



Universidad Católica “Andrés Bello”

Facultad de Ingeniería - Escuela de Ingeniería Industrial

Sede: Montalbán, Caracas.

**PROPUESTA DE MEJORAS PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
EXISTENTE EN UNA CADENA DE SUPERMERCADOS**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR:

Br. Zambrano Pérez, Marco Aurelio.

TUTOR GUÍA:

Ing. Ribis Savoca, Sebastián.

FECHA:

Mayo de 2018.



Universidad Católica “Andrés Bello”

Facultad de Ingeniería - Escuela de Ingeniería Industrial

Sede: Montalbán, Caracas.

**PROPUESTA DE MEJORAS PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
EXISTENTE EN UNA CADENA DE SUPERMERCADOS**

**Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su
contenido con el resultado: _____**

JURADO EXAMINADOR

Firma: _____ Firma: _____ Firma: _____

Nombre: _____ Nombre: _____ Nombre: _____

REALIZADO POR:

Br. Zambrano Pérez, Marco Aurelio.

TUTOR GUÍA:

Ing. Ribis Sávoca, Sebastián.

FECHA:

Mayo de 2018.

PROPUESTA DE MEJORAS PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EXISTENTE EN UNA CADENA DE SUPERMERCADOS

Realizado por: Br. Zambrano Pérez, Marco Aurelio.

Tutor Guía: Ing. Ribis Sávoca, Sebastián.

Fecha: mayo de 2018.

RESUMEN

El presente Trabajo Especial de Grado se desarrolla en Central Madeirense, C.A., una cadena de supermercados con 53 Sucursales distribuidas en todo el territorio nacional, encargadas de comercializar productos dirigidos a la clase media-baja. Específicamente, fue desarrollado en la Sucursal 50, ubicada en Santa Fe, Estado Miranda, la cual presenta una alta incidencia de averías y fallas en los equipos utilizados en los Departamentos, causadas por la falta de atención oportuna del personal de mantenimiento y por el mal proceder del personal operativo. Por tal motivo, fue necesario realizar una investigación cuyo objetivo principal es proponer mejoras para la gestión de mantenimiento existente. Para ello, se inició con la caracterización de los equipos que permitiera definir el inventario de partes, piezas y repuestos necesarios para la realización de las actividades de mantenimiento preventivo, cuya planificación fuese sistematizada en un cronograma o Carta Gantt. Además, resultó menester evaluar la operatividad del personal de la Sucursal con el fin de evidenciar los accionares indebidos durante el uso de los equipos, dando origen a la presencia de modos de fallas los cuales fueron sometidos a un análisis de criticidad en términos de la frecuencia observada de los mismos y las consecuencias en cuanto a pérdidas económicas, efectos en la preservación del equipo y en la operatividad del Departamento en cuestión, además de los efectos causados a la salud y seguridad del operario y a la reputación corporativa de la empresa.

En la investigación, se logró evidenciar el efecto del mal proceder del personal operativo en la incidencia de fallas de naturaleza crítica, por lo que se crearon guías rápidas basadas en las buenas prácticas para el correcto manejo de los equipos. Asimismo, se crearon procedimientos estándar que describen el paso a paso de las tareas a realizar para mitigar la incidencia de fallas críticas causada por la falta de atención oportuna del personal de mantenimiento. Adicionalmente, se diseñaron las fichas técnicas descriptivas de los equipos, se definieron los niveles mínimos de inventario en stock a mantener para garantizar la ejecución del plan de mantenimiento propuesto y se elaboraron los indicadores de gestión para que la Gerencia de Mantenimiento realice el debido monitoreo y control de los trabajos realizados por su personal a cargo. Todo esto conllevó a la resolución de todos los objetivos planteados y, además el estudio de factibilidad económica determinó que este proyecto resulta factible para la empresa, representando una potencial herramienta para la mejora de la gestión de mantenimiento existente, que contribuya a la mejora en la calidad ofrecida al cliente y minimice los costos asociados al mantenimiento, así como los tiempos de parada indeseados.

Palabras Clave: Mantenimiento, Planificación, Fallas, Criticidad, Tareas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser el mejor Ingeniero de todos, por mostrarme el camino para llegar al punto en que me encuentro ahora.

A mi madre, por ese apoyo incondicional e incansable durante toda la vida y por facilitarme mucho las cosas cuando más lo necesitaba.

A mi padre, por su lucha inagotable y su constancia, que son parte de las razones por la que me encuentro en este punto de mi vida.

A mi tutor empresarial, Rafael Berríos, por todo el apoyo ofrecido durante el desarrollo de todo este trabajo y por ser figura a seguir para lo que sería mi nueva experiencia profesional como Ingeniero Industrial.

A mis compañeros que me acompañaron en toda esta experiencia universitaria, en especial a Katherine De Oliveira quien, además de ser mi compañera de estudios, fue y es una gran amiga que prestó su apoyo en la realización de este trabajo.

A mis profesores quienes formaron parte de mi formación, en especial al Prof. Christian Murati, quien me ofreció el mejor consejo de la vida y que me permitió “abrir mi mente” para poder destacar en el transcurso de la carrera.

Al Prof. Adelmo Fernández, por permitirme tener la oportunidad de ser preparador de una de las materias que personalmente más me gustaron, como lo fue Estadística II. Agradecido enormemente por su apoyo.

A Central Madeirense, por permitirme dar mis primeros pasos en el ámbito profesional y permitirme destacar en este contexto.

Y, no menos importante, a mi *alma mater*, la Universidad Católica Andrés Bello, por ser la universidad de la excelencia que me permitió adquirir nuevos conocimientos, conocer buenos amigos y vivir la mejor experiencia de mi vida.

A todos... ¡gracias!



DEDICATORIA

A mi madre, por su lucha incansable.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
INTRODUCCIÓN	i
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA	1
1.1.- Planteamiento del Problema	1
1.2.- Objetivos de la Investigación	4
1.2.1.- Objetivo General	4
1.2.2.- Objetivos Específicos	4
1.3.- Alcances de la Investigación	5
1.4.- Limitaciones de la Investigación	6
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1.- Conceptos Fundamentales	8
2.1.1.- Mantenimiento.....	8
2.1.2.- Objetivos del Mantenimiento	8
2.1.3.- Tipos de Mantenimiento.....	9
2.1.4.- Planificación del Mantenimiento.....	12
2.1.5.- Órdenes de Trabajo (O/T)	13
2.1.6.- Informes de Trabajo Realizado (ITR)	13
2.1.7.- Hoja de Vida/Ficha Técnica	13
2.1.8.- Programación del Mantenimiento	14
2.1.9.- Procedimientos Operativos Estándar (POE)	14
2.1.10.- Diagrama de Gantt.....	15
2.1.11.- Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)	16
2.1.12.- Análisis de Criticidad	18
2.1.13.- Análisis de Criticidad de Modos de Falla y Efectos (FMECA).....	18
2.2.- Herramientas Utilizadas	18



2.2.1.- Matriz de Criticidad (Matriz RAM)	18
2.2.2.- Flujograma de Procesos.....	20
2.2.3.- Diagrama de Pareto	22
2.2.3.- Diagrama Causa – Efecto	22
2.3.- Técnicas de Valoración Económica-Contable.....	23
2.3.1.- Depreciación de Activos.....	23
2.3.2.- Valor Actual Neto (VAN)	24
2.3.3.- Método de Regresión: Mínimos Cuadrados	25
2.3.4.- Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR)	26
2.3.5.- Flujo Actual Neto y Proyectado	26
2.4.- Indicadores de Gestión de Mantenimiento	27
CAPÍTULO III.....	29
MARCO METODOLÓGICO.....	29
3.1.-Tipo de Investigación	29
3.2.- Diseño de la Investigación.....	30
3.3.- Unidad de Análisis	31
3.4.- Población y Muestra.....	32
3.4.1.- Población	32
3.4.2.- Muestra	32
3.5.- Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	33
3.5.1.- Observación.....	34
3.5.2.- Entrevista.....	34
CAPÍTULO IV	36
SITUACIÓN ACTUAL.....	36
4.1.- Personal Operativo de la Sucursal 50	36
4.2.- Personal del Departamento de Balanzas.....	38
4.3.- Caracterización de los Equipos de la Sucursal	40
4.3.1.- Balanza Colgante.....	40
4.3.2.- Molino de Carne	43
4.3.3.- Rebanadoras	45
4.3.4.- Sierra.....	48
4.3.5.- Termoselladora de PVC	49
4.3.6.- Empaquetadora al Vacío.....	51

4.3.7.- Molino Rallador de Quesos	53
4.3.8.- Rallador	55
4.3.9.- Exprimidor de Jugos	57
4.3.10.- Licuadora Industrial.....	59
CAPÍTULO V	62
BUENAS PRÁCTICAS PARA EL PROCEDER CON LOS EQUIPOS	62
5.1.- Planificación de las Actividades de Mantenimiento Preventivo	62
5.2.- Evaluación de la Operatividad del Personal de la Sucursal con los Equipos	63
CAPÍTULO VI	66
ESTUDIO DE LAS FALLAS DE LOS EQUIPOS.....	66
6.1.- Fallas Funcionales Comunes en los Equipos de la Sucursal	66
6.2.- Análisis de Criticidad de los Modos de Fallas estudiados	72
CAPÍTULO VII	80
PROPUESTAS DE MEJORA	80
7.1.- Guías Rápidas para el buen manejo y preservación de los equipos	80
7.2.- Procedimientos Operativos Estándar (POE)	81
7.3.- Programación de las Actividades y Tareas de Mantenimiento	81
7.3.1.- Codificación de las Actividades de Mantenimiento Preventivo.....	83
7.3.2.- Cronograma de Actividades y Tareas de Mantenimiento	87
7.4.- Formatos de Control de las Actividades de Mantenimiento	87
7.5.- Fichas Técnicas de los Equipos	88
7.6.- Niveles de Inventario en Stock a mantener para la realización de las Actividades	89
7.7.- Indicadores de Gestión de Mantenimiento	89
7.7.1.- Disponibilidad Operativa.....	90
7.7.2.- Tiempo Medio entre Fallas (MTBF).....	91
7.7.3.- Tiempo Medio para Reparación (MTTR)	91
7.7.4.- Eficacia de la Planificación (EDP)	92
7.7.5.- Fallas no Detectadas con el Mantenimiento Preventivo (FND MP)	92
7.7.6.- Índice de Utilización de los Equipos	93
7.8.- Valoración Costo-Beneficio del Plan Propuesto de Mantenimiento	94
7.8.1.- Costos asociados al Inventario en Stock requerido	94
7.8.2.- Costos derivados de la Mano de Obra requerida.....	94



CAPÍTULO VIII.....	102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
8.1.- Conclusiones.....	102
8.2.- Recomendaciones	104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Significado de cada una de las celdas bilaterales que compone la Matriz RAM.	20
Tabla 2: Descripción de los Instrumentos empleados durante el estudio.	35
Tabla 3: Resultados obtenidos en la Evaluación de la Operatividad del Personal.	64
Tabla 4: Modos de fallas más críticos del Departamento de Carnicería, según Análisis RAM.	76
Tabla 5: Modos de fallas más críticos del Departamento de Charcutería, según Análisis RAM.	76
Tabla 6: Modos de fallas más críticos del Departamento de FRUVER, según Análisis RAM.	77
Tabla 7: Modos de fallas más críticos del Departamento de Pescadería, según Análisis RAM.	77
Tabla 8: Consolidado de los modos de fallas críticos desprendidos del análisis RAM para todos los Departamentos.	79
Tabla 9: Códigos representativos de los Departamentos de pertenencia.	84
Tabla 10: Codificación de los tipos de equipos.	85
Tabla 11: Clasificación de las piezas a someterse al mantenimiento.	85
Tabla 12: Horas-Hombre Requeridas para la realización de las Actividades y Tareas de Mantenimiento.	96
Tabla 13: Costos asociados a la Mano de Obra Disponible.	97
Tabla 14: Costo total del plan de mantenimiento propuesto.	98
Tabla 15: Costos de Mantenimiento de Central Madeirense (estimación para el momento).	99
Tabla 16: Índices de inflación interanuales (2016-2018).	99
Tabla 17: Matriz de Regresión de Mínimos Cuadrados. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 18: Estimación de la Inflación Promedio. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 19: Cálculo del flujo actual neto.	100
Tabla 20: Cálculo del flujo actual neto proyectado, para los tres (3) años considerados.	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pasos para realizar la Programación de Mantenimiento.	14
Figura 2: Ejemplo de un Diagrama de Gantt, con el listado de algunas actividades a realizar y el calendario correspondiente.	16
Figura 3: Matriz de Criticidad para la Evaluación de las Fallas.....	19
Figura 4: Simbología ANSI para diagramas de flujo.	21
Figura 5: Ejemplo ilustrativo del Diagrama de Pareto.	22
Figura 6: Ejemplo del Diagrama Causa-Efecto.....	23
Figura 7: Organigrama del personal que labora en las Sucursales de Central Madeirense.....	37
Figura 8: Flujograma que ilustra la gestión actual de incidentes de Mantenimiento procedentes de alguna Sucursal.	41
Figura 9: Balanza Colgante “CAS”, modelo “CL-5000H”	42
Figura 10: Proceso de utilización de la Balanza Colgante.	43
Figura 11: Molino de Carne “Hobart”, modelo “4822”	44
Figura 12: Proceso de utilización del Molino de Carne.	45
Figura 13: Ejemplos de ambas marcas de rebanadoras: Rebanadora “Kolossal” modelo “300-IK” (izquierda) y Rebanadora “Hobart” modelo “2612” (derecha).	46
Figura 14: Proceso de utilización de las Rebanadoras.	47
Figura 15: Sierra utilizada en los Departamentos de Charcutería y Pescadería, marca “Hobart”, modelo “6614”.	48
Figura 16: Proceso de utilización de la Sierra.	49
Figura 17: Termoselladora de film de PVC, marca “Heat Seal”, modelo “600A”.	50
Figura 18: Proceso de utilización de la Termoselladora de PVC.	51
Figura 19: Empaquetadora al Vacío de sobremesa, marca “Tecnotrip”, modelo “EVT-23”	52
Figura 20: Proceso de utilización de la Empaquetadora al Vacío.	53
Figura 21: Representación del Molino Rallador de Quesos “La Felsinea”, modelo “GT HP 2”	54
Figura 22: Proceso de utilización del Molino Rallador de Quesos.	55
Figura 23: Rallador “La Felsinea”, capaz de manejar productos como quesos, embutidos, frutas y vegetales. Su modelo es “TV-TM”.	56
Figura 24: Proceso de Utilización del Rallador.....	57
Figura 25: Exprimidor de jugos, marca “ZuMEX”, modelo “38”.	58
Figura 26: Proceso de utilización del Exprimidor de Jugos.	59
Figura 27: Licuadora Industrial, cuya marca es “Metvisa”, modelo “15LQL”.....	60
Figura 28: Proceso de utilización de la Licuadora Industrial.	61
Figura 29: Causas principales de los modos de fallas causantes de las fallas funcionales de los equipos de la Sucursal.	66
Figura 30: Gráfico que ilustra la proporción de las incidencias de los modos de fallas categorizados en los grupos explicados (Departamento de Carnicería).	67
Figura 31: Gráfico que ilustra la proporción de las incidencias de los modos de fallas categorizados en los grupos explicados (Departamento de Charcutería).	68

Figura 32: Gráfico que ilustra la proporción de las incidencias de los modos de fallas categorizados en los grupos explicados (Departamento de FRUVER).	68
Figura 33: Gráfico que ilustra la proporción de las incidencias de los modos de fallas categorizados en los grupos explicados (Departamento de Pescadería).	69
Figura 34: Diagrama de Pareto con la frecuencia en que los modos de fallas se presentan en el Departamento de Carnicería. El 82% de los problemas son generados por el 57% de las causas.	70
Figura 35: Diagrama de Pareto con la frecuencia en que los modos de fallas se presentan en el Departamento de Charcutería. El 82% de los problemas son generados por el 63% de las causas.	71
Figura 36: Diagrama de Pareto con la frecuencia en que los modos de fallas se presentan en el Departamento de FRUVER. El 79% de los problemas son generados por el 66% de las causas.	71
Figura 37: Diagrama de Pareto con la frecuencia en que los modos de fallas se presentan en el Departamento de Pescadería. El 83% de los problemas son generados por el 63% de las causas.	72
Figura 38: Matriz RAM indicativa de la criticidad de los modos de fallas más comunes del Departamento de Carnicería.	73
Figura 39: Matriz RAM indicativa de la criticidad de los modos de fallas más comunes del Departamento de Charcutería.	74
Figura 40: Matriz RAM indicativa de la criticidad de los modos de fallas más comunes del Departamento de FRUVER.	74
Figura 41: Matriz RAM indicativa de la criticidad de los modos de fallas más comunes del Departamento de Pescadería.	75
Figura 42: Gráfico ilustrativo de las incidencias de las causas-raíz asociadas a los modos críticos de fallas, desprendidos del análisis RAM.	78
Figura 43: Formato de los POE para las tareas desprendidas del análisis AMEF.	82
Figura 44: Formato de la Codificación de las Actividades de Mantenimiento Preventivo.	83
Figura 45: Ejemplo ilustrativo de la codificación de una actividad de mantenimiento, que consiste en la lubricación del eje guía de una de las poleas de la Sierra, marca "Hobart".	87

INTRODUCCIÓN

Desde el auge de la Revolución Industrial, cualquier organización cuyo sistema productivo consista principalmente a la generación de bienes en forma de productos tangibles e intangibles, veía que el mantenimiento era un mal necesario ya que simplemente se basaba en efectuar las reparaciones necesarias de retraso o en una parada del proceso productivo, ya fuera por rotura parcial o total de uno o varios equipos. Sin embargo, con el paso de los últimos años, el mantenimiento ha cobrado mayor importancia en vista de la competencia feroz que existe actualmente entre las organizaciones de actividades comerciales similares, de modo que estas buscan sacar provecho a cualquier oportunidad de mejora que represente, después de todo, un aumento en la capacidad de respuesta y en la productividad, brindando una mejor calidad en cuanto a la generación de productos y servicios, alcanzando el logro de satisfacer a los clientes más exigentes. Como la calidad juega un papel fundamental para la venta de un servicio, se requiere de un esfuerzo de todos en la empresa, donde el mantenimiento no puede dejar de considerarse. En función de lograr este objetivo, las empresas diseñan planes de mantenimiento estructurados y que mejoren los procesos llevados a cabo en la organización.

El presente Trabajo Especial de Grado incluye todo lo necesario para aportar mejoras a la gestión de mantenimiento existente en Central Madeirense, C.A., contemplando aspectos importantes en cuanto a los equipos utilizados para procesar y preparar los artículos que serán destinados a la venta comercial, permitiendo diseñar una planificación de rutinas de mantenimiento para su preservación contando con el inventario necesario de repuestos, partes y repuestos para tal propósito. Asimismo, se estudia todo lo relacionado con el personal encargado de manejar estos equipos, y cualquier fuente generatriz que le impida a los mismos realizar las funciones por las cuales fueron instalados, de modo que den pie a la generación de fallas funcionales importantes. Finalmente, estos eventos físicos se someten a un análisis de criticidad para así dar pie al diseño de mejoras que permitan mitigar tales incidencias, además de generar un plan de mantenimiento adecuado que permita realizar el debido monitoreo y

control de la operatividad de tales equipos, tomando en cuenta la programación y control de la gestión.

Esta investigación contiene ocho capítulos, y consisten en lo siguiente:

Capítulo I, “El Problema”: argumenta la realización del estudio, a través del planteamiento del problema y el contexto en el que el mismo surge, además de los objetivos generales, específicos, los alcances y las limitaciones que influyen en el presente trabajo especial de grado.

Capítulo II, “Marco Teórico”: contiene las bases teóricas que sustentaron el estudio realizado.

Capítulo III, “Marco Metodológico”: explica la metodología implementada y sus aspectos, además del tipo de diseño de investigación y las técnicas implementadas para la recolección de datos.

Capítulo IV, “Situación Actual”: describe la situación del momento en términos del personal operativo y de mantenimiento existente, además de la caracterización de los equipos que componen el sistema productivo de la Sucursal 50.

Capítulo V, “Buenas Prácticas para el Proceder con los Equipos”: se contemplan los lineamientos de los fabricantes y del personal experto de mantenimiento para la preservación de los equipos mediante las rutinas de mantenimiento y para el correcto accionar del personal operativo con los equipos.

Capítulo VI, “Estudio de Fallas Funcionales”: en este capítulo se contempla todo el estudio referente a las causas generatrices de los modos de falla, los cuales son sometidos a un análisis de criticidad en términos de riesgo.

Capítulo VII, “Propuestas de Mejora”: contiene los diseños de mejora y la explicación de los mismos.

Capítulo VIII, “Conclusiones y Recomendaciones”: describe el cumplimiento de los objetivos del trabajo Especial y las recomendaciones a partir de estas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1.- Planteamiento del Problema

Central Madeirense, C.A., es una Cadena de Supermercados establecida en Caracas, pero que cuenta con cincuenta y tres (53) Sucursales distribuidas en todo el país. En todas y cada una de ellas, el principal proceso productivo se realiza en los siguientes Departamentos: Departamento de Carnicería, Departamento de Charcutería, Departamento de Pescadería y el Departamento de Frutas y Vegetales (FRUVER). A partir de allí, se generan los productos que van a ser colocados eventualmente en el lugar denominado “Piso de Ventas” para que la clientela pueda verlos y adquirirlos para su compra. De ese modo, la finalidad de Central Madeirense es ofrecer a sus clientes diversidad de productos y de calidad a un buen precio.

Para tal fin, Central Madeirense busca tener a un personal calificado para la ejecución del proceso de generación de productos, y esto mediante el manejo y la utilización de los equipos asignados a cada Departamento de acuerdo al tipo de producto que se va a procesar. Al momento de realizar las observaciones, algunos de esos equipos que se sitúan en los Departamentos son: Balanzas Colgantes, Termoselladoras de PVC, Empaquetadoras al Vacío, Rebanadoras, Sierras, Molinos, Ralladores de Quesos, entre otros.

Para toda empresa industrial cuyo sistema productivo está compuesto principalmente por equipos, es importante la preservación de los mismos con el fin de alargar su vida útil asegurando la realización de sus operaciones para las cuales fueron diseñados, permitiendo que el rendimiento y la productividad en la empresa se mantengan. Es por ello que el área temática de mantenimiento en estos casos resulta muy importante, especialmente el mantenimiento de tipo preventivo ya que se realiza antes de que ocurra la falla para así disminuir los tiempos de parada y los costos que derivan del mantenimiento correctivo.

A pesar de la importancia que tiene el mantenimiento preventivo para estos casos, la realidad en el país sobre el tema resulta distinta.

Muchas empresas en el país realizan mantenimientos correctivos debido a los altos costos y baja disponibilidad de recursos necesarios para la reparación de los equipos, pero principalmente, se debe a la carencia de una gestión de mantenimiento basado en la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, y calibración de los equipos de una forma periódica en base a un plan establecido (Pérez, B. y Pérez, I., 2016, p.6).

En ese sentido, Central Madeirense no escapa de esa realidad. La Gerencia de Mantenimiento de la empresa se divide en: Cuadrillas de Mantenimiento para gestionar los arreglos en las Sucursales en cuanto a sistema hidráulico, eléctrico y de refrigeración; y también en el Departamento de Balanzas, el cual se encarga de la reparación de los equipos menores, que son la mayoría de los que se utilizan en los Departamentos de tales Sucursales. Especialmente este último, ha reportado una alta incidencia de fallas en los equipos, implicando altos tiempos de parada y tal evento es causado, en parte, porque la operatividad con los equipos por parte del personal de los laboratorios de cada Departamento no es la más adecuada.

Además de lo anterior, se ha evidenciado que el mantenimiento de los equipos no es realizado de manera oportuna debido a las siguientes razones: los reportes de fallas de estos no son realizados inmediata y/o correctamente por el personal competente; no se dispone de un cronograma para la realización de las actividades de mantenimiento preventivo con sus frecuencias de realización; y también al hecho que el personal competente en realizar estas actividades no recibe a tiempo los materiales y repuestos necesarios para el mantenimiento de los equipos.

Los reportes de fallas (entre otros requerimientos de la empresa) se elaboran mediante un software informático-administrativo llamado “Altiris”, en la cual el solicitante (Coordinador Regional de Mantenimiento o Gerentes/Sub-Gerentes de

Sucursales) indica el equipo y la falla correspondiente, así como también los materiales necesarios con sus especificaciones para solventar el problema reportado.

Por otra parte, se destaca el hecho que no se tiene definido el inventario de repuestos, partes y piezas en stock necesarios para el mantenimiento de los equipos de las Sucursales. Los repuestos, partes y piezas de los equipos y sistemas de las Sucursales de Central Madeirense son almacenados y gestionados por la Gerencia de Almacén de Equipos y Repuestos (AEERR). El no tener un inventario en stock debidamente definido ha implicado tener una existencia de repuestos, partes y piezas en almacén para equipos que no son utilizados en ninguna de las tiendas y, además, la entrega de partes, piezas y repuestos erróneos, que no corresponden con los requerimientos del cliente. Todo esto se atribuye a que no se tiene un inventario actualizado de los equipos que se utilizan en el sistema productivo de las Sucursales, y a que no se dispone de fichas técnicas con una descripción detallada de referidos equipos.

Adicionalmente, es necesario destacar el hecho que la atención a las fallas reportadas de los equipos no es realizada bajo un criterio específico, agregando que casi todos los solicitantes indican la urgencia para la solvencia de las fallas que reportan. La falta de un criterio de priorización para la solvencia de las fallas de los equipos es una razón por la cual no se da atención a las fallas de manera eficaz y eficiente.

Lo antes descrito ha traído como consecuencias una alta incidencia en la realización del mantenimiento correctivo de los equipos; una reducción considerable en el nivel de producción de cada uno de los Departamentos de las Sucursales; una disminución de la calidad de los productos generados; un incremento sustancial en las solicitudes de material para la compra respectiva y, no menos importante, una deficiencia en el servicio de las Sucursales prestado a los clientes.

De no atenderse estas consecuencias, el pronóstico de mediano a largo plazo sería que la vida útil de los equipos se verá drásticamente reducida, acumulándose la cantidad de equipos parados con daños irreversibles; la pérdida de mercado, dando pie al

surgimiento de la rentabilidad de los mercados de la competencia, y, los costos asociados al mantenimiento correctivo que resultarían difíciles de cuantificar.

Por todo lo expuesto anteriormente, se plantea la realización de este Trabajo Especial de Grado. Para ello, se plantea entonces la siguiente interrogante:

¿De qué manera se podría mejorar el Plan de Gestión de Mantenimiento existente, que contribuya a la preservación de los equipos y a la atención oportuna a las fallas que presenten los mismos?

Y la respuesta a dicha interrogante se dará mediante la consecución de los objetivos descritos a continuación.

1.2.- Objetivos de la Investigación

1.2.1.- Objetivo General

Proponer mejoras para la Gestión de Mantenimiento existente en una Cadena de Supermercados.

1.2.2.- Objetivos Específicos

1. Caracterizar los equipos y maquinarias que componen el sistema productivo en cada uno de los Departamentos de la Sucursal.
2. Definir el inventario de repuestos, partes y piezas necesarios en stock para los equipos de cada uno de los Departamentos de la Sucursal.
3. Planificar las actividades de mantenimiento preventivo para los equipos pertenecientes a cada uno de los Departamentos de la Sucursal.
4. Evaluar la operatividad del personal con los equipos de la Sucursal en cada uno de los Departamentos.
5. Clasificar los modos de fallas más comunes de los equipos pertenecientes a cada uno de los Departamentos de la Sucursal de acuerdo a complejidad y urgencia.

1.3.- Alcances de la Investigación

El presente Trabajo Especial de Grado no contemplará durante su desarrollo fases de implementación alguna. La puesta en marcha de todas las propuestas y recomendaciones que se puedan generar en este trabajo dependerá de la aprobación por parte de la Junta Directiva de Central Madeirense.

El objeto de investigación en este caso corresponderá a una de las Sucursales de la empresa, específicamente la Sucursal 50, “La Alameda”, ubicada en Santa Fe, Estado Miranda. Fue elegida esta Sucursal debido a que genera el mayor margen de ingresos netos a Central Madeirense, el cual representa el 5% de los ingresos totales. De ese modo, los equipos y maquinarias que se caracterizarán, a los que se les definirá la planificación de las actividades de mantenimiento preventivo y el inventario de repuestos, partes y piezas en stock, así como también se les realizará la categorización de sus modos de fallas más comunes, corresponden a los equipos de cada uno de los Departamentos de la Sucursal antes mencionada.

En un sentido más detallado, se contemplará el uso de herramientas y técnicas de acuerdo a lo siguiente:

1. La caracterización de los equipos se realizará mediante el manejo de tablas descriptivas que indique en detalle las especificaciones de cada uno de los equipos, incluyéndose planos de montaje con el despiece de cada uno de estos. Asimismo, la caracterización se realizará mediante el uso de diagramas de flujo de procesos, con el fin de definir las operaciones realizadas en cada uno de los equipos por cada Departamento.
2. En cuanto a la definición del inventario de repuestos, partes y piezas requeridos en stock para cada uno de los equipos, se utilizará también la aplicación Excel por medio del diseño de las Fichas Técnicas. Además, se definirá el inventario en stock necesario para realizar los trabajos de mantenimiento con base a un horizonte temporal anual, el cual el

AEERR¹ debería albergar en sus instalaciones para prestar un nivel de servicio oportuno.

3. La planificación de las actividades de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos se definirá mediante el manejo de cronogramas y la generación un diagrama de Gantt con la herramienta Excel, que forma parte de la suite de Microsoft Office. Esto permite realizar una programación eficiente de las distintas actividades de mantenimiento preventivo cuando son muy numerosas.
4. La evaluación de la operatividad del personal de la Sucursal se realizará con una lista de verificación que enliste puntos clave para destacar los aspectos más críticos del accionar realizado por el personal con cada uno de los equipos presentes en cada Departamento. Esta valoración sirve como input para definir en parte los modos de fallas más comunes que se presenten.
5. La clasificación de los modos de fallas más comunes de los equipos será realizada con base en la técnica de Confiabilidad Total por medio de la creación de una matriz denominada Matriz de Criticidad, o Matriz “RAM”². Asimismo, la elaboración de Diagramas Causa-Efecto para disgregar las causas que generan estos modos de falla de acuerdo a causas-raíz servirá de alimentación para referida categorización.

1.4.- Limitaciones de la Investigación

1. La caracterización de los equipos de la Sucursal a estudiar está sujeta a la disponibilidad del personal experto en los equipos manejados en la Sucursal (técnicos del Departamento de Balanzas), así como la del personal operativo de los distintos Departamentos de dicha Sucursal.
2. La definición del inventario de repuestos, partes y piezas requeridos en stock para cada uno de los equipos estará sujeta, al igual que en el caso

¹ AEERR: Almacén de Equipos y Repuestos.

² “RAM” (Por sus siglas en inglés “Risk Assessment Matrix”): Matriz de Evaluación de Riesgos.



anterior, a la disponibilidad de los técnicos expertos del Departamento de Balanzas de la empresa.

3. La planificación de las actividades de mantenimiento preventivo está condicionada a la existencia de manuales de operación generados por los fabricantes de cada uno de los tipos de equipos y de las páginas web oficiales de los mismos, así como a la disponibilidad del personal perteneciente al Departamento de Balanzas.
4. La evaluación de la operatividad del personal de la Sucursal está condicionada a posibles impedimentos por parte del Gerente de la misma para ingresar a los Departamentos donde labora referido personal y así realizar la inspección de su accionar en cada uno de ellos.
5. La categorización de los modos de fallas comunes en los equipos se limita a la disponibilidad del personal técnico experto del Departamento de Balanzas, así como también de la permisibilidad por parte del Gerente de la Sucursal para el ingreso a cada uno de los Departamentos. Además, los modos de fallas contemplados en el presente estudio son aquellos que se han presentado durante el período de estudio, el cual está comprendido entre los meses de septiembre de 2017 y abril de 2018.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- Conceptos Fundamentales

2.1.1.- Mantenimiento

Según García (2009), “se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento” (p.1).

El mantenimiento permite, además, garantizar que los equipos y sistemas que componen a un proceso productivo cumplan con las funciones y los objetivos para los cuales fueron diseñados.

2.1.2.- Objetivos del Mantenimiento

El mantenimiento busca asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones con respecto a la función deseada dando cumplimiento, además, a todos los requisitos del sistema de gestión de calidad, y así con las normas de seguridad y medio ambiente, buscando el máximo beneficio global.

Además, de acuerdo con Ribis (2015), los objetivos del mantenimiento se resumen de acuerdo al siguiente listado:

- Maximizar la disponibilidad de maquinarias y equipos para la producción, proporcionando seguridad de que no existirán paradas durante las operaciones de producción.
- Mantener a los equipos en una condición satisfactoria para lograr seguridad en las operaciones (cero accidentes).
- Mantener a los equipos a su máximo de eficiencia de operación (cero defectos).
- Utilizar al máximo los recursos disponibles (cero desperdicios).
- Preservar el valor de las instalaciones, minimizando su uso y deterioro.

- Reducir al mínimo el tiempo ocioso que resulta de las paradas.
- Mantener un alto nivel de Ingeniería práctica en la ejecución de los trabajos elaborados.
- Conseguir todas las metas anteriores de la forma más económica posible.

2.1.3.- Tipos de Mantenimiento

En la práctica, se distinguen dos tipos principales de mantenimiento que son ampliamente desarrollados y trabajados, los cuales son: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

2.1.3.1.- Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en lo siguiente:

El mantenimiento preventivo es el tipo de mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.³

Lo anterior puede resumirse al hecho que el mantenimiento preventivo es realizado antes de que ocurra alguna avería o falla en el equipo o sistema estudiado, mitigando las incidencias de accionares correctivos y complejos que conllevan a un alto costo de mantenimiento global.

Asimismo, el mantenimiento de tipo preventivo se divide de acuerdo a los subtipos a continuación: mantenimiento preventivo predictivo, mantenimiento preventivo sistemático y mantenimiento preventivo en operación.⁴

³ García, S. (2009). RENOVETEC. Recuperado el 28 de marzo de 2018, de: <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>

⁴ Ribis Savoca, S. (2015). Gestión de Planes de Mantenimiento.

2.1.3.1.1.- Mantenimiento Preventivo Predictivo

El mantenimiento de tipo preventivo predictivo consiste en la conservación de equipos y sistemas con base en registros históricos exactos del comportamiento de los mismos para sustituir partes o piezas que puedan fallar, antes de que ocurra un evento que paralice por completo la función correspondiente (Ribis, 2015).

Lo usual en la práctica es que las actividades de mantenimiento preventivo de tipo predictivo se planifiquen en un tiempo no menor a seis (6) meses para su eventual implementación.

2.1.3.1.2.- Mantenimiento Preventivo Sistemático

El mantenimiento preventivo sistemático –también conocido como “de rutina” - es el tipo de mantenimiento que se realiza mediante órdenes continuas, las cuales cubren todas las inspecciones, chequeos, lubricaciones y limpiezas de partes y piezas. Estas actividades permiten definir el inventario de partes y piezas a considerar en stock, así como también de los materiales, insumos y herramientas para ejecutar las actividades pertinentes (Ribis, 2015).

2.1.3.1.3.- Mantenimiento Preventivo en Operación

De acuerdo con Ribis (2015), se define como mantenimiento preventivo en operación a “aquel que requiere que la actividad de mantenimiento preventivo se realice mientras que el equipo se mantenga en funcionamiento, porque no pueda detenerse o por razones operativas, de acuerdo a los requerimientos del sistema” (p.13).

Usualmente, este tipo de mantenimiento es ejecutado mediante herramientas o instrumentos especiales, como indicadores de vibración, detectores de gas, entre otros.

2.1.3.2.- Mantenimiento Correctivo

Para García (2009), “el mantenimiento correctivo es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que

son comunicados al Departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos” (p.17).

Estas actividades no tienen carácter de planeación alguna, pero generalmente inciden en un tiempo de parada de equipos y, en consecuencia, en la falta del servicio correspondiente (Ribis, 2015).

El mantenimiento correctivo, según Ribis (2015) puede subdividirse de acuerdo a los siguientes tipos: mantenimiento correctivo por equipos y mantenimiento correctivo por servicios.

2.1.3.2.1.- Mantenimiento Correctivo por Equipos

Se obtiene cuando la implementación del trabajo correctivo es el resultado de las informaciones dadas por el mantenimiento preventivo, pero no llega a producir falta de servicio al usuario ni tiempos de parada al sistema a mantener. En algunos casos, se le llega a llamar habitual, especialmente cuando ocurren problemas repetitivos que no se corrigen oportunamente (Ribis, 2015, p.18).

Este tipo de mantenimiento correctivo se aplica mayormente en casos donde se requiera la provisionalidad dentro de los sistemas de mantenimiento, en los cuales no implican tiempos de parada, pero afectan la operatividad de ciertos equipos.

2.1.3.2.2.- Mantenimiento Correctivo por Servicios

A diferencia del mantenimiento correctivo por equipos, el mantenimiento correctivo por servicios implica necesariamente paradas parciales o completas de los sistemas, acarreando la posible falta de disponibilidad de los equipos (Ribis, 2015). Además, es el tipo de mantenimiento que conlleva una gran cantidad de costos que, en la mayoría de los casos, son impredecibles.

El mantenimiento correctivo por servicios es el tipo de mantenimiento que trata las condiciones más desfavorables para cualquier gestión de mantenimiento (Ribis, 2015).

2.1.4.- Planificación del Mantenimiento

La planificación del mantenimiento es el “conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados”.⁵

2.1.4.1.- Pasos para realizar la Planificación del Mantenimiento

Para realizar la planificación del mantenimiento, es necesario realizar este conjunto de pasos, tal como se enlista a continuación:⁶

- Zonificación de la Empresa: define las áreas o zonas específicas de la empresa o cliente donde se realizarán las actividades o trabajos de mantenimiento.
- Inventario Técnico: se trata de una ficha técnica u hoja-resumen en donde se incluyen todas las especificaciones y condiciones de los equipos a mantener, tales como: marca del equipo, modelo, serial, ubicación, etc.
- Auditoría Técnica: tiene como finalidad básica determinar las condiciones reales de funcionamiento de cada uno de los equipos de los sistemas a mantener.
- Clasificación de los Equipos: esta clasificación permite desagregar a los equipos de acuerdo a su naturaleza de funcionamiento para así conocer los recursos materiales y humanos que se requieren para la ejecución de las labores indicadas.
- Selección del Tipo de Mantenimiento: de acuerdo a los resultados recabados en los dos últimos puntos, se selecciona el tipo de mantenimiento más acorde a las necesidades de la empresa (tienen cabida solo los de mantenimiento preventivo).
- Codificación de los Equipos: corresponde a un código alfanumérico en el que se resume de manera eficiente toda la información referente a una actividad de mantenimiento preventivo que deba realizársele a un equipo en particular.
- Formatos de Control: son registros de los trabajos de mantenimiento, realizados y por realizar, los cuales sirven de soporte y de útil información para posibles

⁵ Botero, C. (1993). MANUAL DE MANTENIMIENTO. Parte I: ¿Qué es el Mantenimiento? Recuperado el 28 de marzo de 2018, de: revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/1188

⁶ Ribis Savoca, S. (2015). Gestión de Planes de Mantenimiento, pp.4-23.

mejoras y ahorros en tiempos y costos. Los tipos de formatos más utilizados son: órdenes de trabajo (O/T) e informes de trabajo realizado (ITR).

2.1.5.- Órdenes de Trabajo (O/T)

Son aquellas por las cuales se ejecuta cada tipo de trabajo de mantenimiento y sirven como base para emitir órdenes posteriores una vez se disponga del costo estimado de referido trabajo. En ellos se debe incluir información relevante como: fecha de la actividad, descripción de la actividad, materiales y mano de obra utilizada, especificaciones del equipo a mantener y firma del solicitante (Ribis, 2015).

Estas órdenes de trabajo pueden utilizarse tanto para trabajos de mantenimiento preventivo como para los de mantenimiento correctivo.

2.1.6.- Informes de Trabajo Realizado (ITR)

Estos informes representan el respaldo o registro de lo que se realizó como actividad de mantenimiento. En ellos, se indican materiales, herramientas y mano de obra utilizada, así como también el tiempo empleado para llevar a cabo tal actividad, recomendaciones necesarias para mejorar la operación de los equipos y los repuestos, partes y piezas que deben disponerse para futuros trabajos (Ribis, 2015).

2.1.7.- Hoja de Vida/Ficha Técnica

La hoja de vida de un equipo es un formato de trabajo propio de cada organización. En ella se registra el nombre, función del equipo, sistema al cual pertenece, ubicación física, marca, modelo, serial, condiciones eléctricas y mecánicas importantes, y en general todas aquellas especificaciones que se consideren útiles (Ribis, 2015).

Estos datos representan la base para definir el inventario de repuestos, partes y piezas en stock necesarios para el mantenimiento de todos los equipos o sistemas a tratar.

2.1.8.- Programación del Mantenimiento

Si en la planificación del mantenimiento se determinan los elementos necesarios para realizar una actividad o tarea antes del momento en que se inicie, la programación tiene que ver con la hora o el momento específico y el establecimiento de fases o etapas de los trabajos planificados junto con las órdenes de trabajo para ejecutar dicha actividad, su monitoreo, control y el reporte de su avance.⁷

Entonces, la programación del mantenimiento, según Duffuaa (2000), “es el proceso mediante el cual se acoplan los trabajos con los recursos y se les asigna una secuencia para ser ejecutados en ciertos puntos del tiempo” (p.197).

Los pasos a seguir para realizar la programación del mantenimiento preventivo se enlistan de acuerdo a los siguientes puntos:⁸

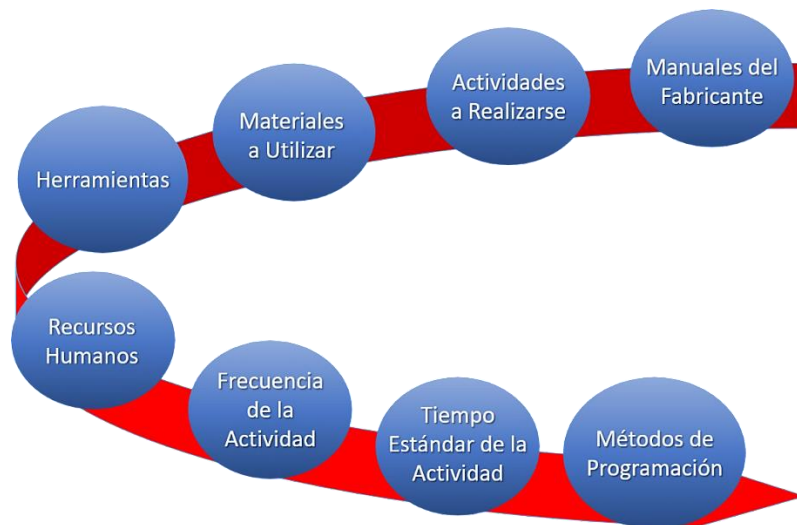


Figura 1: Pasos para realizar la Programación de Mantenimiento.
Fuente: *Elaboración Propia.*

2.1.9.- Procedimientos Operativos Estándar (POE)

De acuerdo con Ribis (2015), en la planificación del mantenimiento se seleccionan las actividades de mantenimiento preventivo correspondientes a los equipos

⁷ Duffuaa, R. (2000). Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control.

⁸ Ribis Savoca, S. (2015). Gestión de Planes de Mantenimiento, pp.3-16.

y/o sistemas a mantener. Sin embargo, en la programación, se describen de manera detallada referidas actividades de acuerdo a todos y cada uno de los pasos que debe efectuar el personal competente para cumplir con la orden de trabajo establecida. El conjunto de pasos para la ejecución de una actividad de mantenimiento se conoce como Procedimiento Operativo Estándar (POE).

Estos POE, según Ribis (2015), permiten al personal estar completamente informado tanto de la forma en que debe efectuarse el trabajo de mantenimiento, como de los riesgos que implica la ejecución del mismo. En este sentido, se debe reflejar en los POE los implementos de seguridad requeridos (según aplique) y los momentos en que deben utilizarse durante el desarrollo de referido trabajo.

2.1.10.- Diagrama de Gantt

Cuando se tienen muchas actividades y para que estas puedan ser programadas eficientemente, resultan útiles ciertas herramientas y métodos gráficos para tal propósito. Una de las herramientas más populares dentro de esta gama es el Diagrama de Gantt, la cual enlista las actividades en la parte izquierda de la gráfica, y a la derecha en una escala-calendario se muestra el tiempo de dedicación previsto para la ejecución de tales actividades a lo largo de un tiempo total determinado.⁹

Un ejemplo ilustrativo puede visualizarse en la siguiente figura, para una empresa “XX”:

⁹ Ribis Savoca, S. (2015). Gestión de Planes de Mantenimiento.

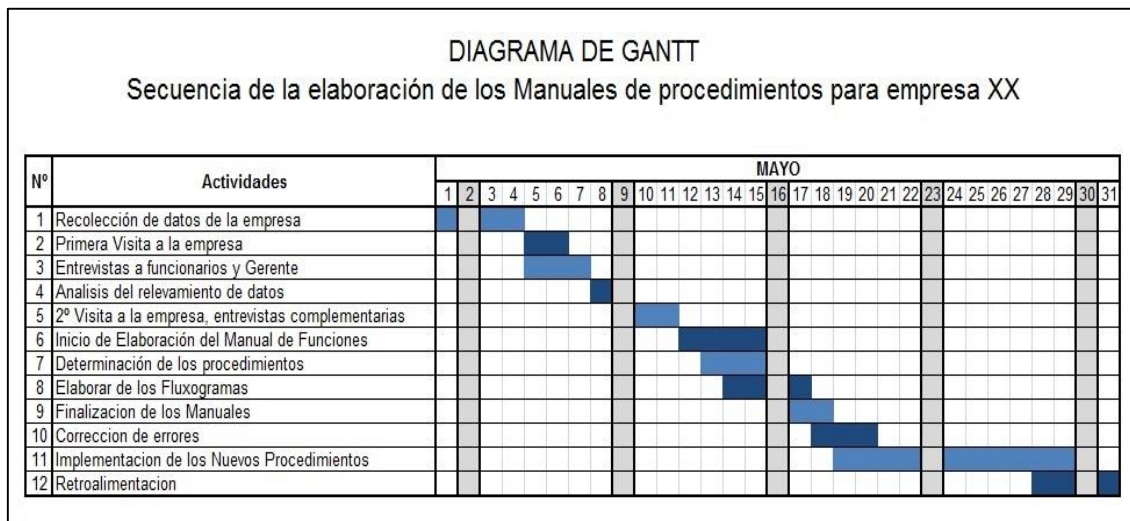


Figura 2: Ejemplo de un Diagrama de Gantt, con el listado de algunas actividades a realizar y el calendario correspondiente.

Fuente: Blog de Joel Hernández. Recuperado de:
<http://mapreco.blogspot.com/2012/11/diagrama-de-gantt.html>

2.1.11.- Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (o *RCM – Reliability Centered Maintenance*), según García (2009), es una técnica que tiene como objetivo principal evitar los fallos funcionales que pueden producirse en un equipo y/o sistema, o bien minimizar los efectos de estos, al mínimo coste posible. Con esto, se consigue aumentar la fiabilidad de la instalación disminuyendo los tiempos de parada por averías o fallas imprevistas que impidan cumplir con los planes de producción.

2.1.11.1.- Objetivos del RCM

Los objetivos que persigue la implantación de esta técnica, según Ribis (2013), son los siguientes:

- Asegurar el funcionamiento adecuado del sistema o planta.
- Definir las fallas funcionales y los modos de falla de equipos y componentes.
- Analizar y priorizar los modos de falla.
- Seleccionar las tareas de mantenimiento aplicables y efectivas para los modos de falla de alta prioridad.

- Considerar la opción de mantenimiento base cero.
- Analizar el efecto de las fallas.
- Analizar las consecuencias de las fallas en el negocio (costos directos y no-disponibilidad).
- Analizar la relación costo-beneficio y justificación de intervenciones.

2.1.11.2.- Fallas Funcionales

Una vez que las funciones y los estándares de funcionamiento de cada equipo se hayan definido, el paso siguiente es identificar cómo puede fallar cada elemento en la realización de sus funciones. Esto lleva al concepto de una falla funcional, que se define como la incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer un estándar de funcionamiento deseado.¹⁰

2.1.11.3.- Modos de Fallas

Los modos de falla son, en esencia, los eventos físicos causantes que dan origen a la pérdida de función (falla). Los eventos que dan lugar a fallas se denominan de esta manera. Sin embargo, la pérdida de una función de cualquier equipo no implica necesariamente que sea la consecuencia de una falla, sino que en muchos casos la pérdida de función de un proceso ocurre por causas asociadas a:¹¹

- Mala praxis operativa.
- Violación de procedimientos operativos.
- Violación de sistemas de seguridad.
- Causas externas.

¹⁰ Pérez J., C. (s.f.). Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM). Recuperado el 28 de marzo de 2018, de: http://www.mantenimientoplanificado.com/art%C3%ADculos_rcm_archivos/RCM2%20EXPLICACION.pdf

¹¹ Ribis Savoca, S. (2013). Gestión de Planes de Mantenimiento Basados en Riesgo y Confiabilidad RRCM.

2.1.12.- Análisis de Criticidad

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer jerarquías entre instalaciones, sistemas, equipos y/o elementos de un equipo, de acuerdo con su impacto total del negocio. La jerarquía se establece de acuerdo al resultado del producto entre la frecuencia de las fallas por la severidad de su ocurrencia, de acuerdo a sus efectos que genera en la población, daños al personal, impacto ambiental, pérdida de producción y daños en la instalación (Pablo-Romero, 2013).

Asimismo, Pablo-Romero (2013) afirma que este análisis “apoya la toma de decisiones para administrar esfuerzos en la gestión de mantenimiento, ejecución de proyectos de mejora, rediseños con base en el impacto en la confiabilidad actual y en los riesgos” (p.1).

2.1.13.- Análisis de Criticidad de Modos de Falla y Efectos (FMECA)

El Análisis de Criticidad de Modos de Falla y Efectos (o *FMECA – Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*), según Pablo-Romero (2013):

Es un método que permite cuantificar las consecuencias o impacto de las fallas de los componentes de un sistema, y la frecuencia con que se presentan para establecer tareas de mantenimiento en aquellas áreas que están generando mayor repercusión en la funcionalidad, confiabilidad, mantenibilidad, riesgos y costos totales, con el fin de mitigarlas o eliminarlas por completo (p.1).

2.2.- Herramientas Utilizadas

2.2.1.- Matriz de Criticidad (Matriz RAM)

La Matriz de Criticidad (o Matriz *RAM – Risk Assessment Matrix*), “es una herramienta para la evaluación cualitativa de los riesgos y facilita la clasificación de las amenazas a la salud, seguridad, medio ambiente, relación con los clientes, bienes e imagen de la empresa” (León Galeano, 2013, p.63). Los ejes de la matriz, según la definición de riesgo, corresponden a las consecuencias y a la probabilidad de ocurrencia.

Para determinar el nivel de las consecuencias, se utiliza una escala del “0” al “5”; para evaluar la probabilidad, se utiliza una escala de “A” al “E”, basándose en la experiencia o evidencia histórica en que las consecuencias identificadas se han materializado dentro de la industria, la empresa o el área; y este valor representa la probabilidad de que se desencadenen las consecuencias potenciales o reales estimadas, según el caso. El cruce de las dos escalas determina la evaluación y clasificación cualitativa del riesgo.¹²

El valor atribuible a las consecuencias se hace evaluando las categorías contempladas para el análisis, las cuales típicamente tratan aspectos de costos (pérdidas económicas), temas de seguridad ocupacional (personas), impacto en el entorno (ambiente), quejas entre los involucrados (clientes) y reputación corporativa (imagen de la empresa). Aquella consecuencia con mayor impacto, es la que define el valor correspondiente.

Un ejemplo ilustrativo de la Matriz RAM es el siguiente:

MATRIZ DE CRITICIDAD										
CONSECUENCIAS					PROBABILIDAD					
					A	B	C	D	E	
Personas	Económica	Ambiental	Clientes	Imagen de la Empresa		No ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Unidad, Superintendencia o Departamento
Una o más fatalidades	Catastrófica > \$10M	Contaminación Irreparable	Veto como proveedor	Internacional	5	M	M	H	H	VH
Incapacidad permanente (parcial o total)	Grave \$1M a \$10M	Contaminación Mayor	Pérdida de participación en el mercado	Nacional	4	L	M	M	H	H
Incapacidad temporal (>1 día)	Severo \$100k a \$1M	Contaminación Localizada	Pérdida de clientes y/o desabastecimiento	Regional	3	N	L	M	M	H
Lesión menor (sin incapacidad)	Importante \$10k a \$100k	Efecto Menor	Quejas y/o reclamos	Local	2	N	N	L	L	M
Lesión leve (primeros auxilios)	Marginal <\$10k	Efecto Leve	Incumplir especificaciones	Interna	1	N	N	N	L	L
Ninguna lesión	Ninguna	Ningún efecto	Ningún impacto	Ningún impacto	0	N	N	N	N	N

Figura 3: Matriz de Criticidad para la Evaluación de las Fallas

Fuente: ECOPETROL. Recuperado de:

<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2013/147245.pdf>

¹² León Galeano, L. (2013). Mejoramiento de la Gestión de Repuestos para el Mantenimiento de los Equipos de la Gerencia Regional del Magdalena Medio ECOPETROL S.A. Recuperado el 28 de marzo de 2018, de: tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2013/147245.pdf

El significado que tiene cada celda de la matriz al cruzar las dos escalas antes referidas se explican en la siguiente tabla:

Tabla 1: Significado de cada una de las celdas bilaterales que compone la Matriz RAM.

Valor Criticidad	Significado
[N]	Riesgo muy bajo.
[L]	Riesgo leve. Gestionar mejoras.
[M]	Riesgo moderado. Tomar medidas para reducir el riesgo a niveles prácticos.
[H]	Inaceptable, deben buscarse alternativas. Alto riesgo.
[VH]	Riesgo intolerable para asumir. Requiere buscar alternativa con prontitud.

(Nota.) Elaboración Propia.

2.2.2.- Flujograma de Procesos

El flujograma de procesos consiste en lo siguiente:

Son representaciones gráficas que describen la secuencia cronológica de las actividades que conforman un determinado proceso. Se pueden representar de forma vertical (para leer de arriba abajo) o en horizontal (para leer de izquierda a derecha). Deben tener un inicio y un fin determinado (Chase & Jacobs, 2009).

Para su elaboración se utilizan una serie de símbolos como se observa en la tabla 1, los cuales están predefinidos por el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI, por sus siglas en inglés):

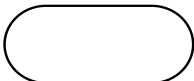
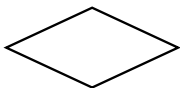
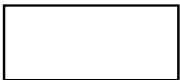
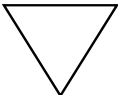
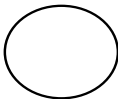
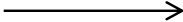
Símbolo	Significado	Uso
	Inicio / Fin	Indica el inicio y el fin del diagrama de flujo
	Decisión	Indica un punto dentro del diagrama en que son posibles varios caminos alternativos
	Operación / Actividad	Representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento
	Documento	Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento
	Multidocumento	Indica un conjunto de documentos que entra, utilice o genere
	Conector de página	Representa la continuidad del diagrama en otra página.
	Almacenamiento / Archivo	Indica una forma de almacenamiento de la información.
	Conector	Representa la continuidad del diagrama dentro de la misma página.
	Líneas de flujo	Conecta los símbolos señalando el orden en que se deben realizar las distintas operaciones

Figura 4: Simbología ANSI para diagramas de flujo.

Fuente: Elaboración Propia

2.2.3.- Diagrama de Pareto

Según Gutiérrez Pulido (2008), se trata de un gráfico especial de barras, cuyo objetivo es ayudar a encontrar el o los problemas más importantes, así como sus causas. La idea es elegir un proyecto que pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo. Se trata de un criterio rápido para conocer si la primera barra es significativamente más importante que las demás, no es que represente el 80% del total, más bien es que al menos duplique en magnitud al resto de las barras, es decir, es necesario verificar si la barra predomina sobre el resto.

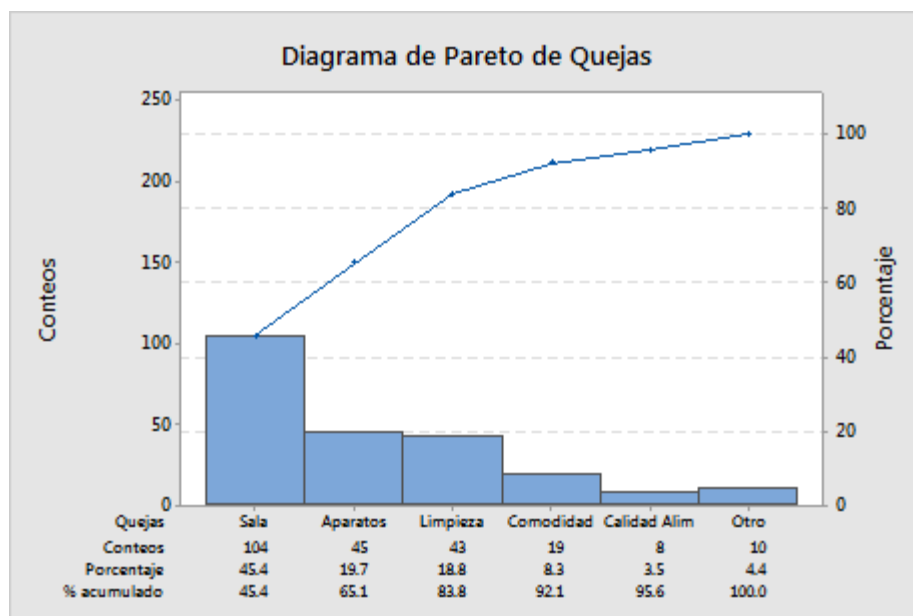


Figura 5: Ejemplo ilustrativo del Diagrama de Pareto.

Fuente: Minitab. Recuperado de:

<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/supporting-topics/pareto-chart-basics/>

2.2.3.- Diagrama Causa – Efecto

Los diagramas de causa-efecto, fueron desarrollados por Ishikawa a principios de los años cincuenta.

Este diagrama ayuda a graficar las causas del problema en estudio para luego analizarlas. Tiene la ventaja que permite visualizar de una manera muy rápida y clara, la relación que tiene cada una de las causas con las demás razones que inciden en el origen del problema.

El método consiste en definir la ocurrencia de un evento o problema no deseable, esto representa el efecto y después identificar las principales causas (...), cada una de las cuales se subdividen en sub-causas. Por lo general, el proceso continúa hasta que se detectan todas las causas posibles, las cuales deben incluirse en una lista. Un buen diagrama tendrá varios niveles de espinas y proporcionará un buen panorama del problema y de los factores que contribuyen a su existencia (Niebel, 2009).

La siguiente figura ilustra un ejemplo del Diagrama Causa-Efecto asociado a una problemática que se desea estudiar:

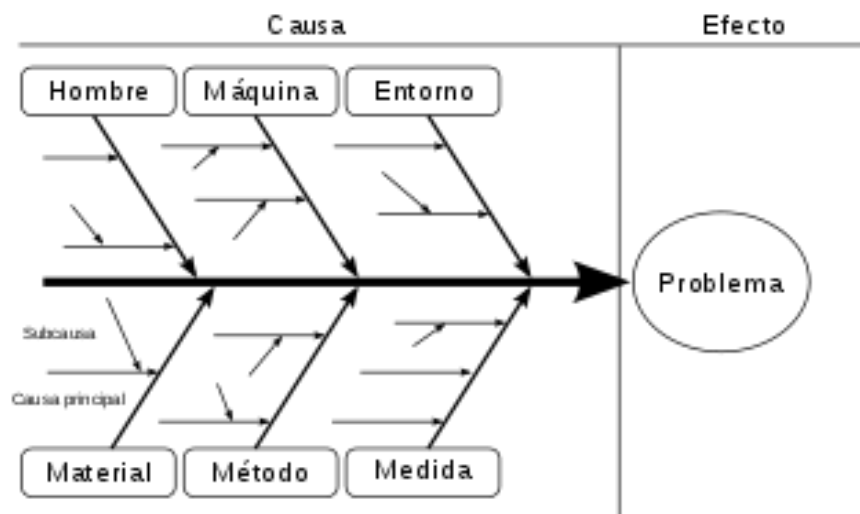


Figura 6: Ejemplo del Diagrama Causa-Efecto

Fuente: Progress Alean. **Recuperado de:**
<http://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>

2.3.- Técnicas de Valoración Económica-Contable

2.3.1.- Depreciación de Activos

Es la reducción del valor histórico de las propiedades, planta y equipo por su uso o caída en desuso. La contribución de estos activos a la generación de ingresos del ente económico debe reconocerse periódicamente a través de la depreciación de su valor histórico ajustado. Con el fin de calcular la depreciación de las propiedades, planta y

equipo es necesario estimar su vida útil y, cuando sea significativo, su valor residual o de rescate.¹³

2.3.1.1.- Método de Depreciación: Línea Recta

Es el método de depreciación más utilizado y con este se supone que los activos se usan más o menos con la misma intensidad año por año, a lo largo de su vida útil; por tanto, la depreciación periódica debe ser del mismo monto. Este método distribuye el valor histórico ajustado del activo en partes iguales por cada año de uso. Para calcular la depreciación anual basta dividir su valor histórico ajustado entre los años de vida útil.¹⁴

$$\text{Depreciación Anual} = \frac{\text{Valor del Activo} - \text{Valor Residual}}{\text{Vida Útil}} \quad (1)$$

2.3.2.- Valor Actual Neto (VAN)

La selección de un proyecto industrial no puede realizarse arbitrariamente, sino que debe ser el resultado de una decisión cuidadosa, basada sobre consideraciones objetivas. Las técnicas de valoración económica miden las ventajas y desventajas de un proyecto y lo compara con otros, con el propósito de que los recursos disponibles sean asignados a aquellos proyectos que sean más factibles, de esta forma, guían la selección de un curso particular de acción de entre varias alternativas por métodos cuantificados. En ese sentido, existe la técnica del VAN que consiste en la diferencia entre los flujos anuales netos (expresados en moneda actual) y la inversión inicial en el año cero (0) del periodo de evaluación. En otras palabras, el Valor Actual Neto es equivalente al valor actualizado al año cero de los flujos de caja netos actuales del proyecto.¹⁵

El VAN se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$\text{VAN} = \frac{\sum \text{FAN}}{(1 + \text{TMAR})^n} \quad (1)$$

Dónde:

¹³ Spiller, E & Gosman, L. Contabilidad financiera. México D.F: McGraw-Hill. (1988), pg..307–314.

¹⁴ Leland, B & Anthony, T. Ingeniería Económica. Editorial McGraw Hill (2002), pg. 224-245.

¹⁵ Id. 14.

- VAN = Valor Actual Neto.
- n = Número del Período de Evaluación.
- FAN = Flujo Actual Neto.
- IO = Inversión Inicial.
- TMAR = Tasa Mínima Atractiva de Retorno.

Los criterios de aceptación o rechazo de un proyecto según el VAN son los siguientes:

- a) Si $VAN > 0$, el plan permite un ahorro de unidades monetarias por encima de lo exigido y, por lo tanto, el plan es factible.
- b) Si el $VAN \leq 0$, el plan propuesto no logra una disminución de los costos y, por tanto, el plan no es factible.

2.3.3.- Método de Regresión: Regresión Exponencial

Es una técnica de Análisis Numérico en la que, dados un conjunto de pares o ternas se intenta encontrar la función que mejor se aproxime a los datos (un “mejor ajuste”). En su forma más simple, intenta minimizar la suma de cuadrados de las diferencias ordenadas (llamadas residuos) entre los puntos generados por la función y los correspondientes en los datos. Este método sólo sirve para ajustar modelos lineales. A partir del método de los mínimos cuadrados se obtienen las Ecuaciones de Regresión y tienen varias aplicaciones: Descripción y construcción de modelos, Predicción y estimación, Estimación de parámetros y Control, entre otras.

Aunque la regresión lineal, tiene aplicación en muchos problemas, en algunos casos, la relación que liga las variables exige la utilización de ajustes no lineales. No obstante, incluso en estas últimas situaciones, por su sencillez suele aplicarse la regresión lineal aprovechando el que casi toda función (curva) puede aproximarse por una recta en un pequeño dominio.

El método exponencial establece que la ecuación general para realizar estimaciones sobre una variable de estudio tiene la siguiente expresión:

$$Y = ab^x \quad (5)$$

El método exige transformar la función exponencial en una función lineal. Esto se hace tomando logaritmos en la ecuación general, de modo que la expresión resultante con esta transformación es la siguiente:

$$\log(Y) = \log(a) + x\log(b) \quad (6)$$

La expresión anterior corresponde con la ecuación de una recta punto-pendiente ($Y = A + BX$), solo que está expresada en términos de logaritmos. De esta forma, los parámetros de la ecuación general pueden obtenerse de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$a = a\log(A) = 10^A \quad (7)$$

$$b = a\log(B) = 10^B \quad (8)$$

2.3.4.- Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR)

Arroja el valor mínimo de la tasa de retorno necesario para que un plan propuesto sea financieramente aceptable.¹⁶ Para ello, se utiliza la siguiente ecuación:

$$TMAR = i_{PROM} + T_{RIESGO} + (i_{PROM} \times T_{RIESGO}) \quad (6)$$

Dónde:

- TMAR = Tasa Mínima Atractiva de Retorno.
- i_{PROM} = Tasa Inflacionaria Promedio.
- T_{RIESGO} = Tasa de Riesgo.

2.3.5.- Flujo Actual Neto y Proyectado

Corresponde a la cantidad de efectivo real que entra y sale durante el período de tiempo en estudio.¹⁷ La expresión matemática para su obtención es la siguiente:

¹⁶ Leland, B & Anthony, T. Ingeniería Económica. Editorial McGraw Hill (2002), pg. 224-245.

¹⁷ Leland, B & Anthony, T. Ingeniería Económica. Editorial McGraw Hill (2002), pg. 224-245.

$$FANP = FAN \times (1 + i_{\text{PROM}})^n \quad (7)$$

Dónde:

- FANP= Flujo Actual Neto Proyectado.
- FAN= Flujo Actual Neto.
- i_{PROM} = Tasa Inflacionaria Promedio.

2.4.- Indicadores de Gestión de Mantenimiento

Existen ciertos indicadores que suministran medidas con relación a la administración, eficiencia, eficacia y productividad del sistema de mantenimiento. Dichos datos al ser procesados y convertidos en información útil, constituyen una herramienta para las organizaciones al momento de la toma de decisiones.

A continuación, se describen algunas de estas medidas:

Disponibilidad, la cual es definida por Duffuaa (2007) como: “una medida de tiempo de operación o, de manera alterna, una medida de la duración del tiempo muerto, definida como: (tiempo programado menos todas las demoras) dividido entre el tiempo programado”. (p.285).

Confiabilidad, “Relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas, en esos ítems en el período observado” Índice de mantenimiento correctivo, tiempo empleado en realizar actividades de mantenimiento correctivo sobre las horas totales.”¹⁸

Índice de Mantenimiento Preventivo, porcentaje de horas invertidas en la ejecución de actividades de mantenimiento programado o preventivo sobre las horas totales.

¹⁸ Tavares, L. Administración Moderna del Mantenimiento. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/her/calculos/tmef.asp>.

Tiempo Medio entre Fallas, es la relación entre el producto de número de ítems por sus tiempos de operación y el número de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado, permite conocer la frecuencia con que se suceden las averías.

Tiempo medio para la Reparación, “relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con fallo y el n° total de fallos detectados en esos ítems, en el periodo observado, permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución”.¹⁹

¹⁹ Aguado, N. Tiempo Medio De Reparación, MTTR. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de: <http://lubricaronline.blogspot.com/2008/10/tiempomedio-de-reparacion-mttr.html>.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El desarrollo del presente capítulo definirá y describirá la metodología empleada para la realización de este Trabajo Especial de Grado. En ese sentido, se definirá el tipo de investigación a desarrollar, el cual delimitará el diseño de investigación a seguir para dar consecución a los objetivos planteados.

Además, este capítulo contiene una breve descripción de la muestra y población elegida en la investigación, las técnicas e instrumentos de recolección de datos que sirvieron de apoyo para la elaboración de este trabajo.

3.1.-Tipo de Investigación

La tipología de la investigación básicamente trata sobre el alcance que puede tener una investigación científica (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2000), es decir, hasta dónde es posible que llegue el estudio en términos de conocimiento.

Resulta menester definir el tipo de investigación porque el diseño, los datos que se recolectan, la manera de obtenerlos, el muestreo y otros componentes del proceso de investigación son distintos para estos tipos de investigación²⁰.

De acuerdo a los objetivos planteados en el capítulo I, el tipo de investigación desarrollado es del tipo descriptiva porque, de acuerdo con Dankhe (como se citó en Hernández Sampieri *et al*, 2000), “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis” y referidas propiedades se obtuvieron en la caracterización de los equipos que componen el sistema productivo de la Sucursal objeto de estudio.

Además, esta investigación también reúne características de ser de tipo explicativa que, tal como relata Hernández Sampieri *et al* (2000), “los estudios

²⁰ Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2000). Metodología de la Investigación, p.41.

explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos (...), su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste” (p.53). Todas las explicaciones que puedan incluirse en este estudio se desarrollaron al evaluar la operatividad del personal existente en los Departamentos de la Sucursal y al clasificar los modos de falla evidenciados en referido estudio.

Las investigaciones que se están realizando en un campo de conocimiento específico pueden incluir los tipos de estudio en las distintas etapas de su desarrollo. Una investigación puede iniciarse como exploratoria, después ser descriptiva y correlacional, y terminar como explicativa.²¹

Sin embargo, Hurtado De Barrera (2008) afirma que “una investigación proyectiva propone soluciones a una situación determinada a partir de un proceso de indagación. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, más no necesariamente ejecutar la propuesta” (p.114).

Con todo lo explicado anteriormente, finalmente el tipo de investigación desarrollado en el presente Trabajo Especial de Grado es de tipo proyectiva (o de proyecto factible) debido a que se elaboraron propuestas para dar solución a las problemáticas presentes en la gestión de mantenimiento existente de Central Madeirense, C.A, mediante la exploración, descripción y explicación de las mismas.

3.2.- Diseño de la Investigación

El autor Christensen (como se citó en Hernández Sampieri *et al*, 2000) se refiere al diseño de la investigación “al plan o estrategia concebida para responder a las preguntas de investigación” (p.82). De igual manera, Hernández Sampieri *et al* (2000), tiene un concepto propio de diseño de la investigación, y en la cual afirma que “señala al investigador lo que debe hacer para alcanzar sus objetivos de estudio y contestar las interrogantes que se ha planteado (...)” (p.82).

²¹ Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2000). Metodología de la Investigación, p.41.

El presente trabajo obedece a un diseño de investigación *expost-facto* (no experimental) y esta investigación “es cualquiera en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones” (Kerlinger, 1979, p.116). Además, de acuerdo con Hernández Sampieri *et al* (2000), el investigador no tiene la capacidad deliberada de construir situaciones, sino que se observan situaciones ya existentes y la influencia del investigador sobre estas es nula.

De acuerdo a lo explicado anteriormente, se ha observado “*in situ*”²² las situaciones descritas en cuanto al estatus de los equipos presentes en los Departamentos de la Sucursal, la operatividad del personal con ellos, así como también la forma en que se reportan y atienden las fallas de los mismos; y, por observarse *in situ*, el diseño de la investigación se basa en un experimento de campo porque:

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variables alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental (Arias, 2012, p.31).

Entonces, es así como la investigación desarrollada en el presente Trabajo Especial de Grado obedece a un diseño de investigación *expost-facto* de campo.

3.3.- Unidad de Análisis

De acuerdo con Rada (como se citó en Castro Soto *et al*, 2016) “La unidad de análisis corresponde a la entidad mayor o representativa de lo que va a ser objeto específico de estudio en una medición y se refiere al qué o quién es objeto de interés en una investigación”. Además, en cualquier investigación resulta importante definir la unidad de análisis, de tal modo que, a través de ellas, se pueda dar una respuesta completa y no parcial a la interrogante de investigación, incluyendo entonces a todos los actores involucrados en los eventos de estudio (Hurtado De Barrera, 2010).

²² “*in situ*” es una expresión latina que significa “en el sitio” o “en el lugar”, y que suele utilizarse para designar un fenómeno observado o una manipulación realizada en el lugar.

Para este caso, tal como fue indicado en la sección de alcances del presente trabajo (véase sección 1.3), la unidad de análisis se trata de los distintos Departamentos o laboratorios de la Sucursal 50, “La Alameda”, ubicada en Santa Fe, Estado Miranda, y en referidos Departamentos se estudiará el comportamiento de los distintos equipos según corresponda.

3.4.- Población y Muestra

3.4.1.- Población

Una vez que se ha definido cuál será la unidad de análisis, se procede a delimitar la población que va a ser estudiada y sobre la cual se pretende generalizar los resultados²³. Así, de acuerdo con Selítiz (como se citó en Hernández *et al*, 2000) “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p.157).

Para el presente trabajo de investigación, la población escogida corresponde a todo el personal perteneciente al Departamento de Balanzas de la Gerencia de Mantenimiento compuesto por once (11) personas, así como también todo el personal operativo de cada Departamento de la Sucursal, conformado por veinticinco (25) personas y el Coordinador de Procesos y Calidad, perteneciente a la gerencia de Gestión Estratégica.

En relación con los equipos a contemplar en el estudio, se tomaron en cuenta todos los equipos existentes en los distintos Departamentos de la Sucursal, siendo un total de 76 equipos.

3.4.2.- Muestra

Se puede decir que una muestra se desprende de la población como un conjunto representativo de éste. De acuerdo con Arias (2012), el muestreo se clasifica de acuerdo a la probabilidad con que los elementos integran la muestra a componer. Los tipos de

²³ Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2000). Metodología de la Investigación, p.152.

muestreo son: **Muestreo Probabilístico** y **Muestreo No Probabilístico**. En ese sentido, para el presente estudio, la probabilidad que tiene cada elemento a componer la muestra es desconocida.

El muestreo a aplicar –para este caso – será del tipo intencional, el cual consiste en aquel donde “los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador” (Arias, 2012, p.85). Dicho muestreo fue realizado para el personal del Departamento de Balanzas, escogiéndose un total de siete personas.

En cuanto al personal operativo de cada Departamento de la Sucursal, no se realizó muestreo alguno porque se dispuso de todos los miembros para el estudio correspondiente; de la misma manera con los equipos, que fueron considerados en su totalidad para referido estudio.

3.5.- Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Una vez definidos el tipo y diseño de investigación, así como también la unidad de análisis, población y muestra escogida, la siguiente etapa consiste en recolectar los datos pertinentes sobre las variables involucradas en la investigación²⁴. Así, Arias (2012), explica que “se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (p.67). Asimismo, Hurtado de Barrera (2010), agrega que estas técnicas permiten dar respuesta a la interrogante principal de la investigación.

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos, Hurtado de Barrera (2010) comenta que “constituyen la herramienta mediante la cual es posible aplicar una determinada técnica de recolección de información” (p.773).

Como el diseño de investigación del presente trabajo es *expost-facto* de campo, las técnicas posibles a emplear para la recolección de datos fueron las siguientes²⁵:

²⁴ Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2000). Metodología de la Investigación, p.181.

²⁵ Arias, F. (2012). El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica, p.68.

3.5.1.- Observación

“La observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista -en forma sistemática -, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza (...), en función de unos objetivos de investigación preestablecidos” (Arias, 2012).

En este caso, la observación realizada fue de tipo no participante debido a que Hurtado de Barrera (2010) establece que “el observador permanece fuera de la situación a estudiar. No participa de él ni lo modifica, e intenta distinguir su propio marco de referencia de la perspectiva de los investigados” (p.834).

3.5.2.- Entrevista

De acuerdo con Ander Egg (como se citó en Hurtado de Barrera, 2010), es una actividad en la que una persona -el entrevistador -, se encarga de obtener información suministrada por otra u otras personas acerca de una situación o tema determinados con base en ciertos esquemas o pautas.

Tal como afirma Hurtado de Barrera (2010), los tipos de entrevistas se pueden clasificar según el grado de elaboración de las preguntas como entrevistas estructuradas e inestructuradas. Esta última, básicamente, permite formular las preguntas libremente durante el desarrollo de la misma y con base en las respuestas que el entrevistado vaya dando.

El tipo de entrevista inestructurada, realizada durante el estudio fue de tipo focalizada, en la cual:

El entrevistador ha elaborado previamente una lista de temas o puntos en los cuales se centra el interrogatorio (...). Este tipo de entrevista requiere agudeza y habilidad por parte del entrevistador para alentar al entrevistado a hablar y al mismo tiempo centrarse en el objetivo sin permitir que la temática se desvíe. (Hurtado de Barrera, 2010, p.864).

En cuanto a la instrumentación utilizada, se puede resumir en la siguiente tabla:

Tabla 2: Descripción de los Instrumentos empleados durante el estudio.

Técnica de Recolección de Datos	Instrumentos Empleados	Ilustración Referencial	Descripción
Observación No Participante	Block de Anotaciones		En el se registro todo en cuanto a observaciones de hechos y eventos, permitiendo realizar el análisis de los mismos in situ.
	Cámara Fotográfica (del teléfono celular)		Con la cámara fotográfica se hicieron capturas de eventos y situaciones puntuales que permitieron realizar análisis mas detallados en un momento posterior.
Entrevista No Estructurada Focalizada	Block de Anotaciones		Se registraron en el todas las observaciones y comentarios importantes de los entrevistados con base en los puntos tratados en referida entrevista.
	Grabadora de Voz (del teléfono celular)		Con la grabadora de voz se registraron las observaciones proporcionadas por los entrevistados, permitiendo estudiarlas en momentos posteriores.

(Nota.) Elaboración Propia.

CAPÍTULO IV

SITUACIÓN ACTUAL

En el presente capítulo se describe al personal operativo de la Sucursal que es objeto de estudio, el cual se dedica a realizar las actividades inherentes a la generación de productos manejados en cada Departamento que serán destinados a la venta comercial. De igual modo, se hará la referencia respectiva al personal del Departamento de Balanzas perteneciente a la Gerencia de Mantenimiento, y es este el personal que se dedica a la realización de los trabajos de mantenimiento en tales equipos.

Adicionalmente, en este capítulo se relata todo lo relacionado con los equipos que componen el sistema productivo de cada uno de los Departamentos de la Sucursal. Dicho relato se hizo en términos de sus descripciones, funciones realizadas, planos de montaje, principales piezas expuestas a fallas, entre otros detalles de interés.

4.1.- Personal Operativo de la Sucursal 50

La Sucursal 50 –al igual que el resto de las Sucursales de Central Madeirense – está a cargo del Supervisor de la Región Capital (Supervisor Regional), que es el responsable de velar por el correcto funcionamiento y operatividad de ella. A él, le siguen en responsabilidad el Gerente de la Sucursal, seguida por el respectivo Subgerente, y estos a su vez tienen a su cargo a todo el personal que labora en tal Sucursal.

El organigrama mostrado en la Figura 4 describe la jerarquización antes explicada de todo personal que labora en la Sucursal:

En la sección A.1 del tomo de Anexos puede observarse en detalle la composición del personal operativo de acuerdo al Departamento en el que realiza las labores encomendadas. En el detalle, se indica la cantidad de personas que conforman cada uno de los Departamentos, así como de los cargos que ocupan según el caso:

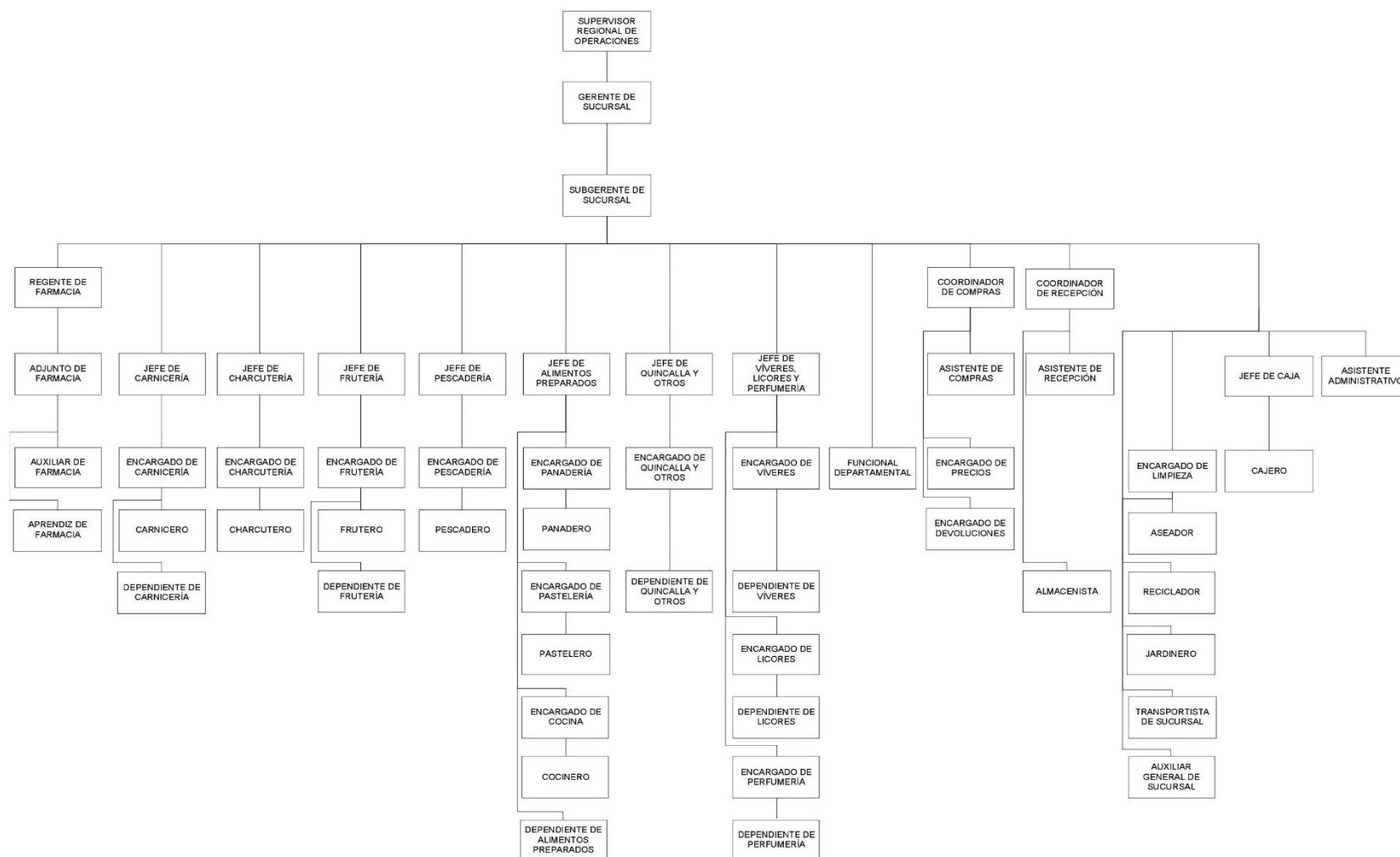


Figura 7: Organigrama del personal que labora en las Sucursales de Central Madeirense.

Fuente: *Elaboración Propia.*

En lo que respecta a las actividades que desempeña el personal en los laboratorios de cada Departamento, no se tiene una asignación establecida de acuerdo al cargo que se desempeña, sino que todos poseen dentro de sus obligaciones la realización de todos los procesos productivos inherentes al Departamento de pertenencia: transformación del producto, empaquetado, pesaje y colocación al Piso de Ventas. La única variante en este caso le corresponde al Jefe de Departamento el cual, además de lo anterior, tiene la responsabilidad de hacer los requerimientos de materia prima de acuerdo al nivel de stock disponible en la Sucursal y a la rotación que esté experimentando los “SKU’s”²⁶ al momento de mencionada solicitud.

El horario de trabajo del personal operativo de la Sucursal se divide en dos turnos: el turno diurno, desde las 8:00 a.m. hasta las 5:00 p.m., y el turno nocturno, que inicia a la 1:00 p.m. y termina a las 9:00 p.m. Sin embargo, es el personal del turno diurno que se dedica a la generación de los productos a disponer para la venta comercial, hasta las 2:00 p.m., aproximadamente, ya que durante el resto de la jornada (al igual que el personal del turno nocturno) se dedican al servicio directo hacia los clientes.

4.2.- Personal del Departamento de Balanzas

El Departamento de Balanzas es aquella área perteneciente a la Gerencia de Mantenimiento de la empresa, la cual se dedica a la reparación de los distintos tipos de equipos menores existentes en las Sucursales de todo el territorio nacional. Estos equipos menores son, precisamente, los tipos de equipos que son objeto de estudio del presente Trabajo Especial de Grado, los cuales serán explicados y detallados en una sección posterior.

Esta área se compone de un Coordinador de Mantenimiento, el cual tiene asignadas las Sucursales de la Región Capital²⁷ para las que debe realizar las distintas atenciones y trabajos de mantenimiento requeridos. Estas atenciones y trabajos pueden realizarse tanto “*in situ*” (para reparaciones y trabajos sencillos) o en la Sede Principal

²⁶ “SKU” (Por sus siglas en inglés “*Stock-Keeping Unit*”): identificador que hace referencia a diferentes productos albergados en cualquier almacén.

²⁷ Es, por lo tanto, el Coordinador de la Región Capital (como Coordinador Regional de Mantenimiento).

de Central Madeirense, donde está el taller del Departamento de Balanzas en el que se realizan las reparaciones de mayor envergadura. Asimismo, el Coordinador tiene bajo su cargo a un conjunto de técnicos especializados (véase en la sección A.1 del tomo de Anexos la descripción del personal técnico), de modo que éste puede delegarles a ellos la realización de las actividades antes mencionadas.

Para que el Departamento de Balanzas pueda realizar sus reparaciones y trabajos afines, debe contar con los materiales e insumos necesarios, para lo que debe contar con el servicio prestado por el AEERR²⁸ que es el encargado de realizar la entrega de la mercancía solicitada tanto por los Coordinadores Regionales de Mantenimiento, como por los Gerentes/Subgerentes de las Sucursales. Sin embargo, de no reportarse la falla en el sistema correspondiente, no se atienden las demandas de la Sucursal correspondiente en términos del mantenimiento requerido en sus equipos, sin al menos realizar una visita en las inmediaciones de la Sucursal en cuestión.

Considerando el punto anterior, la atención a un requerimiento de mantenimiento inicia cuando el Gerente/Subgerente de la Sucursal realiza el reporte de la incidencia en la herramienta “Altiris” describiendo el equipo, la avería o falla que presenta y, de tener conocimiento, el material necesario para solventar tal incidencia; luego un Analista perteneciente a la Gerencia de Gestión Operativa recibe el caso para su revisión y finalmente remite el caso al Coordinador de Mantenimiento para su resolución. Una vez hecho esto, el Coordinador valida los requerimientos de material para luego asignar el caso al AEERR para gestionar el despacho de mercancía en caso de existir inventario en stock de la mercancía solicitada. Al disponer de los materiales necesarios, el Coordinador se dedica a la resolución de la falla y, finalmente, canaliza el caso a la Gerencia de Gestión Operativa para que realice las validaciones pertinentes con la Gerencia de la Sucursal y dé cierre definitivo al caso en el sistema.

Para un mayor detalle del proceso explicado líneas arriba, se hizo uso de una de las herramientas descritas en la sección 2.2 del presente Trabajo Especial de Grado, muy

²⁸ AEERR: Almacén de Equipos y Repuestos.

utilizadas en la Ingeniería Industrial. Dicha herramienta se trata del Flujograma de Procesos, o más conocido como Diagrama de Flujo de Procesos. En la Figura 5 se puede apreciar una descripción detallada de referido proceso.

4.3.- Caracterización de los Equipos de la Sucursal

Entre los cuatro Departamentos principales de la Sucursal donde se realiza el principal proceso productivo de la cadena (Carnicería, Charcutería, FRUVER y Pescadería), se dispone de un total de diez (10) tipos de equipos y maquinarias. En la sección de Anexos B.1 puede detallarse el inventario existente de equipos de cada tipo en cada uno de los departamentos, así como también el “*layout*”²⁹ correspondiente a la ubicación de los mismos (véase sección B.2 de Anexos).

A continuación, se describe la tipología de equipos antes referida:

4.3.1.- Balanza Colgante

La balanza colgante es un equipo electrónico que se utiliza para medir o pesar alimentos destinados a la venta comercial en la Sucursal de estudio. Este equipo lleva incorporado una máquina calculadora, en la cual el operador coloca el código que contiene toda la información del producto a pesar (principalmente el nombre y el precio de venta por kilo) y automáticamente se generará en el visor del mismo el costo de lo pesado. Este tipo de balanzas le permite al cliente observar referido costo y, al aceptar la compra, se emite automáticamente el ticket con la información correspondiente para adherirse a la presentación del producto en cuestión (bandejas, bolsas de vacío, etc.) y así realizar el cobro del mismo una vez estando en el servicio de cajas.

La balanza colgante utilizada en los Departamentos de la Sucursal es procedente del fabricante estadounidense “CAS”, modelo “CL-5000H”. Principalmente, esta balanza

²⁹ *Layout*: Esquema de distribución de los equipos estudiados.

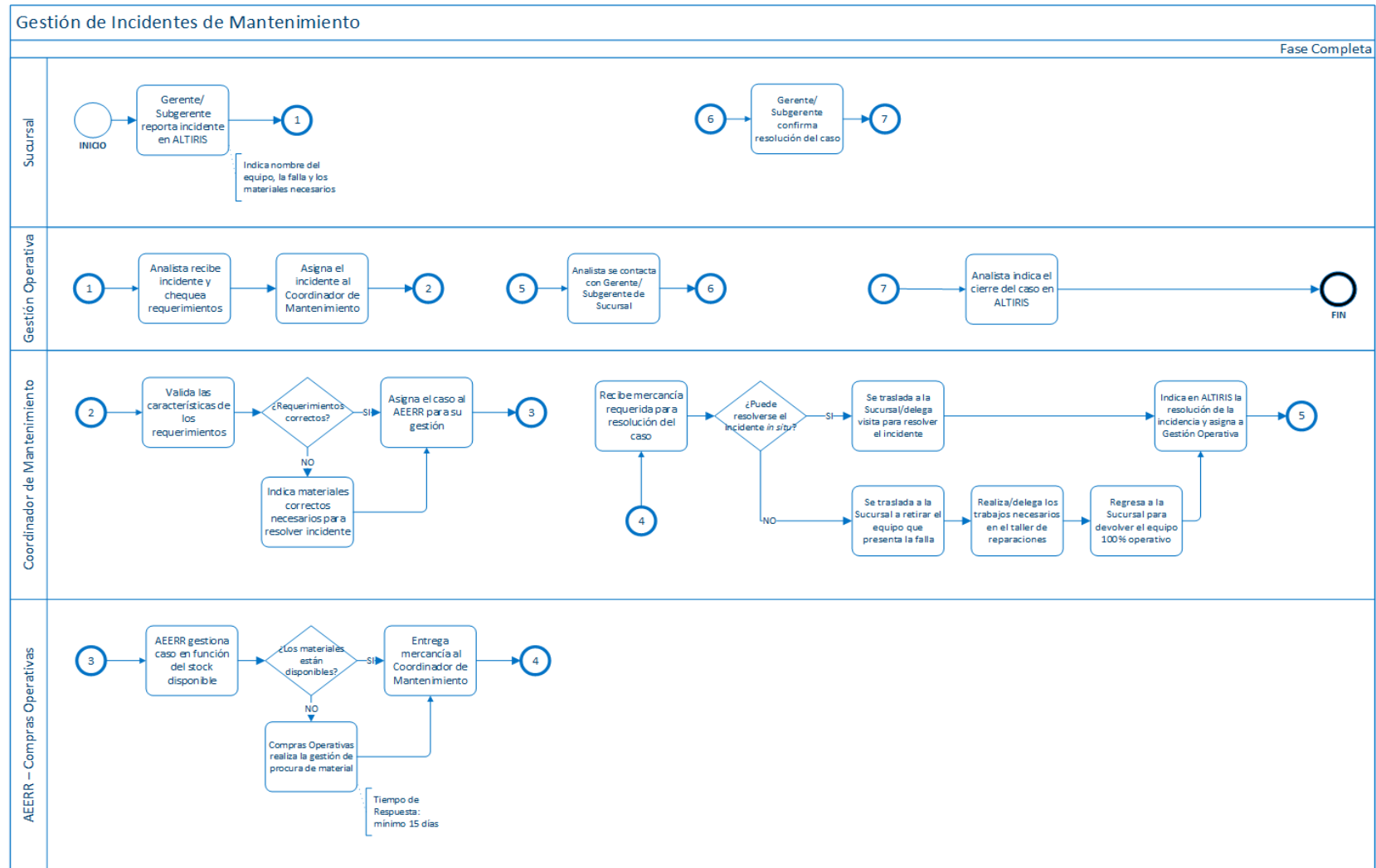


Figura 8: Flujograma que ilustra la gestión actual de incidentes de Mantenimiento procedentes de alguna Sucursal.

Fuente: *Elaboración Propia.*

tiene una capacidad de 30 Kg para el pesaje de alimentos, los cuales se disponen en una bandeja de acero inoxidable resistente y, a su vez, cuenta con una impresora térmica de etiqueta adhesivo, capaz de procesar papel a una velocidad de 100 mm/s. Por otro lado, este equipo tiene un puerto “*ethernet*”³⁰ que le permite tanto exportar como importar datos tales como: precios actualizados de venta por unidad de medida de acuerdo a cada tipo de producto; reportes de ventas; cierre total semanal, quincenal, mensual; entre otras funciones destacadas.



Figura 9: Balanza Colgante “CAS”, modelo “CL-5000H”

Fuente: *Certified Scale, INC. Recuperado de:*
<https://certifiedscale.com/cas-cl-5000h-hanging-label-printing-scale-30-60-lb-x-0-01-0-02-lb-ntep-approved>.

Este equipo, a pesar de reportar un índice de utilización relativamente bajo en cada uno de los Departamentos³¹, todo alimento o producto que se genere en los distintos laboratorios de la Sucursal debe pasar por el proceso de pesaje y, con él, se coloca el ticket con el precio correspondiente; de ese modo, cualquier avería o falla que presente este equipo en alguno de los Departamentos afectará significativamente la cantidad de productos a disponer para la actividad comercial diaria.

³⁰ “*ethernet*”: conocido también como “puerto de red”, sirve para conectar un equipo a la red o al internet por medio de un cable utilizando un conector de características específicas.

³¹ El índice de utilización corresponde al tiempo real en que un equipo estuvo operativo durante una jornada laboral completa, el cual fue medido y calculado en reiteradas ocasiones (véase sección B de Anexos).

El siguiente flujograma de procesos permite describir el accionar del operador – en términos generales – durante el uso de la balanza, a partir de haber procesado un tipo de producto cualquiera correspondiente al Departamento de trabajo:

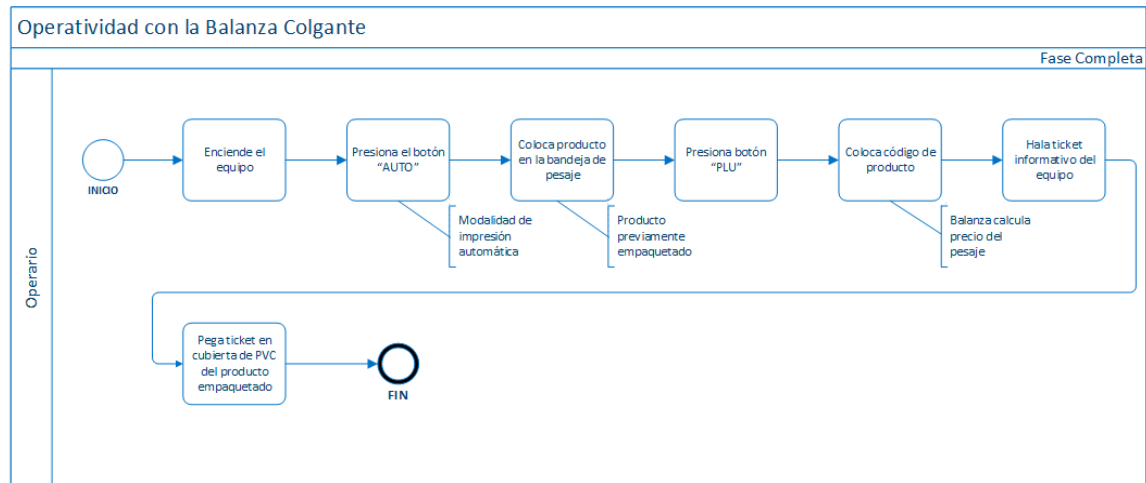


Figura 10: Proceso de utilización de la Balanza Colgante.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Los repuestos, partes y piezas más comunes a ser reemplazados y mantenidos para garantizar el correcto funcionamiento de la balanza colgante, son los siguientes:

- Pantallas frontal y trasera.
- Celdas de Carga.
- Tarjetas de Red.
- Rodillos de Goma.
- Mecanismos de Impresión.
- Engranajes del Mecanismo del Motor.
- Cabezales Térmicos de Impresión.
- Conexiones del Cable de Red.
- Imanes de Compuerta de Impresión.

4.3.2.- Molino de Carne

El molino es una máquina electromecánica, semiautomática, que fue diseñada para realizar cortes de carnes con hueso o sin hueso, vegetales, embutidos e incluso algunos tipos de quesos. Sin embargo, el uso principal destinado por parte de Central Madeirense hacia esta máquina es el procesamiento de carnes sin hueso, por lo que esta máquina pertenece al Departamento de Carnicería.

El molino de carne se compone, principalmente, de las partes que se pueden observar en la sección C.2 del tomo de Anexos. Su principio de funcionamiento consiste en que el operario añade a la entrada de la charola de alimentación la carne picada en trozos la cual se dirige al cilindro de molido (o cilindro “TEE”), y con ayuda del empujador –además del accionar del motor –, estos trozos se llevan a un gusano (o tornillo sinfín) el cual, a su vez, los traslada hacia la navaja o cuchilla que los reduce de tamaño y, finalmente, estos trozos pequeños son empujados hacia el cedazo para picado (o placa-orificios) para darles la forma deseada (mediante un proceso de extrusión).

Esta máquina fue creada por el fabricante español “Hobart”, cuyo modelo es “4822”, el cual posee un motor eléctrico trifásico, siendo capaz de procesar carne a una velocidad promedio de 7 Kg/min en el primer corte mediante el cedazo con perforaciones de aproximadamente 6 mm de diámetro. Específicamente, se procesan cortes de carne sin hueso tales como pulpa negra, solomo abierto y chocozuela, los cuales, a pesar de representar pocos tipos de cortes, son los que representan mayor valor para la venta, por lo que la prioridad de funcionamiento del molino de carne resulta ser alta.



Figura 11: Molino de Carne “Hobart”, modelo “4822”

Fuente: *Página web del Fabricante. Recuperado de:*
<http://www.hobart.com.mx/listado.php?cat=3&fam=3&subc=0>

El ciclo de operación del molino de carne en el Departamento en cuestión se puede detallar en el siguiente flujograma de procesos:

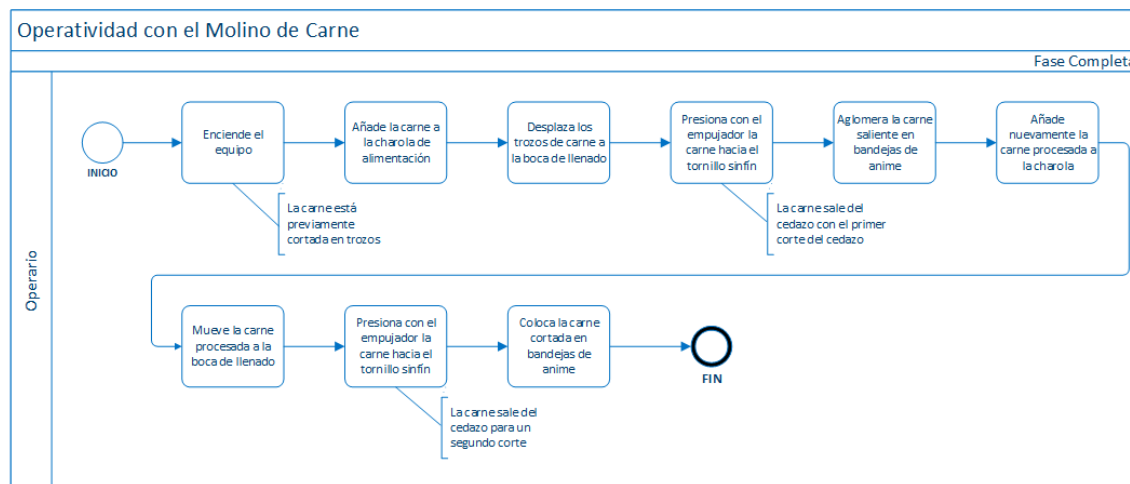


Figura 12: Proceso de utilización del Molino de Carne.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Para el molino de carne, las piezas y repuestos más comunes a ser sustituidos son los siguientes:

- Cuchillas.
- Rodamientos.
- Tornillos sinfín (Cilindros de Gusano).
- Cilindros de Molido.
- Cedazos de Molido.
- Charolas de Alimentación.
- Engranajes.
- Anillo del Ajuste.
- Puntas del Tornillo sinfín.

4.3.3.- Rebanadoras

La rebanadora es un equipo electromecánico diseñado originalmente para realizar cortes de productos en forma de lonjas delgadas o rebanadas, de espesores y tamaños variados de manera semiautomática. Particularmente, el Departamento de Carnicería dispone de este equipo para procesar un corte específico de carne sin hueso, tal como lo es el carpaccio, mientras que, en el caso del Departamento de Charcutería, la cantidad de productos a procesar es considerablemente amplia, ya que abarca una gran tipología de embutidos, así como la de ciertos tipos de quesos.

Para realizar el proceso de corte con la rebanadora, el operario en primer lugar ajusta el espesor de la rebanada a generar del producto seleccionado, toma el producto y

lo coloca en la base del carro deslizante de tal manera que quede retenido por el brazo de sujeción. Una vez hecho esto, se procede a mover axialmente (en la dirección del eje guía) el carro para que el producto entre en contacto con el disco de corte que está en movimiento por medio del accionar de un motor trifásico y así, finalmente, se logre generar los cortes deseados de referido producto.

El Departamento de Carnicería dispone de un solo tipo de rebanadora de carne, la cual es procedente del fabricante alemán “Kolossal”, con alianza del grupo italiano “Manconi”, modelo “300 VK-TC”. La rebanadora permite generar cortes de diámetros de hasta 250 mm, rectangulares de hasta 290 x 210 mm y con espesores de hasta 24 mm. Por su parte, el Departamento de Charcutería cuenta con dos tipos de rebanadoras: una también procedente del fabricante alemán “Kolossal”, modelo “300 IK”, la cual puede generar cortes de producto de 205 mm de diámetro y rectangulares de 230 x 160 mm, con espesores de 24 mm; mientras que la otra es de la marca estadounidense “Hobart”, modelo “2612”, con capacidad de generación de cortes de producto de hasta 190 mm de diámetro y rectangulares de 304,8 x 226 mm, con espesores de 19 mm.

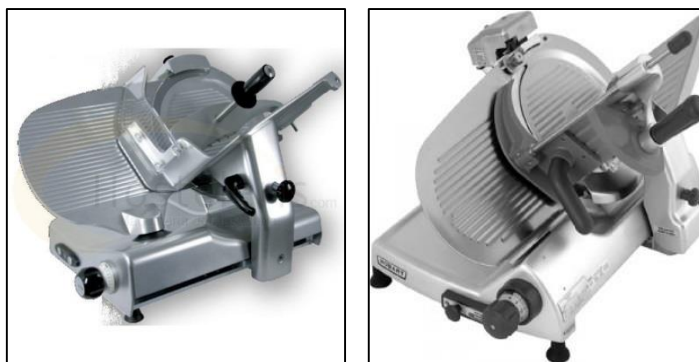


Figura 13: Ejemplos de ambas marcas de rebanadoras: Rebanadora “Kolossal” modelo “300-IC” (izquierda) y Rebanadora “Hobart” modelo “2612” (derecha).

Fuente: MercadoLibre. Recuperado de:
<https://listado.mercadolibre.com.ve/rebanadora-para-charcuteria-oferta-por>

En el Departamento de Charcutería, este tipo de equipo tiene un índice de utilización³² notable ya que la mayoría de los productos procesados deben pasar por el

³² Id. 16.

proceso de rebanado. Esto implica que, de generarse cualquier parada parcial o total, la operatividad del Departamento se verá ciertamente mermada. Sin embargo, para el caso del Departamento de Carnicería, la utilización de este equipo no está ciertamente marcada como en el caso anterior, pero el carpaccio representa uno de los cortes de carne que aporta mayor valor a los ingresos por ventas de la Sucursal estudiada.

En términos generales, el proceso efectuado por la rebanadora tanto en el Departamento de Carnicería como en el Departamento de Charcutería, se describe de acuerdo al siguiente flujograma de procesos:

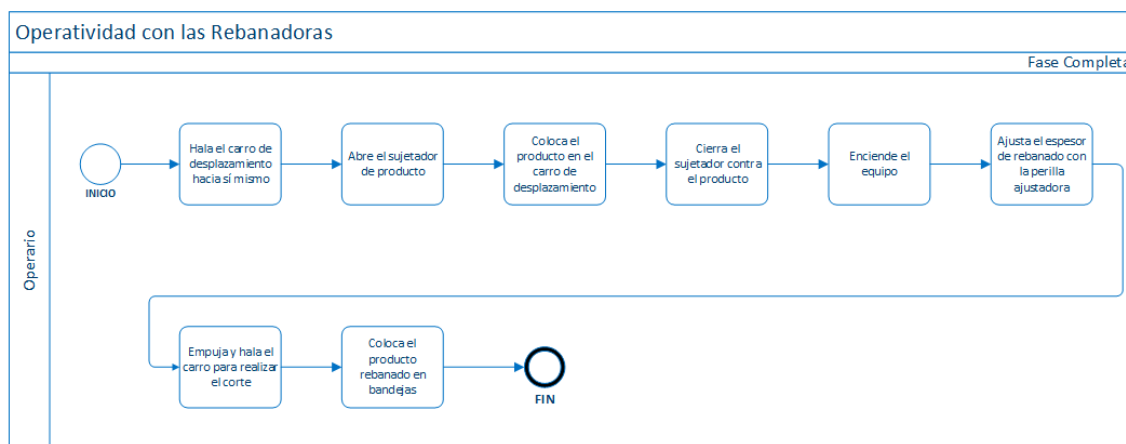


Figura 14: Proceso de utilización de las Rebanadoras.
Fuente: *Elaboración Propia.*

Para ambos tipos de rebanadoras, las partes y piezas recurrentes a ser mantenidos se pueden visualizar en la siguiente lista:

- Capacitores.
- Rodamientos.
- Protector de Cuchilla.
- Barras Deslizantes.
- Perillas del Selector.
- Piedras de Afilado.
- Cuchillas.
- Engranajes.
- Correas Transmisoras.
- Interruptores ON/OFF.

4.3.4.- Sierra

La sierra cortadora es un equipo electromecánico que se dedica al corte de carnes con hueso o sin hueso. Específicamente está destinada al corte de carnes de res, de cerdo (chuletas), pescado y pollo, por lo que los Departamentos que hacen uso de este tipo de equipo son: Carnicería y Pescadería.

Para operar con la sierra cortadora, el operario asegura en primer lugar que la zona de corte quede a una altura acorde para realizar el proceso. Luego, se coloca el producto en el carro de desplazamiento y el operario se inclina parcialmente en contra de éste para moverlo de izquierda a derecha a través de la cinta sierra en un rango de movimiento constante y uniforme.

Esta máquina fue fabricada por el grupo estadounidense “HOBART”, cuyo modelo es “6614”, en el que el motor trifásico le proporciona una velocidad de trabajo suficientemente alta a la cinta sierra (3500 ft/min $\approx$ 1050 mm/min) como para que el corte de productos congelados y/o con hueso se realice con extrema facilidad, sin necesidad de aplicar un esfuerzo adicional por parte del operario. Además, en materia de seguridad, cuenta con un sujetador de producto en el carro transportador que permite eliminar el manejo de productos muy cerca de la cinta sierra.



Figura 15: Sierra utilizada en los Departamentos de Charcutería y Pescadería, marca “Hobart”, modelo “6614”.

Fuente: Página web del Fabricante. Recuperado de:
<http://www.hobart.com.mx/listado.php?cat=4&fam=3&subc=0>

Desde un punto de vista más detallado, el siguiente flujograma de procesos describe el ciclo operativo de la sierra para los productos procesados en los Departamentos antes referidos:

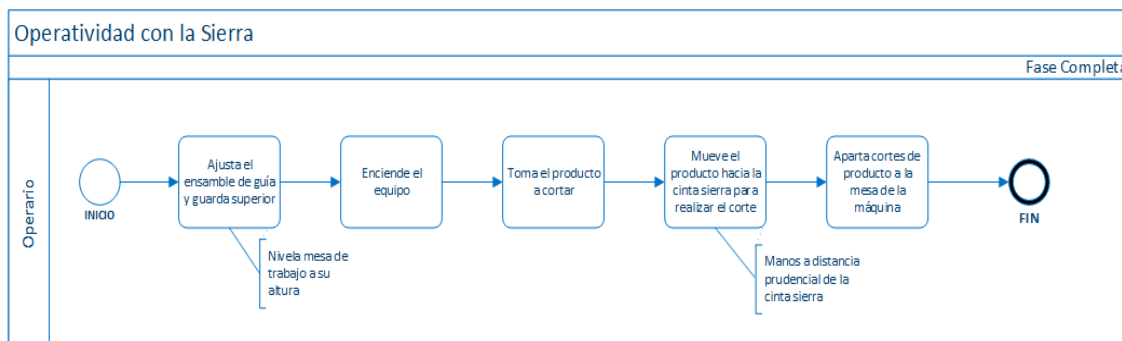


Figura 16: Proceso de utilización de la Sierra.
Fuente: *Elaboración Propia.*

Los repuestos, partes y piezas más frecuentes a ser sustituidos y mantenidos en la sierra cortadora son los siguientes:

- Cintas Sierra.
- Correas.
- Limpiadores de Guías.
- Guías.
- Cojinetes.
- Guías Metálicas.
- Interruptores ON/OFF.
- Volantes Inferiores y Superiores.

4.3.5.- Termoselladora de PVC

La termoselladora es un equipo termoeléctrico que se utiliza habitualmente para el envasado de casi todo tipo de alimentos en bandejas, sellando varias capas de materiales termoplásticos (como el policloruro de vinilo – PVC) con los que se envuelven en dichas bandejas, cumpliendo la función de taparlas, permitiendo entonces alargar la frescura y conservación de dichos alimentos.

Una vez procesado el producto en una fase previa, éste se dispone en bandejas de anime, las cuales se envuelven en material termoplástico –como lo es el PVC – por ambos lados y se corta un excedente de material mediante una cuchilla térmica (accionada por una resistencia), el cual al entrar en contacto por acción calor-contacto

con la base de la bandeja por algunos segundos, se adhiere a esta para finalizar el cierre adecuado y la preservación de los alimentos en cuestión.

La casa-matriz que fabricó este equipo tiene por nombre “Heat Seal”, cuya sede está en Estados Unidos. El modelo de este equipo es “600A”, el cual fue manufacturada con una carcasa de aluminio y de acero inoxidable, posee una capacidad de manejo de películas de PVC de hasta 20 in (508 mm) de ancho y una plancha calefactora termostáticamente controlada de 6x15 in (152x381 mm), capaz de operar hasta por 12 horas continuas, con cubierta de teflón antiadherente y reemplazable.



Figura 17: Termoselladora de film de PVC, marca “Heat Seal”, modelo “600A”.

Fuente: *West Coast Plastic Equipment Sealers. Recuperado de:*
<https://www.wcpsealers.com/HTML/Heat-Seal-Food-Wrapper.html>

El proceso que se realiza con la termoselladora antecede al de las balanzas colgantes, por lo que su funcionamiento resulta notablemente importante para la disposición de productos a la venta comercial. Además, el índice de utilización se torna alto para las condiciones antes mencionadas.

El ciclo operativo de la termoselladora puede detallarse de acuerdo al siguiente flujograma de procesos:

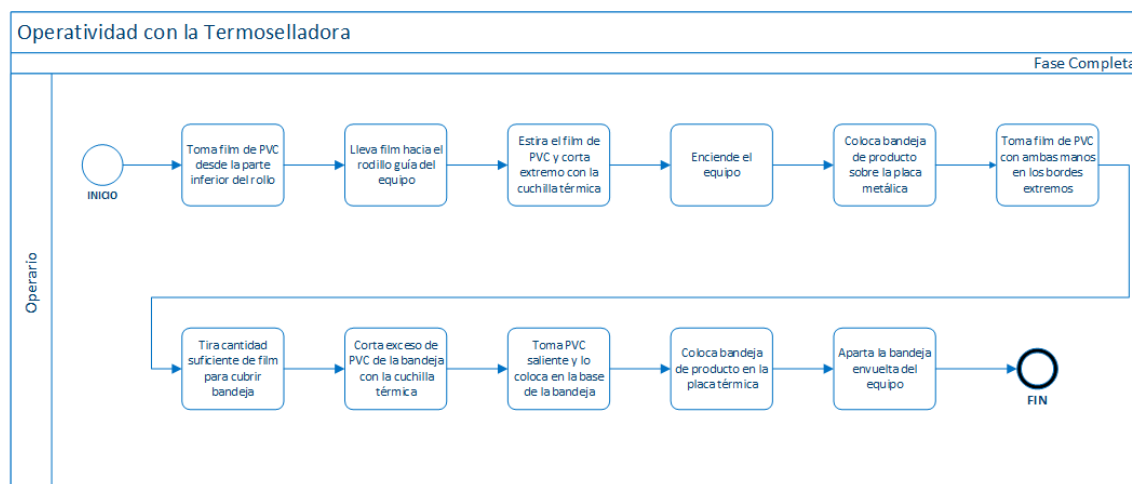


Figura 18: Proceso de utilización de la Termoselladora de PVC.

Fuente: *Elaboración Propia*

El siguiente listado representa las piezas, partes y repuestos más comunes a ser reemplazados en la termoselladora:

- Fusibles.
- Interruptores ON/OFF.
- Cables de Alimentación.
- Enchufes Macho.
- Resistencias.
- Placas Inferiores.
- Cubiertas de Teflón.
- Conductores.
- Rodillos Guía.

4.3.6.- Empaquetadora al Vacío

Este equipo es encargado de realizar el proceso de vacío, el cual se basa en la extracción automática del aire presente en bolsas especiales (de vacío), las cuales tienen colocadas algún tipo de producto (embutidos, carnes de res y de pescado, entre otros), generalmente en forma de filetes.

Central Madeirense, en este caso, destina el uso de este equipo para el procesamiento de alimentos pertenecientes a los Departamentos de Charcutería (ciertos embutidos como salchichas, chorizo español, entre otros) y Pescadería (un tipo específico de pescado, como el Róbalo).

El sistema de la empaquetadora al vacío en términos generales consta de una cámara que, al cerrarse, se acciona la bomba de vacío para extraer el aire local presente tanto en la campana como en la bolsa que contiene el producto fileteado. Una vez hecho esto, se activa una resistencia que se controla por temperatura y por tiempo para sellar la bolsa y así, finalmente, la campana permite la admisión de aire que hace elevar la tapa del equipo para abrirlo y extraer el producto ya procesado.

La empaquetadora al vacío utilizada en Central Madeirense fue construida por el fabricante español “Tecnotrip” cuyo modelo es “EVT-23”. Dicha empaquetadora es programable, de modo que se pueden crear configuraciones específicas en términos del porcentaje de vacío, del tiempo de sellado/soldado de la bolsa, así como también del nivel de gas inerte que permite preservar por mucho más tiempo el alimento empaquetado. Tiene una capacidad de eliminar hasta el 98% del aire confinado tanto en el empaque como en el ambiente local de la campana, con un tiempo de sellado entre 1 y 5 segundos.



Figura 19: Empaquetadora al Vacío de sobremesa, marca “Tecnotrip”, modelo “EVT-23”.

Fuente: *Interempresas.net*. Recuperado de:
<https://www.interempresas.net/Alimentaria/FeriaVirtual/Producto-Envasadora-al-vacio-de-sobremesa-EVT-23-49072.html>

La rotación en ventas del pescado procesado en la empaquetadora al vacío no es lo suficientemente apreciable como para tener una utilización marcada en el Departamento de Pescadería (véase sección D.3 del tomo de Anexos). Sin embargo, para el Departamento de Charcutería sucede lo contrario por la cantidad de productos tratados

en referido equipo. De esta manera, cualquier avería o falla que se presente, se reflejará en la operatividad del Departamento antes mencionado.

El accionar del operador en la empaquetadora al vacío puede describirse mediante el siguiente flujograma de procesos:

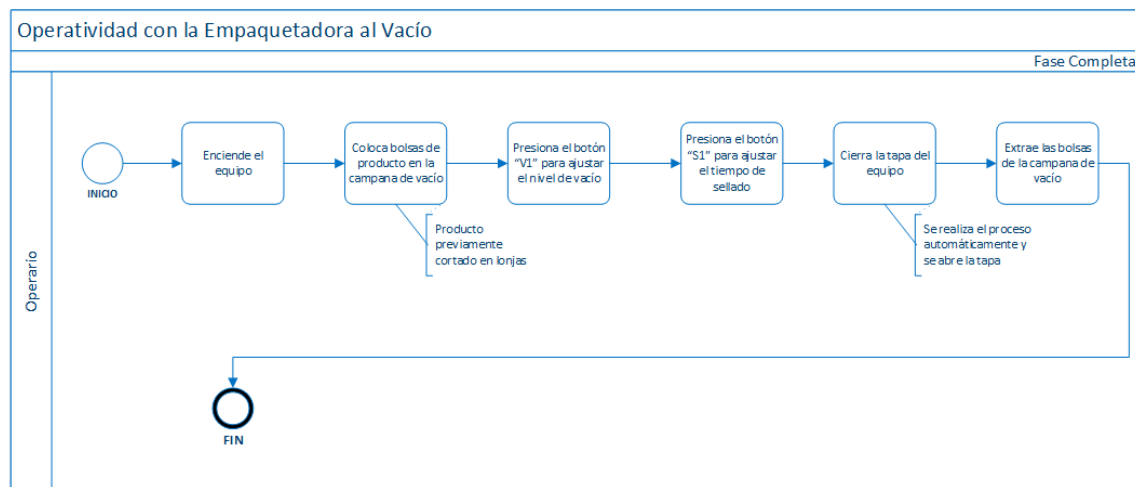


Figura 20: Proceso de utilización de la Empaquetadora al Vacío.

Fuente: *Elaboración Propia.*

La empaquetadora al vacío presenta como partes, piezas y repuestos frecuentes a ser mantenidos:

- Cubiertas de Teflón Antiadherente.
- Filtros de Aceite.
- Fusibles.
- Válvulas.
- Sensores de Vacío.
- Juntas de Goma.
- Electroválvulas.
- Pistones.
- Conectores de Bombas.
- Barras de Soldadura.

4.3.7.- Molino Rallador de Quesos

El molino rallador de quesos es una máquina electromecánica cuya función consiste en picar –de manera semiautomática– en gránulos muy finos y pequeños de producto -generalmente quesos duros, madurados y embutidos - que vayan a procesarse

en él. Central Madeirense tiene destinado el uso de este molino para el procesamiento de quesos duros y/o madurados.

El principio de funcionamiento de esta máquina resulta sencillo: simplemente al tener cortado en trozos pequeños el alimento a procesar, éste se añade en la entrada del rallador (tambor) para que pueda ser empujado levemente con la palanca de entrada y así pueda entrar en contacto con el rodillo rallador, el cual posee en su superficie microcuchillas finas que permiten realizar el rallado del producto.

La empresa utiliza el molino rallador de quesos fabricado por el grupo italiano “La Felsinea”, cuyo modelo es “GT HP 2”. Posee un motor trifásico el cual le aporta una velocidad de trabajo del rodillo de 1400 RPM y genera el producto rallado a una tasa de 55 Kg/h. Además, en materia de seguridad para el operador, el molino rallador dispone de un microinterruptor tanto en la palanca de entrada como en el contenedor, de tal modo que, al levantarse la palanca, la máquina se detiene automáticamente; lo mismo ocurre al extraerse el contenedor de producto de la máquina.



Figura 21: Representación del Molino Rallador de Quesos “La Felsinea”, modelo “GT HP 2”.

Fuente: *Página web del Fabricante. Recuperado de:*
https://www.felsinea.com/restricted-area/occasioni_felsinea/occasioni.asp?search=3&Idocc=21

El ciclo operativo del molino rallador en el Departamento de Charcutería es detallado de acuerdo al flujograma de procesos mostrado a continuación:

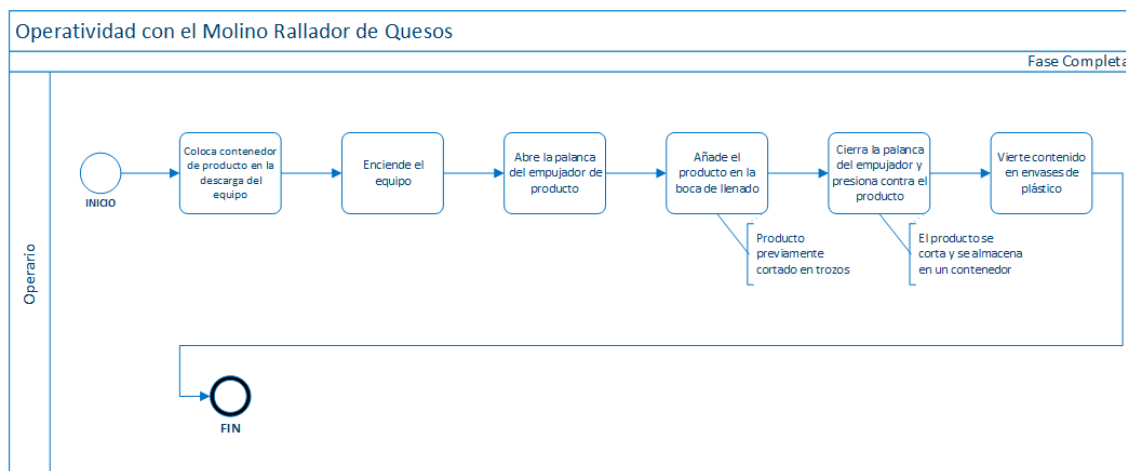


Figura 22: Proceso de utilización del Molino Rallador de Quesos.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Las siguientes piezas, partes y repuestos son elementos comunes a ser reemplazados y mantenidos en el molino rallador de quesos:

- Rodillo Rallador.
- Rodamientos.
- Patas Niveladoras.
- Microinterruptores de Seguridad.
- Interruptores.
- Palancas Empujadoras.
- Cables de Alimentación.

4.3.8.- Rallador

Es un equipo de funcionamiento electromecánico, diseñado para el rallado y corte (de diversos tipos) de alimentos, generalmente quesos blandos, frutas y vegetales. A diferencia del molino rallador, el rallador de quesos no permite el manejo de quesos duros y/o madurados ni frutos secos, por lo que la tipología de alimentos a los que está destinado a utilizarse el equipo es específica.

Para realizar la actividad asignada, se debe disponer previamente al producto que va a ser procesado en forma de trozos, de tal manera que pueda añadirse en el conducto del equipo sin problemas. Luego, por medio del empujador, se origina el contacto entre el producto y la cuchilla del disco, la cual es accionada por un motor trifásico, permitiendo entonces generar los cortes deseados de mencionado producto.

De igual modo que en el caso del molino rallador, el rallador utilizado tanto en el Departamento de Charcutería (quesos blandos) como en el Departamento de FRUVER (para los preparados de vegetales y frutas, primordialmente ensaladas), es procedente del fabricante “La Felsinea”, cuyo modelo es “TV-TM”. El motor trifásico le permite al disco alcanzar una velocidad promedio de 300 RPM para así generar producto terminado a una tasa de producción de 200 Kg/h. Asimismo, tal como ocurre con el molino rallador, este equipo dispone de un sistema de seguridad compuesto por microinterruptores, ubicados en la palanca del empujador, en la tapa del equipo y en la bandeja colectora, de modo que, al estar removidos o levantados alguno de ellos, los microinterruptores impiden el funcionamiento del equipo.



Figura 23: Rallador “La Felsinea”, capaz de manejar productos como quesos, embutidos, frutas y vegetales. Su modelo es “TV-TM”.

Fuente: *Página web del Fabricante. Recuperado de:*
https://www.felsinea.com/restricted-area/occasioni_felsinea/occasioni.asp?search=3&Idocc=21

A pesar de lo anterior, en el Departamento de Charcutería este equipo no tiene una utilización apreciable³³ debido a la baja rotación del tipo de producto procesado en él (quesos blandos). Caso contrario con el Departamento de FRUVER, ya que los distintos tipos de preparados de frutas y vegetales son generados mediante el proceso de transformación ejecutado por referido equipo.

³³ Véase sección D.3 de Anexos: Índice de Utilización.

El flujograma de procesos mostrados en la figura 24 describe el ciclo operativo del rallador, a nivel general:

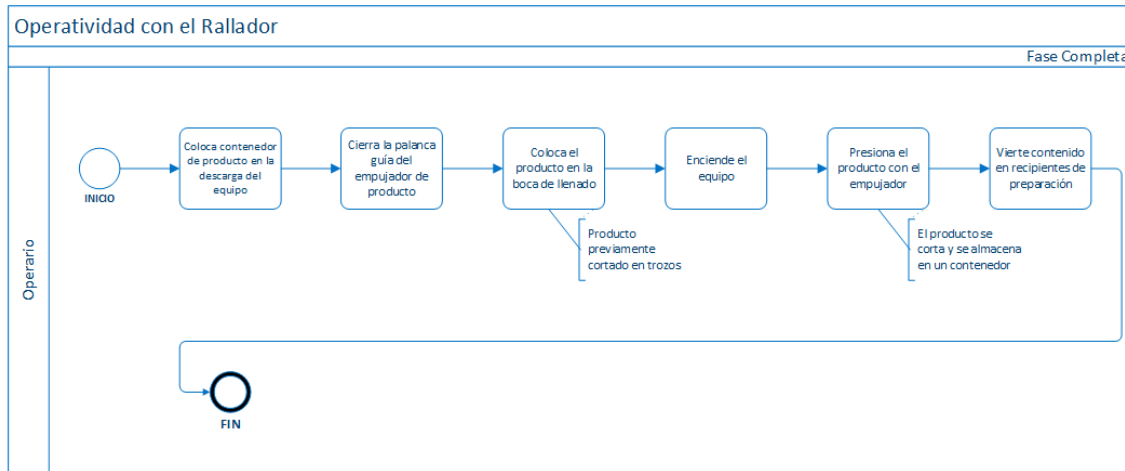


Figura 24: Proceso de Utilización del Rallador.
Fuente: *Elaboración Propia.*

- Disco-Cuchillas.
- Correas Transmisoras.
- Rodamientos.
- Microinterruptores.
- Empujadores.
- Cubiertas.
- Condensadores Electrolíticos.
- Cables de Alimentación.
- Interruptores ON/OFF.

4.3.9.- Exprimidor de Jugos

El exprimidor de jugos es una maquinaria encargada de extraer de forma automática el jugo directamente de la pulpa de naranja o de limón mediante un mecanismo de exprimidores y cuchillas. Tal como se ha manifestado anteriormente, este equipo es solamente capaz de procesar naranjas y limones para la generación de jugos, por lo que el Departamento de FRUVER emplea el uso de esta maquinaria para tal propósito.

El funcionamiento del exprimidor de jugos consiste en lo siguiente: se añaden las naranjas o los limones en la tolva de alimentación, las cuales se desplazan en un canal

que conecta con los exprimidores giratorios superiores para así dirigir la fruta a las cuchillas que las corta por la mitad. En seguida se exprime el jugo directamente de la pulpa para luego enviar los desperdicios a las guías peladoras y así, finalmente, van al basurero incorporado en ella.

El fabricante “ZuMEX”, cuya sede está ubicada en España, fue el encargado de manufacturar el equipo que es utilizado en la Sucursal. El modelo del exprimidor es “38”, el cual es indicativo del número de naranjas o limones que puede procesar al cabo de un minuto y éstas deben poseer un diámetro comprendido entre 65 y 78 mm, pudiéndose albergar en la tolva de alimentación un total de 15 Kg de fruta para su procesamiento. Además, posee un mecanismo de salvaguarda al operario que consiste en unos detectores de seguridad que se activan al estar removida la cubierta protectora del equipo, impidiendo el funcionamiento de la máquina en tales condiciones.



Figura 25: Exprimidor de jugos, marca “ZuMEX”, modelo “38”.

Fuente: Juicers of America. Recuperado de:
<https://juicersofamerica.com/product/zumex-speed-pro-plus-self-serve-podium-juicer/>

Este equipo presenta uno de los índices de utilización más altos en lo que respecta a los tipos de equipos contemplados en el presente Trabajo Especial de Grado. En ese sentido, cualquier parada parcial o total que experimente el exprimidor de jugos afectará la operatividad del Departamento de FRUVER.

El funcionamiento a nivel operador-máquina se puede detallar en el flujograma de procesos mostrado a continuación:

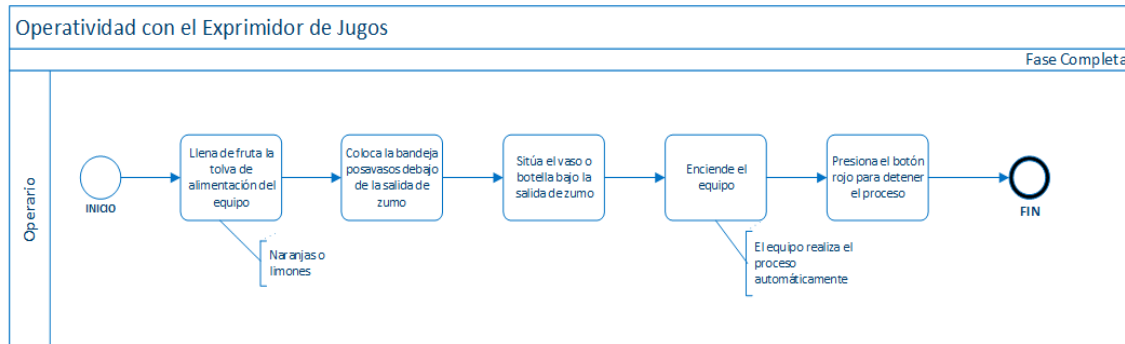


Figura 26: Proceso de utilización del Exprimidor de Jugos.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Para el caso del exprimidor de jugos, se tienen las siguientes partes y piezas comunes a ser sustituidos de manera preventiva:

- Filtros para Zumo.
- Cubiertas Principales.
- Tambores Macho y Hembra.
- Grifos de Zumo.
- Portacuchillas.
- Cuñas Extractoras.
- Filtros para Posavasos.
- Tolvas de Alimentación.
- Bandejas Posavasos.

4.3.10.- Licuadora Industrial

Es un equipo destinado a triturar productos diversos (mayormente frutas y hortalizas) mediante cuchillas, con adición de líquido. El Departamento de FRUVER hace uso de este equipo para la generación de preparados tales como jugos 3 en 1, jugos de guayaba, salsa guasacaca, entre otros.

La licuadora industrial consta de un motor, el cual se conecta al eje en el que está solidario un conjunto de aspas filosas, las cuales giran a una velocidad angular tal que son capaces de triturar las frutas y/u hortalizas añadidas al vaso junto con el líquido correspondiente (generalmente agua o jugos previamente preparados).

El fabricante de este equipo es procedente de Brasil, de nombre “Metvisa”. El modelo es “15LQL”, indicativo de la capacidad máxima de volumen de líquido en litros que la licuadora puede manejar para la generación de los preparados antes mencionados. El motor es trifásico, capaz de proporcionarle al eje con las aspas una velocidad angular media de 3400 RPM.



Figura 27: Licuadora Industrial, cuya marca es “Metvisa”, modelo “15LQL”.

Fuente: *Restart Equipamentos. Recuperado de:*
<http://restartequipamentos.com.br/produto/liquidificador-basculante-leve-15-litros-metvisa-lql15/19385>

Hay que tener en cuenta que este equipo en el Departamento de FRUVER es utilizado en un período de tiempo distinto al de la jornada laboral de la Sucursal, éste es, el uso de la licuadora industrial se da dentro del período comprendido desde las 8:00 a.m. hasta las 11:30 a.m., de tal manera que el índice de utilización³⁴ no se evidencia tan marcado para este caso.

La operatividad de la licuadora industrial en el Departamento en cuestión está descrita como sigue a continuación:

³⁴ Id. 16.

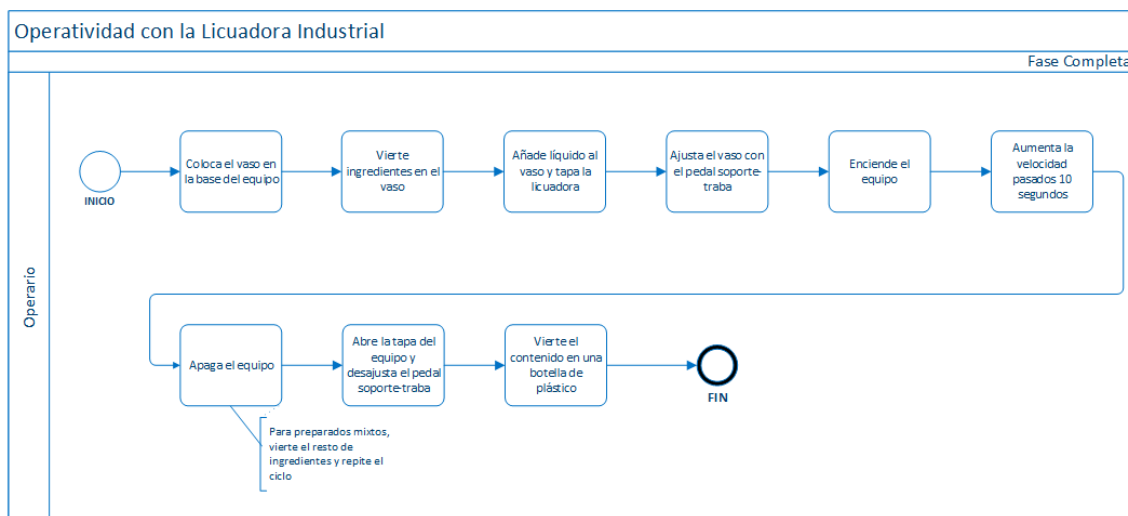


Figura 28: Proceso de utilización de la Licuadora Industrial.

Fuente: *Elaboración Propia.*

En cuanto a la licuadora industrial, se tiene la siguiente lista de repuestos, partes y piezas necesarios a mantener en stock para realizar los trabajos de mantenimiento asociados:

- Cuchillas.
- Vasos.
- Rodamientos.
- Ejes del Vaso.
- Cables de Alimentación.
- Patas Niveladoras.
- Interruptores ON/OFF.
- Tapas del Vaso.

Resulta importante destacar que ninguno de los tipos de equipos visualizados y detallados en cada uno de los Departamentos de la Sucursal objeto de estudio dispone de las placas de identificación correspondientes, por lo que no se tiene a primera mano el número de serie correspondiente a cada uno de estos equipos.



CAPÍTULO V

BUENAS PRÁCTICAS PARA EL PROCEDER CON LOS EQUIPOS

Todo fabricante, al crear un equipo, incluye en los manuales algunas recomendaciones que el usuario debe considerar durante la utilización y manejo del mismo para su preservación, permitiéndole alargar su vida útil. Dichas recomendaciones son generadas en forma de buenas prácticas para el manejo y uso, contribuyendo con tal propósito. En ese sentido, si no son seguidos estos lineamientos a cabalidad, es posible que las funciones encomendadas a realizar por cada uno de los equipos se vean comprometidas al punto de incidir en una incorrecta ejecución y hasta en tiempos de parada imprevistos.

En el presente capítulo se discutirá la propuesta de planificación y programación de las actividades de mantenimiento preventivo de los equipos estudiados, con base en los lineamientos establecidos por los fabricantes. Además, dichos lineamientos sirven como base para la evaluación del accionar por parte del personal operativo de la Sucursal con tales equipos, la cual será discutida más adelante en este capítulo.

5.1.- Planificación de las Actividades de Mantenimiento Preventivo

La definición de las actividades de mantenimiento preventivo para cada uno de los tipos de equipos existentes en la Sucursal objeto de estudio, partió de la información contenida en los manuales disponibles tanto en la Gerencia de Mantenimiento de Central Madeirense como de aquellos existentes en las páginas web oficiales de los fabricantes. Sin embargo, fue necesaria la opinión de los expertos del Departamento de Balanzas en este caso, sobre todo para la definición tanto de las frecuencias de realización como de los tiempos estándar para la ejecución de cada actividad definida.

Las actividades de mantenimiento preventivo contempladas en el presente Trabajo Especial de Grado son en su mayoría de tipo preventivo sistemático porque implican actividades de rutina, tales como chequeos, inspecciones, lubricaciones, limpieza, entre otras. En ellas se incluye la frecuencia de realización de las mismas la cual permite diseñar un cronograma (o Diagrama/Carta de Gantt) para su programación



eficiente y exitosa, y el tiempo estándar, que es el tiempo necesario para la ejecución de cada actividad de mantenimiento.

Dichas actividades pueden visualizarse en el tomo de Anexos, secciones E.1-E.10.

5.2.- Evaluación de la Operatividad del Personal de la Sucursal con los Equipos

La evaluación de la operatividad del personal que labora en los respectivos Departamentos de la Sucursal fue realizada mediante un instrumento de verificación que permite revisar el cumplimiento de puntos clave para el desarrollo de una tarea o conjunto de tareas en particular. Este instrumento se trata de una lista de verificación o “*checklist*”. Este instrumento fue diseñado considerando algunos puntos asociados a las buenas prácticas establecidas por los fabricantes de cada tipo de equipo, y aplicado a cada uno de los Departamentos estudiados en el presente Trabajo Especial de Grado. En la sección F.1 del tomo de Anexos puede detallarse la composición del formato del instrumento de evaluación antes comentado.

La evaluación se basó primordialmente en una Escala de Likert³⁵, enumerada del 1 al 5, indicativa de la frecuencia con que es llevada a cabo cada una de las buenas prácticas enlistadas en el instrumento de verificación (1-frecuencia nula, 5-frecuencia alta). Cada buena práctica fue ponderada de acuerdo al nivel de importancia atribuido para su cumplimiento (establecida por el investigador), de modo que la puntuación obtenida dependerá tanto de la frecuencia con que se cumpla cada una de ellas como de la naturaleza de la práctica en cuestión. Estas buenas prácticas fueron categorizadas de acuerdo a los equipos comunes existentes en todos los Departamentos (cuyo peso representa un 40% del total) y a los aspectos individuales referentes al manejo de los equipos particulares a cada Departamento (representando un 60% del peso total).

³⁵ La Escala de Likert es una escala de medición ordinal sobre una variable que el investigador desea medir, cuyas respuestas son generadas de acuerdo al grado de acuerdo o en desacuerdo que se tenga con un aspecto de dicha variable.



Con base a la premisa anterior, el investigador respondió con “SI” o “NO” el cumplimiento de cada buena práctica: de ser la respuesta negativa, automáticamente la puntuación asignada será 1, representando un 0% de ponderación; de ser afirmativa la respuesta, el investigador decide la frecuencia con la que la buena práctica es llevada a cabo por los operarios del Departamento evaluado mediante la valoración establecida con la Escala de Likert, de tal manera que la ponderación resultante va de la mano con la frecuencia antes definida.

La siguiente tabla-resumen muestra los resultados finales obtenidos en cada Departamento en cuanto al cumplimiento de los operadores de las buenas prácticas establecidas por los fabricantes de cada tipo de equipo:

Tabla 3: Resultados obtenidos en la Evaluación de la Operatividad del Personal.

Departamento	Buenas Prácticas Globales (40 %)	Buenas Prácticas Individuales (60 %)	Total
Carnicería	13,75%	24,25%	38,00%
Charcutería	19,50%	23,50%	43,00%
FRUVER	15,50%	32,50%	48,00%
Pescadería	17,25%	24,25%	41,50%

(Nota.) Elaboración Propia.

A pesar de que el Departamento de Carnicería mostró el comportamiento más desfavorable en términos del cumplimiento de las buenas prácticas para el manejo y preservación de los equipos, el resto de los Departamentos mostró un comportamiento similar. Se destacan acciones incorrectas tales como: lanzar los productos sometidos al proceso de pesaje hacia la bandeja de las balanzas, sustituir los rollos de impresión con herramientas inadecuadas (cuchillos y tenedores), realizar la limpieza de los equipos de manera superficial y no profunda, entre otros.

Este mal proceder evidenciado por parte del personal operativo de cada Departamento, tal como se ha sugerido en una sección anterior, origina potenciales oportunidades para la generación de averías y fallas en los equipos contemplados. El



estudio de las averías y fallas más comunes presentadas en dichos equipos se discutirá en la siguiente sección del presente Trabajo Especial de Grado.

Para más información al detalle, obsérvese los resultados de esta evaluación por Departamento a partir de la sección F.2 del tomo de Anexos.

CAPÍTULO VI

ESTUDIO DE LAS FALLAS DE LOS EQUIPOS

6.1.- Fallas Funcionales Comunes en los Equipos de la Sucursal

Para el estudio de las fallas funcionales presentadas en los distintos tipos de equipos, se partió de una data histórica extraída del software informático-administrativo “Altiris” con el registro de dichas fallas reportadas durante el período de realización de esta investigación. Sin embargo, por evidenciarse la falta de confiabilidad en referida data (las averías y fallas presentadas en los equipos en la Sucursal no son reportadas en su totalidad), se recurrió a la observación directa del estatus de tales equipos en cuanto a su disponibilidad operativa, con apoyo del personal experto del Departamento de Balanzas, de manera que la data final base para la realización del estudio mostrado a continuación sea la más exacta, precisa y confiable posible.

La base de datos en cuestión está disgregada por Departamento y esta incluye las fallas funcionales más comunes que se originan en los distintos tipos de equipos, sus modos de fallas y las causas generatrices de estos modos de fallas. Para el detalle de esta base de datos, véase la sección G.1 de Anexos.

Con base a todo lo anterior, se pudo demostrar que las causas-raíz de los modos de fallas, y que a su vez son causantes de las fallas funcionales contempladas en el estudio se deben a cuatro categorías o grupos principales descritas como sigue a continuación:



Figura 29: Causas principales de los modos de fallas causantes de las fallas funcionales de los equipos de la Sucursal.

Fuente: Elaboración Propia.

1. Mala Praxis: Categoría consistente con el mal proceder por parte del personal operativo con los equipos. Este aspecto fue tratado en la evaluación de la

operatividad del personal correspondiente (véase sección 5.2 del presente trabajo).

2. Falta de Atención: Implica la falta de atención por parte del personal encargado de realizar los trabajos de mantenimiento, debida a que el AEERR³⁶ no suministra a tiempo los materiales necesarios para la realización del trabajo, o que no han realizado la visita oportuna a la Sucursal para el trabajo encomendado.
3. Falta de Reportes: El modo de falla se debe a que el Gerente/Subgerente de la sucursal (o algún responsable delegado) no genera el reporte de la misma en la herramienta “Altiris”.
4. Origen Externo: Se trata de causas ajenas al proceder del personal operativo o de mantenimiento, como fallas en el sistema eléctrico, en comunicaciones, entre otros.

De los modos de fallas estudiados, se pudo comprobar que las causas-raíz explicadas anteriormente tienen incidencias en cada uno de los Departamentos en cuestión de acuerdo a la proporción mostrada en los siguientes gráficos:

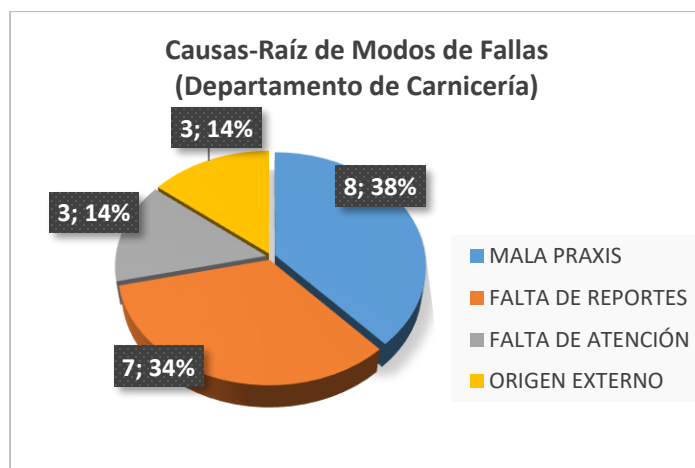


Figura 30: Gráfico que ilustra la proporción de las incidencias de los modos de fallas categorizados en los grupos explicados (Departamento de Carnicería).

Fuente: *Elaboración Propia.*

³⁶ AEERR: Almacén de Equipos y Repuestos.

Según lo descrito en la Figura 17, el Departamento de Carnicería presenta un total de veintiún (21) modos de fallas comunes, las cuales son originadas principalmente por el mal proceder del personal operativo y por la ausencia de reportes oportunos.

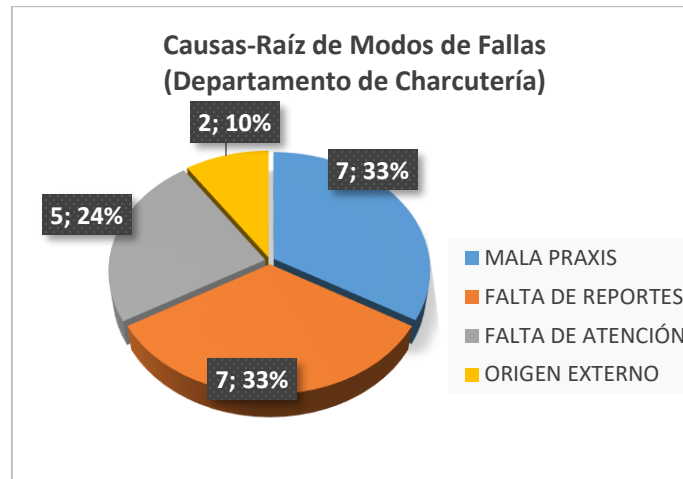


Figura 31: Gráfico que ilustra la proporción de las incidencias de los modos de fallas categorizados en los grupos explicados (Departamento de Charcutería).

Fuente: *Elaboración Propia*

El Departamento de Carnicería presenta un comportamiento similar con respecto al caso anterior: los veintidós (22) modos de fallas comunes que se presentan son causados principalmente por el mal proceder operativo y por la falta de reportes.

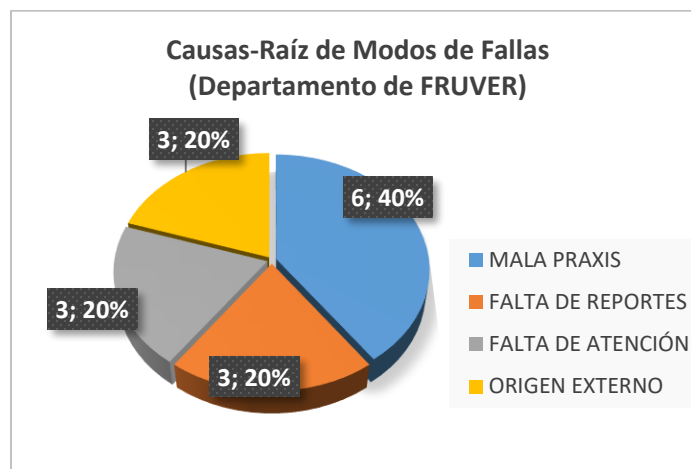


Figura 32: Gráfico que ilustra la proporción de las incidencias de los modos de fallas categorizados en los grupos explicados (Departamento de FRUVER).

Fuente: *Elaboración Propia.*

A diferencia de los casos anteriores, en el Departamento de FRUVER se atribuye el 40% del total de los modos de fallas presentados a la mala praxis del personal operativo. Hecho similar ocurre con el Departamento de Pescadería (véase Figura 20).

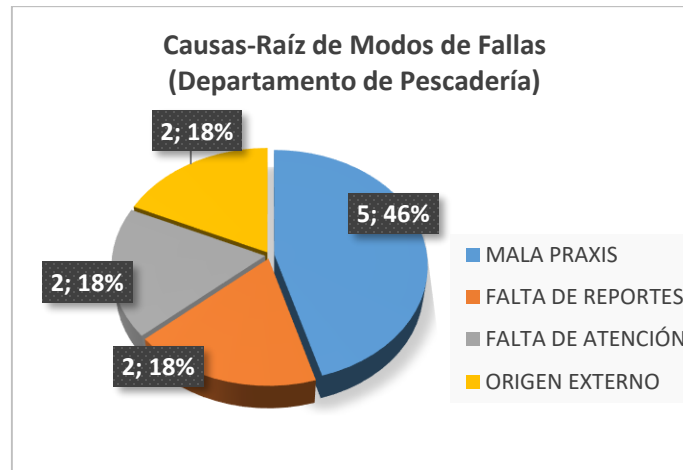


Figura 33: Gráfico que ilustra la proporción de las incidencias de los modos de fallas categorizados en los grupos explicados (Departamento de Pescadería).

Fuente: *Elaboración Propia.*

Para una visualización más detallada de la categorización de los modos de fallas, se hizo uso de Diagramas Causa-Efecto que permiten asociar las distintas causas de tales incidencias a las categorías definidas al inicio de esta sección. Los diagramas en cuestión pueden encontrarse en el tomo de Anexos, secciones G.2-G.5, en los cuales se incluyeron ponderaciones tanto de la incidencia de cada categoría principal, como de las frecuencias de afectación de los modos de fallas asociadas a referidas categorías, es decir, del aporte que los modos de fallas correspondientes a cada categoría generan a la incidencia de ésta.

Asimismo, una vez elaborados los Diagramas Causa-Efecto, se empleó una herramienta de gran utilidad para la identificación de agentes o causas que mayor aporte generan a un fenómeno particular de interés, tal como lo es el Diagrama de Pareto. Este diagrama, para el presente estudio, permite sacar a la palestra aquellos modos de fallas que son más recurrentes, generando entonces el 80% de las fallas funcionales en cada Departamento. En el eje de las abscisas, se colocó el identificador de los modos de

fallas, el cual está contemplado en la base de datos empleada para realizar el análisis (véase sección G.1 de Anexos), mientras que en el eje de las ordenadas fue incluida la frecuencia relativa con la que dichos modos de fallas ocurren en el Departamento en cuestión.

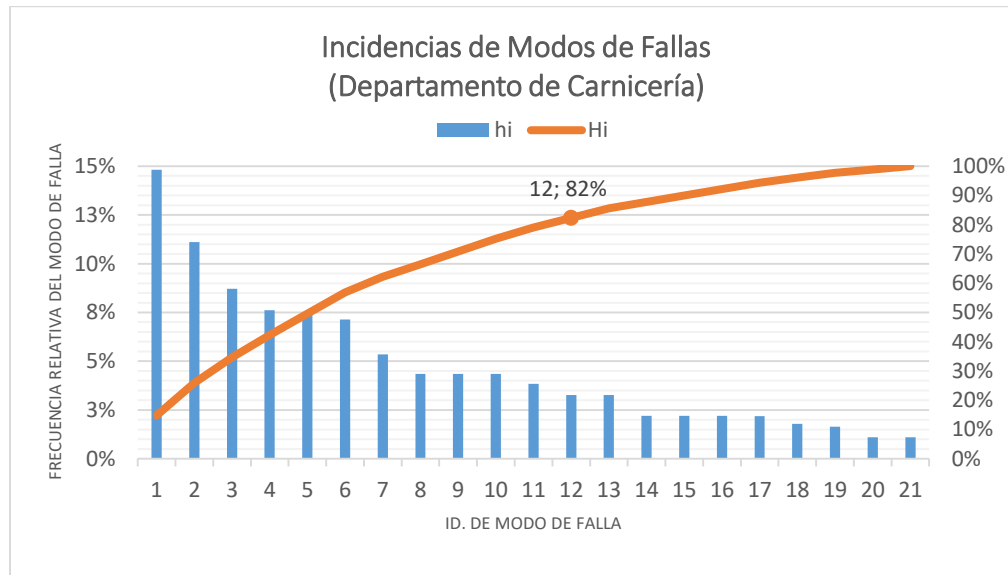


Figura 34: Diagrama de Pareto con la frecuencia en que los modos de fallas se presentan en el Departamento de Carnicería. El 82% de los problemas son generados por el 57% de las causas.

Fuente: Elaboración Propia.

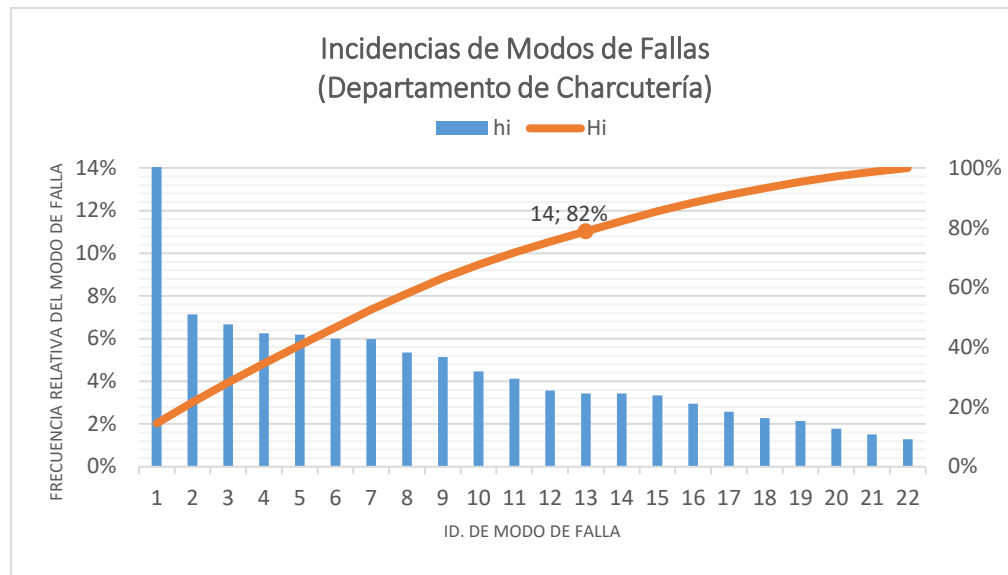


Figura 35: Diagrama de Pareto con la frecuencia en que los modos de fallas se presentan en el Departamento de Charcutería. El 82% de los problemas son generados por el 63% de las causas.

Fuente: *Elaboración Propia.*

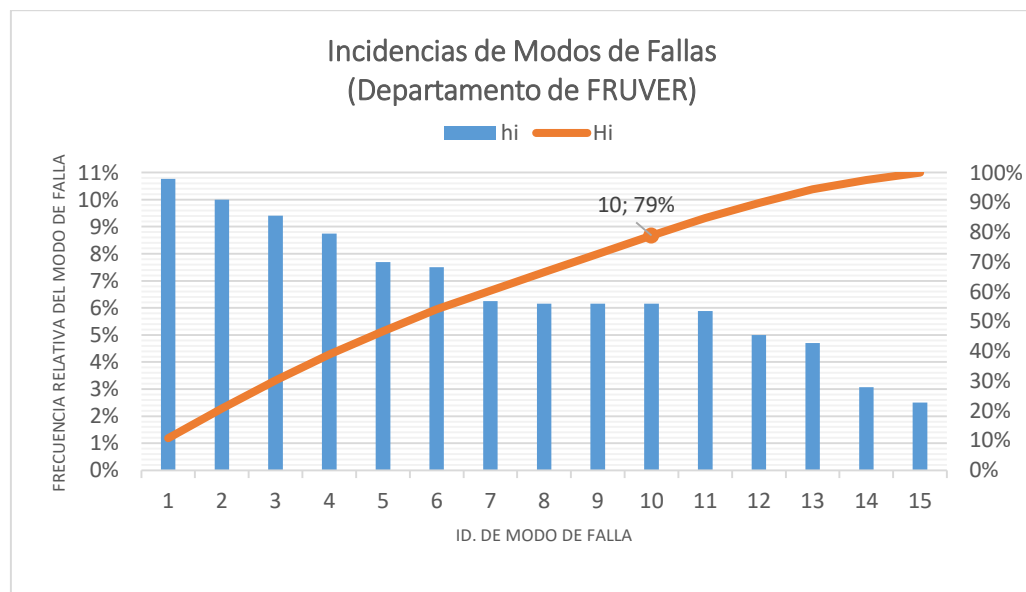


Figura 36: Diagrama de Pareto con la frecuencia en que los modos de fallas se presentan en el Departamento de FRUVER. El 79% de los problemas son generados por el 66% de las causas.

Fuente: *Elaboración Propia.*

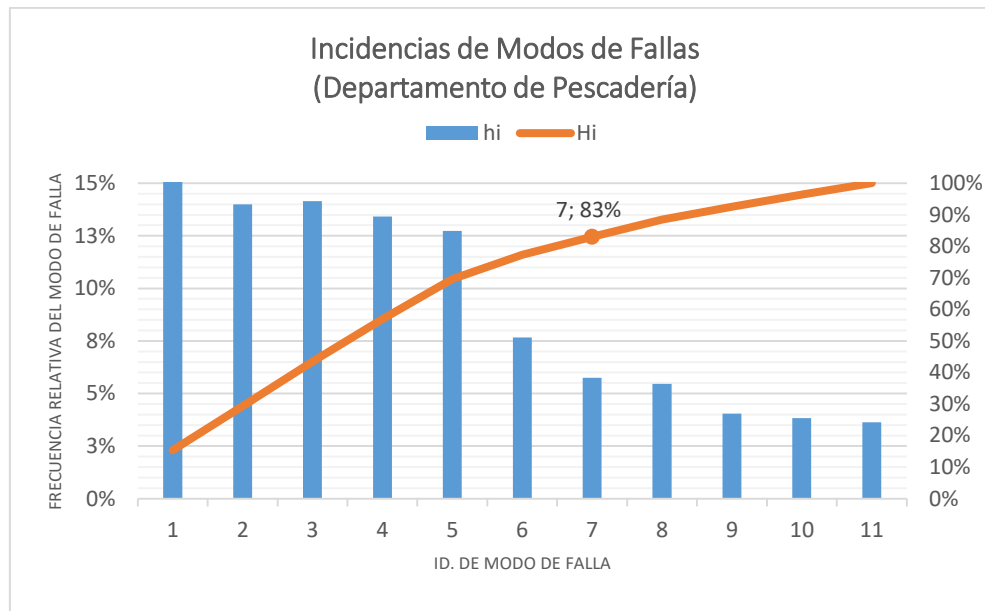


Figura 37: Diagrama de Pareto con la frecuencia en que los modos de fallas se presentan en el Departamento de Pescadería. El 83% de los problemas son generados por el 63% de las causas.
Fuente: Elaboración Propia.

Estas frecuencias observadas en los Diagramas de Pareto, servirán de información para el análisis de criticidad de los modos de fallas que se describirá en la siguiente sección de este capítulo.

6.2.- Análisis de Criticidad de los Modos de Fallas estudiados

Para el estudio contemplado en este Trabajo Especial de Grado, las categorías o consecuencias a analizar en la criticidad de los modos de fallas en cuestión, son las siguientes:

1. Pérdidas Económicas: se incluyen las pérdidas por concepto de reparaciones, repuestos, sustitución y costo de oportunidad.
2. Operatividad del Equipo: indica qué tan afectada se ve la tarea o función para la que fue diseñado el equipo estudiado.
3. Preservación del Equipo: considera cómo se ve afectada la preservación/integridad del equipo operando bajo una avería específica, o la magnitud del efecto causado a su integridad al presentarse una falla.

4. Afectación del Equipo a la Operatividad del Departamento: explica en qué medida es afectada la operatividad de un departamento al estar el equipo en las condiciones generadas por el modo de falla en cuestión.
5. Salud y Seguridad: contempla cómo puede afectar un equipo a la salud de un operador o en materia de seguridad industrial, operando bajo las condiciones generadas por el modo de falla en cuestión.
6. Reputación Corporativa: implica cómo afecta a la imagen corporativa la incidencia en cuestión.

En el tomo de Anexos, secciones G.6-G.9, se puede visualizar las consecuencias atribuidas a los modos de fallas contemplados en cada Departamento, así como también la frecuencia observada de cada uno de ellos (con base a la opinión de expertos del Departamento de Balanzas) y la celda del riesgo resultante correspondiente. Habiendo razonado todo lo anterior, las matrices de criticidad resultantes para cada caso se pueden detallar a continuación.

Prob.	Significado	Criticidad				
A	Casi nunca	[N]	[N]	21 [N]	[N]	18 19 [L] 20 [M]
B	Pocas veces	[N]	[N]	[N]	14 16 [L] 17 [M]	[M] 15 [M]
C	A menudo	[N]	[N]	[L]	[M]	12 [M] 11 [H] 13 [H]
D	Frecuentemente	[N]	[L]	[L]	7 [M]	6 9 [H] 10 [H] 8 [H]
E	Casi siempre	[N]	[L]	1 [M] 2 [H]	3 [H]	4 [H] 5 [VH]
Pérdidas Económicas		Ningún Impacto	Leve	Menor	Localizado	Mayor
Operatividad del Equipo		Ningún Efecto	Afecta Levemente	Afecta Moderadamente	Afecta Significativamente	Equipo con Parada Parcial
Preservación del equipo		Ningún Impacto	Afectada Levemente	Afectada Moderadamente	Daños Graves a Largo Plazo	Daños Graves al Mediano Plazo
Afectación de equipo a Operatividad del Departamento		Ningún Impacto	Leve	Menor	Moderada	Alta
Salud y Seguridad		Ninguna Lesión	Lesión Leve	Lesión Menor	Lesión Mayor	Entre 1-3 Fatalidades
Reputación Corporativa		Ningún Impacto	Impacto Leve	Impacto Limitado	Impacto Considerable	Mayor Nacional
Consecuencia		0	1	2	3	4

Figura 38: Matriz RAM indicativa de la criticidad de los modos de fallas más comunes del Departamento de Carnicería.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Prob.	Significado	Críticidad					
A	Casi nunca	[N]	[N]	[N]	18 [N] 20	19 [L] 22	21 [M]
B	Pocas veces	[N]	[N]	[N]	[L]	15 [M] 17	16 [M]
C	A menudo	[N]	[N]	[L]	14 [M]	10 12 [M] 13	11 [H]
D	Frecuentemente	[N]	[L]	[L]	9 [M]	7 [H] 8	6 [H]
E	Casi siempre	[N]	[L]	[M]	2 [H]	3 [H] 4	1 [VH] 5
Pérdidas Económicas		Ningún Impacto	Leve	Menor	Localizado	Mayor	Extenso
Operatividad del Equipo		Ningún Efecto	Afecta Levemente	Afecta Moderadamente	Afecta Significativamente	Equipo con Parada Parcial	Equipo Inoperativo
Preservación del equipo		Ningún Impacto	Afectada Levemente	Afectada Moderadamente	Daños Graves a Largo Plazo	Daños Graves al Mediano Plazo	Daños Graves Inmediatos
Afectación de equipo a Operatividad del Departamento		Ningún Impacto	Leve	Menor	Moderada	Alta	Crítica
Salud y Seguridad		Ninguna Lesión	Lesión Leve	Lesión Menor	Lesión Mayor	Entre 1-3 Fatalidades	Fatalidades Múltiples
Reputación Corporativa		Ningún Impacto	Impacto Leve	Impacto Limitado	Impacto Considerable	Mayor Nacional	Mayor Internacional
Consecuencia		0	1	2	3	4	5

Figura 39: Matriz RAM indicativa de la criticidad de los modos de fallas más comunes del Departamento de Charcutería.
Fuente: Elaboración Propia.

Prob.	Significado	Críticidad					
A	Casi nunca	[N]	[N]	15 [N]	13 [N] 14	[L]	[M]
B	Pocas veces	[N]	[N]	[N]	[L]	12 [M]	11 [M]
C	A menudo	[N]	[N]	[L]	8 9 [M] 10	7 [M]	[H]
D	Frecuentemente	[N]	[L]	[L]	[M]	4 5 [H] 6	[H]
E	Casi siempre	[N]	[L]	[M]	2 [H]	3 [H]	1 [VH]
Pérdidas Económicas		Ningún Impacto	Leve	Menor	Localizado	Mayor	Extenso
Operatividad del Equipo		Ningún Efecto	Afecta Levemente	Afecta Moderadamente	Afecta Significativamente	Equipo con Parada Parcial	Equipo Inoperativo
Preservación del equipo		Ningún Impacto	Afectada Levemente	Afectada Moderadamente	Daños Graves a Largo Plazo	Daños Graves al Mediano Plazo	Daños Graves Inmediatos
Afectación de equipo a Operatividad del Departamento		Ningún Impacto	Leve	Menor	Moderada	Alta	Crítica
Salud y Seguridad		Ninguna Lesión	Lesión Leve	Lesión Menor	Lesión Mayor	Entre 1-3 Fatalidades	Fatalidades Múltiples
Reputación Corporativa		Ningún Impacto	Impacto Leve	Impacto Limitado	Impacto Considerable	Mayor Nacional	Mayor Internacional
Consecuencia		0	1	2	3	4	5

Figura 40: Matriz RAM indicativa de la criticidad de los modos de fallas más comunes del Departamento de FRUVER.
Fuente: Elaboración Propia.

Prob.	Significado	Críticidad					
A	Casi nunca	[N]	[N]	[N]	10 [N]	[L]	11 [M]
B	Pocas veces	[N]	[N]	[N]	[L]	9 [M]	8 [M]
C	A menudo	[N]	[N]	[L]	[M]	6 [M]	7 [H]
D	Frecuentemente	[N]	[L]	[L]	[M]	4 [H]	5 [H]
E	Casi siempre	[N]	[L]	[M]	[H]	1 [H] 2	3 [VH]
Pérdidas Económicas		Ningún Impacto	Leve	Menor	Localizado	Mayor	Extenso
Operatividad del Equipo		Ningún Efecto	Afecta Levemente	Afecta Moderadamente	Afecta Significativamente	Equipo con Parada Parcial	Equipo Inoperativo
Preservación del equipo		Ningún Impacto	Afectada Levemente	Afectada Moderadamente	Daños Graves a Largo Plazo	Daños Graves al Mediano Plazo	Daños Graves Inmediatos
Afectación de equipo a Operatividad del Departamento		Ningún Impacto	Leve	Menor	Moderada	Alta	Crítica
Salud y Seguridad		Ninguna Lesión	Lesión Leve	Lesión Menor	Lesión Mayor	Entre 1-3 Fatalidades	Fatalidades Múltiples
Reputación Corporativa		Ningún Impacto	Impacto Leve	Impacto Limitado	Impacto Considerable	Mayor Nacional	Mayor Internacional
Consecuencia		0	1	2	3	4	5

Figura 41: Matriz RAM indicativa de la criticidad de los modos de fallas más comunes del Departamento de Pescadería.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Es necesario destacar que, en el análisis de criticidad, al menos 30% de los modos de fallas que se presentan de manera recurrente en todos los Departamentos se les atribuye un riesgo alto, por lo que se requiere la búsqueda de alternativas inmediatas para su solución. Dichos modos de fallas se pueden detallar en las siguientes tablas, para cada Departamento:



Tabla 4: Modos de fallas más críticos del Departamento de Carnicería, según Análisis RAM.

Equipo	Marca	Falla Funcional	Id	Modo de Falla	Posible Causa	Categoría
Balanza Colgante	CAS	La balanza no imprime tickets correctamente	3	El cabezal de impresión está rallado o quemado.	El operario ralla el cabezal con un cuchillo al cambiar el rollo de papel de impresión	MALA PRAXIS
Termoselladora	HEAT SEAL	El proceso de empaquetado no se realiza correctamente	4	La resistencia de la plancha no calienta.	La resistencia se sobrecargó por no apagar el equipo.	MALA PRAXIS
Balanza Colgante	CAS	La balanza no funciona	5	La tarjeta principal se quemó	Los insectos se "comen" los circuitos internos del equipo	FALTA DE ATENCIÓN
Balanza Colgante	CAS	La balanza no marca precios actualizados	6	La comunicación inalámbrica con el equipo presenta problemas	El servicio de internet está ralentizado/defectuoso	ORIGEN EXTERNO
Molino de Carne	HOBART	El equipo no funciona	8	Una de las fases del contactor no funciona	Se desconectó el cable del tomacorriente durante su funcionamiento	MALA PRAXIS
Rebanadora	KOLOSSAL	El equipo no enciende	9	El pulsador ON/OFF está defectuoso	Acumulación de grasa p/alimentos, o humedad	MALA PRAXIS
Termoselladora	HEAT SEAL	El equipo no enciende	10	El suiche de encendido está defectuoso	Acumulación de grasa p/alimentos, o humedad	MALA PRAXIS
Balanza Colgante	CAS	La balanza imprime tickets con fechas desfasadas de (vencimiento)	11	La fecha y hora del equipo esta desconfigurada	La pila de la balanza esta descargada	FALTA DE REPORTES
Sierra	HOBART	El equipo no enciende	13	Una fase del equipo no funciona	Se desconectó el cable del tomacorriente durante su funcionamiento	MALA PRAXIS

(Nota.): Elaboración Propia.

Tabla 5: Modos de fallas más críticos del Departamento de Charcutería, según Análisis RAM.

Equipo	Marca	Falla Funcional	Id	Modo de Falla	Posible Causa	Categoría
Empaq. Vacío	TECNOTRIP	El equipo no funciona.	1	El modo de bloqueo está activado.	Se alcanzó el número de ciclos tope de vacío.	FALTA DE ATENCIÓN
Balanza Colgante	CAS	La balanza no imprime tickets	2	El cabezal de impresión está rallado o quemado.	El operario ralla el cabezal con un cuchillo al cambiar el rollo de papel de impresión	MALA PRÁXIS
Balanza Colgante	CAS	La balanza no marca precios actualizados	3	La comunicación inalámbrica con el equipo presenta problemas	El servicio de internet está ralentizado/defectuoso	ORIGEN EXTERNO
Termoselladora	HEAT SEAL	El proceso de empaquetado no se realiza correctamente	4	La resistencia de la plancha no calienta.	La resistencia se sobrecargó por no apagar el equipo.	MALA PRAXIS
Empaq. Vacío	TECNOTRIP	El equipo no funciona.	5	El sensor de vacío no funciona correctamente	Fugas en el tubo de conexión al sensor de vacío	FALTA DE ATENCIÓN
Balanza Colgante	CAS	La balanza imprime tickets con fechas desfasadas de (vencimiento)	6	La fecha y hora del equipo esta desconfigurada	La pila de la balanza esta descargada	FALTA DE REPORTES
Rebanadora	HOBART	El equipo no funciona correctamente	7	El carro transportador se tranca durante el movimiento del operador	Falta de lubricación del eje	FALTA DE ATENCIÓN
Procesador de Vegetales	LA FELSINEA	El equipo no enciende	8	El pulsador ON/OFF no funciona/no responde	Acumulación de grasa p/alimentos, o humedad	MALA PRAXIS
Balanza Colgante	CAS	La balanza no funciona	11	La tarjeta principal se quemó	Los insectos se "comen" los circuitos internos del equipo	FALTA DE ATENCIÓN

(Nota.): Elaboración Propia.

Tabla 6: Modos de fallas más críticos del Departamento de FRUVER, según Análisis RAM.

Equipo	Marca	Falla Funcional	Id	Modo de Falla	Posible Causa	Categoría
Balanza Colgante	CAS	La balanza imprime tickets con fechas desfasadas de (vencimiento)	1	La fecha y hora del equipo esta desconfigurada	La pila de la balanza esta descargada	FALTA DE REPORTES
Balanza Colgante	CAS	La balanza no imprime tickets	2	El cabezal de impresión está rallado o quemado.	El operario ralla el cabezal con un cuchillo al cambiar el rollo de papel de impresión	MALA PRAXIS
Balanza Colgante	CAS	La balanza no marca precios actualizados	3	La comunicación inalámbrica con el equipo presenta problemas	El servicio de internet está ralentizado/defectuoso	ORIGEN EXTERNO
Termoselladora	HEAT SEAL	El proceso de empaquetado no se realiza correctamente	4	La resistencia de la plancha no caliente.	La resistencia se sobrecargó por no apagar el equipo.	MALA PRAXIS
Licudadora Industrial	METVISA	El equipo se tranca al operar	5	El rodamiento del motor está desgastado	Desgaste del rodamiento (fin de vida útil)	FALTA DE ATENCIÓN
Procesador de Vegetales	LA FELSINEA	El equipo no enciende	6	El pulsador ON/OFF no funciona/no responde	Acumulación de grasa p/alimentos	MALA PRAXIS

(Nota.): Elaboración Propia.

Tabla 7: Modos de fallas más críticos del Departamento de Pescadería, según Análisis RAM.

Equipo	Marca	Falla Funcional	Id	Modo de Falla	Posible Causa	Categoría
Balanza Colgante	CAS	La balanza no imprime tickets	1	El cabezal de impresión está rallado o quemado.	El operario ralla el cabezal con un cuchillo al cambiar el rollo de papel de impresión	MALA PRAXIS
Balanza Colgante	CAS	La balanza no marca precios actualizados	2	La comunicación inalámbrica con el equipo presenta problemas	El servicio de internet está ralentizado/defectuoso	ORIGEN EXTERNO
Balanza Colgante	CAS	La balanza imprime tickets con fechas desfasadas de (vencimiento)	3	La fecha y hora del equipo esta desconfigurada	La pila de la balanza esta descargada	FALTA DE REPORTES
Termoselladora	HEAT SEAL	El proceso de empaquetado no se realiza correctamente	4	La resistencia de la plancha no caliente.	La resistencia se sobrecargó por no apagar el equipo.	MALA PRAXIS
Empaq. Vacío	TECNOTRIP	El equipo no funciona.	5	El modo de bloqueo está activado.	Se alcanzó el número de ciclos tope de vacío.	FALTA DE ATENCIÓN
Sierra	HOBERT	El equipo no enciende	7	Una fase del equipo no funciona	Se desconecto el cable del tomacorriente durante su funcionamiento	MALA PRAXIS

(Nota.): Elaboración Propia.

En cuanto a las categorías referentes a las causas generadoras de los modos de fallas críticos desprendidos del análisis anterior estos pueden resumirse de acuerdo a lo que se muestra en el siguiente gráfico:

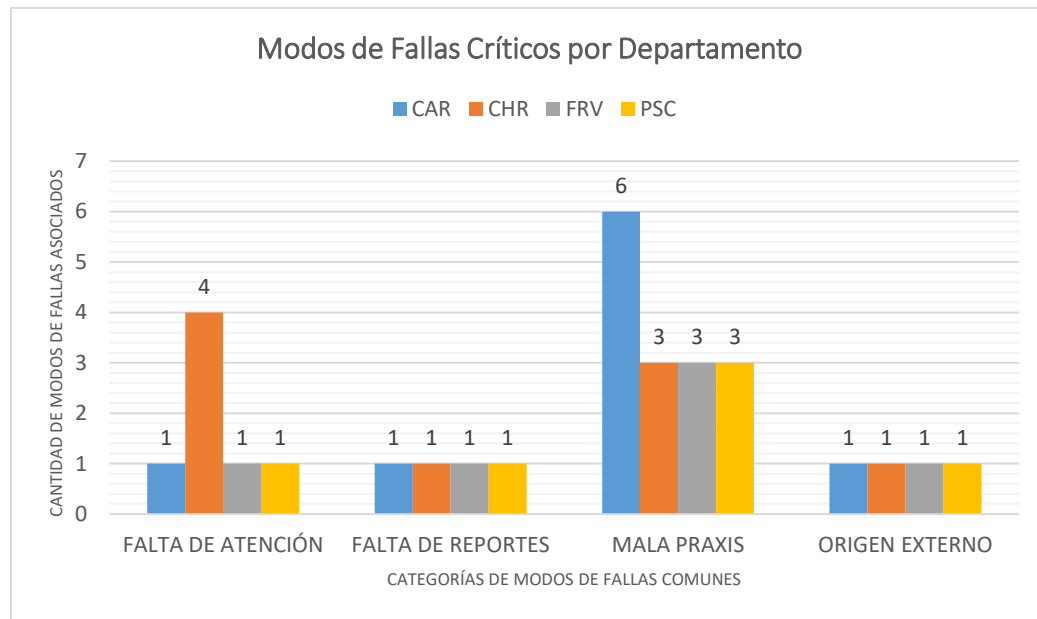


Figura 42: Gráfico ilustrativo de las incidencias de las causas-raíz asociadas a los modos críticos de fallas, desprendidos del análisis RAM.

Fuente: Elaboración Propia.

Resulta evidente que el mal proceder del personal operativo incide de manera apreciable en la generación de las fallas más críticas que surgen en los equipos de cada uno de los Departamentos estudiados. Además, para el Departamento de Charcutería, la falta de atención que da pie al surgimiento de fallas en los equipos resulta también un factor predominante en la criticidad de las mismas.

Sin embargo, también se puede apreciar que para todos los Departamentos existen modos de fallas críticos que son comunes entre sí, por lo que las alternativas de solución a determinar serán iguales para cada caso. Consolidando los modos de fallas comunes entre Departamentos, la tabla resultante del análisis realizado anteriormente queda como sigue a continuación:

Tabla 8: Consolidado de los modos de fallas críticos desprendidos del análisis RAM para todos los Departamentos.

Dpto.	Equipo	Marca	Falla Funcional	Modo de Falla	Posible Causa	Categoría
TODOS	Termoselladora	HEAT SEAL	El proceso de empaquetado no se realiza correctamente	La resistencia de la plancha no calienta.	La resistencia se sobrecargó por no apagar el equipo.	MALA PRAXIS
TODOS	Balanza Colgante	CAS	La balanza no marca precios actualizados	La comunicación inalámbrica con el equipo presenta problemas	El servicio de internet está ralentizado/defectuoso	ORIGEN EXTERNO
TODOS	Balanza Colgante	CAS	La balanza imprime tickets con fechas desfasadas de (vencimiento)	La fecha y hora del equipo esta desconfigurada	La pila de la balanza esta descargada	FALTA DE REPORTES
CHR, FRV, PSC	Balanza Colgante	CAS	La balanza no imprime tickets	El cabezal de impresión está rallado o quemado.	El operario ralla el cabezal con un cuchillo al cambiar el rollo de papel de impresión	MALA PRAXIS
CAR, CHR	Balanza Colgante	CAS	La balanza no funciona	La tarjeta principal se quemó	Los insectos se "comen" los circuitos internos del equipo	FALTA DE ATENCIÓN
CAR, PSC	Sierra	HOBART	El equipo no enciende	Una fase del equipo no funciona	Se desconecto el cable del tomacorriente durante su funcionamiento	MALA PRAXIS
CHR, PSC	Empaq. Vacío	TECNOTRIP	El equipo no funciona.	El modo de bloqueo está activado.	Se alcanzó el número de ciclos tope de vacío.	FALTA DE ATENCIÓN
CHR, FRV	Procesador de Vegetales	LA FELSINEA	El equipo no enciende	El pulsador ON/OFF no funciona/no responde	Acumulación de grasa p/alimentos, o humedad	MALA PRAXIS
CAR	Balanza Colgante	CAS	La balanza no imprime tickets correctamente	El cabezal de impresión está rallado o quemado.	El operario ralla el cabezal con un cuchillo al cambiar el rollo de papel de impresión	MALA PRAXIS
CAR	Molino de Carne	HOBART	El equipo no funciona	Una de las fases del contactor no funciona	Se desconecto el cable del tomacorriente durante su funcionamiento	MALA PRAXIS
CAR	Rebanadora	KOLOSSAL	El equipo no enciende	El pulsador ON/OFF está defectuoso	Acumulación de grasa p/alimentos, o humedad	MALA PRAXIS
CAR	Termoselladora	HEAT SEAL	El equipo no enciende	El suiche de encendido está defectuoso	Acumulación de grasa p/alimentos, o humedad	MALA PRAXIS
CHR	Empaq. Vacío	TECNOTRIP	El equipo no funciona.	El sensor de vacío no funciona correctamente	Fugas en el tubo de conexión al sensor de vacío	FALTA DE ATENCIÓN
CHR	Rebanadora	HOBART	El equipo no funciona correctamente	El carro transportador se tranca durante el movimiento del operador	Falta de lubricación del eje	FALTA DE ATENCIÓN
FRV	Licuada Industrial	METVISA	El equipo se tranca al operar	El rodamiento del motor está desgastado	Desgaste del rodamiento (fin de vida útil)	FALTA DE ATENCIÓN

(Nota.) Elaboración Propia.

De esa manera, se consolidan un total de quince (15) modos de fallas de criticidad alta entre todos los Departamentos estudiados. Finalmente, de los resultados desprendidos del análisis de criticidad, se aplica la técnica de Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF), la cual sirve como base para el ofrecimiento de alternativas de solución que permitan mitigar la frecuencia con la que estos eventos físicos causantes de las fallas funcionales de los equipos se presenten en los Departamentos de trabajo.

El análisis AMEF se puede observar en la sección G.10 del tomo de Anexos, el cual considera en primera instancia aquellos modos de fallas cuya causa-raíz no se deba al mal proceder del personal operativo, ya que estos se someterán a un análisis particular cuyos resultados se explicarán en el capítulo siguiente.

CAPÍTULO VII

PROPUESTAS DE MEJORA

El presente capítulo está enfocado a la explicación de las alternativas de solución, las cuales representan las propuestas de mejora que son la razón de ser del presente Trabajo Especial de Grado, con el fin de mitigar las incidencias de las fallas funcionales que experimentan los equipos de cada uno de los Departamentos de la Sucursal 50 de Central Madeirense, tomando en consideración las causas-raíz de tales eventos físicos. Asimismo, este capítulo contempla el diseño propuesto de los Formatos de Control para la realización de las tareas derivadas del mantenimiento preventivo y del análisis AMEF, realizados en secciones anteriores.

Por último, este capítulo abarca el análisis resultante de la factibilidad económica que permite definir si la implementación de las propuestas de mejora en cuestión resulta factible o no a la empresa, tomando en consideración los costos derivados que implica la ejecución de las mismas.

7.1.- Guías Rápidas para el buen manejo y preservación de los equipos

Del análisis de criticidad realizado en la sección anterior, se pudo evidenciar que el proceder indebido e incorrecto por parte del personal que labora en los Departamentos de la Sucursal es un factor seriamente importante e influyente en la generación de fallas funcionales en los distintos tipos de equipos contemplados en el presente estudio. Por tal motivo, se crearon manuales de procedimientos sencillos dirigidos a referido personal –a modo de guías rápidas – que contemplen las buenas prácticas establecidas tanto por los fabricantes como por el personal experto del Departamento de Balanzas, contribuyendo de esta manera la preservación de tales equipos, garantizando que los procesos inherentes sean realizados sin interrupciones imprevistas y así la producción de cada Departamento no se vea comprometida.

Estas guías rápidas se colocarían en cada uno de los Departamentos en lugares próximos a la ubicación respectiva del equipo contemplado, permitiéndole al operador una visibilidad constante de cómo debe ser el correcto accionar con el equipo. Las guías

rápidas de cada equipo se pueden observar en las secciones H.1-H.12 del tomo de Anexos.

7.2.- Procedimientos Operativos Estándar (POE)

Los procedimientos operativos estándar –o POE – descritos a continuación consisten en la realización paso a paso de las tareas desprendidas del análisis AMEF comentado en la sección 6.2 del presente Trabajo Especial de Grado (véase resultados de este análisis en la sección G.10 del tomo Anexos). Estos POE, además, incluyen la descripción de la actividad con su tiempo estándar de ejecución³⁷, así como también los recursos necesarios para su realización en términos de materiales, herramientas y mano de obra.

Esta información plasmada en los POE representaría una base de datos importante referente a las actividades de mantenimiento porque le permitiría al personal relevo de mantenimiento disponer del conocimiento necesario en cuanto a cómo realizarlas, además de constituir el punto de partida para el mejoramiento continuo de la forma en que son ejecutadas dichas actividades.

Los POE en cuestión pueden visualizarse en el tomo de Anexos, a partir de la sección H.1. Sin embargo, en la figura 43 se muestra el diseño del formato de estos procedimientos:

7.3.- Programación de las Actividades y Tareas de Mantenimiento

El cronograma de actividades y tareas propuesto a continuación permitiría minimizar la frecuencia de generación de las fallas funcionales causadas tanto por la ausencia de reportes de fallas que el responsable de la Sucursal (Gerente/Subgerente) debía generar, como por la falta de atención oportuna debida exclusivamente a que el personal encargado del mantenimiento de los equipos no había realizado visitas a la

³⁷ Este tiempo estándar de la actividad fue definida con base en la opinión del personal experto de mantenimiento (Departamento de Balanzas).

 Viva mejor por menos		PROCEDIMIENTO OPERATIVO ESTÁNDAR (POE)	
PERÍODO DE VIGENCIA DEL PROCEDIMIENTO OPERATIVO:		Julio 2018 - Junio 2019	
ELABORADO POR:	Marco Zambrano	FECHA DE ELABORACIÓN	14/5/2018
REVISADO POR:	Ing. Eriks Garizábalo	APROBADO POR:	Gerencia de Mtto.
NOMBRE DEL EQUIPO A REVISAR:			
MARCA:		MODELO:	
DESCRIPCIÓN DE LA TAREA:			
CÓDIGO DE LA TAREA:		TIEMPO ESTIMADO:	
PASOS A REALIZAR			
RECURSOS EMPLEADOS			
MATERIALES Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	UDM	MANO DE OBRA
OBSERVACIONES:			
TAREA REALIZADA POR:		FIRMA DEL RESPONSABLE:	

Figura 43: Formato de los POE para las tareas desprendidas del análisis AMEF.
Fuente: Elaboración Propia.

Sucursal para las inspecciones pertinentes. Este cronograma de actividades y tareas incluye las actividades de mantenimiento preventivo propuestas en la sección 5.2 del presente trabajo y las tareas resultantes del análisis AMEF realizado en el capítulo anterior.

Como parte de las buenas prácticas para una buena programación del mantenimiento, resulta menester diseñar en primer lugar un sistema de codificación de las actividades y tareas de mantenimiento comentadas anteriormente, de tal manera que pueda consolidarse la mayor cantidad de información representativa posible de dichas actividades y puedan ser enlistadas en el cronograma en cuestión.

7.3.1.- Codificación de las Actividades de Mantenimiento Preventivo

La codificación de las actividades de mantenimiento preventivo, así como de las tareas desprendidas del análisis AMEF, permite resumir la mayor cantidad de información posible en un código alfanumérico. De esa manera, el cronograma de las actividades de mantenimiento enlistará dichas actividades considerando solo su codificación respectiva. En este caso, la codificación estará compuesta por los siguientes ocho (8) campos o niveles:

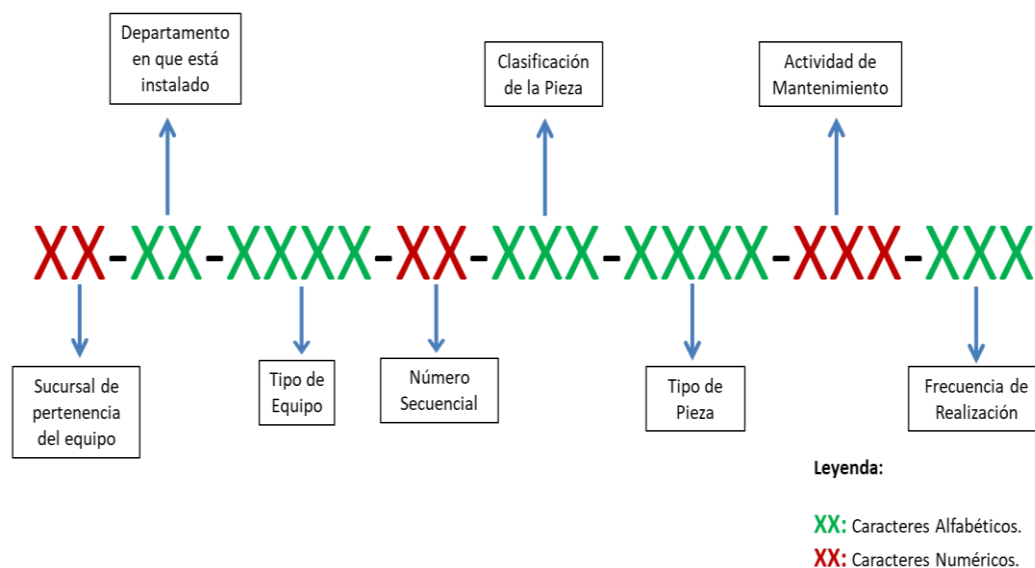


Figura 44: Formato de la Codificación de las Actividades de Mantenimiento Preventivo.

Fuente: *Elaboración Propia.*

7.2.1.1.- Sucursal de Pertenencia del Equipo

Es simplemente la Sucursal en la que se ubica el equipo al que se le realizará el mantenimiento. La propuesta de codificación se basará en los equipos menores de la Sucursal que se estudia en el presente Trabajo Especial de Grado (Sucursal 50).

7.2.1.2.- Departamento de Pertenencia

Corresponde al departamento en que está instalado el equipo a mantener. De acuerdo con los Departamentos contemplados en el presente estudio, los posibles valores que puede tener este nivel son los siguientes:

Tabla 9: Códigos representativos de los Departamentos de pertenencia.

Departamento	Código
Carnicería	03
Charcutería	04
Pescadería	12
FRUVER	06

(Nota.) Elaboración Propia.

7.2.1.3.- Tipo de Equipo

En este nivel se describe el tipo de equipo que se va a mantener. Los posibles valores que puede tener este campo se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 10: Codificación de los tipos de equipos.

Tipo Equipo	Código
Balanza Colgante	BALN
Rebanadora	REBA
Sierra	SIRR
Molino Rallador	MOLR
Rallador	RALL
Termoselladora de PVC	TERM
Empaquetadora al Vacío	EMPV
Exprimidor de Jugos	EXJU
Licuada Industrial	LCIN
Molino de Carne	MOLC

(Nota.) Elaboración Propia.

El número secuencial tiene efecto cuando se traten sobre otros equipos del mismo tipo y en el mismo departamento.

7.2.1.4.- Clasificación de la Pieza

Esta clasificación compagina con la que el AEERR organiza su inventario de repuestos, partes y piezas disponibles en stock, de modo que incluir este campo en la codificación propuesta permitiría hallar con mayor rapidez en el almacén la pieza que va a ser objeto de sustitución (en caso de que aplique).

En este nivel, los posibles valores a contemplarse son los siguientes:

Tabla 11: Clasificación de las piezas a someterse al mantenimiento.

Clasificación	Código
Ferretería	FER
Electricidad	ELE
No Aplica	N/A

(Nota.) Elaboración Propia.

La opción “N/A” se aplica, por ejemplo, cuando la actividad de mantenimiento preventivo o la tarea consiste en la limpieza profunda de un equipo, la cual no implica cambio o reposición de alguna pieza.

7.2.1.5.- Tipo de Pieza

Es la pieza que será cambiada o trabajada durante el desarrollo de la actividad de mantenimiento. En las secciones J.1-J.10 del tomo de Anexos se tiene el detalle de los valores que puede contemplar este nivel de la codificación.

7.2.1.6.- Actividad de Mantenimiento Preventivo

Es la actividad de mantenimiento que se va a desarrollar en el equipo en cuestión. En la sección H.2 del tomo de Anexos se tiene el resumen de los posibles valores (numéricos) que puede adquirir este campo.

7.2.1.7.- Frecuencia de Realización

Es la frecuencia con la que la actividad de mantenimiento preventivo o la tarea encomendada debe realizarse, en términos de un espacio temporal (diaria, semanal, quincenal, etc.).

En la sección correspondiente al tomo de Anexos (sección H.3), se puede visualizar la tabla-resumen contenedora de los valores (de tipo alfabético) que puede tomar este campo.

Un ejemplo ilustrativo de esta codificación se puede visualizar en la siguiente figura:

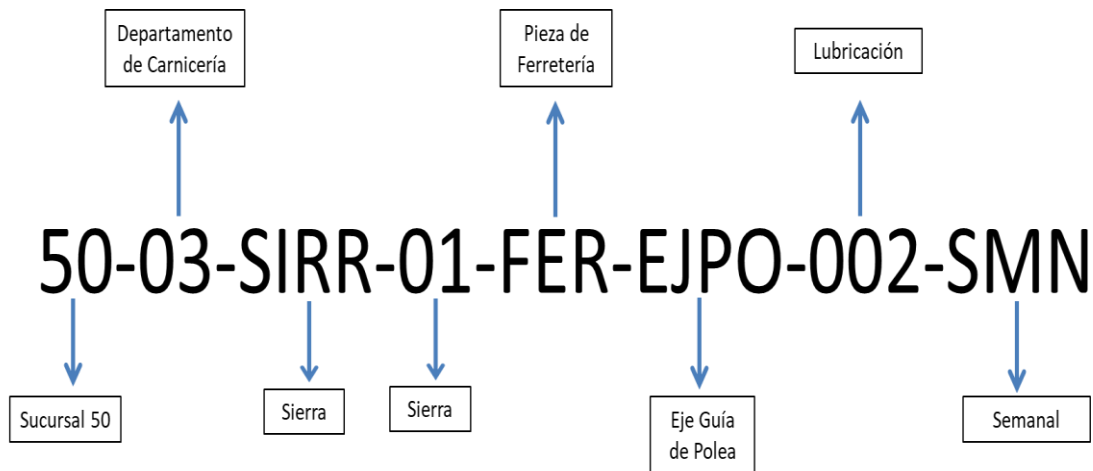


Figura 45: Ejemplo ilustrativo de la codificación de una actividad de mantenimiento, que consiste en la lubricación del eje guía de una de las poleas de la Sierra, marca "Hobart".

Fuente: *Elaboración Propia.*

7.3.2.- Cronograma de Actividades y Tareas de Mantenimiento

El diseño del cronograma de las actividades y tareas de mantenimiento fue generado tomando en consideración los tiempos estándar de cada actividad y su frecuencia de realización. Asimismo, fue considerada una holgura de tiempo suficiente para evitar el sobreesfuerzo por parte del personal encargado de realizar estas labores, pero también fue evadida cualquier posibilidad de solapamiento de dichas actividades a lo largo del tiempo.

Este cronograma tomó un horizonte de proyección temporal anual, es decir, fue contemplada la realización de todas estas actividades a lo largo de un año completo. Todos estos detalles pueden apreciarse a partir de la sección K.1 del apartado de Anexos, para cada tipo de equipo estudiado.

7.4.- Formatos de Control de las Actividades de Mantenimiento

Como parte de las prácticas correctas para una buena gestión de mantenimiento en cualquier organización, y con el fin de garantizar el control y seguimiento de las actividades y tareas de mantenimiento encomendados, se presenta el diseño de los formatos de control que permite tales planteamientos. Específicamente se hace

referencia en este caso a los formatos correspondientes a las Órdenes de Trabajo (O/T) y a los Informes de Trabajo Realizado (ITR).

Las O/T representan el medio por el cual la Gerencia de Mantenimiento asigna al personal del Departamento de Balanzas los trabajos demandados por las Sucursales, bienes sean de mantenimiento de tipo preventivo o correctivo. Este documento le permite a la Gerencia tener un debido control de dichas asignaciones con el registro asociado y, a su vez, le permite al personal encargado tener información detallada sobre el trabajo asignado incluyendo el tipo de equipo, el código de la actividad (en caso de ser un mantenimiento preventivo) o la información de la falla (mantenimiento correctivo), los materiales necesarios para solventar el incidente, entre otros detalles importantes.

En el caso de los ITR, estos son llenados por el personal responsable de llevar a cabo la actividad de mantenimiento, sirviendo como aval del cumplimiento de la misma y así también permite tener control en cuanto al tiempo consumido para su finalización, de modo que los tiempos estándares definidos previamente puedan ser sometidos a estudios y así aumentar la eficiencia de resolución. Estos reportes serían entregados a la Gerencia de Mantenimiento, los cuales incluyen en su composición un campo para indicar qué materiales estuvieron disponibles y para indicar algunas observaciones importantes para el personal, resultantes de la actividad ejecutada.

Estos formatos pueden apreciarse en las secciones L.1 y L.2 del tomo de Anexos.

7.5.- Fichas Técnicas de los Equipos

La existencia de fichas técnicas que permitan describir detalladamente a los equipos permite establecer con exactitud las partes, piezas y repuestos más comunes a sustituir en los mismos. Esta información le permitiría al AEERR depurar la existencia de artículos cuya rotación sea nula, causada porque los equipos correspondientes no son utilizados en la Sucursal, implicando la no-utilización de los mismos. Además, esta información permite mitigar las incidencias de entregas erróneas de artículos solicitados por parte del almacén a los clientes, contribuyendo a la realización oportuna de las labores de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

En el tomo de Anexos a partir de la sección M.1, se pueden revisar y detallar las fichas técnicas asociadas a todos y cada uno de los tipos de equipos contemplados en el presente Trabajo Especial de Grado.

7.6.- Niveles de Inventario en Stock a mantener para la realización de las Actividades

Para garantizar el debido cumplimiento y ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo propuestos en el presente Trabajo Especial de Grado, sabiendo que la planificación de estas actividades forma parte de las buenas prácticas de una correcta gestión de mantenimiento, se definieron los niveles de inventario en stock necesarios a disponer en el AEERR, de manera que el servicio prestado por su parte hacia los encargados de realizar las labores de mantenimiento de los equipos sea oportuno.

Los niveles de inventario de repuestos, partes y piezas necesarios a mantener en stock propuestos fueron definidos para el cumplimiento de las actividades y tareas de mantenimiento en un horizonte temporal de un año. Dicho inventario se detalla en la sección N del tomo de Anexos, en forma de tabla, la cual el nombre del artículo, su descripción, el área del AEERR al que pertenece y la cantidad propuesta con su unidad de medición (UDM).

7.7- Indicadores de Gestión de Mantenimiento

Los indicadores clave de desempeño propuestos a continuación permitirían realizar el debido control y seguimiento de las actividades en general realizadas por el Departamento de Balanzas y por la Gerencia de Mantenimiento como un todo, de tal manera que los resultados obtenidos con ellos sirvan como fuente importante de información útil para la toma de decisiones que contribuyan con el mejoramiento continuo de la gestión de mantenimiento en cuestión, afectando de manera positiva al resto de eslabones de la cadena de suministro, como lo viene siendo la producción y las ventas de la Sucursal objeto de estudio.

Estos indicadores serían inicializados una vez se hayan implementado las mejoras establecidas en las secciones anteriores del presente capítulo. Cuando el proceso se inicia es necesario monitorear el proceso alcanzado a través de comparaciones a lo largo del tiempo y observaciones, hechos que permitan establecer parámetros que puedan definir el desempeño sin sesgo alguno y así determinar si se han visto mejoras significativas con respecto al inicio del periodo de control y seguimiento.

A continuación, la propuesta de indicadores clave de desempeño antes referida:

7.7.1.- Disponibilidad Operativa

La disponibilidad operativa es un indicador importante en la gestión de mantenimiento, el cual explica qué tan disponible está un equipo para realizar los trabajos para los cuales fue instalado. Se propone que el período para analizar este indicador sea mensual, contabilizando las horas calendario de ese período y restando todas las horas en que el equipo en cuestión estuvo detenido por intervenciones inherentes al mantenimiento del mismo. Estas intervenciones son todas las que conllevaron a tiempos de detención, como mantenimientos de inmediata atención, mantenimientos correctivos, mantenimientos programados, etc.

La expresión para el cálculo de este indicador de gestión es la siguiente:

$$\text{Disponibilidad (equipo)} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas por parada de mtto.}}{\text{Horas Totales}} \quad (8)$$

Las horas totales corresponden al tiempo total de las jornadas laborales consideradas en el período de estudio, las cuales, por tratarse de un período de estudio mensual, el tiempo estipulado sería producto de la multiplicación de los treinta (30) días que compone un mes por las siete (7) horas efectivas en las que son utilizados los equipos en las jornadas diarias, dando un resultado total de 2100 horas totales mensuales.

Para determinar la disponibilidad total de los equipos del mismo tipo por cada Departamento, la expresión a utilizar en este caso resulta de la siguiente manera:

$$\text{Disponibilidad Total}_{\text{Dpto } i}(\text{equipo}) = \frac{\sum \text{Disponibilidad}(\text{equipo})}{\text{Número de Equipos en el Dpto } i} \quad (9)$$

Esta disponibilidad total por equipo corresponde a un valor promedio, el cual permite tener una idea de qué tanto el equipo en cuestión está disponible para realizar las labores encomendadas en el Departamento en que está instalado.

7.7.2.- Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)

El tiempo medio entre fallas (o por sus siglas en inglés – “*Mean Time Between Failures*”) es un indicador que permite conocer la frecuencia promedio de fallas; esto es, qué tanto tiempo ocurre para que una falla se presente de manera consecutiva (tiempo promedio entre fallas seguidas). La expresión matemática para el cálculo de este indicador clave es la siguiente:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Horas Totales del Período Estudiado}}{\text{Número de Averías y/o fallas presentadas}} \quad (10)$$

Este indicador resultaría útil como punto de partida para la evaluación y diagnóstico del accionar del personal operativo con los equipos de la Sucursal, así como también sería de gran utilidad para el estudio estadístico de la incidencia de fallas, la cual serviría como base para la definición de las actividades de mantenimiento preventivo de tipo predictivo, por lo que se sugiere una frecuencia de aplicación trimestral.

7.7.3.- Tiempo Medio para Reparación (MTTR)

El tiempo medio para reparación de fallas (o por sus siglas en inglés – “*Mean Time to Repair*”) indica la importancia de las averías y/o fallas que se producen en un equipo, considerando el tiempo medio hasta su solución. Este indicador le permite al Departamento de Balanzas actuar para reducir los tiempos en que un equipo está parado por un accionar correctivo.

El cálculo del *MTTR* parte de la siguiente expresión matemática:

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Horas invertidas para la reparación de un equipo}}{\text{Número de Averías y/o fallas presentadas}} \quad (11)$$

7.7.4.- Eficacia de la Planificación (EDP)

La eficacia de la planificación es un indicador cuyo significado expresa el grado de acierto de la planificación de mantenimiento en términos del cumplimiento de las actividades planificadas y programadas por parte del personal del Departamento de Balanzas. La expresión matemática de este indicador no es más que la proporción de órdenes que se terminaron en la fecha programada o con anterioridad, sobre el total de órdenes generadas.

En la ecuación (12) se resume la explicación anteriormente mostrada:

$$\text{EDP} = \frac{\text{Número de Órdenes Culminadas}}{\text{Número de Órdenes Totales}} \quad (12)$$

La aplicación de este indicador se realiza en un horizonte temporal determinado, por lo que se recomienda que sea utilizado bajo una frecuencia mensual. El valor aceptable para este indicador es de 0,90 (90%). El término complementario de este indicador demuestra el índice de tareas retrasadas de mantenimiento preventivo por lo que, si el EDP es menor a 90%, el cumplimiento de las actividades resulta deficiente por lo que se requiere de un estudio de la programación existente de las mismas.

El índice de tareas retrasadas de mantenimiento preventivo (ITR) se calcula como sigue:

$$\text{ITR} = 1 - \text{EDP} = \frac{\text{Número de Órdenes no Culminadas}}{\text{Número de Órdenes Totales}} \quad (13)$$

7.7.5.- Fallas no Detectadas con el Mantenimiento Preventivo (FND MP)

Las fallas no detectadas con el mantenimiento preventivo es un indicador clave de desempeño del área de mantenimiento, el cual permite manifestar deficiencias dentro de la planificación de las actividades de mantenimiento existentes, las cuales tendrían que ser revisadas y planificadas nuevamente.

La ecuación para el cálculo de este indicador clave de desempeño se puede apreciar como sigue:

$$\text{FND MP} = \frac{\text{O/T decretadas de inm. atención}}{\text{Total O/T generadas}} \quad (14)$$

7.7.6.- Índice de Utilización de los Equipos

Este indicador de gestión de mantenimiento mide la operatividad real que presenta un equipo de los distintos Departamentos que compone la Sucursal, es decir, si el equipo está siendo realmente utilizado por el personal operativo o no.

Un índice de utilización bajo implica que el tipo de equipo en cuestión tiene altos tiempos de parada en cada jornada laboral, por lo que la probabilidad de ocurrencia de una avería o falla aumenta significativamente. En ese caso, se sugiere reubicar el equipo en cuestión a otro Departamento, o en su defecto, a otra Sucursal que presente déficit de existencias del equipo, implicando embotellamientos en los procesos productivos inherentes a cualquiera de los Departamentos de la Sucursal destino.

La expresión matemática principal para el cálculo de este indicador se puede apreciar en la ecuación (8).

$$\text{Utilización (equipo)} = \frac{\text{Tiempo de Funcionamiento del Equipo}}{\text{Tiempo total}} \quad (15)$$

El tiempo total corresponde al tiempo de la jornada laboral diaria, de 420 minutos (7 horas efectivas). Se sugiere la aplicación de este indicador bajo una frecuencia semanal.

Para conocer la utilización promedio de un tipo de equipo instalado en un Departamento en particular, se cuenta con la siguiente expresión matemática:

$$\text{Utilización Total}_{\text{Dpto. i}}(\text{equipo}) = \frac{\sum \text{Utilización (equipo)}}{\text{Número de Equipos en el Dpto. i}} \quad (16)$$

7.8.- Estudio de Factibilidad Económica

Con el objetivo de analizar la factibilidad del plan de mantenimiento propuesto, se calcularon los costos pertinentes al inventario de partes, piezas y repuestos requeridos a mantener en stock y la mano de obra que se debe contar para la ejecución de las actividades y tareas de mantenimiento definidas en secciones anteriores de este capítulo.

7.8.1.- Costos asociados al Inventario en Stock requerido

El estudio económico del inventario propuesto de partes, piezas y repuestos, así como de las herramientas necesarios a mantener en stock estuvo basado en el cálculo del precio unitario de cada artículo, el cual fue extraído de la base de datos de proveedores suministrada por Central Madeirense. Este costo puede detallarse en la sección O.1 del tomo de Anexos, cuyo valor total llega a los **Bs.3.338.752.000,00**.

En cuanto a la depreciación de las herramientas utilizadas para la realización de las actividades y tareas de mantenimiento, se hizo uso del método de línea recta considerando el valor inicial de la herramienta y la vida útil de cada artículo (suponiendo un valor de rescate nulo).

Para la determinación de la depreciación de las herramientas a utilizar en las rutinas de mantenimiento, se consideraron 48 semanas al año, 5 días a la semana y 7 horas diarias. Dicho valor, que deriva del uso de las herramientas en las actividades y tareas de mantenimiento propuestas resulta ser igual a **Bs.666.315,05**. En la sección O.2 del tomo de Anexos, se puede detallar el cálculo de este valor.

7.8.2.- Costos derivados de la Mano de Obra requerida

7.8.2.1.- Mano de Obra Requerida

El personal encargado de realizar las actividades y tareas de mantenimiento preventivo debe contar con el siguiente perfil:

- Tener experiencia en mantenimiento de equipos mecánicos.
- Conocimientos electromecánicos.

- Capacidad para trabajar en equipo.
- Destrezas en el uso de herramientas para la ejecución de las rutinas planificadas.
- Condiciones físicas para el trabajo a realizar.
- Habilidades de observación para detectar fallas que se puedan presentar en los equipos.
- Enfoque lógico y metódico para la resolución de problemas.
- Capacidad de redacción de informes sobre las actividades efectuadas.

7.8.2.2.- Horas-Hombre Disponibles para las Actividades y Tareas de Mantenimiento

De acuerdo a la plantilla mostrada en la sección A.1 del tomo de Anexos del personal perteneciente al Departamento de Balanzas, y con base en la jornada laboral diaria de la Gerencia de Mantenimiento (5 días semanales, 7 horas por día), se calculan las horas-hombre disponibles para la realización de las actividades y tareas de mantenimiento. Sin embargo, resulta importante destacar que este personal se encarga de realizar los trabajos de mantenimiento en los equipos de las Sucursales del territorio nacional, por lo que esta fuerza de trabajo disponible está repartida entre las mismas. En ese caso, se asumirá una repartición equitativa entre las 29 Sucursales existentes en la Gran Caracas (son las Sucursales en las que el personal en cuestión realiza sus rutinas de mantenimiento), de modo que la fuerza de trabajo disponible resulta ser igual a **13,28 horas semanales/Sucursal** (385 horas totales semanales/29 Sucursales).

El cálculo anterior se puede observar en la sección O.3 del tomo de Anexos.

7.8.2.3.- Horas-Hombre Requeridas para las Actividades y Tareas de Mantenimiento

Para definir el tamaño del personal de mantenimiento requerido para la ejecución de las actividades y tareas de mantenimiento propuestas en el presente Trabajo Especial de Grado, se debe calcular en primer lugar el total de horas-hombre requeridas para tal propósito. Este cálculo toma en consideración el tiempo estándar de la actividad correspondiente a cada trabajo, así como también la frecuencia de realización, y estas se

extrapolan a un horizonte de tiempo anual. La siguiente tabla resume todo lo explicado anteriormente:

Tabla 12: Horas-Hombre Requeridas para la realización de las Actividades y Tareas de Mantenimiento.

Equipos	Horas-Hombre Requeridas	Cantidad	Horas-Hombre Totales
Balanza Colgante	21	8	168
Molino de Carne	19	1	19
Sierra	36	1	36
Rebanadora	14	6	82
Termoselladora	11	7	78
Empaquetadora al Vacío	21	3	62
Molino Rallador	5	1	5
Rallador	2	1	2
Exprimidor de Jugos	0	1	0
Licuadora Industrial	13	1	13
Tiempo Total Semanal			9,66

(Nota.) Elaboración Propia.

Se puede comprobar entonces que, partiendo de la premisa de la repartición de horas-hombre disponibles entre las 29 Sucursales de la Región Capital, se tiene un excedente de fuerza de trabajo disponible con respecto a la requerida. De esta manera, se calcula entonces la cantidad de personal requerido para el cumplimiento de las rutinas de mantenimiento en cuestión, partiendo de la siguiente ecuación:

$$\text{Mano de Obra Requerida} = \frac{9,66 \text{ H} - \text{H}}{\text{Semana}} \times \frac{1 \text{ Semana}}{5 \text{ días}} \times \frac{7 \text{ horas}}{\text{día}} \approx 1 \text{ hombre} \quad (17)$$

Lo anterior indica que la fuerza de trabajo disponible resulta ser suficiente para el cumplimiento de las actividades y tareas de mantenimiento establecidas.

Teniendo a la mano la información anterior, se procede a calcular los costos asociados a la mano de obra disponible para realizar las actividades y tareas de mantenimiento, tomando como base el salario diario de un técnico especializado tipo 2, registrado por el Colegio de Ingenieros de Venezuela. Adicionalmente, se tomaron en

cuenta los costos de los distintos beneficios que aporta la empresa a los trabajadores con base a la Ley del Trabajo existente en el momento de realizar el presente estudio, así como también las obligaciones laborales que se deben por cada trabajador. Los cálculos respectivos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 13: Costos asociados a la Mano de Obra Disponible.³⁸

Concepto	Costo Asociado
Salario Diario Técnico Especializado II	Bs.178.333,33
Salario Básico Mensual 2018	Bs.5.350.000,00
Beneficio de Alimentación Mensual	Bs.1.555.500,00
Salario Básico Anual	Bs.64.200.000,00
Beneficio de Alimentación Anual	Bs.18.666.000,00
INCES (2%)	Bs.1.284.000,00
Seguro Social Obligatorio IVSS (12%)	Bs.7.704.000,00
FAOV (BANAVIH)	Bs.7.704.000,00
Vacaciones (15 días/año)	Bs.2.675.000,00
Bono Vacacional (15 días/año)	Bs.2.675.000,00
Utilidades (75 días/año)	Bs.13.375.000,00
Prestaciones Sociales (60 días/año)	Bs.10.700.000,00
Costo Anual Mano de Obra/Hombre	Bs.136.066.833,33
Número de Operarios (Técnicos Especializados II)	11
Costo Total Anual Mano de Obra	Bs.1.496.735.166,67
Costo Total Anual Mano de Obra (DICOM)	\$12.472,79

(Nota.) Elaboración Propia.

Finalmente, el costo total que deriva implementar el plan de mantenimiento propuesto al cabo de un año, se resume en la siguiente tabla:

³⁸ Los montos expresados en moneda fuerte fueron estimados con base en data histórica de la tasa cambiaria establecida por el Sistema de Divisas de Tipo de Cambio Complementario (DICOM), para los años 2018 y 2019, según corresponda.

Tabla 14: Costo total del plan de mantenimiento propuesto.

Costo Total del Plan de Mantenimiento Propuesto	
Costo Total Anual Mano de Obra	Bs.1.496.735.166,67
Costo Anual del Inventario en Stock	Bs.3.338.752.000,00
Depreciación Herramientas	Bs.666.315,05
COSTO TOTAL ANUAL	Bs.4.836.153.481,72
COSTO TOTAL ANUAL (DICOM)	\$82.989,78

(Nota.) Elaboración Propia.

Al disponer de toda la información referente a los costos de implementar el plan de mantenimiento, el próximo paso a realizar es el estudio de la factibilidad económica del mismo mediante la técnica de selección de proyectos de inversión como lo es el Valor Actual Neto (VAN). Para ello, resulta necesario recordar la expresión para su obtención, la cual puede verse a continuación:

$$VAN = \frac{\sum FAN}{(1 + TMAR)^n} \quad (1)$$

La obtención del VAN requiere del cálculo de la tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) y los flujos actuales netos de efectivo (FAN) generados por la implementación del plan propuesto a lo largo del tiempo, que en este caso se considerará un horizonte temporal de un (1) año. Por otra parte, la TMAR puede obtenerse de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$TMAR = i_{PROM} + T_{RIESGO} + (i_{PROM} \times T_{RIESGO}) \quad (6)$$

La tasa de riesgo fue proporcionada por la Gerencia de Finanzas de Central Madeirense, con un valor del 20%. La inflación promedio se obtiene por estimaciones, las cuales se mostrarán posteriormente.

En primera instancia, se estimará el costo de mantenimiento del momento con base en la data suministrada por la Gerencia de Finanzas de Central Madeirense, la cual permitió conocer los costos derivados del mantenimiento preventivo y correctivo acarreados en el año 2017. Dicha estimación es realizada con base en la tasa de inflación

interanual del presente año establecida por el Fondo Monetario Internacional (FMI), cuyo valor es del 13865%, de tal manera que los costos estimados de mantenimiento del momento pueden visualizarse en la siguiente tabla:

Tabla 15: Costos de Mantenimiento de Central Madeirense (estimación para el momento).

Tipo de Mantenimiento	Costos Bs/Año 2017	Inflación Estimada 2018 (FMI)	Costo Estimado	Costo Estimado 2018 (DICOM)
Preventivo	Bs.967.230.696,34	13865%	Bs.135.073.766.744,38	\$1.125.614,72
Correctivo	Bs.2.418.076.740,86	13865%	Bs.337.684.416.860,94	\$2.814.036,81
Costo Total Anual	Bs.4.836.153.481,72	\$82.989,78		

(Nota.) Elaboración Propia.

Para la estimación de la inflación para el año 2019. resulta necesario partir de los índices de inflación interanual experimentados en los tres (3) años anteriores. La tabla 16 indica los índices de inflación en cuestión, emitidos por el FMI.

Tabla 16: Índices de inflación interanuales (2016-2018).

Tasas de Inflación 2016-2018		
2016	2017	2018
720%	2735%	13865%

(Nota.) Elaboración Propia.

Y con estos índices, se hizo uso de la técnica de regresión no lineal (método exponencial) para obtener la estimación de la inflación para el año 2019. A efectos del cálculo, se les atribuyó valores a los años objeto de estudio (2016-2019), desde “1” para 2016, hasta “4” para 2019.

La data anterior arrojó una ecuación lineal (expresada en función de logaritmos) que tiene la siguiente expresión:

A partir de esa expresión, se pueden obtener los parámetros de la ecuación general de regresión, de acuerdo a lo que sigue:

$$y = 0,6423x + 0,1941$$

$$a = 10^{0,1941} \Rightarrow a = 1,5643$$

$$b = 10^{0,6423} \Rightarrow b = 4,3889$$

Finalmente, la ecuación que permite estimar la inflación para el año 2019 es la siguiente:

$$y = 1,5643 \times 4,3889^x$$

Sustituyendo $x = 4$ por la asignación antes explicada, la inflación proyectada para el año 2019 es de **57983%**

Con esta tasa de inflación determinada, el cálculo para la obtención de la TMAR resulta como sigue en la ecuación (11).

$$TMAR = 57,983 + 0,20 + (57,983 \times 0,20) \Rightarrow \mathbf{TMAR \cong 69599\% \quad (18)}$$

Luego, el cálculo del FAN se realiza una vez calculados los ingresos y egresos durante el período de estudio, que es de un (1) año, de tal manera que, al determinar este valor, se puede obtener el flujo actual neto proyectado (FANP) para dicho año.

Tabla 17: Cálculo del flujo actual neto y flujo actual neto proyectado para 2019.

Beneficio por Ahorro	\$1.085.313,44
Costo Total de las Propuestas	\$40.301,28
Beneficio Bruto	\$1.045.012,16
ISLR (30%)	\$313.503,65
Flujo Actual Neto	\$731.508,52
FANP (2019)	\$180.280.598,53

(Nota.) Elaboración Propia.

Finalmente, al haber realizado todos los pasos explicados anteriormente, se busca entonces determinar la factibilidad de la implementación del plan de mantenimiento propuesto, el cual es la razón fundamental del presente Trabajo Especial de Grado,

mediante la técnica del VAN. Para ello, se parte de la premisa de inversión inicial nula; esto es, **IO=0**.

El cálculo del VAN puede detallarse en la siguiente ecuación:

$$VAN = \frac{\$180.280.598,53}{(1 + 69,599)}$$

$$\Rightarrow VAN \cong \$258.654,11 \quad (19)$$

Siguiendo el fundamento teórico del VAN, el plan de mantenimiento propuesto en el presente Trabajo Especial de grado resulta factible, puesto que implica un beneficio neto equivalente de **Bs.73.150.851.538,88**.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1.- Conclusiones

1. La caracterización de los equipos existentes en cada Departamento de la Sucursal 50 fue realizada en función de identificar los sistemas o elementos principales que componen a cada uno de ellos, gracias a los planos de montaje suministrados por la Gerencia de Mantenimiento y por las páginas web oficiales de los fabricantes. Dicha caracterización sirvió como punto de partida para el diseño de las fichas técnicas, las cuales contemplaron características intrínsecas de cada tipo de equipo, así como también de las partes y piezas que son comúnmente mantenidas y/o sustituidas para mantenimientos tanto de tipo preventivo como correctivo. Esta caracterización, además, permitió conocer los procesos realizados por los equipos en los distintos Departamentos de la Sucursal 50, la cual sirvió como base para observar el proceder del personal operativo con los mismos.
2. La definición del inventario de repuestos, partes y piezas necesarios a mantener en stock fue realizada partiendo de la información recopilada en la caracterización de los equipos, la cual permitió generar el diseño de las fichas técnicas correspondientes a cada uno de los tipos de equipos estudiados. En dicha definición, se pudo evidenciar que las piezas comúnmente mantenidas y/o sustituidas entre todos los equipos son elementos móviles tales como rodamientos, engranajes, cuchillas tipo hélice, correas transmisoras, y elementos eléctricos como fusibles, contactores, interruptores de encendido y microinterruptores de seguridad.
3. La planificación de las actividades de mantenimiento preventivo fue definida partiendo tanto de la información existente en los manuales de los fabricantes de cada uno de los equipos, como de la opinión de los expertos del Departamento de Balanzas. Esta última permitió definir a consenso la frecuencia de realización de las actividades propuestas, así como también los tiempos estándar necesarios



para la ejecución de dichas actividades. Además, esta planificación representó el punto de partida para definir los niveles mínimos de inventario de repuestos, partes y piezas, además de las herramientas necesarias a mantener en stock para garantizar la ejecución de la misma, así como también del diseño del cronograma de actividades que contribuiría a su cumplimiento y programación eficaz y eficiente.

4. La evaluación de la operatividad del personal contempló puntos clave de las buenas prácticas establecidas por los fabricantes de los equipos, de tal modo que pudo comprobarse que el mal proceder de dicho personal está marcado de manera muy similar en cada uno de los Departamentos, siendo el más afectado el Departamento de Carnicería el cual solo reportó un 38% de cumplimiento de las buenas prácticas. Algunas acciones indebidas son: no-apagado de los equipos (especialmente las Termoselladoras) una vez terminados de utilizar, falta de limpieza de los equipos luego de su uso, colocación con herramientas inadecuadas del rodillo de impresión de las balanzas, entre otros accionares incorrectos.
5. El análisis de criticidad de los modos de fallas determinó un total de quince (15) modos de fallas críticos que requieren de inmediata atención una vez se presenten en los equipos correspondientes. La mayoría de estos modos de fallas críticos se deben también al mal proceder del personal operativo como de la falta de atención, derivada por la no-prestación oportuna del servicio ofrecido por el AEERR y por no realizar la visita a la Sucursal por parte del personal de mantenimiento.
6. Se realizó el estudio de factibilidad económica, contemplando los costos asociados al inventario de repuestos, partes y piezas, así como de las herramientas a mantener en stock, costos de mano de obra, el cual fue calculado con base en el personal de mantenimiento existente (11 trabajadores) que, de acuerdo con el análisis realizado, es suficiente para realizar las actividades y tareas de mantenimiento propuestas. Dicho estudio fue realizado comparando el costo actual de mantenimiento preventivo con el propuesto, aplicando el método

de VPN, obteniendo como resultado un plan menos costoso que el actual y factible económicamente estudiándolo en un periodo de un año a partir del presente, con un VAN equivalente de **Bs.73.150.851.538,88**.

8.2.- Recomendaciones

1. Capacitar al personal operativo sobre las buenas prácticas para el manejo de los equipos existentes en cada Departamento, con demostraciones reales e interactivas. Es necesaria esta capacitación para complementar la función realizada por las guías rápidas diseñadas y propuestas en el presente Trabajo Especial de Grado.
2. Evaluar la gestión realizada por el AEERR en cuanto al despacho de materiales y herramientas solicitadas tanto por los Gerentes/Subgerentes de Sucursal como por el Coordinador de Mantenimiento responsable. Dicha evaluación se centraría en la atención de los casos a nivel interno del almacén.
3. Evaluar la gestión de procura de material realizada por la Gerencia de Compras Operativas en cuanto a la selección de proveedores con el fin de minimizar el tiempo muerto causado por este proceso, el cual reduce el tiempo de respuesta por parte del personal del Departamento de Balanzas para la atención de los casos de mantenimiento.
4. Involucrar al personal del Departamento de Balanzas en la gestión de mantenimiento, pautando reuniones rutinarias para evaluar el trabajo realizado tomando en cuenta las opiniones generadas en ellas, así como también posibles sugerencias de mejora.
5. Complementar el diseño propuesto del plan de mantenimiento preventivo para los equipos restantes que no fueron contemplados en el estudio del presente Trabajo Especial de Grado.
6. Mantener permanentemente actualizadas las actividades de mantenimiento preventivo y los POE presentados en este plan de mantenimiento para la mejora continua del sistema de gestión.



7. Generar una base de datos que contengan información referente a las averías y fallas presentadas en los equipos de la Sucursal, la cual permitiría realizar estudios estadísticos en cuanto a la incidencia de fallas, de modo que se extraigan bajo un criterio formal las fallas funcionales más comunes y los modos de falla asociados.
8. Efectuar un levantamiento de información sobre los diferentes modos de falla para cada equipo (mecánicas, eléctricas, electrónicas, etc) y definir bajo consenso el valor que debe tomar dicha falla en cada una de las categorías. Esta acción permitirá elaborar una matriz de criticidad que con un mínimo de orientación sea de fácil construcción por cualquier técnico de mantenimiento, logrando un proceso más rápido, eficaz y perdurable en el tiempo.
9. Centralizar los procesos productivos realizados por los equipos del mismo tipo pertenecientes a un Departamento común para la menor cantidad posible; esto es, reducir la cantidad de equipos del mismo tipo existentes en un Departamento para aumentar el índice de utilización de los mismos, permitiendo crear un sistema de respaldo o “*back-up*” para reducir tiempos de parada causados por una avería o falla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica*. Caracas: Epísteme.
- Botero, C. (1993). *MANUAL DE MANTENIMIENTO. Parte I: ¿Qué es el Mantenimiento?* Recuperado el 28 de marzo de 2018, de Sistema de Revistas - SENA: revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/1188
- Castro Soto, M., Camacho Gutiérrez, E., Casillas Arista, E., Cervantes Rodríguez, S., González García, J., Moreno López, S., . . . Villareal Torre, P. (2016). *Psicoterapia y Problemas Actuales: Debates y Alternativas*. Jalisco: ITESO.
- Chase, R., & Jacobs, R. (2009). *Administración de Operaciones*. MCGRAW-HILL.
- Duffuaa, R. (2000). *Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control*. Ciudad de México: Limusa Wiley.
- García, S. (2009). *Ingeniería del Mantenimiento*. Madrid: Renovetec.
- García, S. (2009). *RENOVETEC*. Recuperado el 28 de marzo de 2018, de <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2000). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México: Mc. Graw-Hill.
- Hurtado De Barrera, J. (2008). *Como Formular Objetivos de Investigación. Una Comprensión Holística*. Caracas: Ediciones Quirón.
- Hurtado De Barrera, J. (2010). *Metodología de la Investigación. Guía para la Comprensión Holística de la Ciencia*. Caracas: Ediciones Quirón.
- León Galeano, L. (2013). *Mejoramiento de la Gestión de Repuestos para el Mantenimiento de los Equipos de la Gerencia Regional del Magdalena Medio ECOPETROL S.A.* Recuperado el 28 de marzo de 2018, de Biblioteca de

Ingeniería. Universidad de Santander:
tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2013/147245.pdf

Niebel, B. (2009). *Métodos Estándares y Diseño del Trabajo*. MCGRAW-HILL.

Pablo-Romero, J. L. (2013). *Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmotadora de algodón*. Recuperado el 28 de marzo de 2018, de Biblioteca de Ingeniería. Universidad de Sevilla: bibing.us.es/proyectos/abreproy/5311/fichero/5-+Analisis+de+criticidad.pdf

Pérez J., C. (s.f.). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)*. Recuperado el 28 de marzo de 2018, de Mantenimiento Planificado: www.mantenimientoplanificado.com/articulos_rcm.../QUE%20ES%20RCM.pdf

Ribis Savoca, S. (2013). *Gestión de Planes de Mantenimiento Basados en Riesgo y Confiabilidad RRCM*. Caracas, Venezuela.

Ribis Savoca, S. (2015). *Gestión de Planes de Mantenimiento*. Caracas, Venezuela.