



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

DISTRIBUIDORA HÉCTOR GODOY (DIHEGO)

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERA EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21611207 DANIELA MARÍA LEIVA CARVAJAL

ASESOR: ALBERTO MAX CARRASCO BARADALES

CAMPUS: SAN PEDRO SULA; OCTUBRE, 2020

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios que me ha brindado las fuerzas para terminar la primera fase de mi carrera universitaria. A mi papá y mamá por todo su amor, esfuerzo y sacrificio para darme una educación. A mis hermanas que me han acompañado y apoyado en cada una de las etapas de mi vida. A mis amigos por todo lo que hemos vivido. Y a mis profesores por todo el conocimiento que me brindaron.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a:

Los asesores de este trabajo, por contribuir en cada paso de la realización de esta investigación.

RESUMEN EJECUTIVO

El ganado domesticado juega un rol fundamental en mantener la vida moderna de los humanos. Estos animales son criados y sacrificados por su carne, también por la leche y otros productos de origen animal. La industria alimentaria es quien se encarga de procesar estos productos y prepararlos para un consumo seguro llevándolos a mantener un estándar de calidad en todo lo que hacen. DIHEGO es una de las empresas que se caracteriza por mantener estos estándares en Honduras, contando con una línea de productos que se destacan tanto en el mercado nacional como internacional.

El siguiente informe recopila el trabajo que se llevó a cabo en la práctica profesional realizada en la empresa de alimentos DIHEGO. Se resumieron las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo más importantes realizadas durante el tiempo que se trabajó en la empresa, entre las cuales se encuentran la limpieza de las máquinas de la sección de cerdo y el cambio de bandas, presostatos de presión, entre otros. Se compartió el manual de operación utilizado para capacitar a los operarios en el trabajo a realizar de las máquinas embutidoras, cortadora universal, ablandadora, *tumbler* y cortadora para membranas. En los respectivos manuales se contaba con secciones para la puesta en marcha y el proceso de limpieza de las máquinas. Se actualizó las ordenes de trabajo llevadas a cabo dentro del departamento de mantenimiento. Se finalizó con la elaboración de un plan de mantenimiento para algunas áreas de la planta.

Palabras claves: *Mantenimiento correctivo, Mantenimiento Preventivo, Termoformadora, Plan de mantenimiento.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	GENERALIDADES DE LA EMPRESA	2
2.1	Descripción de la Empresa	2
2.2	Descripción del Departamento o Unidad	3
2.3	Objetivos del Puesto	3
2.3.1	Objetivo General	3
2.3.2	Objetivos Específicos.....	3
III.	MARCO TEÓRICO	4
3.1	Mantenimiento en la ingeniería	4
3.1.1	Mantenimiento Correctivo	4
3.1.2	Mantenimiento Preventivo	5
3.2	Refrigeración Industrial.....	6
3.2.1	IQF	8
3.2.2	Efectos de la refrigeración industrial.....	8
3.3	Procesamiento de la Carne	8
3.3.1	Descongelar la carne.....	9
3.3.2	Curado de la carne.....	10
3.4	embutidos.....	13
3.4.1	Procesos de elaboración de embutidos	13
3.4.2	Cortado	14
3.4.3	Llenado al vacío.....	15
3.4.4	Horneado.....	16

3.4.5	Empacado, etiquetado y paletización.....	17
IV.	DESARROLLO	18
4.1	Fase de Inducción	18
4.1.1	Charla Introductoria	18
4.1.2	Buenas prácticas de manufactura	18
4.2	Familiarización con la planta	19
4.2.1	Sala de máquinas.....	19
4.3	Recorridos rutinarios a la planta	22
4.3.1	Falla en el brazo de clipadora.....	23
4.3.2	Fallo del motor en la rebanadora de mortadela.....	24
4.3.3	Cambio de banda horno.....	25
4.3.3.1	Mantenimiento preventivo	25
4.3.3.2	Mantenimiento correctivo	26
4.3.4	Limpieza de embutidora	28
4.3.5	Controlador de temperatura	29
4.3.6	Limpieza inyectora	29
4.3.7	Mantenimiento compresores.....	31
4.4	Elaboración de manuales	31
4.5	Ordenes de trabajo	33
4.6	Elaboración de plan de mantenimiento	33
4.7	Cronograma de actividades	34
V.	CONCLUSIONES	36
VI.	RECOMENDACIONES.....	37

BIBLIOGRAFÍA.....	38
ANEXOS	41

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-Logo de DIHEGO.....	2
Ilustración 2 - Tipos de mantenimiento correctivo.....	5
Ilustración 3 - Factores que influyen en el mantenimiento preventivo.....	5
Ilustración 4 - Cuarto frio en una planta industrial.	6
Ilustración 5 - Carne siendo masajeadada	11
Ilustración 6 - Tumbler de carne	12
Ilustración 7- Mezcladora de carne.....	12
Ilustración 8- Elaboración de jamón.....	14
Ilustración 9 - Flaker.....	14
Ilustración 10 - Moledora silenciosa.....	15
Ilustración 11 - Un ejemplo de una unidad procesadora de salchichas.....	16
Ilustración 12 - Compresor 2.....	19
Ilustración 13 - Parámetros PLC 2.....	20
Ilustración 14 - Tanque receptor de amoniaco	21
Ilustración 15 - Panel de control de los sistemas de refrigeración	21
Ilustración 16 - Sala de máquinas.....	22
Ilustración 17 - Clipadora de res	24
Ilustración 18 - Instalación del variador de frecuencias.....	25
Ilustración 19 - Proceso de cambio de banda	26
Ilustración 20 - Comprobación de la diferencia de velocidades.....	27
Ilustración 21 - Reemplazo de la banda nueva	27
Ilustración 22 - Limpieza de embutidora	28

Ilustración 23 - Reemplazo y programación EKC 202C	29
Ilustración 24 - Desarmando máquina.....	30
Ilustración 25 - Cambio de presostatos.....	30
Ilustración 26 - Monitoreo de la salida de presión de compresor	31
Ilustración 27 - Diseño del manual de operación.....	32
Ilustración 28 - Recolección de información	33
Ilustración 29 - Estructura de mantenimiento de las máquinas.....	34
Ilustración 30 - Cronograma de actividades.....	35

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

HACCP Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos.

BPM Buenas Prácticas de Manufactura.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, con la creciente demanda de la gran variedad de productos alimenticios, las empresas productoras se han encontrado en la necesidad de mantener una producción eficiente y sin fallas. Por lo tanto, una de las actividades de mayor importancia dentro de una empresa son los procesos de mantenimiento correctivo y preventivo, debido a que esto permite alargar la vida útil de la maquinaria. Los diferentes métodos aplicados durante el mantenimiento posibilitan el funcionamiento óptimo de los procesos realizados dentro de las empresas y, de esta manera, se evitan paros no planificados dentro de la producción y pérdidas costosas de tiempo y recursos.

El siguiente trabajo recopilará las distintas actividades que se estarán realizando en la práctica profesional en un periodo de 400 horas en la empresa Distribuidora Héctor Godoy (DIHEGO), ubicada en Puerto Cortés, esta es una fábrica especializada en la producción de alimentos congelados principalmente productos de origen animal. El objetivo de la práctica es poder emplear todos los conocimientos de mecánica, eléctrica, electrónica y automatización proporcionados a lo largo de la carrera para apoyar y supervisar los procesos de producción dentro de las distintas empresas de manufactura.

DIHEGO está comprometida como empresa en la búsqueda de constante innovación para, de esta manera, aumentar la eficiencia y cumplir con la demanda en la elaboración de alimentos, debido a que estos son un elemento esencial en la sociedad hondureña.

El capítulo II recopilará información básica de la empresa y los objetivos que se quieren cumplir en la realización de la práctica. El capítulo III reunirá contenido de las tecnologías y maquinaria con la que se estará trabajando. El capítulo IV presentará una bitácora con las actividades desarrolladas durante las 10 semanas de práctica. Por último, los capítulos V y VI brindarán las correspondientes conclusiones y recomendaciones.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En este capítulo se describirá información sobre la empresa en donde se estará realizando la práctica profesional, generalidades sobre el departamento donde se estará desempeñando y finalizando con los objetivos del puesto.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA



Ilustración 1-Logo de DIHEGO

Fuente: (DIHEGO | Distribuidoras Hector Godoy S.A. de RL, 2020)

DIHEGO es una compañía proveedora de una gran variedad de productos alimenticios, entre los que se encuentran papas, embutidos, res y cerdo. Siendo su marca característica "El Porteño", la cual es una línea de embutidos que incluye Chorizos, Longanizas, Extremeños, Mortadela y Salchichas. Inició operaciones en el año 2004 y cuenta con 16 años de experiencia en el mercado.

Cuenta con tres salas equipadas y manejadas bajo todos los estándares nacionales e internacionales, en donde se trabaja las líneas de producción de res, cerdo y embutido. Desde el 2013 se trabaja bajo los requisitos del sistema HACCP, esto como parte de la constante innovación a la que se tiene que someter para brindar productos de calidad. También se implementan las BPM lo que permite un adecuado proceso de almacenamiento y distribución de los productos, de esta manera previniendo la contaminación en cualquier etapa de producción.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD

El departamento de mantenimiento en DIHEGO se encarga de dos tipos de mantenimiento: correctivo y preventivo. En la actualidad, principalmente se enfoca en corregir y solucionar los paros no planificados de la maquinaria llevando un control en línea de los trabajos que se hacen. Sin embargo, entre las tareas de los miembros de este departamento se encuentran revisiones semanales o mensuales de los equipos de trabajo para de esta manera identificar y evitar fallos garantizando el trabajo continuo de la planta.

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

En la siguiente sección se describirá los objetivos del puesto "Asistente de Mantenimiento" dentro de la empresa DIHEGO.

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Mejora del sistema de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de la planta de producción, de esta manera evitando los paros indeseados.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar el sistema actual de mantenimiento dentro de la planta de producción.
- Monitorear y verificar la ejecución de las actividades de mantenimiento de los equipos.
- Implementar las recomendaciones de mantenimiento de la maquinaria de acuerdo a las indicaciones de los fabricantes.

III. MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo, se discutirá sobre las generalidades del mantenimiento correctivo y preventivo. Seguidamente, se dará una introducción a la refrigeración industrial aplicada a la industria de alimentos, finalizando con las tecnologías en el procesado de la carne como el curado, cortado, horneado, llenado, empaca y paletizado.

3.1 MANTENIMIENTO EN LA INGENIERÍA

Desde la Revolución Industrial, el mantenimiento de los equipos ha sido uno de los retos más grandes de la ingeniería. El mantenimiento en la ingeniería es una función analítica y, a su vez, deliberada y metódica. De acuerdo con Mishra (2012), el mantenimiento sirve un propósito fundamental: establecer la base de los requerimientos de mantenimiento de acuerdo con el equipo o sistema. A su vez, los objetivos de esta ciencia son:

- Mejorar operaciones de mantenimiento.
- Reducir la cantidad y frecuencia del mantenimiento.
- Reducir la complejidad de las tareas.
- Establecer una frecuencia estable de tareas de mantenimiento.
- Mejorar la organización en el mantenimiento para de esta manera asegurar una flujo de trabajo continuo.

Por lo tanto, se pueden identificar dos tipos de mantenimientos en la industria: correctivo y preventivo.

3.1.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo es una actividad no planificada compuesta de distintas necesidades de carácter impredecible que no han sido programadas. Esta acción requiere atención inmediata que tiene que ser añadida, integrada o sustituir a las tareas previamente planificadas. Dhillon (2002) establece que la reducción del tiempo dedicado al mantenimiento correctivo es útil para mejorar la efectividad del mantenimiento en general. En la ilustración, se muestra la clasificación establecida para el mantenimiento correctivo.

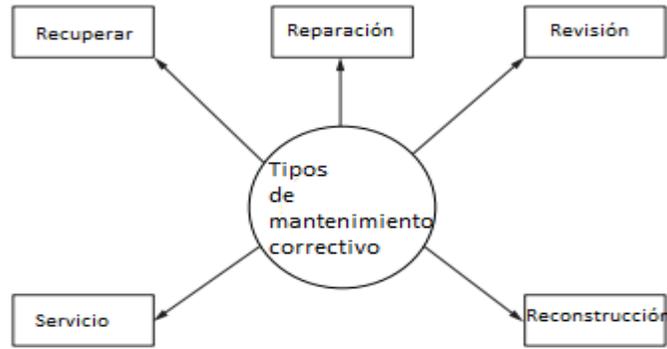


Ilustración 2 - Tipos de mantenimiento correctivo

Fuente: (Dhillon, 2002).

3.1.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo se describe como el cuidado y servicio para mantener los equipos en un estado de operación constante proveyendo inspección sistemática, detección y corrección de fallas incidentes ya sea antes de que ocurran o antes de que se vuelvan una falla mayor. Este tipo de mantenimiento termina fallando debido a que el costo se considera injustificable o toma una gran cantidad de tiempo en mostrar resultados. Hay 7 elementos esenciales para el funcionamiento correcto del mantenimiento preventivo graficados en la ilustración.

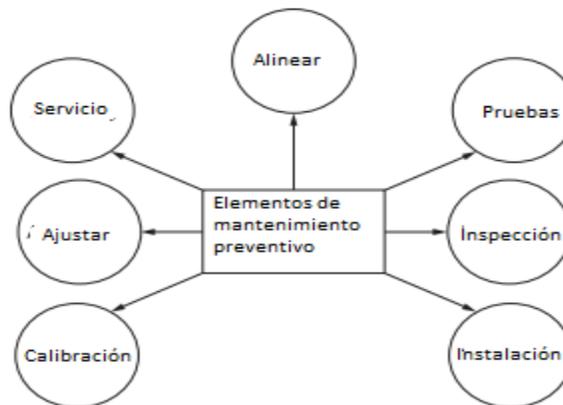


Ilustración 3 - Factores que influyen en el mantenimiento preventivo

Fuente: (Dhillon, 2002).

3.2 REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL

Un sistema de refrigeración es una parte esencial en cualquier tipo de aplicación industrial, por lo tanto, tiene que funcionar correctamente de la siguiente manera "manteniendo la temperatura de una fuente de calor debajo del entorno que la rodea transfiriendo el calor extraído, y cualquier energía extra, a un pozo de calor, aire atmosférico o agua" (Wang, 2000).

La refrigeración y el congelado de los alimentos es la aplicación más importante de la refrigeración industrial. Este tipo de aplicación se caracteriza debido a los rangos de temperaturas en donde 15°C es la temperatura máxima a la que puede llegar y el rango se extiende a temperaturas entre -60°C a -70°C . Los alimentos, procesos químicos, industriales y de manufactura son algunos ejemplos de donde se utiliza este tipo de refrigeración.

El propósito de este tipo de refrigeración es preservar la calidad de los alimentos, esto vuelve el proceso de deterioro más lento. También ayuda a cambiar la apariencia física o la estructura química de un producto, esto usualmente se conoce como procesar. Para alimentos que son sensibles a altas temperaturas, se puede utilizar el enfriamiento o la evaporación para remover agua. Otro proceso muy común en la refrigeración es el secado mediante el enfriamiento, Stoecker (1998) establece que constituye de dos etapas primero enfriar el producto, seguidamente, se remueve agua mediante sublimación. En la ilustración se muestra un cuarto de enfriamiento a -23°C .



Ilustración 4 - Cuarto frío en una planta industrial.

Fuente: (Stoecker, 1998).

Los componentes que utilizan este tipo de sistemas incluyen compresores, condensadores, evaporadores, intercambiadores de calor, tuberías, válvula de expansión, bombas y filtros. El arreglo y la relación de estos componentes unos con otros definen el sistema. La operación óptima del sistema depende de las condiciones de diseño las cuales se adaptan de acuerdo al producto elaborado. Oh *et al.* (2016) utiliza otro enfoque para optimizar los sistemas que es la utilización de herramientas de gráficos para medir los niveles de temperatura de los componentes.

El refrigerante que utilizan estos sistemas es el amoníaco, principalmente en climas cálidos, debido a su características químicas, alta eficiencia energética y origen natural lo que le permite no causar daño a la capa de ozono. Sin embargo, Shanmugam & Mital (2019) afirman que debido a la alta toxicidad e inflamabilidad es importante utilizar configuraciones que utilicen menos amoníaco de esta manera logrando mejorar la eficiencia. Otra opción sería utilizar dióxido de carbono, debido a que por sus propiedades constituye como un mejor recurso, sin embargo, por su bajo punto de ebullición se suele usar solo en Europa, Estados Unidos u otras zonas frías. La implementación de este refrigerante se está logrando en zonas calientes ya que el tamaño de los sistemas industriales dan paso a poder adaptarlo en varias etapas, tal como lo establece Gullo *et al.* (2018), que estudió sistemas que han sido implementados exitosamente en África del Norte.

En la actualidad, con la introducción de la industria 4.0, el acceso remoto a la base de datos y monitoreo de los históricos del rendimiento y las temperaturas de los sistemas es sencillo mediante programas como los SCADA. A su vez, otro punto de interés dentro de esta industria es mejorar la eficiencia energética de los sistemas, una de las maneras puede ser aprovechando el calor de los intercambiadores de calores tal como lo aplica Reindl (2007). Algunas tecnologías que se están aplicando para reducir costos son los sistemas en cascada de amoníaco/dióxido de carbono o la invención de utilizar el aire atmosférico para enfriar como lo establece Canova *et al.* (2019).

3.2.1 IQF

El método de enfriamiento individual rápido, o por sus siglas IQF, es un proceso que se caracteriza por enfriar un producto en muy poco tiempo. Esto permite que los cristales que se forman al enfriarlos sean lo suficientemente pequeños, esto ayudando a que los tejidos y las células de los productos no se dañen. Estos congeladores enfrían el contenido lo suficientemente rápido pasando por una banda transportadora a alta velocidad, resultando en un producto de mayor calidad. De acuerdo con Wiranata *et al.* (2019), uno de los problemas que se identifican con estos sistemas son los altos costos de electricidad que pueden ser a causa de trabajar sin los parámetros de velocidad correctas.

3.2.2 EFECTOS DE LA REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL

De acuerdo con Muthukumarappan *et al.* (2019), entre algunos efectos de aplicar estas temperaturas a los alimentos incluye un aumento en el volumen, daño en las células debido al hielo que se forma, se pierde humedad, entre otros. Sin embargo, mejora la conservación de dichos productos y evita la formación de bacterias.

3.3 PROCESAMIENTO DE LA CARNE

La producción y el procesamiento de la carne de animales ha llevado a una continua investigación detrás de la tecnología y aspectos regulatorios para el mejoramiento de la higiene en la recolección de la misma y, de esta manera, minimizar la pérdida del producto. Para producir productos de calidad mantener una temperatura adecuado es algo esencial esto se logra mediante la refrigeración industrial. Otro aspecto fundamental en el procesamiento de la carnes son los tratamientos, que pueden ser tanto físicos como químicos, que involucran una gran variedad de métodos. Algunas tecnologías y maquinaria para el procesamiento de la carne son:

- Cortar/picar
- Descongelamiento
- Curado
- Aditivos

- Fermentado y secado
- Tratamiento de calor

De acuerdo con Zhang *et al.* (2017), en la actualidad se estudian tecnologías que involucran alta presión hidrostática, curado ultrasónico y nuevos métodos para el cortado. A continuación, se detallan los procesos más importantes para preparar productos de origen animal, en específico de cerdo.

3.3.1 DESCONGELAR LA CARNE

El diseño de un sistema para descongelar requiere el conocimiento del ambiente o las condiciones de proceso necesarias para cumplir con el tiempo necesario para descongelar, también el efecto que tendrán las mismas sobre el goteo, pérdidas evaporadas, apariencia y calidad de las bacterias. El tiempo para descongelar depende de los siguientes factores, que incluyen:

- Dimensiones y la forma del producto, particularmente el espesor.
- Cambio en entalpia.
- Conductividad térmica del producto.
- Temperatura inicial y final.
- Transferencia de calor de la superficie del producto.
- Temperatura del medio de descongelamiento.

Las tecnologías que se utilizan para descongelar la carne y ablandarla suelen venir de todo tipo, se tienen sistemas de conducción, entre los que se encuentran el aire, agua y calor al vacío, también se tienen sistemas eléctricos, entre los más importantes se encuentran el uso de hornos microondas y radio frecuencia.

"El método de radio frecuencia produce el calor en un material dieléctrico calentando los productos a través de campos electromagnéticos en medio de dos electrodos" (Brunton *et al.*, 2005). Uno de los beneficios de esta técnica es que se conservan mejor los micronutrientes comparado con los métodos convencional, de acuerdo con Farag *et al.* (2009).

"El uso del microondas para descongelar consiste en utilizar ondas electromagnéticas dirigidas al producto sin necesidad de utilizar conductores o electrodos" (James, 2002). Estos

equipos suelen tener un bajo consumo de energía, una pequeña diferencia de temperatura entre la parte interna y externa, este es un proceso no destructivo de descongelamiento. Mediante el uso de este proceso se logra conservar el sabor original, color y los nutrientes.

3.3.2 CURADO DE LA CARNE

El curado de la carne consiste en la adición de una combinación de sales, azúcar y nitratos para el propósito de la preservación, sabor y color. La sal es el ingrediente más básico para el curado, este provee el sabor original y es esencial para la solubilidad de las proteínas de la carne. Ayuda a mejorar la adhesión e influencia en las características de la textura. Algunas de las azúcares más comunes para el curados son la sacarosa, dextrosa y jarabe de maíz. Esta sirve para contrarrestar la dureza de la sal, proveer la redondez y enriquecer el sabor. La sacarosa funciona como un conservante.

El nitrato y nitrito sirve para mantener un color uniforme en la carne. En adición a esto, también funciona como agente antibacterial, retarda la progresión de la rancidez oxidante, y tiene una profunda influencia en el sabor. De acuerdo con Martin (2001), existen distintos métodos de curados entre los cuales se encuentran:

- Curado mediante sal seca: este método se originó en tiempos prehistóricos. Consiste en utilizar solamente sal, a veces se combina con nitrato, en donde la humedad es extraída de la carne a través de estos ingredientes. Este proceso se utiliza para cortes grasos tal como la papada o espalda.
- Curado seco "estilo *country*": los ingredientes que se emplean en este método son sal, azúcar, nitratito y nitrato. La practica común es masajearlo en la superficie del producto, y pasa a ser conservado en un cuarto frio generalmente a temperaturas de 2°C a 3°C.
- Remojada en salmuera: este proceso consiste en colocar la carne en un curado de salmuera, de esta manera permite penetrar la porción entera. Este proceso es relativamente lento, y puede provocar que se estropee el producto antes de que se termine. Es una práctica no es muy utilizada en la actualidad.

En la actualidad, el estándar en la industria es inyectar la mezcla directamente a la carne. Esto permite una mejora en la efectividad de los ingredientes y promueve una distribución más rápida a través del producto. Hay tres métodos básicos para inyectar el curado: bombeo en las arterias, bombeo en las costuras y múltiples inyecciones. Después de esta inyección se tiene que aplicar una clase de energía mecánica, esto para sacar las proteínas solubles y acelerar la distribución del curado. Algunos de estos procesos son:

1. **Masajear:** utiliza energía de fricción a través del frotamiento de las piezas de la carne. Consiste en cubas que contienen un mecanismo para la agitación lenta de las piezas del producto, estos se emplean en distintas configuraciones y toma generalmente entre 3 a 6 horas, este proceso se ilustra a continuación:

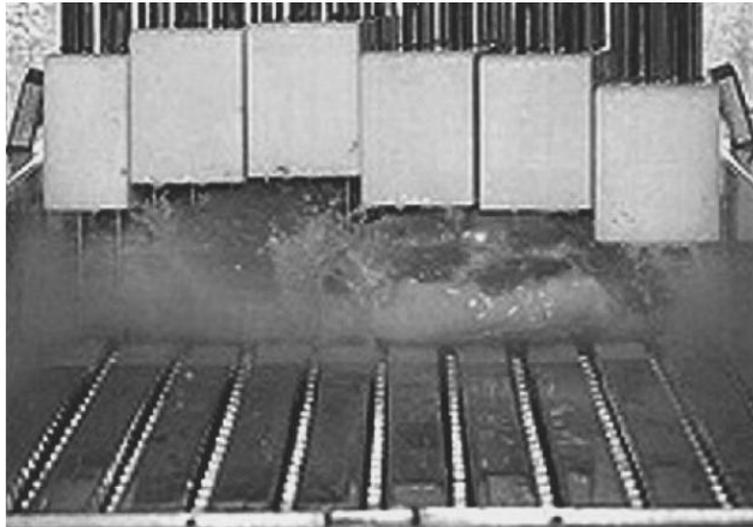


Ilustración 5 - Carne siendo masajeada

Fuente: Martin (2001)

2. **Tumbling:** este es un tratamiento físico más severo. Involucra el uso de energía de impacto debido a la caída de la carne y el impacto de estas contra paletas contenidos en un tambor rotativo. Este proceso es llevado a cabo en el vacío para disminuir el potencial de la adición del aire en la proteína del producto. Suele durar entre 3 a 6 horas. Mejora la jugosidad y la ternura de la carne. En la ilustración se muestra un *tumbler* industrial.

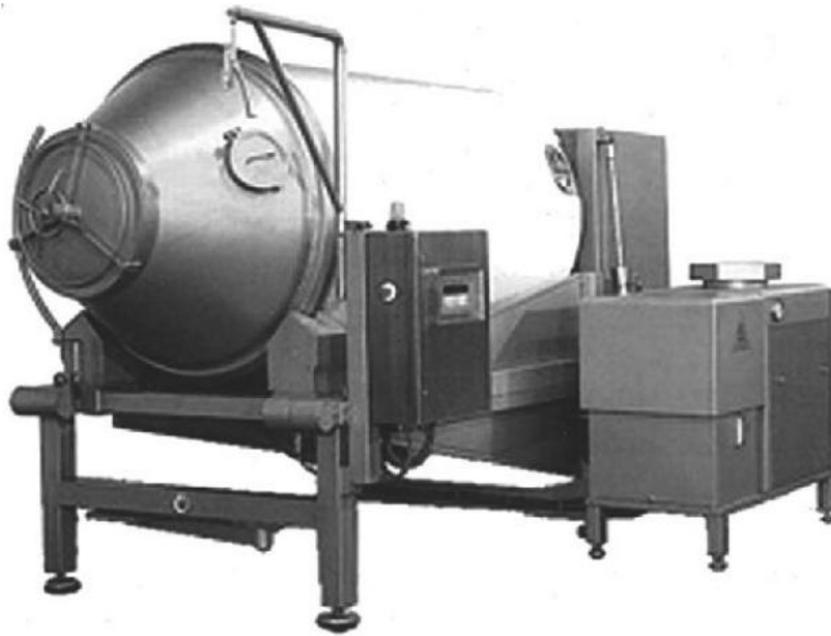


Ilustración 6 - Tumbler de carne

Fuente: Martin (2001).

3. Mezcladora: estas cuentan con paletas que rotan alrededor de un eje de metal, imparten rigurosa energía mecánica al producto. Tiempos de mezclado cortos son la regla en este tipo de maquinas, se utilizan en producto como salchichas.

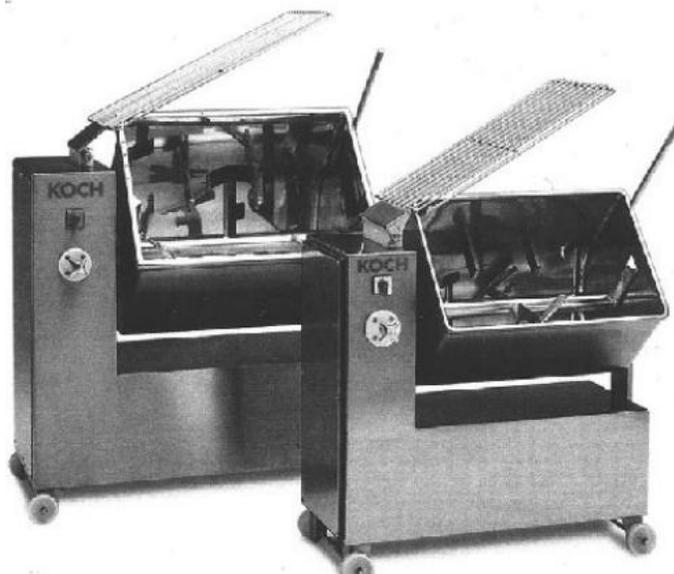


Ilustración 7- Mezcladora de carne

Fuente: Martin (2001).

3.4 EMBUTIDOS

Son una variedad de productos curados, generalmente salchichas, que se encuentra picada y condimentadas. Para la producción de estos depende generalmente la temperatura, el pH, la grasa y las proteínas presentes. La carne que se utiliza tiene que estar curada y formar parte del musculo esquelético, debido a que esto permite la cohesión mas tarde. Para mantener el producto junto generalmente se necesitan fundas las cuales suelen ser de dos tipos: naturales y artificiales. Las primeras son de origen animal y se pueden comer. Las artificiales pueden ser de celulosa o colágeno, es también importante removerlas. Estas fundas permiten alargar su vida útil proveyendo humedad y resistencia a la penetración del oxígeno.

Hay embutidos crudos, cocidos y escaldados. De acuerdo con Amerling (2001), los embutidos crudos tienen que ser producidos de carnes de buena fibra y se puede obtener salami, chorizo, longaniza, morcilla, entre otros. Estos no pasan por cocción de agua y se pueden consumir frescos. Los embutidos cocidos pueden ser el jamón, mortadela y *hot dogs*. Para finalizar, los embutidos escaldados se suelen tratar en agua caliente y se deben emplear carne de animales jóvenes, debido a que tienen que ser capaces de fijarse con el agua. Algunos ejemplos son mortadela, salami y salchichas tipo Frankfurt.

3.4.1 PROCESOS DE ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS

Para poder producir los embutidos depende específicamente del tipo en el que se esté trabajando, sin embargo todos siguen una serie de procesos estándares que les permite estar listos para la venta y el consumo. La calidad del producto se suele relacionar con el origen de los materiales crudos y los procesos que se realizan. El proceso tiene que ser cuidadosamente diseñado, desarrollado, aprobado, implementado y monitoreado.

En la ilustración se grafica el procesado de fabricación del jamón, el cual consiste en el curado, enfundado, cocinado, secado y principalmente mantenido a las temperaturas correspondientes con el producto. De acuerdo con Ranken (2000), los procesos para la producción de embutidos son: el cortado, formado, cocinado, horneado y empacado.

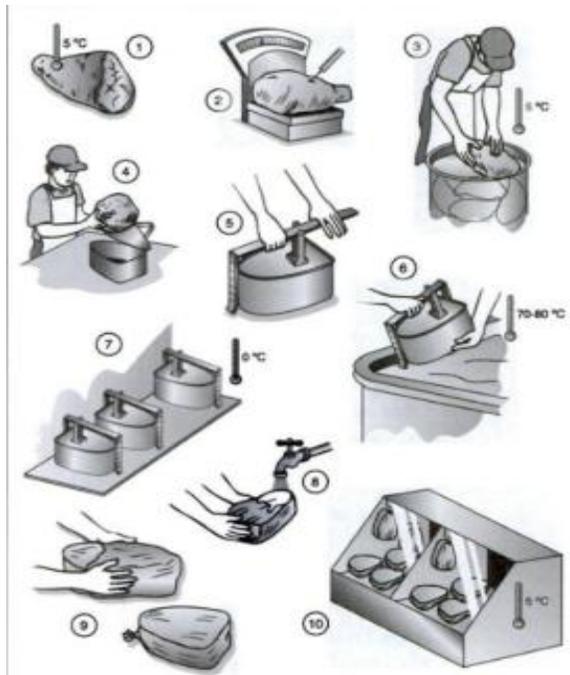


Ilustración 8- Elaboración de jamón

Fuente:(Amerling, 2001)

3.4.2 CORTADO

La carne en cubos, tiras, pedazos, entre otros, se presenta como un componente principal para las mezclas de embutidos. En la actualidad, se utilizan máquinas como los *flakers*, la cual sirve para cortar pedazos de carne de espesor constante y lados paralelos. La máquina es ilustrada a continuación.

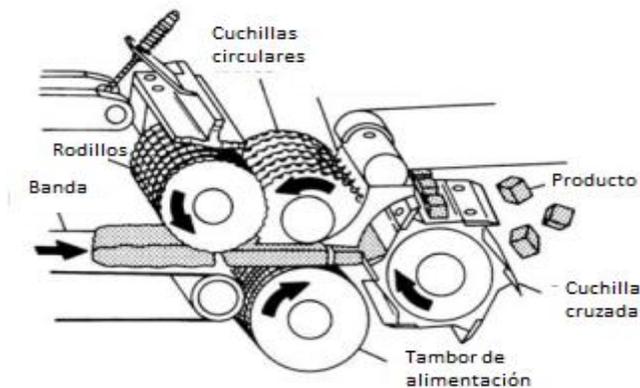


Ilustración 9 - Flaker

Fuente: (Ranken, 2000).

La carne en el contenedor puede ser cortada fina dependiendo del tiempo que reside en la máquina. El efecto de masajeado sobre la carne es otro proceso muy importante que ocurre en este paso. Así mismo, se pasa a moler la carne, esto permite obtener la consistencia adecuada para el producto. Funciona mediante un tornillo el cual ejerce presión sobre la carne logrando triturlarla a través de la rotación interna de las cuchillas, hay de muchos tipos una de ellas ilustrada a continuación.



Ilustración 10 - Moledora silenciosa

Fuente: Lonergan *et al.* (2019)

3.4.3 LLENADO AL VACIO

Después del cortado la mezcla es llenada al vacío en fundas. El objetivo de esta práctica es lograr cortar porciones exactas y evacuar algunas burbujas de aire que se hayan formado. La mezcla es alimentada a través de una boquilla por una bomba de pistón. Algunas de estas máquinas son capaces de producir 720 embutidos por minuto en porciones exactas, de acuerdo con Essien (2003).

Los embutidos pueden ser llenados lo más suave y compacto posible dependiendo de la consistencia que se quiera lograr. Conseguir las dimensiones y velocidades adecuadas son críticas al elegir el tipo de llenadora al vacío. Para operaciones más pequeñas son empacadas en

las fundas a mano, sin embargo, esto no es un método muy útil, una llenadora se ve en la ilustración.



Ilustración 11 - Un ejemplo de una unidad procesadora de salchichas

Fuente: Lonergan *et al.* (2019).

3.4.4 HORNEADO

Humo de madera natural o humo líquido son los más eficaces cuando se aplican en las superficies de los embutidos que se cocinan en planta húmedas pero no mojadas. Si es muy húmedo, va a haber goteo, si es muy seco, una capa de humo se va a adherir a la superficie del embutido. La duración del horneado va a depender de la densidad del humo y la velocidad térmica del aire en la unidad procesadora.

Lonergan *et al.* (2019) aconseja que después de que el horneado es finalizado, se tiene que dejar reposando el producto, y si el producto tiene una funda de celulosa, se pelan para remover la funda de celulosa en una máquina peladora de alta velocidad.

3.4.5 EMPACADO, ETIQUETADO Y PALETIZACIÓN

El material para el empaqueo de los embutidos, ya sean primarios o secundarios, debería de ser lo suficientemente bueno para ofrecer una presentación visual y estructural adecuada para el consumidor. El criterio más importante que tienen que cumplir es proveer una barrera para cualquier daño físico, contaminación o accidente que ocurra. Empacar al vacío es la técnica que se utiliza en la industria, sin embargo, algunas operaciones utilizan plástico sellado en caliente, a prueba de manipulaciones para empaquear producto fresco.

El etiquetado de los productos tiene que cumplir con todos los requerimientos impuestos por las regulaciones, entre ellos los ingredientes, código del lote, fecha de vencimiento, nombre del producto, lugar de la planta de producción y el peso del producto. Por último, la paletización se realiza cuando los productos se encuentran en cajas de cartón, pero antes tienen que pasar por un detector de metales que ayuda a identificar si hay contaminación en los mismos. Una vez realizado esto pasan a un cuarto frío donde se tiene un sistema que rastrea las 24 horas la temperatura.

IV. DESARROLLO

En la siguiente sección se discutirá las tareas realizadas durante el paso de 10 semanas y las contribuciones a la empresa para el mejoramiento de la producción. Entre las que se incluye actividades de mantenimiento y proyectos para mejorar el uso y conservación de las máquinas.

4.1 FASE DE INDUCCIÓN

Para garantizar el desempeño correcto del empleado dentro de la empresa, es necesario que todos trabajen bajo un mismo objetivo y se identifiquen con las metas que se quieren conseguir. Por consiguiente, los primeros días constituyeron en familiarizarse con el funcionamiento y las reglas de la compañía.

4.1.1 CHARLA INTRODUCTORIA

Un paso importante para poder laborar dentro de DIHEGO es familiarizar al empleado con la historia, misión, visión y reglas de la empresa. Para la sección de historia se dio a conocer el origen de la empresa y el proceso de expansión que ha sufrido con el pasar de los años. La misión y visión de DIHEGO es la entrega de producto de calidad logrando la diversificación progresiva de los mismos.

Otro aspecto importante es socializar las reglas con el empleado, debido a que esto permite un ambiente armoniosa y apropiado para poder realizar el trabajo. Como respuesta a la situación actual, no se puede permanecer dentro del establecimiento sin mascarillas y se sigue un estricto protocolo de bioseguridad.

4.1.2 BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

Debido al rubro en el que se desarrolla DIHEGO todos los empleados, ya sean operarios o ingenieros, tienen la obligación de cumplir con el BPM, buenas prácticas de manufactura. Este estándar se concentra en cumplir con normas estrictas de higiene para la supervisión o manipulación de los productos durante los procesos que ocurren dentro de la planta industrial.

Es esencial para contribuir a una producción libre de contaminación humana y mantener limpio el producto.

Una serie de charlas informativas se realizaron donde se discutió los pasos a tomar antes de ingresar a la planta entre los que se incluye el lavado de botas, uso de red, uso de bata, entre otros. Los jefes de inocuidad se encargan del cumplimiento de estas prácticas dentro de la planta. También permite garantizar la seguridad de los empleados, previniendo cualquier tipo de accidente que puede provocar pérdida de tiempo de producción.

4.2 FAMILIARIZACIÓN CON LA PLANTA

Para poder realizar un mejor trabajo dentro de la planta es necesario conocer cada una de las líneas de trabajo, las maquinas y los procesos que se realizan dentro de ella, las cuales se detallarán a continuación.

4.2.1 SALA DE MÁQUINAS

Esta es una de las zonas más importantes dentro de la empresa debido a que el funcionamiento correcto de la zona determina el mantenimiento de las temperaturas correctas para los procesos dentro de la empresa. Cuenta con tres compresores industriales y la reserva de amoníaco, en la siguiente ilustración se da una vista detallada del primer compresor que, por motivos de programación dentro del PLC, se le conoce como Compresor 2.



Ilustración 12 - Compresor 2

Fuente: Elaboración propia.

El compresor 2 es el que se encarga de mantener las temperaturas del sistema IQF, estas pueden llegar hasta -40°C y se maneja con una presión de -0.45 bar, esta es una zona que estuvo parada durante 6 años y se empezó a utilizar hasta hace dos meses con la eliminación de la banda transportadora manteniendo solo los evaporadores, esto debido al alto consumo energético del sistema.

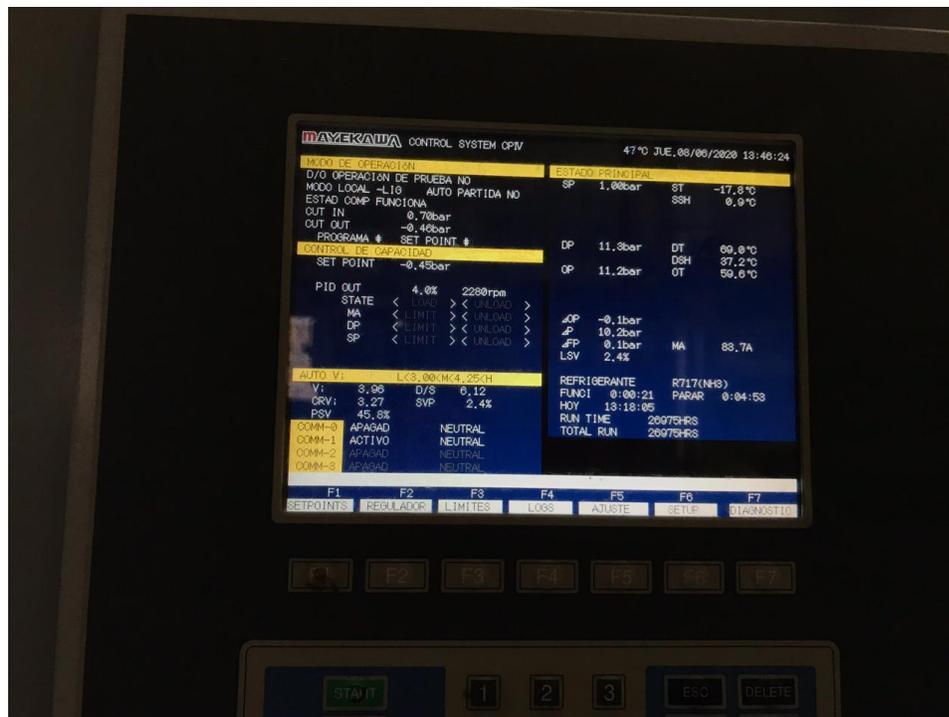


Ilustración 13 - Parámetros PLC 2

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, se cuenta con el denominado compresor 1, este se encarga de entregar las temperaturas adecuadas para las áreas de cámaras frías. En la actualidad, debido a un fallo que existe en el compresor, se trabaja en conjunto con el sistema del compresor 2, por lo cual es necesario apagar el sistema IQF y programar los parámetros correspondientes según los diseños térmicos dentro de las cámaras tomando en cuenta las cargas térmicas de las mismas.

Por último, se cuenta el compresor 3, este es de menor tamaño y se encarga de entregar y climatizar el área de oficina. Dentro de la sala de máquinas se encuentra también la reserva de amoníaco, como se discutió anteriormente en la sección 3.2 del marco teórico, este es el

refrigerante estándar de la refrigeración industrial. Esta reserva suministra el refrigerante a los tanques de recirculación de cada compresor permitiendo de esta manera preparar el gas para entrar al evaporador, regresando por la línea líquida al tanque de recirculación preparándolo para que pase por el compresor y continúe de esta manera con el ciclo de refrigeración.



Ilustración 14 - Tanque receptor de amoníaco

Fuente: Elaboración propia.

Otra zona importante en esta área es la oficina donde se encuentran los paneles de control de todos los sistemas de refrigeración, tablero de control del PLC principal, pantalla del sistema de SCADA para el monitoreo sencillo de los técnicos de mantenimiento y los paneles VFD de los compresores.



Ilustración 15 - Panel de control de los sistemas de refrigeración

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 16 - Sala de máquinas

Fuente: Elaboración propia.

4.3 RECORRIDOS RUTINARIOS A LA PLANTA

Una actividad primordial dentro del departamento de mantenimiento es el monitoreo diario de todas las áreas de producción de la planta. Esto permite la notificación de cualquier falla de las maquinas y revisar el estado de trabajo de las mismas. En la jornada matutina se maneja la línea de cerdo y embutidos. Dentro de la línea de cerdo se encuentran las máquinas que permiten el descongelamiento progresivo de la carne y prepararla para los procesos que le siguen. Primero los cortes de cerdos tienen que ser ingresados a un horno microondas donde se descongelan de -15°C a -2°C , esta máquina es controlada por el operario el cual ingresa los parámetros de RPM dependiendo de la masa de producto a ingresar.

El segundo proceso de descongelamiento es realizado por una máquina denominada *Tumbler*, la cual mediante transferencia de calor termina de descongelar la parte interna de la

carne. Una vez realizados ambos procesos, la carne pasa al área determinada de producción ya sea embutidos o el área de cortes, donde antes de ser procesado se le da el sabor determinado.

En el caso de que se vaya a convertir en embutidos, pasa a ser cortada en pedazos más delgados dependiendo del producto que se quiera elaborar. Todas las máquinas que se van a mencionar tienen la característica que dependiendo del tipo de producto que se va a preparar las cuchillas tienen que ser cambiadas correspondientemente. Primero, el cerdo pasa por un molino mezclador en donde se obtiene tiras de carne. Seguidamente, estas tiras son introducidas a dos máquinas más que permite crear una pasta y ser llenados finalmente en las fundas de celulosa.

Al terminar este proceso pasan al horno ahumador, donde dependiendo del producto que se quiera cocinar el operario tiene que elegir en el PLC la receta que contiene parámetros específicos de cocción, temperatura y humedad. Otra característica es el uso de una sonda de temperatura que permite identificar si el interior del producto está cocinado. Para finalizar, el producto se enfría y pasa por una termoformadora para ser debidamente empacado.

Al conocer todos los procesos que se llevan a cabo dentro de la planta de industrial, se es capaz no solo de ayudar si no de supervisar las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo dentro de la empresa. A continuación, se detallan las actividades más relevantes.

4.3.1 FALLA EN EL BRAZO DE CLIPADORA

Dentro de la zona de res se reportó una falla en el brazo de la máquina clipadora, que es donde se pone la funda y se empaca la carne molida. Para identificar la causa de la falla, se llevó a cabo una serie de preguntas con el operario como identificar desde cuándo se reportó la misma y quién había sido la última persona en utilizarla. Se realizó una inspección de la máquina y se encontró que las tuercas del brazo habían sido aflojadas, esto causó que se desalineara del eje.

Para solucionar este problema fue necesario quitar todas las tuercas del brazo y alinear el eje dejando un espacio de 5 mm, que es recomendado por el fabricante, debido a que funciona con un mecanismo neumático. También se realizó una serie de pruebas durante 30 minutos donde se supervisó el funcionamiento de la misma, en la ilustración se muestra dicha máquina.



Ilustración 17 - Clipadora de res

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 FALLO DEL MOTOR EN LA REBANADORA DE MORTADELA

Se supervisó en el mantenimiento de correctivo de la rebanadora de mortadela, esta había sido notificada debido a que la misma no podía operar. Se revisó y encontró que el campo magnético del estator estaba fallando, por lo tanto, se procedió a cambiar el embobinado, sin embargo, al volver a conectarlo la máquina todavía no operaba. Se había decidido mandar el motor a reparar, sin embargo, una última revisión mostró un fallo en otro de los componentes.

Se decidió reemplazar el variador de frecuencia, debido a que mostraba errores en los valores que proporcionaba. Al hacer esto se tuvo que programar y hacer un cambio en las conexiones de los botones, se estableció nuevos parámetros de velocidad que permite a la banda de la rebanadora funcionar de manera más precisa, en las ilustraciones se muestra algunos pasos del proceso.

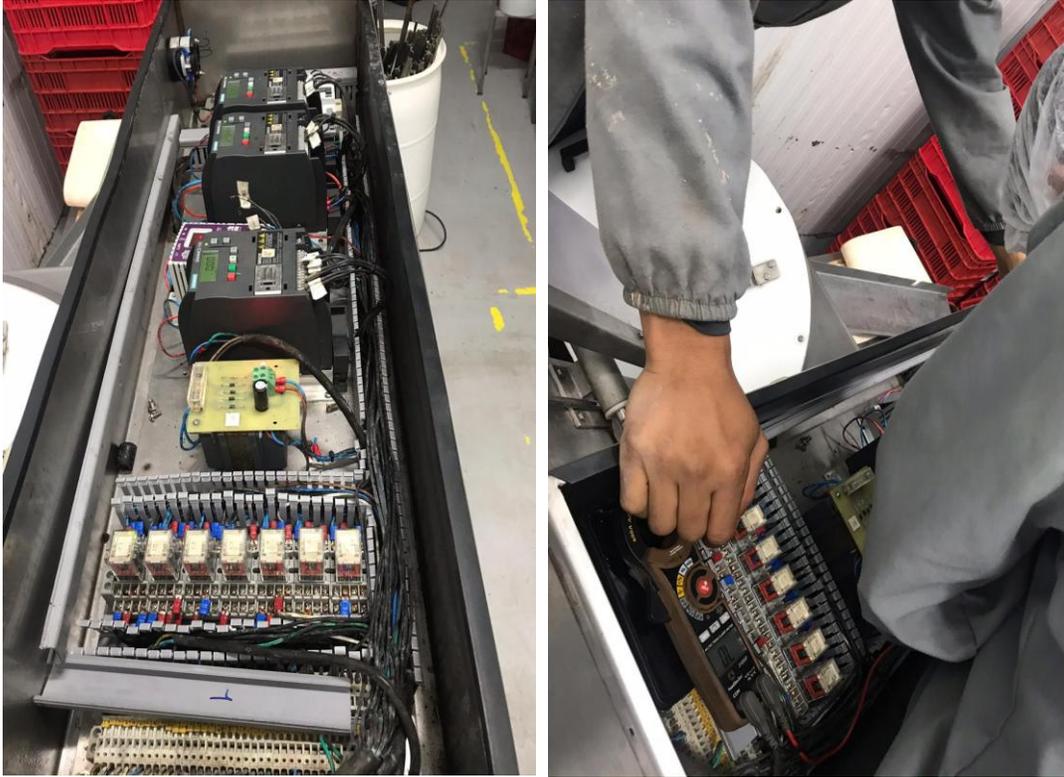


Ilustración 18 - Instalación del variador de frecuencias

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 CAMBIO DE BANDA HORNO

Para poder explicar el trabajo que se realizó con la banda del horno es importante dividirlo en dos partes: mantenimiento preventivo y correctivo. Esta fue una de las actividades que tomó varias semanas de trabajo para poder solucionar.

4.3.3.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se supervisó el cambio de la banda del horno microondas, ya que la anterior, debido a la fricción, se había ido rompiendo poco a poco quedando muy corta para la máquina. Por lo tanto, se pidió una nueva y se procedió a adaptarla a la máquina de manera que no provocara mucha fricción y volviera a ocurrir el mismo problema, el proceso es ilustrado a continuación, empezando por sacar la banda anterior, seguidamente se agregó una parte de la máquina que se había tenido que dejar de usar debido a que la banda quedaba muy pequeña y, finalmente, se abrió unos agujeros al horno para disminuir la fricción de la nueva banda.



Ilustración 19 - Proceso de cambio de banda

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Se tuvo que reemplazar la misma banda la siguiente semana, esto se debió a que el grosor de la nueva banda era mayor comparada con la banda original lo que provocó que corriera más rápido que la velocidad programada en el PLC. Se realizaron una serie de pruebas y midió la diferencia de tiempo que existía con el ciclo original y se encontró que la carne pasaba un 60% más rápido. Se concluyó que la mejor alternativa sería reinstalar la banda que se había quitado y esperar por el repuesto del proveedor, todo documentado en las siguientes ilustraciones.



Ilustración 20 - Comprobación de la diferencia de velocidades

Fuente: Elaboración propia.

La banda continuó mostrando problemas, por lo cual fue necesario llamar a los proveedores de la máquina para configurar el programa PLC con los nuevos parámetros de velocidad. Después de una serie de pruebas se concluyó que lo mejor, para no continuar con los paros en la producción, sería volver a utilizar la banda vieja y comprar un sistema reductor de velocidad.



Ilustración 21 - Reemplazo de la banda nueva

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4 LIMPIEZA DE EMBUTIDORA

Se supervisó la limpieza de la embutidora, esta es una actividad fundamental para asegurar el funcionamiento continuo de una las áreas más importantes dentro de la compañía. Como se ve en la ilustración, es necesario empezar desmontando la máquina y limpiar los restos de comida que se hayan quedado rezagados dentro de la boquilla de la embutidora. Seguidamente, se procedió a limpiar el motor y lubricarlo.

Seguidamente, se desmontó otro de los motores y se desarmó, debido a que los empaques estaban sueltos y había quedado producto en los rodamiento por lo cual se tuvo que reemplazar por unos nuevos. Se finalizó poniendo el respectivo aceite al motor y volviendo a armar la máquina. Se documentó el trabajo y se generó la orden de trabajo de mantenimiento preventivo.



Ilustración 22 - Limpieza de embutidora

Fuente: Elaboración propia.

4.3.5 CONTROLADOR DE TEMPERATURA

Se supervisó y apoyó en el cambio de uno de los controladores de temperatura de uno de los paneles eléctricos de los sistemas de refrigeración. Fue necesario adaptar el nuevo controlador con los parámetros preestablecidos de la empresa *Danfoss* entre los cuales se encuentran las alarmas de acuerdo con las temperaturas, las temperaturas para descongelar, el tipo de sensor que se utiliza, entre otros. Este proceso se grafica a continuación.

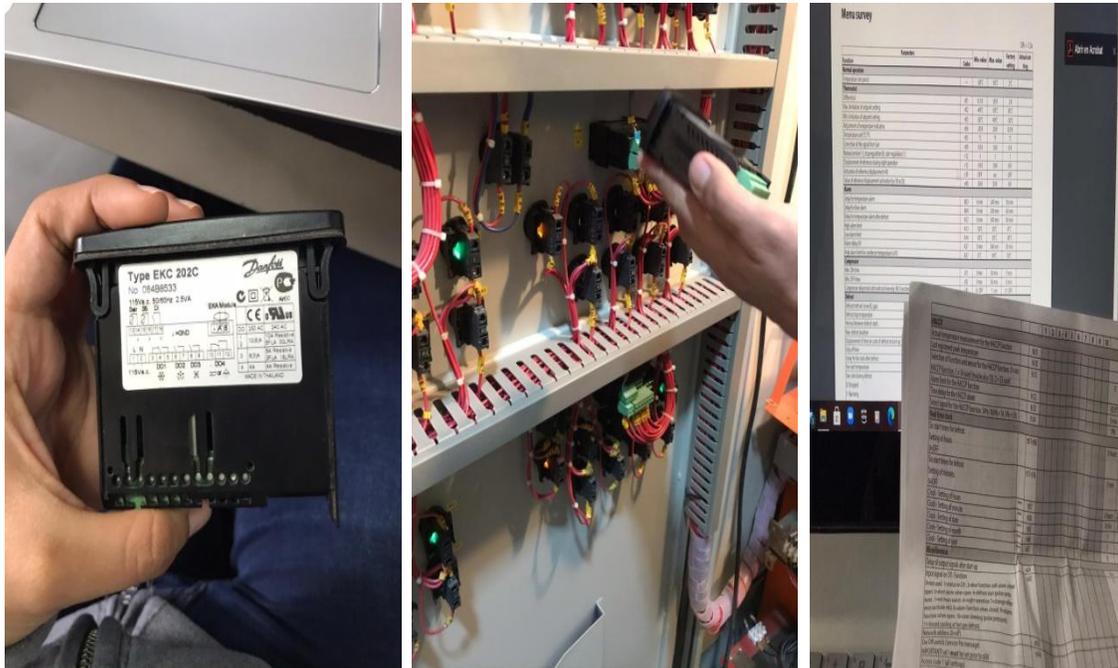


Ilustración 23 - Reemplazo y programación EKC 202C

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6 LIMPIEZA INYECTORA

Se supervisó y apoyó en la limpieza profunda de la inyectora. Se empezó desmontando los cabezales que hacen la inyección a la carne y lavándolas. Se continuó quitando los tapones viejos de la pieza y reemplazándolos por unos nuevos, esto se tuvo que hacer para ambos cabezales y los bastidores de las agujas. Se desconectó la manguera de salmuera y se limpió respectivamente, en la ilustración se muestra el trabajo.



Ilustración 24 - Desarmando máquina

Fuente: Elaboración propia.

Se continuó llenando la cisterna con de salmuera con agua y detergente para limpiar esta sección. Para terminar este proceso se continuó nivelando y cortando una de las manguera. Finalmente, se cambiaron los presostatos de presión por unos nuevos. Se armó la máquina y probó para ver si funcionaba correctamente, todo esto se documenta en la siguiente ilustración.



Ilustración 25 - Cambio de presostatos

Fuente: Elaboración propia.

4.3.7 MANTENIMIENTO COMPRESORES

Se realizó el cambio de aceite a los compresores de refrigeración. Primero, es necesario dejar salir el amoniaco que está dentro del compresor, por lo cual se llenó una cubeta con agua y se conectó una manguera con el refrigerante, este proceso lleva a una reacción exotérmica que permite liberar el refrigerante de una forma segura. Se monitoreó el proceso en la pantalla de PLC hasta que llegó a una presión adecuado. Seguidamente, se deja salir el aceite viejo que estaba en el depósito de aceite. Se continuó conectando una bomba de vacío y colocando el nuevo aceite, por diferencia de presión se llena el compresor. A continuación, se ilustra una parte del proceso.

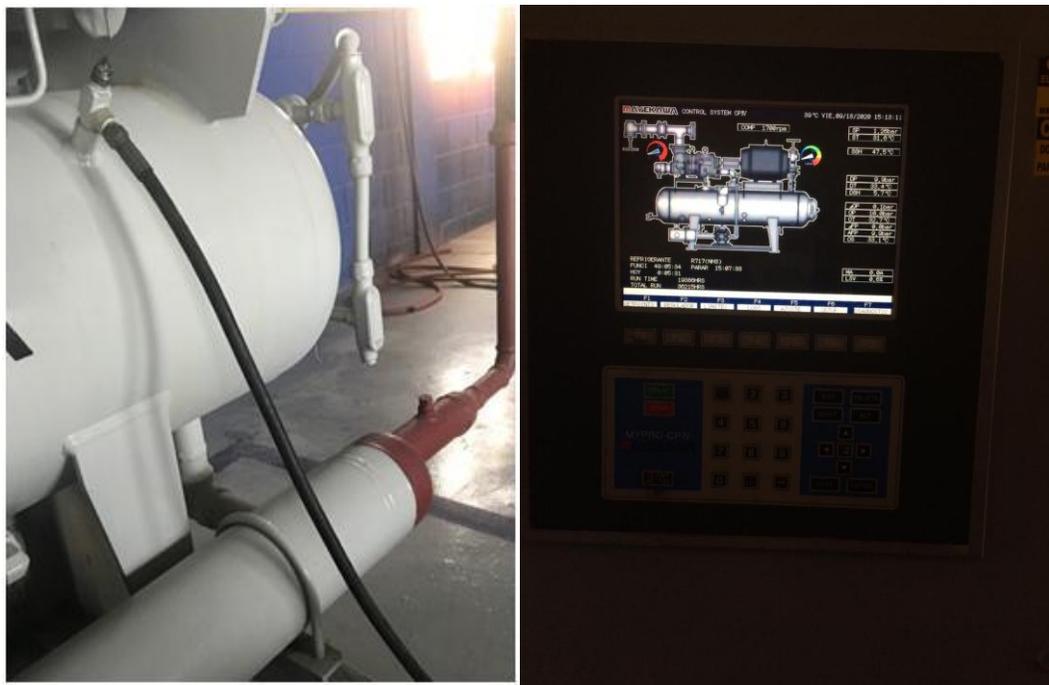


Ilustración 26 - Monitoreo de la salida de presión de compresor

Fuente: Elaboración propia.

4.4 ELABORACIÓN DE MANUALES

Un proyecto importante dentro del departamento de mantenimiento es la realización de manuales para la capacitación del personal técnico. Esto permite que los operarios realicen los procedimientos rutinarios de la mejor manera posible, de esta manera evitando el daño a las

máquinas y pérdida de tiempo como resultado de la falta de conocimiento de los procesos a realizar.

Para la realización de los manuales fue de suma importancia leer todas las especificaciones brindadas por los fabricantes, por lo cual fue necesario revisar todas las documentaciones de las máquinas. También se procedió a agregar los procesos de limpieza que se tienen que ejecutar diariamente para asegurar el buen funcionamiento de la maquinaria. Se realizó manuales para el área de embutidos y de res correspondientemente, incluyendo la máquina termoformadora, descortezadora, ablandadora, *tumbler* e inyectora.



Ilustración 27 - Diseño del manual de operación

Fuente: Elaboración propia.

Otros aspectos necesarios para la realización de los manuales fueron los diagramas de las máquinas, esto sirve para empezar a familiarizar a los nuevos operarios. Seguidamente, en el caso de que la máquina cuente con una pantalla táctil, se explican las funciones del proceso dentro de la pantalla. Es de suma importancia explicar cómo se realiza el proceso de puesta en marcha, para de la máquina en caso de emergencia y proceso de limpieza. Al finalizar con los manuales, se pasó tiempo observando los procesos de operación normal de las máquinas y corroborar que todo estuviera de acuerdo con lo descrito en los manuales.



Ilustración 28 - Recolección de información

Fuente: Elaboración propia.

4.5 ORDENES DE TRABAJO

Se trabajó en la actualización de las ordenes de trabajo de mantenimiento. Desde el inicio de la problemática de salud se había dejado de lado actualizar, en el software de ingeniería de la compañía, los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo. Fue necesario recolectar todas las tareas realizadas durante el paso de 3 meses e indagar si hubo algún problema al llevarlas a cabo. Al terminar, se procedió a emitir órdenes de trabajo nuevas para las tareas que faltaba por realizar.

4.6 ELABORACIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO

Para poder mantener los estándares de la industria se es necesario implementar un plan de mantenimiento oficial para todas las áreas de producción. Por lo cual, se redactó un manual con las distintas actividades a implementar por el operario y el departamento de mantenimiento en el que se incluye un flujograma, para identificar las acciones a tomar dependiendo del tipo de anomalía identificada. Se recopiló algunas procedimientos básicos que se tiene que seguir para mejorar las actividades de mantenimiento. Se creó una ficha para reportar los quiebre inesperados de las máquinas y el tiempo que se perdió. Se finalizó con un calendario con el mantenimiento anual de cada una de las máquinas con las actividades más importantes.

Se empezó con las máquinas del área de empaque de embutidos, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y los métodos que toman los operarios, se diseñó un plan de mantenimiento diario, semanal, mensual, anual y a las 2000 horas o según lo requiera. Se procedió a agregar una ficha de mantenimiento con las normas de seguridad, procedimientos y datos técnicos para que el operario tenga presente los procedimientos que se tienen que tomar diariamente. También, se realizó una manual de mantenimiento para algunas máquinas de res como la ablandadora, cortadora universal, descortezadora para membrana y el *tumbler*, una de las máquinas más importantes.

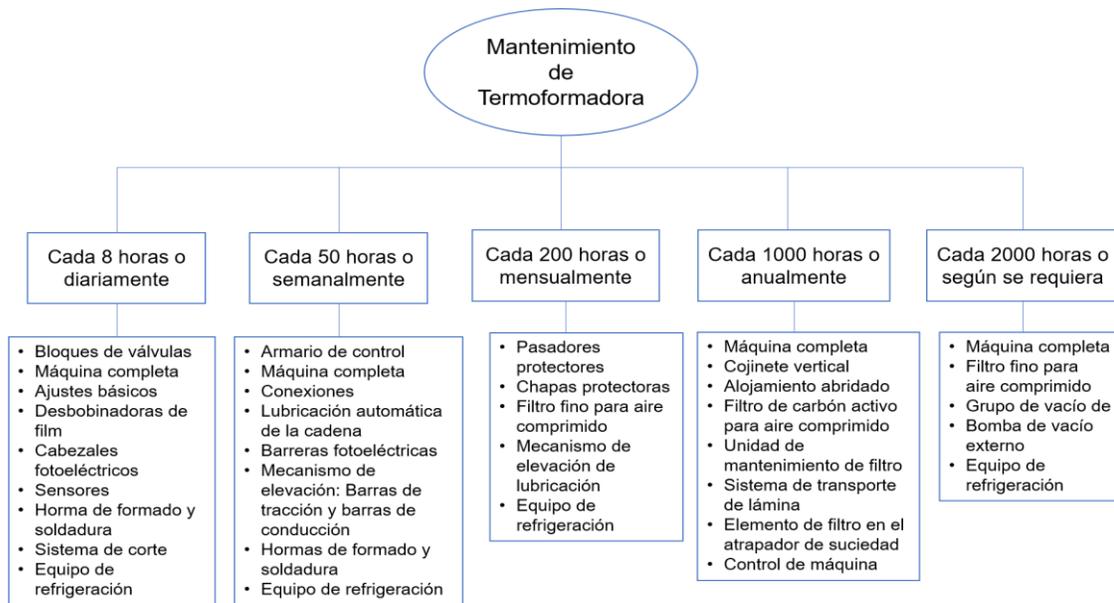


Ilustración 29 - Estructura de mantenimiento de las máquinas

Fuente: Elaboración propia.

4.7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Seguidamente, se presenta un cronograma de actividades esto ayuda a entender la distribución de las actividades realizadas durante el proceso de práctica profesional en la empresa DIHEGO.

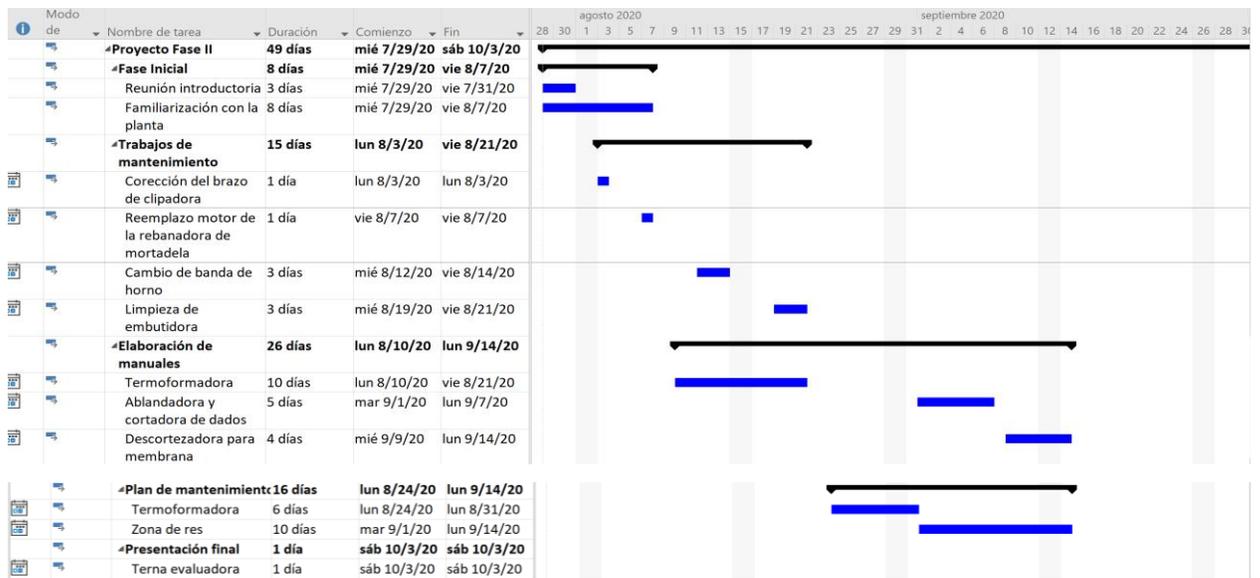


Ilustración 30 - Cronograma de actividades

Fuente: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES

Al finalizar, se aprendió la importancia de un buen plan de mantenimiento dentro de una empresa que se encuentra en una industria que está comprometida a cumplir con altos estándares nacionales e internacionales. Otra actividad que permitió aprender sobre la planta fue la realización de los manuales. Todo esto se resume en las siguientes conclusiones:

1. Se analizó la importancia de los procesos de mantenimiento en la empresa DIHEGO y se encontró que el cumplimiento de las actividades preventivas garantizaron el funcionamiento continuo de la maquinaria.
2. Se logró la capacitación del personal técnico en los procesos rutinarios correspondiente a cada máquina dentro del área de embutidos y res mediante los manuales de operación.
3. Se implementó un plan de mantenimiento que ayudó a mejorar los procedimientos de mantenimiento diarios de las maquinas del área de embutidos y res.
4. Se aprendió en su totalidad sobre las máquinas de la planta mediante la realización de los manuales, lo que permitió apoyar de una mejor manera en las actividades de mantenimiento.

VI. RECOMENDACIONES

Para mejorar los procesos de mantenimiento y en conjunto las actividades de mantenimiento se recomienda implementar las siguientes medidas:

- Implementar las medidas propuestas en el plan de mantenimiento y monitorear los resultados para de esta manera añadir o eliminar aspectos que permitan el cumplimiento exitoso de este.
- Planificar más capacitaciones al año para así mejorar el uso de los equipos dentro de la empresa.
- Supervisar el cumplimiento de las actividades de mantenimiento diaria por los operarios, esto lograría alargar la vida útil de las máquinas y mantenerlas en buen estado por un mayor tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

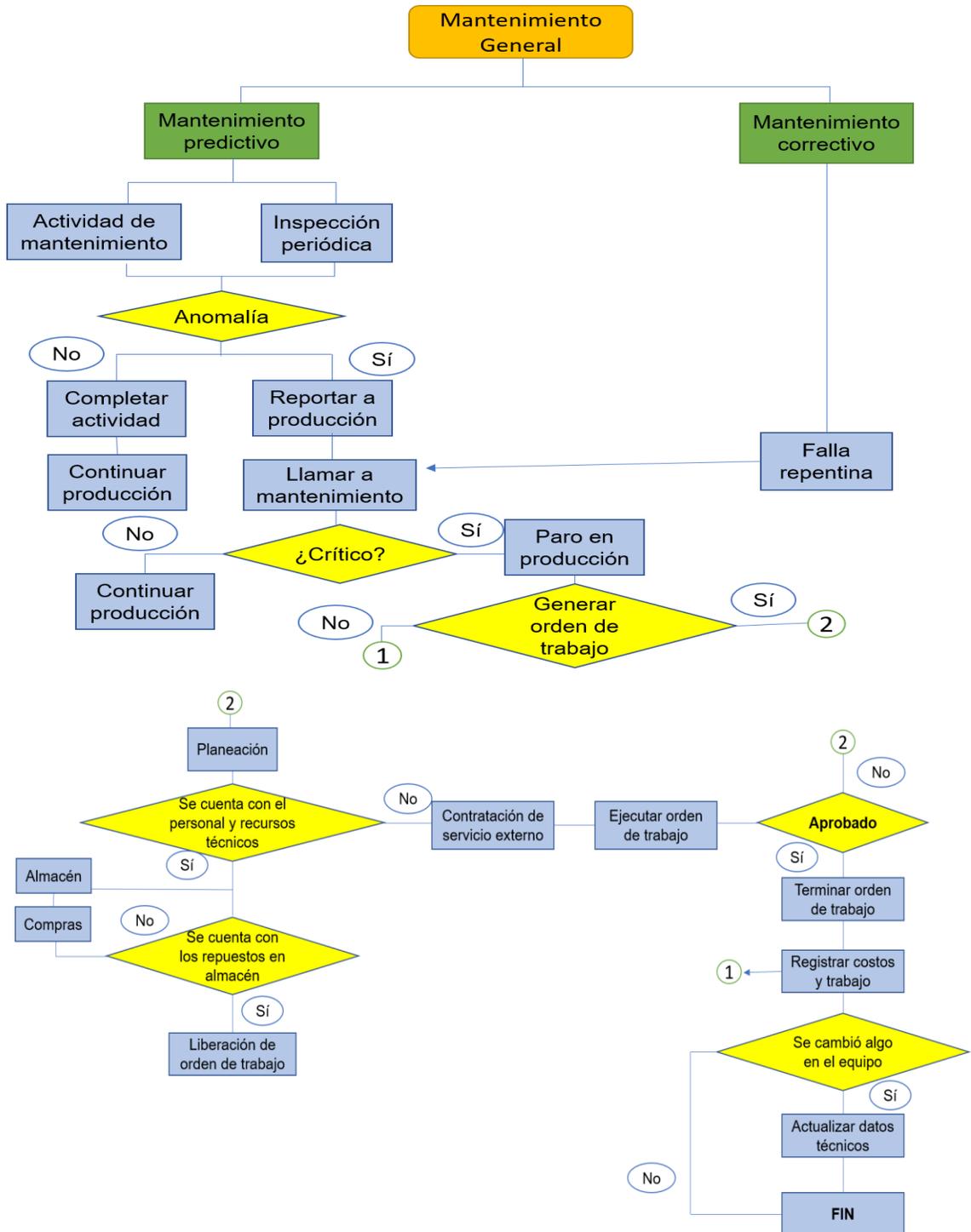
- Amerling, C., & Universidad Estatal a Distancia (Costa Rica). (2001). *Tecnología de la carne: Antología*. UNED.
- Brunton, N. P., Lyng, J. G., Li, W., Cronin, D. A., Morgan, D., & McKenna, B. (2005). Effect of radio frequency (RF) heating on the texture, colour and sensory properties of a comminuted pork meat product. *Food Research International*, 38(3), 337-344.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.06.016>
- Canova, A., Laudicina, G., Lazzeroni, P., Perez-Mora, N., & Repetto, M. (2019). Exploitation and optimal management of free cooling for industrial refrigeration. *Energy Conversion and Management*, 198, 111815.
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.111815>
- Dhillon, B. S. (2002). *Engineering maintenance: A modern approach*. CRC Press.
- DIHEGO | *Distribuidoras Hector Godoy S.A. de RL.* (s. f.). DIHEGO. Recuperado 30 de julio de 2020, de <http://dihego.hn/>
- Essien, E. (2003). *Sausage manufacture: Principles and practice*. CRC; Woodhead.
- Farag, K. W., Duggan, E., Morgan, D. J., Cronin, D. A., & Lyng, J. G. (2009). A comparison of conventional and radio frequency defrosting of lean beef meats: Effects on water binding characteristics. *Meat Science*, 83(2), 278-284.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.05.010>

- Gullo, P., Tsamos, K. M., Hafner, A., Banasiak, K., Ge, Y. T., & Tassou, S. A. (2018). Crossing CO2 equator with the aid of multi-ejector concept: A comprehensive energy and environmental comparative study. *Energy*, *164*, 236-263. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.08.205>
- James, S. J., & James, C. (2002). Thawing and tempering. En *Meat Refrigeration* (pp. 159-189). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/9781855736535.2.159>
- Lonergan, S. M., Topel, D. G., & Marple, D. N. (2019). Sausage processing and production. En *The Science of Animal Growth and Meat Technology* (pp. 229-253). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815277-5.00014-7>
- Martin, M. (2001). Meat Curing Technology. En O. Young, R. Rogers, Y. Hui, & W.-K. Nip (Eds.), *Meat Science and Applications*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203908082.ch20>
- Mishra, R. C. (2012). *Maintenance engineering and management*. Prentice-Hall Of India Pv.
- Muthukumarappan, K., Marella, C., & Sunkesula, V. (2019). Food Freezing Technology. En *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering* (pp. 389-415). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814803-7.00015-4>

- Oh, J.-S., Binns, M., Park, S., & Kim, J.-K. (2016). Improving the energy efficiency of industrial refrigeration systems. *Energy*, 112, 826-835. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.06.119>
- Ranken, M. D. (2000). *Handbook of meat product technology*. Blackwell Science.
- Reindl, D. T. (2007). Heat Recovery In Industrial Refrigeration. *ASHRAE Journal*, 8.
- Shanmugam, S. K. G., & Mital, M. (2019). An ultra-low ammonia charge system for industrial refrigeration. *International Journal of Refrigeration*, 107, 344-354. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2019.07.006>
- Stoecker, W. F. (1998). *Industrial refrigeration handbook*. McGraw-Hill.
- Wang, S. K. (2000). *Handbook of air conditioning and refrigeration* (2nd ed). McGraw-Hill.
- Wiranata, R., Asriani, Dharmayanti, N., & Supenti, L. (2019). Effectiveness availability of Individual Quick Freezing (IQF) using Overall Equipment Effectiveness (OEE) analysis at PT. X, Karawang-West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 278, 012082. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/278/1/012082>
- Zhang, W., Naveena, B. M., Jo, C., Sakata, R., Zhou, G., Banerjee, R., & Nishiumi, T. (2017). Technological demands of meat processing—An Asian perspective. *Meat Science*, 132, 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.008>

ANEXOS

ANEXO 1. Flujograma de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2. Tarjeta de quiebres

SOLICITADA POR:		FECHA:	HORA:	TIPO DE SOLICITUD: NORMAL URGENTE
EQUIPO O INSTALACION:		CODIGO:		
DESCRIPCION DE INTERFERENCIA:		AUTORIZADA POR:		TIPO DE MANTENIMIENTO: CORRECTIVO PREVENTIVO MECANICO ELECTRICO
		Fecha:	Hora:	
ASIGNADA POR:		ASIGNADA A:		HORA:
PARTE	ANOMALIA	CAUSA	DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO	
MATERIALES Y PARTES UTILIZADAS		CANTIDAD	CONDICION DE PARADA: CON PERDIDA DE PRODUCCION SIN PERDIDA DE PRODUCCION	
			TIEMPO TOTAL PERDIDO:	
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:				
EJECUTO: FIRMA:			RECIBIO Y APROBO: FIRMA:	
FECHA:			FECHA:	

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3. Cronograma anual de mantenimiento

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
TERMOFORMADORA	Monitoreo de contenido de bacterias	Semanal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
	Monitoreo depósito de aceite	Semanal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
	Lubricar boquillas de engrase	Mensual			■				■				■				■				■				■				■				■				■									
	Limpiar filtro de atrapador de suciedad	Anual	■																																											
	Lubricar cojinete vertical	Anual	■																																											
	Reemplazar o cuchillas	Según se requiera															■																					■								
	Descalcificar la máquina completa	Según se requiera															■																													

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4. Limpieza de Embutidora



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5. Recorrido del área de cerdo



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6. Recolección de información para manuales



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 7. Proceso de purga de compresores



Fuente: Elaboración propia.