>. Consulta: 16 de septiembre de 2017.

Ubicadas de la siguiente manera:

Figura 13. **Ubicación de válvulas instaladas en autoclave Sterifer, modelo FG3 6JP1**

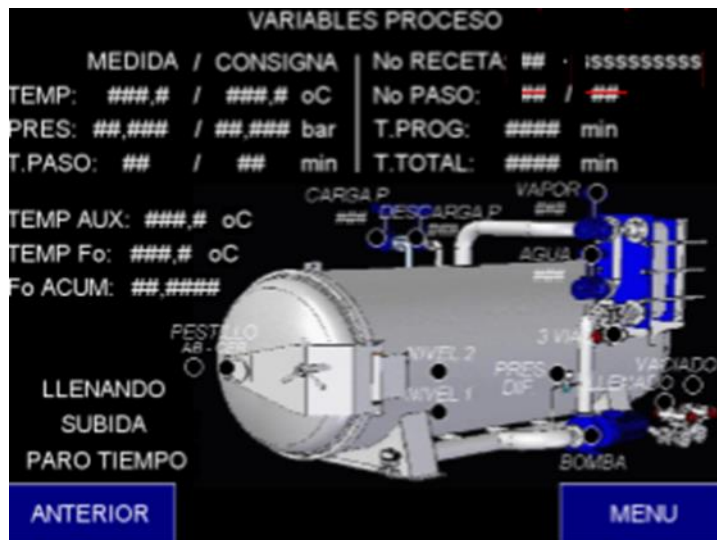


Fuente: *Ubicación de válvulas de autoclave*. <https://www.ferlomachines.com/>. Consulta: 16 de septiembre de 2017.

1.3.12. Panel de control

A través de los paneles de control, con los que cada autoclave cuenta, se programan y manejan los distintos procesos de esterilización. También, se puede llevar el control de los distintos factores (caudales, presión, temperatura, entre otros) en tiempo real. Dada la naturaleza del proyecto, es necesario saber cómo manejar las lecturas instantáneas de los procesos de esterilización. El panel provee la siguiente pantalla para las lecturas:

Figura 14. Vista del panel, durante el funcionamiento de la autoclave



Fuente: *Panel de autoclave*. <https://www.ferlomachines.com/>.

Consulta: 16 de septiembre de 2017.

En la pantalla se tiene una serie de datos que indican acerca de lo que se va a comentar a continuación:

- TEMP.: se tiene el valor de temperatura de la sonda PT-100 (MEDIDA) y el valor que se tiene que alcanzar según la programación del paso realizada (CONSIGNA). Todo ello medido en grados centígrados.
- PRES: indica el valor de presión en el interior de la autoclave, tanto el valor real (MEDIDA) como el valor a alcanzar (CONSIGNA) en bares.
- T. PASO: dice el tiempo que se lleva del paso en curso y el que queda para que pase al siguiente medido en minutos.
- TEMP Fo: indica el valor de temperatura que se tiene en la sonda PT-100 del interior de la autoclave.
- Fo ACUMULADO: aparece el resultado del cálculo del valor del factor de esterilización desde que comienza el proceso hasta que finaliza, según la base y el exponente deseado.
- Nº RECETA: informa acerca del número de receta elegido para trabajar.
- NOMBRE: indica el nombre asignado a la receta en curso.
- T. PROG: aparece el valor total del tiempo programado de la receta elegida para esterilizar.
- T. TOTAL: irá indicando el valor real del tiempo del programa desde que se pulsa inicio hasta que acaba el proceso en su totalidad.
- SUBIDA-MANTENIMIENTO-BAJADA: informa si en el paso actual se está realizando una subida, un mantenimiento o una bajada.

Los círculos que aparecen simulan a modo de pilotos el momento en que se encuentran actuando los distintos elementos señalados:

- CARGA P: representa el estado de la válvula de introducción de aire comprimido en el interior de la autoclave mediante la cual se alcanza la presión previamente programada. Debajo del texto CARGA P aparece el porcentaje que se encuentra abierta.
- DESCARGA P: representa el estado de la válvula de salida de aire de la máquina. Debajo de su texto se tiene el porcentaje de apertura de la misma.
- VAPOR: representa el estado de la válvula de entrada de vapor al intercambiador. Debajo del texto VAPOR está el porcentaje de apertura de esta válvula.
- AGUA: representa el estado de la válvula de entrada de agua en el intercambiador en el enfriamiento. Debajo del texto también aparece el porcentaje de apertura de la misma.
- 3 VÍAS: se tiene el estado de la válvula de 3 vías.
- PRES. DIF: este piloto está encendido cuando la bomba está operando dentro de su curva de trabajo.
- NIVEL: se indica si se tiene nivel de agua con el indicador magnético en el interior de la autoclave.

- LLENADO: este piloto representa si se está introduciendo agua en la autoclave por medio de la válvula de llenado.
- VACIADO: se representa el estado de la válvula de vaciado.
- PESTILLO: se tiene el estado del pestillo de seguridad de la puerta.
- TEMP (°C): se tiene la medida de la sonda de temperatura de control de la autoclave.
- PRES (bar): se tiene la medida de la sonda de presión que hay en el interior de la autoclave.
- TEMP AUX (°C): se tiene la medida de la sonda de temperatura de información de la autoclave.
- PUERTAS AUTOMÁTICAS: si se dispone de esta opción, se indica el estado en que se encuentran las puertas automáticas que tiene la autoclave: abierta o cerrada y bloqueada o desbloqueada.

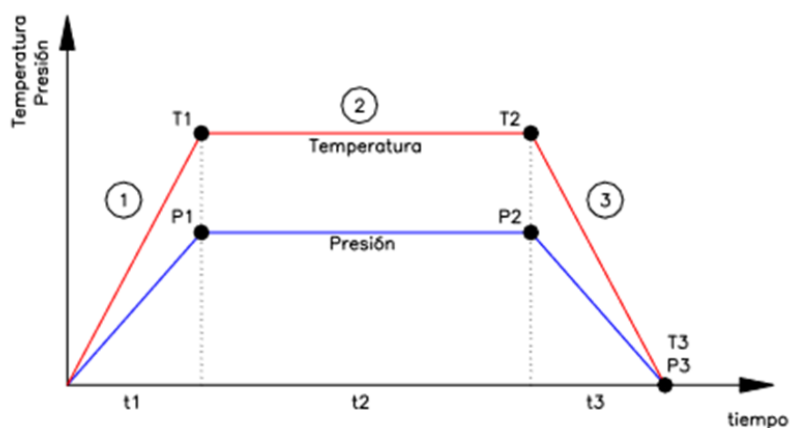
1.3.13. Curva térmica de esterilización

La curva térmica de esterilización dicta las etapas de variación de temperatura y presión a la que el elemento a esterilizar pasa. Como se sabe, para que un producto quede esterilizado es necesario que alcance cierta temperatura para la eliminación de cualquier cuerpo dañino, y que la mantenga durante cierto tiempo.

El manejo de las temperaturas y presiones varía según el tamaño de presentación que está a punto de esterilizarse, dado que existen algunas cuyo grosor es mayor, y para que la temperatura mínima de esterilización llegue al centro de esta, es necesaria una extensión de tiempo durante el calentamiento del producto. La curva térmica de esterilización básica está conformada de tres etapas:

- Calentamiento: primer paso: subida de temperatura y presión hasta alcanzar la temperatura de esterilización mínima requerida.
- Sostenimiento: segundo paso: también conocida como mantenimiento, conserva la temperatura alcanzada durante el calentamiento el tiempo necesario para asegurar la esterilización del producto.
- Enfriamiento: tercer paso: descenso de la temperatura y presión, hasta alcanzar la deseada por el operador.

Figura 15. **Gráfica del proceso de esterilización ideal**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía S. C. A. 2017.

Existen otro tipo de curvas térmicas que cuentan con más etapas, pero se basan en la de tres etapas siempre. Por ejemplo, según el tamaño de empaque que se esteriliza en la planta industrial de Kern's, la cantidad de etapas por proceso térmico varían, habiendo procesos desde seis etapas hasta ocho etapas. La cantidad de etapas extra, comparada con la curva básica de tres etapas, se marcan por llevar control de calidad interna en Kern's. Según las necesidades y la capacidad de la industria, existen tres tipos de torres de enfriamiento, según su funcionamiento.

1.3.14. Pérdidas de carga en tuberías por fricción

A medida que un fluido pasa por un conducto o tubo, se dan pérdidas de energía debido a la fricción que hay entre el líquido circundante y la pared del conducto. Dichas energías traen como resultado una disminución de la presión entre dos puntos del sistema de un flujo.

Las pérdidas pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares, o accidentales (localizadas), debido a las circunstancias particulares de las distintas instalaciones o industrias. Esto debido a irregularidades, necesarias, presentes en las tuberías: codos, estrechamientos y válvulas, entre otros. En la sección de anexos se puede observar la tabla de valores de coeficientes de fricción para accesorios de tuberías, la cual indica el valor multiplicador de pérdida de carga. Notar que a mayor diámetro interno de las tuberías, mayor la superficie de contacto entre el líquido y la pared, lo que conlleva a más pérdidas de carga.

Para determinar las pérdidas de carga en un conducto o tubería, existen varios métodos empíricos. El más exacto entre todos es aquel que utiliza la ecuación de Darcy-Weisbach, donde el valor de la pérdida de carga se

determina por la longitud y el diámetro de la tubería, la velocidad y la viscosidad del líquido. La ecuación que determina tal valor es:

Figura 16. **Ecuación de Darcy-Weisbach**

$$h = \frac{f * L * v^2}{2 * g * \emptyset}$$

Donde:

- \emptyset : Diámetro interno de la tubería
- G: Aceleración de la gravedad
- L: Longitud de la tubería
- V: Velocidad promedio en la sección transversal del tubo
- F: Coeficiente de fricción

Fuente: *Ecuación de Darcy*. <http://mecanicadefluidos-lab.blogspot.com/2016/11/perdidas-por-friccion-en-tuberia.html>. Consulta: 20 de septiembre de 2017.

Las pérdidas localizadas se calculan individualmente, por cada elemento distinto que existe en el sistema de tuberías, y cada uno se multiplica la cantidad de veces presente en la distancia cubierta. El valor obtenido de la ecuación para determinar estos valores se expresa en metros, o pies, de longitud de tubería vertical perdida. La ecuación para calcular las pérdidas de carga localizada es la siguiente.

Figura 17. **Ecuación para determinar el valor de pérdidas localizadas**

$$h_v = K \left(\frac{c^2}{2g} \right)$$

Donde:

h_v = pérdida de carga localizada;
 c = velocidad media del agua, antes o después del punto singular, conforme el caso;
 K = Coeficiente determinado en forma empírica para cada tipo de punto singular

Fuente: *Ecuación de valor de pérdidas localizadas.*

https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_hidr/Tema8.PDF. Consulta: 4 de octubre de 2017.

1.3.15. Pérdida de calor en tuberías

Uno de los problemas más grandes que se tiene al momento de que un fluido caliente circula a través de un tubo metálico, generalmente de acero, es la pérdida de calor que se da, la cual representa una pérdida de energía y, por lo tanto, una pérdida económica irrecuperable.

Para evitar este problema, se suelen hacer estudios térmicos, para determinar la cantidad de energía exacta que se está perdiendo y así tener criterio para la inversión de equipo de aislamiento térmico.

Para realizar el cálculo de la pérdida de calor en una tubería es necesario conocer las condiciones de transferencia térmica que se dan en el ambiente:

- Hay conducción a través del material de la tubería o ducto (en la pared circular).

- Hay convección y radiación en el exterior de la tubería; la convección es predominante.

Para determinar la conducción interna se utiliza la siguiente ecuación:

Figura 18. **Ecuación para determinar pérdidas internas de calor**

$$Q = \frac{2\pi K(T_1 - T_2)}{2.3 \log \left(\frac{D_2}{D_1} \right)}$$

Fuente: *Ecuación de pérdidas internas de calor.*

<https://sites.google.com/site/caloriasybtu/tuberias-calor-perdidas>. Consulta: 6 de octubre de 2017.

Para determinar la convección y radiación fuera del sistema se utiliza la ecuación:

Figura 19. **Ecuación para determinar pérdidas internas de calor**

$$Q = h\pi D_2(T_2 - T_a)$$

Fuente: *Ecuación de pérdidas internas de calor.*

<https://sites.google.com/site/caloriasybtu/tuberias-calor-perdidas>. Consulta: 6 de octubre de 2017.

Mediante la suma y factorización de las anteriores, se obtiene la ecuación combinada que determina todo tipo de pérdidas de calor en un sistema:

Figura 20. **Ecuación para determinar pérdidas internas de calor**

$$Q = \frac{\pi(T_1 - T_a)}{(2.3 \log \left(\frac{D_2}{D_1}\right) + \frac{1}{h * D_2})}$$

Fuente: *Ecuación de pérdidas internas de calor.*

<https://sites.google.com/site/calorisybtu/tuberias-calor-perdidas>. Consulta: 7 de octubre de 2017.

Los aislantes más utilizados en la industria suelen ser las fibras de vidrio y distintos elastómeros industriales. La fibra de vidrio viene presente en grandes planchas de esponja, recubiertas de un protector de aluminio. Es una de las opciones más eficientes y económicas en cuanto a grandes sistemas de vapor o agua caliente en tuberías. Sin embargo, cuenta con algunas desventajas, ya que recientemente estudios de salud han indicado que la fibra es un posible causante de desarrollo de cáncer en el organismo humano. Además, en cuanto a capacidad de instalación, puede complicarse un poco más en espacio reducidos, donde la instalación de los elastómeros se puede simplificar.

Figura 21. **Tubería con aislante térmico**



Fuente: Consultoría y Servicios en Tecnologías Eficientes, S.A. de C.V. 2017.

1.3.16. Sistemas de enfriamiento industriales para agua

Los sistemas de enfriamiento industriales para agua, mejor conocidos como torres de refrigeración, son estructuras diseñadas para disminuir la temperatura del agua u otros elementos utilizados como receptores de calor.

El uso principal de las grandes torres de refrigeración industriales es el de rebajar la temperatura del agua de refrigeración utilizada en plantas de energía, refinerías de petróleo, plantas petroquímicas, plantas de procesamiento de gas natural y otras instalaciones industriales. En la industria alimenticia, con frecuencia son requeridos debido al volumen de producto que se suele manejar y a los procesos térmicos que estos suelen recibir, entre ellos la esterilización, cocción y pasteurización, entre otros.

En las torres de tiro natural, el aire es inducido por una gran chimenea, situada en la parte superior de la estructura. La diferencia de densidades entre el aire húmedo caliente y el aire atmosférico es el principal motivo por el cual se crea el tiro de aire a través de la torre. Por ambos motivos, las torres de tiro natural han de ser altas; además, deben tener una sección transversal grande para facilitar el movimiento del aire. Estas torres son indicadas para enfriar grandes caudales de agua, pero su alta inversión y requerimiento de espacio impiden a varias industrias contar con ellas.

Las torres de tiro inducido utilizan un flujo cruzado, donde el aire circula en dirección perpendicular respecto al agua que desciende. Estas torres tienen una altura pequeña, ya que la altura de la torre es prácticamente igual al relleno de líquido a enfriar. El mantenimiento es básico y no requiere mayor mano de obra. La principal desventaja de estas torres de enfriamiento es que no se recomiendan para saltos térmicos muy grandes.

Por último, las torres de tiro mecánico son compactas, con una sección transversal y una altura de bombeo pequeñas en comparación con las torres de tiro natural. En estas se puede controlar de forma precisa la temperatura del agua de salida, y se pueden obtener valores de acercamiento muy bajos (hasta de 1 o 2 °C). Si el ventilador se encuentra situado en la entrada de aire, el tiro es forzado. Cuando el ventilador se ubica en la zona de descarga del aire, se habla de tiro inducido.

1.3.17. Empaque *doypack*

El empaque *doypack* nace en 1963, cuando Louis Doyen lo inventa, marcando así el inicio del concepto de envase flexible. Su nombre proviene de DOYen PACKagin. También, es conocido como bolsa *stand-up* en otras regiones.

Este envase es una bolsa termosellable con fuelles laterales planos y fuelle de fondo curvado que permite exhibir el producto de forma vertical sobre sí mismo una vez llenado. Desde el inicio de su producción tuvo gran aceptación en la industria alimenticia ya que ofrecía muchas ventajas frente a otros envases rígidos, como latas o botellas. También, trae consigo ventajas para el medio ambiente, ya que como se da la reducción de peso y volumen en la producción del empaque, se reduce la huella de carbono con el transporte.

Las industrias lo consideran un envase versátil al ser cómodo, ligero y adaptable a multitud de productos, sin emitir olores, de fácil transportación y con reducción de hasta 90 % en peso y volumen para almacenaje.

Industrias Alimenticias Kern's cuenta con una variada gama de presentaciones *doypack* para la venta de sus frijoles. Desde presentaciones

personales (5 oz, 8 oz, 14 oz) hasta presentaciones familiares (29 oz, 35 oz, 52 oz, 104 oz). Es importante mencionar esto, ya que la duración de los procesos térmicos de esterilización está en función del tamaño de la presentación del empaque *doypack*. A mayor volumen, mayor tiempo de duración del proceso térmico.

Figura 22. **Empaques Doypack**



Fuente: Empaques *doypack*. <https://abasto.com/escaparate/frijoles-ducal-el-salvador-para-tu-mesa/>. Consulta: 15 de octubre de 2017.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

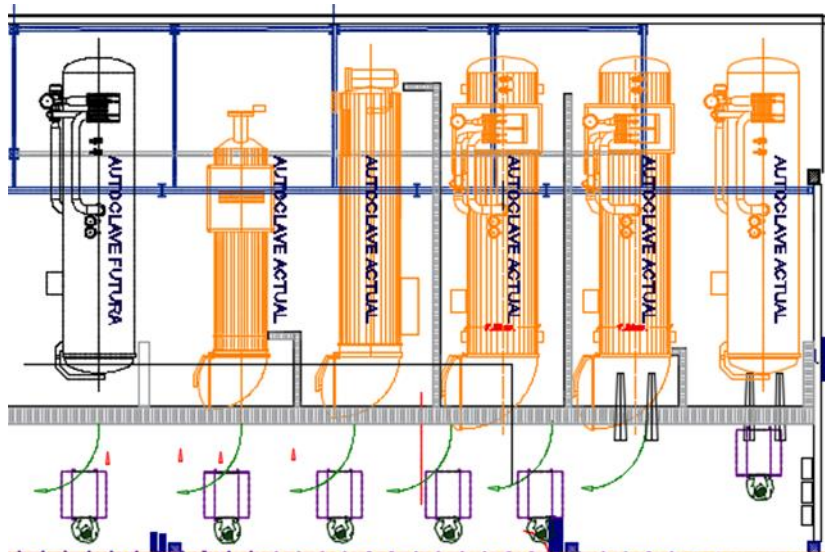
2.1. Diagnóstico de la situación actual

Durante la fase de investigación se realizaron los estudios necesarios para presentar el proyecto a la gerencia mayor, la cual, si se encuentra convencida de que los resultados favorecerán a la empresa, darán el visto bueno para la realización del proyecto y aperturarán un presupuesto para su ejecución. Por naturaleza del trabajo de investigación, es imprescindible saber manejar, e interpretar, las lecturas de los procesos que se llevan a cabo.

Dado que la ejecución del proyecto supone una inversión de aproximadamente medio millón de dólares, la realización de los estudios es muy extensiva, que como resultado un diagnóstico de la situación actual muy largo.

El diagnóstico de la situación actual se realizó en tres de las seis autoclaves de producto *doypack* con las que cuenta la planta industrial. Kern's cuenta con dos tipos de autoclaves: las autoclaves Sterifer, con una capacidad de veinte mil litros; y las autoclaves Steriflow, con capacidad de quince mil y doce mil litros.

Figura 23. **Plano de instalación de las seis autoclaves del área de esterilización**



Fuente: elaboración propia.

Para la aprobación del proyecto, por parte de la gerencia, se inició realizando una base de datos del registro de tiempos de ciclos de funcionamiento de las autoclaves de los últimos 4 meses.

Tabla IV. Base de datos de funcionamiento de autoclave #3

RETORTA 3																							
Fecha	Proceso	Número de canastas por batch	Producto	Medida del empaque	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°F)	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°C)	Inicio Fase 1	Tiempo de Fase 1	Inicio Fase 2	Tiempo de Fase 2	Inicio Fase 3	Tiempo de Fase 3	Hora de Inicio de proceso térmico (Fase 4)	Tiempo para alcanzar temperatura de proceso (min)	Presión Interna (Bar)	Temperatura graficada en el registrador (°C)	Temperatura en el Termómetro de mercurio (°C)	Inicio Fase de enfriamiento	Tiempo real del proceso térmico de sostenimiento(min)	Hora Finalización del enfriamiento	Tiempo de Fase de Enfriamiento	Tiempo total del proceso	
28/02/2017	1	6 F.N.D.		104 oz.	156	68.9	6:25	8	6:33	16	6:49	4	6:53	28	2.4	123	124.5	9:09	136	10:53	104	268	
28/02/2017	2	6 F.N.D.		104 oz.	159	70.6	12:28	10	12:38	16	12:54	3	12:57	29	2.4	123	124.5	15:13	136	16:58	105	270	
28/02/2017	3	6 F.N.D.		104 oz.	161	71.7	18:19	8	18:27	17	18:44	4	18:48	29	2.4	123	124.5	21:04	136	22:48	104	269	
27/02/2017	1	6 F.N.D.		104 oz.	163	72.8	9:25	10	9:35	16	9:51	4	9:55	30	2.4	123	124.5	12:11	136	13:51	100	266	
27/02/2017	2	5 F.N.D.		104 oz.	152	66.7	17:15	9	17:24	16	17:40	3	17:43	28	2.4	123	124.5	19:54	131	21:37	103	262	
27/02/2017	3	6 F.N.D.		104 oz.	150	65.6	23:38	8	23:46	16	0:02	4	0:06	28	2.4	123	124.5	2:22	136	4:05	103	267	
26/02/2017	1	6 Chub volteado		29 oz.	141	60.6	6:54	9	7:03	16	7:19	4	7:23	29	2.4	123	124.5	9:13	110	10:30	77	216	
25/02/2017	1	6 Chub volteado		29 oz.	147	63.9	11:47	8	11:55	16	12:11	5	12:16	29	2.4	123	124.5	14:06	110	15:20	74	213	
25/02/2017	2	6 Chub volteado		29 oz.	153	67.2	22:55	8	23:03	16	23:19	4	23:23	28	2.4	123	124.5	1:13	110	2:25	72	210	
25/02/2017																							
24/02/2017	1	6 F.R.D.		80z.	130	54.4	6:54	9	7:03	17	7:20	4	7:24	30	2.4	123	124.5	7:59	35	8:46	47	112	
24/02/2017	2	6 F.R.D.		80z.	151	66.1	11:20	10	11:30	16	11:46	4	11:50	30	2.4	123	124.5	12:25	35	13:13	48	113	
24/02/2017	3	6 F.R.D.		80z.	146	63.3	17:44	9	17:53	16	18:09	4	18:13	29	2.4	123	124.5	18:48	35	19:43	55	119	
24/02/2017	4	6 F.R.D.		80z.	147	63.9	0:10	10	0:20	16	0:36	4	0:40	30	2.4	123	124.5	1:15	35	2:12	57	122	
24/02/2017																							
23/02/2017	1	6 F.R.D.		80z.	138	58.9	6:36	10	6:46	16	7:02	4	7:06	30	2.4	123	124.5	7:41	35	8:27	46	111	
23/02/2017	2	6 F.R.D.		80z.	148	64.4	10:56	10	11:06	16	11:22	4	11:26	30	2.4	123	124.5	12:01	35	12:53	52	117	
23/02/2017	3	6 F.R.D.		80z.	155	68.3	15:35	9	15:44	16	16:00	4	16:04	29	2.4	123	124.5	16:39	35	17:28	49	113	
23/02/2017	4	4 F.R.D.		80z.	119	48.3	22:00	9	22:09	16	22:25	4	22:29	29	2.4	123	124.5	23:04	35	23:44	40	104	
23/02/2017	5	6 F.R.D.		80z.	143	61.7	2:54	10	3:04	15	3:19	5	3:24	30	2.4	123	124.5	3:59	35	4:43	44	109	
22/02/2017	1	3 F.R.S.		80z.	152	66.7	14:59	9	15:08	16	15:24	3	15:27	28	2.4	123	124.5	16:03	36	16:43	40	104	
22/02/2017	2	6 F.R.D.		80z.	138	58.9	20:35	10	20:45	17	21:02	3	21:05	30	2.4	123	124.5	21:40	35	22:24	44	109	
22/02/2017	3	6 F.R.D.		80z.	146	63.3	1:25	11	1:36	16	1:52	4	1:56	31	2.4	123	124.5	2:31	35	3:14	43	109	
22/02/2017																							
22/02/2017																							
21/02/2017	1	6 F.N.D.		80z.	130	54.4	8:28	9	8:37	16	8:53	4	8:57	29	2.4	123	124.5	9:32	35	10:16	44	108	
21/02/2017	2	1 F.N.D.		80z.	152	66.7	16:01	9	16:10	16	16:26	3	16:29	28	2.4	123	124.5	17:04	35	17:46	42	105	
21/02/2017	3	6 F.N.D.		80z.	140	60	22:35	9	22:44	17	23:01	4	23:05	30	2.4	123	124.5	23:40	35	0:26	46	111	
21/02/2017	4	6 F.N.D.		80z.	129	53.9	5:19	10	5:29	16	5:45	4	5:49	30	2.4	123	124.5	6:24	35	9:03	159	224	
20/02/2017	1	6 F.N.D.		80z.	145	62.8	6:40	11	6:51	16	7:07	4	7:11	31	2.4	123	124.5	7:46	35	8:29	43	109	
20/02/2017	2	6 F.N.D.		80z.	133	56.1	9:40	10	9:50	16	10:06	4	10:10	30	2.4	123	124.5	10:45	35	11:30	45	110	

Continuación de la tabla IV.

		RETORTA 3																				
Fecha	Proceso	Número de canastas por batch	Producto	Medida del empaque	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°F)	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°C)	Inicio Fase 1	Tiempo de Fase 1	Inicio Fase 2	Tiempo de Fase 2	Inicio Fase 3	Tiempo de Fase 3	Hora de Inicio de proceso térmico (Fase 4)	Tiempo para alcanzar temperatura de proceso (min)	Presión Interna (Bar)	Temperatura graficada en el registrador (°C)	Temperatura en el Termómetro de mercurio (°C)	Inicio Fase de enfriamiento	Tiempo real del proceso térmico de sostenimiento(min)	Hora Finalización del enfriamiento	Tiempo de Fase de Enfriamiento	Tiempo total del proceso
20/02/2017	3	6 F.N.D.	8oz.	141	60.6	13:55	10	14:05	16	14:21	4	14:25	30	2.4	123	125	15:00	35	16:05	65	130	
20/02/2017	4	6 F.N.D.	8oz.	148	64.4	17:50	10	18:00	16	18:16	4	18:20	30	2.4	123	124.5	18:55	35	19:45	50	115	
20/02/2017	5	1.5 F.N.D.	8oz.	123	50.6	21:33	10	21:43	16	21:59	3	22:02	29	2.4	123	124.5	22:37	35	23:17	40	104	
20/02/2017	6	6 F.N.D.	8oz.	140	60	0:41	10	0:51	16	1:07	4	1:11	30	2.4	123	124.5	1:46	35	2:32	46	111	
19/02/2017	1	6 F.R.D.	35oz.	136	57.8	10:58	9	11:07	18	11:25	3	11:28	30	2.4	123	124.5	12:48	80	14:02	74	184	
19/02/2017	2	3 F.R.D.	35oz.	140	60	14:27	10	14:37	16	14:53	3	14:56	29	2.4	123	124.5	16:16	80	17:21	65	174	
19/02/2017	3	6 Chub licuado	4lbs.	163	72.8	20:37	9	20:46	16	21:02	3	21:05	28	2.4	123	124.5	0:00	175	1:32	92	295	
18/02/2017	1	6 F.N.D.	35oz.	150	65.6	9:13	11	9:24	16	9:40	3	9:43	30	2.4	123	124.5	11:03	80	12:15	72	182	
18/02/2017	2	6 F.N.D.	35oz.	148	64.4	13:46	7	13:53	18	14:11	4	14:15	29	2.4	123	124.5	15:35	80	16:44	69	178	
18/02/2017	3	6 F.R.D.	35oz.	151	66.1	20:44	8	20:52	16	21:08	3	21:11	27	2.4	123	124.5	22:31	80	23:39	68	175	
18/02/2017	4	6 F.R.D.	35oz.	153	67.2	1:30	9	1:39	16	1:55	4	1:59	29	2.4	123	124.5	3:19	80	4:26	67	176	
18/02/2017	5	4.5 F.R.D.	35oz.	147	63.9	5:25	9	5:34	16	5:50	4	5:54	29	2.4	123	124.5	7:14	80	8:20	66	175	
17/02/2017	1	6 F.N.D.	35oz.	145	62.8	10:33	8	10:41	17	10:58	3	11:01	28	2.4	123	124.5	12:21	80	13:30	69	177	
17/02/2017	2	6 F.N.D.	35oz.	143	61.7	15:18	8	15:26	16	15:42	4	15:46	28	2.4	123	124	17:06	80	18:14	68	176	
17/02/2017	3	6 F.N.D.	35oz.	153	67.2	19:30	8	19:38	16	19:54	4	19:58	28	2.4	123	124	21:18	80	22:25	67	175	
17/02/2017	4	6 F.N.D.	35oz.	147	63.9	0:20	9	0:29	16	0:45	4	0:49	29	2.4	123	124.5	2:09	80	3:19	70	179	
17/02/2017	5	6 F.N.D.	35oz.	146	63.3	5:17	8	5:25	16	5:41	4	5:45	28	2.4	123	124.5	7:05	80	8:11	66	174	
17/02/2017																						
16/02/2017	1	6 F.N.D.	35oz.	165	73.9	9:06	8	9:14	16	9:30	4	9:34	28	2.4	123	124.5	10:54	80	12:04	70	178	
16/02/2017	2	4 F.N.D.	35oz.	150	65.6	14:27	10	14:37	16	14:53	3	14:56	29	2.4	123	124.5	16:16	80	17:23	67	176	
16/02/2017	3	6 F.N.D.	35oz.	139	59.4	21:36	9	21:45	16	22:01	4	22:05	29	2.4	123	124.5	23:25	80	0:35	70	179	
16/02/2017	4	6 F.N.D.	35oz.	147	63.9	1:55	8	2:03	18	2:21	3	2:24	29	2.4	123	124.5	3:44	80	4:53	69	178	
16/02/2017	5	6 F.N.D.	35oz.	152	66.7	6:00	9	6:09	16	6:25	5	6:30	30	2.4	123	124.5	7:50	80	8:55	65	175	
15/02/2017	1	6 F.R.D.	35oz.	149	65	7:49	9	7:58	17	8:15	3	8:18	29	2.4	123	124.5	9:38	80	10:45	67	176	
15/02/2017	2	6 F.R.D.	35oz.	150	65.6	11:20	8	11:28	16	11:44	4	11:48	28	2.4	123	124.5	13:08	80	14:16	68	176	
15/02/2017	3	6 F.N.D.	35oz.	144	62.2	22:14	9	22:23	16	22:39	5	22:44	30	2.4	123	124.5	0:04	80	1:17	73	183	
15/02/2017	4	6 F.N.D.	35oz.	134	56.7	4:10	9	4:19	16	4:35	3	4:38	28	2.4	123	124.5	5:58	80	7:05	67	175	
14/02/2017	1	6 F.R.D.	35oz.	148	64.4	7:23	7	7:30	18	7:48	9	7:57	34	2.4	123	124.5	9:12	75	10:19	67	176	
14/02/2017	2	6 F.R.D.	35oz.	152	66.7	12:00	10	12:10	16	12:26	3	12:29	29	2.4	123	124.5	13:49	80	15:08	79	188	
14/02/2017	3	6 F.R.D.	35oz.	155	68.3	17:03	9	17:12	16	17:28	4	17:32	29	2.4	123	124.5	18:52	80	19:58	66	175	
14/02/2017	4	6 F.R.D.	35oz.	145	62.8	21:23	10	21:33	16	21:49	3	21:52	29	2.4	123	124.5	23:12	80	0:21	69	178	
14/02/2017	5	6 F.R.D.	35oz.	138	58.9	3:07	9	3:16	17	3:33	3	3:36	29	2.4	123	124.5	4:56	80	6:03	67	176	
13/02/2017	1	6 F.R.D.	35oz.	141	60.6	12:49	9	12:58	16	13:14	4	13:18	29	2.4	123	124.5	14:38	80	15:50	72	181	

Continuación de la tabla IV.

Fecha		Proceso	Número de canastas por batch	Producto	Medida del empaque	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°F)	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°C)	Inicio Fase 1	Tiempo de Fase 1	Inicio Fase 2	Tiempo de Fase 2	Inicio Fase 3	Tiempo de Fase 3	Hora de Inicio de proceso térmico (Fase 4)	Tiempo para alcanzar temperatura de proceso (min)	Presión Interna (Bar)	Temperatura graficada en el registrador (°C)	Temperatura en el Termómetro de mercurio (°C)	Inicio Fase de enfriamiento	Tiempo real del proceso térmico de sostenimiento(min)	Hora Finalización del enfriamiento	Tiempo de Fase de Enfriamiento	Tiempo total del proceso	
13/02/2017	2	6 F.R.D.			35 oz.	141	60.6	17:02	10	17:12	16	17:28	4	17:32	30	2.4	123	124.5	18:52	80	20:10	78	188	
13/02/2017	3	6 F.R.D.			35 oz.	145	62.8	21:32	9	21:41	16	21:57	4	22:01	29	2.4	123	124.5	23:21	80	0:27	66	175	
13/02/2017	4	6 F.R.D.			35 oz.	137	58.3	2:29	10	2:39	16	2:55	3	2:58	29	2.4	123	124.5	4:18	80	5:26	68	177	
13/02/2017	1	5.5 Chub entero			4 lbs.	101	38.3	12:37	10	12:47	17	13:04	3	13:07	30	2.4	123	124.5	14:42	95	16:16	94	219	
12/02/2017	2	6 Chub entero			4 lbs.	106	41.1	21:49	10	21:59	17	22:16	4	22:20	31	2.4	123	124.5	23:55	95	1:28	93	219	
12/02/2017	3	6 Chub entero			4 lbs.	106	41.1	2:28	10	2:38	17	2:55	3	2:58	30	2.4	123	124.5	4:33	95	6:06	93	218	
11/02/2017	1	5 F.R.D.			4 lbs.	141	or 133	56.1	8:43	7	8:50	17	9:07	4	9:11	28	2.4	123	124.5	10:01	50	11:15	74	152
11/02/2017	2	6 Chub entero			4 lbs.	104	40	14:50	9	14:59	16	15:15	4	15:19	29	2.4	123	124.5	16:54	95	18:28	94	218	
11/02/2017	3	6 Chub entero			4 lbs.	113	45	0:27	11	0:38	16	0:54	3	0:57	30	2.4	123	124.5	2:32	95	4:30	118	243	
10/02/2017	1	6 F.R.D.			14.1 or	142	61.1	3:53	9	4:02	16	4:18	5	4:23	30	2.4	123	124.5	5:13	50	6:24	71	151	
10/02/2017	2	6 F.R.D.			14.1 or	133	56.1	9:53	9	10:02	18	10:20	8	10:28	35	2.4	123	124.5	11:18	50	12:38	80	165	
10/02/2017	3	6 F.R.D.			14.1 or	129	53.9	15:00	11	15:11	16	15:27	4	15:31	31	2.4	123	124.5	16:19	48	17:32	73	152	
10/02/2017	4	6 F.R.D.			14.1 or	134	56.7	20:43	9	20:52	17	21:09	4	21:13	30	2.4	123	124.5	22:03	50	23:16	73	153	
10/02/2017	5	6 F.R.D.			14.1 or	139	59.4	1:00	11	1:11	16	1:27	3	1:30	30	2.4	123	124.5	2:20	50	3:34	74	154	
9/02/2017	1	6 F.N.D.			14.1 or	144	62.2	4:41	9	4:50	17	5:07	4	5:11	30	2.4	123	124.5	6:01	50	7:13	72	152	
9/02/2017	2	6 F.R.D.			14.1 or	130	54.4	11:11	8	11:19	16	11:35	4	11:39	28	2.4	123	124.5	12:29	50	13:44	75	153	
9/02/2017	3	6 F.R.D.			14.1 or	137	58.3	15:41	8	15:49	18	16:07	3	16:10	29	2.4	123	124.5	17:00	50	18:21	81	160	
9/02/2017	4	5 F.R.D.			14.1 or	124	51.1	22:21	9	22:30	17	22:47	3	22:50	29	2.4	123	124.5	23:40	50	0:51	71	150	
8/02/2017	1	6 F.N.D.			14.1 or	135	57.2	5:46	9	5:55	20	6:15	7	6:22	36	2.4	123	124.5	7:05	43	8:13	68	147	
8/02/2017	2	6 F.N.D.			14.1 or	142	61.1	11:03	9	11:12	16	11:28	4	11:32	29	2.4	123	124.5	12:22	50	13:35	73	152	
8/02/2017	3	6 F.N.D.			14.1 or	133	69	17:26	9	17:35	17	17:52	4	17:56	30	2.4	123	125	18:46	50	20:04	78	158	
8/02/2017	4	6 F.N.D.			14.1 or	143	61.7	23:44	10	23:54	16	0:10	5	0:15	31	2.4	123	124.5	1:05	50	2:20	75	156	
7/02/2017	1	6 F.N.D.			14.1 or	132	55.6	5:53	10	6:03	16	6:19	5	6:24	31	2.4	123	124.5	7:14	50	8:13	59	140	
7/02/2017	2	6 F.N.D.			14.1 or	146	63.3	9:45	10	9:55	16	10:11	4	10:15	30	2.4	123	124.5	11:05	50	12:07	62	142	
7/02/2017	3	6 F.N.D.			14.1 or	132	55.6	13:24	10	13:34	17	13:51	3	13:54	30	2.4	123	124.5	14:44	50	15:51	67	147	
7/02/2017	4	6 F.N.D.			14.1 or	135	57.2	20:31	8	20:39	18	20:57	3	21:00	29	2.4	123	124.5	21:50	50	22:46	56	135	
7/02/2017	5	6 F.N.D.			14.1 or	140	60	1:02	10	1:12	16	1:28	4	1:32	30	2.4	123	124.5	2:22	50	3:32	70	150	
6/02/2017	1	6 F.N.D.			14.1 or	135	57.2	11:45	9	11:54	18	12:12	3	12:15	30	2.4	123	124.5	13:05	50	14:04	59	139	
6/02/2017	2	6 F.N.D.			14.1 or	138	58.9	18:11	8	18:19	17	18:36	5	18:41	30	2.4	123	124.5	19:31	50	20:28	57	137	
6/02/2017	3	6 F.N.D.			14.1 or	145	62.8	0:06	10	0:16	17	0:33	3	0:36	30	2.4	123	124.5	1:26	50	2:23	57	137	

RETORTA 3

Continuación de la tabla IV.

Fecha		Proceso	Número de canastas por batch	Producto	Medida del empaque	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°F)	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°C)	Inicio Fase 1	Tiempo de Fase 1	Inicio Fase 2	Tiempo de Fase 2	Inicio Fase 3	Tiempo de Fase 3	Hora de Inicio de proceso térmico (Fase 4)	Tiempo para alcanzar temperatura de proceso (min)	Presión Interna (Bar)	Temperatura graficada en el registrador (°C)	Temperatura en el Termómetro de mercurio (°C)	Inicio Fase de enfriamiento	Tiempo real del proceso térmico de sostenimiento(min)	Hora Finalización del enfriamiento	Tiempo de Fase de Enfriamiento	Tiempo total del proceso
5/02/2017	1	6	Chub entero	4 lbs.		112	44.4	19:50	11	20:01	16	20:17	4	20:21	31	2.4	123	124.5	21:56	95	23:29	93	219
5/02/2017																							
4/02/2017	1	6	F.N.D.	28 oz.		143	61.7	8:28	10	8:38	16	8:54	4	8:58	30	2.4	123	124.5	10:14	76	11:19	65	171
4/02/2017	2	2.5	F.N.D.	28 oz.			-18		0		0		0		0	2.4	123	124.5		0		0	0
4/02/2017	3	2.5	F.N.D.	28 oz.		126	52.2	13:25	8	13:33	16	13:49	4	13:53	28	2.4	123	124.5	15:09	76	16:14	65	169
4/02/2017	4	5	F.R.S.	28 oz.		158	70	17:45	10	17:55	16	18:11	3	18:14	29	2.4	123	124.5	19:30	76	20:36	66	171
4/02/2017	5	4	F.N.S.	28 oz.		137	58.3	21:30	10	21:40	16	21:56	3	21:59	29	2.4	123	124.5	23:15	76	0:17	62	167
3/02/2017	1	6	F.N.D.	28 oz.		152	66.7	6:08	9	6:17	16	6:33	4	6:37	29	2.4	123	124.5	7:53	76	8:59	66	171
3/02/2017	2	6	F.N.D.	28 oz.		155	68.3	10:51	9	11:00	16	11:16	4	11:20	29	2.4	123	124.5	12:36	76	13:55	79	184
3/02/2017	3	6	F.N.D.	28 oz.		145	62.8	17:00	9	17:09	16	17:25	4	17:29	29	2.4	123	124.5	18:45	76	19:50	65	170
3/02/2017	4	6	F.R.S.	28 oz.		144	62.2	22:25	10	22:35	16	22:51	3	22:54	29	2.4	123	124.5	0:10	76	1:14	64	169
2/02/2017	1	6	F.N.D.	28 oz.		145	62.8	8:34	8	8:42	16	8:58	3	9:01	27	2.4	123	124.5	10:17	76	11:33	76	179
2/02/2017	2	6	F.N.D.	28 oz.		146	63.3	13:59	9	14:08	16	14:24	4	14:28	29	2.4	123	124.5	15:44	76	16:52	68	173
2/02/2017	3	6	F.N.D.	28 oz.		147	63.9	23:17	9	23:26	17	23:43	3	23:46	29	2.4	123	124.5	1:02	76	2:09	67	172
2/02/2017																							
1/02/2017	1	6	F.N.D.	28 oz.		140	60	8:02	9	8:11	16	8:27	4	8:31	29	2.4	123	124.5	9:47	76	10:52	65	170
1/02/2017	2	6	F.N.D.	28 oz.		155	68.3	12:47	9	12:56	16	13:12	4	13:16	29	2.4	123	124.5	14:32	76	15:49	77	182
1/02/2017	3	6	F.N.D.	28 oz.		162	72.2	17:08	8	17:16	17	17:33	3	17:36	28	2.4	123	124.5	18:52	76	19:57	65	169
1/02/2017	4	6	F.N.D.	28 oz.		160	71.1	21:50	9	21:59	16	22:15	4	22:19	29	2.4	123	124.5	23:35	76	0:40	65	170
1/02/2017	5	6	F.N.D.	28 oz.		157	69.4	2:52	9	3:01	16	3:17	4	3:21	29	2.4	123	124.5	4:37	76	5:44	67	172
31/01/2017	1	6	F.N.D.	28 oz.		163	72.8	19:10	9	19:19	17	19:36	3	19:39	29	2.4	123	124.5	20:55	76	22:01	66	171
31/01/2017	2	6	F.N.D.	28 oz.		150	65.6	1:40	10	1:50	16	2:06	3	2:09	29	2.4	123	124.5	3:25	76	4:31	66	171
31/01/2017																							
31/01/2017																							
30/01/2017	1	6	F.R.D.	28 oz.		141	60.6	11:36	9	11:45	17	12:02	4	12:06	30	2.4	123	124.5	13:22	76	14:28	66	172
30/01/2017	2	6	F.R.D.	28 oz.		152	66.7	17:23	9	17:32	17	17:49	3	17:52	29	2.4	123	124.5	19:08	76	20:15	67	172
30/01/2017	3	6	F.R.D.	28 oz.		135	57.2	22:40	8	22:48	17	23:05	3	23:08	28	2.4	123	124.5	0:24	76	1:40	76	180
30/01/2017																							
29/01/2017																							
29/01/2017																							
28/01/2017	1	5.5	F.N.D.	35 oz.		141	60.6	11:51	8	11:59	17	12:16	4	12:20	29	2.4	123	124.5	13:40	80	14:49	69	178

Continuación de la tabla IV.

RETORTA 3																							
Fecha	Proceso	Número de canastas por batch	Producto	Medida del empaque	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°F)	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°C)	Inicio Fase 1	Tiempo de Fase 1	Inicio Fase 2	Tiempo de Fase 2	Inicio Fase 3	Tiempo de Fase 3	Hora de Inicio de proceso térmico (Fase 4)	Tiempo para alcanzar temperatura de proceso (min)	Presión Interna (Bar)	Temperatura graficada en el registrador (°C)	Temperatura en el Termómetro de mercurio (°C)	Inicio Fase de enfriamiento	Tiempo real del proceso térmico de sostenimiento(min)	Hora Finalización del enfriamiento	Tiempo de Fase de Enfriamiento	Tiempo total del proceso	
28/01/2017	2	6 F.N.D.		35 oz.	150	65.6	17:25	9	17:34	16	17:50	4	17:54	29	2.4	123	124.5	19:14	80	20:27	73	182	
28/01/2017	3	2 F.N.D.		35 oz.	162	72.2	0:58	9	1:07	14	1:21	5	1:26	28	2.4	123	124.5	2:46	80	3:50	64	172	
28/01/2017	4	6 F.N.D.		35 oz.	153	67.2	6:03	9	6:12	16	6:28	4	6:32	29	2.4	123	124.5	7:52	80	9:01	69	178	
28/01/2017																							
27/01/2017	1	6 F.N.D.		35 oz.	136	57.8	8:17	9	8:26	16	8:42	4	8:46	29	2.4	123	124.5	10:06	80	11:16	70	179	
27/01/2017	2	6 F.N.D.		35 oz.	149	65	13:05	9	13:14	16	13:30	4	13:34	29	2.4	123	124.5	14:54	80	16:04	70	179	
27/01/2017	3	6 F.N.D.		35 oz.	152	66.7	19:10	11	19:21	16	19:37	4	19:41	31	2.4	123	124.5	21:01	80	22:12	71	182	
27/01/2017	4	6 F.N.D.		35 oz.	152	66.7	23:56	9	0:05	17	0:22	3	0:25	29	2.4	123	124.5	1:45	80	2:55	70	179	
26/01/2017	1	6 F.N.D.		35 oz.	152	66.7	8:07	8	8:15	16	8:31	5	8:36	29	2.4	123	124.5	9:56	80	11:06	70	179	
26/01/2017	2	6 F.N.D.		35 oz.	157	69.4	12:28	9	12:37	16	12:53	4	12:57	29	2.4	123	124.5	14:17	80	15:27	70	179	
26/01/2017	3	3.5 F.N.D.		35 oz.	150	65.6	17:28	10	17:38	16	17:54	4	17:58	30	2.4	123	124.5	19:18	80	20:30	72	182	
26/01/2017	4	2.5 F.N.D.		35 oz.	153	67.2	0:20	8	0:28	17	0:45	4	0:49	29	2.4	123	124.5	2:09	80	3:19	70	179	
26/01/2017																							
25/01/2017	1	6 F.N.D.		35 oz.	154	67.8	11:17	8	11:25	17	11:42	4	11:46	29	2.4	123	124.5	13:06	80	14:19	73	182	
25/01/2017	2	6 F.N.D.		35 oz.	151	66.1	16:17	9	16:26	15	16:41	4	16:45	28	2.4	123	124.5	18:05	80	19:15	70	178	
25/01/2017	3	6 F.N.D.		35 oz.	147	63.9	22:27	9	22:36	16	22:52	4	22:56	29	2.4	123	124.5	0:16	80	1:30	74	183	
25/01/2017	4	6 F.N.D.		35 oz.	150	65.6	3:10	9	3:19	17	3:36	3	3:39	29	2.4	123	124.5	4:59	80	6:13	74	183	
25/01/2017																							
24/01/2017	1	6 F.R.D.		35 oz.	146	63.3	8:19	8	8:27	17	8:44	3	8:47	28	2.4	123	124.5	10:07	80	11:15	68	176	
24/01/2017	2	3.5 F.N.D.		35 oz.	160	71.1	12:54	9	13:03	16	13:19	3	13:22	28	2.4	123	124.5	14:42	80	15:49	67	175	
24/01/2017	3	6 F.N.D.		35 oz.	148	64.4	17:47	9	17:56	16	18:12	4	18:16	29	2.4	123	124.5	19:36	80	20:46	70	179	
24/01/2017	4	6 F.N.D.		35 oz.	143	61.7	1:10	9	1:19	16	1:35	4	1:39	29	2.4	123	124.5	2:59	80	4:14	75	184	
24/01/2017	5	6 F.N.D.		35 oz.	147	63.9	5:35	9	5:44	17	6:01	3	6:04	29	2.4	123	124.5	7:24	80	8:34	70	179	
23/01/2017	1	6 F.R.D.		35 oz.	137	58.3	8:25	9	8:34	17	8:51	3	8:54	29	2.4	123	124.5	10:14	80	11:20	66	175	
23/01/2017	2	6 F.R.D.		35 oz.	154	67.8	14:27	9	14:36	17	14:53	3	14:56	29	2.4	123	124.5	16:16	80	17:40	84	193	
23/01/2017	3	6 F.R.D.		35 oz.	143	61.7	19:27	9	19:36	16	19:52	3	19:55	28	2.4	123	124.5	21:15	80	22:27	72	180	
23/01/2017	4	6 F.R.D.		35 oz.	149	65	1:43	8	1:51	16	2:07	4	2:11	28	2.4	123	124.5	3:31	80	4:38	67	175	
23/01/2017																							
22/01/2017	1	4 F.N.D.		14.1 oz.	136	57.8	14:40	9	14:49	16	15:05	3	15:08	28	2.4	123	124.5	15:58	50	16:51	53	131	
21/01/2017	1	6 F.R.S.		14.1 oz.	145	62.8	8:52	8	9:00	16	9:16	5	9:21	29	2.4	123	124.5	10:11	50	11:07	56	135	
21/01/2017	2	6 F.R.S.		14.1 oz.	140	60	13:05	9	13:14	17	13:31	3	13:34	29	2.4	123	124.5	14:24	50	15:20	56	135	
21/01/2017	3	2 F.R.S.		14.1 oz.	151	66.1	18:15	8	18:23	16	18:39	4	18:43	28	2.4	123	124.5	19:33	50	20:30	57	135	
21/01/2017																							

Continuación de la tabla IV.

RETORTA 3																						
Fecha	Proceso	Número de canastas por batch	Producto	Medida del empaque	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°F)	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°C)	Inicio Fase 1	Tiempo de Fase 1	Inicio Fase 2	Tiempo de Fase 2	Inicio Fase 3	Tiempo de Fase 3	Hora de Inicio de proceso térmico (Fase 4)	Tiempo para alcanzar temperatura de proceso (min)	Presión Interna (Bar)	Temperatura graficada en el registrador (°C)	Temperatura en el Termómetro de mercurio (°C)	Inicio Fase de enfriamiento	Tiempo real del proceso térmico de sostenimiento(min)	Hora Finalización del enfriamiento	Tiempo de Fase de Enfriamiento	Tiempo total del proceso
20/01/2017	1	3.5 F.R.D.		14.1 oz	119	48.3	5:54	9	6:03	16	6:19	4	6:23	29	2.4	123	124.5	7:13	50	8:06	53	132
20/01/2017	2	6 F.R.D.		14.1 oz	150	65.6	10:25	9	10:34	16	10:50	5	10:55	30	2.4	123	124.5	11:45	50	12:46	61	141
20/01/2017	3	6 Chub volteado		29 oz.	145	62.8	16:50	8	16:58	16	17:14	3	17:17	27	2.4	123	124.5	19:07	110	20:14	67	204
20/01/2017																						
19/01/2017	1	6 F.R.D.		14.1 oz	140	60	5:50	9	5:59	16	6:15	4	6:19	29	2.4	123	124.5	7:09	50	8:11	62	141
19/01/2017	2	4 F.R.D.		14.1 oz	138	58.9	14:25	9	14:34	16	14:50	4	14:54	29	2.4	123	124.5	15:44	50	16:37	53	132
19/01/2017	3	6 F.R.D.		14.1 oz	133	56.1	23:27	9	23:36	16	23:52	4	23:56	29	2.4	123	124.5	0:46	50	1:50	64	143
19/01/2017																						
18/01/2017	1	6 F.N.D.		14.1 oz	133	56.1	8:55	11	9:06	16	9:22	4	9:26	31	2.4	123	124.5	10:16	50	11:25	69	150
18/01/2017	2	6 F.R.D.		14.1 oz	153	67.2	14:54	9	15:03	16	15:19	5	15:24	30	2.4	123	124.5	16:14	50	17:14	60	140
18/01/2017	3	6 F.R.D.		14.1 oz	147	63.9	0:59	9	1:08	16	1:24	5	1:29	30	2.4	123	124.5	2:29	60	3:15	46	136
18/01/2017																						
17/01/2017	1	6 F.N.D.		14.1 oz	149	65	7:06	8	7:14	17	7:31	4	7:35	29	2.4	123	124.5	8:25	50	9:24	59	138
17/01/2017	2	6 F.N.D.		14.1 oz	134	56.7	12:08	8	12:16	18	12:34	3	12:37	29	2.4	123	124.5	13:27	50	14:33	66	145
17/01/2017	3	6 F.N.D.		14.1 oz	132	55.6	16:00	8	16:08	17	16:25	4	16:29	29	2.4	123	124.5	17:19	50	18:20	61	140
17/01/2017	4	6 F.N.D.		14.1 oz	138	58.9	22:16	8	22:24	17	22:41	5	22:46	30	2.4	123	124.5	23:26	40	0:41	75	145
17/01/2017	5	6 F.N.D.		14.1 oz	144	62.2	2:38	8	2:46	17	3:03	5	3:08	30	2.4	123	124.5	3:58	50	5:00	62	142
16/01/2017	1	6 F.N.D.		14.1 oz	124	51.1	10:30	9	10:39	16	10:55	4	10:59	29	2.4	123	124.5	11:49	50	12:47	58	137
16/01/2017	2	4.5 F.N.D.		14.1 oz	133	56.1	15:51	9	16:00	16	16:16	4	16:20	29	2.4	123	124.5	17:10	50	18:05	55	134
16/01/2017	3	6 F.N.D.		14.1 oz	155	68.3	21:49	9	21:58	17	22:15	4	22:19	30	2.4	123	124.5	23:09	50	0:07	58	138
16/01/2017	4	6 F.N.D.		14.1 oz	138	58.9	2:35	9	2:44	16	3:00	4	3:04	29	2.4	123	124.5	3:54	50	4:51	47	136
13/01/2017	1	6 F.R.D.		8 oz.	134	56.7	9:34	11	9:45	16	10:01	4	10:05	31	2.4	123	124.5	10:40	35	11:25	45	111
13/01/2017	2	6 Chub entero		4 lbs.	108	42.2	13:54	10	14:04	16	14:20	4	14:24	30	2.4	123	124.5	15:55	91	17:33	98	219
13/01/2017	3	4 Chub entero		4 lbs.	104	40	21:05	10	21:15	16	21:31	3	21:34	29	2.4	123	124.5	23:09	95	0:42	93	217
13/01/2017																						
12/01/2017	1	6 F.R.D.		8 oz.	122	50	12:38	10	12:48	16	13:04	4	13:08	30	2.4	123	124.5	13:43	35	14:27	44	109
12/01/2017	2	3.5 F.R.D.		8 oz.	133	56.1	16:50	9	16:59	16	17:15	3	17:18	28	2.4	123	124.5	17:53	35	18:29	36	99
12/01/2017	3	6 F.R.D.		8 oz.	135	57.2	1:23	13	1:36	16	1:52	3	1:55	32	2.4	123	124.5	2:30	35	3:12	42	109
11/01/2017	1	4 Chub entero		4 lbs.	132	55.6	8:53	10	9:03	16	9:19	10	9:29	36	2.4	123	124.5	11:04	95	12:30	86	217
11/01/2017	2	6 F.R.D.		8 oz.	123	50.6	19:10	12	19:22	17	19:39	3	19:42	32	2.4	123	124.5	20:17	35	21:00	43	110
11/01/2017	3	6 F.R.D.		8 oz.	133	56.1	22:19	10	22:29	16	22:45	4	22:49	30	2.4	123	124.5	23:24	35	0:06	42	107
11/01/2017	4	6 F.R.D.		8 oz.	130	54.4	3:21	10	3:31	16	3:47	4	3:51	30	2.4	123	124.5	4:26	35	5:08	42	107

Continuación de la tabla IV.

Fecha		Proceso	Número de canastas por batch	Producto	Medida del empaque	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°F)	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°C)	Inicio Fase 1	Tiempo de Fase 1	Inicio Fase 2	Tiempo de Fase 2	Inicio Fase 3	Tiempo de Fase 3	Hora de Inicio de proceso térmico (Fase 4)	Tiempo para alcanzar temperatura de proceso (min)	Presión Interna (Bar)	Temperatura graficada en el registrador (°C)	Temperatura en el Termómetro de mercurio (°C)	Inicio Fase de enfriamiento	Tiempo real del proceso térmico de sostenimiento(min)	Hora Finalización del enfriamiento	Tiempo de Fase de Enfriamiento	Tiempo total del proceso
10/01/2017	1					6 F.N.D.	8oz.	121 49.4	9:39 12	9:51 16	10:07 3	10:10 31	2.4 2.4	123 123	124.5 104.45	35 11:26	41 107						
10/01/2017	2	6 F.N.D.	8oz.	137 58.3	13:58 11	14:09 16	14:25 4	14:29 31	2.4 2.4	123 123	124.5 15:04	35 15:50	46 112										
10/01/2017	3	6 F.N.D.	8oz.	132 55.6	17:42 10	17:52 16	18:08 4	18:12 30	2.4 2.4	123 123	124.5 18:47	35 19:34	47 112										
10/01/2017	4	6 F.N.D.	8oz.	128 53.3	23:34 10	23:44 16	0:00 4	0:04 30	2.4 2.4	123 123	124.5 0:39	35 1:20	41 106										
10/01/2017	5	6 F.N.D.	8oz.	139 59.4	5:05 10	5:15 18	5:33 3	5:36 31	2.4 2.4	123 123	124.5 6:11	35 6:51	40 106										
9/01/2017	1	4 F.N.D.	8oz.	118 47.8	9:45 10	9:55 16	10:11 6	10:17 32	2.4 2.4	123 123	124.5 10:52	35 11:29	37 104										
9/01/2017	2	6 F.N.D.	8oz.	125 51.7	18:00 12	18:12 16	18:28 4	18:32 32	2.4 2.4	123 123	124.5 19:07	35 19:50	43 110										
9/01/2017	3	6 F.N.D.	8oz.	130 54.4	21:33 11	21:44 16	22:00 4	22:04 31	2.4 2.4	123 123	124.5 22:39	35 23:18	39 105										
9/01/2017	4	6 F.N.D.	8oz.	131 55	1:57 10	2:07 16	2:23 4	2:27 30	2.4 2.4	123 123	124.5 3:03	36 3:41	38 104										
9/01/2017	5	6 F.N.D.	8oz.	142 61.1	4:31 10	4:41 17	4:58 4	5:02 31	2.4 2.4	123 123	124.5 5:37	35 6:16	39 105										
8/01/2017	1	5 Chublicuado	4lbs.	147 63.9	8:55 10	9:05 16	9:21 3	9:24 29	2.4 2.4	123 123	124.5 12:19	175 13:51	92 296										
8/01/2017	2	6 Chublicuado	4lbs.	158 70	0:20 9	0:29 16	0:45 3	0:48 28	2.4 2.4	123 123	124.5 3:43	175 5:15	92 295										
7/01/2017	1	6 F.R.D.	104 oz.	151 66.1	15:32 10	15:42 16	15:58 3	16:01 29	2.4 2.4	123 123	124.5 18:17	136 19:58	101 266										
7/01/2017	2	6 F.R.D.	104 oz.	152 66.7	22:25 10	22:35 16	22:51 3	22:54 29	2.4 2.4	123 123	124.5 1:10	136 2:56	106 271										
6/01/2017	1	4 F.N.D.	104 oz.	155 68.3	14:25 9	14:34 16	14:50 3	14:53 28	2.4 2.4	123 123	124.5 17:09	136 18:50	101 265										
6/01/2017	2	6 F.N.D.	104 oz.	165 73.9	22:42 9	22:51 17	23:08 3	23:11 29	2.4 2.4	123 123	124.5 1:27	136 3:10	103 268										
6/01/2017	3	6 F.N.D.	104 oz.	165 73.9	6:15 9	6:24 17	6:41 3	6:44 29	2.4 2.4	123 123	124.5 9:00	136 10:45	105 270										
5/01/2017	1	6 F.N.D.	104 oz.	161 71.7	8:57 8	9:05 16	9:21 4	9:25 28	2.4 2.4	123 123	124.5 11:41	136 13:26	105 269										
5/01/2017	2	6 F.N.D.	104 oz.	162 72.2	14:32 9	14:41 16	14:57 4	15:01 29	2.4 2.4	123 123	124.5 17:17	136 19:02	105 270										
5/01/2017	3	6 F.N.D.	104 oz.	162 72.2	22:12 8	22:20 16	22:36 4	22:40 28	2.4 2.4	123 123	124.5 0:56	136 2:37	101 265										
5/01/2017	4	6 F.N.D.	104 oz.	152 66.7	5:05 9	5:14 16	5:30 3	5:33 28	2.4 2.4	123 123	124.5 7:49	136 9:30	101 265										
4/01/2017	1	6 F.N.D.	104 oz.	154 67.8	13:50 9	13:59 16	14:15 4	14:19 29	2.4 2.4	123 123	124.5 16:35	136 18:23	108 273										
4/01/2017	2	6 F.N.D.	104 oz.	155 68.3	20:03 9	20:12 17	20:29 3	20:32 29	2.4 2.4	123 123	124.5 22:48	136 0:29	101 266										
4/01/2017	3	6 F.N.D.	104 oz.	151 66.1	2:50 8	2:58 16	3:14 4	3:18 28	2.4 2.4	123 123	124.5 5:34	136 7:14	100 264										
4/01/2017																							
3/01/2017	1	6 F.N.D.	104 oz.	154 67.8	13:13 9	13:22 16	13:38 4	13:42 29	2.4 2.4	123 123	124.5 15:58	136 17:42	104 269										
3/01/2017	2	6 F.N.D.	104 oz.	168 75.6	19:24 9	19:33 16	19:49 4	19:53 29	2.4 2.4	123 123	124.5 22:09	136 23:51	102 267										
3/01/2017	3	6 F.N.D.	104 oz.	154 67.8	2:39 9	2:48 16	3:04 4	3:08 30	2.4 2.4	123 123	124.5 5:24	136 7:03	99 269										
2/01/2017	1	6 F.N.D.	104 oz.	154 67.8	12:23 10	12:33 16	12:49 4	12:53 30	2.4 2.4	123 123	124.5 15:09	136 16:52	103 269										
2/01/2017	2	6 F.N.D.	104 oz.	160 71.1	18:35 8	18:43 16	18:59 5	19:04 29	2.4 2.4	123 123	124.5 21:20	136 23:02	102 267										
2/01/2017	3	6 F.N.D.	104 oz.	157 69.4	3:21 9	3:30 16	3:46 3	3:49 28	2.4 2.4	123 123	124.5 6:05	136 7:45	100 264										
30/12/2016																							
29/12/2016	1	5.5 F.N.D.	14.1 oz	150 65.6	10:37 10	10:47 16	11:03 5	11:08 31	2.4 2.4	123 123	124.5 11:58	50 12:52	54 135										

RETORIA 3

Continuación de la tabla IV.

RETORTA 3																							
Fecha	Proceso	Número de canastas por batch	Producto	Medida del empaque	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°F)	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°C)	Inicio Fase 1	Tiempo de Fase 1	Inicio Fase 2	Tiempo de Fase 2	Inicio Fase 3	Tiempo de Fase 3	Hora de Inicio de proceso térmico (Fase 4)	Tiempo para alcanzar temperatura de proceso (min)	Presión Interna (Bar)	Temperatura graficada en el registrador (°C)	Temperatura en el Termómetro de mercurio (°C)	Inicio Fase de enfriamiento	Tiempo real del proceso térmico de sostenimiento(min)	Hora Finalización del enfriamiento	Tiempo de Fase de Enfriamiento	Tiempo total del proceso	
29/12/2016	2	6 F.R.D.		14.1 oz	149	65	15:20	9	15:29	16	15:45	6	15:51	31	2.4	123	124.5	16:41	50	17:44	63	144	
29/12/2016	3	6 F.R.D.		14.1 oz	128	53.3	20:17	10	20:27	16	20:43	5	20:48	31	2.4	123	124.5	21:38	50	22:35	57	138	
29/12/2016	4	6 F.R.D.		14.1 oz	117	47.2	1:19	11	1:30	17	1:47	4	1:51	32	2.4	123	124.5	2:41	50	3:36	55	137	
29/12/2016	5	6 F.R.D.		14.1 oz	129	53.9	6:22	10	6:32	17	6:49	4	6:53	31	2.4	123	124.5	7:43	50	8:41	58	139	
28/12/2016	1	6 F.N.D.		14.1 oz	117	47.2	7:35	11	7:46	17	8:03	4	8:07	32	2.4	123	124.5	8:57	50	9:52	55	137	
28/12/2016	2	6 F.N.D.		14.1 oz	121	49.4	17:07	8	17:15	17	17:32	4	17:36	29	2.4	123	124.5	18:26	50	19:37	71	150	
28/12/2016	3	6 F.N.D.		14.1 oz	134	56.7	21:11	9	21:20	15	21:35	6	21:41	30	2.4	123	124.5	22:31	50	23:25	54	134	
28/12/2016	4	1.5 F.N.D.		14.1 oz	118	47.8	0:22	10	0:32	16	0:48	3	0:51	29	2.4	123	124.5	1:41	50	2:32	51	130	
27/12/2016	1	6 F.N.D.		14.1 oz	136	57.8	11:25	10	11:35	16	11:51	5	11:56	31	2.4	123	124.5	12:46	50	13:42	56	137	
27/12/2016	2	6 F.N.D.		14.1 oz	123	50.6	19:57	10	20:07	16	20:23	5	20:28	31	2.4	123	124.5	21:18	50	22:30	72	153	
27/12/2016	3	6 F.N.D.		14.1 oz	129	53.9	1:00	10	1:10	16	1:26	5	1:31	31	2.4	123	124.5	2:21	50	3:20	59	140	
26/12/2016	1	6 F.N.D.		104 oz	152	66.7	11:00	9	11:09	17	11:26	4	11:30	30	2.4	123	124.5	13:46	136	15:26	100	266	
26/12/2016	2	3 F.N.D.		104 oz	164	73.3	17:15	9	17:24	16	17:40	3	17:43	28	2.4	123	124.5	19:58	135	21:40	102	265	
26/12/2016	3	6 F.N.D.		104 oz	159	70.6	3:35	9	3:44	16	4:00	4	4:04	29	2.4	123	124.5	6:20	136	8:16	116	281	
23/12/2016																							
22/12/2016	1	6 F.N.D.		28 oz	137	58.3	7:04	10	7:14	17	7:31	3	7:34	30	2.4	123	124.5	8:50	76	9:53	63	169	
22/12/2016	2	6 F.N.D.		28 oz	148	64.4	11:25	10	11:35	20	11:55	6	12:01	36	2.4	123	124.5	13:11	70	14:15	64	170	
22/12/2016	3	6 F.N.D.		28 oz	133	56.1	17:43	9	17:52	16	18:08	4	18:12	29	2.4	123	124.5	19:28	76	20:32	64	169	
22/12/2016	4	2 Chub entero		4 lbs.	103	39.4	22:30	10	22:40	16	22:56	3	22:59	29	2.4	123	124.5	0:34	95	2:06	92	216	
21/12/2016	1	6 F.R.S.		28 oz	154	67.8	7:24	9	7:33	16	7:49	4	7:53	29	2.4	123	124.5	9:09	76	10:12	63	168	
21/12/2016	2	2.5 F.R.S.		28 oz	152	66.7	12:13	9	12:22	16	12:38	3	12:41	28	2.4	123	124.5	13:57	76	15:05	68	172	
21/12/2016	3	6 F.N.D.		28 oz	130	54.4	19:10	9	19:19	16	19:35	4	19:39	29	2.4	123	124.5	20:55	76	22:00	65	170	
21/12/2016	4	6 F.N.D.		28 oz	137	58.3	23:55	9	0:04	17	0:21	4	0:25	30	2.4	123	124.5	1:41	76	2:44	63	169	
20/12/2016	1	6 F.R.S.		28 oz	148	64.4	12:31	9	12:40	16	12:56	4	13:00	29	2.4	123	124.5	14:16	76	15:21	65	170	
20/12/2016	2	6 F.R.S.		28 oz	136	57.8	16:15	9	16:24	16	16:40	5	16:45	30	2.4	123	124.5	18:01	76	19:04	63	169	
20/12/2016	3	6 F.R.S.		28 oz	130	54.4	22:20	9	22:29	17	22:46	3	22:49	29	2.4	123	124.5	0:05	76	1:06	61	166	
20/12/2016	4	6 F.R.S.		28 oz	138	58.9	2:44	9	2:53	16	3:09	4	3:13	29	2.4	123	124.5	4:29	76	5:31	62	167	
19/12/2016	1	6 Chub llcuado		4 lbs.	151	66.1	9:26	7	9:33	16	9:49	3	9:52	26	2.4	123	124.5	11:08	76	14:19	191	293	
19/12/2016	2	6 Chub llcuado		4 lbs.	148	64.4	18:23	10	18:33	16	18:49	3	18:52	29	2.4	123	124.5	21:47	175	23:23	96	300	
19/12/2016	3	6 F.R.D.		28 oz	140	60	1:31	9	1:40	16	1:56	4	2:00	29	2.4	123	124.5	3:16	76	5:14	118	223	
19/12/2016	4	6 F.R.S.		28 oz	134	56.7	6:37	10	6:47	16	7:03	4	7:07	30	2.4	123	124.5	8:23	76	9:25	62	168	
18/12/2016	1	6 F.R.D.		14.1 oz	124	51.1	5:50	9	5:59	16	6:15	5	6:20	30	2.4	123	124.5	7:10	50	8:40	90	170	

Continuación de la tabla IV.

RETORES 3																						
Fecha	Proceso	Número de canastas por batch	Producto	Medida del empaque	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°F)	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°C)	Inicio Fase 1	Tiempo de Fase 1	Inicio Fase 2	Tiempo de Fase 2	Inicio Fase 3	Tiempo de Fase 3	Hora de Inicio de proceso térmico (Fase 4)	Tiempo para alcanzar temperatura de proceso (min)	Presión Interna (Bar)	Temperatura graficada en el registrador (°C)	Temperatura en el Termómetro de mercurio (°C)	Inicio Fase de enfriamiento	Tiempo real del proceso térmico de sostenimiento(min)	Hora Finalización del enfriamiento	Tiempo de Fase de Enfriamiento	Tiempo total del proceso
17/12/2016	1	6 F.R.D.		35 oz.	104	40	6:56	14	7:10	18	7:28	5	7:33	37	2.4	123	124.5	9:08	95	10:46	98	230
17/12/2016	2	5.5 F.R.D.		35 oz.	138	58.9	13:45	11	13:56	16	14:12	4	14:16	31	2.4	123	124.5	15:36	80	16:56	80	191
17/12/2016	3	6 F.R.D.		35 oz.	115	46.1	20:29	12	20:41	17	20:58	3	21:01	32	2.4	123	124.5	21:51	50	23:10	79	161
17/12/2016	4	N/A	N/A	5.5 oz.	124	51.1	2:20	12	2:32	16	2:48	5	2:53	33	2.4	123	124.5	3:43	50	5:13	90	173
16/12/2016	1	6 F.R.D.		35 oz.	153	67.2	6:30	9	6:39	16	6:55	4	6:59	29	2.4	123	124.5	8:19	80	9:25	66	175
16/12/2016	2	6 F.R.D.		35 oz.	140	60	11:25	9	11:34	16	11:50	4	11:54	29	2.4	123	124.5	13:14	80	14:20	66	175
16/12/2016	3	5 F.R.D.		35 oz.	134	56.7	16:15	8	16:23	16	16:39	4	16:43	28	2.4	123	124.5	18:03	80	19:08	65	173
16/12/2016	4	6 F.R.D.		35 oz.	139	59.4	23:18	10	23:28	16	23:44	4	23:48	30	2.4	123	124.5	1:08	80	2:18	70	180
15/12/2016	1	6 F.N.D.		35 oz.	133	56.1	7:55	11	8:06	16	8:22	8	8:30	35	2.4	123	124.5	9:50	80	11:19	89	204
15/12/2016																						
14/12/2016	1	6 F.N.D.		35 oz.	157	69.4	7:25	9	7:34	16	7:50	6	7:56	31	2.4	123	124.5	9:16	80	10:38	82	193
14/12/2016	2	6 F.N.D.		35 oz.	151	66.1	12:21	10	12:31	16	12:47	7	12:54	33	2.4	123	124.5	14:14	80	15:38	84	197
14/12/2016	3	6 F.N.D.		35 oz.	156	68.9	17:18	10	17:28	16	17:44	7	17:51	33	2.4	123	124.5	19:11	80	20:36	85	198
14/12/2016	4	6 F.N.D.		35 oz.	160	71.1	21:41	8	21:49	16	22:05	8	22:13	32	2.4	123	124.5	23:33	80	1:00	87	199
14/12/2016	5	6 F.N.D.		35 oz.	170	76.7	2:52	15	3:07	11	3:18	7	3:25	33	2.4	123	124.5	4:45	80	6:11	86	199
13/12/2016	1	6 F.N.D.		35 oz.	138	58.9	9:10	11	9:21	16	9:37	7	9:44	34	2.4	123	124.5	11:04	80	12:26	82	196
13/12/2016	2	6 F.N.D.		35 oz.	128	53.3	13:10	10	13:20	16	13:36	6	13:42	32	2.4	123	124.5	15:02	80	16:01	59	171
13/12/2016	3	6 F.N.D.		35 oz.	142	61.1	17:35	10	17:45	17	18:02	5	18:07	32	2.4	123	124.5	19:27	80	20:55	88	200
13/12/2016	4	6 F.N.D.		35 oz.	143	61.7	22:14	11	22:25	16	22:41	6	22:47	33	2.4	123	124.5	0:27	100	2:30	123	256
13/12/2016	5	6 F.N.D.		35 oz.	155	68.3	2:40	9	2:49	16	3:05	7	3:12	32	2.4	123	124.5	4:32	80	5:54	82	194
12/12/2016	1	6 F.N.D.		35 oz.	134	56.7	11:05	10	11:15	17	11:32	7	11:39	34	2.4	123	124.5	12:59	80	14:24	85	199
12/12/2016	2	6 F.N.D.		35 oz.	147	63.9	18:47	10	18:57	16	19:13	7	19:20	33	2.4	123	124.5	20:40	80	22:06	86	199
12/12/2016	3	6 F.N.D.		35 oz.	125	51.7	23:17	10	23:27	16	23:43	7	23:50	33	2.4	123	124.5	1:10	80	2:35	85	198
12/12/2016	4	6 F.N.D.		35 oz.	127	52.8	3:54	10	4:04	16	4:20	6	4:26	32	2.4	123	124.5	5:46	80	7:11	85	197
9/12/2016	1	2.5 F.R.S.		14.1 oz	130	54.4	6:25	10	6:35	16	6:51	4	6:55	30	2.4	123	124.5	7:45	50	8:50	65	145
8/12/2016	1	6 F.N.D.		14.1 oz	122	50	6:00	11	6:11	18	6:29	9	6:38	38	2.4	123	124.5	7:28	50	8:40	72	160
8/12/2016	2	6 F.N.D.		14.1 oz	119	48.3	17:36	10	17:46	16	18:02	8	18:10	34	2.4	123	124.5	19:00	50	20:14	74	158
8/12/2016	3	6 F.R.S.		14.1 oz	118	47.8	0:38	11	0:49	20	1:09	2	1:11	33	2.4	123	124.5	2:01	50	3:24	83	166
7/12/2016	1	6 F.N.D.		14.1 oz	121	49.4	6:25	9	6:34	16	6:50	9	6:59	34	2.4	123	124.5	7:49	50	9:12	83	167
7/12/2016	2	6 F.N.D.		14.1 oz	118	47.8	22:40	13	22:53	19	23:12	8	23:20	40	2.4	123	124.5	0:10	50	1:29	79	169
7/12/2016																						
6/12/2016	1	4.5 F.N.D.		14.1 oz	121	49.4	7:18	17	7:35	12	7:47	4	7:51	33	2.4	123	124.5	8:41	50	9:48	67	150

Continuación de la tabla IV.

RETORTA 3																							
Fecha	Proceso	Número de canastas por batch	Producto	Medida del empaque	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°F)	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°C)	Inicio Fase 1	Tiempo de Fase 1	Inicio Fase 2	Tiempo de Fase 2	Inicio Fase 3	Tiempo de Fase 3	Hora de Inicio de proceso térmico (Fase 4)	Tiempo para alcanzar temperatura de proceso (min)	Presión Interna (Bar)	Temperatura graficada en el registrador (°C)	Temperatura en el Termómetro de mercurio (°C)	Inicio Fase de enfriamiento	Tiempo real del proceso térmico de sostenimiento(min)	Hora Finalización del enfriamiento	Tiempo de Fase de Enfriamiento	Tiempo total del proceso	
6/12/2016	2	6 F.N.D.		14.1 oz	120	48.9	14:05	10	14:15	16	14:31	6	14:37	32	2.4	123	124.5	15:27	50	16:51	84	166	
6/12/2016	3	6 F.N.D.		14.1 oz	119	48.3	23:40	10	23:50	16	0:06	7	0:13	33	2.4	123	124.5	1:03	50	2:38	95	178	
5/12/2016	1	6 Chub entero		4 lbs.	101	38.3	21:35	12	21:47	17	22:04	7	22:11	36	2.4	123	124.5	23:46	95	1:24	98	229	
4/12/2016	1	N/A	N/A	5.5 oz.																			
4/12/2016	2	1 Chub entero		4 lbs.	97	36.1	2:27	10	2:37	16	2:53	3	2:56	29	2.4	123	124.5	4:31	95	6:05	94	218	
3/12/2016	1	6 F.N.D.		8 oz.	116	46.7	8:52	9	9:01	19	9:20	4	9:24	32	2.4	123	124.5	9:59	35	11:00	61	128	
3/12/2016																							
3/12/2016																							
2/12/2016	1	6 F.R.S.		8 oz.	118	47.8	8:15	11	8:26	17	8:43	4	8:47	32	2.4	123	124.5	9:22	35	10:11	49	116	
2/12/2016	2	6 F.N.D.		8 oz.	117	47.2	20:15	11	20:26	17	20:43	3	20:46	31	2.4	123	124.5	21:21	35	22:16	55	121	
2/12/2016	3	5 F.N.D.		8 oz.	116	46.7	0:55	10	1:05	16	1:21	4	1:25	30	2.4	123	124.5	2:00	35	2:44	44	109	
2/12/2016	4	5.5 F.N.D.		8 oz.	115	46.1	5:30	10	5:40	16	5:56	4	6:00	30	2.4	123	124.5	6:35	35	7:22	47	112	
2/12/2016																							
1/12/2016	1	6 F.R.D.		8 oz.	118	47.8	7:48	11	7:59	16	8:15	4	8:19	31	2.4	123	124.5	8:54	35	9:43	49	115	
1/12/2016	2	6 F.R.D.		8 oz.	###	12:18	11	12:29	16	12:45	4	12:49	31	2.4	123	124.5	13:24	35	14:20	56	122		
1/12/2016	3	5.5 F.R.S.		8 oz.	116	46.7	3:37	11	3:48	17	4:05	4	4:09	32	2.4	123	124.5	4:44	35	5:30	46	113	
1/12/2016																							
30/11/2016	1	6 F.R.D.		8 oz.	125	51.7	9:02	9	9:11	17	9:28	5	9:33	31	2.4	123	124.5	10:08	35	11:00	52	118	
30/11/2016	2	6 F.R.D.		8 oz.	126	52.2	15:27	10	15:37	16	15:53	4	15:57	30	2.4	123	124.5	16:32	35	17:25	53	118	
30/11/2016	3	6 F.R.D.		8 oz.	116	46.7	2:29	11	2:40	16	2:56	5	3:01	32	2.4	123	124.5	3:36	35	4:27	51	118	
30/11/2016																							
29/11/2016	1	5 F.R.D.		8 oz.	122	50	8:05	11	8:16	13	8:29	6	8:35	30	2.4	123	124.5	9:10	35	9:59	49	114	
29/11/2016	2	6 F.R.D.		8 oz.	132	55.6	11:40	11	11:51	17	12:08	5	12:13	33	2.4	123	124.5	12:48	35	13:41	53	121	
29/11/2016	3	6 F.R.D.		8 oz.	116	46.7	20:13	11	20:24	16	20:40	4	20:44	31	2.4	123	124.5	21:19	35	22:10	51	117	
29/11/2016	4	5 F.R.D.		8 oz.	116	46.7	3:54	10	4:04	16	4:20	4	4:24	30	2.4	123	124.5	4:59	35	5:43	44	109	
28/11/2016	1	5 F.R.D.		8 oz.	119	48.3	1:30	10	1:40	16	1:56	4	2:00	30	2.4	123	124.5	2:35	35	3:27	52	117	
28/11/2016																							
27/11/2016	1	6 F.N.D.		104 oz	150	65.6	2:52	8	3:00	16	3:16	5	3:21	29	2.4	123	124.5	5:37	136	7:31	114	279	
27/11/2016	2	6 Chub entero		4 lbs.	101	38.3	12:10	11	12:21	17	12:38	4	12:42	32	2.4	123	124.5	14:17	95	15:52	95	222	
27/11/2016	3	2 Chub entero		4 lbs.	97	36.1	21:21	12	21:33	14	21:47	4	21:51	30	2.4	123	124.5	23:26	95	1:26	120	245	
26/11/2016	1	6 F.N.D.		104 oz	157	69.4	3:36	8	3:44	16	4:00	5	4:05	29	2.4	123	124.5	6:21	136	8:32	131	296	

Continuación de la tabla IV.

Fecha		Proceso	Número de canastas por batch	Producto	Medida del empaque	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°F)	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°C)	Inicio Fase 1	Tiempo de Fase 1	Inicio Fase 2	Tiempo de Fase 2	Inicio Fase 3	Tiempo de Fase 3	Hora de Inicio de proceso térmico (Fase 4)	Tiempo para alcanzar temperatura de proceso (min)	Presión Interna (Bar)	Temperatura graficada en el registrador (°C)	Temperatura en el Termómetro de mercurio (°C)	Inicio Fase de enfriamiento	Tiempo real del proceso térmico de sostenimiento(min)	Hora Finalización del enfriamiento	Tiempo de Fase de Enfriamiento	Tiempo total del proceso
26/11/2016	2	6 F.N.D.		104 oz	153	67.2	12:18	8 12:26	17 12:43	4 12:47	29 2:4	123	124.5	15:03	136 16:58	115	280						
26/11/2016	3	4 F.N.D.		104 oz	150	65.6	21:22	9 21:31	29 22:00	3 22:03	41 2:4	123	124.5	0:19	136 1:57	98	275						
25/11/2016	1	6 F.N.D.		104 oz	160	71.1	6:34	9 6:43	16 6:59	4 7:03	29 2:4	123	124.5	9:19	136 11:17	118	283						
25/11/2016	2	6 F.N.D.		104 oz	153	67.2	12:15	8 12:23	17 12:40	4 12:44	29 2:4	123	124.5	15:00	136 17:11	131	296						
25/11/2016	3	6 F.N.D.		104 oz	151	66.1	21:51	9 22:00	16 22:16	4 22:20	29 2:4	123	124.5	0:36	136 2:36	120	285						
24/11/2016	1	6 F.N.D.		104 oz	158	70	6:23	10 6:33	16 6:49	3 6:52	29 2:4	123	124.5	9:08	136 10:58	110	275						
24/11/2016	2	5 F.N.D.		104 oz	150	65.6	14:08	8 14:16	17 14:33	4 14:37	29 2:4	123	124.5	16:53	136 18:42	109	274						
24/11/2016	3	6 F.N.D.		104 oz	152	66.7	21:12	9 21:21	18 21:39	4 21:43	31 2:4	123	124.5	23:59	136 1:52	113	280						
23/11/2016	1	6 F.N.D.		104 oz	151	66.1	9:20	9 9:29	16 9:45	5 9:50	30 2:4	123	124.5	12:06	136 14:04	118	284						
23/11/2016	2	6 F.N.D.		104 oz	150	65.6	16:00	9 16:09	16 16:25	4 16:29	29 2:4	123	124.5	18:45	136 20:41	116	281						
23/11/2016	3	6 F.N.D.		104 oz	166	74.4	23:05	8 23:13	17 23:30	5 23:35	30 2:4	123	124.5	1:51	136 3:53	122	288						
22/11/2016	1	6 F.N.D.		104 oz	153	67.2	15:40	9 15:49	16 16:05	5 16:10	30 2:4	123	124.5	18:26	136 20:26	120	286						
22/11/2016	2	6 F.N.D.		104 oz	153	67.2	0:42	7 0:49	18 1:07	5 1:12	30 2:4	123	124.5	3:28	136 5:26	118	284						
21/11/2016	1	3 F.N.D.		104 oz	150	65.6	11:45	9 11:54	16 12:10	4 12:14	29 2:4	123	124.5	14:30	136 16:16	106	271						
21/11/2016	2	6 F.N.D.		104 oz	160	71.1	17:11	9 17:20	16 17:36	4 17:40	29 2:4	123	124.5	19:56	136 21:52	116	281						
20/11/2016	1	6 Chub entero		4 lbs.	99	37.2	21:25	9 21:34	17 21:51	4 21:55	30 2:4	123	124.5	23:30	95 1:04	94	219						
20/11/2016																							
19/11/2016	1	6 F.N.D.		8 oz.	116	46.7	7:12	9 7:21	19 7:40	3 7:43	31 2:4	123	124.5	8:18	35 9:04	46	112						
19/11/2016	2	6 F.tico		8 oz.	124	51.1	11:33	9 11:42	16 11:58	4 12:02	29 2:4	123	124.5	12:37	35 13:20	43	107						
19/11/2016	3	6 F.tico		8 oz.	132	55.6	22:22	9 22:31	16 22:47	4 22:51	29 2:4	123	124.5	23:26	35 0:07	41	105						
19/11/2016	4	2 F.tico		8 oz.	143	61.7	5:48	10 5:58	16 6:14	3 6:17	29 2:4	123	124.5	6:52	35 7:27	35	99						
19/11/2016																							
18/11/2016	1	6 F.N.D.		8 oz.	119	48.3	8:27	9 8:36	17 8:53	3 8:56	29 2:4	123	124.5	9:31	35 10:17	46	110						
18/11/2016	2	6 F.N.D.		8 oz.	115	46.1	12:06	10 12:16	17 12:33	4 12:37	31 2:4	123	124.5	13:12	35 14:01	49	115						
18/11/2016	3	6 F.N.D.		8 oz.	129	53.9	15:15	9 15:24	16 15:40	4 15:44	29 2:4	123	124.5	16:19	35 17:06	47	111						
18/11/2016	4	6 F.N.D.		8 oz.	127	52.8	18:15	9 18:24	16 18:40	4 18:44	29 2:4	123	124.5	19:19	35 20:18	59	123						
18/11/2016	5	6 F.N.D.		8 oz.	130	54.4	23:27	10 23:37	17 23:54	4 23:58	31 2:4	123	124.5	0:33	35 1:18	45	111						
17/11/2016	1	6 F.N.D.		8 oz.	130	54.4	13:19	10 13:29	16 13:45	4 13:49	30 2:4	123	124.5	14:24	35 15:10	46	111						
17/11/2016	2	6 F.N.D.		8 oz.	134	56.7	17:45	8 17:53	18 18:11	4 18:15	30 2:4	123	124.5	18:50	35 19:41	51	116						
17/11/2016	3	6 F.N.D.		8 oz.	119	48.3	22:20	10 22:30	16 22:46	4 22:50	30 2:4	123	124.5	23:25	35 0:12	47	112						
17/11/2016	4	6 F.N.D.		8 oz.	140	60	2:08	10 2:18	16 2:34	4 2:38	30 2:4	123	124.5	3:13	35 4:00	47	112						
17/11/2016	5	6 F.N.D.		8 oz.	128	53.3	4:47	10 4:57	17 5:14	3 5:17	30 2:4	123	124.5	5:52	35 6:46	54	119						

RETORIA 3

Continuación de la tabla IV.

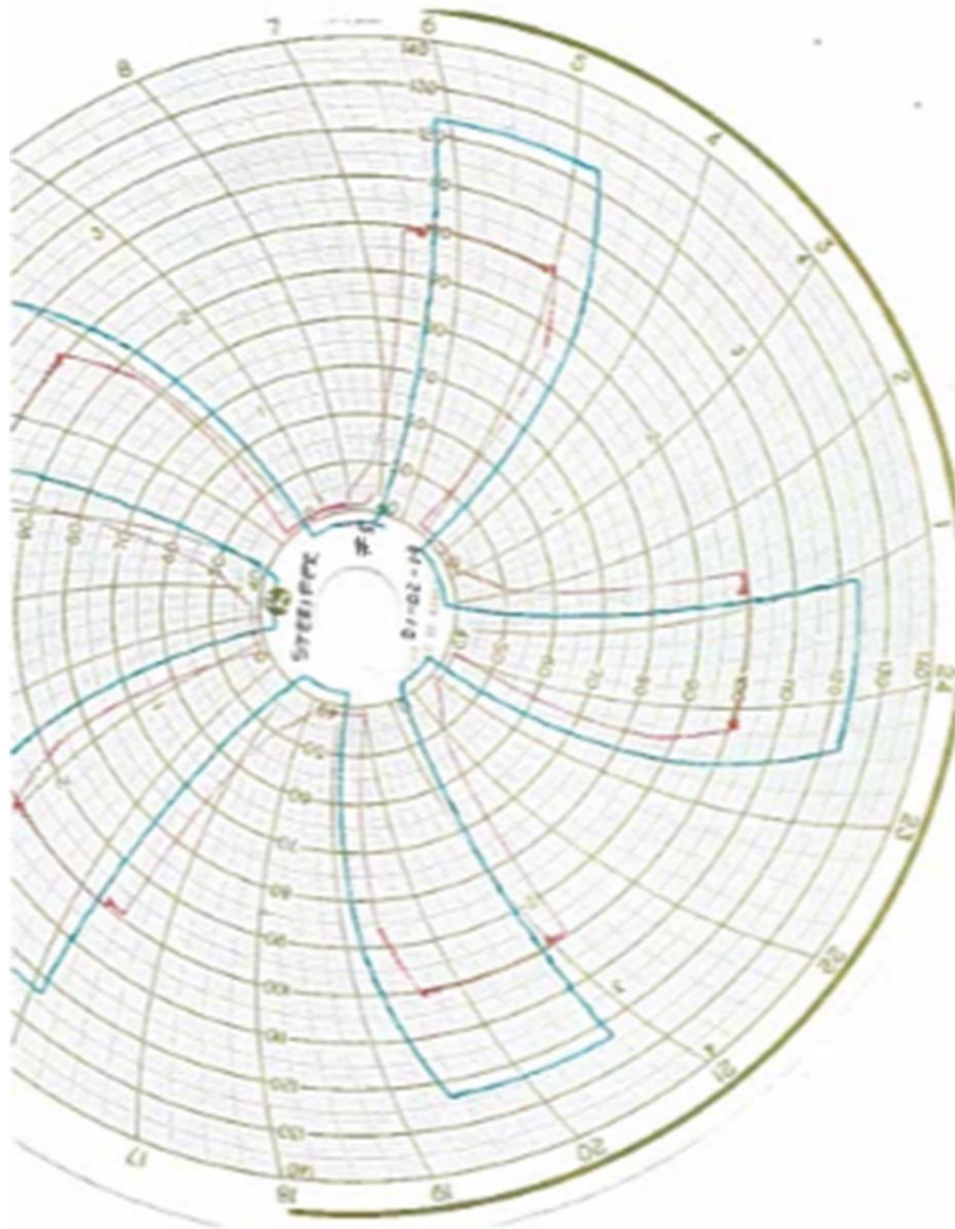
RETORTA 3																							
Fecha	Proceso	Número de canastas por batch	Producto	Medida del empaque	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°F)	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°C)	Inicio Fase 1	Tiempo de Fase 1	Inicio Fase 2	Tiempo de Fase 2	Inicio Fase 3	Tiempo de Fase 3	Hora de Inicio de proceso térmico (Fase 4)	Tiempo para alcanzar temperatura de proceso (min)	Presión Interna (Bar)	Temperatura graficada en el registrador (°C)	Temperatura en el Termómetro de mercurio (°C)	Inicio Fase de enfriamiento	Tiempo real del proceso térmico de sostenimiento(min)	Hora Finalización del enfriamiento	Tiempo de Fase de Enfriamiento	Tiempo total del proceso	
16/11/2016	1	6 F.N.D.	8 oz.	148 64.4	6:25	10	6:35	26	7:01	5	7:06	41	2.4	123	124.5	7:41	35	8:18	37	113			
16/11/2016	2	6 F.N.D.	8 oz.	148 47.8	9:46	9	9:55	17	10:12	4	10:16	30	2.4	123	124.5	10:51	35	11:45	54	119			
16/11/2016	3	6 F.N.D.	8 oz.	135 57.2	17:38	8	17:46	17	18:03	4	18:07	29	2.4	123	124.5	18:42	35	19:32	50	114			
16/11/2016	4	6 F.N.D.	8 oz.	133 56.1	22:15	10	22:25	16	22:41	4	22:45	30	2.4	123	124.5	23:20	35	0:07	47	112			
16/11/2016	5	6 F.N.D.	8 oz.	138 58.9	1:26	10	1:36	16	1:52	4	1:56	30	2.4	123	124.5	2:31	35	3:23	52	117			
16/11/2016	6	6 F.N.D.	8 oz.	143 61.7	5:11	12	5:23	16	5:39	4	5:43	32	2.4	123	124.5	6:18	35	6:54	36	103			
15/11/2016	1	6 F.N.D.	8 oz.	135 57.2	12:51	10	13:01	16	13:17	4	13:21	30	2.4	123	124.5	13:56	35	14:45	49	114			
15/11/2016	2	6 F.N.D.	8 oz.	136 57.8	18:16	9	18:25	17	18:42	4	18:46	30	2.4	123	124.5	19:21	35	20:09	48	113			
15/11/2016	3	6 F.N.D.	8 oz.	134 56.7	22:15	9	22:24	17	22:41	4	22:45	30	2.4	123	124.5	23:20	35	0:08	48	113			
15/11/2016	4	6 F.N.D.	8 oz.	127 52.8	3:12	10	3:22	17	3:39	3	3:42	30	2.4	123	124.5	4:17	35	5:00	43	108			
15/11/2016																							
14/11/2016	1	6 F.N.D.	8 oz.	125 51.7	13:08	10	13:18	16	13:34	4	13:38	30	2.4	123	124.5	14:13	35	15:05	52	117			
14/11/2016	2	6 F.N.D.	8 oz.	127 52.8	18:48	9	18:57	16	19:13	4	19:17	29	2.4	123	124.5	19:52	35	20:41	49	113			
14/11/2016	3	6 F.N.D.	8 oz.	129 53.9	0:55	10	1:05	16	1:21	4	1:25	30	2.4	123	124.5	2:00	35	2:47	47	112			
14/11/2016	4	6 F.N.D.	8 oz.	131 55	5:53	10	6:03	17	6:20	3	6:23	30	2.4	123	124.5	6:58	35	7:48	50	115			
13/11/2016	1	6 F.N.D.	35 oz.	140 60	9:03	9	9:12	16	9:28	4	9:32	29	2.4	123	124.5	10:52	80	12:04	72	181			
13/11/2016	2	6 F.N.D.	35 oz.	132 55.6	14:47	9	14:56	16	15:12	4	15:16	29	2.4	123	124.5	16:36	80	17:50	74	183			
13/11/2016	3	6 Chub entero	4 lbs.	94 34.4	2:22	10	2:32	16	2:48	4	2:52	30	2.4	123	124.5	4:27	95	6:02	95	220			
13/11/2016																							
13/11/2016																							
12/11/2016	1	6 F.N.D.	35 oz.	153 67.2	9:22	10	9:32	16	9:48	3	9:51	29	2.4	123	124.5	11:11	80	12:28	77	186			
12/11/2016	2	6 F.N.D.	35 oz.	148 64.4	21:18	9	21:27	16	21:43	4	21:47	29	2.4	123	124.5	23:07	80	0:23	76	185			
12/11/2016	3	6 F.N.D.	35 oz.	145 62.8	2:57	9	3:06	16	3:22	4	3:26	29	2.4	123	124.5	4:46	80	6:04	78	187			
12/11/2016																							
11/11/2016	1	6 F.N.D.	35 oz.	147 63.9	9:45	9	9:54	16	10:10	3	10:13	28	2.4	123	124.5	11:33	80	12:47	74	180			
11/11/2016	2	5 F.N.D.	35 oz.	150 65.6	16:13	9	16:22	16	16:38	4	16:42	29	2.4	123	124.5	18:02	80	19:13	71	182			
11/11/2016	3	6 F.N.D.	35 oz.	145 62.8	22:28	10	22:38	16	22:54	3	22:57	29	2.4	123	124.5	0:17	80	1:31	74	183			
11/11/2016	4	6 F.N.D.	35 oz.	145 62.8	4:27	8	4:35	17	4:52	4	4:56	29	2.4	123	124.5	6:16	80	7:29	73	182			
10/11/2016	1	6 F.N.D.	35 oz.	143 61.7	15:11	10	15:21	16	15:37	3	15:40	29	2.4	123	124.5	17:00	80	18:15	75	184			
10/11/2016	2	6 F.N.D.	35 oz.	132 55.6	20:21	9	20:30	16	20:46	4	20:50	29	2.4	123	124.5	22:10	80	23:24	74	183			
10/11/2016	3	6 F.N.D.	35 oz.	141 60.6	4:15	8	4:23	16	4:39	4	4:43	28	2.4	123	124.5	6:03	80	7:16	73	181			
10/11/2016																							
10/11/2016																							

Continuación de la tabla IV.

RETORTA 3																						
Fecha	Proceso	Número de canastas por batch	Producto	Medida del empaque	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°F)	Temperatura Inicial de proceso Térmico (°C)	Inicio Fase 1	Tiempo de Fase 1	Inicio Fase 2	Tiempo de Fase 2	Inicio Fase 3	Tiempo de Fase 3	Hora de Inicio de proceso térmico (Fase 4)	Tiempo para alcanzar temperatura de proceso (min)	Presión Interna (Bar)	Temperatura graficada en el registrador (°C)	Temperatura en el Termómetro de mercurio (°C)	Inicio Fase de enfriamiento	Tiempo real del proceso térmico de sostenimiento(min)	Hora Finalización del enfriamiento	Tiempo de Fase de Enfriamiento	Tiempo total del proceso
9/11/2016	1	6 F.R.D.		35 oz.	151	66.1	17:11	8	17:19	16	17:35	4	17:39	28	2.4	123	124.5	18:59	80	20:12	73	181
9/11/2016	2	6 F.R.D.		35 oz.	141	60.6	23:27	8	23:35	16	23:51	4	23:55	28	2.4	123	124.5	1:15	80	2:28	73	181
9/11/2016	3	6 F.N.D.		35 oz.	138	58.9	5:57	9	6:06	16	6:22	4	6:26	29	2.4	123	124.5	7:46	80	8:57	71	180
9/11/2016																						
8/11/2016	1	6 F.R.D.		35 oz.	152	66.7	12:23	10	12:33	18	12:51	10	13:01	38	2.4	123	124.5	14:21	80	16:01	100	218
8/11/2016																						
8/11/2016																						
7/11/2016	1	6 F.R.D.		35 oz.	158	70	13:56	10	14:06	20	14:26	8	14:34	38	2.4	123	124.5	15:54	80	17:38	104	222
7/11/2016	2	6 F.R.D.		35 oz.	146	63.3	20:31	10	20:41	22	21:03	5	21:08	37	2.4	123	124.5	22:28	80	0:09	101	218
7/11/2016	3	6 F.R.D.		35 oz.	140	60	2:06	10	2:16	18	2:34	10	2:44	38	2.4	123	124.5	4:04	80	5:36	92	210
7/11/2016	4	6 F.R.D.		35 oz.	145	62.8	6:10	10	6:20	18	6:38	10	6:48	38	2.4	123	124.5	8:08	80	9:51	103	221
6/11/2016	1	6 F.N.D.		28 oz.	135	57.2	7:18	10	7:28	17	7:45	9	7:54	36	2.4	123	124.5	9:10	76	10:39	89	201
6/11/2016	2	6 Chub entero		4 lbs.	104	40	1:27	13	1:40	22	2:02	10	2:12	45	2.4	123	124.5	3:47	95	5:27	100	240
5/11/2016	1	6 F.N.D.		28 oz.	135	57.2	6:39	10	6:49	17	7:06	9	7:15	35	2.4	123	124.5	8:31	76	9:56	85	197
5/11/2016	2	6 F.N.D.		28 oz.	133	56.1	11:14	10	11:24	17	11:41	8	11:49	35	2.4	123	124.5	13:05	76	14:48	103	214
5/11/2016	3	6 F.N.D.		28 oz.	135	57.2	16:40	10	16:50	19	17:09	6	17:15	35	2.4	123	124.5	18:31	76	19:55	84	195
5/11/2016	4	6 F.N.D.		28 oz.	149	65	21:38	10	21:48	19	22:07	6	22:13	35	2.4	123	124.5	23:29	76	0:50	81	192
5/11/2016	5	6 F.N.D.		28 oz.	133	56.1	2:04	11	2:15	16	2:31	10	2:41	37	2.4	123	124.5	3:57	76	5:22	85	198
4/11/2016	1	6 F.R.S.		28 oz.	130	54.4	6:37	10	6:47	17	7:04	8	7:12	35	2.4	123	124.5	8:28	76	9:56	88	199
4/11/2016	2	6 F.N.D.		28 oz.	135	57.2	11:38	10	11:48	16	12:04	8	12:12	34	2.4	123	124.5	13:28	76	15:13	105	215
4/11/2016	3	6 F.N.D.		28 oz.	136	57.8	16:02	9	16:11	19	16:30	6	16:36	34	2.4	123	124.5	17:52	76	19:19	87	197
4/11/2016	4	6 F.N.D.		28 oz.	148	64.4	19:48	9	19:57	17	20:14	8	20:22	34	2.4	123	124.5	21:38	76	23:35	117	227
4/11/2016	5	6 F.N.D.		28 oz.	129	53.9	1:29	10	1:39	19	1:58	6	2:04	35	2.4	123	124.5	3:20	76	4:46	86	197
3/11/2016	1	6 F.R.S.		28 oz.	132	55.6	8:10	9	8:19	20	8:39	5	8:44	34	2.4	123	124.5	10:00	76	11:47	107	217
3/11/2016	2	5 F.R.S.		28 oz.	126	52.2	13:52	9	14:01	19	14:20	6	14:26	34	2.4	123	124.5	15:42	76	17:09	87	197
3/11/2016	3	6 F.R.S.		28 oz.	128	53.3	20:53	10	21:03	16	21:19	8	21:27	34	2.4	123	124.5	22:43	76	0:29	106	216
3/11/2016	4	6 F.R.S.		28 oz.	133	56.1	1:53	8	2:01	20	2:21	6	2:27	34	2.4	123	124.5	3:43	76	5:18	95	205
3/11/2016																						
2/11/2016	1	6 F.R.D.		28 oz.	147	63.9	5:32	10	5:42	16	5:58	7	6:05	33	2.4	123	124.5	7:21	76	8:40	79	188
2/11/2016	2	6 F.R.D.		28 oz.	130	54.4	9:28	9	9:37	19	9:56	4	10:00	32	2.4	123	124.5	11:16	76	12:47	91	199
2/11/2016	3	6 F.R.D.		28 oz.	135	57.2	13:40	9	13:49	18	14:07	5	14:12	32	2.4	123	124.5	15:28	76	16:49	81	189
2/11/2016	4	6 F.R.D.		28 oz.	153	67.2	20:50	11	21:01	16	21:17	5	21:22	32	2.4	123	124.5	22:38	76	0:14	96	204
2/11/2016	5	6 F.R.D.		28 oz.	131	55	2:22	10	2:32	18	2:50	5	2:55	33	2.4	123	124.5	4:11	76	5:35	84	193

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y CÍA S.C.A. 2017.

Figura 24. **Registro cicloidal para la recopilación diaria de información de autoclaves**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y CÍA S.C.A. 2017.

A partir de esa base de datos, se obtuvo el promedio de tiempo de duración de cada etapa del proceso térmico, según el tamaño del producto a esterilizar, como se muestra a continuación:

Tabla VI. **Promedio de tiempos, en segundos, del proceso de esterilización de cada presentación de frijol en la autoclave #3**

RETORTA 3									
Observaciones	Presentación	Procesos en total	Promedio de tiempo Fase 1	Promedio de tiempo Fase 2	Promedio de tiempo Fase 3	Promedio de tiempo para alcanzar temperatura de proceso	Promedio del tiempo real del proceso térmico de sostenimiento	Promedio de tiempo de Fase de enfriamiento	Promedio de tiempo total del proceso
	5.5 oz	1	12,0000	16,0000	5,0000	33,0000	50,0000	90,0000	173,0000
	8 oz.	83	10,0000	16,4390	3,9146	30,3537	35,0244	47,9024	113,2805
	14.1 oz.	65	9,4462	16,5538	4,5692	30,5692	49,8615	65,5846	146,0154
	28-29 oz.	54	9,1636	16,5818	4,7455	30,4909	74,5091	75,2727	180,2727
Chub volteado	29 oz.	4	8,2500	16,0000	4,0000	28,2500	110,0000	72,5000	210,7500
	35 oz.	97	9,2680	16,3505	4,4948	30,1134	80,0000	74,8144	184,9278
	104 oz.	44	8,7955	16,5909	3,8636	29,2500	135,8636	108,1591	273,2727
Chub entero	4 lbs.	17	10,4706	16,5882	4,5294	31,5882	94,7647	97,0588	223,4118
Chub licuado	4 lbs.	5	9	16	3	28	155,2	112,6	295,8

Fuente: elaboración propia.

Era necesario conocer los datos teóricos con los que debían trabajar las autoclaves. Dichos datos provienen de la cotización realizada con los proveedores de los equipos. La siguiente tabla muestra la comparación de tiempos (real contra teórico) de cada autoclave analizada, según el tamaño de la presentación a esterilizar. Tomar nota que se hace énfasis en los tiempos de las etapas uno, dos y tres, debido a que es allí donde se da el levantamiento de la temperatura, donde sería necesario el mejoramiento del intercambiador de calor (todos los valores están en minutos).

Tabla VII. **Tiempos reales y teóricos de esterilización para las autoclaves de Industrias Kern's**

Presentación	Real		Teórico	
	Levantamiento	Total del proceso	Levantamiento	Total del proceso
5.5 oz	30	88	25	80
8 oz	31	117	25	90
14.1 oz	31	151	25	105
28-29 oz	31	184	25	161
35 oz	30	182	25	165
104 oz	30	283	25	251
29 oz (C.V)	29	215	25	199
4 lbs (C.E.)	36	230	25	210
4 lbs (C.L.)	30	300	25	290

Fuente: elaboración propia.

Para realizar análisis más extensivos, no solo cuestiones térmicas, se obtuvo, por medio de la cotización de los proveedores, otros datos de capacidades de las autoclaves: unidades/bandeja, bandejas/canasta, unidades/canasta y unidades/proceso.

Tabla VIII. **Capacidad volumétrica de autoclaves Sterifer 3, 4, 5 y 6**

CAPACIDAD DE RETORTAS STERIFER (DE CASCADA 3,4,5,6)					
Observaciones	Tamaño	Pouch/bandeja	Bandeja/canasta	Pouch/canasta	Pouch/proceso
	5.5 oz.	88	40	3 520	21 120
	8 oz.	105	22	2 310	13 860
	14.1 oz.	90	22	1 980	11 880
(28-29 oz.)	28 oz.	45	16	720	3 520
Chub volteado	29 oz.	79	7	553	3 318
	35 oz.	45	16	720	3 840
	104 oz.	20	16	320	1 920
Chub entero	4 lbs.	54	9	486	2 916
Chub licuado	4 lbs.	54	9	486	2 916

Fuente: elaboración propia.

A pesar de que la ejecución del proyecto es puramente mecánica, la justificación a presentar ante la gerencia se da en términos de aumento de capacidad de producción.

Una peculiaridad que sufre la planta es que, en la línea de producción de frijol, el cuello de botella se encuentra en el área de autoclaves. Esto es un error en el sistema de producción, pues el cuello de botella indica dónde existe estancamiento de producto, el cual debiera de estar en el área de llenado. En otras palabras, el cuello de botella define de quién depende la producción de la planta. Es por ello que no importa cuánto suba la eficiencia en el llenado de producto, pues las llenadoras apenas alcanzan un 60 % de su capacidad, pues el que marca el ritmo de la cantidad de producto producido son las autoclaves.

En las siguientes tablas se observa el aumento de producción que habría, dependiendo del formato que cada llenadora este trabajando. Se tabula de esta forma debido a que cada llenadora suele manejar un formato distinto, y los sistemas de llenado son semanales.

Tabla IX. **Capacidad de aumento de producción**

VELOCIDADES NOMINALES DE LLENADORAS				Real
Línea	Producto	Formato	CPD	Promedio de CPD Sterifer
CHUB	Volteado	29 oz.	4 800	1 430
CHUB	Entero	4 lbs.	9 600	2 364
CHUB	Licuado	4 lbs.	9 600	1 848
EFFYTEK	Frijol	8 oz.	2 400	5 092
EFFYTEK	Frijol	14,1 oz.	3 040	4 677
MESPACK 1	Frijol	14,1 oz.	2 400	4 677
MESPACK 1	Frijol	5,5 oz.	2 700	5 048
MESPACK 1	Frijol	8 oz.	5 160	5 092
MESPACK 1	Frijol	52 oz.	5 280	1 920
MESPACK 1	Frijol	104 oz.	5 280	1 286
MESPACK 1	Frijol	29 oz.	7 200	1 746
MESPACK 1	Frijol	35 oz.	7 200	1 916
MESPACK 2	Frijol	5,5 oz.	3 300	5 092
MESPACK 2	Frijol	8 oz.	6 600	5 092
MESPACK 2	Frijol	14,1 oz.	7 440	4 677

Fuente: elaboración propia.

El último cuadro es el definitivo, que se presenta a junta directiva para aprobar el proyecto y dar el presupuesto para hacer los estudios preliminares que dictaminarán la mejor forma de reducir los tiempos en los procesos térmicos de esterilización.

La primera tabla (compuesta de cuatro columnas), titulada Velocidades nominales de llenadoras, indica la línea de llenado que opera (ya que existen cuatro llenadoras distintas: CHUB, EFFYTECK, MESPAC 1 y MESPAC2), el tipo de frijol que produce, el formato (por peso) que llena y la cantidad de cajas por día que cada llenadora es capaz de producir.

La segunda tabla (columna cinco), titulada Rea', indica la cantidad de cajas por día (CPD) que las autoclaves Sterifer son capaces de procesar.

La tercera tabla (columna seis), titulada Teórica, indica la cantidad de cajas por día (CPD) que las autoclaves Sterifer serían capaces de procesar, dada la reducción en el tiempo de calentamiento en el proceso de esterilización.

Se observa que la mayoría de CPD de las llenadoras son mayores a los CPD de las autoclaves, en sus respectivas presentaciones. Esto se observa mayormente en las presentaciones familiares, ya que en algunas personales los CPD de las llenadoras son menores. Sin embargo, lo alarmante se da en las presentaciones familiares, ya que estudios de mercadeo realizados por la empresa indican que la tendencia es un aumento en el consumo de estas presentaciones, que deja por aparte un poco las presentaciones personales.

La última tabla (columna seis) muestra el porcentaje de aumento de producción que se daría al mejorar los tiempos de calentamiento en los procesos de esterilización. Ya que el estudio se enfoca en las presentaciones familiares (29 oz, 35 oz, 104 oz, 4 lbs), la gerencia tomó como considerables los aumentos presentados. Este porcentaje varía por muchos factores, desde los tiempos de los procesos térmicos por formato, hasta el tamaño de las presentaciones.

Dada la presentación de estos hechos, la gerencia aprueba el presupuesto para hacer los estudios correspondientes para proponer cual sería la mejor forma de disminuir los tiempos en los procesos de autoclaves.

2.2. Metodología y técnicas aplicadas

La metodología, utilizada durante el servicio técnico profesional consta de un diagnóstico de pérdidas que el sistema de alimentación de agua y vapor brinde a las autoclaves.

Inicialmente la empresa, mediante la ejecución de un proyecto ajeno al EPS, por medio de un servicio tercerizado, realiza exámenes de consumo de potencia y de vibraciones. Seguido, se hacen estudios y cálculos de pérdida de presión de agua y temperatura a través del sistema de tuberías. Por último, se realiza una inspección general del enchaquetado del equipo, fugas y cualquier tipo de incrustaciones que se puedan presentar dentro del suministro de agua.

2.2.1. Pérdidas por consumo de potencia

Mediante los servicios de una empresa tercerizada se realizan estudios de consumo de potencia en las áreas de esterilizado, llenado y formulación, que básicamente componen la línea de producción de frijol.

Los datos, por temas de confidencialidad, no pueden ser compartidos en el presente trabajo de investigación; sin embargo, se descartan problemas de funcionamiento o pérdida de eficiencia por el consumo de potencia en las autoclaves para la esterilización de bolsas *doypack* de frijol.

Figura 25. **Motor eléctrico de 1HP, componente de una autoclave, objeto de estudio de consumo de potencia**



Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Pérdidas por vibraciones

Mediante los servicios de una empresa tercerizada se realizan estudios de vibraciones en los componentes de los equipos de esterilización y los equipos de generación de vapor de la plana.

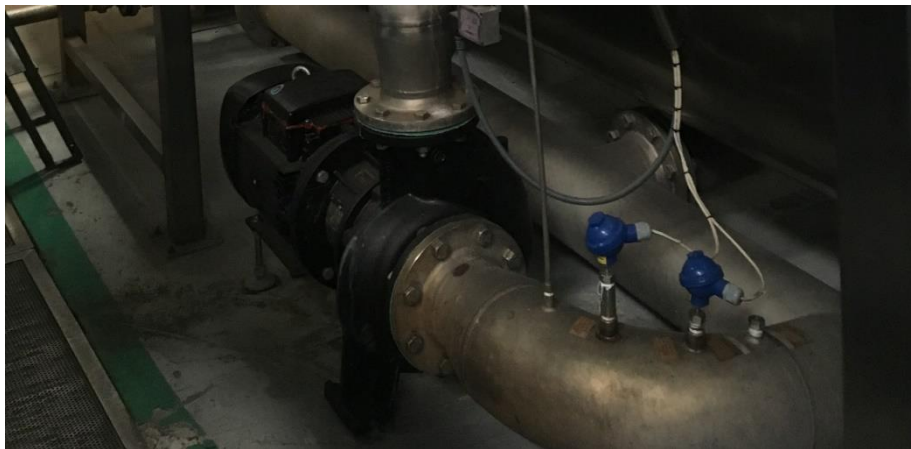
Los datos, por temas de confidencialidad, no pueden ser compartidos en el presente trabajo de investigación; sin embargo, se descartan problemas de funcionamiento o pérdida de eficiencia por vibraciones anormales en las autoclaves para la esterilización de bolsas *doypack* de frijol.

Figura 26. **Autoclaves Sterifer, del área de esterilización de frijol, 1**



Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Autoclaves Sterifer, del área de esterilización de frijol, 2**



Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Pérdidas en la presión del agua

Se determinan las pérdidas de presión en el sistema de tuberías, comprendida desde la fuente de alimentación principal, hasta donde se presenta la ramificación que reparte a las seis autoclaves. Para este cálculo no se toma en cuenta el sistema de recirculación de agua de las autoclaves, ya que suman una longitud poco significativa para las pérdidas.

Se inicia conociendo el número de Reynolds (NR). Para esto es necesario conocer la densidad del fluido (ρ), su velocidad (v), el diámetro de la tubería (D) y viscosidad dinámica (μ) a la temperatura específica. Para un fluido que circula por el interior de una tubería circular recta, el número de Reynolds viene dado por:

Figura 28. Ecuación del número de Reynolds

$$N_R = \frac{\rho * v * D}{\mu}$$

Fuente: MOTT, Robert. *Mecánica de fluidos*. p. 238.

Los valores de las variables en la ecuación son dados por los registros de trabajo de las autoclaves, donde:

- $\rho@65^\circ = 980,45 \text{ kg/m}^3$
- $\mu@65^\circ = 0,000434 \text{ m}^2/\text{S}$

La velocidad (v) se determina a partir del caudal que circula en la tubería (\tilde{V}) y el área de circulación (A) del mismo, donde:

- $A=31\ 400\text{mm}^2$
- $\tilde{V}=6,6 \cdot 10^{-7}\text{mm}^3/\text{s}$

Entonces:

$$v = \frac{6,67 \cdot 10^{-7}\text{mm}^3/\text{s}}{31\ 400\text{mm}^2}$$
$$v = 2,123\text{m/s}$$

Por consiguiente:

$$N_R = \frac{980,45 \cdot 2,123 \cdot 0,2}{0,001}$$

$$N_R = 417\ 000$$

$$N_R = 4 \cdot 10^5$$

Conociendo el valor del número de Reynolds, se determina que este es un flujo turbulento. Para los flujos turbulentos, la ecuación que determina la pérdida de presión de agua en una tubería (h_f) es la ecuación de Darcy-Weisbach:

Figura 29. **Ecuación de Darcy-Weisbach**

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

Fuente: *Ecuación de Darcy*. https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/Temas/Tema7.pdf.

Consulta: 5 de noviembre de 2017.

Donde es necesario conocer el factor de fricción de Darcy (f), la longitud de la tubería (L), el diámetro de la misma (D), la velocidad media del fluido (v) y el valor de la gravedad (g), donde:

- D=0,2
- v=2,123
- g=9,81

Para determinar el valor del factor de fricción de Darcy (f) es necesario utilizar un método gráfico, ubicando el valor en el diagrama de Moody, cuyo valor depende de la rugosidad relativa de la tubería (e/D) y del número de Reynolds (Nr). Para este caso:

$$N_R = 4 * 10^5$$

$$\varepsilon/D = 0,09/200 = 4,5 * 10^{-5}$$

Determinados dichos valores, se localizan los valores en el diagrama de Moody y se obtiene el valor del factor de fricción de Darcy. Dicho valor es adimensional.

$$f = 0,02$$

El último valor pendiente por determinar para utilizar la ecuación de Darcy-Weisbach es la longitud de la tubería analizada. Sin embargo, es esencial tomar en cuenta los accesorios presentes en la tubería, ya que ello representa más que el valor de su longitud como pérdida en la presión del agua.

Primero, se hace un recuento de los accesorios presentes en dicha tubería. Luego, correspondiente al DN de la tubería, se determina el valor en metros de longitud equivalente para cada accesorio, según la tabla “Tabla de longitudes equivalentes de accesorios de tuberías para pérdidas de carga por fricción” y se hace la sumatoria de dichos valores junto a la longitud total de la tubería.

- 3 codos de 90°
- 1 válvula esfera de paso

$$L = 81 + 27 + 30$$

$$L = 138$$

Ya conocidas todas las variables, es posible determinar el valor de la pérdida de presión en la alimentación principal de agua.

$$h_f = 0,02 * \frac{138}{0,2} * \frac{2,123^2}{2 * 9,81}$$

$$h_f = 3,17m$$

Se presentan los resultados al jefe del área de proyectos, quien indica que la pérdida de presión en el sistema es considerable en términos de pérdida de recursos; mas no significativa para la optimización en la eficiencia de las autoclaves, ni en el aumento de la producción diaria. Por ello es que no se busca invertir en la red de distribución de agua para la ejecución del proyecto.

2.2.4. Pérdidas en la temperatura del agua

Se determina la pérdida de temperatura que se da a través de la tubería de suministro, hasta la ramificación del sistema de tuberías de las autoclaves. El cálculo toma en cuenta los tramos que no poseen revestimiento térmico, donde Industrias Kern's utiliza enchaquetado.

Para ejecutar los procesos de esterilización en las autoclaves, el agua que se utiliza debe entrar con determinada temperatura, para ahorrar tiempo en tener que calentarla en las autoclaves; a ello se le llama temperatura de precalentamiento, o de inicio de proceso. La temperatura de precalentamiento varía según el formato de producto que se esteriliza, pero su rango se encuentra entre los 130 °F y 150 °F. Para ello, el agua precalentada que se transporta desde la fuente de suministro (calderas) debe viajar con una temperatura un poco mayor.

Se determina la pérdida de temperatura que se da a través de la tubería de suministro, hasta la ramificación del sistema de tuberías de las autoclaves.

El cálculo toma en cuenta los tramos que no poseen revestimiento térmico, donde Industrias Kern's utiliza enchaquetado.

Como se menciona en el marco teórico, es necesario calcular las pérdidas por conducción, convección y radiación, las cuales se consideran en una misma ecuación:

Figura 30. **Ecuación de pérdida de calor por radiación, convección y conducción**

$$Q = \frac{\pi(158 - 84.2)}{\left(2.3 \log\left(\frac{8.625}{7.981}\right) + \frac{1}{1.8 * 8.625}\right)}$$

Fuente: *Ecuación de pérdida de calor por radiación.*

<https://sites.google.com/site/caloriasybtu/tuberias-calor-perdidas>. Consulta: 6 de noviembre de 2017.

Donde:

- $T1=70\text{ }^{\circ}\text{C}=158\text{ }^{\circ}\text{F}$
- $Ta=29\text{ }^{\circ}\text{C}=84,2\text{ }^{\circ}\text{F}$
- $D1=7,981\text{ ''}$
- $D2=8,625\text{ ''}$
- $h=1,8$

Ya conociendo todos los valores necesarios, según el escenario, se determina la pérdida total de calor en la tubería:

$$Q = \frac{\pi(158 - 84,2)}{\left(2,3 \log\left(\frac{8,625}{7,981}\right) + \frac{1}{1,8 * 8,625}\right)}$$

$$Q = 1\ 633\ BTU/hora$$

Se presentan los resultados al jefe del área de proyectos, quien indica que la pérdida en la temperatura del agua es considerable en cuanto a la producción de agua sobrecalentada por las calderas, aun así no es suficiente como para considerar una inversión en la ejecución del proyecto.

2.2.5. Inspección de revestimiento térmico en tuberías

Se realiza una inspección general de las condiciones de las tuberías, del sistema de esterilización, que cuentan con revestimiento térmico; enchaquetado, en el caso de Industrias Kern's.

Una sección con revestimiento gastado o, incluso, sin revestimiento donde debería de llevar, por exceso de temperatura o una muy baja temperatura, denotaría una significativa pérdida de calor o una severa infracción de seguridad para el personal operario, ya que las lesiones causadas por agua caliente y vapor de agua son letales, incluso mortales.

Como se observa en la galería de imágenes, el revestimiento de las tuberías del sistema de esterilización se encontraba en buenas condiciones, evitando así generar pérdidas por cualquier tipo de desgaste en el enchaquetado, o por la falta de este. Tampoco, se encontraron latentes riesgos

con tuberías descubiertas que pudiesen quemar al equipo de operarios, por lo que se considera una zona segura para laborar.

Figura 31. **Tramo de tubería con revestimiento térmico del sistema de recirculación de autoclave**



Fuente: elaboración propia.

2.2.6. Inspección de fugas

Se hace una inspección visual completa a través de todo el sistema de tuberías que comprende el área de esterilización, tomando en cuenta el sistema de recirculación de agua de cada una de las seis calderas. También, se verifican los empaques de las puertas de las autoclaves. Una fuga de agua presente en la red de tuberías podría significar una pérdida de caudal, calor y tiempo en el proceso de esterilización, convirtiéndose así en una pérdida económica, en general.

Por fortuna, a través de la galería de fotografías, se observa que las condiciones generales de las tuberías son buenas y no muestran indicios de

fugas de agua o vapor, por lo que se descartan pérdidas de energía, flujo o tiempo en los procesos por fugas.

Figura 32. **Chequeo de las condiciones del empaque de la puerta de la autoclave #4**



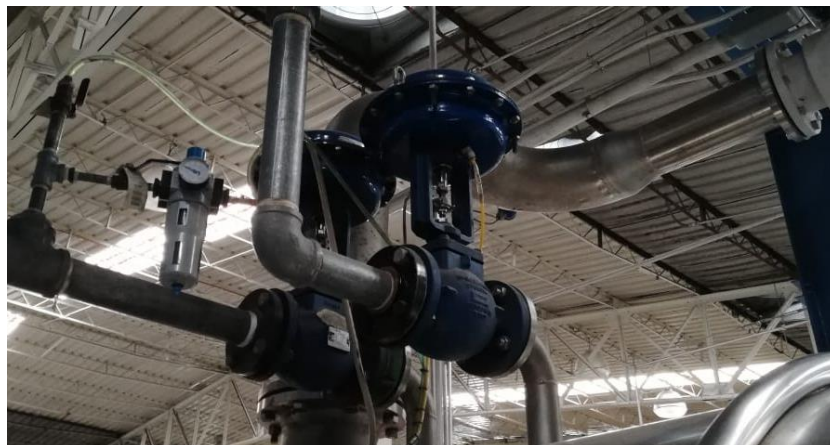
Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Inspección de fugas en la compuerta de la autoclave Sterifer #3**



Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Inspección de fugas en válvula de compuerta de autoclave #3**



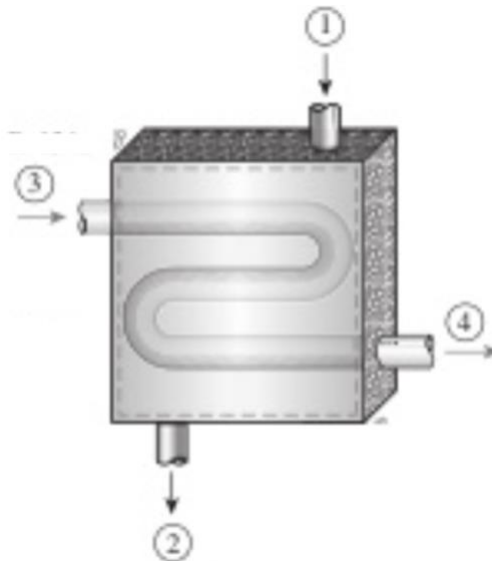
Fuente: elaboración propia.

2.2.7. Propuesta de mejora y aumento de producción

Previamente se inspeccionaron las posibles fuentes de mejora del sistema de esterilización; sin embargo, ni una de ellas era significativa para realizar una inversión considerable y obtener una alta recompensa. Es por ello que se decide finalizar con la inspección de los intercambiadores de calor, que son la fuente principal de energía del sistema y la que más alta inversión requiere.

La propuesta de mejora se centra en el aumento de la transferencia de calor del sistema. Esto a través del rediseño de los intercambiadores de calor de cada autoclave. El modelo Alfa Laval TS20 cuenta con 30 placas intercambiadoras de calor, también con una capacidad de expansión de hasta 80 placas. La expansión significa una mayor cantidad de flujo y una mayor área de contacto para el intercambio de calor.

Figura 35. Sistema de intercambio de calor



Fuente: CENGEL, Yunes. *Termodinámica*. p. 243.

Para determinar el flujo calorífico del intercambiador de calor, se parte de los balances de masa y energía.

Figura 36. **Balance de masa, energía**

$$\begin{aligned} \dot{m}_{\text{entrada}} &= \dot{m}_{\text{salida}} \\ \dot{m}_1 &= \dot{m}_2 = \dot{m}_w \\ \dot{m}_3 &= \dot{m}_4 = \dot{m}_R \end{aligned}$$

Fuente: CENGEL, Yunes. *Termodinámica*. p. 243.

Los valores de m_1 y m_2 representan los fluidos que recibirán la energía en el sistema, mientras que m_3 y m_4 es el fluido encargado de entregarla. La cantidad de masa que entra al sistema es la misma cantidad de masa que sale.

La diferencia de energía entre la entrada y la salida es igual a la tasa de cambio de energía interna del sistema.

Figura 37. **Balance de energía en un sistema estable**

$$\begin{aligned} \dot{E}_{\text{entrada}} - \dot{E}_{\text{salida}} &= \frac{d\dot{E}}{dt} = 0 \text{ (sistema estable)} \\ \dot{E}_{\text{entrada}} &= \dot{E}_{\text{salida}} \\ \dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_3 h_3 &= \dot{m}_2 h_2 + \dot{m}_4 h_4 \end{aligned}$$

Fuente: CENGEL, Yunes. *Termodinámica*. p. 243.

La combinación de los balances de masa y energía da como resultado:

Figura 38. **Intercambio de flujo energético en balance de masa-energía**

$$\dot{m}_w(h_1 - h_2) = \dot{m}_R(h_4 - h_3)$$

Fuente: CENGEL, Yunes. *Termodinámica*. p. 243.

La energía recibida por el fluido circulante se expresa de la siguiente manera:

Figura 39. **Ingreso de flujo energético en intercambiador de calor**

$$\begin{aligned}\dot{Q}_{w,entrada} + \dot{m}_w h_1 &= \dot{Q}_w + \dot{m}_w h_2 \\ \dot{Q}_{w,entrada} &= \dot{m}_w (h_2 - h_1)\end{aligned}$$

Fuente: CENGEL, Yunes. *Termodinámica*. p. 244.

En conclusión, conocida la tasa de transferencia de energía, es posible deducir la eficiencia del sistema de intercambio de calor aislado. Sin embargo, Industrias Kern's se limita en algunos aspectos a compartir información de algunos sistemas, como el de intercambio de calor. Independiente a ello, la expansión de placas en los intercambiadores de calor aumentaría la tasa de transferencia de energía, siempre y cuando se puedan mantener ambos flujos másicos de agua (tanto la que se recibe como el que entrega energía) constantes.

Para determinar el aumento de producción en el área de esterilización de frijol, se toma la producción planificada de los próximos años y calculando una

media ponderada del aumento de eficiencia según la presentación de volumen, se calcula el promedio de aumento de producción.

Tabla X. **Porcentaje de producción en plan de largo plazo según volumen de la presentación**

Presentación	5,5 oz.	8 oz.	14,1 oz.	28 oz. Chub V.	29 oz.	35 oz.	104 oz.	4 lbs. Chub E.	4 lbs. Chub L.
% de capacidad de mejora de tiempo	10,1	29,9	43,6	14,1	7,9	10,6	12,7	9,4	3,4
% de producción en los pr+oximos años	7	3	3	20	15	13	9	15	15

Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Porcentaje de aumento de producción media**

$$\begin{aligned}
 & \text{\% de aumento de producción media} \\
 = & \frac{10.1 * 7 + 29.9 * 3 + 43.6 * 3 + 14.1 * 20 + 7.9 * 15 + 10.6 * 13 + 12.7 * 9 + 9.4 * 15 + 3.4 * 15}{7 + 3 + 3 + 20 + 15 + 13 + 9 + 15 + 15}
 \end{aligned}$$

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE SERVICIO DE DOCENCIA

3.1. Metodología y técnicas aplicadas

Para la ejecución de la fase de docencia, se desarrolló un método práctico para conocer a fondo el levantamiento térmico del proceso de esterilización, viendo el comportamiento de la temperatura del producto, esto por medio de un software utilizado para programar sensores térmicos y mediante el desarrollo de funciones para la generación de modelos matemáticos. Seguido, se capacitó al personal del departamento de desarrollo, quien sería el que usaría el método desarrollado.

3.2. Desarrollo del proceso de levantamiento térmico y caída térmica

Industrias Kern's solicitó desarrollar un método para estudiar a fondo los procesos de levantamiento y caída térmica, durante la ejecución de los procesos de esterilización de las autoclaves. Para ello, se contó con el apoyo de un set de sensores térmicos y un software para su programación.

Los sensores, conocidos como *loggers* se programan para tomar las lecturas de temperatura cada cierto tiempo, con el fin de generar una gráfica que describa la tendencia y comportamiento de los procesos. Obteniendo dichas gráficas, es posible generar un modelo matemático.

La metodología para ejecutar este estudio es la siguiente:

- Programar los *loggers* para tomar las lecturas térmicas.

- Preparar el equipo, colocándolo sobre las respectivas bases y asegurándolas con teflón para evitar filtraciones de agua en ellos.
- Colocar las bases dentro de las autoclaves y asegurarlas para que la corriente de agua interna no arrastre y dañe el equipo.
- Llevar a cabo el proceso térmico.
- Extraer los *loggers* de las autoclaves y colocarlas de regreso en el software para obtener las lecturas térmicas.
- Generar las gráficas con las bases de datos generadas.

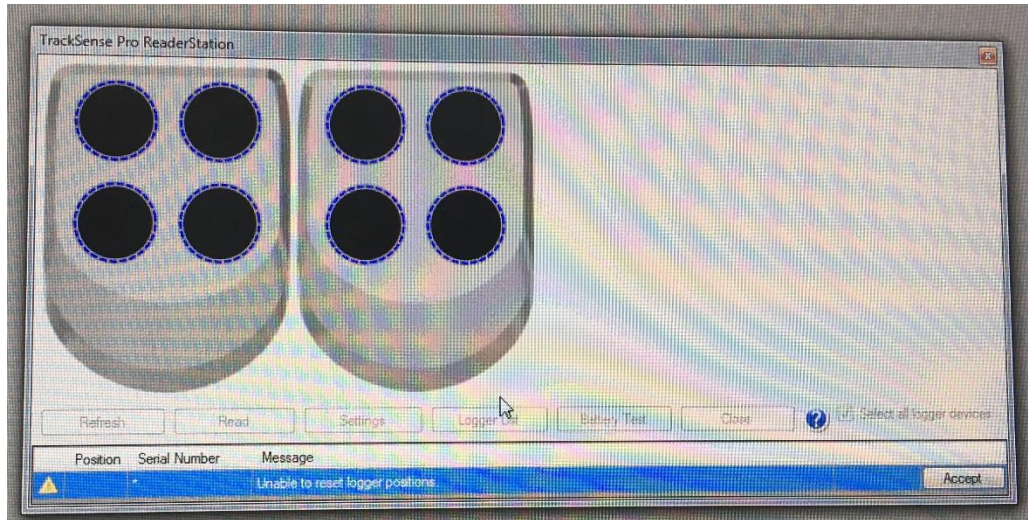
Mediante el procedimiento creado, el área de proyectos ha comenzado a realizar estudios a fondo de los equipos de esterilización.

Figura 41. **Set de sensores térmicos *loggers***



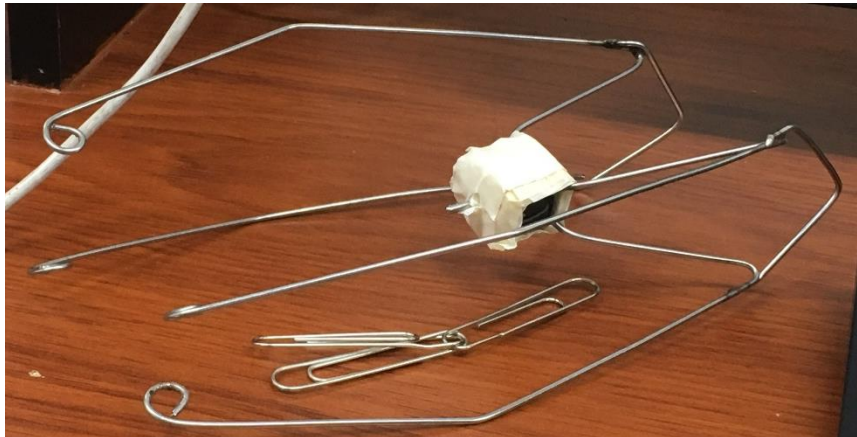
Fuente: elaboración propia.

Figura 42. Programación de los intervalos de tiempos para la toma de datos de los *loggers*



Fuente: elaboración propia.

Figura 43. Preparación y montaje de *logger* sobre su base



Fuente: elaboración propia.

Figura 44. **Set de loggers preparados para prueba de toma de lecturas de temperatura, durante proceso de esterilización**



Fuente: elaboración propia.

Figura 45. **Carreta de autoclave Sterifer, con muestras con *loggers***



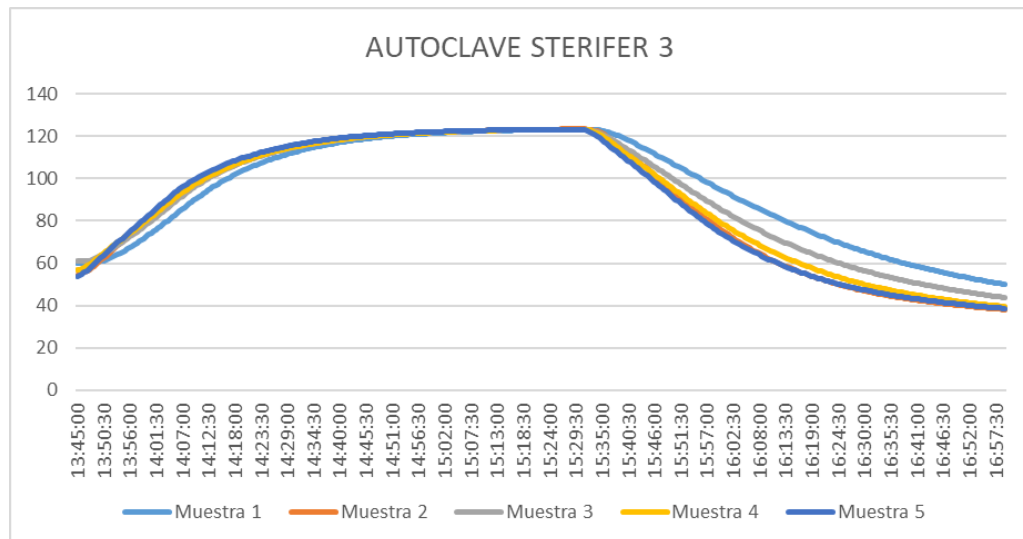
Fuente: elaboración propia.

Figura 46. Carril para carretas de autoclave, con *logger* sujeto para pruebas



Fuente: elaboración propia.

Figura 47. Gráfica de comportamiento de temperatura de bolsas de frijol, utilizando *loggers* para el registro de los valores



Fuente: elaboración propia.

3.3. Capacitación del proceso desarrollado

Como parte del desarrollo del nuevo proceso, se imparte una capacitación a nivel técnico y teórico a los auxiliares de ingeniería del departamento de Innovación y desarrollo.

La capacitación consta de la explicación del funcionamiento del software de los *loggers* y la demostración práctica de la manipulación de los mismos en las autoclaves para la generación de las gráficas de levantamiento térmico y caída de temperatura. Se ejecutó una práctica con el personal en cuatro distintas presentaciones de volumen de frijol, donde cada una presenta distintos factores de preparación y dificultad.

Durante la capacitación, donde se hizo más énfasis fue en la preparación de los *loggers*, ya que cada presentación de frijol utiliza una base distinta y la colocación de las bases requiere un posicionamiento distinto en cada bolsa de frijol; gran parte de obtener los resultados más exactos depende de este paso durante el proceso, ya que si no son colocados los *loggers* lo más centrado posible no se obtendrán las lecturas de temperaturas exactas deseadas.

A continuación, se presenta el cronograma de las actividades realizadas respecto al desarrollo del proceso y la capacitación del mismo al personal de ingeniería. Se hace énfasis en las 120 horas de trabajo invertido en el desarrollo del proceso, donde durante tres semanas se realizar pruebas en distintas presentaciones y distintas autoclaves para recabar más de 30 gráficas del proceso de esterilización para validar la calidad y exactitud del proceso.

Tabla XI. Cronograma de actividades para el desarrollo del nuevo método de análisis térmico

No.	ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN	oct-02	oct-03	oct-04	oct-05	oct-06	oct-09	oct-10	oct-11	oct-12	oct-13	oct-16	oct-17	oct-18	oct-19	oct-20	oct-23	oct-24	oct-25	oct-26	oct-27	oct-30	oct-31	nov-01	nov-02	nov-03	nov-06	nov-07	nov-08	nov-09	nov-10	nov-13	nov-14	nov-15	nov-16	nov-17				
					1	Estudio del software utilizado	40 horas	2/10/2017	6/10/2017	█	█	█	█	█																													
2	Desarrollo teórico del proceso	24 horas	9/10/2017	11/10/2017					█	█																																	
3	Ejecución práctica del proceso desarrollado	120 horas	12/10/2017	31/10/2017							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
4	Procesamiento de data y análisis de resultados	16 horas	2/11/2017	7/11/2017																							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
5	Presentación a gerencia del proceso desarrollado	4 horas	8/11/2017	8/11/2017																																							
6	Redacción del manual descriptivo del proceso	32 horas	9/11/2017	14/11/2017																																							
7	Capacitación al personal del área de Desarrollo	24 horas	15/11/2017	17/11/2017																																							

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Mediante la recopilación y el procesamiento de cientos de registros de datos de presión y temperatura de las autoclaves se evidenció que es posible aumentar la capacidad producción en el área de esterilización en cada una de todas las presentaciones de empaque, desde un 9 % hasta arriba de un 20 %, según la presentación (volumen) del producto.
2. Mediante la modificación mecánica de los intercambiadores de calor, se da el suficiente aumento de eficiencia en los procesos de esterilización para alcanzar los tiempos sugeridos por los proveedores en los gráficos de temperatura tiempo.
3. Realizar un rediseño en la red térmica que ejecute una instalación de más placas para cada intercambiador de calor (hasta 50 placas más por elemento), reducirá los tiempos de los procesos de esterilización en las autoclaves de frijol, según el volumen de la presentación, en un 8 %. Considerando que industrias Kern's realiza en promedio 25 procesos de esterilización semanales por autoclave, la producción aumentará a 27 procesos semanales por autoclave.
4. Los factores externos a los intercambiadores de calor estudiados durante el proyecto no son considerados elementos críticos para el aumento considerable en la capacidad de producción de las autoclaves. Tanto el análisis de vibraciones como el de consumo de potencia, los cuales fueron tercerizados, indicaron un perfecto funcionamiento en cada elemento de las autoclaves. A pesar de que se determinó una pérdida en

la caída de presión de 3,17 m y una pérdida de calor en las tuberías de 1633 BTU/hora, se consideran despreciables para realizar una inversión para su mejora.

5. El uso de sensores térmicos, *loggers*, permite estudiar el comportamiento tanto del agua como del producto empacado durante la ejecución de los procesos térmicos de las autoclaves de esterilización de frijol; esto mediante la toma de lectura de temperatura en lapsos de hasta dos segundos, durante doce horas continuas de funcionamiento de los sensores, los cuales luego son graficados por medio del software.

RECOMENDACIONES

1. A la jefatura del área de proyectos, realizar los estudios de inversión para hacer el cambio de las dos autoclaves menores (Steriflow), para tener un aumento considerable en la producción diaria, ya que cada uno representa tan solo el 40,5 % de capacidad de producción de una autoclave mayor (Sterifer).
2. A la jefatura del área de mantenimiento, cumplir con el programa de limpieza y mantenimiento de las autoclaves y los intercambiadores de calor, según las especificaciones de los fabricantes.
3. A la jefatura del área de seguridad industrial, señalar de nuevo las áreas de circulación peatonal para evitar incidentes en el área de esterilización.
4. A los supervisores de la división de esterilización, velar y mejorar los procesos de traslados, ingreso y egreso de las canastas que contienen el producto a esterilizar, ya que por medio de la observación de la labor del equipo de operarios, se evidencian pérdidas de tiempo considerables en estas operaciones.
5. A los supervisores de la división de calderas, controlar la correcta entrega de agua con la temperatura determinada para proceder a la esterilización de productos, según la base de datos elaborada, un 35 % de ocasiones el agua iniciaba operación con menor temperatura a la debida.

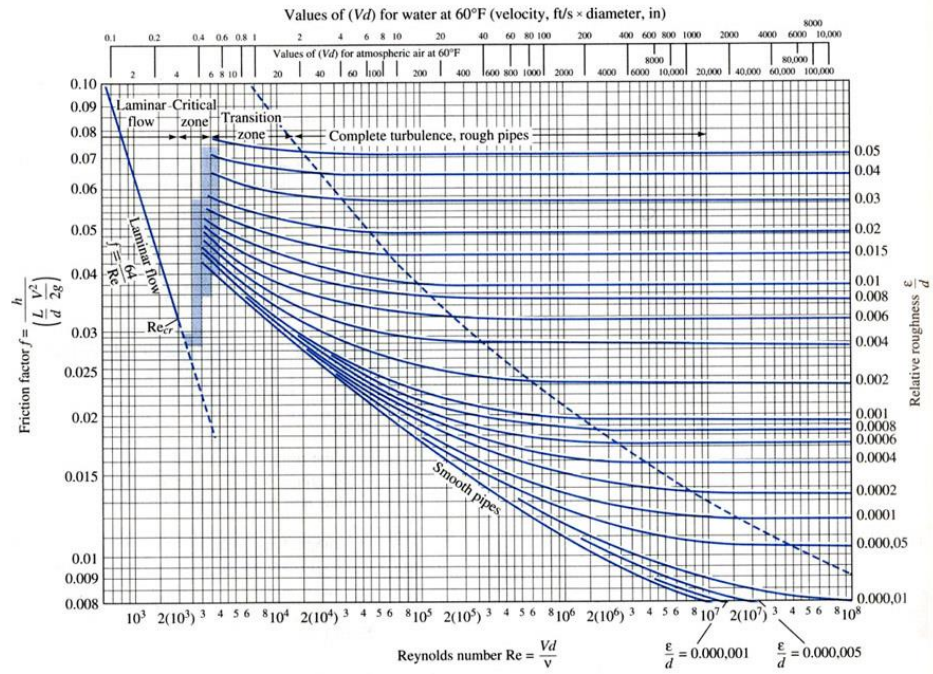
6. Al equipo de operadores de las autoclaves, ejecutar la limpieza diaria a nivel usuario de las autoclaves y cumplir con los planes de producción diarios, reportando en todo momento anomalías que puedan presentarse en los procesos de esterilización.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALFA LAVAL. *Manual de instrucciones intercambiador de calor Laval Alfa TS20*. Madrid: Alfa Laval, 2010. 125 p.
2. ESTE CENGEL, Y.; BOLE, M. *Termodinámica*. 7a ed. México: McGraw-Hill, 2012. 210 p.
3. GUIJÓN, Armando. *Mecánica de fluidos: pérdidas de carga en tuberías*. 2a ed. Asturias: Universidad de Oviedo, 2008. 167 p.
4. LUSZCZEWSKI, Antonio. *Redes industriales de tubería: bombas para agua, ventiladores y compresores*. 2a ed. México: Reverté S.A., 2009. 155 p.
5. MAQUINARIA FERLO S.A. *Manual de instrucciones I – Montaje y mantenimiento*. Navarra: Ferlo Innovation Attitude, 2010. 205 p.
6. _____. *Manual de instrucciones II – Funcionamiento del panel de control*. Navarra: Ferlo Innovation Attitude, 2010. 98 p.
7. _____. *Plano de elementos intercambiables autoclave*. Navarra: Ferlo Innovation Attitude, 2010. 163 p.
8. MOTT, Robert. *Mecánica de fluidos*. 6a ed. México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V., 2006. 175 p.




















ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de Moody



Fuente: MOTT, Robert. *Mecánica de fluidos*. p. 317.

Anexo 2. Tabla de longitudes equivalentes de accesorios de tuberías para pérdidas de carga por fricción

DIAMETRO D																				
mm	pulg																			
13	½	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6
19	¾	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2
32	1 ¼	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0
38	1 ½	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4
63	2 ½	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7
100	4	2,1	2,8	3,4	1,3	1,3	1,6	0,7	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	6,4	12,9
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0
250	10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	7,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0
300	12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	4,8	2,2	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0

Fuente: *Tabla de equivalencias*. <https://www.pirobloc.com/blog-es/calculo-perdidas-carga/>.

Consulta: 12 diciembre de 2018.

Anexo 3. **Tabla de conversión de diámetros de tubería de acero, de DN a pulgadas**

Diámetro Nominal NPS DN		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	700	49	700	49
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	850	60	850	60
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	700	49
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	850	60	850	60
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	700	49	700	49
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	850	60	850	60
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	1200	84	1300	91
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	1800	127	1900	134
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	1200	84	1300	91
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	1800	127	1900	134
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	2300	162	2500	176
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	2500	176	2500	176
2-1/2	65	2.875	73	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	2500	176	2500	176
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	2500	176	2500	176
				0.375	9.52	-	160	-	-	2500	176	2500	176
				0.552	14.02	XXS	-	-	-	2500	176	2500	176
3	80	3.500	88.9	0.125	3.18	-	-	4.51	6.72	1290	91	1500	105
				0.156	3.96	-	-	5.57	8.29	1600	112	1870	131
				0.188	4.78	-	-	6.65	9.92	1930	136	2260	159
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	2220	156	2500	176
				0.250	6.35	-	-	8.68	12.93	2500	176	2500	176
				0.281	7.14	-	-	9.66	14.40	2500	176	2500	176
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	2500	176	2500	176
4	100	4.500	114.3	0.125	3.18	-	-	5.84	8.71	1000	70	1170	82
				0.156	3.96	-	-	7.24	10.78	1250	88	1460	103
				0.188	4.78	-	-	8.66	12.91	1500	105	1750	123
				0.219	5.56	-	-	10.01	14.91	1750	123	2040	143
				0.237	6.02	STD	40	10.79	16.07	1900	134	2210	155
				0.250	6.35	-	-	11.35	16.90	2000	141	2330	164
				0.281	7.14	-	-	12.66	18.87	2250	158	2620	184
				0.312	7.92	-	-	13.98	20.78	2500	176	2800	197
				0.337	8.56	XS	80	14.98	22.32	2700	190	2800	197
				0.438	11.13	-	120	19.00	28.32	2800	197	2800	197
				0.531	13.49	-	160	22.51	33.54	2800	197	2800	197
0.674	17.12	XXS	-	27.54	41.03	2800	197	2800	197				
5	125	5.563	141.3	0.188	4.78	-	-	10.79	16.09	1220	86	1420	100
				0.219	5.56	-	-	12.50	18.61	1420	100	1650	116
				0.258	6.55	STD	40	14.62	21.77	1670	117	1950	137
				0.281	7.14	-	-	15.85	23.62	1820	128	2120	149
				0.312	7.92	-	-	17.50	26.05	2020	142	2360	166
				0.344	8.74	-	-	19.17	28.57	2230	157	2600	183
0.375	9.52	XS	80	20.78	30.94	2430	171	2800	197				
6	150	6.625	168.3	0.188	4.78	-	-	12.92	19.27	1020	72	1190	84
				0.219	5.56	-	-	14.98	22.31	1190	84	1390	98
				0.250	6.35	-	-	17.02	25.36	1360	96	1580	111
				0.280	7.11	STD	40	18.97	28.26	1520	107	1780	125
				0.312	7.92	-	-	21.04	31.32	1700	120	1980	139
				0.344	8.74	-	-	23.08	34.39	1870	131	2180	153
				0.375	9.52	-	-	25.02	37.28	2040	143	2380	167
				0.432	10.97	XS	80	28.57	42.56	2350	165	2740	193
				0.562	14.27	-	120	36.39	54.20	2800	197	2800	197
				0.719	18.26	-	160	45.35	67.56	2800	197	2800	197
0.864	21.95	XXS	-	53.16	79.22	2800	197	2800	197				

Fuente: *Tabla de conversiones*. <https://www.slideshare.net/stopgabo/tabla-schedule>. Consulta:

12 de diciembre 2018.


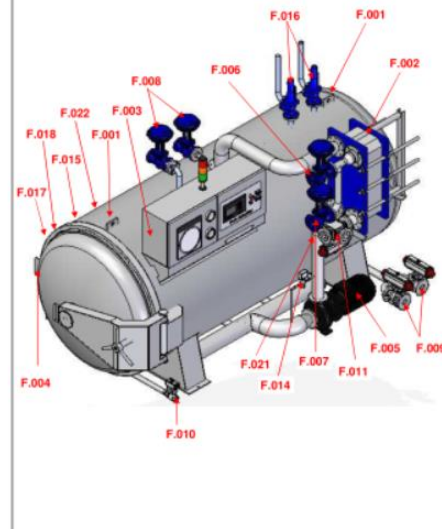
Anexo 4. **Tabla de valores de conductividad térmica de diversos metales**

Material	λ	Material	λ	Material	λ
Acero	47-58	Corcho	0,03-0,04	Mercurio	83,7
Agua	0,58	Estaño	64,0	Mica	0,35
Aire	0,02	Fibra de vidrio	0,03-0,07	Níquel	52,3
Alcohol	0,16	Glicerina	0,29	Oro	308,2
Alpaca	29,1	Hierro	80,2	Parafina	0,21
Aluminio	209,3	Ladrillo	0,80	Plata	406,1-418,7
Amianto	0,04	Ladrillo refractario	0,47-1,05	Plomo	35,0
Bronce	116-186	Latón	81-116	Vidrio	0,6-1,0
Zinc	106-140	Litio	301,2	Cobre	372,1-385,2
Madera	0,13	Tierra húmeda	0,8	Diamante	2300

Fuente: VÉLEZ, Ligia. *Tabla de valores.*

<http://propiedadesmaterialesdeconstruccion.blogspot.com/2010/02/propiedades-termicas-de-los-materiales.html>. Consulta: 12 de diciembre de 2018.

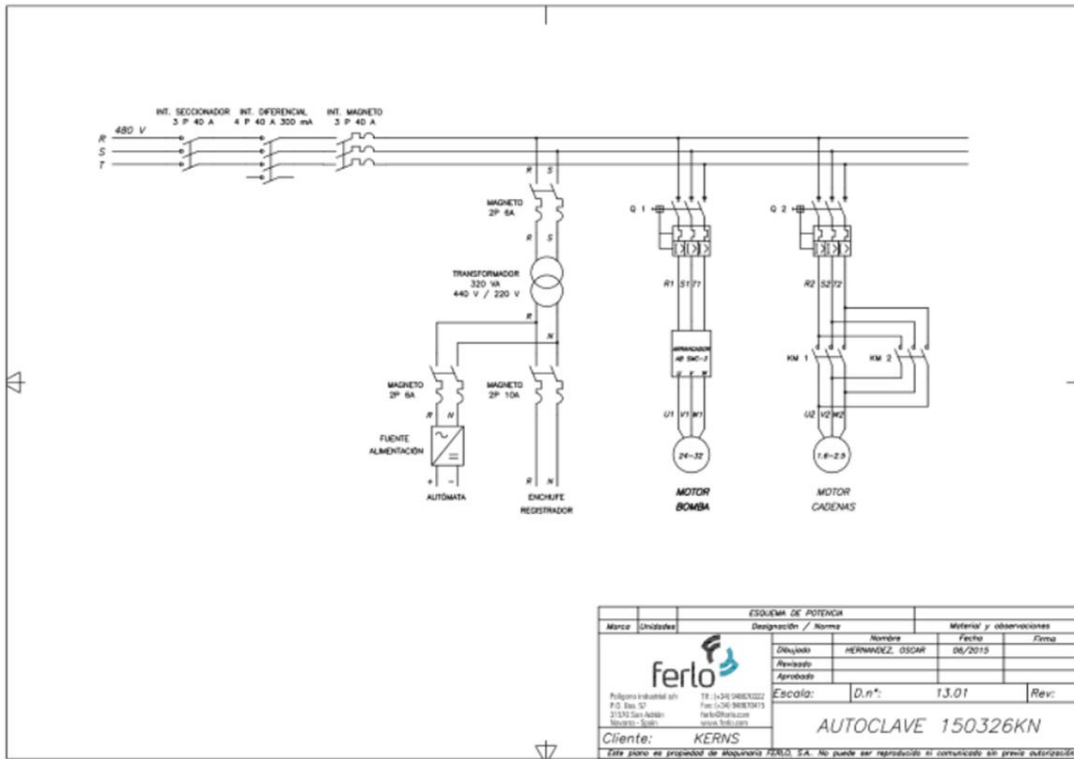
Anexo 5. Plano de elementos intercambiables de autoclave Sterifer

PLANO DE ELEMENTOS INTERCAMBIABLES AUTOCLAVE			sterifer 		
MODELO	FG3 6J1P	Nº DE FABRICACIÓN:	150326KN1	FECHA DE FABRICACIÓN	ABRIL - 2015
COMPONENTES A UTILIZAR					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES			
F.001	ENGANCHE PARA TRANSPORTE	2			
F.002	INTERCAMBIADOR / ALFA LAVAL TS20 MFM 34	1			
F.003	PANEL DE CONTROL / FERLO	1			
F.004	DISPOSITIVO DE SEGURIDAD DE APERTURA DE PUERTAS	1			
F.005	BOMBA RECIRCULACIÓN / Grundfos NB125-200/208 A.F.-BAQUE	1			
F.006	VÁLVULA ENTRADA DE VAPOR / SPIRAX SARCO DN80	1			
F.007	VÁLVULA ENTRADA AGUA ENFRIAMIENTO / SPIRAX SARCO DN80	1			
F.008	VÁLVULA CARGA/DESCARGA DE PRESION / SPIRAX SARCO DN50	2			
F.009	VÁLVULA LLENADO / VACIADO /DN50 DE BOLA CON BRIDAS	2			
F.010	VÁLVULA DESAGUE DE SEGURIDAD /DOBLE EFECTO 1 1/4" DE BOLA	1			
F.011	VÁLV. SALIDA CONDENSADOS Y AGUA ENFRIAMIENTO /DN 80 SIMPLE EFECTO BOLA - 3 VÍAS	1			
F.012	VÁLVULA DE RETENCIÓN DE DISCO / DN80 (entrada vapor y agua enfriamiento)	2			
F.013	VÁLVULA DE RETENCIÓN DE DISCO / DN50 (entrada agua y aire)	2			
F.014	PRESOSTATO DIFERENCIAL SEGURIDAD / SAUTER MOD. DSD 143	1			
F.015	SONDA DE LABORATORIO (factor F6) / TIPO PT-100 CON CONECTOR	1			
F.016	VÁLV. DE SEGURIDAD / LESSER DN40/65 PN16 Tara 3 bar	2			
F.017	Motorreductor sinfin corona RM 85 FpBr i=80. motor IEC-90 B5 de 0.75 Kw. 4p. 220/380V.50Hz	1			
F.018	JUNTA PARA CIERRE DE LAS PUERTAS / SILICONA	1			
F.019	SONDA TEMPERATURA / TIPO PT-100 DOBLE	1			
F.020	SONDA TEMPERATURA / TIPO PT-100 SIMPLE	1			
F.021	MANÓMETRO / 0-6 bar	1			
F.022	INDICADOR DE NIVEL / KSR KUEBLER BNA- 25/16/C-M600	1			

NOTA: Dibujo de Modelo Genérico de una puerta

Fuente: *Plano de elementos*. <https://www.ferlomachines.com/>. Consulta: 16 de septiembre de 2017.

Anexo 6. Esquema eléctrico de autoclave Sterifer



Fuente: *Esquema eléctrico de autoclave*. <https://www.ferlomachines.com/>. Consulta: 16 de septiembre de 2017.