



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

**ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE
ALIMENTOS Y BEBIDAS EN LA PLANTA DE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CÍA.
S.C.A.**

Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez

Asesorado por la Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista

Guatemala, septiembre de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE
ALIMENTOS Y BEBIDAS EN LA PLANTA DE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CÍA.
S.C.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS RODRIGO LAINFIESTA MARTÍNEZ
ASESORADO POR LA INGA. SINDY MASSIEL GODÍNEZ BAUTISTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godínez Baustista
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN
PARA EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LAS LÍNEAS DE
PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN LA PLANTA DE INDUSTRIAS
ALIMENTICIAS KERN'S Y CÍA. S.C.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha mayo de 2018.



Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez



Guatemala, 22 de octubre de 2019.

REF.EPS.DOC.737.10.19.

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez, Registro Académico No. 201314084** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN LA PLANTA DE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CÍA. S.C.A.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

tamente.
"Id y E
Ingeniería
ASESORA-SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Facultad de Ingeniería
Inga. Sindy Masiel Godínez de Dávila
Supervisora de EPS
Asesora
Área de

SMGB/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 22 de octubre de 2019.
REF.EPS.D.377.10.19

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN LA PLANTA DE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CÍA. S.C.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH /ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.116.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN LA PLANTA DE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CÍA. S.C.A.**, presentado por el estudiante universitario **Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2019.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.065.020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN LA PLANTA DE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CIA. S.C.A.**, presentado por el estudiante universitario **Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



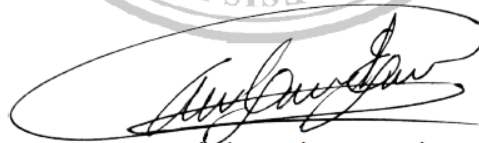
Guatemala, septiembre de 2020.

/mgp

DTG. 240.2020.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN LA PLANTA DE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CÍA. S.C.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, septiembre de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por guiarme en la dirección correcta, otorgarme la vida y las bendiciones que me permiten seguir adelante.

Mis padres

Luis Fernando Lainfiesta y Martha Elena Martínez, por todo su apoyo y amor incondicional que me motiva cada día a ser mejor persona.

Mis abuelos

Por ser parte importante de mi vida, creer en mi potencial y motivarme en todo momento.

Mi familia

Por ser una importante influencia positiva en mi vida y apoyarme en todo momento a cumplir con mis propósitos.

Mis amigos

Por estar conmigo en todo momento y permitirme vivir las mejores experiencias.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios superiores que me permitió adquirir conocimiento y sabiduría.
Facultad de Ingeniería	Por ser el lugar que otorgó el conocimiento e inspiración para convertirme en profesional.
Industrias Alimenticias Kern's	Por permitirme aplicar mis conocimientos y obtener experiencia profesional para finalizar mi carrera.
El equipo de mantenimiento de IAK	Por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación en su departamento, por la asesoría brindada y las experiencias profesionales compartidas.
Departamento de Física	Por brindarme la oportunidad de contribuir al desarrollo los futuros profesionales de nuestra Facultad y por crear en mí aptitudes de liderazgo.
A toda mi familia	Por brindarme apoyo incondicional, motivación en todo momento y ser la mayor influencia positiva en mi vida.

A mis mejores amigos y compañeros de la Facultad Sergio Kestler , Enrique Sontay, David Lemus, Javier de León, Marvin Navarro, Miguel Ramírez, Julio Hernández, Eduardo Castillo, Erick Meneses, Guillermo Sapón, Luis Abal y todas aquellas personas que compartieron conmigo la experiencia de estudiar en esta privilegiada universidad y que ahora representan para mí los mejores recuerdos.

José Rodrigo Mencos Por todo el apoyo, motivación, esfuerzo y trabajo en conjunto para completar la última etapa de nuestra carrera universitaria.

Elvis Eduardo Montenegro Por el apoyo, motivación y trabajo en conjunto para completar la última etapa de nuestra carrera universitaria

.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. GENERALIDADES DE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN´S Y CÍA., S.C.A.	1
1.1. Descripción.....	1
1.2. Visión.....	2
1.3. Misión	2
1.4. Valores	3
1.5. Estructura organizacional	4
1.6. Generalidades del departamento de mantenimiento	6
1.6.1. Descripción.....	6
1.6.2. Visión.....	8
1.6.3. Misión	8
1.6.4. Objetivos.....	8
1.6.5. Estructura organizacional	10
1.6.6. Funciones	12

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN LA PLANTA DE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CIA. S.C.A.....	17
2.1.	Diagnóstico general del departamento de mantenimiento	17
2.1.1.	Perfil interno de capacidad	20
2.1.2.	Análisis FODA	24
2.1.3.	Tipos de mantenimiento	34
2.1.4.	Indicadores.....	37
2.1.4.1.	Indicador operativo de rendimiento	37
2.1.4.2.	Indicador de cumplimiento financiero ...	41
2.1.4.3.	Indicador de disponibilidad	49
2.2.	Diagnóstico del programa de mantenimiento preventivo.....	51
2.2.1.	Árbol de problemas	53
2.2.2.	Árbol de soluciones	55
2.2.3.	Situación actual del mantenimiento preventivo	56
2.2.3.1.	Órdenes de trabajo.....	56
2.2.3.2.	Manejo de repuestos	57
2.2.3.3.	Identificación de equipos	58
2.2.3.4.	Información técnica	60
2.3.	Manual de implementación del sistema de gestión del mantenimiento productivo total	61
2.3.1.	Análisis de situación actual	66
2.3.1.1.	Selección del equipo	67
2.3.1.2.	Evaluación de criticidad.....	67
2.3.1.3.	Valoración del deterioro	69
2.3.1.4.	Archivo técnico	69
2.3.2.	Jerarquización de componentes.....	70

2.3.2.1.	Codificación de equipos.....	70
2.3.2.2.	Identificación de partes.....	71
2.3.2.3.	Identificación de subpartes	71
2.3.3.	Análisis de fallos por nivel de gravedad.....	72
2.3.4.	Estado inicial y puesta a punto	73
2.3.4.1.	Inspección de repuestos.....	73
2.3.5.	Diseño del mantenimiento preventivo.....	74
2.3.5.1.	Tareas preventivas	74
2.3.5.2.	Inspecciones VOSO	76
2.3.6.	Programación del mantenimiento	76
2.3.6.1.	Automatización en SAP	77
2.3.6.2.	Cronograma anual de mantenimiento..	78
2.3.7.	Evaluación y control.....	78
2.3.7.1.	Inicio del programa	79
2.3.7.2.	Registro de fallas.....	79
2.3.7.3.	Mejoras de rendimiento	79
2.3.7.4.	Actualización continua	80
2.4.	Implementación del mantenimiento preventivo en el equipo empacador EDOS	80
2.4.1.	Estudio del deterioro del equipo	81
2.4.1.1.	Lista general de equipos.....	82
2.4.1.2.	Criticidad del equipo	86
2.4.1.3.	Registro de fallas.....	88
2.4.2.	Recopilación de información técnica	93
2.4.2.1.	Manual del fabricante	93
2.4.2.2.	Catálogo de repuestos.....	95
2.4.2.3.	Historial de fallas y paros.....	96
2.4.3.	Desglose en partes y subpartes	99
2.4.3.1.	Transportadores	100

	2.4.3.2.	Sensores	101
	2.4.3.3.	Barras y cadenas	102
	2.4.3.4.	Guías y barandas	104
	2.4.3.5.	Emplasticador.....	105
	2.4.3.6.	Lavado y secado	107
	2.4.3.7.	Tableros de control.....	108
	2.4.3.8.	Índice general de partes	109
2.4.4.		Análisis causa-raíz de fallas (FMEA).....	112
	2.4.4.1.	Función de la subparte	114
	2.4.4.2.	Falla funcional	114
	2.4.4.3.	Efectos	116
2.4.5.		Definición de tareas preventivas	117
	2.4.5.1.	Inspecciones	120
	2.4.5.2.	Mantenimiento planeado	120
	2.4.5.3.	Metrología	121
	2.4.5.4.	Lubricación	121
	2.4.5.5.	Mejoras y actualización	122
	2.4.5.6.	Servicio mayor.....	122
2.4.6.		Puesta a punto del equipo EDOS.....	122
2.4.7.		Seguimiento del plan preventivo	148
2.5.		Indicadores clave de rendimiento (KPI).....	149
	2.5.1.	Índice OEE	150
	2.5.2.	Cumplimiento del mantenimiento preventivo.....	155
	2.5.3.	Cumplimiento del mantenimiento correctivo.....	156
	2.5.4.	Eficiencia del personal técnico	156
2.6.		Evaluación de la propuesta	157
2.7.		Costos de la propuesta	161

3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. DISEÑO DE UN PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	163
3.1.	Diagnóstico de la salud y seguridad ocupacional en el mantenimiento	163
3.1.1.	Diagrama de Ishikawa	163
3.1.2.	Manejo de la SSO.....	165
3.1.2.1.	Normas generales de seguridad.....	166
3.1.2.2.	Normas generales de inocuidad	168
3.1.2.3.	Control de cumplimiento	169
3.2.	Plan de salud y seguridad ocupacional	170
3.2.1.	Propósito.....	170
3.2.2.	Alcance	171
3.2.3.	Términos y abreviaturas	171
3.2.4.	Responsabilidades	172
3.2.5.	Procedimientos de seguridad	174
3.2.5.1.	Espacios confinados.....	174
3.2.5.2.	Alturas	176
	Fuente: elaboración propia.	177
3.2.5.3.	Manejo de carga	178
3.2.5.4.	Productos químicos	179
3.2.5.5.	Mecánicos.....	181
3.2.5.6.	Eléctricos	183
3.2.6.	Registros.....	186
3.2.6.1.	Identificación de peligros	186
3.2.6.2.	Evaluación del riesgo.....	187
3.2.6.3.	Mitigación del riesgo	188
3.2.6.4.	Monitoreo de seguridad	189
3.2.6.5.	Registro de incidencias.....	189

3.3.	Evaluación de la propuesta	189
3.4.	Costo de la propuesta	191
4.	FASE DE DOCENCIA. DISEÑO DE UN PLAN DE CAPACITACIÓN CONTINUA PARA EL PERSONAL TÉCNICO.....	193
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....	193
4.2.	Plan de capacitación	199
4.3.	Resultados de la capacitación.....	212
4.4.	Evaluación de la propuesta	214
4.5.	Costo de la propuesta	220
	CONCLUSIONES.....	223
	RECOMENDACIONES	227
	BIBLIOGRAFÍA.....	229
	APÉNDICE	233
	ANEXOS.....	261

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de Industrias Alimenticias Kern's	5
2.	Organigrama del departamento de mantenimiento	11
3.	Tipos de mantenimiento	36
4.	Ejemplo de indicador operativo de rendimiento	40
5.	Distribución del presupuesto mensual.....	44
6.	Distribución del presupuesto 2017-2018	45
7.	Distribución porcentual del presupuesto	45
8.	Comparación del presupuesto	47
9.	Comportamiento del costo de mantenimiento	48
10.	Disponibilidad del equipo	49
11.	Tiempos promedio MTBF y MTTR	50
12.	Árbol de problemas	53
13.	Árbol de soluciones	55
14.	Evaluación de criticidad línea empackado	87
15.	Desgaste en componentes de tracción	89
16.	Daño en electroválvulas	90
17.	Deterioro del horno de termocontracción	91
18.	Placa ordenadora de envases.....	91
19.	Cuchilla desactivada	92
20.	Ejemplo de un transportador	101
21.	Ejemplo de un sensor de posición	102
22.	Sistema de cadenas y barras.....	103
23.	Emplasticador	106

24.	Armador de bandejas.....	107
25.	Tablero eléctrico principal	109
26.	Inicio de puesta a punto	123
27.	Cinta transportadora de entrada	125
28.	Placas ordenadoras de envase	126
29.	Planos cobertura termoformada de las placas.....	127
30.	Transporte de barras	128
31.	Estado inicial de los transportadores	129
32.	Resultado del cambio de transportadores	130
33.	Desarmado del sistema de envoltura.....	131
34.	Nuevo sistema de alimentación de polietileno	132
35.	Cambio de rodillos	134
36.	Armador de bandejas.....	136
37.	Desgaste del transportador.....	138
38.	Reemplazo del Transportador	138
39.	Estado inicial del horno.....	140
40.	Cableado del horno.....	141
41.	Comparación de cambios en los rodillos	142
42.	Tracción de la cadena metálica	143
43.	Deslizadores de teflón	145
44.	Desmontaje del despaletizador.....	146
45.	Esquema de los componentes del OEE	152
46.	Diagrama de Ishikawa	164
47.	Cartel informativo de ingreso a planta	167
48.	Árbol de problemas sobre capacitación	194
49.	Árbol de soluciones para capacitación.....	195
50.	Formato DNC.....	196
51.	Herramientas usadas para las capacitaciones	203

52.	Cronograma de capacitación	212
53.	Fotografías del proceso de capacitación.....	215
54.	Fotografías del proceso de capacitación.....	216
55.	Asistencia a capacitación y taller No. 1	217
56.	Asistencia a capacitación y taller No.2.....	218
57.	Asistencia a capacitación y taller No.3.....	219

TABLAS

I.	Matriz PCI	21
II.	Matriz de relación FO.....	28
III.	Matriz de relación FA	29
IV.	Matriz de relación DO	30
V.	Matriz de relación DA.....	32
VI.	Problemas y causas identificadas.....	52
VII.	Fines y medios definidos.....	54
VIII.	Distribución de líneas.....	58
IX.	Sistema de gestión TPM.....	63
X.	Parámetros de evaluación de criticidad	68
XI.	Equipos del área de empacado final.....	85
XII.	Ficha técnica EDOS.....	94
XIII.	Ejemplo de catálogo de repuestos.....	96
XIV.	Historial de fallas 2017.....	99
XV.	Índice de partes EDOS	110
XVI.	Fallas funcionales 5.1	115
XVII.	Efecto de las fallas 5.1 (vista parcial).....	117
XVIII.	Datos ejemplo 1 de cálculo OEE	153
XIX.	Ejemplo 1 resultados OEE	153
XX.	Datos ejemplo 2 de cálculo OEE	154

XXI.	Ejemplo resultado OEE	154
XXII.	Comparación de resultados OPI.....	161
XXIII.	Costos de desarrollo de la propuesta	162
XXIV.	Formato para espacios confinados.....	175
XXV.	Formato para trabajos de altura.....	176
XXVI.	Formato para manejo de cargas.....	178
XXVII.	Formato para trabajos con químicos	180
XXVIII.	Formato para trabajos mecánicos	182
XXIX.	Formato para trabajos eléctricos	184
XXX.	Identificación de peligros	187
XXXI.	Evaluación de riesgos.....	188
XXXII.	Costos del plan salud y seguridad ocupacional	192
XXXIII.	Plan de capacitación.....	200
XXXIV.	Costos de capacitación en procesos	221

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
\$	Dólar estadounidense
g	Gramo
h	Hecto
IAK	Industrias Alimenticias Kern's
k	Kilo
Lb	Libra
L	Litro
mm	Milímetro
%	Porcentaje
Q	Quetzal
V	Volt
W	Watt

GLOSARIO

Acto inseguro	Forma en la que está expuesto el trabajador, ya sea consciente o inconscientemente, a uno o más riesgos de accidentes. Principalmente se compone de ciertos comportamientos, violaciones u omisiones de las normas y procedimientos, por parte del personal que aumenta la posibilidad de ocurrencia de accidentes.
Avería	Daño, rotura o fallo que impide o perjudica el funcionamiento del mecanismo de una máquina.
<i>Benchmarking</i>	Es el proceso mediante el cual se recopila información y se obtiene nuevas ideas, mediante la comparación de aspectos claves de una empresa, producto o proceso, con los líderes o los competidores más fuertes del segmento.
Calidad	Grado con el cual un producto o servicio cumple con sus características o especificaciones.
Centro de costo	Cuenta dentro de la plataforma SAP, a la cual se carga un costo determinado.
Chumacera	Pieza o elemento mecánico en el cual descansa un elemento rodante o un eje giratorio.

Cojinete	Elemento mecánico compuesto de una serie de piezas fijas y rotativas sobre las cuales se soporta y gira un eje de transmisión.
Condición insegura	Son los incumplimientos o faltas de seguridad en el medio físico, comprendido como las instalaciones, equipos, maquinaria y herramientas que no están en condiciones ideales de uso según su diseño. Ponen en riesgo de sufrir accidentes a las personas que ocupan esos medios.
Confiabilidad	Probabilidad de que un sistema o componente pueda funcionar correctamente fuera de falla, durante un tiempo determinado.
Diagrama de Pareto	Diagrama para organizar datos e identificar muchos problemas sin importancia frente a pocos muy importantes.
Diagrama de Ishikawa	Herramienta gráfica que se utiliza para representar la relación entre un problema central y sus distintas causas.
Disponibilidad	Probabilidad de que un sistema o componente sea puesto en funcionamiento en un momento dado sin presentar interrupciones.

Ergonomía	Estudio de las condiciones de adaptación de un lugar de trabajo, una máquina y a sus características físicas.
Embandejadora	Equipo o máquina cuya función es agrupar envases de un producto y colocarlos dentro de una bandeja o empaque secundario de manera automática.
Estandarizar	Herramienta para realizar una acción o procedimiento de la misma manera o bajo un patrón determinado.
Inocuidad	Garantía del alimento que no causará daño al consumidor.
LCC	Costo de ciclo de vida; representa la cuantificación de los costos directos e indirectos, fijos y variables, asociados a un activo durante toda su vida útil.
<i>Lean manufacturing</i>	Sistema de gestión de manufactura basada en la mejora continua y reducción de pérdidas.
Mantenimiento	Conjunto de acciones, actividades o procedimientos cuyo objetivo es preservar o restaurar el estado de un artículo para mantener su funcionamiento de la manera requerida.
MTBF	Tiempo promedio entre fallas.

MTTR	Tiempo promedio para realizar una reparación.
Organigrama	Representación gráfica de la estructura organización de una empresa.
PLC	Controlador lógico programable.
Polietileno	PE, polímero derivado del etileno, con características termoplásticas y de traslucidez que lo hacen adecuado para uso en embalajes.
Probabilidad	La estimación de ocurrencia de algún peligro.
Peligro	Es una condición o característica que tiene la posibilidad de causar un daño, enfermedad, lesión o problema a una persona, un bien material o un proceso. Se refiere a la posibilidad de sufrir daños o lesiones a causa de una condición determinada.
Riesgo	Es la combinación de la probabilidad y la consecuencia de no controlar un peligro debidamente. Se refiere a la probabilidad de sufrir un daño a causa de un peligro.
SAP	Software de planificación y manejo de recursos empresariales.

<i>Sprocket</i>	Elemento mecánico compuesto por una rueda dentada, destinado a interactuar con una cadena para transmitir tracción a un mecanismo.
<i>Stock</i>	Cantidad mínima de algún material que se requiere para mantener un sistema funcionando adecuadamente.
<i>TPM</i>	Total <i>Productive Maintenance</i> ; herramienta de mejora continua enfocada en la administración eficiente de los procesos de mantenimiento.

RESUMEN

Industrias Alimenticias Kern's es una empresa dedicada a la producción de diversos tipos de alimentos y bebidas en gran variedad de presentaciones, dentro de los que se pueden mencionar pasta de tomate, *kétchup*, néctar de frutas, bebidas de frutas y vegetales, té frío y frijoles, bajo las marcas Kern's, Ducal, Suntea y Fun-C. La empresa se encarga de abastecer de estos productos a diversos mercados a nivel nacional e internacional. Por su reciente integración a la multinacional FIFCO, tiene a su cargo la producción de alimentos y bebidas para regiones como Estados Unidos, México, Centro y Sur América.

Para suplir esta gran cantidad de demanda internacional, y cumplir con los altos estándares de calidad e inocuidad que Kern's y FIFCO manejan a nivel mundial, la planta cuenta con un total de 17 líneas de producción, distribuidas en las áreas de formulación, pasteurizado, envasado, encajado y entarimado final. Todas cuentan con diferentes tecnologías en maquinaria y equipo de la más alta calidad, que hacen de cada línea de producción un sistema complejo y especializado.

Debido a esta complejidad, el mantenimiento y la conservación industrial de los equipos son una de las tareas prioritarias para la empresa, ya que de ellas depende que las máquinas y equipos funcionen en óptimas condiciones y presten el servicio requerido para producción. Estas actividades son gestionadas por el departamento de mantenimiento de IAK, el cual actualmente se encuentra en una etapa de actualización hacia un sistema de mantenimiento productivo total.

En el desarrollo del primer capítulo del proyecto se describe los aspectos generales, tanto de la empresa Industrias Alimenticias Kern's como del departamento de mantenimiento de IAK. Esta descripción abarca temas tales como la visión y misión, los valores, los objetivos y la descripción de la estructura organizacional, así como de las funciones que cada miembro del departamento de mantenimiento desarrolla como parte de sus labores.

En el segundo capítulo del proyecto se desarrolla la actualización e implementación de un sistema de gestión de mantenimiento basado en la metodología de mantenimiento productivo total (TPM), como herramienta para la manufactura esbelta, con el fin de reducir y controlar las fallas y paros de producción debidos a una inadecuada conservación industrial. De igual forma, el sistema de gestión del mantenimiento productivo total representa una actualización importante para los procedimientos de mantenimiento; es una herramienta de gran utilidad para mejorar los procesos de programación, ejecución, seguimiento y control de los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos en planta.

En el tercer capítulo se presenta el diseño y elaboración de un plan de salud y seguridad ocupacional, desarrollado específicamente para cubrir los requerimientos de las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo, y asegurar el bienestar del personal y fomentar un ambiente de trabajo apropiado y agradable. Este plan de SSO se diseña como una herramienta de apoyo adicional al sistema de gestión del mantenimiento, ya que abarca los diferentes tipos de trabajos de mantenimiento y establece los procedimientos por seguir durante todo el proceso, para asegurar el cumplimiento de las tareas bajo los estándares de calidad, inocuidad, seguridad y ambiente que rigen la planta de IAK.

El cuarto capítulo del proyecto corresponde al diseño de un plan de capacitación adecuado a las necesidades del personal administrativo y técnico de mantenimiento, con el fin de mantener a todo el personal adecuadamente actualizado en los conocimientos y habilidades que necesita para el desarrollo de sus labores. Este plan abarca desde el diagnóstico y desarrollo de una matriz de necesidades de capacitación, hasta el desarrollo de herramientas y recursos didácticos enfocados a fomentar la participación del personal en el proceso de inducción, actualización y formación del conocimiento.

OBJETIVOS

General

Actualizar e implementar un sistema de gestión para el mantenimiento productivo total en las líneas de producción de alimentos y bebidas en la planta de Industrias Alimenticias Kern's y Cía. S.C.A.

Específicos

1. Elaborar un diagnóstico del estado actual de la planta en relación con las actividades del sistema de mantenimiento preventivo y correctivo aplicado a las líneas de producción.
2. Realizar un análisis modal de fallas y efectos (FMEA) al equipo empacador EDOS.
3. Documentar detalladamente el proceso de reconstrucción y puesta a punto del equipo empacador EDOS.
4. Establecer y desarrollar un sistema de indicadores clave de rendimiento y de eficiencia global para la medición objetiva de resultados.
5. Proponer un manual para el nuevo sistema de gestión de mantenimiento.
6. Diseñar un plan de salud y seguridad ocupacional para el departamento de mantenimiento.
7. Diseñar un plan de capacitación adecuado a las necesidades del personal administrativo y técnico de mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

Industrias Alimenticias Kern's es una empresa de carácter internacional que debe cumplir con una serie de estándares de calidad que aseguran que sus productos sigan siendo lo más elegidos por el consumidor. Estos estándares de calidad solo pueden ser alcanzados si todas las áreas y departamentos de la planta trabajan en conjunto para llenar las expectativas de disponibilidad, sabor y calidad. Parte de este trabajo es responsabilidad del departamento de mantenimiento, que tiene como objetivo asegurar que los equipos no se detengan por fallos o disminuyan su velocidad de trabajo durante las ejecuciones de las órdenes de producción.

Para asegurar que se cumpla con el objetivo principal del departamento de mantenimiento, se plantea un proyecto de actualización e implementación de un sistema de gestión de mantenimiento productivo total. En este se analizará las metodologías de trabajo para llevar a cabo el diseño y aplicación del proyecto en distintas áreas de la empresa, se identificarán acciones y variables por controlar para darle seguimiento adecuado a los avances del mismo. Se aplicarán diferentes conocimientos y herramientas de la ingeniería mecánica e industrial para asegurar un impacto positivo de los resultados del proyecto dentro de las actividades de la empresa. Para ello, se ha identificado un problema principal que afecta la organización y desarrollo de las actividades del departamento de mantenimiento de la planta. La solución a dicho problema se ha enfocado en la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento productivo total, con el cual se pretende detectar áreas de oportunidad para la mejora de los procesos de mantenimiento de planta, con el fin de contribuir a la actualización del área de mantenimiento para que ejecute sus actividades y

entregue resultados al mismo nivel que otras plantas del grupo FIFCO a nivel internacional.

1. GENERALIDADES DE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CÍA., S.C.A.

1.1. Descripción

La planta de producción de alimentos Kern's ha trabajado en Guatemala desde 1959. Se dedica a la elaboración de distintos productos de alimentos y bebidas con ingredientes naturales para su comercialización, tanto en la región como internacionalmente.

Para cumplir con sus objetivos de producción, la empresa cuenta con una planta de gran tamaño equipada con la mejor maquinaria y tecnología para la elaboración de los alimentos. Principalmente los procesos de producción se dividen en 3 áreas, productos de tomate, productos de frijol y bebidas. Estas áreas cuentan con diversas líneas de producción, que a su vez se separan en sub procesos, como lavado, formulación, preparación de ingredientes, envasado, control de calidad y empaçado final. Involucra en estas actividades gran variedad de equipos y maquinaria para asegurar la calidad, sabor e inocuidad en todos sus productos.

El cumplimiento de los planes de producción y estándares de calidad es una tarea que involucra a todos los demás sectores de la planta, como el área de mantenimiento, ya que todos los procesos son complementarios a la fabricación de los alimentos. Es por ello que existe la necesidad de que todos los sectores de la planta trabajen en busca de un objetivo principal: la optimización de la producción.

El área de mantenimiento tiene a su cargo la conservación, calibración, limpieza y puesta a punta de todos los equipos y maquinaria que intervienen en las líneas de producción dentro de la planta, para cualquiera de los productos y presentaciones que se elabora allí. Es debido a esto que mantenimiento tiene la responsabilidad de mantener todas las líneas de producción trabajando de la mejor manera posible, disminuir al mínimo los paros y reducciones de velocidad en los procesos. Para este propósito, Industrias Kern's ha utilizado un programa de mantenimiento enfocado en las especificaciones de los diferentes equipos y las necesidades de cada línea, guiados por un sistema de órdenes de trabajo, centros de costo y fichas de seguimiento para los procesos de conservación. Estos elementos de los planes de mantenimiento fueron generados en periodos de trabajo de años anteriores y se han quedado desactualizados en relación con los otros sectores de la planta, que constantemente aplican mejoras y herramientas de control para sus actividades.

1.2. Visión

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

1.3. Misión

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

1.4. Valores

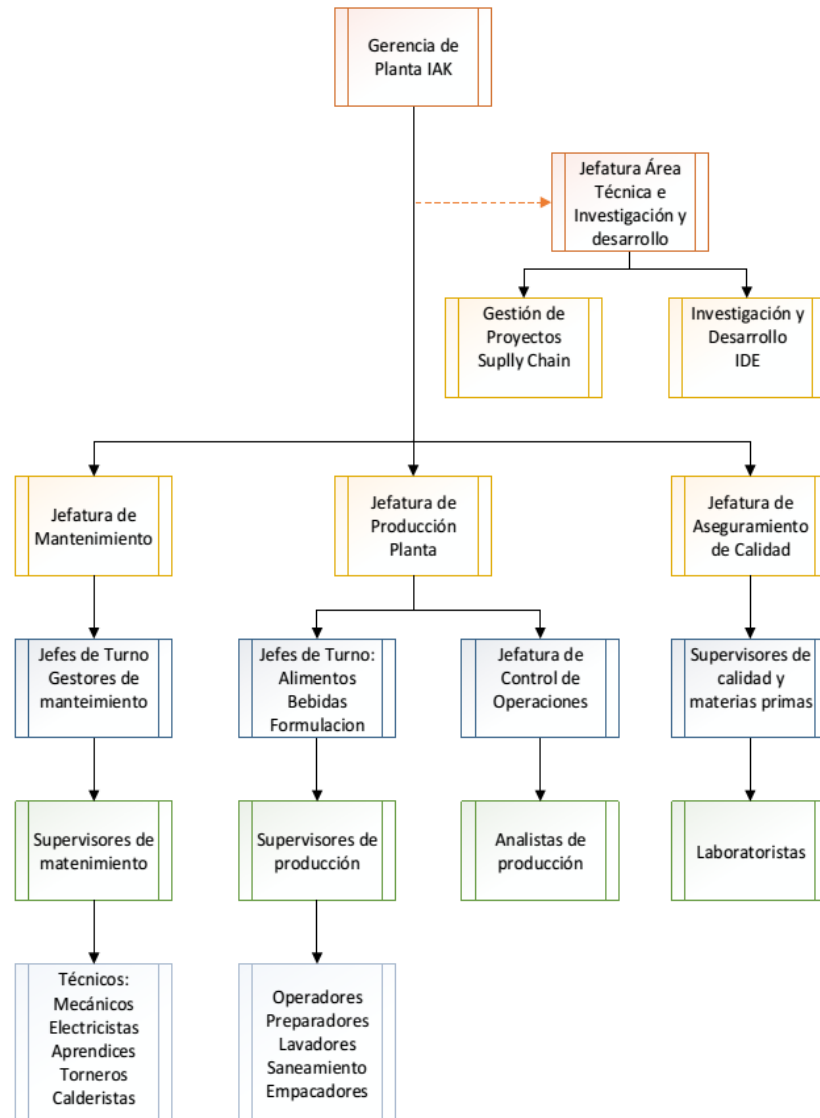
FIFCO, como una entidad multinacional compuesta por empresas de diversos tipos y actividades, ha establecido una serie de valores, aplicables a cada una de ellas, para dirigir el comportamiento y los esfuerzos de todo su personal en una misma dirección. Define sus valores de la siguiente manera:

- Propósito: compartimos con el mundo una mejor forma de vivir.
- Celebración: festejamos con orgullo y entusiasmo la efectividad de nuestros equipos, nuestro desarrollo personal y profesional, y el balance de nuestra vida; en un ambiente de trabajo que genera felicidad, confianza, bienestar y energía positiva.
- Sostenibilidad: abrimos camino en la forma en la que generamos valor económico, social y ambiental para el mundo. Involucramos a nuestros socios, comunidades y consumidores en nuestra filosofía y promovemos en ellos sostenibilidad de sus actividades.
- Pasión por ganar: marcamos tendencia y lideramos los mercados en que operamos, somos ágiles en la toma de decisiones para superar a nuestros competidores, creamos productos y soluciones de calidad más rápidamente que otros, trabajamos continuamente en la simplificación y eficiencia de nuestros procesos. Superamos nuestras adversidades y creamos valor de forma continua.
- Imaginación: transformamos continuamente lo que hacemos cuestionando la forma tradicional de hacer las cosas, abrazando nuevas ideas con entusiasmo, convirtiendo problemas en soluciones, asumiendo riesgos responsablemente, y emprendiendo la conversión de ideas viables en proyectos de mejoramiento y en oportunidades de negocio.

1.5. Estructura organizacional

Industrias Alimenticias Kern's actualmente es parte de la corporación FIFCO, la cual tiene varias empresas de fabricación de alimentos y bebidas a nivel internacional. Tanto la corporación como cada empresa de manera individual poseen una estructura organizacional de estilo clásico funcional, debido a que se componen de distintos niveles de autoridad en una estructura escalonada, cada uno de ellos con funciones bien definidas y trabajos distribuidos en un orden lógico. A continuación, en la figura 1 se presenta la estructuración de la planta de IAK, incluye únicamente aquellos departamentos involucrados en los procesos productivos, por su importancia para el estudio por desarrollar.

Figura 1. Organigrama de Industrias Alimenticias Kern's



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

IAK, por ser una empresa perteneciente a una corporación mucho mayor, ha desarrollado su estructura empresarial bajo las características de 2 tipos de organigramas, los microadministrativos y verticales. Como generalidad se puede decir que la estructura de la empresa es de tipo microadministrativa,

debido a que es una representación de una sola organización y algunas áreas en las que se divide, en este caso IAK, sin mencionar las otras organizaciones que componen FIFCO a nivel internacional. Cada una maneja su propia estructura individual y todas ellas juntas conforman la estructura organizacional de la corporación.

Por otra parte, la estructura empresarial en IAK también puede clasificarse por su forma, un organigrama de tipo vertical, debido a que toda estructura se inicia a partir de un titular en la parte superior, y el resto de las áreas se ramifica hacia abajo según el nivel de jerarquía escalonada, muestra los diferentes departamentos y niveles de mando según su posición de arriba hacia abajo.

1.6. Generalidades del departamento de mantenimiento

A continuación se hace una descripción de los procesos necesarios para el departamento de mantenimiento de Industrias Kern's.

1.6.1. Descripción

La marca Kern's a nivel internacional comenzó su historia en los años 20 del siglo pasado en la parte baja de California, Estados Unidos. Con el paso del tiempo comenzó a extender sus operaciones a lo largo de otros estados y otros países. Es así como surge Kern's Guatemala en 1959, con el aporte de capital extranjero y nacional para iniciar las operaciones en el país. Pocos años después, la marca Ducal fue adquirida por el mismo consorcio. Por lo que las compañías Kern's y Ducal se unieron en una misma planta de producción de alimentos y bebidas. Actualmente, Industrias Alimenticias Kern's, tiene 58 años de trabajar en Guatemala y forma parte del grupo multinacional FIFCO,

comprometido con entregar productos de la más alta calidad para el consumidor y con los valores de innovación y cuidado ambiental.

Actualmente, la planta de Kern's en Guatemala está pasando por un proceso de cambio y modernización, busca alcanzar altos estándares de calidad y rentabilidad en conjunto con otras fábricas y marcas de FIFCO a nivel internacional, principalmente al compararse con la planta Cristal en Costa Rica.

Para cumplir con estos estándares, IAK ha aplicado diferentes herramientas estratégicas que permitan mejoras notables en sus procesos, principalmente en las áreas de mantenimiento, producción, *planning*, investigación y desarrollo, y proyectos. La planta de Alimentos Kern's cuenta con varios controles y métodos de seguimiento de procesos y verificación para el cumplimiento de objetivos. Para ello utilizan indicadores de rendimiento operacionales (OPI), normas de inocuidad, procesos estandarizados 5S y buenas prácticas de manufactura dentro de sus actividades.

El departamento de mantenimiento, uno de los más importantes dentro de la cadena de valor de la empresa, es el encargado de asegurar que los activos físicos de la planta se mantengan en condiciones óptimas, que funcionen al máximo de su capacidad y entreguen la misma calidad de servicio que presentaban cuando fueron adquiridos y puestos en marcha por primera vez. Esto requiere un nivel de control y gestión de actividades estricta y altamente desarrollado.

En estrecha relación con los planes de producción y sus metas mensuales, el departamento de mantenimiento tiene la responsabilidad de diseñar, planear y ejecutar distintas rutinas de inspección, servicio menor y mayor, ajustes finos y calibración a los diferentes equipos de toda la planta, sin

alterar ni detener la producción de manera innecesaria o por más tiempo del asignado para esos propósitos. Estas rutinas de mantenimiento deben cumplir con fechas y tiempos muy estrictos, que regularmente se ven afectados por cambios en los planes de producción, fallas inesperadas, disponibilidad de repuestos, entre otros factores, que impiden el cumplimiento total del mantenimiento programado.

1.6.2. Visión

Ser un equipo confiable que brinde una gestión exitosa para el funcionamiento óptimo de la planta Kern's mediante una planificación y ejecución consolidada y resaltando la labor integral del personal en su compartir diario.

1.6.3. Misión

Comprometernos con nuestros clientes internos de IAK a conseguir que la empresa sea más rentable, reduciendo costos, generando compromiso y responsabilidad de nuestros colaboradores. Eliminar los costos innecesarios, reducir las averías, aumentar la disponibilidad de la maquinaria y mejorar el proceso productivo potenciando el talento y la Innovación.

1.6.4. Objetivos

Una de las etapas más fundamentales, durante el diagnóstico y desarrollo de nuevas estrategias, es el planteamiento de objetivos o metas por alcanzar, que definen los cursos de acción por tomar para su cumplimiento. La responsabilidad de plantear estos objetivos es tanto operativa como administrativa, ya que la inclusión de todo el personal es parte importante de un

modelo de gestión de mantenimiento adecuado. Dichos objetivos deben determinarse con base en los objetivos corporativos, para mantener el enfoque de la organización y buscar un beneficio adecuado a lo que la empresa quiere alcanzar.

A partir de esto, se realizó en conjunto con el departamento de mantenimiento una revisión y actualización de los objetivos. Quedaron definidos de la siguiente manera:

- **Objetivos del departamento de mantenimiento**
 - Cumplir con los planes de mantenimiento preventivo y correctivo que permitan operar la planta de acuerdo a las necesidades de producción.
 - Preservar dentro de los límites económicos establecidos, el costo de ciclo de vida (LCC) de los activos de la empresa.
 - Mantener la calidad y cantidad de servicio que entrega un recurso o sistema de recursos, dentro de los parámetros esperados, durante su tiempo programado de funcionamiento.
 - Gestionar y ejecutar los planes de mantenimiento que permitan operar a un buen nivel de disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad las áreas productivas de la empresa.

1.6.5. Estructura organizacional

La gerencia de planta de IAK tiene a su cargo el control y desarrollo de todas las actividades productivas de la planta como tal, para lo cual el control de la planta se divide en 3 unidades principales, mantenimiento, producción y aseguramiento de calidad, como se pudo apreciar en la estructura organizacional general. Asimismo, el departamento de mantenimiento se organiza bajo la misma metodología de estructuración formal y funcional, donde existen distintos niveles de autoridad, funciones y trabajos definidos y una dirección de mando lineal. Esta inicia con la jefatura del departamento en la parte superior y se subdivide hasta llegar a la unidad técnica-operacional como la base del organigrama.

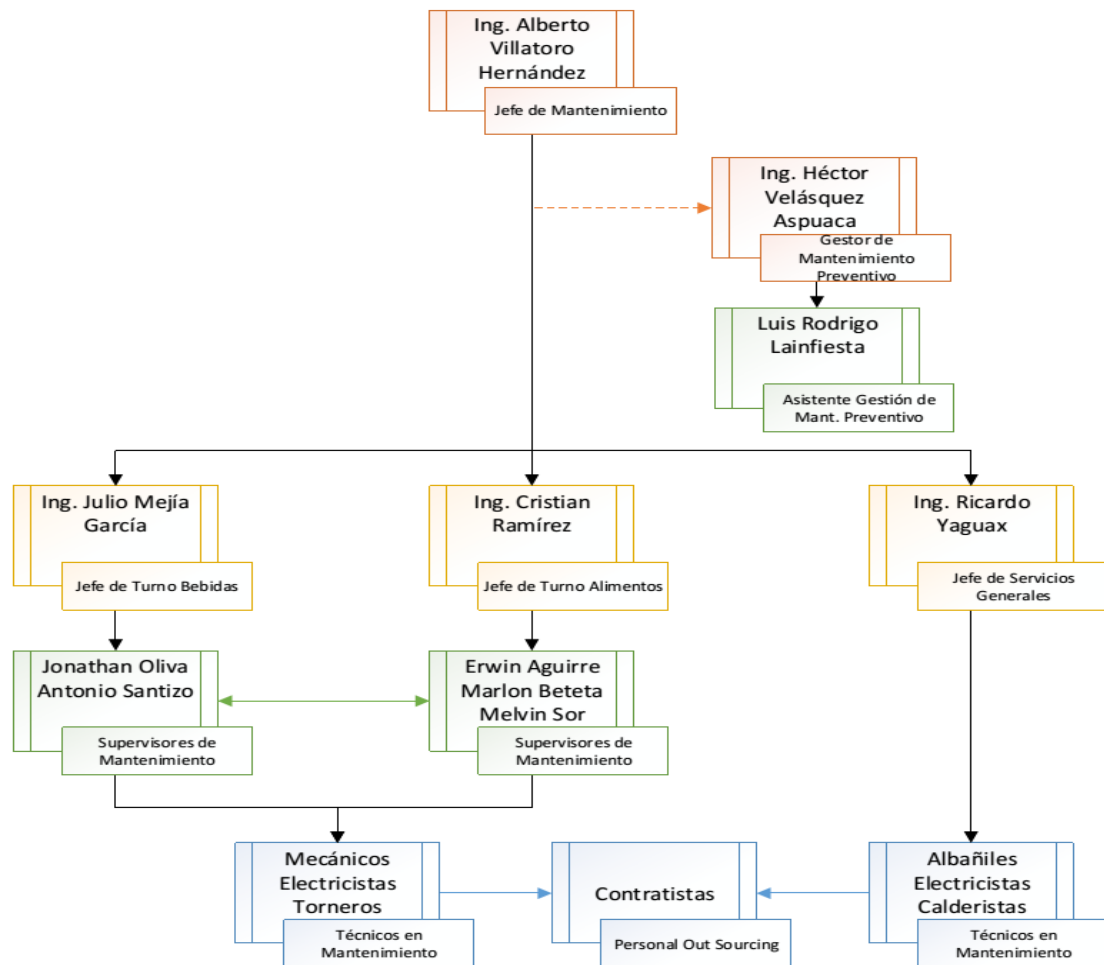
Dentro de esta estructura, cada nivel de mando tiene definido el alcance de sus diferentes funciones y su autoridad sobre los demás niveles, establece relaciones directas con los niveles inmediato superior e inferior. Sin embargo, aun siendo esta una metodología de organización bastante estricta, existe un amplio grado de movilidad dentro de los mismos niveles y una facilidad de comunicación entre niveles, tanto hacia arriba como hacia debajo de la cadena de mando, que permite mantener un clima laboral agradable y una buena relación personal entre los miembros del departamento.

De manera similar a la estructura de la empresa, el departamento de Mantenimiento también desarrolla su organigrama clasificado de manera jerárquica, se puede clasificar como microadministrativo, vertical e integral.

Corresponde a un tipo de organigrama microadministrativo ya que solo representa una parte del total; en este caso, solo la estructura propia del departamento sin mostrar la relación que existe con las demás áreas de la

planta. También se puede clasificar por su contenido como un organigrama integral, ya que presenta de manera clara la relación jerárquica y de dependencia que existe entre los diferentes puestos de trabajo e incluye de manera explícita el puesto y su representante. Asimismo, por su forma, desarrollado de arriba hacia abajo a manera de ramas, se califica como un organigrama vertical.

Figura 2. Organigrama del departamento de mantenimiento



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

1.6.6. Funciones

El departamento de mantenimiento se compone de un total de 53 miembros directos, 11 del área administrativa y 44 en el área técnica-operativa. Este equipo de trabajo desarrolla sus actividades en torno al mantenimiento y conservación de los equipos y maquinaria en planta, así como el manejo de todos los equipos auxiliares necesarios para mantener la planta funcionando con la mayor eficiencia posible, tanto productiva como ambientalmente.

El área administrativa se encarga de los procesos de gestión del mantenimiento. Incluye la planificación del mantenimiento, control de ejecución preventiva y correctiva, actualización y mejora de equipos, manejo de repuestos, manejo de presupuestos, evaluaciones de personal, control de servicios auxiliares y conservación de infraestructura. Todas estas tareas y funciones se distribuyen sobre los diferentes niveles de la estructura del departamento, de manera que cada nivel y cada área se encargue de ciertas funciones en específico, y se mantienen abiertas a transferir funciones entre niveles siempre que sea necesario.

En cuanto al área técnica-operacional, esta se compone de todo el personal encargado de la ejecución de las tareas de mantenimiento, tanto correctivas como preventivas, de la conservación de la infraestructura, el manejo de los equipos de servicios auxiliares y por el personal *outsourcing* que presta sus servicios a través de empresas contratistas.

A partir de la estructura funcional del departamento de mantenimiento, las distintas funciones para cada nivel de mando se definen de la siguiente manera:

- Jefe de mantenimiento
 - Gestión y evaluación del cumplimiento de los diferentes programas de conservación.
 - Gestionar recursos para el desarrollo de las actividades planificadas de mantenimiento para cada mes.
 - Evaluar nuevas tecnologías para la administración del mantenimiento.
 - Gestión estratégica de la conservación industrial.
 - Garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los activos.
 - Gestionar los recursos necesarios para el cumplimiento eficiente y eficaz de los diferentes planes de mantenimiento.
 - Coordinar el mantenimiento correctivo programado, resultantes del Mantenimiento preventivo e inspección VOSO.
 - Revisar, actualizar y difundir todos los documentos, registros y formatos a utilizar como herramientas en el departamento de mantenimiento.
 - Recopilación y archivo de los manuales de las máquinas y equipos utilizados en planta.
 - Recopilación, análisis y reporte de los indicadores de rendimiento del departamento de mantenimiento.

- Gestor de mantenimiento preventivo
 - Gestión y evaluación del cumplimiento de los diferentes programas de conservación.
 - Gestionar recursos para el desarrollo de las actividades planificadas de mantenimiento para cada mes.

- Evaluar nuevas tecnologías para la administración del mantenimiento.
 - Gestión estratégica de la conservación industrial.
 - Garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los activos.
 - Generar y cerrar las órdenes de trabajo preventivas planificadas para cada mes.
 - Mantener actualizada la matriz de equipos y activos en planta.
 - Archivar y manejar la información sobre la programación anual de mantenimiento programado.
 - Programar las diferentes tareas de mantenimiento preventivo diseñadas para la conservación de los equipos piloto.
- Asistente de mantenimiento preventivo
 - Proponer y desarrollar nuevas tecnologías para la administración del mantenimiento.
 - Asistir con la actualización de activos en la matriz de equipos en SAP.
 - Desarrollar procedimientos de seguridad fácilmente aplicables al mantenimiento preventivo.
 - Gestionar los recursos necesarios para el cumplimiento eficiente y eficaz de los diferentes planes de mantenimiento.
 - Dar seguimiento a la aplicación del mantenimiento productivo total a los diferentes equipos propuestos.
 - Verificar y registrar los repuestos disponibles y necesarios, así como sus cantidades, para el mantenimiento de los equipos.
 - Programar las diferentes tareas de mantenimiento preventivo diseñadas para la conservación de los equipos piloto.
 - Evaluación de criticidad de equipos.

- Jefe servicios generales
 - Coordinar todas las actividades relacionadas con los servicios requeridos por la planta, combustibles, electricidad, agua tratada, agua enfriada, agua suavizada, vapor, aire comprimido, montacargas, obras grises, aire acondicionado, iluminación, entre otros.
 - Planificación, análisis, control y reportes del uso, eficiencia y eficacia de los distintos recursos por parte de los equipos en la empresa.

- Jefe de turno bebidas y alimentos
 - Gestión y evaluación del cumplimiento de los diferentes programas de conservación.
 - Gestionar recursos para el desarrollo de las actividades planificadas de mantenimiento para cada mes.
 - Evaluar nuevas tecnologías para la administración del mantenimiento.
 - Gestión Estratégica de la conservación industrial.
 - Garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los activos.
 - Organización y distribución del personal supervisor y técnicos de mantenimiento a su cargo.
 - Actualización de la matriz de equipos.
 - Planificación, control y reporte de las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo en concordancia con los planes de producción.
 - Supervisión y seguimiento de los mantenimientos y servicios mayores.

- Supervisores de mantenimiento
 - Generación de órdenes de trabajo de acuerdo con los programas establecidos.
 - Cierre de órdenes de trabajos en los primeros días del mes siguiente.
 - Coordinar el mantenimiento correctivo programado, resultantes del mantenimiento preventivo e inspección VOSO.
 - Actualizar la matriz de equipos críticos e infraestructura de mantenimiento cuando existan cambios o baja de activos.
 - Evaluación de criticidad de equipos.
 - Actualización del sistema de mantenimiento computarizado
 - Ejecución.
 - Control.
 - Seguimiento.
 - Administración mano de obra.

- Técnicos mecánicos, eléctricos y electrónicos
 - Ejecución de los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo.
 - Lubricación y engrasado de equipos.
 - Realizar inspección VOSO de los equipos regularmente.
 - Limpieza de equipos post-mantenimiento.
 - Retroalimentación de los procesos de mantenimiento y estado de los activos.
 - Reporte de anomalías de seguridad y funcionamiento de activos.
 - Asistencia en el desarrollo de las tareas preventivas FMEA para los estudios de mantenimiento por aplicar.
 - Asistencia en la evaluación de criticidad de equipos.

**2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.
ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN
LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN
LA PLANTA DE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S Y CIA.
S.C.A.**

2.1. Diagnóstico general del departamento de mantenimiento

El área de mantenimiento tiene a su cargo la conservación, calibración, limpieza y puesta a punta de todos los equipos y maquinaria que intervienen en las líneas de producción dentro de la planta, para cualquiera de los productos y presentaciones que se elaboran allí. Debido a esto, mantenimiento tiene la responsabilidad de mantener todas las líneas de producción trabajando de la mejor manera posible, reducir al mínimo los paros y reducciones de velocidad en los procesos. Para este propósito, Industrias Kern's ha utilizado un programa de mantenimiento enfocado en las especificaciones de los diferentes equipos y las necesidades de cada línea, guiados por un sistema de órdenes de trabajo, centros de costo y fichas de seguimiento para los procesos de conservación.

Estos elementos de los planes de mantenimiento fueron generados en periodos de trabajo de años anteriores y han quedado desactualizados en relación con los otros sectores de la planta, que constantemente aplican mejoras y herramientas de control para sus actividades.

Industrias Alimenticias Kern's, es una empresa de nivel internacional, con gran cantidad de ventas en el país y la región norte y central de América. Cumple con una serie de estándares de calidad que aseguran que sus productos sigan siendo lo más elegidos por el consumidor. Estos estándares de calidad solo pueden ser cumplidos al máximo si todas las áreas y departamentos de la planta trabajan en conjunto buscando ese objetivo común, para asegurar que la producción llene las expectativas de disponibilidad, sabor y calidad.

Debido a los altos estándares de calidad que Industrias Kern's busca mantener sobre todas sus actividades, y considerando la gran cantidad de activos físicos que posee la planta IAK, se hace evidente que las necesidades de mantenimiento aumenten y se hagan más especializadas. Por tanto, se considera fundamental que la evaluación de estrategias de mantenimiento, la selección de tareas y la gestión global del mantenimiento en la planta se maneje de manera formal y responsable, aplicando herramientas de control de alto nivel y valor agregado.

El área de mantenimiento de la planta ha quedado desactualizada y atrasada en la aplicación de herramientas de gestión para sus actividades en relación a los demás departamentos de la empresa. Presenta deficiencias en la programación, seguimiento y ejecución de los programas de conservación de la maquinaria, permite un aumento en los tiempos muertos por fallas de los equipos y una reducción de la eficiencia en uso de recurso por este departamento. Es por eso que surge la necesidad de desarrollar un modelo de gestión de mantenimiento de clase mundial, bajo la visión de mejora continua y la utilización de herramientas de manufactura esbelta, como indicadores clave de rendimiento (KPI), índices de eficiencia global (OEE) y mantenimiento productivo total (TPM).

Este modelo de gestión propuesto busca alinear los objetivos de mantenimiento con los objetivos globales de la empresa en un marco de mejora continua. Mediante estas herramientas, se entrega soporte en la toma de decisiones lógicas de gestión y optimización de una manera real y continua en todos los procesos que tienen que ver con la planificación, programación y ejecución del mantenimiento.

En los procesos de mantenimiento actuales se han presentado problemas y deficiencias debido a varios factores, los cuales han generado que el programa de mantenimiento preventivo de la planta esté muy desactualizado y no cumpla con los estándares de control, ejecución y seguimiento que otras plantas de producción del grupo FIFCO a nivel internacional ya aplican en sus actividades.

La mayor parte de las deficiencias que presenta el departamento de mantenimiento se relacionan con un proceso de gestión inadecuado. Este puede solucionarse actualizando los programas de conservación hacia un sistema de gestión de mantenimiento productivo total que permita llevar mejor control de los equipos y sus componentes, planificar los mantenimientos preventivos según el tiempo de trabajo del equipo, reducir los paros por fallos y mantenimientos correctivos emergentes y manejar indicadores para un seguimiento continuo de los procesos de mantenimiento en toda la planta.

Todas estas herramientas y técnicas de gestión aplicables al departamento de mantenimiento requieren de cumplir con una serie de pasos o fases, que uno a uno permiten acercarse más al objetivo de un mantenimiento de clase mundial. Para iniciar con cualquiera de las fases, lo principal es un buen diagnóstico de la situación actual, que incluya la recopilación de información sobre los equipos, sus funciones y fallas recurrentes. Además, un

análisis propio del departamento de mantenimiento, que permita verificar los objetivos y procesos estandarizados que se deben seguir en función de ejecutar todas las actividades eficientemente.

2.1.1. Perfil interno de capacidad

El análisis de capacidad interna, denominado PCI por sus siglas, es una herramienta que se utiliza para evaluar las fortalezas, debilidades y el nivel de impacto que tienen sobre la empresa todos aquellos factores que afectan su actividad operativa.

El perfil interno de capacidad se enfoca en categorías determinantes para la empresa, como la capacidad directiva, tecnológica y de talento humano representa su nivel de impacto, fortaleza o debilidad como alto, medio o bajo, y asigna una ponderación de 3, 2 y 1 puntos, respectivamente. La metodología consiste en definir una serie de características propias de la empresa y evaluarlas en las distintas categorías para determinar el promedio y así identificar las áreas que requieren mayor atención para mejorar. El promedio resultante en cada una de las categorías se evalúa según el puntaje menor a 1,67 para un resultado bajo, entre 1,67 y 2,33 para medio; y mayor a 2,33 para un resultado alto. Para efectos de este estudio, la matriz PCI se efectúa sobre el departamento de mantenimiento de IAK.

Tabla I. **Matriz PCI**

Perfil de capacidad interna						
Industrias Alimenticias Kern's y Cia. S.C.A.						
Departamento de Mantenimiento						
Categoría	Debilidad		Fortaleza		Impacto	
Capacidad	Nivel	PTS	Nivel	PTS	Nivel	PTS
Directiva						
Claridad de la estructura organizacional del departamento			Medio	2	Alto	3
Funciones del personal			Alto	3	Alto	3
Toma de decisiones	Medio	2			Alto	3
Auditorías internas	Medio	2			Medio	2
Definición de Misión y Visión	Alto	3			Medio	2
Objetivos claros y divulgados	Medio	2			Medio	2
Parámetros de control definidos			Bajo	1	Alto	3
Información sobre el desempeño			Bajo	1	Alto	3
Cumplimiento de los presupuestos			Medio	2	Alto	3
Acceso al presupuesto			Alto	3	Medio	2
Control de repuestos en bodega	Bajo	1			Medio	2
Actualización del sistema SAP			Medio	2	Alto	3
	Total	10	Total	14	Total	31
	Promedio	2	Promedio	2	Promedio	2,6

Continuación de la tabla I.

Tecnológica						
Instalaciones efectivamente señalizadas	Alto	3			Alto	3
Eficiencia de los sistemas de producción			Alto	3	Alto	3
Indicadores de medición de producción			Alto	3	Alto	3
Existencia de un plan de producción			Alto	3	Alto	3
Incidencia de tiempos muertos	Medio	2			Alto	3
Control de fallas en los equipos	Medio	2			Medio	2
Participación del personal en la conservación del equipo	Alto	3			Medio	2
Cultura de mantenimiento	Medio	2			Medio	2
Estandarización de los procesos de mantenimiento	Bajo	1			Medio	2
Indicadores visuales de paro, marcha, mantenimiento, avería, niveles de stock	Bajo	1			Alto	3
Control de repuestos por equipo	Alto	3			Alto	3
Existencia de manuales de fabricante de los equipos			Medio	2	Alto	3
Limpieza de los equipos			Alto	3	Alto	3
Cumplimiento de los procesos para generar y ejecutar ordenes de trabajo	Bajo	1			Medio	2
	Total	18	Total	14	Total	37
	Promedio	2,0	Promedio	2,8	Promedio	2,6

Continuación de la tabla I.

Talento humano						
Existencia de código de ética			Alto	3	Alto	3
Programas de capacitación a los operarios	Bajo	1			Medio	2
Conocimiento de los operarios sobre los indicadores	Medio	2			Medio	2
Capacidad del operario para proponer mejoras	Alto	3			Alto	3
Nivel de polivalencia de los operarios	Alto	3			Alto	3
Aceptación de sugerencias de empleados			Medio	2	Alto	3
Inclusión del operario en el mantenimiento de los equipos			Bajo	1	Alto	3
	Total	9	Total	6	Total	19
	Promedio	2,3	Promedio	2,0	Promedio	2,7

Fuente: elaboración propia.

Una vez realizado este análisis con la matriz del perfil interno de capacidad, se procedió a evaluar los resultados obtenidos del valor promedio en debilidad, fortaleza e impacto, según los tres parámetros que se evaluaron durante el diagnóstico. A partir de ellos se logró determinar cuál de los parámetros afecta en mayor medida las actividades del departamento de Mantenimiento, así como identificar qué aspectos deben mejorarse y con qué prioridad, para solucionar dichas deficiencias.

Según el análisis, al enfocarse en el parámetro de la capacidad directiva del departamento, se puede observar que dentro de las mayores debilidades se encuentra la falta de divulgación y compromiso con la misión, visión y objetivos propios del departamento. Esto es fácilmente corregible dentro de los nuevos planes de mantenimiento productivo total. El establecimiento y la divulgación de

estos elementos es fundamental, previo a cualquier proceso de actualización. De igual manera se logra observar que la existencia de parámetros de control y desempeño, así como el cumplimiento de objetivos, son fortalezas de nivel medio que pueden mejorarse durante el desarrollo del proyecto mediante el aprovechamiento de los indicadores ya existentes, y el desarrollo de nuevos indicadores adecuados a las necesidades de control del departamento.

En cuanto al parámetro de tecnología, se puede determinar que tiene el mismo nivel de impacto sobre el departamento que el parámetro anterior. Presenta un nivel de debilidad medio, que deja algunos aspectos clave por mejorar, como la señalización e identificación de los equipos en planta, actualización de activos en la plataforma SAP, documentación de fallas y tiempos de producción y paros, y la implementación de un mejor proceso estandarizado para el mantenimiento que permita conocer, por equipo, los repuestos necesarios y su nivel de *stock*, las tareas proactivas de mantenimiento, así como diferentes procedimientos de seguridad involucrados para los mantenimientos.

De igual manera se logra evaluar el talento humano. Este parámetro presenta un nivel de impacto alto para el departamento de mantenimiento, a partir de lo cual se logra identificar la necesidad de generar sobre el personal una cultura del mantenimiento, que ayude a mejorar la polivalencia o capacidad multitareas del personal, así como aumentar la participación y conocimientos de los operarios en la conservación de los activos con los que trabajan día a día.

2.1.2. Análisis FODA

El análisis Foda es una herramienta de planeación estratégica cuyo propósito es analizar las condiciones internas, mediante las fortalezas y

debilidades; y las condiciones externas, como las amenazas y oportunidades, de una empresa.

Para ello, se inicia el análisis con una lista de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. En este caso, para el departamento de mantenimiento de IAK.

- Fortalezas
 - Personal de mantenimiento comprometido con su labor.
 - Equipo de supervisores con disponibilidad a aprender e implementar nuevos procesos.
 - Presupuesto y recursos apropiados.
 - Disponibilidad de tiempo para capacitaciones.
 - Amplia variedad de proveedores de repuestos, materiales y servicios.

- Debilidades
 - Poco seguimiento de procedimientos para órdenes de trabajo.
 - Ejecución y seguimiento del mantenimiento preventivo con poca evidencia escrita.
 - Documentación técnica escasa, desactualizada y de difícil acceso.
 - Alto nivel de pérdida de información por desorganización y comunicación ineficiente.
 - Maquinaria desatendida y desgastada por falta de mantenimiento y pérdida de condiciones básicas de trabajo en casi toda la planta.

- Oportunidades
 - Posibilidad de *outsourcing* con empresas contratistas de alta experiencia en la industria alimenticia.
 - Contratos de mantenimiento exclusivos con proveedores y fabricantes de la maquinaria.
 - Apoyo de las otras plantas de producción del grupo FIFCO para realizar *benchmarking* en los procesos de mantenimiento.
 - Mejoras tecnologías y de automatización disponibles para la maquinaria.
 - Posibilidad de restaurar y mejorar las condiciones de los equipos con apoyo del personal del área de Producción.

- Amenazas
 - Alto grado de variación en la disponibilidad y lead time de repuestos según el proveedor.
 - Cambios en la demanda y planes de producción sin previo aviso atrasan o reducen los periodos de mantenimiento.
 - Poca participación de la gerencia de mantenimiento en el desarrollo de los planes anuales de producción para definir los periodos de mantenimiento.
 - Pérdida de credibilidad ante otras áreas de empresa por fallas constantes y predecibles de los equipos, que no se detectan a tiempo.
 - Mayores indicios de disponibilidad y rendimiento en otras plantas de FIFCO aumentan la posibilidad de fabricación de nuestros productos en otros países para reducir costos.

En cuanto al análisis obtenido de la matriz FODA, se pueden determinar que los factores internos del departamento son los que más afectan sus labores y generan los problemas que actualmente dificultan la gestión del mantenimiento. Principalmente se logra detectar que las debilidades surgen a partir de una deficiencia en el seguimiento de los procedimientos administrativos que rigen las actividades. Esta deficiencia se debe al difícil acceso a la información y a la falta de estandarización en algunos procesos, los cuales se encuentran dispersos dentro del departamento, en archivos o computadoras diversas y no se recopila de la manera adecuada periódicamente.

Asimismo, la falta de comunicación en ambos sentidos de la jerarquía de mando dificulta la gestión de las actividades, facilita que cada persona trabaje bajo distintas metas y metodologías, causa confusión y pérdida de información dentro del departamento. Sin embargo, se observa que el personal supervisor de mantenimiento tiene alta experiencia y competencia en su campo, conoce sus deficiencias y está dispuesto a buscar un proceso de mejora si se tiene el liderazgo adecuado y las herramientas necesarias, así como el apoyo de las jefaturas.

Mientras que para los factores externos, la mayor amenaza que se observa es la disponibilidad de repuestos. Debido a que no se tiene un inventario adecuado de los repuestos que se necesitan, realizar el pedido como respuesta correctiva a un fallo genera grandes atrasos en el caso de los repuestos provenientes de otros países, cuyo tiempo de entrega es muy variable y no puede calcularse adecuadamente por pedidos históricos. Se puede determinar que una de las mayores oportunidades que el departamento de mantenimiento está aprovechando actualmente, es el *benchmarking*,

tomando como referencia otras fábricas de alimentos y bebidas pertenecientes a FIFCO, como la embotelladora Cristal en Costa Rica.

- Matriz de relaciones FODA

La matriz de relaciones de la herramienta FODA permite definir estrategias más concretas y enfocadas en la relación que existe en los diferentes aspectos internos y externos que se plantean para el departamento. Esto se logra mediante una serie de tablas de interacción FO, FA, DO y DA; donde cada una genera una estrategia y un enfoque diferente para disminuir el impacto de amenazas, aprovechar mejor las oportunidades y mejorar debilidades. Estas tablas indican con un 1 una relación fuerte con buenas posibilidades de generar una estrategia, mientras que muestra un 0 si la relación entre factores es muy débil o no representa una estrategia viable en este momento.

Tabla II. **Matriz de relación FO**

		FORTALEZAS				
		F1	F2	F3	F4	F5
OPORTUNIDADES	O1	0	0	1	0	0
	O2	0	0	0	0	0
	O3	0	1	0	0	0
	O4	0	0	0	1	0
	O5	0	1	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

A partir de la tabla II, se pueden establecer las siguientes estrategias según la relación que existe entre fortalezas y oportunidades:

(F3, O1) Identificar y distribuir las tareas de mantenimiento menos prioritarias que pueden ser completadas por un contrato de *outsourcing* para

mejorar la utilización del tiempo y recursos del personal interno en los mantenimientos más especializados.

(F2, O3) Utilizar el conocimiento, herramientas y procedimientos de gestión del mantenimiento preventivo y correcto que actualmente se maneja en las otras plantas FIFCO como base para mejorar el control interno del mantenimiento de la planta de IAK, y como base para la implementación de sistemas de gestión en las líneas piloto.

(F4, O4) Implementar un plan de capacitación para todo el personal del departamento que constantemente entregue información actualizada y detallada de los nuevos procedimientos, herramientas, sistemas de gestión y maquinaria que se implementen en planta.

(F2, O5) Aprovechando la alta experiencia y capacidad de todo el personal del departamento de mantenimiento, así como de las demás áreas de la empresa, se propone formar equipos de trabajo multidisciplinarios, denominados Grupos Naturales de trabajo. Estos se encargan de generar, planificar y ejecutar en conjunto, las metodologías y procedimientos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de la empresa.

Tabla III. **Matriz de relación FA**

		FORTALEZAS				
		F1	F2	F3	F4	F5
AMENAZAS	A1	0	0	0	0	1
	A2	1	0	0	0	0
	A3	0	0	0	0	0
	A4	0	0	0	0	0
	A5	0	1	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

A partir de la tabla III, se pueden establecer las siguientes estrategias según la relación que existe entre fortalezas y amenazas:

(F5, A1) Mantener una cartera de proveedores amplia y actualizada, que facilite la comparación entre precios, marcas, servicio post-venta, tiempo de entrega, stock exclusivo de repuestos de uso constante y asesoría técnica entre los proveedores para minimizar la dependencia de un solo proveedor de repuestos.

(F1, A2) Aprovechar la experiencia y compromiso del personal de mantenimiento para aumentar la eficiencia del recurso humano y temporal, agilizando la ejecución de las tareas de mantenimiento en los planes dinámicos de producción.

(F2, A5) Asignación a cada supervisor de ciertos equipos clave de cada área de planta, para analizar las causas de las pérdidas de eficiencia e implementar soluciones inmediatas para reestablecer las condiciones iniciales del equipo y asegurar su disponibilidad productiva.

Tabla IV. **Matriz de relación DO**

		DEBILIDADES				
		D1	D2	D3	D4	D5
OPORTUNIDADES	O1	0	0	0	0	0
	O2	1	0	0	0	0
	O3	0	0	0	1	0
	O4	0	0	1	0	0
	O5	0	0	0	0	1

Fuente: elaboración propia.

A partir de la tabla IV, se pueden establecer las siguientes estrategias según la relación que existe entre oportunidades y las debilidades:

(O3, D4) Ya que las principales debilidades se encuentra en el tema de documentación, seguimiento y acceso a la información, una solución adecuada es la utilización de un sistema digital automatizado, que contenga toda la información necesaria sobre los equipos, fichas técnicas, rutinas de mantenimiento, manejo de repuestos y seguridad ocupacional, agrupada según sea necesario. Además que sea fácilmente accesible para el personal cuando este requiera, a través de la creación de un archivo técnico.

(O2, D1) Generar contratos exclusivos de mantenimiento con el proveedor o fabricante de los equipos más críticos dentro de planta, donde este sea encargado de definir los procedimientos, tareas de mantenimiento, periodos de ejecución y manejo de repuestos. Mientras que el departamento sea el encargado de ejecutar el mantenimiento del equipo según la información proporcionada por el fabricante, para facilitar el seguimiento y control de la información.

(O4, D3) Documentar de manera adecuada y con registros y fichas técnicas estandarizadas todas las mejoras, modificaciones o instalaciones que se hagan en la maquinaria a partir de la implementación del proyecto, con el fin de mantener actualizado el archivo técnico.

(O5, D5) Implementar un sistema de mantenimiento productivo total que involucre a todo el personal que se relacione con los equipos o líneas en específico, mediante la creación de los grupos naturales de trabajo para desarrollar planes de mantenimiento adecuado, eficaces y autónomos.

Tabla V. **Matriz de relación DA**

		DEBILIDADES				
		D1	D2	D3	D4	D5
AMENAZAS	A1	0	0	0	0	0
	A2	0	0	0	0	0
	A3	0	1	0	0	0
	A4	0	0	0	1	0
	A5	0	0	0	0	1

Fuente: elaboración propia.

A partir de la tabla anterior, se puede establecer las siguientes estrategias según la relación que existe entre debilidades y amenazas:

(A3, D2) Automatizar el proceso de creación e impresión de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo, donde se defina detalladamente las tareas por realizar, tiempo y repuestos requerido. Esta documentación se utilizará como respaldo para solicitar los espacios de tiempo necesarios en el plan anual y mensual de producción para las intervenciones necesarias de los equipos productivos.

(A4, D4) Utilizar el archivo técnico como fuente de información confiable para mejorar la comunicación con los otros departamentos de la empresa y mantenerlos al tanto de las actividades que Mantenimiento ejecuta para mejorar la disponibilidad de los equipos y reducir al mínimo el riesgo de paros emergentes.

(A5, D5) Realizar acciones correctivas para devolver los equipos críticos de cada línea a su estado de condiciones básicas para garantizar un funcionamiento más adecuado en las líneas y una mayor eficiencia, reduciendo

así la necesidad de completar el volumen de producción con otras plantas de FIFCO.

A partir de este análisis de las características internas y externas del departamento, se puede identificar una necesidad en común de estandarización que mejorará en gran medida la manera en que el departamento gestiona sus recursos y actividades. Para ello se plantea la estrategia de actualizar el sistema de gestión de mantenimiento, actualmente correctivo en su mayoría, al implementar una metodología estandarizada basada en el mantenimiento productivo total.

El TPM, en el caso de Industrias Kern's, representa una serie de herramientas, ya establecidas en otras plantas de la corporación FIFCO, que buscan la estandarización de los procesos basados en el liderazgo de los equipos de trabajo, la adaptabilidad de la planta, la mejora continua y la gestión adecuada de recursos. Tomando como referencia estas herramientas planteadas a un nivel básico, se genera la necesidad de implementar completamente el TPM en IAK.

Se iniciará con una línea de producción piloto que permita implementar las diferentes fases del sistema de gestión del mantenimiento de manera enfocada y sistemática que se adoptará facilite su análisis y modificación en la marcha. El sistema a las necesidades y situación interna de la planta, estandarizando los procedimientos, define el alcance y la participación de los distintos departamentos, y genera paso a paso una cultura de mejora continua en todo el personal para asegurar que la implementación cuente con el compromiso de toda la empresa, desde los puestos operativos hasta las jefaturas y la gerencia de planta.

2.1.3. Tipos de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento se pueden distribuir en 4 tipos diferentes basados en el momento en el cual se ejecute la actividad respecto al estado de la máquina, ya sea previo a las fallas o posterior a las fallas.

- Mantenimiento correctivo

Estas actividades de mantenimiento se llevan a cabo de manera posterior a las fallas o pérdidas de calidad en el servicio prestado por el equipo. Buscan corregir problemas ya existentes que limitan o impiden el correcto funcionamiento de los equipos. Generalmente involucran el cambio de partes y accesorios, requieren un amplio *stock* de repuestos en bodega debido a que no se conoce el momento exacto de una falla, lo que aumenta los costos de inventarios y pedido de repuestos y herramientas. Este tipo de mantenimiento también representa un aumento en costos por tiempos muertos, debido a que las fallas y paros no planeados retrasan los procesos de producción de manera inesperada.

- Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es un conjunto de tareas y actividades que buscan mantener la calidad prestada por el equipo dentro los parámetros aceptados por la empresa, asegurando que este trabaje correctamente sin necesidad de detenerlo de forma inesperada. Las tareas de conservación preventivas se ejecutan previamente a una falla o pérdida de calidad, involucra tareas de inspección y limpieza de manera periódica basados en intervalos de tiempo. Este tipo de mantenimiento puede ser muy útil y representa beneficios para las empresas y los propios equipos. Sin embargo, un plan de

mantenimiento preventivo no adecuado también presenta dificultades, como gastos de inventario de repuestos adecuado a los periodos de reemplazo de piezas, gastos innecesarios si las actividades se realizan antes de tiempo cuando el equipo aún funciona adecuadamente. No presenta una correcta prevención de las fallas, ya que algunos equipos pueden dañarse sin aviso dentro de los intervalos de mantenimiento.

- Mantenimiento predictivo

A diferencia del mantenimiento preventivo, las actividades predictivas no trabajan en función de intervalos de tiempo para determinar cuándo es necesario darle mantenimiento a las máquina y equipos, sino que se basan en una serie de inspecciones, recopilación de datos estadísticos, información de los manuales de los equipos, mediciones con equipos especiales para determinar vibración, microfracturas, desgaste, fatiga, entre otras averías que puede sufrir un equipo. Esta metodología permite predecir cuál es el momento más adecuado para realizar trabajos de mantenimiento sobre un equipo determinado, basado en las propias inspecciones y el estado de cada una las subpartes que componen una máquina.

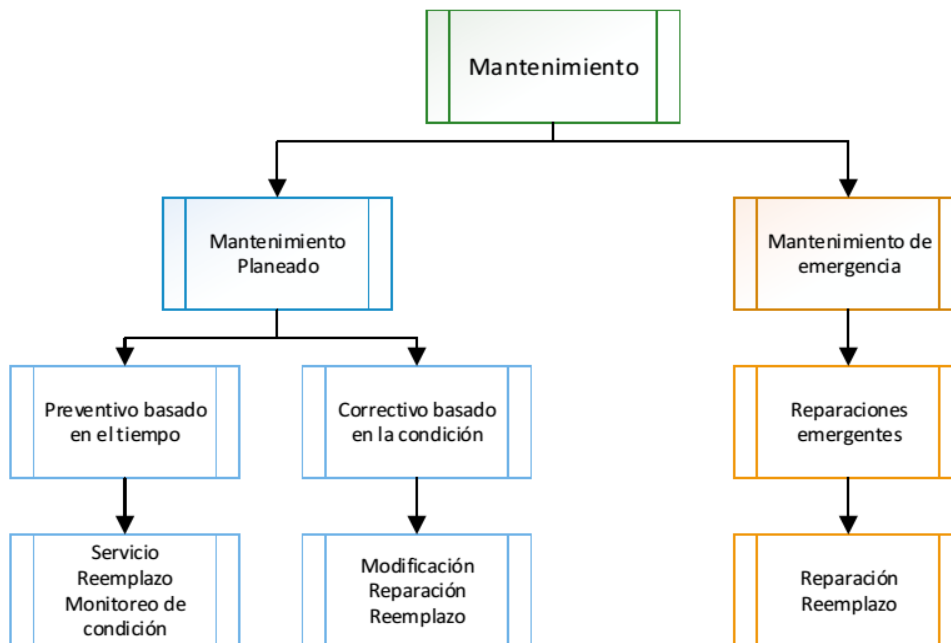
- Mantenimiento proactivo

Los 3 tipos de mantenimiento mencionados se encargan de corregir, predecir o prevenir las fallas de un equipo y sus partes, pero no identifican las causas de dichas fallas; por tanto, las taras de conservación se vuelven recurrentes y rutinarias, lo que puede reducir drásticamente la vida útil de un activo. Debido a ello, surge la necesidad de un tipo de mantenimiento que involucre los conocimientos y herramientas del reactivo, preventivo y predictivo,

que evite sus dificultades y llegue más a fondo en el verdadero mantenimiento de cada equipo dentro de una empresa.

A partir de aquí, y con los conocimientos en nuevas estrategias de gestión actuales, se establece el llamado mantenimiento proactivo o de clase mundial. Este abarca una gran cantidad de herramientas y técnicas para optimizar y controlar los procesos de mantenimiento, como los análisis causa raíz (ACR), las técnicas de mantenimiento productivo total (TPM), indicadores de rendimiento (KPI), entre otras técnicas para generar un verdadero sistema de gestión de mantenimiento.

Figura 3. Tipos de mantenimiento



Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Indicadores

Un indicador es una herramienta numérica que permite cuantificar una característica o parámetro que necesita ser medido y controlado. Estos indicadores cuantitativos se utilizan con el fin de evaluar un parámetro o variable que se considera clave dentro de una operación determinada, a lo largo del tiempo; puede compararse con valores previamente definidos y datos recopilados anteriormente para determinar el cumplimiento de objetivos y buscar acciones que aseguren un nivel de desempeño aceptable.

El uso de los indicadores en IAK actualmente se enfoca en la comparación periódica y objetiva de los resultados obtenidos tras la aplicación de una estrategia de gestión. Permite una evaluación de lo obtenido en función de lo que se desea obtener, con el fin de identificar el rendimiento y tomar las acciones correctivas o de mejora continua que sean necesarias al finalizar el periodo de evaluación. Es necesario mantener una buena medición de parámetros con el fin de controlarlos, gestionarlos y mejorarlos.

2.1.4.1. Indicador operativo de rendimiento

El indicador operativo de rendimiento, del inglés *Operative Performance Indicator* (OPI), es una herramienta que actualmente utiliza la planta de producción de Industrias Alimenticias Kern's para medir y controlar los parámetros con los que la planta trabaja a lo largo de los periodos fiscales denominados OB. Este indicador permite conocer el tiempo efectivo de producción de cada línea dentro de la planta. Contempla diversos factores dentro de su cálculo, tiene como base el tiempo total disponible para producir y los diferentes tiempos que tienden a interrumpir o disminuir el aprovechamiento de este tiempo. Los resultados del indicador OPI se obtienen para cada línea de

producción, de manera semanal, mensual y anual, con el fin de analizar cuán productiva ha sido la empresa en un determinado periodo, identificar las principales dificultades y obstáculos y propone mejoras para aumentar el indicador en el periodo siguiente.

OPI entrega como resultado de la productividad de cada línea un valor porcentual correspondiente al aprovechamiento del tiempo efectivo de producción. Por ejemplo, un valor OPI de 36 % significa que, del tiempo efectivo de trabajo, solo se utilizó para producir el 36 % del mismo; teniendo que el 64 % restante es tiempo que se perdió debido a diversos factores, como la falta de materia prima, tiempo para comer y capacitarse, limpieza del área de trabajo y de las maquinas, ajustes y mantenimientos correctivos, entre otros.

Este indicador utiliza para su cálculo e interpretación una clasificación de tiempos determinada, con el fin de distribuir el uso del tiempo en diferentes categorías. Descarta algunos usos de tiempo y resalta otros para un correcto cálculo del indicador OPI. Estos tiempos se clasifican de la siguiente manera:

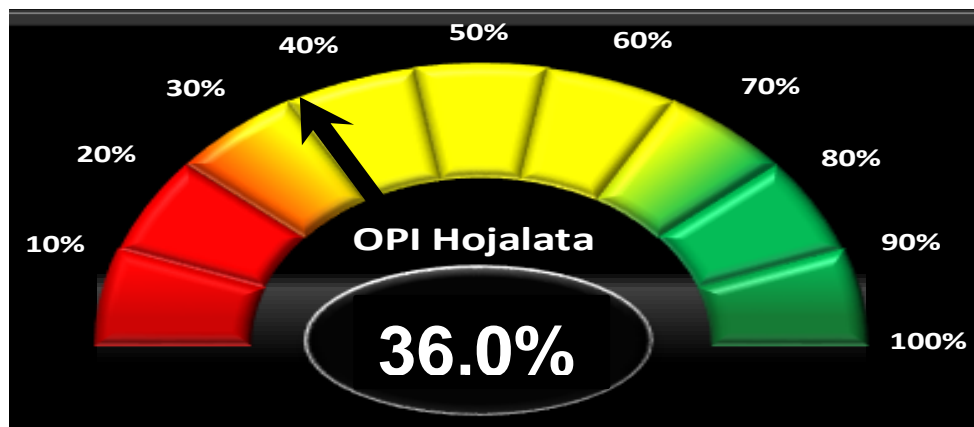
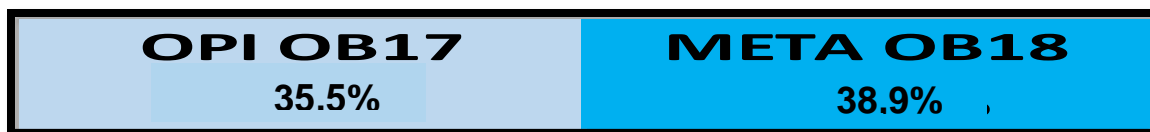
- Tiempo total: tiempo completo real disponible para producir durante el periodo por evaluar el indicador. Este tiempo no aplica al cálculo de OPI.
- Tiempo sin actividad ni orden de trabajo: se considera como el tiempo en el que la línea tiene personal asignado, pero no hay orden de producción activa para trabajar. Generalmente se da cuando la orden de producción se cumple antes del periodo planeado. Este tiempo no aplica al cálculo de OPI.

- Tiempo planeado sin uso: son los periodos de tiempo donde no se tiene planeada producción ni actividades del personal, como asuetos y fines de semana. Este tiempo no aplica al cálculo de OPI.
- Tiempo para mantenimiento planeado: tiempo destinado a los mantenimientos preventivos planeados con antelación. Este tiempo no aplica al cálculo de OPI.
- Tiempo de producción: se compone como el tiempo que queda al restar el tiempo sin actividad, tiempo planeado sin uso y tiempo de mantenimiento planeado del tiempo disponible total. Representa el tiempo que teóricamente se puede utilizar para producir en el periodo evaluado; es el tiempo base para calcular OPI.
- Paros programados: tiempo durante la producción en que se detiene momentáneamente la línea por efectos ajenos a la misma, como los tiempos de comida, descanso y capacitación del personal.
- Cambio de presentación y sabor: es el tiempo que se ocupa en realizarle a la línea sus limpiezas y ajustes para que pueda continuar produciendo un nuevo sabor de producto o en un formato diferente.
- Paros externos: se dan cuando la línea se queda sin recursos o suministros para seguir produciendo y debe parar mientras recuperar el recurso.
- Averías mayores: corresponde al tiempo cuando se dan fallas mecánicas, eléctricas o electrónicas que detienen la línea por varios minutos;

requieren de cambio de piezas y asistencia de técnicos y mecánicos para la reparación.

- Ajustes: tiempo empleado en hacer leves correcciones o ajustes a la línea, pueden ser realizados por el operador rápidamente; no requieren intervención del personal de mantenimiento ni cambio de piezas.
- Tiempo efectivo: es el tiempo que queda al restar todos los paros mencionados del tiempo de producción. Representa el tiempo que realmente se utiliza para producir y transformar materia en producto terminado. Este tiempo es el que representa el porcentaje de uso de la línea en el indicador OPI.

Figura 4. **Ejemplo de indicador operativo de rendimiento**



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

El resultado final de OPI permite establecer cuán bien se aprovecha el tiempo que verdaderamente se tiene disponible para producir. De este análisis se puede observar que para la línea de hojalata evaluada en este caso, el aprovechamiento del tiempo fue de 36,0 %. Es decir, que de las 100 horas que se utilizarían para producir este alimento, se utilizaron efectivamente solo 36 horas; el resto fue para otros propósitos.

2.1.4.2. Indicador de cumplimiento financiero

El departamento de mantenimiento tiene como principal objetivo conservar el costo de ciclo de vida de los activos de la empresa, dentro de los límites económicos establecidos. Para ello, el mantenimiento debe asegurar que la conservación del estado de los equipos y la calidad de trabajo de los mismos se ejecute de manera adecuada, respetando parámetros económicos que le permitan a la empresa optimizar recursos y maximizar las utilidades. La manera en que el departamento de mantenimiento lleva el control sobre el costo económico de sus actividades en relación con la producción de la planta es mediante un indicador llamado costo de mantenimiento.

Este indicador financiero se obtiene a través de un análisis detallado del presupuesto completo destinado al departamento de mantenimiento, el cual se clasifica según la línea o centro de costo al que está destinado y se divide en los meses que componen el año fiscal, OB. Para la determinación del presupuesto anual de mantenimiento, se toman en cuenta los principales aspectos que lo componen:

- **Mantenimiento preventivo:** son todas las actividades de mantenimiento que se programan con anterioridad y se gestionan durante todo el año, con el fin de mantener los activos en óptimas condiciones y prevenir fallas.

Estos mantenimientos se planean con el suficiente tiempo de anticipación para poder ser añadidos al presupuesto del año fiscal siguiente según su periodicidad y asegurar que el monto de mantenimiento se libere justo cuando es necesario, agilizando la realización de los mantenimientos mayores de los activos.

- Mantenimiento correctivo: son todas las actividades de mantenimiento emergentes que buscan resolver una falla en los equipos. Estas no pueden ser determinadas ni planeadas con anticipación, así que se agregan al presupuesto con proyecciones de los datos históricos de mantenimiento correctivo, fallas menores y reparaciones no programadas.
- Mantenimiento inesperado: al igual que el mantenimiento correctivo, este ocurre de manera emergente y no puede programarse ni planificarse. El mantenimiento se considera inesperado si su reparación no programada requiere una inversión mayor a \$ 2 500. Se agrega al presupuesto como proyección de años anteriores.
- Mano de obra: corresponde al cálculo de los salarios y prestaciones del personal operativo de mantenimiento, como los técnicos, electricistas y mecánicos que pertenecen a la empresa. Sin embargo, esta parte del presupuesto solo contempla las horas ordinarias de trabajo del personal operativo, debido a que las horas extras no son constantes y dependen en gran medida de los mantenimientos correctivos y las situaciones inesperadas que requieren de turnos de trabajo extendidos para los técnicos de manera ocasional.
- Presupuesto programado: corresponde a la parte del presupuesto que se encuentra programada para utilizarse en cada una de las líneas en un

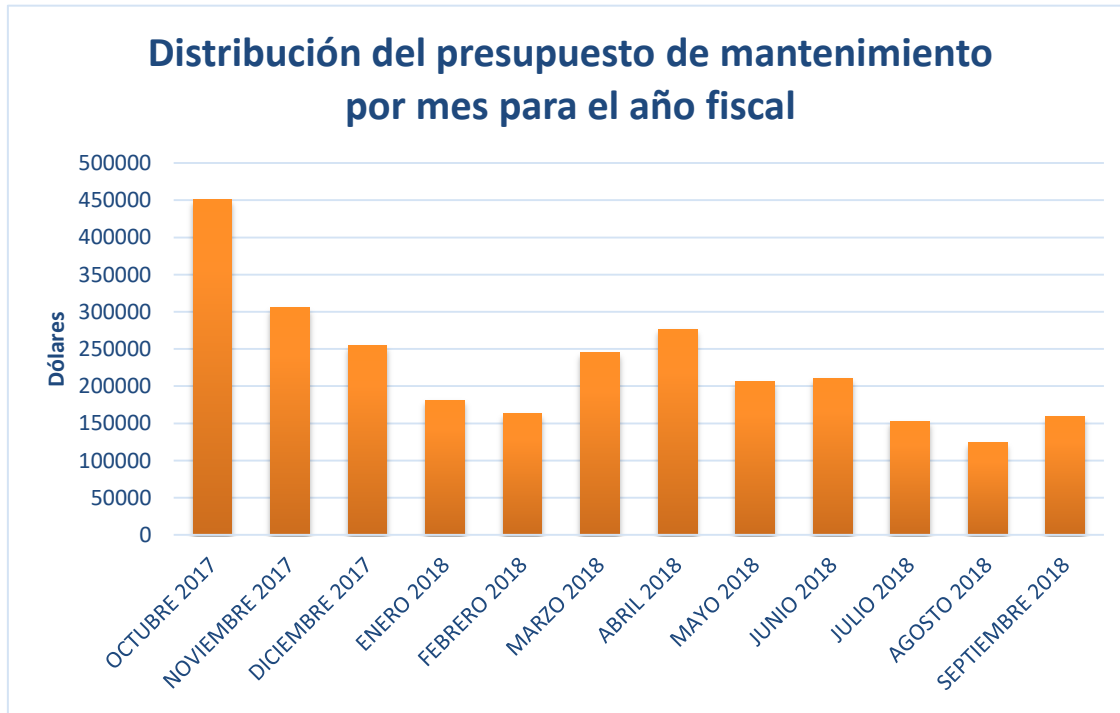
mes determinado. Este se distribuye considerando las actividades de mantenimiento preventivo y los históricos de correctivos e inesperados.

- Presupuesto real: se compone del presupuesto que verdaderamente fue requerido durante cada mes del año fiscal. Este se divide en utilizado y comprometido. El presupuesto real puede ser menor o mayor al presupuesto programado, dependiendo del nivel de cumplimiento, ejecución o reprogramación de las actividades planeadas para cada mes.
- Presupuesto utilizado: parte del presupuesto real que se utilizó o liquidó durante el mes. Se puede considerar como las salidas de dinero que la empresa ejecuta en función del mantenimiento.
- Presupuesto comprometido: el departamento de mantenimiento maneja su presupuesto con la herramienta de software SAP, en la cual pueden liquidar o reservar parte del presupuesto según las necesidades. El presupuesto comprometido se compone de una fracción del presupuesto que se reserva o bloquea en SAP para un destino en específico, sin poder ser utilizada para ninguna otra actividad. Sin embargo, no cuenta como salida del presupuesto hasta el momento de su ejecución.

Después de determinado el presupuesto que se va a utilizar en el año fiscal, este se divide según el sector al que va destinado, por centro de costo o por línea de producción, y a cada mes. A partir de esto se desarrolla una tabla dinámica y una serie de gráficos que permitan observar el comportamiento del uso del presupuesto a lo largo del año en curso.

Tomando como referencia valores aproximados al presupuesto de la planta Kern's para el año fiscal 18, se obtiene las tablas 5, 6 y 7.

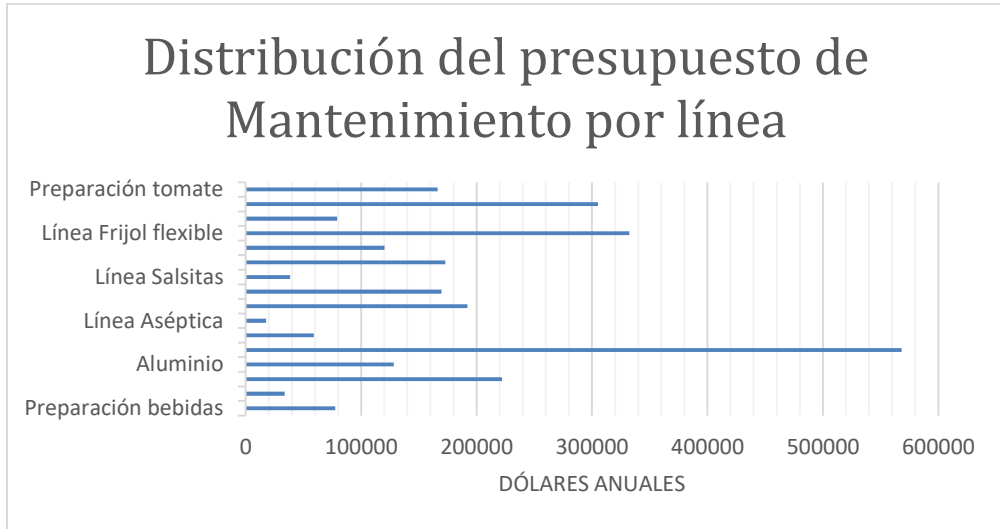
Figura 5. **Distribución del presupuesto mensual**



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

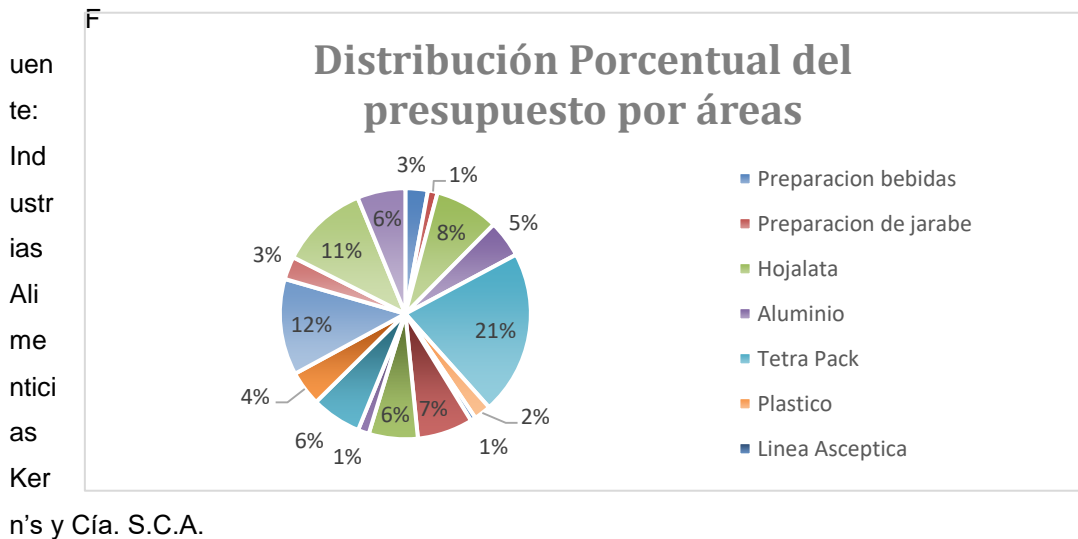
La figura 5 de distribución mensual del presupuesto permite observar la tendencia de asignación del presupuesto a lo largo del periodo fiscal 2017-2018. Se puede apreciar que la distribución no es completamente uniforme durante los meses del año; esto se debe a que el presupuesto se asigna según se planifica el mantenimiento preventivo. Los meses que presentan mayor asignación presupuestaria son los que corresponden a mantenimientos mayores programados o la compra de repuestos y equipos para la realización de los mismos, durante el mismo mes o en meses posteriores.

Figura 6. **Distribución del presupuesto 2017-2018**



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

Figura 7. **Distribución porcentual del presupuesto**



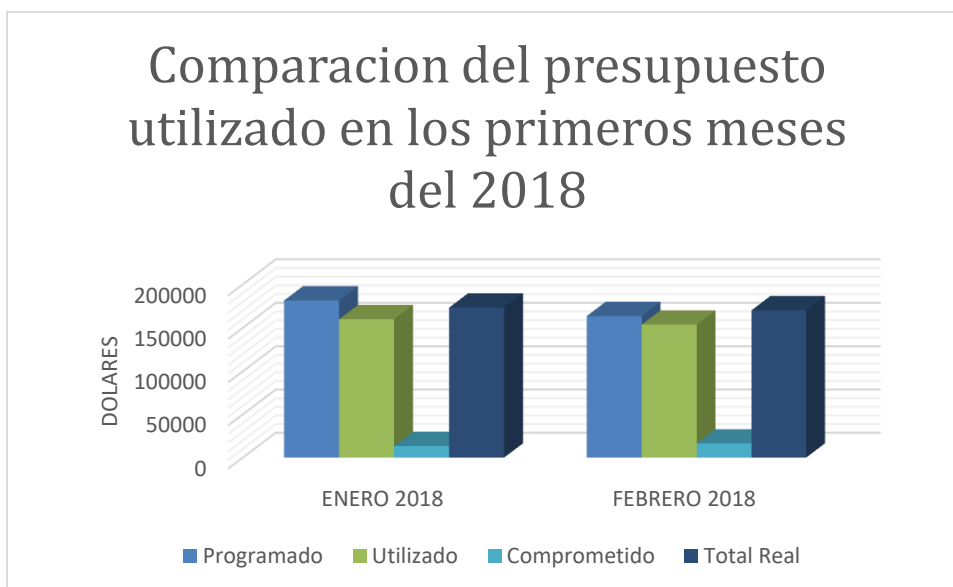
Las figuras 6 y 7 son herramientas visuales que permiten observar más detallada y fácilmente cómo se distribuye el presupuesto total de mantenimiento

en cada una de las áreas y líneas. Se puede apreciar que el área denominada *tetrapack* es la que ocupa el mayor porcentaje del presupuesto anual. Esto debido a que es una de las líneas con los equipos más modernos, complejos y que requieren de mayor utilización de recursos especializados, como repuestos y técnicos extranjeros; este alto costo de mantenibilidad se compensa por el volumen de producción de las líneas *tetrapack*, y son las más rápidas y de mayor producción de la planta.

También se pueden observar presupuestos elevados en área como preparación de frijol, debido a varios trabajos de mantenimiento mayores que se tienen planificados, y el área de Hojalata, a donde pertenece el equipo Empacador EDOS, planificado para su puesta a punto como parte del nuevo sistema de mantenimiento productivo total.

Posteriormente a la distribución y revisión del presupuesto por mes y por área de la planta, cuando ya se encuentra en curso el año fiscal, el departamento de mantenimiento tiene dentro de sus responsabilidades presentar un reporte del cumplimiento del presupuesto mensual. Este se desglosa en planificado, utilizado preventivo, utilizado correctivo, utilizado inesperado y presupuesto comprometido.

Figura 8. **Comparación del presupuesto**



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

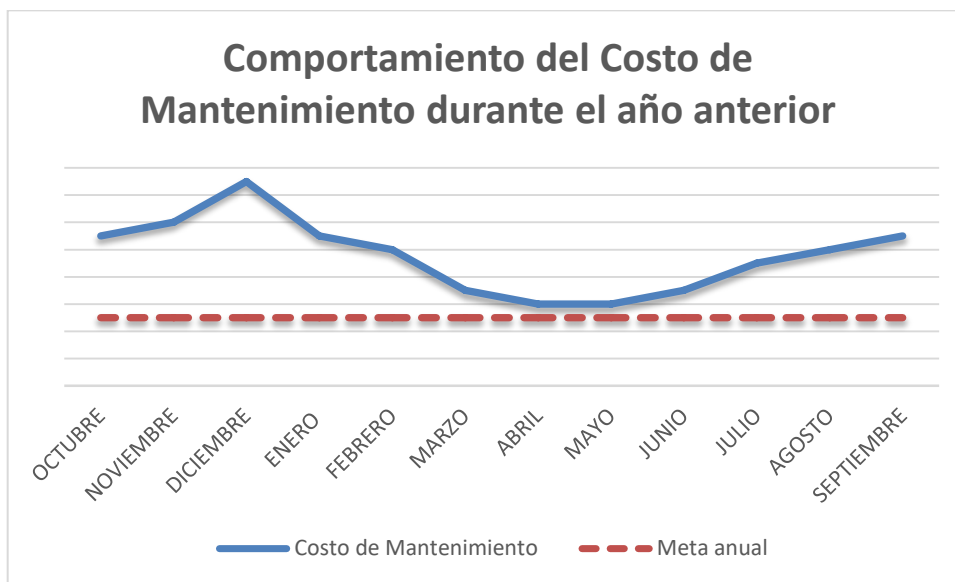
Con esta distribución del uso del presupuesto, mensualmente se puede calcular el costo de mantenimiento. Para esto se emplea el presupuesto total realmente utilizado en el mes y la cantidad de alimentos y bebidas producidas durante el mes, en hectolitros (hL). El indicador se calcula mediante una relación entre el presupuesto total consumido y los hectolitros de producto fabricados durante el mismo periodo de tiempo, resulta en el costo de mantenimiento en dólares por hectolitro (\$/hL).

$$\text{Costo de mantenimiento} = \frac{\text{Presupuesto total consumido (\$)}}{\text{Producción total (hL)}}$$

Este indicador financiero representa una herramienta de fácil acceso para determinar, durante cada mes del año y como año fiscal completo, cuántos dólares de mantenimiento se invirtieron para producir un hectolitro de producto

a lo largo del periodo de tiempo evaluado. El indicador se utiliza como control para asegurar que los gastos de mantenimiento no aumenten de manera significativa sin un control adecuado y verificación de las causas. El departamento de mantenimiento tiene como meta, para cada año fiscal, alinear el indicador de costo de mantenimiento, que actualmente se comporta de manera cíclica, subiendo y bajando a lo largo del año, hasta lograr un comportamiento lineal, ajustado a la meta de cada año.

Figura 9. **Comportamiento del costo de mantenimiento**



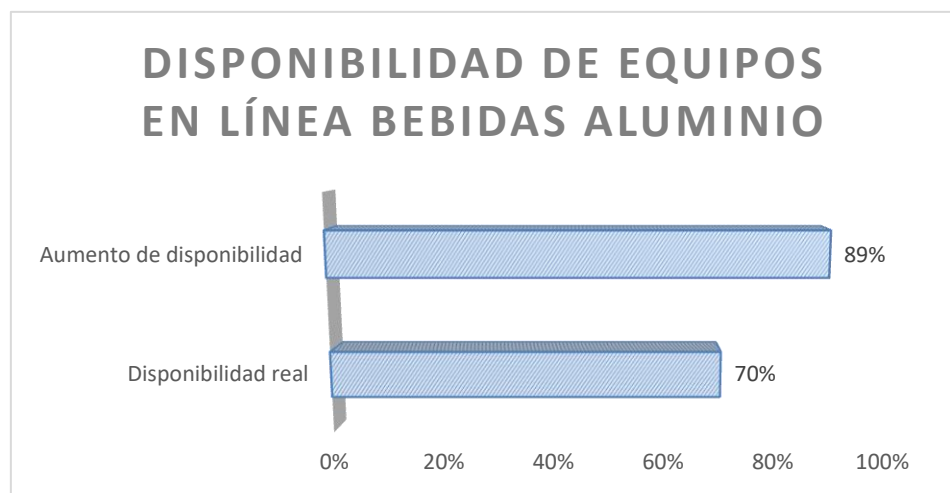
Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía. S.C.A.

2.1.4.3. Indicador de disponibilidad

El indicador OPI no es solo una herramienta de cálculo de aprovechamiento del tiempo disponible para producción. Su análisis y recopilación de datos también proporciona información de importancia para el departamento de mantenimiento, como una herramienta para la identificación de fallas, paros frecuentes y disponibilidad de los equipos en cada línea.

Estos resultados del análisis OPI son denominados indicadores de mantenimiento, y brindan información sobre el funcionamiento de la línea como conjunto y como equipos individuales. Dentro de la información proporcionada como indicador de mantenimiento está principalmente la disponibilidad de la línea general, la cual representa qué porcentaje del tiempo para producción estuvo realmente disponible al eliminar las paradas y pérdidas de tiempo debida a mantenimiento.

Figura 10. Disponibilidad del equipo

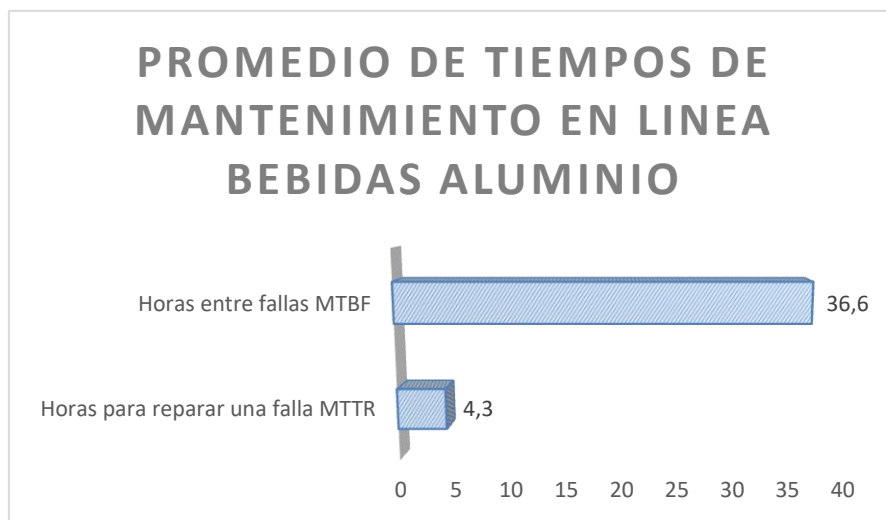


Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía. S.C.A.

El indicador de disponibilidad, debido a su sencillez, es una herramienta útil y practica para detectar problemas recurrentes lo antes posible. La disponibilidad se obtiene mediante un cálculo rápido con los datos proporcionados por OPI. Se obtiene con la relación que existe entre el tiempo total de producción menos el tiempo invertido en reparación de fallas, dividido el tiempo total. De esta manera se obtiene el porcentaje de tiempo disponible de la maquinaria, que representa la disponibilidad real; en el caso de la figura 11 se presenta una disponibilidad real del 70 %.

De igual manera, se incluye el indicador de aumento de disponibilidad, este representa a cuánto podría aumentar el valor de la disponibilidad si se eliminara el problema más recurrente relacionado al mantenimiento, para el caso de la gráfica presentada como ejemplo, se puede observar que si se eliminara el fallo más recurrente cargado a mantenimiento, la disponibilidad del equipo aumentaría a 89 %.

Figura 11. **Tiempos promedio MTBF y MTTR**



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

Otros datos proporcionados por el análisis de producción que son de interés para el departamento de mantenimiento son el tiempo promedio para reparar una falla (MTTR) y el tiempo promedio entre fallas (MTBF). Estos análisis le interesan al departamento de mantenimiento debido a que permiten un control adecuado del tiempo que se invierte en la reparación y solución de fallos, así como el intervalo de tiempo que existe entre las diferentes fallas; permite observar claramente si las estrategias de mantenimiento ayudan a mejorar la relación entre estos indicadores de tiempo.

2.2. Diagnóstico del programa de mantenimiento preventivo

Durante la realización del diagnóstico, enfocado en los procesos actuales de gestión del mantenimiento preventivo, se utilizaron herramientas de análisis cualitativas para determinar hacia dónde se debía dirigir el proyecto de actualización de los planes de mantenimiento.

La información se obtuvo a partir de un análisis documental de los manuales y procedimientos de mantenimiento preventivo actuales del departamento, así como un análisis de datos sobre fallas en los principales equipos de la planta. Mediante reuniones con los supervisores, jefes y operarios, se logró establecer una serie de puntos importantes, que contemplados dentro de las herramientas de análisis facilitaron identificar los puntos clave de mejoras.

Para evaluar estos aspectos diagnosticados, se seleccionó como herramientas de análisis el árbol de problemas y árbol de soluciones. En la elaboración de estos árboles se consideraron diversos aspectos relacionados a los procesos administrativos del departamento, el seguimiento de los mismos, conocimiento sobre el uso del software, el estado de las bodegas,

comentarios de los supervisores de producción y de planta, entre otros factores para generar una serie de problemas, causas, soluciones y medios. La información recopilada se ordenó en una tabla y se seleccionó lo más apropiado para conformar las herramientas de análisis.

Tabla VI. **Problemas y causas identificadas**

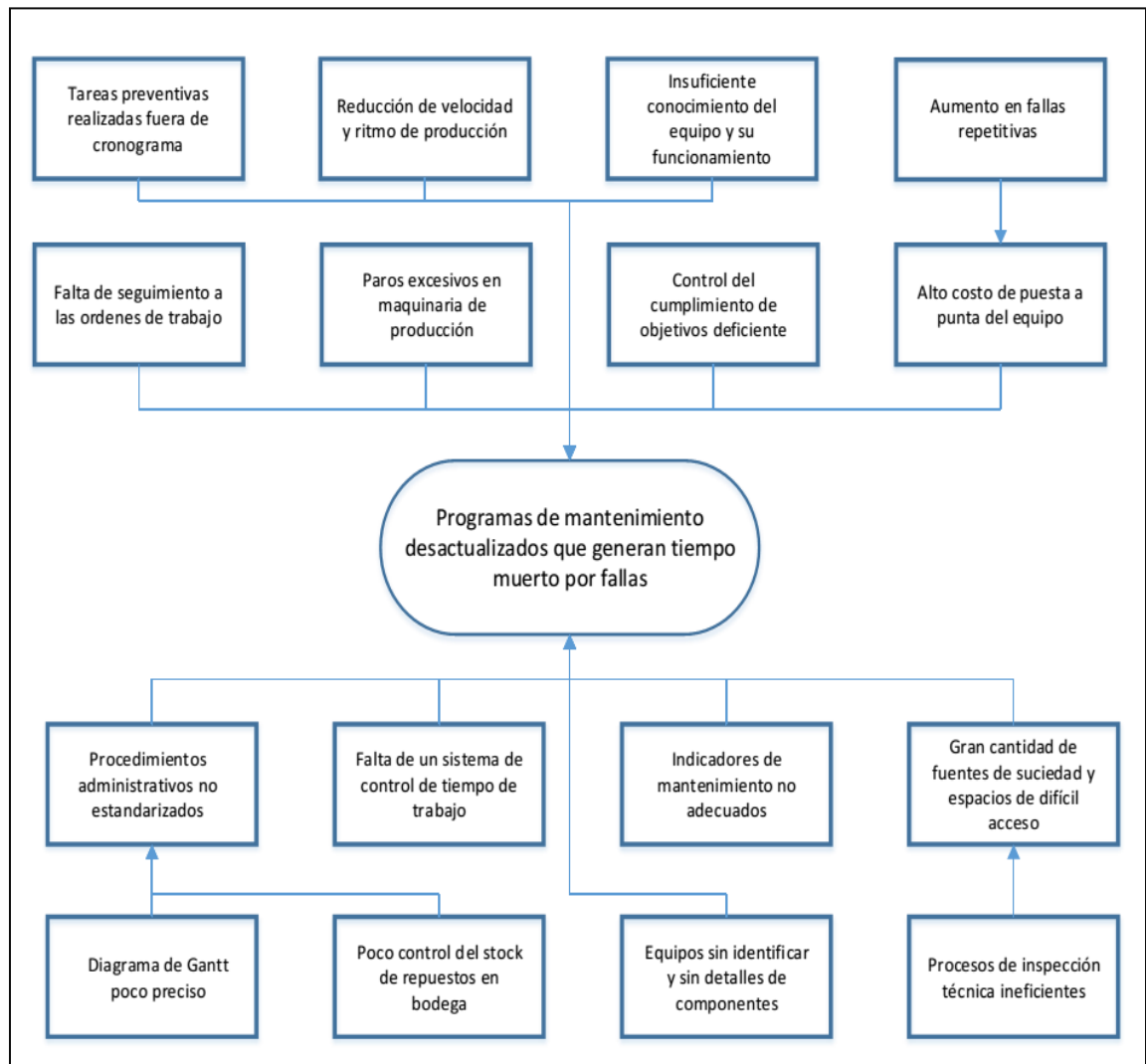
Problemas	Causas
<ul style="list-style-type: none"> • Gantt poco preciso para el M.P. • Difícil control del cumplimiento de objetivos. • Sin seguimiento al M.P. • Maquinaria detenida más de lo necesario. • Alto costo de puesta a punta. • Reducción de velocidad. • Menor rendimiento de arranque. • Calidad del mantenimiento depende de empresas externas. • Fallas de calibración. • Alto consumo de recursos durante M.C. • Tiempos muertos breves muy frecuentes. • Daños en la maquinaria de alto volumen. • Bloqueos en las líneas de transporte. • Diagrama de equipos y elementos desactualizado. • Solicitud de paro de equipos en conflicto con los planes de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos sin identificar. • Líneas sin identificar. • Operaciones de mantenimiento por contratistas. • Fuentes de suciedad y lugares de difícil acceso. • Poca influencia de los planes de mantenimiento en otras áreas. • Poco seguimiento de los procesos administrativos. • Indicadores de rendimiento no adecuados. • Sin sistema de control de tiempos de trabajo. • Sin registro de daños en las máquinas. • Personal operativo no informa sobre anomalías en los equipos. • Proceso de seguridad no definido claramente, aumenta el tiempo de trabajo por máquina.

Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Árbol de problemas

En la figura 12 se realiza una descripción del árbol de problemas.

Figura 12. Árbol de problemas



Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Fines y medios definidos**

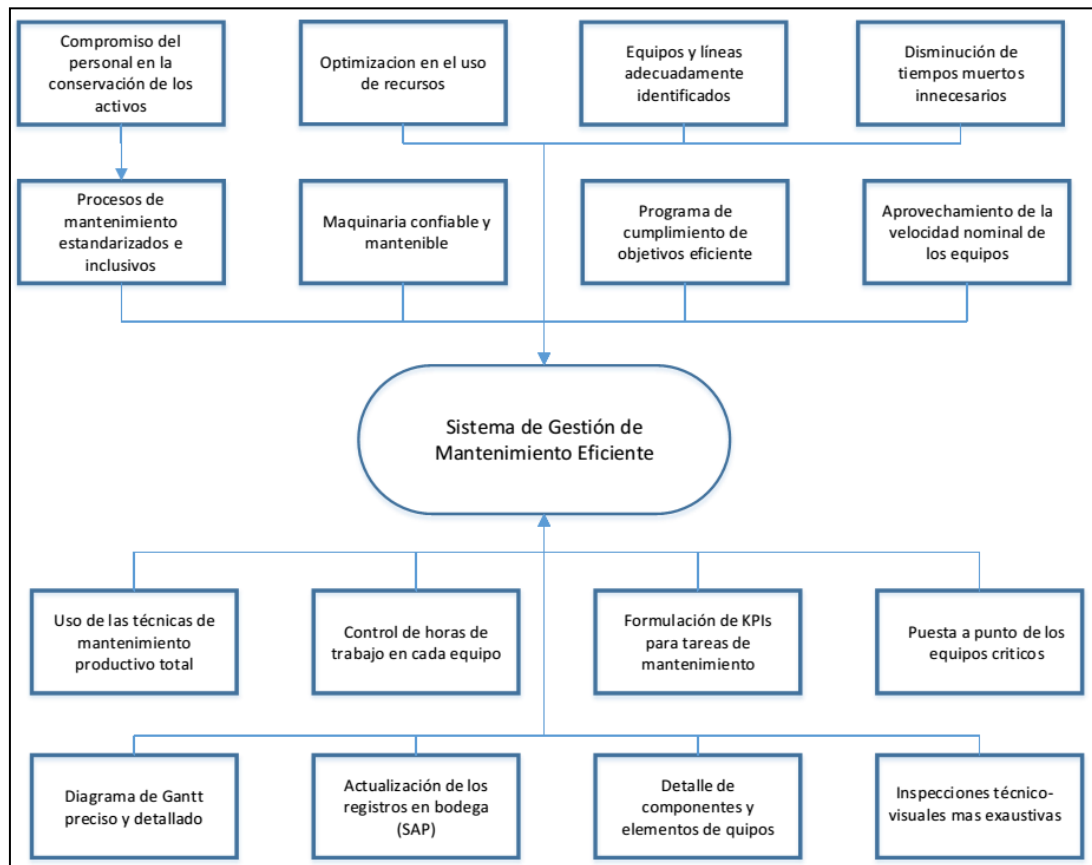
Fines	Medios
<ul style="list-style-type: none"> • Mejora continua en los procesos de mantenimiento. • Disminuir los riesgos personales y ambientales. • Renovación de estrategias • Optimización en el uso de recursos. • Equipos y líneas adecuadamente identificados. • Maquinaria confiable y mantenible. • Procesos estandarizados e inclusivos. • Programa de cumplimiento de objetivos. • Aprovechamiento de la velocidad nominal de los equipos. • Plan de seguridad aplicable al mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de las técnicas TPM. • Control de horas de trabajo. • Formulación de KPIs para mantenimiento. • Detalle de componentes y elementos. • Listado de tareas clasificadas por especialidad. • Inspecciones técnicas y visuales más exhaustivas. • Diagrama de Gantt preciso y detallado. • Idéntica puntos críticos • Diagramas de planta para facilitar ubicación de los equipos.

Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Árbol de soluciones

A continuación se hace una representación de la organización que se debe llevar para un sistema de gestión de mantenimiento eficiente

Figura 13. Árbol de soluciones



Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Situación actual del mantenimiento preventivo

Actualmente en el departamento de mantenimiento se lleva un control por medio de órdenes de trabajo, manejo de repuestos, identificador de equipos, información técnica entre otros.

2.2.3.1. Órdenes de trabajo

El departamento de mantenimiento utiliza como herramienta de control y ejecución de tareas de mantenimiento correctivo y preventivo una serie de informes e instrucciones en SAP, llamadas órdenes de trabajo OMP3 y OMP2. Estas son creadas de manera manual por diferentes usuarios, ya sea de forma emergente en respuesta a las fallas durante la producción, o de manera programada en el caso de las tareas planificadas de mantenimiento preventivo.

Las órdenes de trabajo de tipo OMP2 corresponden a los mantenimientos correctivos, y se generan de manera emergente según sea necesario en las actividades rutinarias de la planta, en aquellos casos donde se presenten fallas o averías considerables que detengan o afecten el ritmo de producción y requieran la intervención del personal técnico de mantenimiento para su solución.

De manera similar, las ordenes de trabajo de tipo OMP3, son aquellas que se generan de manera programada, regidas por periodos previamente establecidos, o por estudios de condición y desgaste ejecutados a los equipos. Estas órdenes preventivas se establecen previamente a su ejecución, dan un mayor tiempo de preparación para liberar los equipos, reservar los repuestos en bodega, alistar herramientas y otros insumos necesarios para llevar a cabo las tareas contenidas en la orden. Actualmente estas órdenes preventivas se

generan a mano, basadas en diferentes rutinas generales de mantenimiento, y luego se enfocan hacia las líneas de producción. Por tanto, el proceso sea bastante extenso, dificulta el seguimiento de las órdenes durante su tiempo de ejecución, y hace difícil la medición precisa del cumplimiento de las órdenes OMP3 mensuales.

2.2.3.2. Manejo de repuestos

La planta de IAK cuenta con su propia bodega de repuestos interna, la cual organiza todos los repuestos, insumos y consumibles de mantenimiento bajo varias clasificaciones; por ejemplo, fabricante, línea o equipo al que se dirige, entre otros.

Estos repuestos e insumos se identifican con un código único asignado por el software SAP, denominado SKU. Este código facilita el manejo de los repuestos para las actividades de mantenimiento; hace que la reserva, entrega de repuestos, compras e inventarios se controlen automáticamente mediante la computadora y transacciones conocidas como reservas y órdenes de compra.

Para el departamento de mantenimiento, las reservas de repuestos relacionadas a órdenes de trabajo preventivas y correctivas son principalmente importantes, ya que permiten llevar un registro de las cantidades de repuestos disponibles en *stock*, las cantidades y frecuencia de uso de cada repuesto, el equipo de destino, el costo y la razón de su utilización. A partir de esta información documentada en SAP, se puede manejar los niveles máximos y mínimos de *stock* y conocer el costo de manejo de inventario relacionado al departamento de mantenimiento.

Sin embargo, debido a las deficiencias en el uso adecuado de las órdenes de trabajo, mucha de la información relacionada al manejo de repuestos no se registra adecuadamente, dando paso al aumento de costos de inventario, la falta de repuesto necesarios, clasificación y almacenaje erróneo de repuestos en bodega, entre otros efectos negativos derivados del mal uso de las órdenes de trabajo y las reservas de repuestos.

2.2.3.3. Identificación de equipos

La planta de IAK se compone de diferentes áreas de producción, formulación, mezclado, cocción, molienda, líneas de envasado y entarimado final. Abarcan desde el suministro de materia prima e insumos, pasando por el área de formulación, área de pasteurización y esterilización, área de envasado, hasta llegar al área de empaque final del producto terminado. Estas líneas se dividen en dos áreas principales, Alimentos y Bebidas, distribuidas para formar un total de 17 líneas de producción completas:

Tabla VIII. **Distribución de líneas**

Área de bebidas	Formulación: 7 tanques
	Mezclado: 14 tanques
	Envasado aluminio: 2 líneas
	Envasado <i>tetrapak</i> : 3 líneas
	Envasado PET: 1 línea
	Entarimado final: 1 línea
Área de alimentos	Formulación: 3 tanques
	Cocción: 5 marmitas
	Mezclado: 6 tanques
	Envasado hojalata: 3 líneas
	Envasado flexibles: 5 líneas
	Proceso térmico: 12 autoclaves
	Entarimado final

Fuente: elaboración propia.

Cada una de estas líneas cuenta con diferentes equipos y tecnologías de varios tipos que hacen de la planta un sistema productivo complejo y muy extenso. Dentro de las tecnologías principales están las llenadoras, selladoras, embandejadoras, emplastificadoras, despaletizadoras, ordenadores de envase, autoclaves, marmitas, intercambiadores de calor y tanques mezcladores.

Una parte de la fase de diagnóstico del mantenimiento preventivo consistió en la revisión de los documentos y listas electrónicas de las máquinas y equipos de planta, contenidos en cada uno de los centros de costos en los que Industrias Kern´s divide el manejo de su presupuesto. Las listas de equipos se obtuvieron directamente de la base de datos de la planta y se procedió a compararlas con los activos que físicamente siguen presentes en la planta y que aún se utilizan regularmente para la producción, Se determinó que era necesario actualizar dichas listas, para tener una base de datos del 100 % de los equipos en planta.

Para ello, a cada uno de los activos de planta se le tomaron datos, como fabricante, modelo, número de serie y ubicación técnica dentro de la planta. Posteriormente, esa información se organizó y se agregó a la programación de cada equipo dentro del software SAP y al organigrama de procesos de planta.

En esta actualización de las líneas y equipos en la plataforma SAP se incluyeron todas las líneas de producción y equipos auxiliares de planta, cada uno en sus respectivos centros de costos y áreas de trabajo. De esta manera se consiguió que el departamento de mantenimiento tenga una base de datos actualizada y confiable de todos los equipos y las líneas dentro de la planta. Para facilitar el control y gestión del mantenimiento preventivo con los métodos propuestos.

2.2.3.4. Información técnica

Para la adecuada programación y el buen manejo de los planes de mantenimiento preventivo, es necesario tener un conocimiento amplio de las máquinas y equipos que se desea conservar en buenas condiciones. Para esto, el departamento de mantenimiento cuenta con diversas fuentes de información técnica, como los manuales de instalación, operación y mantenimiento básico proporcionados por el fabricante al momento de adquirir un equipo, así mismo, se tiene planos y diagramas sobre las instalaciones y cómo funcionan los distintos procesos en planta. Con estas fuentes de información, la jefatura de mantenimiento se ha encargado de recopilar y desarrollar fichas técnicas para cada uno de los equipos principales de cada línea de producción.

Estas fichas técnicas contienen la información más importante y detallada de cada equipo, tal como fabricante, número de serie, descripción del funcionamiento, parámetros eléctricos, velocidad de producción, proveedor de repuestos, entre otra información necesaria para el conocimiento del equipo.

Adicionalmente, el departamento de mantenimiento tiene una biblioteca propia, donde almacenan todos los manuales del fabricante de cada equipo, organizados por línea, siguiendo el orden de la producción, para facilitar el acceso a esta información siempre que sea necesario.

2.3. Manual de implementación del sistema de gestión del mantenimiento productivo total

Generalmente, mantenimiento se define como el conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un artículo, equipo o activo, o restaurarlo a un estado en el cual el mismo pueda seguir realizando su función requerida de la misma manera y con un nivel de calidad aceptable en el servicio que realiza. Evita que se pierda calidad al mantener el equipo bajo condiciones óptimas, o recupera la calidad perdida en caso que haya sufrido alguna rotura o falla que haya hecho necesario un arreglo mayor. La acción de mantenimiento, de restauración, normalmente implica acciones de tipo técnico y de tipo administrativo e involucra al personal de ambas áreas de una empresa.

Los principales objetivos de las acciones y tareas de mantenimiento son el aseguramiento de la calidad y cantidad en el servicio prestado por el equipo dentro de los parámetros preestablecidos; y preservar dentro de los límites económicos el costo de vida del equipo.

Para asegurar que el departamento de mantenimiento cumpla al máximo sus objetivos y preste un servicio de alta calidad para su cliente interno, producción, surge la necesidad de desarrollar e implementar un sistema de gestión del mantenimiento basado en la metodología *Total Productive Maintenance*, denominado TPM.



El mantenimiento productivo total, TPM representa un conjunto de procedimientos cuyo objetivo es la eliminación de fallas y averías en los equipos utilizados en un proceso, a través de la participación y construcción de una cultura de mantenimiento entre los empleados. Lo que esta metodología busca implementar dentro de la empresa es un sistema de mantenimiento para toda la

vida útil del equipo, desde un diseño libre de mantenimiento que incluye acciones preventivas y proactivas a lo largo de la vida del activo para asegurar su eficacia, hasta la implicación de todos los departamentos y personal que tengan relación con el uso de los equipos, para generar en los empleados una cultura de mantenimiento autónomo.



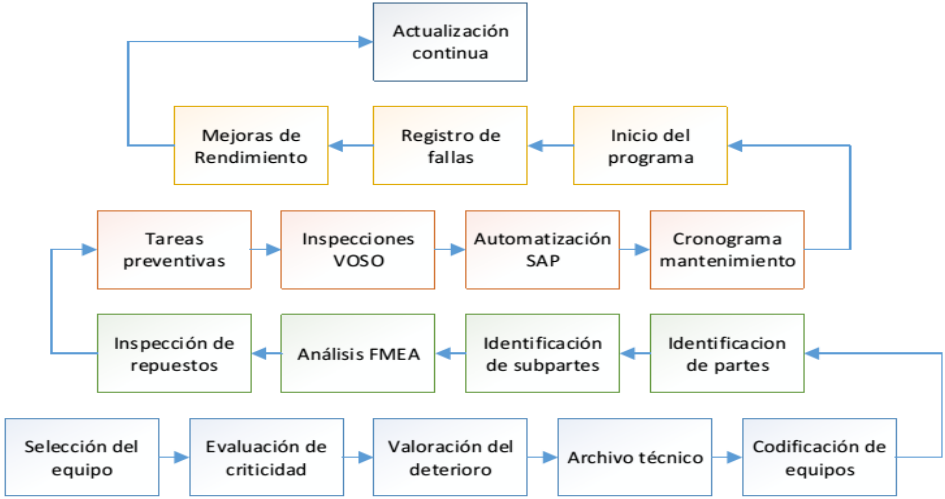
Debido a las condiciones y requerimientos que plantea la técnica TPM, para su ejecución e implementación es necesario seguir una metodología adecuada a las características de la empresa y del personal, formada de diferentes etapas para una gestión adecuada del proyecto, estableciendo 5 puntos clave, dentro de los cuales se distribuyen las 17 etapas desarrolladas para su implementación.

A continuación, se presenta la tabla IX que resume los aspectos generales del manual de implementación del sistema TPM en Industrias Kern's, se rige por los lineamientos y el formato oficial para procedimientos y documentación que el departamento de gestión documental exige para presentar cualquier documento nuevo. En la tabla se presentan los propósitos, alcances, responsables y la estructuración de las 17 etapas del TPM. Posteriormente se desglosan las etapas de aplicación del sistema de gestión de mantenimiento.

Tabla IX. Sistema de gestión TPM

 <p>Kerns Una compañía de FIFCO Industrias Alimenticias Kern's</p>	<p>Sistema de Gestión de Mantenimiento</p>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Propósito</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar una guía sistematizada para la implementación adecuada del mantenimiento preventivo en los activos de planta. • Definir y desarrollar las distintas fases que estructuran el Sistema de Gestión de mantenimiento preventivo. • Generar tareas y actividades proactivas de mantenimiento que permitan mantener en óptimas condiciones los sistemas productivos, dentro de los parámetros económicos establecidos. • Actualizar y automatizar la programación del mantenimiento preventivo a lo largo del tiempo, mediante el uso del software SAP. 		
<p>Alcances</p> <p>El sistema de gestión de mantenimiento preventivo es aplicables a todas las tareas de conservación y mantenimiento preventivo de los activos de las distintas áreas productivas y de servicios de la empresa, incluyendo las tareas de mantenimiento de tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calibración y metrología • Inspecciones y verificaciones • Mantenimiento pplaneado • Lubricaciones y limpiezas • Mejoras y actualizaciones (OH) • Mantenimientos mayores (OHP) 		

Continuación de la tabla IX.

 <p>Industrias Alimenticias Kern's</p>	<h3>Sistema de Gestión de Mantenimiento</h3>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Abreviaturas</p> <ul style="list-style-type: none"> • TPM: Total <i>Productive Maintenance</i> • EPP: Equipo de protección personal • FMEA: <i>Failure mode and effects analysis</i> • VOSO: Ver, oír, sentir, oler 		
<p>Responsabilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jefatura de mantenimiento preventivo • Jefatura de turno mantenimiento • Supervisores de mantenimiento • Personal técnico-operativo 		
<p>Estructura del TPM</p>  <pre> graph TD A[Selección del equipo] --> B[Evaluación de criticidad] B --> C[Valoración del deterioro] C --> D[Archivo técnico] D --> E[Codificación de equipos] E --> F[Identificación de partes] F --> G[Identificación de subpartes] G --> H[Análisis FMEA] H --> I[Inspección de repuestos] I --> J[Tareas preventivas] J --> K[Mejoras de Rendimiento] K --> L[Actualización continua] L --> M[Inicio del programa] M --> N[Registro de fallas] N --> O[Mejoras de Rendimiento] O --> K M --> P[Cronograma mantenimiento] P --> Q[Automatización SAP] Q --> R[Inspecciones VOSO] R --> S[Tareas preventivas] P --> F </pre>		

Fuente: elaboración propia.

- Fase de análisis preliminar

En esta fase previa a la implementación del TPM es necesario hacer una revisión de la información disponible, recopilar los datos sobre mantenimiento que sean útiles y relevantes, codificar e identificar equipos, averías y tareas preventivas.

- Volver al estado inicial

A esta fase le corresponden todas aquellas actividades que busquen dejar el equipo en un estado lo más parecido posible a cuando fue entregada por el proveedor, libre de manchas de grasa, aceite, pintura o polvo, libre de residuos y con sus piezas completas y colocadas en buen estado.

- Eliminar fuentes de suciedad y zonas de difícil acceso

Como parte de esta fase es necesaria la eliminación o reducción al máximo de las zonas de suciedad continua, como lugares donde continuamente se demarran fluidos, existen fugas de aceite o agua, virutas metálicas, residuos plásticos, entre otros. Esto con el objetivo de reducir las áreas de suciedad que representan una anomalía y no permiten inspeccionar visualmente la estructura del equipo. Así mismo, se deben eliminar las zonas de difícil acceso, aquellos espacios donde no es posible hacer inspecciones adecuadas debido a la falta de espacio para desplazarse y hacer los trabajos necesarios de manera rápida y sencilla.

- Inspeccionar el equipo

Parte fundamental de un buen TPM es la inclusión del personal de producción dentro de las tareas de mantenimiento, de manera que, en un momento dado, puedan llegar a darles mantenimiento automático a los equipos

y reducir las probabilidades de fallas. Para ello es de gran importancia la capacitación del personal el funcionamiento y estructuración del equipo, brindarles el conocimiento necesario para que estén al tanto de la línea de producción. La implementación del TPM es multidisciplinaria y detalla, abarcan a todo el personal que se relaciona con los equipos.

- Mejora continua

Lo que se busca al implementar un sistema de TPM es que los propios operarios de los equipos y las líneas se encarguen de las tareas de mantenimiento de manera casi automática, que apliquen las tareas preventivas necesarias y propongan mejoras para la eficiencia de la línea. Los supervisores se encargan de monitorear las tareas y sus resultados, buscando una mejor rentabilidad económica para la planta.

2.3.1. Análisis de situación actual

La primera etapa de implementación del sistema de gestión, basada en el punto clave número 1, comprende la revisión y recopilación de toda la información disponible de los equipos y todos los datos que serán necesarios para darle continuidad a las fases más complejas del sistema de gestión de mantenimiento.

Asimismo, involucra analizar la situación actual de los diferentes equipos de la planta para determinar, según su estado de desgaste, los porcentajes de paros por fallas del equipo y la criticidad de su funcionamiento dentro del sistema productivo; cuál o cuáles son los equipos que representan una mejor oportunidad de mejora para la empresa al implementarles el sistema de gestión de mantenimiento preventivo.

2.3.1.1. Selección del equipo

Para iniciar con la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento, es necesario elegir el equipo o sistema productivo de la planta al cual se le implementarán las diferentes fases. Esta selección se realiza tomando en cuenta factores como la importancia del equipo dentro del sistema, el costo que representa para la empresa las fallas y tiempos muertos, y los indicadores de mantenimiento de disponibilidad, MTTR y MTBF.

Toda esta información se obtiene a partir de los reportes presentados por los análisis de producción y el indicador OPI. Dentro de la información contenida en estos reportes se puede observar, detalladamente por equipo o sistema, el efecto que cada equipo tiene sobre el indicador OPI global de la línea, las principales causas de paros por mantenimiento; tiempo promedio entre fallas y de reparación, disponibilidad, entre otros factores que permitan identificar objetivamente cuáles equipos o sistemas en planta requieren una implementación prioritaria del sistema de gestión.

2.3.1.2. Evaluación de criticidad

El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, que permita subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.

- Tipos de criticidad para mantenimiento:
 - Activos tipo A Los más críticos, generalmente equipos grandes y caros.
 - Activos tipo B, los regularmente críticos.

- Activos tipo C, no son críticos, generalmente equipos pequeños y baratos.
- Clasificación de la criticidad de activos:
 - Calidad / inocuidad
 - Medio ambiente
 - Seguridad industrial / salud ocupacional
 - Mantenimiento

Tabla X. **Parámetros de evaluación de criticidad**

Criticidad	Impacto en seguridad y salud ocupacional
C	No requiere tratamiento médico.
B	Discapacidad reversible. Lesión con tratamiento médico.
A	Discapacidad irreversible o invalidez severa. 1 fatalidad.
Criticidad	Impacto al medio ambiente y comunidad.
C	No existe daño al medio ambiente o comunidad cercana.
B	Daño limitado a un área mínima o de baja importancia. (Preocupación pública restringida a quejas locales).
A	Efectos moderados al medio ambiente biológico y físico (Atención adversa menor pública o de los medios y quejas locales).
Criticidad	Mantenimiento.
C	Mantenimiento por personal interno con equipo convencional, poco tiempo de paro.
B	Mantenimiento por personal interno con equipo y repuestos especiales, poco tiempo de paro.
A	Mantenimiento por personal interno y externo, necesidades especiales y tiempo de reparación extenso.
Criticidad	Calidad e Inocuidad.
C	No existe alteración en la calidad e inocuidad.
B	Afecta la calidad / inocuidad moderadamente de una parte del lote (daño reversible).
A	Pérdida total de producto por incumplimiento en calidad / inocuidad.

Fuente: elaboración propia.

El nivel de criticidad del equipo se obtiene al evaluarlo dentro de los distintos parámetros de clasificación, se le coloca la puntuación de criticidad (A, B o C) más alta obtenida durante la evaluación en cualquiera de los parámetros.

2.3.1.3. Valoración del deterioro

Realizar un estudio técnico para determinar el estado de la máquina y sus componentes, verificando de manera detallada y según las especificaciones y recomendaciones proporcionadas por el fabricante, el desgaste que cada una de partes del equipo presenta debido a su uso.

Durante este estudio, se debe obtener la información técnica del equipo que será evaluado, como el fabricante, modelo y número de serie. A partir de ello, se utilizan los manuales correspondientes para el equipo, con el fin de realizar la valoración del deterioro. Este desgaste o deterioro se verifica mediante una serie de inspecciones detalladas al equipo, comparando el estado real de los distintos componentes con el estado inicial que presentaban al momento de su fabricación: se documenta y registra los desgastes excesivos, acumulación de suciedad y otros contaminantes, piezas faltantes, modificaciones y cualquier anomalía o estado que no sea el indicado para el equipo y sus partes.

2.3.1.4. Archivo técnico

En esta fase de la implementación es necesario hacer una revisión de la información disponible, recopilar los datos sobre mantenimiento que sean útiles y relevantes, averías y tareas preventivas actuales, información sobre la eficiencia y el rendimiento del equipo catálogos de partes, planos del equipo e instalaciones cercanas, manuales de mantenimiento y operación

proporcionados por el fabricante, listas de repuestos y cantidades existentes en bodega, así como cualquier información disponible para el estudio y análisis del equipo determinado. Toda esta información debe ser unificada y almacenada de manera correcta en una biblioteca o archivo, accesible y de fácil ubicación, con el fin de poder ser utilizada durante los estudios y fases que serán desarrolladas más adelante.

2.3.2. Jerarquización de componentes

Con el fin de facilitar el manejo de la información sobre el mantenimiento de los equipos en planta, debido a la gran cantidad y variedad de los mismos que hay dentro de las instalaciones, estos se clasifican y dividen bajo un orden jerárquico.

Esta jerarquía puede establecerse por la relación que un equipo específico tiene con el resto, como lo es el caso de la ubicación técnica, área productiva a la pertenece, criticidad o centro presupuestario. De igual manera, un equipo individual puede clasificarse aún más detalladamente en relación al sistema productivo que conforma, al separarlo en partes y subpartes.

2.3.2.1. Codificación de equipos

Esta fase incluye la revisión, actualización y divulgación de la matriz general de equipos dentro de IAK. Es necesario mantener actualizado la lista de equipos, tanto en SAP como en la matriz de equipos y en el organigrama de procesos.

Esta actualización se debe ejecutar cada que vez que se añadan nuevos equipos o nuevos sistemas productivos, cuando se ejecuten modificaciones o

actualizaciones a los sistemas existentes, y cuando se den de baja equipos en desuso.

Durante estas actualizaciones, se deben revisar y documentar todos los equipos principales y secundarios que componen los sistemas productivos, incluyendo información como nombre del fabricante, modelo y número de serie del equipo. Posteriormente, al actualizar esta información en la plataforma SAP, se debe verificar que el equipo creado o modificado, esté cargado correctamente en emplazamiento, ubicación técnica y centro de costos, según aplique a cada equipo.

2.3.2.2. Identificación de partes

Una vez seleccionado el equipo, valorado y clasificado adecuadamente, la siguiente etapa involucra el uso de la información técnica recopilada con anterioridad, para realizar un desglose del equipo en sistemas o componentes más detallados que faciliten la identificación, ubicación y control de las tareas preventivas. Este desglose en sistemas o partes consiste en dividir el equipo por secciones, según la función y ubicación física de cada sección dentro del equipo global que se desea analizar. Estas partes no deben ser demasiado específicas, su separación se realiza principalmente por la ubicación de la parte dentro del conjunto y su función en general para el sistema productivo.

2.3.2.3. Identificación de subpartes

De manera similar a la fase anterior, esta etapa consiste en utilizar la información técnica recopilada con anterioridad, para realizar un desglose del equipo en subsistemas o componentes lo más detallados posible, que faciliten la identificación, ubicación y control de las tareas preventivas. Este desglose en

subsistemas o subpartes consiste en dividir las partes del equipo en sus componentes elementales, según su función determinada y ubicación física dentro de las partes. Estas subpartes se dividen de manera más específica que las partes de donde se desglosan, su separación se realiza principalmente por su función elemental dentro de la parte a la que pertenece.

2.3.3. Análisis de fallos por nivel de gravedad

El estudio de fallos por nivel de gravedad, denominado FMEA por sus siglas en inglés (Failure Mode and Effect Analysis) es un conjunto de técnicas, métodos y documentación de fallas y problemas potenciales que afectan, y las consecuencias de los mismos sobre cualquier tipo de sistema productivo. Esto con el fin de identificar las principales fallas, priorizarlas y concentrar los recursos y esfuerzos en planes de prevención y respuesta.

El estudio FMEA se enfoca en revisar los procesos, funciones y componentes para identificar posibles errores y sus fuentes. Para su ejecución, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos y requerimientos.

- Desarrollar el grupo natural de trabajo, de 6 a 10 personas, incluyendo al personal operativo, técnicos de mantenimiento, supervisor de mantenimiento, supervisor de calidad, personal de seguridad, analistas OPI, entre otros que se consideren necesarios.
- Determinar la función específica de cada una de las subpartes en que se dividió el sistema productivo.
- Definir las fallas funcionales que impiden a cada subparte ejecutar su función.

- Definir el modo de falla o causas principales de las fallas funcionales.
- Determinar el efecto que las fallas funcionales tienen sobre el sistema productivo, en función de tiempo y costos.
- Identificar y desarrollar las acciones proactivas de mantenimiento necesarias para solucionar y prevenir las fallas funcionales. Estas tareas deben ser lo más detalladas y específicas posibles, incluyendo información como la periodicidad de su ejecución.
- Llevar un control o minuta de las reuniones dedicadas a los análisis FMEA.

2.3.4. Estado inicial y puesta a punto

A esta fase le corresponden todas aquellas actividades que busquen dejar el equipo en un estado lo más parecido posible a cuando fue entregada por el proveedor, libre de manchas de grasa, aceite, pintura o polvo, libre de residuos y con sus piezas completas y colocadas en buen estado. La ejecución de esta puesta a punto se realiza con base en las observaciones del estado actual de la máquina y la valoración de su deterioro.

2.3.4.1. Inspección de repuestos

Una vez definido el sistema y recopilada la información técnica correspondiente, se debe inspeccionar los repuestos disponibles en bodega, los necesarios para mantener la máquina en buenas condiciones y compararlos para verificar que haya disponibilidad de los repuestos correctos, claramente identificados y en las cantidades adecuadas para efectuar los mantenimientos preventivos.

2.3.5. Diseño del mantenimiento preventivo

Para establecer tareas de mantenimiento preventivo que cumplan con el objetivo de reducir o eliminar las fallas emergentes de los equipos y sus componentes, es necesario disponer de toda la información posible relacionada a los fallos históricos del equipo. Esta información, obtenida en las fases previas de este sistema, es la base para establecer y diseñar un plan de mantenimiento preventivo que sea efectivo en detectar posibles averías y prevenir daños al sistema, el personal o el producto.

El diseño del plan de mantenimiento preventivo se compone de establecer todas aquellas tareas de inspección, reparación inmediata, ajuste o mejora que disminuya las posibilidades de una falla inesperada. A estas se les definen periodos de tiempo regulares para su ejecución, instrucción detallada de qué debe hacerse como parte de cada tarea, ubicación y equipo al que aplica la tarea, quien es el responsable de la ejecución y la supervisión posterior, que acciones inmediatas deben tomarse en caso de encontrar anomalías; cualquier repuesto o insumo necesario para la ejecución de la tarea, entre otra información esencial para asegurar que las tareas preventivas se cumplan en su totalidad de manera sencilla y eficaz.

2.3.5.1. Tareas preventivas

El manual de mantenimiento preventivo se compone de todas las tareas proactivas definidas durante el estudio FMEA. Estas tareas de mantenimiento se distribuyen en el manual según la máquina, parte y soporte a la que corresponden, para facilitar el seguimiento y ejecución de las mismas.

Las tareas preventivas incluyen información adicional que facilite su entendimiento y realización por parte del personal técnico. Dentro de la información que se coloca en el formato de mantenimiento preventivo se encuentra:

- Nombre de la máquina.
- Nombre de la parte.
- Nombre de la subparte.
- Referencia técnica a la hoja FMEA.
- Equipo de seguridad.
- Herramientas y recursos.
- Referencia al manual de fabricante.
- Tipo de tarea preventiva:
 - INS: verificaciones.
 - MET: metrología, calibración y medición.
 - MP: mantenimiento Planeado, reemplazo de piezas, ajustes, correcciones.
 - OH: *up grades*, mejoras y actualizaciones a la maquinaria.
 - OHP: *overhaul*, mantenimientos y servicios mayores.
 - LUB: lubricación y cambio de aceite

- Tarea preventiva, según las planteadas en el estudio FMEA.
- Frecuencia de ejecución de la tarea preventiva.
- Recursos, personal a ejecutar la tarea, puesto de trabajo y cantidad.
- Tiempo, indicar el tiempo más adecuado para la realización de la tarea en horas.
- Repuestos, a partir de la inspección de repuestos, se indica en el manual preventivo el tipo de repuesto, cantidad, máximos y mínimos en bodega y

código SKU del repuesto o material necesario en las tareas preventivas que lo ameriten.

- Número de plan preventivo. Corresponde a la numeración que SAP asigne al plan preventivo al momento de su programación y puesta en marcha en la fase de programación.
- Operación que será programada en SAP; una recopilación automatizada de texto que facilita exportar la información del manual preventivo a las hojas de ruta en SAP en la fase de programación.

2.3.5.2. Inspecciones VOSO

Se compone de una serie de tareas básicas de inspección, que por su naturaleza sencilla y alta frecuencia de ejecución no se incluyen en el plan preventivo. Estas tareas generalmente se realizan de 1 a 2 veces por semana, previo al arranque de una línea o durante la producción de la misma, para verificar destinos puntos críticos o de interés a lo largo de todos los equipos que componen la línea. Las inspecciones VOSO involucran la experiencia de varios técnicos de diferentes especialidades para que verifique en estado de los equipos, mediante la realización de acciones como ver, oler, sentir y oír, para detectar cualquier anomalía o falla de funcionamiento presente.

2.3.6. Programación del mantenimiento

Por la gran cantidad de equipos y sistemas productivos que componen IAK, manejar la información de mantenimiento preventivo, los periodos de ejecución, las tareas técnicas, inspecciones y demás acciones proactivas, se vuelve un procedimiento complejo y extenso en tiempo y recursos si no se utiliza alguna herramienta informática de apoyo.

Para facilitar la gestión del sistema de mantenimiento, y aprovechar que IAK cuenta con la herramienta de software SAP, toda la información de las tareas y planes de mantenimiento preventivo que se han manejado con anterioridad, y los nuevos planes planteados como parte del TPM, se traslada al módulo de mantenimiento y legista de SAP. Una vez cargada la información, el software se encarga automáticamente de generar los listados de tareas por máquina, asignar fechas y tiempo de ejecución, responsables y recursos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento, así como de crear una base de datos de los resultados de cada tarea preventiva, de manera que las tareas futuras se mejoren de manera continua según los resultados obtenidos anteriormente.

Durante esta etapa del modelo de gestión de mantenimiento, se realiza una programación detallada y específica de todas las actividades de mantenimiento por realizar, tomando en cuenta los programas y requerimientos de producción durante el periodo del programa de mantenimiento, para asegurar una sincronización perfecta para evitar interrupciones entre los departamentos de producción y mantenimiento. La programación de las actividades debe hacer lo más detallada posible, para optimizar el uso de recursos, tanto humanos como materiales y logística de entrega de repuestos.

2.3.6.1. Automatización en SAP

Una vez finalizadas y completadas correctamente las hojas del manual de mantenimiento preventivo, toda la información contenida en ellas debe ser exportada hacia la plataforma SAP, de manera que las tareas preventivas, órdenes de trabajo y reservas de repuestos se desarrollen automáticamente en los periodos establecidos durante el estudio FMEA y la elaboración del manual

preventivo. Estas tareas se programan en SAP mediante las transacciones IA01 e IP42, para generar hojas de ruta y planes preventivos respectivamente.

2.3.6.2. Cronograma anual de mantenimiento

Para la planificación y ejecución de las tareas de mantenimiento más complejas y detalladas que se realizan de manera anual, semestral o según tiempo de trabajo del equipo, se utiliza el cronograma anual de mantenimiento. Esta herramienta gráfica permite la visualización de ubicación temporal de los servicios mayores a realizar durante el periodo fiscal OB completo: muestra una distribución de equipos, clasificados por área y CeCo al que corresponden. Así mismo, muestra un listado de todos los meses del OB presente y el próximo y la ubicación temporal de los mantenimientos mayores programados para cada equipo, indica los días necesarios para la ejecución del mantenimiento y utiliza un código de colores para identificar el estado del mantenimiento.

2.3.7. Evaluación y control

La ejecución de las actividades de mantenimiento ya diseñadas, planificadas y programadas adecuadamente debe ser evaluada para determinar sus resultados e identificar las posibles desviaciones con el fin de mantenerlas controladas para perseguir continuamente los objetivos de negocio y los valores estipulados para los indicadores de mantenimiento seleccionados por la organización en la fase de diseño del plan. El control de las actividades permite retroalimentar y optimizar el diseño de los planes de mantenimiento mejorando de este modo su eficiencia y ventajas para la empresa.

2.3.7.1. Inicio del programa

El plan de mantenimiento preventivo se inicia según la fecha programada en los planes preventivos en SAP: a partir de esa fecha, las órdenes de trabajo comienzan a generarse según sus periodicidades y horizontes de apertura, indicando con tiempo de anticipación, en qué momento y qué recursos serán necesarios para ejecutar las tareas preventivas para cada subparte del equipo o sistema al que se le aplica el programa.

2.3.7.2. Registro de fallas

Dentro de las responsabilidades del departamento de mantenimiento, se encuentra mantener la cantidad y calidad de los servicios prestados por los activos. Parte de este trabajo incluye mantener un registro adecuado de las diferentes fallas y problemas que los equipos pueden presentar de manera anticipada o emergente, para ser identificados, evaluados y considerados dentro de los futuros planes de mantenimiento si la falla lo amerita. Para ello se utiliza el formato de registro de fallas, diseñado para reunir y facilitar el acceso a la información pertinente sobre el tipo de falla, sus causas y tareas correctivas.

2.3.7.3. Mejoras de rendimiento

Durante el año siguiente al inicio de la ejecución del programa de mantenimiento preventivo, se debe evaluar la efectividad del mismo mediante la observación de los indicadores de mantenimiento. Un programa de mantenimiento preventivo correctamente planificado, desarrollado y ejecutado debe mostrar mejoras en el rendimiento de los equipos involucrados. Esto a través de un aumento en la mejora en los indicadores. Aspectos como OPI y la disponibilidad del equipo deben mostrar un aumento significativo a lo largo del

año de implementación, reducir los tiempos por fallas y averías. De igual manera, los indicadores MTTR Y MTBF deben reflejar la eficacia del programa preventivo, reduciendo el tiempo promedio para realizar reparaciones y aumentando el tiempo medio entre fallas.

2.3.7.4. Actualización continua

Durante el periodo de tiempo de implementación de 1 año, se debe dar seguimiento al sistema de gestión de mantenimiento, evaluar su funcionamiento, eficiencia y facilidad de aplicación, buscar oportunidades de mejora y nuevas estrategias para implementar y realizar cambios al sistema en periodos de aplicación futuros. Estas evaluaciones se pueden realizar con diferentes herramientas enfocadas al sistema de gestión, como análisis FODA, diagramas de Pareto, *Kaizen*, *5 Whys*, entre otras herramientas del *Lean manufacturing*.

2.4. Implementación del mantenimiento preventivo en el equipo empacador EDOS

En la sección anterior se presentó el manual de implementación donde se definen las fases que componen el sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en el TPM para la planta de Industrias Alimenticias Kern's. A partir de los procesos y herramientas que este manual plantea, se realizó la ejecución del sistema en una línea piloto, definida a partir de un análisis de situación actual.

Mediante la evaluación de aspectos como la eficiencia de las líneas, los paros más recurrentes, costo de mantenimiento, información técnica disponible, unidades producidas por hora, costo de paro, polivalencia de la mano de obra,

entre otros, se buscó definir cuál era la línea de producción más representativa, para que la implementación del sistema sobre la línea piloto brindara un panorama general sobre la metodología y los resultados que se pueden esperar al aplicar el mismo sistema en el resto de la planta.

A partir de este análisis se pudo determinar que la línea de empaquetado final de frijol hojalata, denominada embandejadora EDOS por la marca del equipo, presentaría resultados satisfactorios de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo. Esto debido a que es un equipo automatizado bastante complejo, compuesto de varios sistemas similares los de otras líneas de producción, como cintas transportadoras, sistemas de lavado y secado de envases, elevadores hidráulicos, sistemas neumáticos de manejo de envase, ordenadores y apiladores de envase, codificadores, controladores lógicos programables, entre otros.

Asimismo, uno de los factores decisivos para la selección de este equipo fue el personal, tanto operativo como técnico de línea, debido al amplio conocimiento y experiencia que tiene en relación al equipo, gracias a que el fabricante EDOS proporciona capacitaciones constantes sobre la operación y mantenimiento del equipo completo para que la mano de obra encargada de la línea sea capaz de operarla y obtener los mejores resultados de la maquinaria.

2.4.1. Estudio del deterioro del equipo

El estudio del deterioro corresponde a la primera fase de implementación del sistema basado en TPM, ya que es a partir de esta fase preliminar que se obtiene gran parte de la información y contexto actual de los equipos. Durante su implementación fue necesario actualizar la base de datos o inventario de

equipos en planta, ya que esta presentaba un grado de desactualización importante.

Posteriormente, con la lista de equipos, se procedió a establecer el nivel de importancia o criticidad de los mismos, para determinar cuáles equipos de las líneas de producción son más críticos para el sistema y deben tratarse como prioritarios, y cuáles se pueden manejar con menor detalle y en un segundo plano.

2.4.1.1. Lista general de equipos

Una de las primeras etapas de implementación del sistema de gestión de mantenimiento productivo total consistió en una revisión y actualización de las bases de datos y listados electrónicos de las máquinas y equipos contenidos en cada uno de los centros de costos en los que la planta de Industrias Kern's se divide para facilidad en el manejo de costos.

Las listas de equipos se obtuvieron directamente de la base de datos actual de la planta y se procedió a compararla con los activos que físicamente siguen presentes en las instalaciones y que aún se utilizan en los procesos productivos. De cada uno de estos activos se recopilaron datos técnicos importantes como el fabricante, modelo, número de serie y ubicación técnica dentro de la planta. Posteriormente, esa información se organizó según ubicación y centro de costo, con lo cual se generó un archivo base de equipos en el programa Microsoft Excel, dentro del cual se distribuyeron todos los equipos y maquinaria existente, con sus datos técnicos, para luego agregarlos a la programación de cada centro de costo del Software SAP.

A partir de esta base de datos de datos se logró actualizar de manera efectiva el inventario de activos disponibles en planta, a los cuales el departamento de mantenimiento debe prestarles la debida atención para mantener y asegurar la calidad de los servicios de cada equipo en cumplimiento con los requerimientos de producción.

Esta actualización de los equipos y maquinas en la plataforma SAP se completó al 100 % durante los primeros meses de ejecución del proyecto. Se logró incluir todas las líneas en sus respectivos centros de costos y áreas de trabajo, dándole revisión a los datos disponibles de cada equipo, incluidos fabricante, marca, modelo e información técnica. De esta manera se consiguió que el departamento de mantenimiento tenga una base de datos actualizada y eficiente de todos los equipos y las 17 líneas de producción dentro de la planta, facilitar así el control y gestión del mantenimiento automatizado brindado por SAP.

Se realizó la distribución de las líneas de producción y tecnologías de la siguiente manera:

- Bebidas
 - Formulación
 - Líneas de envasado (3 líneas)
 - *Tetra pak* (3 líneas)

- Alimentos
 - Formulación
 - Líneas de envasado
 - Frijol hojalata (3 líneas)
 - Producto flexible (5 líneas)
 - Kétchup (3 líneas)

- Entarimado de producto final

- Tecnologías de producción
 - Llenadoras
 - 5 verticales
 - 5 horizontales
 - 4 rotativas
 - 2 de gravedad
 - 6 de presión neumática
 - 3 de pistón

- 5 selladoras rotativas de aluminio y hojalata
- 6 embandejadoras automáticas
- 4 mesas de encajado manual
- 2 ordenadores de envase automáticos
- 5 despaletizadores de envase

- Cintas transportadoras
 - Modulares rectas
 - Modulares curvas
 - Cadenas metálicas
 - Bandas de cangilones
 - Transporte de rodillos
 - Fajas de nylon y poliéster
 - Cables aéreos
 - Bandas magnéticas de elevación

- 12 autoclaves para proceso térmico

- Intercambiadores de calor
 - 2 equipos chiller
 - 3 calderas
 - 15 intercambiadores de placas
 - 5 intercambiadores de tubos concéntrico
 - 2 torres de enfriamiento de cascada
 - 6 serpentines
 - Bombas de transporte de fluidos
 - Centrifugas: 111
 - Desplazamiento positivo:28
 - Diafragma: 10
 - Pistones: 3
 - Retorno de condensado: 8

De igual manera, se presenta en la tabla XII la lista de los equipos que pertenecen a la línea piloto de empaqueo de frijol terminado pertenecientes al centro de costo 502018, denominado producción de frijol.

Tabla XI. **Equipos del área de empaqueo final**

CeCo.	EMPAQUE PRODUCTO TERMIANDO FRIJOL
502018	Bomba de recirculación de agua en despaletizadora
502018	Despaletizadora de bote lleno
502018	Mesa de acumulación de bote lleno
502018	Transportador 1 hacia línea edos
502018	Transportador 2 hacia línea edos
502018	Embandejadora frijol terminado edos
502018	Aplicador de brea nordson para cajas
502018	Línea de encajado
502018	Máquina de cinta tapera 1
502018	Máquina de cinta tapera 2
502018	Máquina de cinta tapera 3

Fuente: elaboración propia.

2.4.1.2. Criticidad del equipo


La siguiente fase dentro de la gestión de mantenimiento consistió en generar una matriz de jerarquización de equipos. Esta matriz busca clasificar cada uno de los activos según su nivel de criticidad.

Por criticidad de equipos se puede entender el nivel de impacto que cada equipo tiene sobre el sistema completo, en aspectos financieros y de producción. La clasificación se hace en equipos Críticos, que representan un mayor impacto, semicríticos y no críticos. Los activos con mayor criticidad son aquellos que se mantendrán bajo un régimen más estricto de atención y manteniendo, ya que son los que representan un mayor riesgo si llegan a fallar, costándole gran cantidad de recursos a la empresa.

Mientras, los activos de menor criticidad presentan menor consumo de recursos y menos riesgo de falla. De esta manera se pueden clasificar los equipos para darle atención a los que más la necesitan.

Tomando en cuenta los parámetros definidos para la evaluación de criticidad de equipos, se procedió a determinar la jerarquía de criticidad a la que corresponden cada uno de los activos pertenecientes a la línea de empaquetado de producto terminado de frijol, tanto en sus presentaciones de bolsa flexible como en envase hojalata.

Figura 14. Evaluación de criticidad línea empackado

	Industrias Alimenticias Kern's	Fecha de emisión: Enero 2018
	Matriz de Criticidad de Equipos	Página 1 de 2
	Evaluador: Rodrigo Lainfiesta	Revisor: Héctor Velásquez

Instrucciones: indique el nivel de criticidad de cada uno de los equipos a evaluar, considerando los parámetros de evaluación de criticidad adjuntos en la página siguiente, incluya la descripción de la clasificación de criticidad para justificar el nivel elegido. El nivel de criticidad esta definido por el valor mas alto dentro de las categorías

Evaluación de equipos/procesos							
Edificio: Planta		Área: Alimentos				Línea:	
No.	Equipo	Categorías de criticidad				Criticidad del equipo	
		C/I	SSO	MTTO	MA	Nivel	Descripción
1	BOMBA DE RECIRCULACION DE AGUA DESPALETIZADOR	C	C	B	C	B	Mtto. Requiere uso de repuestos especiales
2	DESPALETIZADOR DE BOTE LLENO	C	B	A	C	A	Paro extenso por mantenimiento por fallas
3	MESA DE ACUMULACION DE BOTE LLENO	C	C	B	C	B	Atraso del proceso por fallas y mantenimiento
4	TRANSPORTADOR 1 HACIA EDOS	C	C	C	C	C	No representa efectos negativos al proceso
5	TRANSPORTADOR 2 HACIA EDOS	C	C	C	C	C	No representa efectos negativos al proceso
6	EMBAMDEJADORA DE FRIJOL TERMINADO EDOS	B	B	A	C	A	Reparación extensa y costosa, daño al producto final
7	APLICADOR DE BREA NORDSON	B	C	C	C	B	Daño reversible al encajado del producto, pegamento caliente puede causar heridas leves
8	LINEA DE ENCAJADO MANUAL	C	C	C	C	A	No representa efectos negativos al proceso
9	MAQUINA DE CINTA TAPERA 1	C	C	C	C	C	No representa efectos negativos al proceso
10	MAQUINA DE CINTA TAPERA 2	C	C	C	C	C	No representa efectos negativos al proceso
11	MAQUINA DE CINTA TAPERA 3	C	C	C	C	C	No representa efectos negativos al proceso
Total de equipos tipo A		3	Porcentaje de equipos A		27.3%		Porcentaje de cada tipo = ((Total de cada tipo)/ Total de equipos por línea) * 100
Total de equipos tipo B		3	Porcentaje de equipos B		27.3%		
Total de equipos tipo C		5	Porcentaje de equipos C		45.5%		
Total de equipos en línea		11	Total de equipos		100%		

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

A partir del estudio de criticidad realizado a la línea de empackado final, se determinó que el equipo embanderado EDOS corresponde a una criticidad tipo A o equipo crítico; es decir que tiene un alto impacto sobre el sistema productivo completo. Esta clasificación de criticidad es muy acertada, considerando que la embandeadora EDOS es el único medio para ordenar, apilar, empackar y emplástica los productos de frijol en presentación hojalata.

Debido a ello, y a factores como su complejidad, alto costo de reparación, necesidad de repuestos originales enviados desde Argentina y los diferentes daños que puede causar tanto al producto como al personal que opera el equipo, se decidió darle categoría A dentro de la jerarquía de criticidad. El equipo EDOS es uno de los puntos más importantes dentro de esta línea y el principal enfoque para la primera implementación del sistema de gestión de mantenimiento productivo total.

Otros equipos de la línea de empaqueo de producto terminado también se tomaron en cuenta debido a su importancia y al orden que ocupan dentro del sistema de manejo de los envases de hojalata llenos, y por lo tanto se incluyeron en el sistema de TPM. Los equipos pertenecientes a la línea de empaqueo manual de flexibles, la cual es paralela al equipo EDOS y se organizó dentro del mismo centro de costos, no serán incluidos en el estudio de implementación del sistema debido a que no forman parte del mismo sistema de empaqueo. Estos equipos que no se tomaran en cuenta son las 3 mesas aplicadoras de cinta adhesiva y la mesa de encajado manual.

2.4.1.3. Registro de fallas

Teniendo definido el alcance de los equipos a incluir en la actualización del sistema de gestión del mantenimiento, se realizó la inspección técnica y verificación del deterioro del equipo EDOS para determinar el estado actual del equipo y las distintas fallas que presentan sus componentes debidas al desgaste, uso inadecuado y falta de mantenimiento preventivo durante su periodo de operación de 10 años.

Se realizaron distintas inspecciones buscando desgaste, daños y fallas presentes en las distintas partes de la máquina. Estas inspecciones se

realizaron con apoyo del personal técnico de mantenimiento y los operarios que trabajan directamente con el equipo EDOS. Las inspecciones se concentraron en partes como sistemas de tracción, motores eléctricos, horno, bandas transportadoras, sistemas de barras, sistema eléctrico, sistemas neumáticos y sistema de polietileno.

A partir de estas inspecciones se pudo determinar que el equipo EDOS ya presentaba una gran cantidad de desgaste acelerado en la mayoría de sus partes y sistemas, con piezas rotas y daño excesivo por fricción.

Los sistemas de bandas transportadoras y sistemas de tracción fueron los que presentaron mayor nivel de desgaste acelerado. Se pudo observar desgaste en las superficies de contacto y en los deslizadores de las cintas modulares de los transportadores de entrada, así como en los diferentes sprockets, cadenas y ejes de tracción de la máquina.

Figura 15. **Desgaste en componentes de tracción**



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

Asimismo, durante las inspecciones se observó un nivel alto de deterioro en los sistemas neumáticos del equipo EDOS; la mayoría de las electroválvulas presentaban fugas, piezas quebradas, conexiones flojas y tuberías dañadas, las cuales afectaban el funcionamiento sincronizado de la máquina de la máquina.

Figura 16. **Daño en electroválvulas**



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

El horno de termo contracción de la embandejadora fue otro punto clave donde se pudo observar deterioro acelerado. El cableado eléctrico de alimentación de las resistencias, las resistencias aleteadas y la fibra aislante en el interior del horno ya se encontraban en mal estado, con daños debidos al calor y a la acumulación de polvo en el interior de los paneles eléctricos. Las conexiones del cableado presentaban acumulación de sarro y oxido y algunas ya no hacían contacto adecuadamente, lo que reduce la eficiencia de calentamiento del horno.

Figura 17. **Deterioro del horno de termocontracción**



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

Durante el proceso de inspección, los operarios de la empacadora reportaron un alto nivel de desgaste de las compuertas del ordenador de envase en la entrada al armador de bandejas. Estas presentan ruptura y daño en la superficie y la punta que tiene contacto con las latas, debido a la fricción contra los bordes del envase de hojalata.

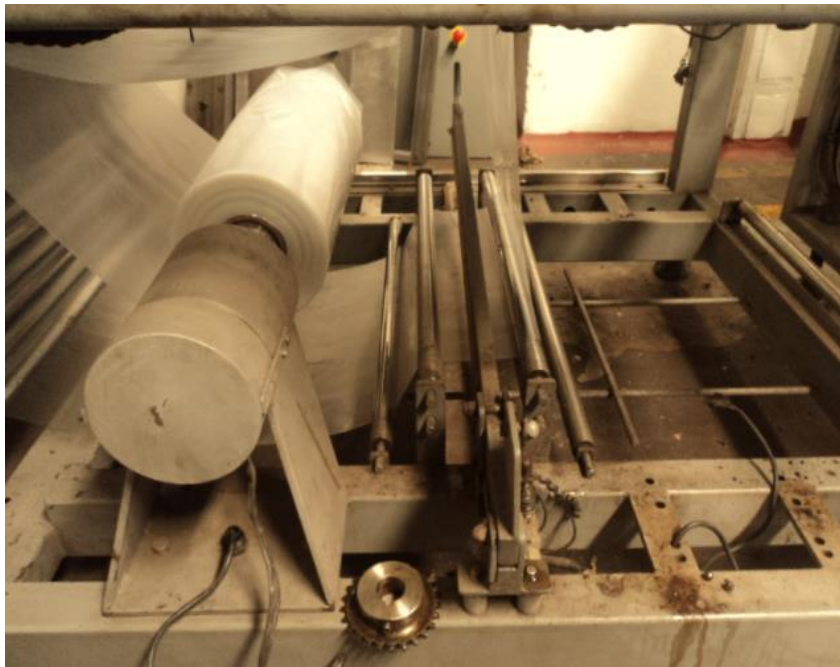
Figura 18. **Placa ordenadora de envases**



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

Uno de los puntos más importantes detectados durante las inspecciones de la máquina fue el hecho de encontrar 2 sistemas de la embandejadora desactivados debido a fallas constantes en su funcionamiento. Estos sistemas eran la cuchilla soldadora de polietileno y el sistema de freno neumático de las estrellas de entrada de envases. Tanto la cuchilla como las estrellas son partes importantes para funcionamiento del equipo EDOS, pero presentaban tantas fallas y falta de repuestos que los operarios decidieron desactivarlos y realizar algunas de estas funciones a mano, como la unión de los films de polietileno cuando se termina una bobina y se cambia por otra, desatascar los envases que entran a la embandejadora cuando se caen o entran en distinta posición.

Figura 19. **Cuchilla desactivada**



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

2.4.2. Recopilación de información técnica


Una vez seleccionado como el primer equipo para la implementación del nuevo sistema de gestión de TPM al conjunto embandejador EDOS, se dio inicio con la recopilación de información técnica para entender su funcionamiento, componentes, indicaciones de uso adecuado y su mantenimiento.

2.4.2.1. Manual del fabricante

Para obtener esta información, es necesario incluir en la biblioteca del departamento, tanto digital como físicamente, los distintos manuales que el fabricante proporciona en conjunto con la maquinaria al momento de la compra e instalación. En el caso del conjunto embandejador EDOS, se cuenta con varios manuales en versión digital, dentro de los cuales se incluye la información general de la máquina, un catálogo de los repuestos con mayor frecuencia de cambio, indicaciones de instalación y operación, recomendaciones básicas de mantenimiento y limpieza, uso de los controladores lógicos PLC y los diferentes diagramas de instalación eléctrica diseñada específicamente para la máquina instalada en Industrias Kern's.

La información general del equipo se recopila y se presenta en forma de una ficha técnica detallada, en el formato diseñado y propuesto para información técnica de este y otros equipos.

Tabla XII. Ficha técnica EDOS

	Florida Bebidas S.A.	Ficha técnica de mantenimiento Embandejadora EDOS	Código: Ficha EDOS
	Mantenimiento Industrias Alimenticias Kern's y Cia., S.C.A.		Versión: 1 Página: 1

Realizado por: Luis Lainfiesta		Fecha: 20 oct 2017	
Nombre del equipo	Empacadora EDOS	Fabricante	EDOS SA
Tipo de equipo	Embandejadora	Código	EMBANDEJAFRIJOLTER
Modelo	Overlap SC-35	Ubicación Técnica	PRODUCTO TERMINADO FRUJOL
No. Serie	K 7143	Área	HOJALATA
Marca	EDOS	Línea	40
Características técnicas:		Proveedor de repuestos:	
Voltaje	3 x 440V	Nombre del contacto	EDOS SA, Argentina
Amperaje	variable	Tels.	
Consumo	50 kW	E-mail	
Potencia	65 kW	Nombre del contacto	
Entrada de aire al panel de control	5 kg/cm2	Tels.	
Diámetro de tubería para las bombas	2 pulgadas	E-mail	
Caudal de agua	15 gal/min	Foto de la maquina o equipo	
Consumo de aire	12L/min		
Capacidad de producción:			
Unidades por minuto	17-26 paq./min		
Tipo de producto	Hojalata		
Tamaño de producto	156g-970g		
Insumos y materiales			
Bandejas de cartón de varias medidas Film de polietileno termo-contraíble Limpiador Simple Green Lubricante Loctite 767 alta temperatura Amortiguadores de teflón Cinta de nicrón			
Herramientas y herramientas especiales:			
Extractor de cojinetes Llaves Allen milimétricas Extractor de cadenas Guantes de trabajo para alta temperatura			

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

2.4.2.2. Catálogo de repuestos

El equipo embandejador EDOS es una máquina compleja cuya función consiste en despaletizar, lavar, transportar, organizar en 2 niveles, construir bandejas de cartón y emplastificar latas de frijol en cajas, las cuales se utilizan como medio de transporte de este producto. Estas funciones hacen que la máquina sea complicada y tenga una gran variedad de equipos y partes dentro del conjunto.

Esta gran cantidad de partes, algunas específicas del mismo fabricante y otras genéricas que pueden reemplazarse fácilmente, ha generado cierto grado de pérdida de control sobre los repuestos almacenados en la bodega, destinado a este equipo en particular. Como solución a este problema se planteó la importancia de una revisión, inventario y depuración completa de los repuestos en bodega relacionados al equipo EDOS.

Este catálogo de repuestos se generó al revisar y comparar las listas de repuestos y partes reemplazables recomendados en el manual del fabricante, y las existencias en bodega. Con estas listas comparadas, se eliminaron los repuestos innecesarios o mal clasificados, se hizo más sencillo el proceso de inventario y generación de códigos SAP para los repuestos, se facilitó su ubicación, control de cantidades máximo y mínimo, reducción de espacio ocupado en bodega y del tiempo de reparación debida a los repuestos.

De igual manera, se incluyó en esta revisión de repuestos para mantenimiento, todos aquellos materiales consumibles que no son exclusivos del equipo EDOS, pero que se van a utilizar en las tareas de mantenimiento, tales como lubricantes, limpiadores, cintas transportadoras, cojinetes, tornillos, chumaceras, guías lateras, entre otros repuestos accesibles localmente.

Con la información de los repuestos disponibles, y las inspecciones y verificación del deterioro finalizadas, se procedió a elaborar un catálogo de repuestos en Microsoft Excel. Incluye datos como código, descripción, cantidades necesarias y fotografías de los repuestos más críticos para cambiar durante la puesta a punto, y para mantener en bodega de repuestos durante para los mantenimientos programados.

A continuación, se presenta un ejemplo del catálogo de repuestos trabajado para la máquina, específicamente para la parte del armador de bandejas y elevador de cartón. Para las demás partes y subpartes se trabaron catálogos de repuestos de la misma manera.

Tabla XIII. **Ejemplo de catálogo de repuestos**

CARTONERO Y ELEVADOR DE CARTON					
Disponible en bodega			Recomendado por el fabricante		
Código	Repuesto	Cantidad	Código	repuesto3	Cantidad2
71219	malla transportadora S1100 ancho 125 mm	8.5 m	4iA71219	banda transportadora S1100 125 mm	1 U
71220	piñón S1100 Z16 acetal gris	4 U	4iB71339	piñón S1100 Z16	1 U
70037	bomba de vacío M20	2 U	N.A	N.A	N.A
70036	ventosa diam75	2 U	0iB71210	ventosa cartonero	1 U
72562	juego completo de piñones, pines y cadenas del elevador	1 U	N.A	N.A	N.A
18045	piñón cónico de cartonero Z20	4 U	N.A	N.A	N.A
15174	tensor deslizante elevador de cartones	2 U	N.A	N.A	N.A
22605	placa guía del elevador de cartón	2 U	N.A	N.A	N.A
N.A	N.A	N.A	0iA70028	cilindro tracción cartonero	1 U
N.A	N.A	N.A	0iA70029	cilindro balancín cartonero	1 U

Fuente: elaboración propia.

2.4.2.3. Historial de fallas y paros

El departamento de mantenimiento anteriormente llevaba el registro y control de las actividades de conservación de la planta dentro de un plan maestro de mantenimiento, denominado procedimientos de infraestructura y

mantenimiento. Como parte del proceso de actualización del sistema de mantenimiento, este plan maestro fue analizado y modificado en función de cumplir con nuevas funciones más detalladas y adecuadas a las necesidades del sistema.

Con el plan maestro actualizado y aprobado para el OB18, se inició con la generación adecuada de los formatos de criticidad y registro de fallas, para incluirlos dentro de los procedimientos de mantenimiento y comenzar a aplicarlos dentro de las actividades de conservación de la planta. El estudio de criticidad es el que permite identificar y organizar los equipos de la planta en función de qué tan críticos o fundamentales son para la continuidad del proceso, enfocado en las necesidades de mantenimiento en los equipos más críticos, dentro de 4 aspectos: calidad, seguridad, mantenimiento y medio ambiente. Sin embargo, este estudio de criticidad, para mejorarlo continuamente, requiere de un registro de información actualizable que actualmente no se posee del todo, no existe o no se tiene fácil acceso a dicha información. Para solucionar este problema, se generó el formato de registro de fallas, el cual facilita la documentación y archivo de las fallas que presente el equipo durante su funcionamiento.

Este formato de fallas se presentó con el propósito de proporcionar una herramienta de registro de las fallas que presentan los diferentes equipos, para guardar la información sobre la falla general y fallas resultantes, reparaciones, herramientas y repuestos utilizados, recursos y tiempo involucrado en la reparación. Con este se busca generar una base de datos de fallas y reparaciones de equipos, que facilite los futuros trabajos y planes de mantenimiento, cumpliendo con la necesidad de mejora continua.

Para mantener un registro de las diferentes averías, ajustes y paros que afectan el rendimiento de las máquinas y equipos de las líneas de producción, se propone utilizar la información que mensualmente el departamento de análisis de producción elabora en forma de un cuadro de resumen para cada línea, donde se incluye una presentación general de la distribución de los tiempos de paro por equipos de línea. Como parte del diagnóstico realizado a la empacadora EDOS y sus equipos complementarios, se utilizaron los cuadros de resumen del mes de agosto y septiembre del año 2017 como referencia de los efectos que los paros tienen sobre el indicador OPI.

Estos resultados se pueden observar en las siguientes tablas de resumen, para los equipos que se incluyeron en la implementación del sistema de gestión TPM. Los demás equipos de la línea no se incluyen en la tabla de resumen, aun así, sus tiempos se tomaron en cuenta para el cálculo de los porcentajes. La tabla busca presentar de manera gráfica los tiempos de los equipos de interés únicamente.

Tabla XIV. **Historial de fallas 2017**

Agosto 2017			REPORTE MENSUAL OPI			
Tiempo mensual en horas			Porcentajes			
Máquina	Falla	Ajuste	Totales	Falla	Ajuste	Totales
EMPACADORA EDOS	9.5	4.3	13.8	31.0%	14.1%	45.1%
DESPALETIZADO	-	1.0	1.0	0.0%	3.2%	3.2%
CODIFICADOR DE ENVASE	-	-	-	0.0%	0.0%	0.0%
TRANSPORTADOR	-	6.9	6.9	0.0%	22.4%	22.4%
Totales	9.5	12.2	21.7			

Septiembre 2017			REPORTE MENSUAL OPI			
Tiempo mensual en horas			Porcentajes			
Máquina	Falla	Ajuste	Totales	Falla	Ajuste	Totales
EMPACADORA EDOS	4.4	4.7	9.1	8.9%	9.6%	18.5%
DESPALETIZADO	0.6	0.3	1.0	1.3%	0.7%	2.0%
CODIFICADOR DE ENVASE	2.3	1.2	3.5	4.7%	2.6%	7.2%
TRANSPORTADOR	0.8	19.1	20.0	1.7%	39.1%	40.8%
Totales	8.1	25.4	33.5			

Fuente: OPI. *Departamento de análisis de producción*

2.4.3. Desglose en partes y subpartes

Para el proceso de implementación del mantenimiento productivo total en el equipo EDOS es necesario realizar una identificación y determinación de fallas, así como una serie de inspecciones al conjunto embandejador y el desarrollo de medidas de mitigación de fallas, todo esto bajo la responsabilidad del jefe de mantenimiento preventivo, los supervisores de mantenimiento y el personal involucrado en las tareas de conservación. A este equipo se le denomina natural de trabajo.

Para facilitar estas inspecciones, la recopilación y organización de datos históricos, la máquina se subdivide en partes o sistemas con funciones individuales, que a su vez se vuelven a dividir en subpartes o componentes de

dichos sistemas. Este detalle de partes, realizado en conjunto con el Grupo Natural de Trabajo, permite enfocarse en áreas específicas de la máquina para que el desarrollo y ejecución de las próximas fases del TMP se realice más eficientemente.

Este desglose en partes y subpartes se realizó al dividir el equipo, primero en sistemas principales con una función y ubicación general definida, y luego en componentes más específicos con funciones detalladas. Con el objetivo de que la división en partes y subpartes se realizara uniformemente en toda la máquina, se comenzó por identificar los componentes más importantes y sencillos de inspeccionar, ya fuera por su función o su ubicación dentro del sistema de manejo del envase terminado. Posteriormente, a estos sistemas se les divide en sus componentes más básicos de funcionamiento, y así se logró generar un índice de partes.

2.4.3.1. Transportadores

Dentro del conjunto embandejador EDOS, los transportadores o cintas transportadoras son todos los sistemas de transporte continuo que se conforman de una banda o cinta modular que se mueve entre dos puntos, con el fin de transportar los envases individuales o empacados de un punto a otro de la máquina. El equipo cuenta con diversos tipos de transportadores, como fajas compuestas de materiales flexibles, cintas modulares de tablilla, cintas modulares de eslabones y cintas de malla metálica.

Cada una de estas cintas transportadoras se clasificó como un aparte principal de la máquina, y se subdividió en los componentes básicos que le permiten ejecutar su función de transporte, tales como cinta o banda, motor y caja reductora y sistemas de tracción.

Figura 20. **Ejemplo de un transportador**



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

2.4.3.2. Sensores

El equipo EDOS contiene un total de 9 sensores de presencia, los cuales se componen de un sensor óptico laser y un reflector. Estos sensores se utilizan en diversas partes del equipo para detectar la presencia o falta de envases, la posición de otros componentes móviles, la cantidad de cartón disponible para las bandejas, y la cantidad de polietileno restante en los portabobinas.

Estos sensores, por su confiabilidad y la sencillez de su funcionamiento, se consideran como componentes no críticos para el equipo, ya que son fáciles de reemplazar, de inspeccionar y su funcionamiento no es complicado. Debido a ello, los distintos sensores clasificaron como subpartes y se distribuyeron según su ubicación física.

Figura 21. **Ejemplo de un sensor de posición**



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

2.4.3.3. Barras y cadenas

Algunos sistemas de transporte y manejo de envases en el equipo EDOS se componen de un conjunto de barras horizontales que se mueven a lo largo de un sistema de cadenas y *sprockets*, como el caso del sistema de alimentación de envases apilados y el sistema de envoltura de polietileno.

Estos transportadores, denominados barras empujadoras o barras de envoltura, se utilizan para realizar sobre el envase movimientos que deben realizarse paralelos al movimiento de las cintas transportadoras, pero a una velocidad diferente, lo cual se consigue mediante el uso del sistema de cadenas y *sprockets* que giran sincronizados con el movimiento de las cintas.

Figura 22. **Sistema de cadenas y barras**



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

Estos dos sistemas de transporte de barras son algunos de las partes más complejas y críticas dentro del conjunto EDOS en su totalidad. Se componen de cadenas de diferentes tamaños y pasos, *sprockets* que giran unidos a ejes o libremente y barras horizontales ancladas a las cadenas mediante dispositivos de seguridad que evitan rupturas por atascamiento de envases, diferentes sistemas de tracción que mantienen a estos transportadores de barras sincronizados al resto de la maquina mediante un único motor y caja reductora principal, que transmite el movimiento a toda la máquina. Es por esta razón que los sistemas de barras empujadoras y de envoltura se clasificaron como partes principales, que a su vez dividieron en sus subpartes básicas, asegurando un análisis de mantenimiento detallado y específico a cada una de sus funciones.

2.4.3.4. Guías y barandas

El equipo embandejador EDOS tiene la función principal de transportar, apilar y colocar dentro de las bandejas de cartón los envases de hojalata llenos para concluir con el proceso de producción de frijol enlatado. Par esto utiliza una serie de bandas y cintas transportadoras. Debido a que la maquina es la única que cumple con este propósito en Industrias Kern's, todos los tamaños de envases de hojalata producidos en las líneas deben pasar a través del equipo EDOS para poder ser embanderados y entarimados. Por tanto, la flexibilidad de la máquina para trabajar envases que van desde los 200 mm hasta los 402 mm de diámetro es de vital importancia para su correcto funcionamiento dentro del sistema productivo en su totalidad.

Esta flexibilidad y adaptabilidad a manejar envases de diferentes tamaños se obtiene gracias al sistema de guías y barandas, tanto laterales como internas a las cintas transportadoras. Estas guías y barandas se componen de una serie de bases plásticas de altura y longitud ajustable, que sostienen los deslizadores

horizontales de material de baja fricción. Las guías se ajustan mediante las bases plásticas a la medida del envase que se va a trabajar, para asegurar que los envases se transporten en línea, sin atascarse ni voltearse, para evitar retrasos en la línea.

Debido a sencillez de funcionamiento y su facilidad de ajuste, reparación o cambio, las guías y barandas clasifican como subpartes, y se distribuyen dentro de las partes a las que perteneces por su ubicación física dentro del equipo.

2.4.3.5. Emplasticador

Este es uno de los componentes más complejos y críticos dentro del conjunto embandejador EDOS, ya que ocupa la mayor parte de la longitud del equipo. En su estructura se ubican todos los sistemas dedicados a ordenar envases, colocar y armar las bandejas de cartón, distribuir el film de polietileno, y envolver las bandejas, dejándolas listas para su paso por el horno de termocontracción. Es dentro de la estructura del emplasticador que se ubican los sistemas de generación de potencia y tracción principal, que transmiten el movimiento de manera sincronizada a todos los transportadores, fajas, rodillos y barras empujadoras que complementan el funcionamiento del emplasticador.

Debido a su complejidad y a la cantidad de sistemas principales que lo componen, el emplasticador se dividió en varias partes, cada una con su propia clasificación de subpartes. El desglose se realizó según la función de los diferentes sistemas que forman el emplasticador en el orden que intervienen en el proceso. Iniciando por el transportador de entrada, el sistema de alineación de envases, sistema divisor de pines, transporte de barras, transporte de rodillos, banda transportadora de entrada, banda transportadora de salida,

sistema de barras de envoltura, alimentador y cortador de polietileno, colocador de cartón y el sistema armador de bandejas.

Figura 23. **Emplasticador**



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

Cada una de estas partes, a su vez se subdividió en sus componentes más básicos según su función y los mantenimientos en específico que cada componente requiere, de manera que al realizar el análisis de fallas y tareas preventivas se pudiera llevar estudio al nivel más detallado posible.

Figura 24. **Armador de bandejas**



Fuente: Equipo EDOS.

2.4.3.6. Lavado y secado

Los envases de frijol en hojalata pasan por un proceso térmico luego de ser llenados y sellados en caliente. Este proceso consiste en colocar los envases en canastas dentro de grandes autoclaves de vapor saturado, que someten el producto a temperaturas y presiones elevadas para conseguir una esterilización comercial y asegurar la inocuidad de los alimentos. Durante este proceso térmico los envases son bañados en vapor y posteriormente en agua de enfriamiento, la cual es adicionada con cloro y otros químicos que la mantienen libre de contaminantes. Esta agua se mantiene en contacto con los envases y al ser estos retirados de las autoclaves siguen cubiertos de la misma, y en ciertos casos, cuando la presión excesiva del producto caliente en expansión causa ruptura en un envase, también se encuentran cubiertos de producto.

Para retirar estos residuos de los envases, la primera etapa que cada lata de frijol debe pasar antes de entrar al proceso de empaclado final es una limpieza.

Para ellos se utiliza un equipo denominado despaletizadora de envase lleno; esta extrae los envases de las canastas para proceso térmico y los coloca sobre una cinta transportadora, que los hace pasar por un sistema de lavado con agua caliente. Posteriormente pasa a una mesa de acumulación que divide los envases en 2 cintas transportadoras que cuentan con un sistema de ventiladores y boquillas para retirar el exceso de agua en los envases y dejarlos listos para el embanderado y emplastado.

La despaletizadora, el sistema de lavado y secado son sistemas críticos para la línea de empaclado final de frijol en hojalata, por lo que se clasificaron como partes principales del equipo EDOS, como despaletizador y transportadores de salida. De igual forma, estos sistemas se dividieron en subpartes, como cinta transportadora, motores y cajas reductoras, bomba de recirculación de agua, sistemas de tracción, sopladores y guías laterales.

2.4.3.7. Tableros de control

Los tableros de control y paneles eléctricos de comando son los dispositivos donde se encuentra conectados todos los equipos de control, seguridad, maniobra y distribución eléctrica que le permiten a todo el conjunto embandejador trabajar de manera automática y manteniendo una sincronización adecuada, con comandos simples ingresados por el operario en el tablero principal.

El conjunto embandejador EDOS se compone de 3 tableros principales; uno para el control del emplastador y embandejador, otro para el control de todas las cintas transportadoras y el despaletizador de envase y uno exclusivo para el control del horno de termocontracción, todos ellos manejados por el panel de comando principal.

Figura 25. **Tablero eléctrico principal**




Fuente: Equipo EDOS.

2.4.3.8. Índice general de partes

Después de finalizar el desglose de la línea en partes y subpartes, con cada una de ellas claramente identificada, se procedió a fotografiar las diferentes subpartes y elaborar un índice general de partes que permitiera tener un acceso rápido a las fotografías y otros documentos relacionados a cada subparte en específico a través de hipervínculos.

Tabla XV. Índice de partes EDOS

		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
		MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
1	Transporte de entrada	1.1	Barandas exteriores
		1.2	Sensor de presencia
		1.3	Motoreductor
		1.4	Tracción de la banda
		1.5	Cinta transportadora
		1.6	Bandeja de residuos
2	Sistema de alineación	2.1	Guías
		2.2	Sensor de presencia
		2.3	Paletas rotativas
3	Guías de entrada	3.1	Motoreductor
		3.2	Chapas laterales
4	Sistema divisor de pines	4.1	Pines delanteros
		4.2	Pines traseros
5	Transporte de barras	5.1	Barra empujadora
		5.2	Sensor de presencia
6	Transporte de rueda	6.1	Cinta transportadora
		6.2	Tracción de la banda
		6.3	Sensor de presencia
7	Sistema de envoltura	7.1	Tracción del sistema
		7.2	Sistema de barras envolventoras
		7.3	Sensor de presencia
8	Transporte de entrada y salida	8.1	Cinta transportadora entrada
		8.2	Cinta transportadora salida
9	Sistema de alimentación de polietileno	9.1	Magazine alimentador de polietileno
		9.2	Sensor de presencia
		9.3	Cuchilla soldadora

Continuación de la tabla XV.

10	Sistema cortador de polietileno	10.1	Tracción del sistema
		10.2	sistema de rodillos
		10.3	Cuchilla
		10.4	Generador de vacío
		10.5	Motoreductor
11	Sistema colocador de cartón	11.1	Bandas empujadoras
		11.2	Balancín colocador
		11.3	Motoreductor
		11.4	Guías laterales
		11.5	Tracción del elevador
		11.6	Sensor de presencia
12	Armador de bandejas	12.1	Motoreductor
		12.2	Tracción del sistema
		12.3	Conjunto armador
		12.4	Sensor de presencia
13	Apilador de 2 pisos	13.1	Motoreductor
		13.2	Tracción de la banda
		13.3	Bandas del apilador
		13.4	Guías laterales
		13.5	Estrella coordinadora
		13.6	Sensor de presencia
14	Panel de comando	14.1	Panel de comando
15	Tablero eléctrico	15.1	Tablero eléctrico
16	Horno de termo contracción	16.1	Motoreductor
		16.2	Tracción de la banda
		16.3	Ventiladores
		16.4	Banda metálica
		16.5	Tablero eléctrico

Continuación de la tabla XV.

17	Despaletizadora de bote lleno	17.1	Motoreductor
		17.2	Tracción de la banda
		17.3	Banda despaletizadora
		17.4	Guías despaletizadora
		17.5	Tablero eléctrico
		17.6	Panel de comando
		17.7	Empujador
		17.8	Lavador de envase
18	Transporte de salida despaletizador	18.1	Motoreductor Mesa de acumulación
		18.2	Motoreductor Banda A
		18.3	Motoreductor Banda B
		18.4	Tracción de la banda
		18.5	Banda mesa de acumulación
		18.6	Banda A
		18.7	Banda B
		18.8	Guías laterales
		18.9	Sopladores
19	Transporte a encajado final	19.1	Motoreductor
		19.2	Tracción de la banda
		19.3	Bandas y rodillos

Fuente: elaboración propia.

2.4.4. Análisis causa-raíz de fallas (FMEA)

El análisis de modo de falla y efectos, denominado FMEA por sus siglas en inglés, Failure Mode Analysis and Effect, es una herramienta de gran versatilidad y utilidad en el área de mantenimiento debido a que permite identificar los defectos en un proceso o equipo que contribuyen a generar fallas. El objetivo principal del estudio FMEA es identificar, reducir o eliminar todos aquellos puntos del proceso que representan un riesgo de falla.

Este análisis se aplicó como una de las fases del sistema de gestión del mantenimiento productivo total con el fin de definir el funcionamiento de cada una de las subpartes definidas para el equipo EDOS, identificar las principales fallas que se pueden presentar en dicha subparte y plantear la consecuencia o efecto que esta falla tiene sobre el sistema de empaclado completo.

Para ello se realizó una serie de reuniones con el personal encargado de operar el equipo, los técnicos de mantenimiento responsables del área de empaque de frijol terminado, un supervisor de producción, un supervisor de mantenimiento, un supervisor de calidad, personal del departamento de Inocuidad, un analista de producción y el gestor de mantenimiento preventivo. El conjunto de estas personas conformó el grupo natural de trabajo, que representa al personal que tiene un mayor contacto directo y entendimiento del equipo. De manera que se pudiera aprovechar el conocimiento y experiencia de todo el personal al momento de definir las funciones de las partes, principales fallas, sus efectos y las tareas preventivas o acciones necesarias para prevenir o reducir el riesgo de fallas.

El manual de mantenimiento desarrollado para la embandejadora EDOS se compone de un total de 175 páginas, entre hojas de análisis FMEA, rutinas de mantenimiento preventivo e instrucciones de uso de la información. Debido a la amplia extensión del manual, se utiliza una subparte como ejemplo para demostrar la aplicación de las etapas, uso de los formatos de registro y desarrollo del estudio. Para este caso, se utilizará la subparte 5.1, barras empujadoras, pertenecientes a la parte 5, transporte de barras.

2.4.4.1. Función de la subparte

El primer paso para realizar el análisis FMEA consistió en definir la función que cada una de las 74 subpartes del equipo EDOS ejecuta dentro del sistema productivo. Esta función se desarrolló en conjunto con el grupo natural de trabajo, de manera general y fácilmente entendible, sin entrar en detalles demasiado específicos.

Con la subparte 5.1, barras empujadoras, como ejemplo, se puede definir que estas son un conjunto de barras acopladas a dos cadenas paralelas en cada extremo de una banda transportadora y que se mueven en sincronización con la misma, a una velocidad mayor para formar y colocar el grupo de envases en la entrada del armador de bandejas. Para esta subparte, se definió la siguiente función:

- Las barras empujadoras son un juego de cadenas laterales unidas por barras horizontales, las cuales coordinan la posición de los grupos de paquetes que se encuentran sobre el transporte intermedio, hasta la zona del siguiente y dan paso justo a los paquetes.

2.4.4.2. Falla funcional

Una falla funcional se define sencillamente como un defecto que le impide a la subparte ejecutar de manera adecuada su función dentro del sistema productivo. Una misma subparte con una única función puede presentar diferentes fallas funcionales. Cada una de ellas representa la causa de un modo de falla y un defecto.

Durante el estudio FMEA realizado el equipo embandejador EDOS, se definieron las funciones, fallas funcionales y modos de falla de un total de 74 subpartes.

En el caso del sistema de barras empujadoras 5.1, se definieron 2 fallas funcionales, cada una con diferentes modos de falla, obteniendo la siguiente información:

Tabla XVI. **Fallas funcionales 5.1**

1	Falta de seguridad	1	Falta de señalización de trabajo inseguro al acomodar producto.
		2	Falta de resguardo de la transmisión.
		3	Falla en los mecanismos de seguridad para bloqueo de la tracción de las barras.
2	No permite el paso del paquete	1	Falta de lubricación.
		2	Daño de chumaceras.
		3	Daño del eje de tracción.
		4	Daño de la cadena metálica.
		5	Desgaste de cuñeros y cuñas.
		6	Desgaste de los sprockets metálicos.
		7	Daño de la barra empujadora.
		8	Daño del sistema de seguridad de la barra.

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

2.4.4.3. Efectos

Los efectos son las principales consecuencias que se generan debido a una falla funcional de una parte del equipo. Estos efectos pueden estar relacionados con el paro del sistema productivo, la pérdida de producto terminado, lesiones o hasta fatalidades en el personal, dependiendo de la función que ejecute la subparte analizada.

Durante el estudio realizado al equipo EDOS, se determinó que el principal efecto sobre el sistema productivo causado por cualquier tipo de falla funcional resulta en lesiones al personal o tiempo muerto de la máquina debido a paros, lo que puede resultar en pérdidas económicas que ascienden hasta los \$6 355,00 por hora de paro. Esta información fue proporcionada por el departamento de análisis de producción, al determinar que cada hora que la línea de empacado de frijol terminado está detenida, dado que es la única capaz de manejar este tipo de producto, se atrasa la producción en un equivalente a \$6 355,00 de producto terminado.

A continuación, se presenta la tabla XVIII que muestra, de manera parcial debido a la extensión del documento original, una falla funcional, sus modos de falla y sus efectos. Para apreciar la hoja FMEA más completa, ver apéndices 8 y 9.

Tabla XVII. **Efecto de las fallas 5.1 (vista parcial)**

Falla funcional		Modo de falla		Efecto	
1	Falta de seguridad	1	Falta de señalización de trabajo inseguro al acomodar producto.	1	Lesiones corporales por atrapamiento
				2	Incapacita al personal por lesiones al sufrir golpes o caída
		2	Falta de resguardo de la transmisión.	1	Lesiones
				2	Incapacidad
		3	Falla en los mecanismos de seguridad para bloqueo de la tracción de las barras.	1	Lesiones
				2	Incapacidad

Fuente: Grupo Natural de Trabajo.

2.4.5. Definición de tareas preventivas

Un plan de mantenimiento se define como el conjunto de tareas de mantenimiento programadas, agrupadas y ordenadas que se basan en un criterio de control, y que incluye a una serie de equipos de la planta, generalmente separados por área o tipo de equipo. Todas estas tareas de mantenimiento se ejecutan con el objetivo de reducir, evitar o compensar el desgaste y las fallas dentro de los componentes de un equipo, con el fin de mantener sus prestaciones y la calidad de su operación.

Las tareas de mantenimiento son la base para un plan de mantenimiento efectivo, que garantice la disponibilidad y confiabilidad de los equipos. Al momento de determinar cada una de estas tareas preventivas, se debe determinar cierta información referente a ellas, como las actividades, frecuencia y especialidad.

- Actividades
 - Rutinarias: son todas aquellas actividades que se realizan de manera cotidiana diariamente, estas actividades pueden ser realizadas por los propios operarios.
 - Programadas: se componen de todas las actividades y tareas programadas durante un año de trabajo, dentro de las cuales se pueden incluir diferentes tipos de mantenimientos.
 - Paradas programadas: engloba todas aquellas actividades que se deben realizar sobre el equipo cada vez que es detenido de manera planeada.

- Frecuencia

Las tareas de mantenimiento dentro de un plan se pueden ejecutar a través de intervalos tiempo determinado de diversas maneras, las principales son por recomendación del fabricante, por periodos de tiempo fijos y por horas o unidades de trabajo producidas.

Cualquiera de estas formas de frecuencia es perfectamente válida, incluso se puede presentar el caso que un mismo equipo presente partes que deban trabajarse utilizando los tres métodos de frecuencia. Algunas tareas son por periodicidades preestablecidas, otras son referidas a horas efectivas de funcionamiento, y otros cambios de piezas y accesorios por recomendación del manual de fabricante.

De este modo, realizar tareas de mantenimiento siguiendo periodicidades fijas puede llevar al punto de tener que realizar mantenimiento a equipos que no se han utilizado al máximo de su capacidad o que han estado detenidos, y que,

por lo mismo, no se han desgastado en un periodo determinado, por lo que el mantenimiento es innecesario y represente desperdicio de recursos. Por otra parte, basar el mantenimiento en horas de funcionamiento tiene el inconveniente de que la programación de las actividades se hace mucho más complicada; al no estar fijado de antemano exactamente cuándo tendrán que llevarse a cabo el mantenimiento, se dificulta la reparación de los recursos adecuados para las tareas.

Para la determinación de las frecuencias de ejecución de las tareas preventivas planteadas para el conjunto EDOS durante la implementación del sistema de gestión de TPM, se utilizaron 2 criterios, con base en las recomendaciones de los manuales del fabricante. Para prevenir la falta de precisión en los periodos, se aprovechó también la experiencia de los técnicos mecánicos, electricistas y el personal que opera la máquina para complementar la periodicidad de cada tarea de mantenimiento definida, así como el tiempo necesario para su ejecución, considerando un escenario ideal sin atrasos externos al personal de mantenimiento.

Estas tareas de mantenimiento, para su facilidad de manejo y programación en el software SAP, se clasifican en distintas categorías que abarcan la totalidad de los trabajos preventivos que pueden realizarse a los equipos, según su especialidad.

Todas las tareas de mantenimiento preventivas que se plantearon en función de las fallas funcionales detectadas durante el análisis modal de fallas FMEA se integraron en los formatos del manual preventivo correspondientes a cada una de las soportes. Incluye información relevante para su ejecución, como el equipo de seguridad, herramientas y repuestos necesarios, nombre y ubicación de la subparte a trabajar, tiempo de ejecución recomendado y el

puesto de trabajo de la persona que se debe encargarse de ejecutar el mantenimiento preventivo.

Los manuales preventivos se desarrollaron para ser utilizados únicamente en formato digital en un documento de Excel, del cual pueda extraerse la información de manera ordenada para subirla y programarla en el software SAP de manera sencilla y rápida. Para visualizar un ejemplo de un manual de mantenimiento preventivo, ver los apéndices 10 y 11.

2.4.5.1. Inspecciones

Las tareas clasificadas como inspecciones (INS) comprenden todas aquellas tareas de verificación, limpieza e inspección, que no requieran cambio de piezas o ajustes demasiado extensos, son tareas rápidas que pueden realizarse con herramientas básicas, por parte de un operador o un técnico de mantenimiento. En el caso de las limpiezas, estas pueden ir desde limpiezas superficiales sencillas, hasta exhaustivos trabajos de limpieza con químicos y herramientas especializadas, por lo que algunas tareas de limpieza deben realizarse siguiendo normas de seguridad muy cuidadosamente, pudiendo ser realizadas por empresas externas.

2.4.5.2. Mantenimiento planeado

Los mantenimientos planeados (MP) son las tareas de mantenimiento de tipo mecánico o eléctrico que involucran ajustes básicos y finos, reemplazo de piezas y repuesto. Este tipo de tareas requieren de especialistas en montaje y desmontaje de equipos, en ajustes, alineaciones, comprensión de planos mecánicos, entre otros.

En el caso de las tareas eléctricas, estas exigen que los profesionales que los llevan a cabo tengan una fuerte formación en electricidad y electrónica, considerando las condiciones de seguridad adecuadas previas y durante cada trabajo.

2.4.5.3. Metrología

Los trabajos de tipo metrología (MET) están relacionados con profesionales con formación en electrónica y, además, con una formación específica en verificación y calibración de instrumentos de medida. En muchas ocasiones se requiere que para llevar a cabo determinadas tareas de carácter obligatorio se tomen en cuenta procedimientos contenidos en normativas vigentes debido a las acreditaciones con las que cuenta la planta de Industrias Kern's. Para estas tareas de calibración, es muy habitual que se contraten empresas externas para que efectúen el trabajo bajo las regulaciones legales necesarias.

2.4.5.4. Lubricación

Las tareas de lubricación (LUB) representan algunos de los aspectos más importantes dentro de los planes de mantenimiento, principalmente de carácter semanal o diario, ya que la correcta lubricación de las partes móviles del equipo puede reducir en gran medida el desgaste y prevenir atascamientos, sobrecalentamiento y hasta ruptura de componentes. Estas tareas abarcan desde lubricación y engrasado de partes móviles, reducción de la fricción en superficies de deslizamiento, hasta cambio de aceite en cajas reductoras y trenes de engranes.

2.4.5.5. Mejoras y actualización

En algunas ocasiones, es necesario realizar cambios drásticos en el funcionamiento de algunas partes de una máquina, mediante la ejecución de mejoras o actualizaciones, denominadas en Industrias Kern's como OH's. Estas mejoras pueden presentarse cuando una falla recurrente en un equipo no se debe a un mal mantenimiento, sino que es causada por una falla de diseño del equipo o sus partes, por lo que la manera de solucionar el problema es mejorar el diseño y realizar la actualización como parte de los planes de mantenimiento preventivo.

2.4.5.6. Servicio mayor

Los servicios mayores (OHP) corresponden a las puestas a punto y mantenimientos anuales programados para un equipo o línea completa. Generalmente requieren detener la producción de la línea por más de 10 días, para realizar un desarmado total de la o las máquinas, y reemplazar todas aquellas piezas que presenten desgaste, hasta dejar el equipo en condiciones similares a las de fabricación. A esta fase del mantenimiento le corresponden todas aquellas actividades que busquen dejar el equipo en un estado lo más parecido posible a cuando fue entregada por el proveedor, libre de manchas de grasa, aceite, pintura o polvo, libre de residuos y con sus piezas completas y colocadas en buen estado.

2.4.6. Puesta a punto del equipo EDOS

Responsables:

- Jefe de mantenimiento preventivo: Héctor Velásquez Aspuaca
- Jefe de turno alimentos: Cristian Ramírez Bravo

- Supervisor de mantenimiento: Erwin Aguirre
- Encargado de documentación: Rodrigo Lainfiesta
- Personal técnico EDOS
- Personal técnico de mantenimiento

El 26 de febrero del 2018 se iniciaron los trabajos de mantenimiento anual y puesta a punto del equipo empacador EDOS, como parte de la aplicación del nuevo sistema de mantenimiento de clase mundial. Este mantenimiento se efectuó durante 10 días, involucró personal administrativo y técnico de mantenimiento de la empresa, así como personal especializado enviado por parte del proveedor EDOS.

El OHP inició con una reunión informativa en la sala de reuniones Kern's, donde se presentó al equipo de trabajo y las personas encargadas de supervisar el proyecto. Posterior a esta reunión, los técnicos se dirigieron hacia el equipo para iniciar con los trabajos de inspección, desarmado y verificación de repuestos.

Figura 26. Inicio de puesta a punto



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

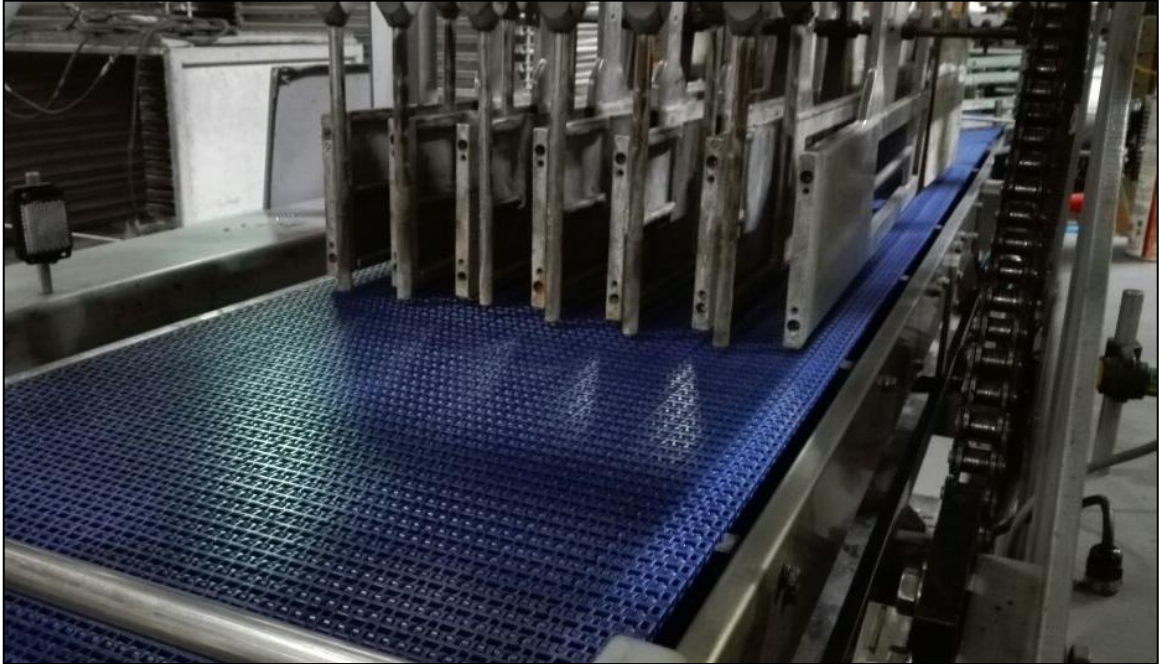
Previo a iniciar con las actividades de mantenimiento, se colocaron en el área de trabajo los repuestos disponibles para el OHP y se procedió a delimitar e identificar el lugar de trabajo, utilizando cintas de señalización para restringir el acceso. Se cortó el suministro eléctrico del equipo EDOS y se señalaron los interruptores de alimentación para prevenir cualquier encendido no autorizado.

Posteriormente se realizó el desarmado de las compuertas y paneles laterales del armador de bandejas y del horno por parte de los técnicos y el personal de producción asignado a la línea, para la revisión del cableado interno, resistencias, sistemas de tracción y sistemas de aire comprimido. Los trabajos de mantenimiento se iniciaron en el horno y el sistema de alimentación y corte de polietileno paralelamente.

- Transporte de entrada

Se realizó el desmontaje de la cinta transportadora de entrada al equipo EDOS, de tipo malla plástica serie 1 100 de 550 mm de ancho y 8 m de largo, la cual utiliza para la tracción 5 *sprockets* plásticos con dientes metálicos S 1100 Z18. A partir del desmontaje de esta malla plástica se pudo realizar la inspección de los componentes internos, como los deslizadores y los *sprockets* de tracción. Se pudo observar que los deslizadores de la cinta de entrada se encuentran desgastados de manera irregular, de igual forma los ejes cuadrados de tracción tienen desgaste en los puntos donde entran con contacto con los *sprockets*.

Figura 27. **Cinta transportadora de entrada**



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

Se realizó una limpieza y ajuste de las guías metálicas, las paletas detectoras de envase caído y del sensor de envase caído para alinearlos con el sistema de pines y dejar el sistema de alimentación de envases perfectamente sincronizado.

- Guías de entrada

Se desmontaron las compuertas de las bases de ajuste para su limpieza y toma de medidas para la fabricación de nuevos forros de teflón o vekton. Es recomendable reemplazar estas compuertas por nuevas piezas plásticas que cubran las compuertas metálicas para evitar daños al bote, diseñar y elaborar compuertas plásticas completas para colocar en las guías de entrada y evitar este tipo de daños.

El sistema se compone de 5 compuertas con forro doble de plástico, 1 central y 4 laterales. Además incluye 2 compuertas de tope lateral que solo tienen forro plástico en el lado que tiene contacto con los envases. Las guías móviles que sostienen las compuertas en su lugar se mueven por la acción del motorreductor y 2 cojinetes 6004 RS colocados en los extremos. Personal del proveedor visitó el área para tomar medidas de las compuertas y presentar cotizaciones y propuestas para el reemplazo de las mismas.

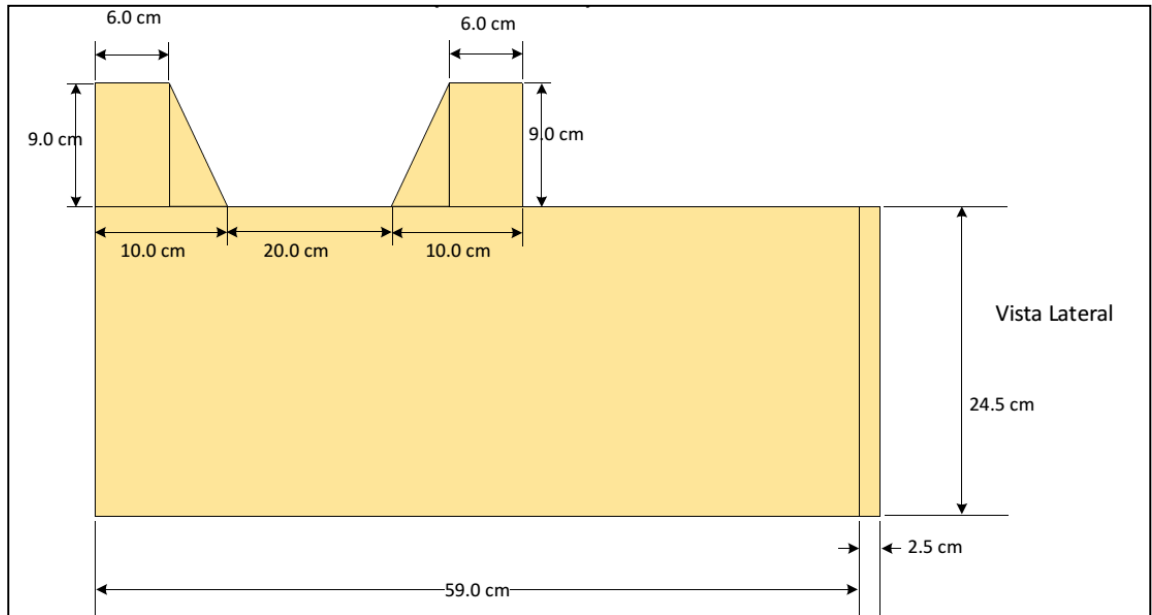
Las compuertas se retiraron, limpiaron y se les retiró la cubierta de teflón, se pintaron y quedaron listas para volver a montar. Se desmontó el motorreductor que da el movimiento a las compuertas que ordenan los envases terminados por parte del proveedor para el servicio de mantenimiento. Posteriormente se instaló nuevamente y se dejó listo para utilizar, Quedó pendiente las pruebas al finalizar toda la reconstrucción.

Figura 28. **Placas ordenadoras de envase**



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

Figura 29. Planos cobertura termoformada de las placas



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2018.

- Sistema divisor de pines

El sistema de pines delanteros y traseros se mueve mediante un sistema de 2 pistones neumáticos acoplados a dos placas con rodillos deslizadores en los extremos, que permiten mover el conjunto de pines alternadamente para abrir o cerrar el paso de los envases. Estos rodillos utilizan 16 cojinetes 6004 FAG. Este sistema se limpió y los técnicos procedieron a cambiar componentes del sistema neumático y volver a sincronizar el paso de los botes con el movimiento de los pines.

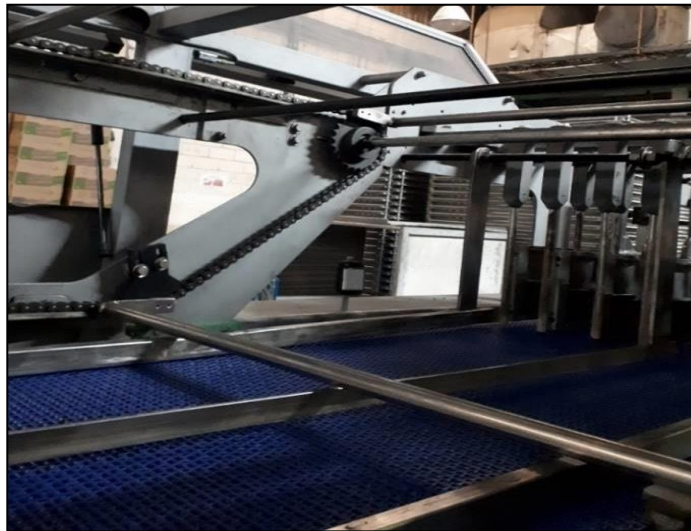
- Transporte de barras

Se realizó el desarmado del sistema transportador de barras, se retiraron las barras de las cadenas, las cuales serán reemplazadas por un nuevo juego

de arras y soportes. Se retiraron las cadenas, los ejes y los *sprockets* metálicos para limpiarlos e inspeccionar su estado.

Los técnicos procedieron a reemplazar el sistema de tracción, cadenas, barras empujadoras, *sprockets*, tensores de abanico y ejes. Para ellos se utilizaron 2 chumaceras FL205, 2 tensores de abanico con resorte, un juego de cadena de barras y tracción, barras de empuje, 2 *sprocket* 10B16 y 4 *sprocket* 10B24.

Figura 30. **Transporte de barras**



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

- Transporte de rueda

Mientras se continuaba con el desarmado de la agrupadora, se comenzó a dar revisión y tomar las medidas de los rodillos de goma y los rodillos de aluminio para identificar su posición y determinar si era necesario realizar ajustes en los ejes. Una vez retirados los rodillos, se colocaron los rodillos

nuevos de manera temporal en sus ubicaciones correspondientes, con sus accesorios y tracciones para identificar necesidades de modificación. A partir de esto se determinó que era necesario enviar 2 rodillos y un eje a trabajo en torno. Los rodillos se enviaron para cilindrar y refrenar las caras del eje de tope en las chumaceras para darle más profundidad a los ejes y evitar el contacto con el cojinete.

Se retiraron las cintas transportadoras de entrada, salida y de envoltura con sus sistemas de rodillos para trabajar en limpieza y revisión de los sistemas de tracción de cadenas y *sprockets*. Se continuó desarmando todo el sistema de polietileno, retirando las cadenas de tracción, los rodillos metálicos ranurados y el motoreductor. Se hizo limpieza de las chumaceras y agujeros de los pernos. Al montar los nuevos rodillos ranurados no hubo necesidad de modificar las medidas, los topes y diámetros coincidieron adecuadamente en su posición.

Se realizó la instalación de los sistemas de tracción, *sprockets*, cadenas y tensores de abanico para el sistema de envoltura y tracción de los rodillos de los transporte entrada, salida y de rueda. Se colocaron los *sprockets* y tensores nuevos para la cadena del envolvente.

Figura 31. **Estado inicial de los transportadores**



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

- Transportes de entrada y salida

Los transportes de salida y entrada al sistema de envoltura se componen de 2 fajas transportadoras flexibles de poliuretano armadas en 2 conjuntos de rodillos distintos. Los sistemas de transporte fueron desarmados completamente, se pulieron los rodillos y ejes metálicos, se reemplazaron los ejes de las punteras, los rodillos de punteras y los topes laterales debido al desgaste que presentaban por el ajuste excesivo de las fajas. Este problema, causado por la utilización de fajas de menor longitud a la de diseño, se solucionó al pulir los rodillos metálicos y eliminar un rodillo de soporte que no es indispensable para el correcto funcionamiento del sistema de transporte. De esta manera las fajas transportadoras se pueden ajustar correctamente, sin tensionarlas demasiado.

Figura 32. **Resultado del cambio de transportadores**



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

- Sistema de envoltura

Se realizó el cambio del sistema de tracción y transmisión de cadenas para las barras de envoltura. Se cambiaron los *sprockets* y cadenas de transmisión por un juego nuevo. Los ejes se pulieron y se cambiaron cojinetes y chumaceras, el sistema de barras envolvedoras contiene un total de 12 cojinetes 6004 NSK, uno para cada *sprockets* de la cadena de tracción de barras.

Figura 33. **Desarmado del sistema de envoltura**



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

Se instalaron las nuevas cadenas de tracción y se montó la cadena de barras principal y las pinzas plásticas que sostienen las barras. La sincronización y ajustes quedo pendiente, hasta finalizar la reconstrucción de los demás sistemas de tracción que se mueven en conjunto con las barras de envoltura.

- Sistema de alimentación de polietileno

En el sistema de alimentación de polietileno se desmontaron los rodillos y balancines que mantienen la tensión del film plástico. Estos rodillos se limpiaron y pulieron los eles para su instalación en la maquina debido a que se encuentran en buen estado para seguir siendo utilizados. Se realizaron cambios en los componentes del sistema neumático que permite el movimiento y ajuste de los balancines.

Una mejora importante del sistema de alimentación fue el reemplazo de la base donde se coloca la bobina plástica. Esta parte del sistema se cambió por un nuevo par de porta bobinas con soporte y freno integrado. Adicionalmente, se reparó la cuchilla soldadora, que un principio se encontraba desactivada por las fallas frecuentes. Esta se utiliza para unir ambos films plásticos para el cambio de bobina, y en conjunto con el nuevo soporte de bobina extra permiten eliminar el tiempo de para para cambio de bobina de polietileno.

Figura 34. **Nuevo sistema de alimentación de polietileno**



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

- Sistema cortador de polietileno

Se instalaron los nuevos componentes de todo el sistema de alimentación y corte de polietileno. Luego de retirar los componentes anteriores, se limpiaron los soportes de los rodillos, las chumaceras y cojinetes. Los rodillos y ejes metálicos que no se reemplazaron se mandaron al taller para pulirlos y alisar su superficie. La nueva cuchilla de corte se va a instalar hasta finalizar el proceso para prevenir lesiones a los técnicos o que el filo cause daños a los rodillos engomados.

En este mismo sistema de corte, se realizó el cambio al sistema de gatillo y embrague del cortador de polietileno. La actualización a este sistema consistió en reemplazar la bobina del embrague, la cual había estado presentando fallas por atascamiento, por un sistema de pistón y gatillo neumático que mejore el funcionamiento del gatillo. Para esta mejora se va a utilizar un pistón de doble accionamiento neumático y 16mm de carrera. Este sistema de gatillo neumático aprovecha la existencia de varias líneas de aire comprimido a lo largo de la máquina, acoplándose a una línea de aire ya existente, pero de poca demanda, para facilitar la instalación del nuevo sistema sin reducir el suministro de aire de las demás partes neumáticas del equipo.

Se realizó el reemplazo de todos los rodillos y mandos engomados del sistema de corte de polietileno. Las bandas perforadas del sistema de vacío no se reemplazaron, debido a que se encontraban en buen estado para seguir trabajando. Las bandas nuevas se almacenaron nuevamente en bodega para futuros reemplazos.

Figura 35. **Cambio de rodillos**



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

- Sistema colocador de cartón

Al sistema encargado de la alimentación de cartón se le realizaron cambios y ajustes en varias piezas y partes. Se cambiaron las mallas transportadoras serie S1100 de empuje del cartón. En el sistema de tracción también se realizaron mejoras, las cadenas, *sprockets*, deslizadores y piñones se cambiaron por un sistema completamente nuevo y original. Los ejes se pulieron y los paneles laterales se limpiaron para dejar el cartonero en óptimas condiciones y libre de cualquier acumulación de polvo y grasa.

Se cambiaron los componentes neumáticos y electrónicos, las electroválvulas y unidades de mantenimiento, que forman parte del sistema del balancín colocador de cartón. Asimismo, se reemplazaron las bombas de vacío,

pistones neumáticos y ventosas. Se ajustaron las presiones y velocidades de aire comprimido para sincronizar el movimiento del sistema de cartón.

- Armador de bandejas

El personal del proveedor encargado de los componentes de potencia procedió a identificar y retirar los motorreductores de la máquina para realizarles su servicio y puesta a punto fuera de las instalaciones de la planta. Durante este proceso, se tomarán los datos de los componentes internos de cada motoreductor, incluyendo cojinetes y retenedores, para incluirlos en los repuestos almacenados en bodega destinados a la línea EDOS, con el fin de tener un respaldo de piezas si fuera necesario reparar de emergencia un motoreductor por parte del personal de mantenimiento.

Los operarios encargados del equipo EDOS reportaron algunas fallas y puntos de suciedad presentes en la máquina que les afecta en la ejecución de sus labores diarias. Dentro de ellas se reportó una acumulación de polvo y suciedad dentro de los paneles laterales. El polvo y los restos de cartón se mezclan con la grasa lubricante de las cadenas de tracción y forman una capa de suciedad dentro de los paneles que resulta ser difícil de limpiar.

Esta suciedad no representa problema de contaminación para los envases terminados debido a que está contenida dentro de los paneles, pero sí compone un motivo de fallo y desgaste prematuro de las partes móviles del sistema de tracción principal de la máquina, por lo que la limpieza de estos paneles laterales se clasificó como un punto de suciedad importante y se incluyó dentro de las tareas preventivas de limpieza.

Se reportó también que la cadena del armador de bandejas presentaba daños en algunos de los empujadores de cartón. Con el tiempo estos últimos se aflojan y tienden a torcerse y desalinearse con la cadena paralela, lo que desajusta las bandejas dentro del armador y genera atrasos. De igual manera, algunas de las bases de sujeción de las aletas metálicas que doblan el cartón para armar la bandeja están desgastadas y permiten que las aletas se muevan al pasar la caja, impidiendo un correcto armado.

También se hizo mención de la suciedad y pegamento acumulado en las boquillas del aplicador de brea Nordson y sobre la cadena. Las mangueras de pegamento no están aseguradas correctamente a la estructura y permiten el movimiento de las boquillas de aplicación de brea. Esto resulta en cajas armadas y pegadas incorrectamente que deben ser desechadas o reprocesadas.

Figura 36. **Armador de bandejas**



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

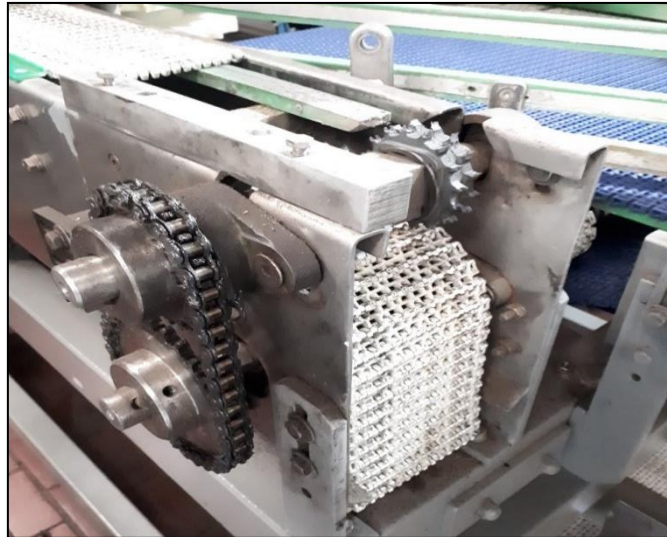
Durante los trabajos de mantenimiento se le dio prioridad a estos problemas presentados por los operarios y se solucionaron de manera adecuada para prevenir que vuelvan a suceder. El personal de mantenimiento limpió y ajustó las cadenas empujadoras y reemplazó los soportes de las boquillas del aplicador de brea.

- Apilador de 2 pisos

El mantenimiento de esta subparte se inició con el proceso de inspección y desarmado de las cintas transportadoras del apilador de 2 pisos. Se procedió a retirar los pines que unen los módulos de la cinta en uno de sus extremos para separarla y dejar expuestos los *sprockets* de tracción. En el caso del apilador de 2 pisos, este se compone de una malla transportadora serie 1 100, de 125 mm de ancho, la cual se mueve gracias a la acción de un sistema de tracción de *sprockets* metálicos y cadenas conectadas al eje movido directamente por el motoreductor. Estas transmiten el movimiento a un eje cuadrado donde se colocan los piñones plásticos. Durante la revisión se determinó que el sistema de tracción y transmisión se encontraba en buen estado y no debía ser reemplazado, únicamente se procedió a limpiarlo del exceso de grasa y suciedad.

Los piñones plásticos serie 1 100 Z16 de tracción de la cinta presentaban desgaste y daños en los dientes, por lo que fueron reemplazados en su totalidad.

Figura 37. **Desgaste del transportador**



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

Figura 38. **Reemplazo del Transportador**



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

- Panel de comando

Al panel principal de comando del equipo EDOS se le realizaron limpiezas y pruebas de sus componentes electrónicos. No fue necesario realizar ningún cambio de componentes. Posteriormente a los trabajos de mantenimiento, se realizaron pruebas para ajustar las velocidades y tiempos de la máquina de manera que esta funcione sin complicaciones.

- Tablero eléctrico

El mantenimiento del tablero eléctrico del equipo EDOS incluyó la limpieza y ajuste de las terminales eléctricas, se cambiaron algunas conexiones y cables que presentaban daños menores. Se instaló un transformador de 110 V para la alimentación directa de algunos sistemas de la máquina. Tanto para este tablero eléctrico, como para el tablero del horno y el tablero principal se recomendó de reemplazar algunos interruptores y contactores en mal estado. Estos reemplazos se incluyeron en las tareas de mantenimiento preventivo para ser realizados en los próximos meses.

- Horno de termocontracción

La revisión del estado del horno se hizo por parte de los técnicos electricistas, quienes quitaron los paneles que cubren las conexiones eléctricas de las resistencias. De esta primera inspección visual se pudo observar que el material aislante de fibra de vidrio se encuentra muy deteriorado y presenta altos niveles de suciedad. Asimismo, se pudo observar el mal estado de conservación de las conexiones eléctricas, el cableado se encontraba dañado y deteriorado, con ruptura de la fibra y el aislante que lo recubre en varios puntos, los contactos de las resistencias presentan acumulación de óxido y suciedad y

requirieron limpieza antes de ser retirados. Se pudo observar que las resistencias aleteadas se encontraban en su mayoría en buen estado, con únicamente suciedad y leves daños en las aletas. El técnico electricista de EDOS procedió a retirar todas las cajas de resistencias, limpiarlas y probar cada una de ellas, reemplazo las más deterioradas por las resistencias nuevas incluidas en los repuestos del OHP. Se realizó el cambio de las 14 resistencias más deterioradas de un total de 36 resistencias instaladas en el equipo. Se guardó una de las resistencias nuevas del OHP para su uso futuro en caso de ser necesario.

También se realizó un cambio en el cableado, donde fue necesario utilizar un total de 160 metros del cable eléctrico resistente a la temperatura. De igual forma, aprovechando el desarmado del horno, se retiró la fibra aislante de los compartimentos de cableado eléctrico de las resistencias para su reemplazo por nuevas planchas de fibra de vidrio.

Figura 39. **Estado inicial del horno**



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

Continuando con el desarmado del horno, se descontó la tracción de la banda metálica y se retiró por completo de la estructura del horno. Para retirar la cadena fue necesario cortar los extremos y extraerlo por el lado de salida del horno. Se realizó la inspección del sistema de tracción, se determinó que los *sprockets* metálicos presentan desgaste dentro de lo normal. Mientras se realizaba el desarme del horno, el personal de producción de la línea procedió a realizar limpieza de los paneles laterales y las cortinas del horno.

En cuanto a la estructura del horno, se realizó la limpieza de los paneles laterales, la instalación de la malla metálica nueva, instalación de las nuevas cortinas de entrada y salida, limpieza y montaje de la estructura del ventilador de enfriamiento en la salida del horno y servicio a los motores de los ventiladores de las resistencias.

Figura 40. **Cableado del horno**



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

En el horno de termocontracción se realizaron una serie de actualizaciones, para mejorar su funcionamiento y optimizar la velocidad de la

máquina. Dentro de estas mejoras se encuentra el reemplazo de sistema de tracción. Anteriormente, a la malla metálica del horno se le transmitía la potencia mediante un sistema de *sprockets* y cadenas metálicas unidas a los extremos de la malla.

El nuevo sistema de tracción propuesto incluye el reemplazo de las cadenas laterales y los *sprockets* por una tracción de abrace de rodillos de goma. Esta nueva tracción utiliza un rodillo de goma de mando, un rodillo metálico de abrace y un rodillo de goma de entrada al horno. En la figura 39 se puede observar una comparación de los cambios realizados en el sistema de rodillos que le brinda tensión a la banda transportadora metálica. Al lado izquierdo se observa el sistema anterior, conformado por un rodillo metálico con *sprockets* a cada lado para mantener la cadena alineada, mientras que al lado derecho se puede observar que el nuevo rodillo de goma es uniforme en toda su longitud, manteniendo la banda metálica alineada debido a la tensión del sistema.

Figura 41. **Comparación de los cambios realizados a los rodillos de entrada al horno**



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

Figura 42. Tracción de la cadena metálica



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

Al momento de instalar el nuevo mando de goma que le da la tracción a la malla del horno, se realizaron cordones de soldadura sobre los acoples del rodillo y los *sprockets* de tracción para aumentar la resistencia de la nueva unión debido a la diferencia de diámetros de los sistemas de tracción. En este sistema de tracción se instaló utilizando 2 cojinetes NSK 6306, 2 chumaceras P 204 y 2 chumaceras P 206. En la figura 40 se tiene una comparativa de los sistemas de tracción de la banda metálica del horno. El sistema anterior, que se observa desarmado en la parte superior de la fotografía, se componía de un

rodillo metálico proporcionado de 2 *sprockets* a cada lado para transmitirle el movimiento a las cadenas de la banda. La mejora instalada a este sistema, como se puede observar en la parte inferior de la fotografía, se compone de 2 rodillos, uno con cobertura de goma y uno completamente metálico, encargados de transmitir el movimiento y mantener la tensión en la banda transportadora metálica.

Otra mejora importante para el funcionamiento del horno se encuentra en los deslizadores de teflón sobre los cuales se desplaza la banda metálica dentro del túnel de termocontracción. Estos deslizadores de teflón se ubican sobre guías metálicas a lo largo de todo el túnel, en segmentos de aproximadamente 1 metro de longitud. Anteriormente los deslizadores se encontraban atornillados a las guías metálicas en varios puntos sobre su longitud debido a las deformaciones que sufren por el calor del horno. Sin embargo, el estar atornillados en diferentes puntos había provocado que el teflón se deformara hacia los lados y hacia arriba, causando que este se saliera de las guías e interrumpiera el correcto deslizamiento de la banda metálica.

La mejora en este aspecto consistió en reemplazar los deslizadores de teflón dañados por otros nuevos, anclárlos a la estructura de las guías únicamente en el extremo de entrada al horno o su extremo inicial, dejar el resto del deslizador libre, colocado dentro de su guía metálica, para permitirle expandirse y contraerse por los cambios de temperatura sin deformarse hacia los lados o arriba de las guías. Se realizó el cambio de los deslizadores asegurándose de solo anclar uno de los lados de cada placa de teflón para evitar que al expandirse, se saliera de las guías.

Al momento unir 2 segmentos de teflón en algún punto del horno, se tomó en cuenta la consideración de que estos no se colocaran completamente juntos,

se dejó dejando una luz o distancia suficiente entre ambos segmentos si estos se encontraban perfectamente alineados, y se hicieron los cortes en forma de cuña para permitir que ambos segmentos de teflón deslicen uno con otro y se expandan libremente.

Figura 43. **Deslizadores de teflón**



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

- Despaletizador de bote lleno

Durante los primeros días de mantenimiento del área de frijol, se procedió a desarmar y desmontar partes de la despaletizadora de bote de frijol lleno, la cual se utiliza para retirar las latas de frijol de las canastas luego de los procesos térmicos de las autoclaves.

Como parte de su mantenimiento anual, a este equipo se le retiraron partes importantes para prestarles los servicios necesarios. La estructura del despaletizador se dejó al descubierto para su limpieza y pintura. Así mismo se revisó el estado de la cinta transportadora serie 900, su sistema de tracción, ejes y sprockets, los cuales no presentaban desgaste ni daños considerables y no debieron ser reemplazados.

Figura 44. **Desmontaje del despaletizador**



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

Se realizaron modificaciones a la base de instalación del cilindro hidráulico que eleva los botes para despaletizarlos. En esta base se perforaron agujeros para la instalación de tarugos y pernos que permitan una mejor sujeción y ajuste del cilindro hidráulico, para prevenir la acumulación de agua en el interior. El cilindro, la placa de ajuste y la base elevadora de botes se limpiaron, pulieron y pintaron antes de la instalación del sistema hidráulico. De igual manera, se desmontó la tolva que cubre el lavador de envase para limpiarla y retirar la suciedad y acumulación de sarro en las boquillas del sistema de lavado.

- Transportes de salida despaletizador

En estos transportes, comprendidos por la banda A, banda B y bandas múltiples de la mesa de acumulación, únicamente se han realizado trabajos de desmontaje, servicio, instalación y revisión de los motores y reductores por parte de proveedor encargado, así como de los motores de los sopladores 1 y 2. De estos motores se reportó un sobrecalentamiento de los motores de las bandas A y B, y el giro invertido en uno de los ventiladores luego de su mantenimiento, problemas que fueron solucionados inmediatamente.

De igual manera, los operarios de la línea EDOS reportaron que los ventiladores encargados de secar el bote lleno antes de entrar a la empacadora no estaban funcionando correctamente. Las mangueras presentaban mucho desgaste y mal estado, las uniones ya no se podían ajustar debidamente y se soltaban de los sopladores. También se presentó la observación que las boquillas de los sopladores, las cuales también presentan desajuste, suciedad acumulada y pérdidas de aire que impiden el secado correcto del bote. Debido a esto se hizo la recomendación de reemplazar completamente el sistema de mangueras de los sopladores.

2.4.7. Seguimiento del plan preventivo

Para finalizar con el proceso de implementación del sistema de gestión de mantenimiento productivo total al equipo EDOS, fue necesario recopilar toda la información disponible que se obtuvo a lo largo del proceso, como repuestos, cantidades, códigos de partes, división en partes y sur partes y tareas preventivas.

Toda esta información, disponible a través de los manuales de mantenimiento preventivo, no es de utilidad si no se le da un seguimiento y una utilización adecuada. Para ello se presentó la oportunidad de utilizar la herramienta de software SAP para automatizar el acceso a esta información y la generación de órdenes de trabajo y reservas de repuestos.

Anteriormente, las órdenes de trabajo preventivas se creaban de manera manual por el personal, según se cumplían los plazos o periodos de mantenimiento, lo que generaba en ocasiones atrasos o falta de información disponible en las ordenes de trabajo, por el tiempo que llega crear estas a mano. Como una solución, se implementó un nuevo sistema de creación automática de órdenes de trabajo mediante el uso de SAP. Para ello, toda la información y tareas preventivas disponibles en los manuales de mantenimiento creados en las fases anteriores, se digitalizó en SAP.

Esta herramienta de software, para ser programada y automatizada, utiliza 2 procesos: uno denominado hoja de ruta, y otro llamado plan preventivo.

Las hojas de ruta son las bases de datos donde se cargaron todas las tareas preventivas, información de seguridad, herramientas, repuestos y recurso humano. Estas sirven como biblioteca de información para los planes.

Por su parte, los planes preventivos son los módulos donde se programaron las fechas de inicio, los equipos a los que corresponden las tareas, el tipo de mantenimiento, las fechas de aviso y requerimiento de repuestos. A partir de esta información, SAP puede generar de manera automática los avisos y órdenes de trabajo en el momento que sean necesarias, sin necesidad de intervención del personal hasta la ejecución de cada tarea de mantenimiento.

Durante esta etapa, se crearon un aproximado de 200 hojas de ruta, y 320 planes preventivos, requiriendo un total de 3 semanas de trabajo para su programación en SAP. Para efectos de uso de estas herramientas en otras máquinas en un futuro próximo, se pudo establecer que la generación de una sola hoja de ruta requiere un promedio de 30 minutos, y un plan preventivo un promedio de 10 minutos. Lo que implica que la programación del mantenimiento automatizado de un equipo tan complejo, como en este caso la empacadora EDOS, puede llevar entre 3 y 4 semanas de trabajo para una sola persona.

2.5. Indicadores clave de rendimiento (KPI)

Un indicador es una herramienta numérica que permite cuantificar una característica o parámetro que necesita ser medido y controlado. Estos indicadores cuantitativos se utilizan con el fin de evaluar un parámetro o variable que se considera clave dentro de una operación determinada, a lo largo del tiempo; pudiendo comparar con valores previamente definidos y datos recopilados anteriormente para determinar el cumplimiento de objetivos y buscar acciones que aseguren un nivel de desempeño aceptable.

Los indicadores clave de rendimiento, denominados KPI por las siglas del término en inglés *key performance indicator*, son herramientas de medición

cuantitativa que facilitan identificar y evaluar el rendimiento de una acción o estrategia teniendo como base los objetivos fijados para dichas actividades.

2.5.1. Índice OEE

Dentro de un programa de mantenimiento productivo total, es necesario poder evaluar y controlar los resultados obtenidos a partir de su implementación. Esta medición debe ser lo más adecuada y objetiva posible, por lo que naturalmente la mejor manera de lograrlo es a través de una serie de indicadores de rendimiento. En el caso del TPM, el indicador que suele acompañarlo es el índice de eficiencia global OEE.

OEE es un indicador que se puede calcular diaria, semanal o mensualmente, según las necesidades de seguimiento del departamento, para un equipo o grupos de máquinas. Establece la comparación entre la cantidad de producto que podría haberse producido, si la línea hubiera funcionado perfectamente, y las unidades sin defectos que realmente se han producido. Para el cálculo de este indicador, se utilizan 3 factores, el índice de disponibilidad de mantenimiento, el índice de eficiencia y calidad. aplicados a la siguiente fórmula:

$$OEE = \frac{B}{A} * \frac{D}{C} * \frac{F}{E}$$

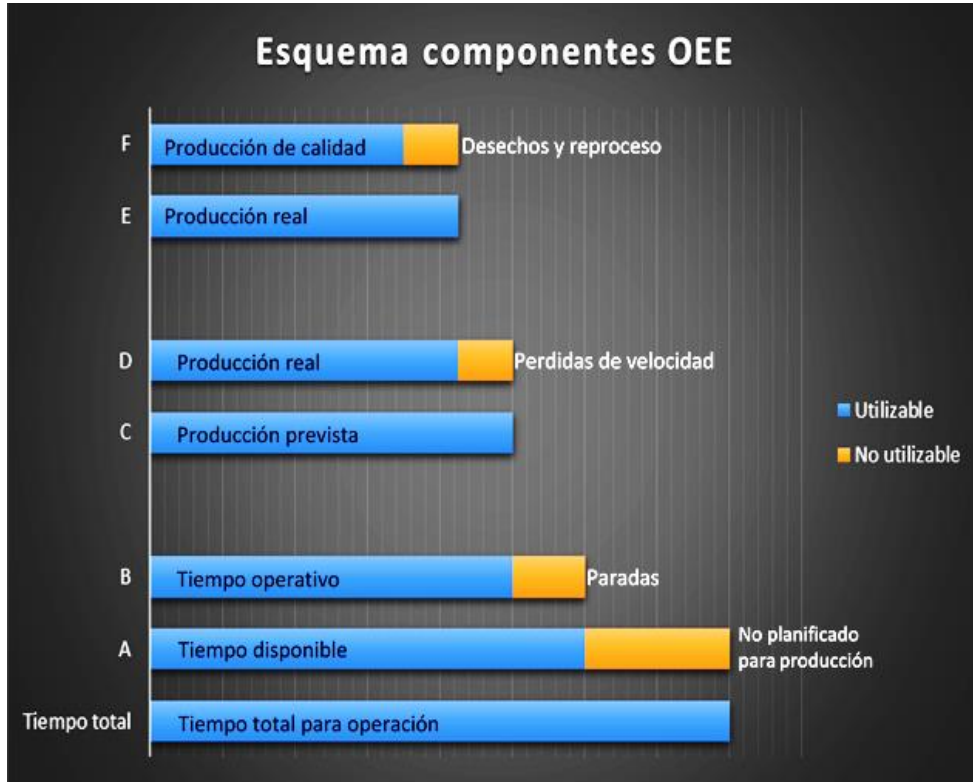
Donde el coeficiente B/A representa la disponibilidad del equipo; es decir, el tiempo real de operación del equipo. Actualmente, se tiene acceso a este índice mediante la información proporcionada por OPI, correspondiente al indicador de disponibilidad para mantenimiento, que representa el tiempo real de operación de la línea, al eliminar todas las paradas y tiempo muerto

causados por fallas de mantenimiento. Dentro de este índice, B corresponde al tiempo operativo en el cual el equipo o línea evaluada se mantuvo en funcionamiento, eliminando los tiempos perdidos por paradas y esperas, tales como averías y ajustes. Mientras que, A tiempo disponible para operar, el cual es programado según el tiempo total disponible, al excluir el tiempo no planificado para producción.

El coeficiente D/C representa el nivel de eficiencia del equipo tomando en cuenta la producción esperada y la producción total lograda, la cual disminuye debido a paradas cortas y pérdidas de velocidad. En este caso, C es la cantidad de producto previsto o equivalente que debió producirse con el tiempo operativo disponible B. El factor D corresponde a la producción real registrada durante ese tiempo operativo.

Finalmente, F/E representa el índice de calidad, la fracción de producción obtenida que cumple con los estándares de calidad, al retirar los productos que deben descartarse o reprocesarse. E es la producción real o neta obtenida durante el tiempo operativo; es decir, que el factor E y el factor D representan la misma cantidad de producto. Mientras que F equivale al total de producción que cumple con los requerimientos de calidad, al retirar todo el producto defectuoso que debe desecharse o reprocesarse.

Figura 45. Esquema de los componentes del OEE



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

Estos valores de tiempo y cantidades de producción se pueden obtener a partir de los reportes que el departamento de análisis de producción entrega mensualmente a las distintas jefaturas para su utilización, así como de las tablas de producción de los distintos equipos, donde se incluyen las velocidades nominales y la tasa de producción de cada línea.

A continuación, se presenta una serie de tablas que ejemplifican el cálculo del índice de eficiencia global para el equipo EDOS, con datos aproximados de semanas antes y 4 semanas después de la ejecución de la puesta a punto e inicio de la implementación del sistema de gestión del mantenimiento preventivo.

Tabla XVIII. **Datos ejemplo 1 de cálculo OEE**

Calculo del indicador OEE (Previo a la implementación)		
Factor	Disponible	No programado para producción
A	120	24
Factor	Operativo	Paradas y tiempo muerto
B	90	30
Factor	Producción prevista para el tiempo operativo	
C	5 780	
Factor	Producción real	Diferencia por perdidas de velocidad
D	3 468	2 312
Factor	Producción real	
E	3468	
Factor	Producción de calidad	Desechos o reproceso
F	3 121	347

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Ejemplo 1 resultados OEE**

Resultados (Previo a la implementación)		
Disponibilidad	Eficiencia	Calidad
0,75	0,6	0,90
OEE (%)		
40,50		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Datos ejemplo 2 de cálculo OEE**

Calculo del indicador OEE (Abril 2018, Posterior)		
Factor	Disponible	No programado para producción
A (tiempo)	138	30
Factor	Operativo	Paradas y tiempo muerto
B (tiempo)	110	28

Factor	Producción prevista para el tiempo operativo	
C (producto)	31 300	
Factor	Producción real	Diferencia por perdidas de velocidad
D (producto)	26 400	4 900

Factor	Producción real	
E (producto)	26 400	
Factor	Producción de calidad	Desechos o reprocesos
F (producto)	24 024	2 376

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Ejemplo resultado OEE**

Resultados (Abril 2018, Posterior)		
Disponibilidad	Eficiencia	Calidad
0.797101449	0,843450479	0,91
OEE (%)		
61,18		

Fuente: elaboración propia.

2.5.2. Cumplimiento del mantenimiento preventivo

Actualmente las ordenes de trabajo se generan y revisan mensualmente, y se ha podido establecer que su cumplimiento, ejecución y archivo no se llega a realizar de la manera más adecuada, debido a que no hay una forma sencilla de observar el avance de las mismas. Para ello se propone una herramienta grafica simple que facilite llevar un control adecuado sobre las OT's. Este indicador de cumplimiento será una herramienta que permitirá, mediante los datos que SAP proporciona en forma de archivo de Excel, ejecutar cálculos porcentuales de las cantidades de OT's generadas, en ejecución, finalizadas y archivadas mensualmente.

De igual manera, este indicador permitirá visualizar que usuarios crearon y dieron seguimiento a las OT's, en qué momento se cerraron y se archivaron, realizando las retroalimentaciones correspondientes. Se plantea que el indicador muestre resultados globales, y separados por órdenes preventivas y órdenes correctivas para una mayor facilidad de seguimiento de la información. Lo que se busca principalmente con el Indicador de cumplimiento, es asegurar que se generen, ejecuten y cierren adecuadamente todas las órdenes de trabajo en el mes. Se puede apreciar un ejemplo de 10 órdenes de trabajo preventivas en el apéndice 23.

Teniendo como base el uso correcto de las órdenes de trabajo en SAP, se propone también la herramienta de seguimiento para la eficiencia del personal técnico. Cuando se genera una orden de trabajo, a esta se le asigna un encargo de la ejecución, que puede ser un técnico mecánico, técnico eléctrico o técnico de precisión dependiendo del tipo de tareas a ejecutar.

2.5.3. Cumplimiento del mantenimiento correctivo

Actualmente estas órdenes de trabajo se generan y revisan mensualmente, y se ha podido establecer que su cumplimiento, ejecución y archivo no se llega a realizar de la manera más adecuada, debido a que no hay una manera sencilla de observar el avance de las órdenes de trabajo. Para ello se propone una herramienta gráfica simple que facilite llevar un control adecuado sobre las OT's. Este indicador de cumplimiento será una herramienta que permitirá, mediante los datos que SAP proporciona en forma de archivo de Excel, ejecutar cálculos porcentuales de las cantidades de OT's generadas, en ejecución, finalizadas y archivadas mensualmente. De igual manera, este indicador permitirá visualizar que usuarios crearon y dieron seguimiento a las OT's, en qué momento se cerraron y se archivaron, realizando las retroalimentaciones correspondientes.

2.5.4. Eficiencia del personal técnico

Para la ejecución de las diferentes actividades de mantenimiento se debe cumplir una serie de pasos o procedimientos para una correcta ejecución. Uno de los pasos más importantes para mantener un control adecuado de la gestión del mantenimiento es el uso de las órdenes de trabajo. Estas son generadas por un supervisor, jefe de turno o gestor de mantenimiento cuando se detecta una necesidad de mantenimiento correctivo o cuando se cumple con el periodo para un mantenimiento preventivo. Las órdenes de trabajo se entregan al personal indicado para ejecutar las tareas que contienen, y este debe realizar los trabajos correspondientes y anotar cualquier observación o anomalía durante su trabajo.

Al finalizar, el técnico tiene la responsabilidad de llenar los campos de retroalimentación en la orden de trabajo, como las observaciones y descripción de los trabajos realizados, repuestos y herramientas que no se contemplaron con anterioridad, indicar cualquier tipo de anomalía o retraso presente durante el mantenimiento y finalmente anotar el tiempo que requirió para su ejecución. Se debe especificar la hora de inicio y la hora de finalización, con la fecha si el trabajo requirió más de un día para su ejecución.

A partir de esta información, y para generar en el personal compromiso con el correcto uso y registro de la información en las órdenes de trabajo, se busca implementar un indicador de eficiencia del personal técnico, el cual utilizará la información presentada por el personal en las órdenes de trabajo para hacer una comparación entre el tiempo disponible para cada técnico en su turno de trabajo, y el tiempo aprovechado para la ejecución de tareas de mantenimiento. Se podrá así obtener un registro de cuantas ordenes se ejecutan en promedio, cuánto tiempo se emplea por orden y cuantos recursos utiliza cada miembro del personal en el cumplimiento de sus labores.

Un ejemplo del formato por utilizar y la medición de 5 miembros del personal técnico de mantenimiento se pueden apreciar en el apéndice 24.

2.6. Evaluación de la propuesta

La fase principal del proyecto desarrollado consistió en el diagnóstico del sistema de mantenimiento preventivo, la actualización hacia una gestión de mantenimiento productivo total e implementación de la misma en un equipo piloto, para la evaluación de los beneficios del nuevo sistema propuestos.

Este proyecto se llevó a cabo en diferentes etapas para facilitar su implementación. Inició con la recopilación de información y un diagnóstico detallado sobre las actividades que el departamento de mantenimiento desarrolla para cumplir con su objetivo de conservar en perfecto estado los activos de planta que conforman los sistemas productivos. Este diagnóstico consistió en identificar y estudiar los procesos actuales, con distintas herramientas cualicuantitativas para evaluar dichos procesos y encontrar los mayores puntos débiles, proponiendo las mejoras adecuadas que solvente estas deficiencias y permitan una mejora integral del departamento de mantenimiento. Esta fase tuvo resultados positivos para la empresa, ya que en ella se demostró la necesidad de retomar el plan planteado en el año 2016 de evolucionar el mantenimiento, de un sistema puramente correctivo, hacia una gestión del mantenimiento productivo total y, posteriormente, mantenimiento de clase mundial.

Esta necesidad se logró demostrar a partir del análisis de la principal herramienta de control que IAK maneja actualmente, el indicador operativo de rendimiento, OPI. Este indicador, en los últimos meses, demostró que las líneas de producción estaban presentando mayor cantidad de paros y tiempos muertos relacionados a fallas y averías de mantenimiento. A partir de ello se tomó la decisión actualizar el sistema de mantenimiento e implementarlo en uno de los equipos más críticos para la planta, la embandejadora EDOS.

Para diseñar el sistema de gestión del mantenimiento se tomó como base la técnica de *Lean Manufacturing* dedicada a la eliminación de fallas y reducción de tiempos muertos, el mantenimiento productivo total TPM. Este sistema de gestión basado en TPM se desarrolló a través de 17 etapas, que facilitan la implementación periódica de la metodología. Estas etapas se establecieron siguiendo los principios básicos del mantenimiento productivo total.

El sistema de gestión se diseñó para cumplir con las 5 fases de implementación del TPM. Para la primera de ellas fue necesaria la recopilación de datos técnicos sobre los equipos, así como un historial de fallas. Al mismo tiempo, se aprovechó esta revisión de datos para actualizar el listado general de equipos en planta Kern's, el cual ya no correspondía adecuadamente con los activos físicos. Este fue uno de los resultados más beneficiosos para la empresa, ya que no solo es conveniente para el departamento de mantenimiento. Los demás departamentos se beneficiaron al tener una lista de equipos en planta 100 % actualizada, que permita identificar claramente los equipos que componen cada una de las líneas de producción y su ubicación física dentro de la planta.

Una vez diseñado el sistema de gestión de TPM, se inició con la implementación del mismo en un equipo que sirvió como proyecto piloto, la embandejadora de frijol en hojalata terminado, EDOS. Este equipo se seleccionó al realizar un estudio de criticidad a todos los equipos en planta y analizar los resultados de paros proporcionados por OPI. Debido a su importancia dentro de la línea de producción de frijol, es el único equipo para ordenar, empacar y emplástica los envases de hojalata y se decidió utilizarlo como piloto para la implementación del TPM.

Esta implementación representó un trabajo complejo y extenso para la empresa, ya que requiere una fuerte inversión económica y la dedicación total de un grupo formado por personal multidisciplinario de varios departamentos para su desarrollo durante un periodo de 5 meses. Durante ese tiempo, a la máquina y a varios equipos de la línea de empackado se les realizó un estudio FMEA, el cual permitió identificar las principales fallas, causas, efectos y tareas preventivas involucradas en el mantenimiento adecuado de la línea.

Una de las etapas más importantes dentro de la implementación fue la puesta a punto de la línea, la cual involucró la mayor parte de la inversión, al tratarse de un servicio mayor de mantenimiento que requirió la reconstrucción y mejora de la línea completa, dejándola en un estado de funcionamiento óptimo, similar a su estado original.

Adicionalmente, para solucionar las deficiencias en el seguimiento de los planes preventivos de mantenimiento que se presentaban con anterioridad, el sistema TPM aprovechó una de las mejores herramientas de software que posee la planta, el sistema SAP. En este sistema se programaron y desarrollaron más de 300 planes de mantenimiento preventivo automatizados, que disminuyeron la necesidad de seguimiento por parte del personal, ya que la plataforma SAP se encarga de generar programas e imprimir las tareas de mantenimiento en el momento justo para que sean ejecutadas.

De igual forma, el tiempo de pedido y la disponibilidad de repuestos se verán optimizados, ya que la plataforma se programó para mostrar los requerimientos de repuestos antes de ser necesarios, compensar el tiempo de entrega y asegurar que los repuestos entren a bodega en el momento y cantidad que son necesarios, acompañados de su código de identificación y parte donde serán utilizados.

Posteriormente a la finalización de la puesta a punto del equipo y dentro del primer mes de evaluación del nuevo sistema de mantenimiento productivo total, se hicieron análisis de los resultados del OPI para esa línea en los primeros 30 días de ejecución, y se compararon con el mes previo a la puesta a punto. Se obtuvo los resultados siguientes:

Tabla XXII. Comparación de resultados OPI

Enero 2018				REPORTE MENSUAL OPI			
Tiempo mensual en horas				Porcentajes			
Máquina	Falla	Ajuste	Totales	Falla	Ajuste	Totales	
EMPACADORA EDOS	11.9	0.5	12.4	13.1%	0.5%	13.6%	
DESPALETIZADO	0.8	2.5	3.2	1.2%	3.9%	5.1%	
CODIFICADOR DE ENVASE	-	8.6	8.6	0.0%	9.4%	9.4%	
TRANSPORTADOR	-	18.8	18.8	0.0%	26.1%	26.1%	
Totales	12.7	30.4	43.1				

Marzo-Abril 2018				REPORTE MENSUAL OPI			
Tiempo mensual en horas				Porcentajes			
Máquina	Falla	Ajuste	Totales	Falla	Ajuste	Totales	
EMPACADORA EDOS	1.7	-	1.7	2.7%	0.0%	2.7%	
DESPALETIZADO	-	0.8	0.8	0.0%	0.9%	0.9%	
CODIFICADOR DE ENVASE	-	4.0	4.0	0.0%	6.3%	6.3%	
TRANSPORTADOR	-	9.9	9.9	0.0%	15.6%	15.6%	
Totales	1.7	14.7	16.4				

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía. S.C.A., *Departamento de análisis de producción.*

De las tablas de resultados anteriores, se puede apreciar la gran reducción en los tiempos mensuales de paros por mantenimiento. Esto debido a que la máquina ahora se encuentra en un estado de funcionamiento óptimo, llevada a un estado inicial, similar al de fabricación.

2.7. Costos de la propuesta

Los costos generados consistieron en todo el material de apoyo para el diseño de la metodología sobre herramientas de TPM. Estos se detallan en la tabla XXIII.

Tabla XXIII. **Costos de desarrollo de la propuesta**

Presupuesto					
Descripción	Costo	Periodo	Cantidad	C. Unitario	Total
Gestor de mantenimiento preventivo	Fijo	Mensual	9	Q 7 600,00	Q 68 400,00
Asistente de gestión TPM	Fijo	Mensual	9	Q 6 000,00	Q 54 000,00
Personal técnico EDOS	Variable	Hora	3	Q 8 200,00	Q 24 600,00
Personal técnico IAK	Variable	Hora	5	Q 2 400,00	Q 12 000,00
Impresiones y copias	Variable	Proyecto	320	Q 0,35	Q 112,00
Material de oficina	Fijo	Proyecto	1	Q 140,00	Q 140,00
Puesta a punto EDOS	Fijo	Proyecto	1	Q 620 000,00	Q 620 000,00
Total de inversión para implementación:					Q 779 252,00

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. DISEÑO DE UN PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

3.1. Diagnóstico de la salud y seguridad ocupacional en el mantenimiento

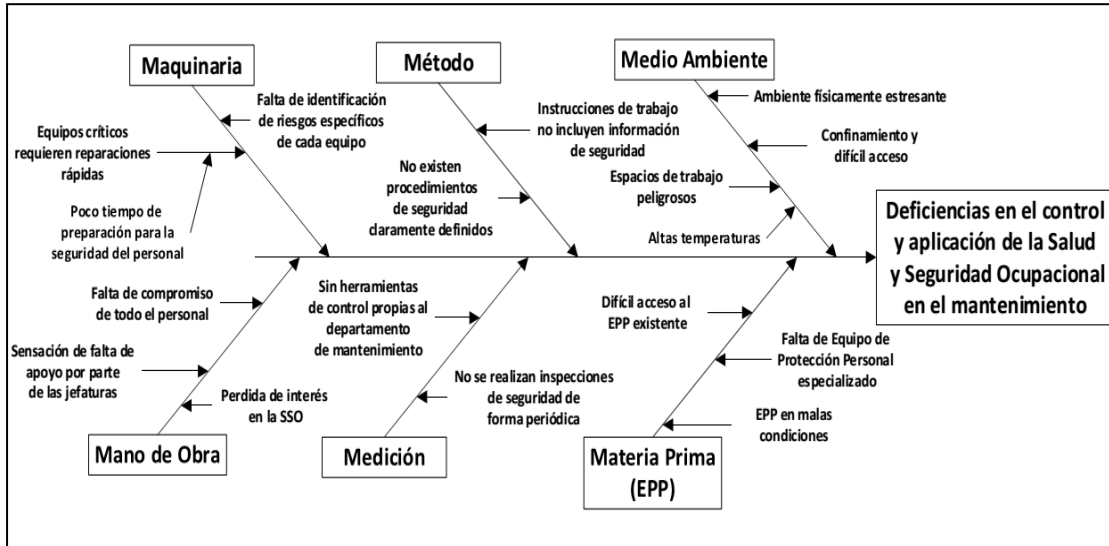
Para la correcta operación y funcionamiento de la planta Kern's, es necesario ejecutar distintas tareas de mantenimiento sobre los equipos y sistemas que la componen de manera regular. Tomando en cuenta que el mantenimiento en IAK se encuentra en un proceso de actualización hacia un sistema de mantenimiento productivo total, basado en la mejora continua y la estandarización de procesos, se presenta la oportunidad y necesidad de involucrar de manera activa la gestión de la seguridad y salud ocupacional como un pilar importante para el departamento de mantenimiento.

Actualmente, hasta principios del 2018, el manejo de la seguridad y salud ocupacional dentro de la planta se trataba de formar independiente por parte de cada departamento, basados en normas básicas para asegurar la seguridad del personal. En el caso del departamento de mantenimiento, no existía una estructura o metodología bien fundamentada para la gestión de las SSO.

3.1.1. Diagrama de Ishikawa

A continuación se presenta un cuadro de las causas y efectos denominados diagrama de Ishikawa.

Figura 46. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

Para efectuar un análisis de la situación actual del departamento de mantenimiento en cuanto a su manejo de la seguridad ocupacional, se decidió utilizar la herramienta de diagnóstico de causas y efectos conocida como diagrama de Ishikawa. Este se realizó a partir de la información recopilada mediante un proceso de observación y entrevistas al personal administrativo y técnicos del departamento. Una vez recopilada la información, se procedió a ordenarla y clasificarla según los aspectos de mano de obra, maquinaria, medio ambiente, materia prima, medición, y método.

Dentro de los aspectos evaluados, los mayores efectos negativos sobre la seguridad que se pudieron observar se concentran en los aspectos de maquinaria, método y materia prima, para este caso, el EPP. Se logró identificar que los tiempos de reacción para reparar una máquina deben ser lo más cortos posibles, afectando la preparación del personal para realizar sus labores de manera segura; esto, sumado a la dificultad actual para acceder al equipo de

protección personal adecuado para cada tipo de trabajo, obliga al personal a atender las emergencias de mantenimiento con muy poca o ninguna preparación en cuanto a su seguridad, exponiéndolos a lesiones y peligros de forma innecesaria.

De igual forma, la falta de una metodología clara, los procesos de seguridad poco definidos y el ambiente laboral con alto nivel de riesgo, aumentan la probabilidad de que ocurran incidentes o accidentes durante las labores de mantenimiento, que regularmente se ejecutan en equipos en funcionamiento.

Todos estos aspectos evaluados demuestran la necesidad de generar un plan de seguridad ocupacional adecuado a las necesidades del departamento de mantenimiento.

3.1.2. Manejo de la SSO

La planta de Industrias Alimenticias Kern's, hasta principios del 2018, no tenía una persona específicamente dedicada a la gestión de la salud y seguridad ocupacional. Este tema era abordado por cada departamento por separado según las funciones que su personal desarrollaba. Desde la segunda mitad del 2017, se inició un proceso de creación de un departamento enfocado específicamente en el cuidado de la seguridad ocupacional y ambiental, denominado departamento de Ambiente, Salud y Seguridad Ocupacional IAK.

Este departamento cuenta con la jefatura de salud y seguridad ocupacional y la coordinación de gestión ambiental; y dentro de sus nuevas funciones se encuentra el manejo adecuado e implementación de proyectos que busquen la mejora continua en el ámbito de la seguridad laboral y el

cuidado al medio ambiente, dos de los aspectos más importantes para la empresa IAK.

Anteriormente, a estos cambios en la organización de la planta, el departamento de Mantenimiento se encargaba de manejar el tema de SSO de sus colaboradores directamente, para lo que contaban con una serie de normativas generales de seguridad e inocuidad que le facilitarían al personal cuidar su integridad física y la calidad de los productos fabricados en la planta.

3.1.2.1. Normas generales de seguridad

Para la gestión de la seguridad del personal, el departamento de mantenimiento trabaja con base en diferentes normas nacionales e internacionales de manera básica, buscando siempre una mejora continua y una implementación más detallada, con el fin de lograr acreditaciones oficiales en Normas como OSHAS 18001 e ISO 45001. Asimismo, se ha logrado que el personal administrativo y técnico de mantenimiento tome conciencia de su propia seguridad, y la de los demás, a través del uso de señalización, carteles de seguridad en las instalaciones de la planta y poniendo un gran énfasis en el conocimiento y aplicación del acuerdo gubernativo 33-2016, sobre salud y seguridad ocupacional.

Figura 47. **Cartel informativo de ingreso a planta**



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

Uno de los factores que más contribuye al manejo de la SSO en el departamento de mantenimiento, es el compromiso total del personal por crear y mantener un ambiente laboral seguro y agradable para todos, teniendo consideración del bienestar físico propio y del resto del equipo de trabajo. El personal técnico, por ser el más expuesto a correr riesgos, se esfuerza por tener claras las expectativas de su puesto en materia de seguridad. Definiéndolas de la siguiente manera:

- No realizar ninguna tarea a menos que sea segura
- Conocer y capacitarse en los riesgos de su tarea

- Cumplir todas las normas de salud y seguridad ocupacional (SSO).
- No realizar actividades inseguras ni en contra de las SSO.
- Utilizar y cuidar su equipo de protección personal (EPP).
- Reportar de inmediato cualquier incidente o accidente.
- Utilizar correctamente los registros necesarios y presentarlos a quien corresponde.
- Cumplir los procedimientos de seguridad para cada tarea realizada.
- Utilizar la maquinaria y herramientas de manera adecuada.
- Respetar toda la señalización de seguridad en los lugares de trabajo.
- Reportar cualquier emergencia o anomalía de seguridad.

3.1.2.2. Normas generales de inocuidad

De manera similar a la SSO, el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura depende en gran medida de cada departamento y el compromiso de su personal. En este caso, la empresa sí cuenta con un departamento específicamente dedicado al cuidado y gestión de la inocuidad de los productos.

El departamento de inocuidad se encarga de manejar todo lo relacionado a las BMP, como la educación y capacitación constante del personal, manejo integral de plagas, conservación de la infraestructura, entre otros aspectos.

Mantenimiento sostiene una estrecha relación con la inocuidad y las BMP, debido al contacto directo que el personal y las herramientas tienen con los sistemas productivos. Como parte de su compromiso con entregar un servicio de calidad a sus clientes internos, el departamento implementa prácticas y procedimientos que aseguran que ninguna actividad de mantenimiento va a afectar de manera negativa la inocuidad de los productos.

Dentro de estos procedimientos se puede mencionar las BPM en el taller mecánico y eléctrico; las buenas prácticas de taller industrial, capacitación del personal y rutinas de inspección y limpiezas post-mantenimiento. Adicionalmente, el personal mantiene un énfasis en las expectativas de sus labores en cuanto a inocuidad del producto, estableciendo las siguientes normas generales:

- Aseo personal diario.
- Mantener las uñas recortadas y limpias.
- Lavarse las manos constante y de manera correcta, utilizar jabón y alcohol.
- Utilizar cofia y mascarilla en todo momento en las áreas donde sea necesario.
- Utilizar las entradas y salidas peatonales.
- No utilizar envases de producto como recipientes para agua, pintura, repuestos o desechos propios de mantenimiento.
- No utilizar celulares en planta.
- Limpieza constante y adecuada de las herramientas.
- Seguir las rutinas de inspección y limpieza post-mantenimiento.

3.1.2.3. Control de cumplimiento

Actualmente, el departamento de manteniendo no posee controles estrictos propios para asegurar la seguridad de su personal y el cumplimiento de las BPM. Este monitoreo del cumplimiento se hace por parte del departamento de Inocuidad, a través de la metodología 5S.

Las 5S en la planta de IAK evalúan aspectos tales como la seguridad, inocuidad y medio ambiente, para asegurar que el personal de los diferentes

departamentos cumpla con estas tareas en todo momento y cualquier actividad que se realice. El departamento de inocuidad, a través de los comités evaluadores, verifica el cumplimiento de las 5S mediante encuestas e inspecciones regulares y no programadas en todas las áreas de la planta. Los resultados de estas inspecciones se publican en varios puntos principales de las instalaciones, para facilitar el acceso a la información sobre el estado de las 5S actual de la planta a todo el personal.

3.2. Plan de salud y seguridad ocupacional

La aplicación de la seguridad dentro de un plan de mantenimiento tiene como objetivo asegurar un adecuado manejo y control de riesgos en las instalaciones. Enfoca el mantenimiento hacia parámetros como la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad.

Integrar la seguridad al mantenimiento implica la ejecución de acciones y herramientas como identificación y evaluación de riesgos, sistemas de requerimientos de seguridad, validación y verificación de logros y principalmente la reducción del nivel de aceptación del riesgo a nivel social dentro de la planta, lo que implica tener una cultura de seguridad.

3.2.1. Propósito

- Definir y cumplir con los requerimientos de salud y seguridad ocupacional aplicables a las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo.
- Reducir los peligros y riesgos laborales presentes durante las actividades de conservación de los activos en planta.
- Mantener la integridad física del personal encargado del mantenimiento de los activos de la empresa y la calidad de los trabajos de conservación.

- Facilitar la identificación y registro de las evidencias, condiciones e incidencias de seguridad presentes en el mantenimiento.

3.2.2. Alcance

Estos procedimientos de seguridad son aplicables a las tareas de conservación y mantenimiento correctivo y preventivo de los activos de las áreas productivas de la empresa:

- Calibración y metrología
- Limpiezas externas
- Inspecciones y verificaciones
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Realizados por personal técnico de la empresa, operarios o contratistas.

3.2.3. Términos y abreviaturas

- Términos
 - Salud y seguridad ocupacional: estrategia de aplicación y desarrollo de medidas y actividades para la prevención de riesgos derivados del trabajo.
 - Actividad de alta peligrosidad: actos con el potencial de generar daño severo o permanente en términos de lesión o enfermedad laboral a los trabajadores.
 - Equipo de protección personal: todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimenta empleada para proteger al trabajador de posibles lesiones.

- Condición insegura: se define como los incumplimientos o faltas de seguridad en el medio físico, comprendido como las instalaciones, equipos, maquinaria y herramientas que no están en condiciones ideales de uso según su diseño, poniendo en riesgo de sufrir accidentes a las personas que ocupan esos medios.
- Acto inseguro: se define como la forma en la que está expuesto el trabajador, ya sea consciente o inconscientemente, a uno o más riesgos de accidentes. Principalmente se compone de ciertos comportamientos, violaciones u omisiones de las normas y procedimientos por parte del personal, lo que aumenta la posibilidad de ocurrencia de accidentes.
- Peligro: un peligro es una condición o característica que tiene la posibilidad de causar un daño, enfermedad, lesión o problema a una persona, un bien material o un proceso. Se refiere a la posibilidad de sufrir daños o lesiones a causa de una condición determinada.
- Riesgo: es la combinación de la probabilidad y la consecuencia de no controlar un peligro debidamente. Se refiere a la probabilidad de sufrir un daño a causa de un peligro.

- Abreviaturas

SSO: salud y seguridad ocupacional

- EPP: equipo de protección personal
- BPM: buenas prácticas de manufactura

3.2.4. Responsabilidades

- Jefatura de mantenimiento preventivo

- Implementar las medidas de SSO a los trabajadores y encargados de las tareas de mantenimiento.
 - Facilitar el acceso al EPP para el personal operativo.
 - Promover la capacitación en materia de seguridad y mantenimiento.
 - Garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los activos.
 - Gestionar el control y ejecución del plan de seguridad en mantenimiento.
 - Mantener actualizado el registro general de amenazas, seguridad, incidencias y fallas.
 - Asegurar el cumplimiento de los procedimientos de seguridad.
 - Evaluar los resultados de la recopilación de información y proponer sistemas de mejora para los planes de seguridad.
 - Generación de las órdenes de trabajo y autorizaciones escritas para las operaciones de mantenimiento.
- Supervisores de mantenimiento
 - Proporcionar los formatos de registro de falla, incidencia y monitoreo de seguridad.
 - Garantizar el correcto uso de los registros en los casos donde sea necesario.
 - Supervisar que los diferentes trabajos de mantenimiento se cumplan bajo los procedimientos de seguridad establecidos en el plan.
 - Recopilar, firmar y entregar a jefatura los registros referentes al plan de seguridad utilizados durante las operaciones de mantenimiento.
- Personal operativo de mantenimiento
 - Seguir los procedimientos de SSO destinados a cada tipo de trabajo.
 - Llenar adecuadamente los diferentes registros según sea necesario.

- Retroalimentar al departamento al informar sobre incidentes y faltas a las condiciones de seguridad.
- Supervisores de contratistas
 - Facilitar la información sobre los procedimientos de SSO al personal a su cargo.
 - Solicitar los registros correspondientes para utilizarlos durante sus operaciones dentro de la empresa.
 - Garantizar el correcto uso de los registros en los casos donde sea necesario.
 - Supervisar que los diferentes trabajos de mantenimiento se cumplan bajo los procedimientos de seguridad establecidos en el plan.
- Personal contratista
 - Seguir los procedimientos de SSO destinados a cada tipo de trabajo.
 - Llenar adecuadamente los diferentes registros según sea necesario.
 - Retroalimentar al departamento al informar sobre incidentes y faltas a las condiciones de seguridad.



3.2.5. Procedimientos de seguridad

Entre los procedimientos de seguridad se tienen los espacios confinados, alturas, manejo de cargas, productos químicos, mecánicos y eléctricos entre otros.



3.2.5.1. Espacios confinados

En la tabla XXIV se describe el formato para espacios confinados.

Tabla XXIV. **Formato para espacios confinados**

<p>Industrias Alimenticias Kern's</p> 	<p>Trabajos en espacios confinados</p>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Definición:</p> <p>Se identifica como cualquier trabajo realizado en un espacio con limitada entrada y salida y ventilación desfavorable, donde pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables, o una atmosfera limitada de oxígeno, que no esté contemplado para trabajo continuo del operador.</p> <p>Requerimientos para la ejecución de este tipo de trabajo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener autorización por escrito previa a entrar al espacio confinado, especificando el procedimiento y trabajo a realizar. 2. Instrucción y capacitación sobre el espacio a trabajar para consideración del operador. 3. Los trabajos deben realizarse bajo la supervisión de personal calificado y con la presencia de un ayudante en el exterior. 4. Asegurar la limpieza, calidad del aire y concentraciones aceptables de sustancias nocivas. 5. Tomar precauciones para el uso de herramientas eléctricas y metálicas que puedan generar chispa. 6. Asegurar que el personal utilice todo el EPP según el tipo de espacio y de trabajo a realizar, como mínimo se debe utilizar: <ol style="list-style-type: none"> a. Protección para los ojos o Rostro b. Protección del sistema respiratorio, mascarilla o Filtro de gases. c. Calzado industrial con punta de acero d. Cumplir con las BPM's 		

Continuación de la tabla XXIV.



<p>Industrias Alimenticias Kern's</p> 	<p>Trabajos en espacios confinados</p>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Requerimientos para la ejecución de este tipo de trabajo:</p> <p>7. Tener planificado procedimientos de rescate en caso de eventualidad.</p> <p>8. Considerar los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Peligro general: Asfixia, químico b. Peligros específicos: eléctrico, incendio, caída, exposición a gases o vapores. c. Utilice el formato de control correspondiente (ver apéndice 12) 		

Fuente: elaboración propia.



3.2.5.2. Alturas

En la tabla XXV se describe el formato para trabajos de altura.

Tabla XXV. **Formato para trabajos de altura**

<p>Industrias Alimenticias Kern's</p> 	<p>Trabajos en espacios altos</p>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Definición:</p> <p>Comprende cualquier trabajo que se realice a una distancia mayor a 1,80 metros hasta el suelo, en la cual no exista protección colectiva y que no esté destinada a trabajos continuos, debiendo aplicar métodos de seguridad específicos contra caídas y caída de objetos. Este trabajo incluye el uso de equipos auxiliares como escaleras, andamios y elevadores, así como los trabajos sobre elementos estructurales como techos, cubiertas, pasarelas, y agujeros sin protección en el suelo.</p>		

Continuación de la tabla XXV.



<p>Industrias Alimenticias Kern's</p> 	<p>Trabajos en espacios altos</p>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Requerimientos para la ejecución de este tipo de trabajo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener autorización por escrito previa a subir al lugar de trabajo, especificando el procedimiento, ubicación y trabajo a realizar. 2. Capacitarse e informarse sobre los riesgos y precauciones del lugar, sus alrededores y las operaciones a realizar. 3. Inspeccionar y reunir todos los dispositivos de seguridad en altura y el EPP necesario, tomando en cuenta trabajos secundarios durante la operación, teniendo como mínimo: <ol style="list-style-type: none"> a. Arnés b. Cinturón de retención c. Línea de vida con amortiguador de impacto d. Anclajes y mosquetones e. Casco con barbiquejo f. Chaleco reflectivo 4. Cumplir con las BPM's 5. Realizar el trabajo con la presencia de un ayudante cerca del lugar de trabajo en alto. 6. Instalar todo el equipo de prevención de caídas correctamente. 7. Asegurar que el área de trabajo, incluyendo áreas por debajo, queden aisladas y sin acceso a personal ajeno a la operación. 8. Los equipos y herramientas debes estar asegurados para evitar la caída de objetos en las áreas cercanas. 9. Retirar todas las protecciones utilizadas 10. Al terminar, verificar que el área quede perfectamente cerrada y sin acceso no autorizado. 11. Considerar los siguientes aspectos <ol style="list-style-type: none"> a. Peligro general: caída b. Peligros específicos: eléctrico, ergonómico, físico c. Utilice el formato de control correspondiente (ver apéndice 13) 		

Fuente: elaboración propia.

3.2.5.3. Manejo de carga

En la tabla XXVI se realiza una descripción para el manejo de cargas.

Tabla XXVI. Formato para manejo de cargas

<p>Industrias Alimenticias Kern's</p> 	<p>Trabajos con manejo de carga manual</p>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Definición:</p> <p>Cualquier operación que implique transporte, levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento de una carga manualmente, que pueda implicar riesgo físico al operador por esfuerzos excesivos o repetitivos.</p> <p>Consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none">• No exceder el peso máximo permitido, 50 kilogramos para hombres, 35 kilogramos para mujeres.• Al levantar cargas entre varios operarios, el peso por operario no debe superar los límites anteriores.• Volumen y dificultad de sujeción de la carga.• Contenido de la carga inestable o con riesgo de desplazamiento.• Riesgo de lesiones por la forma y puntos de sujeción de la carga.• Realizar periodos de descanso entre movimientos de carga.• Realizar menos de tres movimientos para levantar cada carga. <p>Requerimientos para la ejecución de este tipo de trabajo:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Tener conocimiento sobre el peso y las características físicas de la carga a levantar.2. Colocar la carga cerca del cuerpo para mantener el equilibrio.3. Mantener los pies separados, y el pie de apoyo más adelante del otro.4. Sujetar la carga con la mano completa, dedos y palma en contacto con la carga, levantar con la mano cerca de cuerpo.5. Levantar con la fuerza de las piernas, manteniendo el tronco recto y los codos cerca del cuerpo.		

Continuación de la tabla XXVI.



<p>Industrias Alimenticias Kern's</p> 	<p>Trabajos con manejo de carga manual</p>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Requerimientos para la ejecución de este tipo de trabajo:</p> <p>6. Utilizar el EPP apropiado para el tipo de carga y el ambiente donde se realicen los movimientos. El equipo mínimo debe ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Calzado Industrial con puntera de acero b. Faja sacrolumbar elástica con tirantes c. Guantes de trabajo (dependiendo de la carga) d. Cumplir con las BPM's e. Considerar los siguientes aspectos: Peligro general: Ergonómico f. Peligros específicos: lesión lumbar, lesión de extremidades, caída, aplastamiento, corte. 		

Fuente: elaboración propia.



3.2.5.4. Productos químicos

En la tabla XXVII se describe el formato para productos químicos que se ponen a disposición de los empleados.

Tabla XXVII. **Formato para trabajos con químicos**

<p>Industrias Alimenticias Kern's</p> 	<p>Trabajos con productos químicos</p>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Definición:</p> <p>Comprende toda actividad laboral en la que se utilicen productos químicos o se exponga al trabajador a los efectos de químicos nocivos. Esto incluye la producción, manipulación, almacenaje, transporte y eliminación de químicos. Así como las actividades de mantenimiento y limpieza involucren el uso de productos químicos.</p> <p>Requerimientos para la ejecución de este tipo de trabajo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener autorización por escrito previa, especificando el procedimiento, los químicos a utilizar y sus precauciones. 2. Inspeccionar y reunir todo el equipo de seguridad y EPP necesario para el manejo de los químicos a utilizar. Como mínimo se debe utilizar: <ol style="list-style-type: none"> a. Guantes de neopreno b. Calzado industrial impermeable y antideslizante c. Bata o gabacha impermeable que cubra los brazos d. Protección para los ojos o el rostro e. Mascarilla con filtro adecuada al tipo de químicos f. Cumplir con las BPM's 3. Verificar que todos los químicos a utilizar sean los correctos, que estén claramente identificados y que cuenten con su hoja técnica de seguridad. 4. Identificar y asegurar el área de trabajo donde se utilizaran los químicos, para evitar operación e ingreso de personal no calificado. 5. Mantener en el área de trabajo solo las cantidades mínimas necesarias de los químicos a utilizar. 6. Mantener las condiciones adecuadas de trabajo, velocidades de mezcla y adición para controlar las reacciones químicas. 		

Continuación de la tabla XXVII.



<p>Industrias Alimenticias Kern's</p> 	<p>Trabajos con productos químicos</p>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Requerimientos para la ejecución de este tipo de trabajo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Realizar la operación vaso supervisión de personal capacitado en contención de derrames. 8. Realizar los transportes de manera segura según la peligrosidad de cada químico en específico. 9. Mantener los recipientes cerrados mientras no se utilizan. 10. Nunca desechar los reactivos sin seguir las indicaciones de las hojas de seguridad. 11. Al finalizar los trabajos, asegurarse de limpiar el área y neutralizar los posibles residuos químicos dejados en el lugar como resultado de la operación. 12. Retirar la señalización y delimitación del área de trabajo. 13. Considerar los siguientes aspectos: <ol style="list-style-type: none"> a. Peligro general: químico b. Peligros específicos: exposición a polvos, humos, vapores y gases nocivos, contacto con reactivos dañinos. c. Utilice el formato de control correspondiente (ver apéndice 14) 		

Fuente: elaboración propia.



3.2.5.5. Mecánicos

En la tabla XXVIII se realiza la descripción del formato para trabajos mecánicos.

Tabla XXVIII. **Formato para trabajos mecánicos**

 <p>Industrias Alimenticias Kern's</p>	<p>Trabajos mecánicos</p>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Definición:</p> <p>Comprende todos los trabajos relacionados al mantenimiento de maquinaria y equipo, incluyendo limpiezas, verificaciones e inspecciones, ajustes menores, reemplazos de piezas, lubricación, calibración, entre otras actividades y tareas que involucren maquinaria y sus componentes. Los trabajos mecánicos se pueden realizar en equipos detenidos o en marcha según la tarea lo amerite.</p> <p>Requerimientos para la ejecución de este tipo de trabajo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener autorización por escrito previa, especificando el lugar de trabajo, tipo de trabajo y procedimiento. 2. Inspeccionar y reunir todo el equipo de seguridad y EPP relacionado al trabajo mecánico y otros trabajos secundarios a realizar durante la operación. Utilizar como mínimo: <ol style="list-style-type: none"> a. Calzado industrial b. Casco contra impactos c. Guates de trabajo d. Protección para los ojos o cara e. Protección auditiva en ambientes con 85 dB o más de ruido f. Protección respiratoria si hay presencia de partículas o polvos g. Equipo de iluminación si el ambiente fuese demasiado oscuro h. chaleco reflectivo i. Cumplir con las BPM's 3. Para trabajos en equipos detenidos, asegurar el correcto apagado del equipo o maquinaria, la desconexión eléctrica y señalización del área de trabajo. 4. Señalizar y enclavar los interruptores de puesta en marcha para evitar operación repentina ajena al trabajo. 		

Continuación de la tabla XXVIII.



 <p>Alimenticias Kern's</p>	<p>Trabajos mecánicos</p>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Requerimientos para la ejecución de este tipo de trabajo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Cerrar y señalizar todas las fuentes de alimentación de fluidos comprimidos para evitar operación repentina. 6. Para los trabajos con equipo en marcha, como lubricaciones, inspecciones, ajustes, entre otros, se utiliza el mismo EPP. 7. Verificar que todos los elementos móviles, lineales o giratorios, estén cubiertos y que no existan prendas, herramientas o partes del EPP que puedan ser atrapadas durante el trabajo. 8. Al terminar el trabajo, verificar que no existan herramientas o equipos auxiliares dejados dentro de la máquina. 9. La persona encargada del trabajo puede retirar las señales y enclavamiento en los interruptores y dispositivos de alimentación para la puesta en marcha. 10. Retirar la señalización y delimitación del área de trabajo. 11. Considerar los siguientes aspectos: <ol style="list-style-type: none"> a. Peligro general: mecánico b. Peligros específicos: aplastamiento, atrapamiento, ergonómico, cortes, temperaturas extremas c. Utilice el formato de control correspondiente (ver apéndice 15) 		

Fuente: elaboración propia.



3.2.5.6. Eléctricos

En la tabla XXIX se encuentra el formato para trabajos eléctricos.

Tabla XXIX. **Formato para trabajos eléctricos**

 <p>Industrias Alimenticias Kern's</p>	<p>Trabajos Eléctricos</p>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Definición:</p> <p>Comprende todos los trabajos que se realicen a las instalaciones eléctricas de baja tensión, menor a 1 000 volts en corriente alterna o directa, en equipos, maquinaria, líneas de transmisión eléctrica o infraestructura eléctrica. Estos trabajos incluyen verificaciones, mediciones, ensayos, reemplazos, cambio de fusibles, ampliaciones, supresión y reposición de tensión, con o sin alimentación eléctrica.</p> <p>Requerimientos para la ejecución de este tipo de trabajo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener autorización por escrito previa, especificando el lugar de trabajo, tipo de trabajo y procedimiento. 2. Inspeccionar y reunir todo el equipo de seguridad y EPP relacionado al trabajo eléctrico y otros trabajos secundarios a realizar durante la operación. Utilizar como mínimo: <ol style="list-style-type: none"> a. Calzado industrial con suela de goma b. Casco dieléctrico c. Guantes dieléctricos d. Alfombra de goma e. Protección para los ojos o cara f. chaleco reflectivo g. Cumplir con las BPM's 3. Asegurar y señalizar el área de trabajo para evitar entrada y operación de personal ajeno al trabajo. 		

Continuación de la tabla XXIX.

 <p>Alimenticias Kern's</p>	<p>Trabajos mecánicos</p>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Requerimientos para la ejecución de este tipo de trabajo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Para los trabajos sin alimentación eléctrica, realizar la desconexión adecuada, con cortes visibles de las líneas de alimentación o corte efectivo de interruptores o seccionadores. 5. Enclavar y señalar los aparatos y dispositivos abiertos para evitar realimentación y maniobras ajenas al trabajo. Utilizar señales de precaución. 6. Verificar el apagado de los equipos y la falta de tensión en los dispositivos a trabajar. 7. Al terminar, verificar que todas las conexiones nuevas o modificadas estén correctamente colocadas y apretadas. Retirar todas las herramientas del lugar de trabajo. 8. La persona encargada del trabajo puede retirar las señales de precaución y enclavamientos y proceder a realimentar las líneas o equipos. 9. Retirar las protecciones del área de trabajo. 10. Para los trabajos con alimentación eléctrica, como verificaciones, mediciones y ensayos, se utiliza el mismo EPP. 11. Los trabajos con alimentación eléctrica deben realizarse bajo supervisión de personal calificado y con asistencia y primeros auxilios al alcance. 12. Considerar los siguientes aspectos: <ol style="list-style-type: none"> a. Peligro general: eléctrico b. Peligros específicos: ergonómico, caída, maquinaria en movimiento c. Utilizar el formato de control correspondiente (ver apéndice 17) 		

Fuente: elaboración propia

3.2.6. Registros

Dentro de los propósitos del plan de salud y seguridad ocupacional se encuentra la comprobación y la mejora continua en el manejo de las actividades de mantenimiento y los riesgos que estas implican. Para ello es necesario recopilar, archivar y evaluar toda la información relacionada con la seguridad, de manera que su análisis y evaluación sea más sencilla y esté al alcance de cualquier persona cuando sea necesaria.

Esta información se recopila y archiva mediante el uso de una serie de formatos y registros, destinados a recoger diferente información en cada uno de ellos para poder analizarse de manera individual y, posteriormente, complementarse con la información proporcionada con los demás registros para evaluarse el contexto completo de cualquier eventualidad de seguridad o salud ocupacional.

3.2.6.1. Identificación de peligros

Es necesario realizar de manera periódica una identificación y registro de distintos peligros, amenazas y riesgos que existen dentro del lugar de trabajo debido a los distintos sistemas productivos. Para este propósito, se genera un registro general de amenazas de seguridad, enfocado en las actividades de mantenimiento, para asegurar el bienestar el personal operativo, técnico y de mantenimiento involucrados en la tarea de conservación. Los peligros se dividen en 4 categorías, cada una con diversos niveles o descripciones, para facilitar su clasificación para el registro.

Tabla XXX. **Identificación de peligros**

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO			
Tabla No. 1 Clasificación de Peligros			
Químico	Físico	Biomecánico/Ergonómico	Condiciones de seguridad
1. Exposición al polvo	1. Ruido excesivo	1. Postura inadecuada	1. Electricidad
2. Exposición a fibras	2. Iluminación	2. Esfuerzo excesivo	2. Maquinaria en movimiento
3. Exposición a gases o vapores nocivos	3. Temperatura	3. Mal diseño del lugar de trabajo	3. Cargas en movimiento o suspendidas
4. Contacto con reactivos	4. Vibración	4. Levantamiento de carga	4. Herramientas y equipo
5. Exposición a humos metálicos	5. Explosión	5. Movimiento Repetitivo	5. Fluidos a alta presión

Fuente: elaboración propia.

3.2.6.2. **Evaluación del riesgo**

Una vez identificados los peligros, dentro del mismo registro de amenazas, se hace la evaluación del riesgo correspondiente; es decir la consecuencia y la frecuencia con la que un peligro puede afectar al personal ó sistema productivo. Esta valoración se realiza mediante una matriz de frecuencia por consecuencia y se asigna un valor de nivel al peligro en cada aspecto.

Tabla XXXI. **Evaluación de riesgos**

EVALUACION EL RIESGO				
Tabla No.2 Frecuencia de Riesgo				
Categoría	Descripción			
Frecuente	Ocurre con frecuencia, peligro continuo			
Probable	Ocurre varias veces, peligro presente la mayoría del tiempo			
Remoto	Se da algunas veces, peligro esperable en algún momento			
Improbable	Improbable pero posible, llegara a ocurrir eventualmente			
Tabla No.3 Consecuencias del Riesgo				
Categoría	Al personal	Al sistema		
Catastrófico	Victimas mortales, múltiples heridos	No aplica		
Crítico	Victima mortal, heridas graves	Pérdida del sistema principal		
Mínimo	Heridas menores	Daño grave al sistema		
Insignificante	Posibilidad de heridas menores	Daño menor o inexistente		
Tabla No.4 Matriz de Valoración de Riesgo				
Frecuencia	Consecuencia			
	Insignificante	Mínimo	Critico	Catastrófico
Frecuente	No Deseable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
Probable	No Deseable	No Deseable	Intolerable	Intolerable
Remoto	Tolerable	Tolerable	No Deseable	Intolerable
Improbable	Tolerable	Tolerable	Tolerable	No Deseable

Fuente: elaboración propia

3.2.6.3. Mitigación del riesgo

La mitigación del riesgo se obtiene mediante la realización adecuada de los trabajos de mantenimiento, siguiendo las indicaciones que se plantean en el manual de mantenimiento, procedimientos y con los equipos de seguridad y herramientas más apropiadas. La formulación, desarrollo y seguimiento del plan de mantenimiento y de seguridad, así como personal técnico correctamente capacitado, permiten una adecuada mitigación de riesgos, representados como los controles previamente existentes, y las propuestas de mejora correspondientes a las observaciones de los trabajos de mantenimiento.

3.2.6.4. Monitoreo de seguridad

Se refiere al seguimiento y monitoreo de las tareas de mantenimiento, y que ellas cumplan con los requerimientos y acciones de mitigación propuestas en los manuales. Esta revisión se debe ejecutar por parte del encargado o supervisor de mantenimiento, o alguien designado por el departamento de Mantenimiento, para evaluar los trabajos realizados y comprobar que se sigan las indicaciones de seguridad, utilizando el formato de monitoreo de seguridad, el cual se puede visualizar en los apéndices 19 y 20.

3.2.6.5. Registro de incidencias

El plan de gestión de seguridad en mantenimiento se elabora con la finalidad de ser actualizable y mejorable de manera continua, para mantener un registro de las incidencias a la seguridad, como accidentes o Incidentes relacionados a los sistemas productivos. Esto llevado el formato de registro de incidencias, diseñado para utilizarse cada vez que se presente una eventualidad de seguridad dentro de la planta. Un ejemplo de este formato de registro de incidencias se puede visualizar en los apéndices 21 y 22.

3.3. Evaluación de la propuesta

La propuesta realizada en esta fase consistió en generar un plan de salud y seguridad ocupacional diseñado específicamente para las actividades desarrolladas por el personal del departamento de mantenimiento. Esto se logró mediante la definición de los diferentes tipos de trabajos, la implementación de una serie de procedimientos detallados y listas de tareas para cada uno de ellos; el diseño de un conjunto de registros que facilitan la documentación y

almacenamiento de la información, desarrollado dentro de los límites de tiempo previamente establecidos.

El diseño del plan de SSO se inició con un diagnóstico detallado sobre los procesos de seguridad que el departamento de mantenimiento ha utilizado para la ejecución adecuada de sus tareas. Este diagnóstico se realizó a través de diversas herramientas, las inspecciones, observación y la información proporcionada por el personal permitieron establecer las principales oportunidades de mejora para la seguridad laboral en el mantenimiento.

Una vez identificada esta necesidad, el paso a seguir consistió en evaluar las diferentes tareas que se ejecutan de manera habitual durante la conservación de los activos de planta, a partir de lo cual clasificó estas tareas en 6 grupos principales: trabajos en espacios confinados, trabajos en alturas, manipulación de cargas, trabajo con químicos peligrosos, trabajos mecánicos y trabajos eléctricos. Para cada uno de ellos se plantearon procedimientos específicos y recomendaciones a seguir antes, durante y después de las tareas de mantenimiento ejecutadas. Así mismo, se observó la necesidad de llegar un registro adecuado del uso de todos estos procedimientos, para lo cual se desarrollaron una serie de formatos de registro de la información más importante.

Estos procedimientos y registros se presentaron, de manera periódica y paralela a su avance, a todo el personal del departamento. Se desarrollaron aprovechando las observaciones, recomendaciones y necesidades del personal que los va a utilizar, asegurando que cumpla con las expectativas del departamento y represente una herramienta verdaderamente útil.

Adicionalmente, en respuesta a la deficiencia que el departamento mostró en cuanto a la cantidad, calidad y accesibilidad al equipo de protección personal, se incluyó en los procedimientos las listas del EPP que el personal debe cumplir como mínimo para desarrollar cada tipo de trabajo de mantenimiento. Así mismo, se incluyó una lista y un presupuesto del equipo de protección que se recomienda adquirir lo antes posible para reequipar el taller de mantenimiento y asegurar que todo el personal pueda acceder y utilizar los implementos de seguridad necesarios para mantener un ambiente de trabajo agradable y seguro.

La propuesta del plan de salud y seguridad ocupacional realizada como parte del proyecto tuvo un alto grado de aceptación por parte del personal, tanto administrativo como técnico, de mantenimiento, así como del nuevo personal encargado del departamento de Ambiente, Salud y Seguridad Ocupacional. Los resultados del diseño demostraron ser favorables para el departamento de Mantenimiento, principalmente para los técnicos del taller, quienes estuvieron de acuerdo con la implementación del plan y el uso de los registros, además, solicitaron una mayor participación en cursos y capacitaciones sobre el tema de seguridad ocupacional, brigadas de respuesta a emergencias y primeros auxilios.

3.4. Costo de la propuesta

Los costos generados consistieron en todo el equipo de protección personal y material de apoyo necesario para el diseño del plan de SSO.

Tabla XXXII. **Costos del plan salud y seguridad ocupacional**

Presupuesto					
Descripción	Costo	Periodo	Cantidad	C. Unitario	Total
Investigador	Fijo	Proyecto	1	Q16 000,00	Q 16 000,00
Casco dieléctrico contra impactos	Fijo	Proyecto	5	Q60,00	Q 300,00
Guantes protectores	Fijo	Proyecto	5	Q 60,00	Q 300,00
Chalecos reflectivos	Fijo	Proyecto	5	Q 50,00	Q 250,00
Linterna 1,5W	Fijo	Proyecto	5	Q 75,00	Q 375,00
Protección para el rostro	Fijo	Proyecto	5	Q 120,00	Q 600,00
Lentes de seguridad	Fijo	Proyecto	5	Q 20,00	Q 100,00
Protección respiratoria	Fijo	Proyecto	5	Q 30,00	Q 150,00
Cinta de precaución	Variable	Mensual	1	Q 130,00	Q 130,00
Protección auditiva	Variable	Mensual	1	Q 90,00	Q 90,00
Tota de inversión					Q 18 295,00

Fuente: elaboración propia.

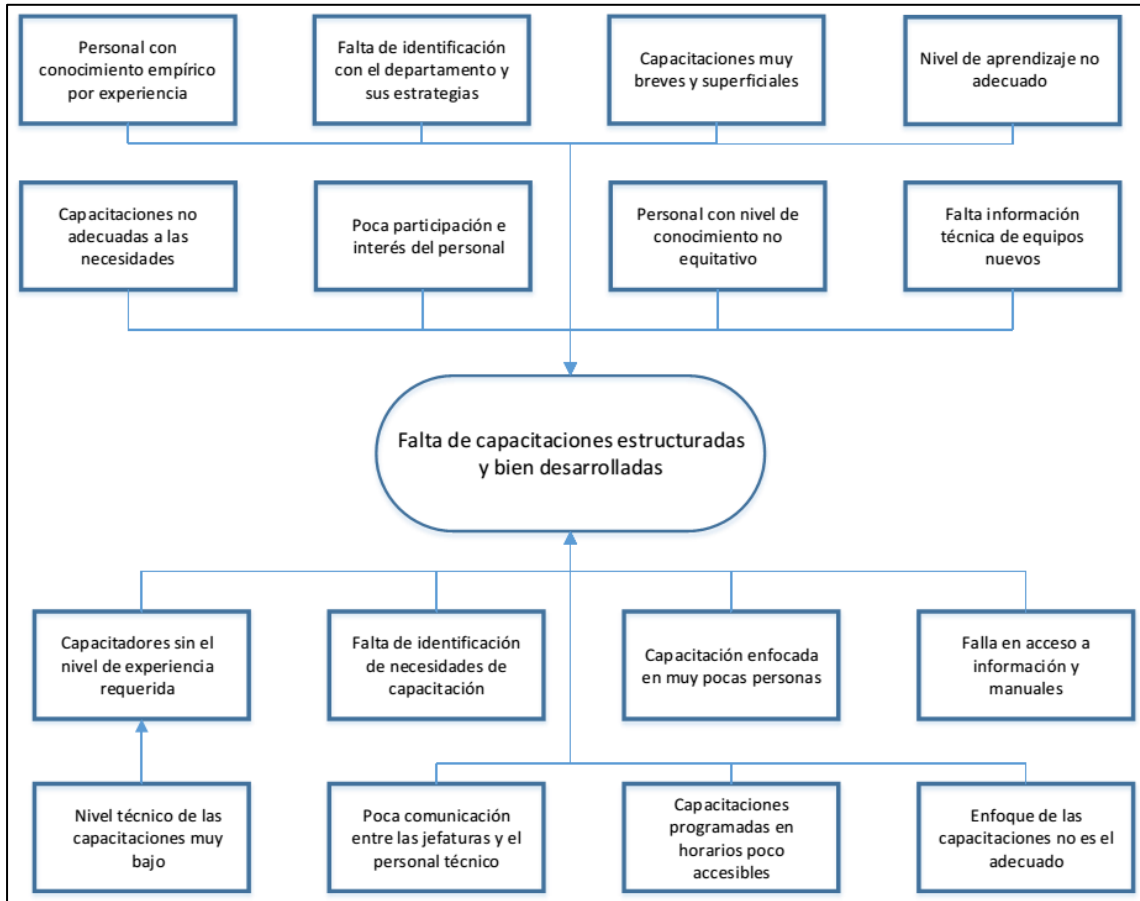
4. FASE DE DOCENCIA. DISEÑO DE UN PLAN DE CAPACITACIÓN CONTINUA PARA EL PERSONAL TÉCNICO

4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

Actualmente, el Departamento de mantenimiento cuenta con el suficiente personal para llevar a cabo sus actividades con eficiencia y calidad sin embargo, la falta de ciertos conocimientos determinados en el personal impide aprovechar al máximo el potencial de cada uno de los técnicos y administradores para cumplir con los objetivos del departamento. Por esta razón se hace importante el desarrollo de un proyecto de capacitación, enfocado en determinar las capacidades actuales del personal, identificar las necesidades de capacitación y nivelación de conocimientos según el perfil de puesto y brindar de manera adecuada las distintas capacitaciones, asegurando un máximo aprendizaje y crecimiento profesional de todo el personal.

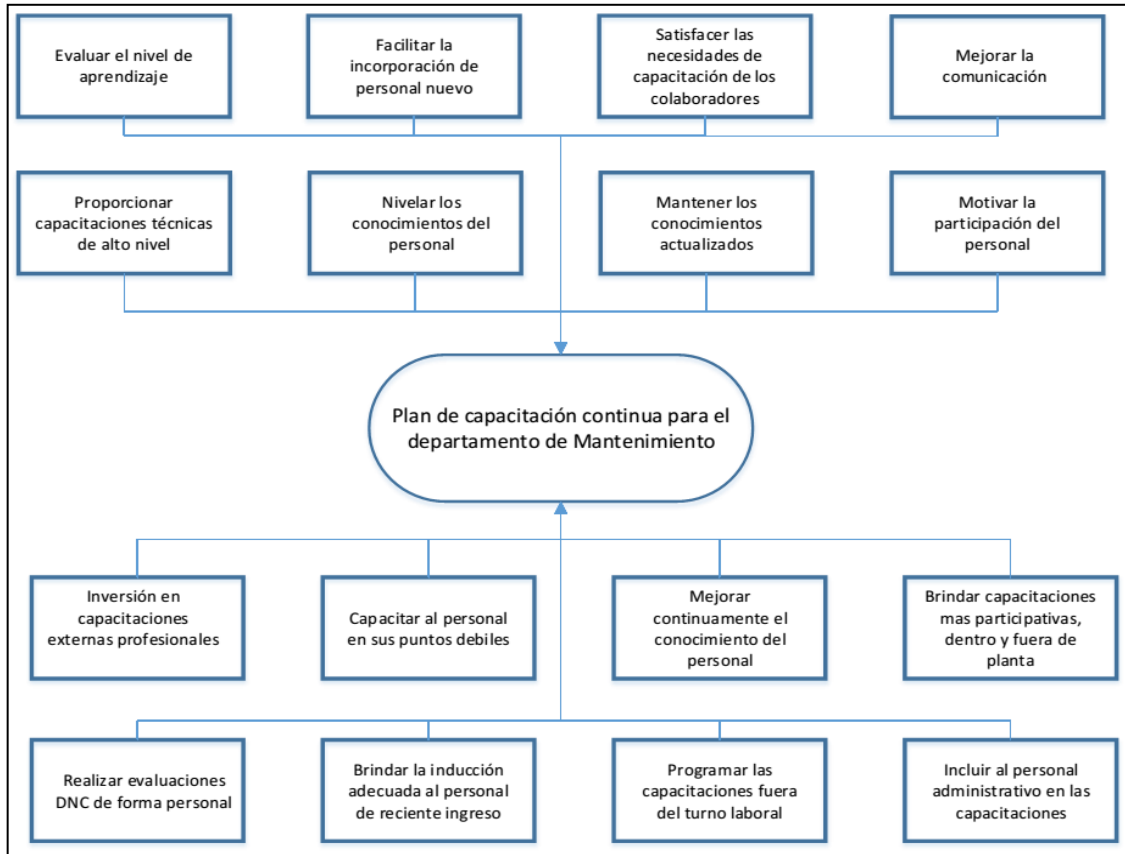
Para determinar el estado actual del departamento en cuanto a sus programas de capacitación, se utilizaron 3 herramientas de diagnóstico: árbol de problemas, árbol de soluciones, y una encuesta de detección de necesidades de capacitación personal.

Figura 48. **Árbol de problemas sobre capacitación**



Fuente: elaboración propia.


Figura 49. **Árbol de soluciones para capacitación**



Fuente: elaboración propia

Mediante una serie de entrevistas no estructuradas realizadas al personal en pequeños grupos en un formato de detección de necesidades de capacitación (DNC), se recopiló la información siguiente: deficiencias, problemas, opiniones y puntos de mejora, conocimientos, habilidades y áreas para reforzar que posee cada uno de los miembros del equipo de trabajo de mantenimiento. Los datos recopilados se utilizaron para los árboles de problemas y soluciones, y para evaluar las necesidades de capacitación.

Figura 50. Formato DNC

	Florida Bebidas S.A	Necesidades de Capacitación	Fecha
	Mantenimiento Industrias Alimenticias Kern's y Cia., S.C.A.		Abril 2018
			Página: 1/2

Código		Nombre	
Antigüedad		Puesto	

Seguridad e Inocuidad			
Buenas Practicas de Manufactura (BPM)		Uso de extintores	
Procedimientos de Seguridad		Simbología de Productos Químicos	
Primeros Auxilios		Brigada de Emergencia	
Limpieza post-mantenimiento			
Otros:			


Políticas Corporativas FIFCO			
Generalidades FIFCO-Kern's		Políticas Medioambientales	
Indicadores OPI		Seguridad Industrial	
Otros:			

Estrategias de Mejora			
Inducción General del Departamento de Mantenimiento		Criticidad de Equipos	
		Organigrama de Procesos	
Gestión de Mantenimiento Preventivo		Mantenimiento Productivo Total (TPM)	
Otros:			

Conocimiento Técnico Electricidad			
Transmisores		Calibraciones	
Controladores		PLC's	
Electro Válvulas		CPU's	
Actuadores		Módulos I/O	
Sensores		Redes de control	
Posicionadores		Variadores de Frecuencia	
Otros:			

Conocimiento Técnico Mecánica			
Cojinetes / Chumaceras		Reconstrucción de equipos	
Fajas / Cadenas		Reparación de estructuras	
Over Haul		Soldadura Autógena	
Ajustes Finos		Soldadura Eléctrica	
Ajustes Básicos		Soldadura TIG	
Neumática		Mecánica de Precisión	
Otros:			

Continuación de la figura 50.

	Florida Bebidas S.A	Necesidades de Capacitación	Fecha
	Mantenimiento Industrias Alimenticias Kern's y Cia., S.C.A.		Abril 2018
			Página: 2/2

Conocimiento de equipos eléctricos			
Ambiente windows		Sistema eléctrico empacadoras	
Motores Eléctricos		Sistema eléctrico autoclaves	
Codificadores		Sistemas eléctricos tetrapak	
Sistemas de Seguridad		Sistemas eléctricos hornos	
Graficadores y Controladores		Sistema eléctrico selladores	
Sistema eléctrico llenadoras			
Otros:			

Conocimientos de equipos mecánicos			
Llenadoras			
Selladoras			
Taponadoras			
Engolletadoras			
Intercambiadores			
Bombas			
Empacadora			
Etiquetadora		Tetrapak	
Motorreductores		Hornos	
Despaletizadora		Compresores	
Chillers		Calderas	
Torres de enfriamiento			
Otros:			

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

A partir de estas entrevistas realizadas a plazas de mantenimiento, tanto administrativas como operativas, se logró identificar claramente a la persona evaluada, los conocimientos y habilidades que posee y los que necesita desarrollar más a fondo según las necesidades de su puesto de trabajo. Dentro de los aspectos que se consideran para esta matriz de necesidades se pueden mencionar las siguientes categorías generales, cada una de ellas con temas específicos para desarrollar o ampliar competencias:

- Seguridad e inocuidad
 - Buenas prácticas de manufactura
 - Procedimientos de seguridad
 - Uso de extintores
 - Primeros auxilios
 - Brigadas de emergencia
 - Limpieza post-mantenimiento

- Políticas corporativas FIFCO
 - Generalidades de la empresa
 - Normas generales de seguridad
 - Indicadores de rendimiento Kern´s
 - Políticas ambientales Kern´s

- Estrategias de mejora
 - Inducción general departamento de mantenimiento
 - Gestión del mantenimiento preventivo
 - Criticidad de equipos
 - Mantenimiento productivo total

- Habilidades técnicas electricistas
- Habilidades técnicas mecánicos
- Conocimiento de equipos electricistas
- Conocimiento de equipos mecánicos



4.2. Plan de capacitación

El departamento de mantenimiento actualmente cuenta con un equipo de trabajo de 55 personas, distribuidas entre el personal de las jefaturas, supervisores, mecánicos de primera, mecánicos de segunda, electricistas, mecánicos de precisión, ayudantes y aprendices de mantenimiento. Este es el recurso humano disponible del departamento.



Considerando que el personal involucrado en las actividades laborales conforma el recurso más importante de una organización, en este caso el departamento de mantenimiento, cobra especial importancia al ser un departamento que presta un servicio a su cliente interno, producción. Es necesario mantener a este recurso en óptimas condiciones, bajo conductas adecuadas y alto rendimiento en sus tareas se convierte en una de las prioridades para la buena gestión del mantenimiento.

Mantener al personal motivado, actualizado y con conocimiento desarrollado en sus áreas de trabajo representa una de las mejores estrategias para asegurar un departamento de mantenimiento eficiente y confiable. Esto se logra a través de la implementación y ejecución de un sistema de capacitaciones de inducción, actualización y formación, que le faciliten al personal el acceso a información en la forma y momento más adecuados.

Tabla XXXIII. **Plan de capacitación**

 <p>Industrias Alimenticias Kern's</p>	<p>Plan de capacitación para el personal de Mantenimiento</p>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Objetivo general</p> <p>Mejorar el rendimiento y calidad de las actividades de mantenimiento para optimizar las condiciones de producción de la planta, mediante capacitaciones y nivelación del conocimiento en los colaboradores técnicos y administrativos del departamento de Mantenimiento.</p> <p>Propósitos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generar conocimientos nuevos y conductas positivas en los colaboradores de reciente ingreso, facilitando su inclusión y adaptabilidad al ambiente de trabajo. • Mantener y mejorar un clima laboral satisfactorio, aumentando la productividad y motivación del trabajador, haciéndolo más receptivo a la supervisión y tareas de gestión. • Mejorar el nivel técnico del personal con capacitaciones internas y externas sobre los distintos equipos instalados en planta. • Asegurar el cumplimiento adecuado de las funciones del personal técnico mediante la nivelación de conocimientos según los requerimientos de cada puesto. • Fomentar actitudes y comportamientos saludables física y mentalmente para mejorar la seguridad y prevenir accidentes. • Mantener al personal actualizado con los avances tecnológicos y estratégicos en materia de mantenimiento para alentar la participación, creatividad y prevenir la obsolescencia de la fuerza laboral. 		

Continuación de la tabla XXXIII.

 <p>Industrias Alimenticias Kern's</p>	<p>Plan de capacitación para el personal de Mantenimiento</p>	
<p>Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta Martínez</p>		<p>Versión: OB-18</p>
<p>Alcance</p> <p>Las estrategias de gestión de capacitación aplican a las actividades y personal, administrativo y técnico, correspondientes al Departamento de Mantenimiento. Esto incluye las áreas de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alimentos Kern's y Ducal, área eléctrica y electrónica • Bebidas Kern's y Ducal, área de lubricación • Área Tetra Pak, servicios generales 		
<p>Temáticas a considerar</p> <p>Capacitaciones de inducción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inducción departamento de mantenimiento • Indicadores operativos de rendimiento OPI • Buenas prácticas de manufactura BPM • Seguridad industrial en Kern's <p>Capacitaciones de actualización</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nuevos procedimientos de seguridad • Nueva metodología de mantenimiento • Criticidad de equipos • Conocimientos técnicos detallados de los equipos en planta • Uso de extintores • Primeros auxilios <p>Capacitaciones de formación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cultura de la seguridad • Mantenimiento autónomo 		

Fuente: elaboración propia

- Medios y recursos

- Medios didácticos

Herramientas: presentaciones en PowerPoint, fotografías y videos de los procesos, formatos y formularios para completar como ejemplo, Inspecciones guiadas y recorrido a las líneas para mejorar el proceso de aprendizaje mediante observación y preguntas, participación del personal capacitado durante los talleres.


- Recursos

- Humanos: capacitadores, facilitadores y expositores expertos en las temáticas, personal de recursos humanos, personal de mantenimiento, participantes de las distintas áreas de la planta.
 - Infraestructura: ambientes adecuados para las capacitaciones; salones de conferencias Kern's, Fun C, kj; sala de reuniones IDE, sala de reuniones control de operaciones, sala de reuniones RRHH, salón de audiovisuales, salón antigua tienda de empleados. recorridos e inspecciones guiadas en el interior de la planta y área de servicios generales.
 - Mobiliario y equipo: mesas, sillas de oficina, sillas plásticas, bancos, escritorios individuales, carpetas, cartapacios, lapiceros, lápices, marcadores de pizarra, pizarras, pantallas, cañoneras, equipo de audio, equipos de ventilación y aire acondicionado en las salas, entre otros.

Figura 51. Herramientas usadas para las capacitaciones

Matriz de Criticidad de Equipos


Formato propuesto para la matriz de equipos en planta IAK.



Propuesta de evaluación y determinación de Criticidad de Equipos para planta de producción y servicios generales


Por criticidad de equipos se puede entender, el nivel de impacto que cada equipo tiene sobre el sistema completo, en aspectos financieros y de producción. La clasificación se hace en equipos Críticos, que representan un mayor impacto, Semi-Críticos y No Críticos. Los activos con mayor criticidad son aquellos que se mantendrán bajo un régimen más estricto de atención y mantenimiento, ya que son los que representan un mayor riesgo si llegan a fallar, costándole gran cantidad de recursos a la empresa. Mientras que los activos de menor criticidad presentan menor consumo de recursos y menos riesgo de falla. De esta manera se pueden clasificar los equipos para darle atención a los que más la necesitan.

Existen diversos métodos para determinar la criticidad de los activos de una empresa, tanto cuantitativos como cualitativos. Todos ellos con el mismo objetivo, determinar cuáles activos son prioritarios para las funciones y rentabilidad de la empresa.




Debido a que generalmente no existe un registro de datos detallado que permita un estudio estadístico de criticidad, existen técnicas Cuantitativas que utilizan los datos disponibles sobre los equipos, y la experiencia de expertos, operarios y manuales de fabricación para decidir y clasificar los equipos por su criticidad.

El método presentado a continuación como propuesta para un estudio de criticidad aplicado a los equipos en planta y al área de calderas corresponde a un método cualitativo ponderado, en el cual se evalúan 4 diferentes parámetros clave que permiten identificar el nivel de criticidad del equipo mediante una sumatoria de las ponderación de cada parámetro, según su nivel de clasificación, determinado por una evaluación cualitativa por parte del personal que tiene mayor experiencia y relación con el uso y funcionamiento adecuado de cada equipo a evaluar.




- Tipos de criticidad para Mantenimiento:**
 - o Activos tipo "A" Los más críticos, generalmente equipos grandes y caros.
 - o Activos tipo "B" Los regularmente críticos.
 - o Activos tipo "C" No son críticos, generalmente equipos pequeños y baratos.
- Clasificación de la criticidad de activos:**
 - o Calidad / Inocuidad
 - o Medio Ambiente
 - o Seguridad Industrial / Salud Ocupacional
 - o Mantenimiento

El nivel de criticidad del equipo se obtiene al evaluarlo dentro de los distintos parámetros de clasificación, poniéndole la puntuación de criticidad ("A", "B" o "C") más alta obtenida durante la evaluación en cualquiera de los parámetros.




Categorías de criticidad

Criticidad	Impacto en seguridad y salud ocupacional
C	No requiere tratamiento médico
B	Discapacidad reversible. Lesión con tratamiento médico.
A	Discapacidad irreversible o invalidez severa. ± fatalidad
Criticidad	Impacto al medio ambiente y comunidad
C	No existe daño al medio ambiente o comunidad cercana
B	Daño limitado a un área mínima o de baja importancia. (Preocupación pública restringida a quejas locales).
A	Efectos moderados al medio ambiente biológico y físico (Atención adversa menor pública o de los medios y quejas locales).



Criticidad	Mantenimiento
C	Mantenimiento por personal interno con equipo convencional, poco tiempo de paro
B	Mantenimiento por personal interno con equipo y repuestos especiales, poco tiempo de paro
A	Mantenimiento por personal interno y externo, necesidades especiales y tiempo de reparación extenso
Criticidad	Calidad e Inocuidad
C	No existe alteración en la calidad e inocuidad
B	Afecta la calidad / inocuidad moderadamente de una parte del lote (daño reversible)
A	Pérdida total de producto por incumplimiento en calidad / inocuidad



Continuación de la figura 51.

1 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Departamento de Mantenimiento

2 MISION
• Comprometidos con nuestros clientes internos de KMS, a conseguir que la empresa sea más rentable, reduciendo costes, generando competencias y responsabilidad de nuestros colaboradores. Eliminar los costos innecesarios, reducir las averías, aumentar la disponibilidad de la maquinaria y registrar procesos productivos potenciando el talento y la innovación.

3 VISION
• Ser un equipo confiable que brinde una gestión eficiente para el funcionamiento óptimo de la planta Kermis mediante una planificación y ejecución consolidada y realizando la labor integral del personal en su campo de acción.

4 OBJETIVOS
• Cumplir con los programas de Mantenimiento Preventivo y Correctivo que permitan operar la planta de acuerdo a las necesidades de producción.
• Preservar dentro de los límites económicos establecidos, el costo de ciclo de vida (LCC) de los activos de la empresa.
• Mantener la calidad y cantidad de servicios que entrega un recurso o sistema de recursos, dentro de los parámetros esperados, durante su tiempo programado de funcionamiento.

5 Responsabilidades: Jefatura de Mantenimiento
• Gestión y evaluación del cumplimiento de los diferentes programas.
• Gestionar recursos para el desarrollo del personal.
• Evaluar nuevas tecnologías para la administración del Mantenimiento.
• Gestión Estratégica de la contaminación industrial.
• Garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los activos.
• Gestionar los recursos necesarios para el cumplimiento eficiente y eficaz de los diferentes planes de mantenimiento.

6 Responsabilidades: Supervisores de Mantenimiento
• Generación de OT's de acuerdo a los programas establecidos.
• Control de OT's en las primeras 24h del mes siguiente.
• Control del Mantenimiento Correctivo Programado, resultados del Mantenimiento Preventivo e Inspección (VISO).
• Actualizar la matriz de equipos críticos e influenciar cultura de mantenimiento cuando existan cambios de estado de activos.
• Control.
• Seguimiento.
• Administración Plano de Odra.

7 Responsabilidades: Personal operativo de Mantenimiento
• Ejecución del mantenimiento.
• Remediación mediante Órdenes de trabajo.
• Completar adecuadamente las OT's al finalizar su ejecución.

8 Gestión de Mantenimiento Productivo Total
Esta representa un conjunto de procedimientos cuyo objetivo es la eliminación de fallas y averías en los equipos utilizados en un proceso, a través de la participación y construcción de una cultura de mantenimiento entre los empleados. Lo que esta técnica busca implementar dentro de la empresa es un sistema de mantenimiento para toda la vida del equipo.
Tiempo Muerto, Rendidas de velocidad, Defectos.

9 Gestión de Mantenimiento

10 Implementaciones
• Codificación de equipos
• Análisis de deterioro
• Puesta a punto de equipos
• Estudios de fallas por nivel de gravedad FMEA
• Programas de mantenimiento preventivo
• Sistema de ordenes de trabajo preventivas
• Sistema de control de repuestos en bodega
• Indicadores de mantenimiento

11 Codificación de equipos
• Listado de equipos en SAP
• Identificación de equipos en planta

12 Análisis del deterioro
• Identificar marca y modelo del equipo
• Realizar inspecciones para determinar el nivel de desgaste de los componentes.

Marca y modelo	Modelo	Modelo de desgaste

13 Puesta a punto del equipo
A esta fase le corresponden todas aquellas actividades que buscan dejar el equipo en un estado lo más parecido posible a cuando fue entregado por el proveedor, libre de manchas de grasa, aceite, pintura o polvo, libre de residuos y con sus piezas completas y colocadas en buen estado. (OHP)

14 Equipo EDOS

15 Estudio de fallas FMEA
En los equipos críticos y semi críticos, como parte de su inspección se debe contemplar un análisis de fallas repetitivas, utilizando datos históricos si están disponibles, para determinar los mayores problemas e identificar la causa raíz. Determinar una causa raíz de fallas crónicas en un equipo ayuda a disminuir y en algunos casos eliminar dicho modo de falla, lo cual supone las costas de reparación del modo de falla.
Esta técnica permite de forma sistemática identificar las verdaderas causas raíz de las fallas y aplicar soluciones, para aplicar posteriormente soluciones que los eliminen de forma definitiva. Dentro de algunas de las causas por las cuales las fallas aparecen se pueden mencionar factores físicos, humanos o lástricos.
Para realizar un estudio FMEA, es necesario dividir el equipo en una serie de partes y subpartes, de manera que el análisis pueda hacer a un nivel altamente detallado.

16 Ejemplo de desglose de partes y subpartes en el equipo EDOS

ID	Descripción	Material	Unidad	Observaciones
01	Motor	...	...	...
02	...	...	...	...
03	...	...	...	...

17 Formato FMEA

18 Formato FMEA

Continuación de la figura 51.

Manual de mantenimiento preventivo

19

Tareas Preventivas

TIPO DE TP	DESCRIPCION
INS	verificar, limpiar, inspeccionar
MET	metrología, calibración y medicion
MP	mantenimiento planificado, cambio de refacciones, ajustes, apriete, calceos, asegurar
OH	uso grado, mejoras a la maquina
DHP	mantenimiento mayor
LUBI	lubricación

20

Manual de mantenimiento preventivo

Actividad	Descripción	Frecuencia	Responsable	Estado
INSPECCION	Verificar niveles de aceite	Diario	Operario	Completado
LUBRICACION	Aplicar aceite a partes móviles	Diario	Operario	Completado
AJUSTES	Ajustar tensiones de correas	Semanal	Operario	Pendiente

21

Seguimiento del plan preventivo

Ejecución de las tareas preventivas

- Programación y automatización en SAP
- Generación de Ordenes de trabajo
- Ejecución de ordenes de trabajo
- Archivo de ordenes de trabajo
- Retrolimentación

22

Ordenes de trabajo

23

Gracias por su atención

24

PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD EN EL MANTENIMIENTO

Departamento de Mantenimiento

1

Propósitos

- Definir y cumplir con los requerimientos de salud y seguridad ocupacional aplicables a las actividades de Mantenimiento Correctivo y Preventivo.
- Reducir los peligros y riesgos laborales presentes durante las actividades de conservación de los activos en planta.
- Mantener la integridad física del personal encargado del mantenimiento de los activos de la empresa y la calidad de los trabajos de conservación.
- Facilitar la identificación y registro de las evidencias, condiciones e incidencias de seguridad presentes en el mantenimiento.

2

Alcances

- Estos procedimientos de seguridad son aplicables a las tareas de Conservación y Mantenimiento Correctivo y Preventivo de los activos de las áreas productivas de la empresa.
 - Calibración y metología
 - Limpieza exterior
 - Inspecciones y verificaciones
 - Ajustamientos Preventivos
 - Mantenimiento Correctivo
 - Respaldaos por personal técnico de la empresa, operarios o contratistas.

3

Definiciones y términos clave

- Salud y Seguridad Ocupacional (SSO)** conjunto de acciones y desarrollo de medidas y actividades para la reducción del riesgo inherente del trabajo.
- Actividad de alta peligrosidad:** acción con el potencial de generar daño serio o permanente en términos de lesiones o enfermedades a los trabajadores.
- Equipo de protección personal (EPP)** todo aquello dispositivo, accesorio y elemento empleado para proteger al trabajador de cualquier lesión.
- Condición insegura:** se refiere a cualquier cosa, situación o estado de cualquier tipo de medio físico, químico o biológico que genera o puede generar un riesgo de lesión o enfermedad a los trabajadores.
- Acto inseguro:** se define como la forma en la que está realizando el trabajador, sea sea consciente o inconscientemente, a uno o más, riesgos de accidentes. Previamente se genera de ciertos comportamientos, conductas o acciones de los mismos y procedimientos, por parte del personal que desarrolla el trabajo que se está realizando.
- Peligro:** un peligro es una condición o característica que tiene la posibilidad de causar un daño, enfermedad, lesión o pérdida de propiedad, en caso de ocurrir un incidente. Se refiere a la posibilidad de sufrir daños personales o a ser víctima de un accidente.
- Riesgo:** es la combinación de la probabilidad y consecuencias de los sucesos de peligro dañinos. Se refiere a la probabilidad de sufrir un daño o lesión por un peligro.

4

Responsabilidades: Jefatura de Mantenimiento

- Implementar las medidas de SSO a los trabajadores y encargados de las tareas de mantenimiento.
- Facilitar el acceso al EPP para el personal operativo.
- Promover la capacitación en materia de seguridad y mantenimiento.
- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los activos.
- Gestionar el control y ejecución del plan de seguridad en mantenimiento.
- Mantener actualizado el registro general de armamos, seguridad, incidencias y fallas.
- Asegurar el cumplimiento de los procedimientos de seguridad.
- Evaluar los resultados de la recopilación de informaciones y proponer sistemas de mejora para los planes de seguridad.

5

Responsabilidades: Supervisores de Mantenimiento

- Proporcionar los formatos de registro de falla, incidencia y monitoreo de seguridad.
- Garantizar el correcto uso de los registros en los casos donde sea necesario.
- Supervisar que los diferentes trabajos de mantenimiento se cumplan bajo los procedimientos de seguridad establecidos en el plan.
- Recopilar, firmar y entregar a jefatura los registros referentes al plan de seguridad utilizados durante las operaciones de mantenimiento.
- Generación de las ordenes de trabajo y autorizaciones escritas para las operaciones de mantenimiento.

6

Responsabilidades: Personal operativo de Mantenimiento

- Seguir los procedimientos de SSO destinados a cada tipo de trabajo.
- Llevar adecuadamente los diferentes registros según sea necesario.
- Retrolimentar al departamento al informar sobre incidentes y fallas a las condiciones de seguridad.

7

Responsabilidades: Contratistas

- Supervisor de Contratistas:
 - Facilitar la información sobre los procedimientos de SSO al personal a su cargo.
 - Solicitar los registros correspondientes para utilizarlos durante sus operaciones dentro de la empresa.
 - Garantizar el correcto uso de los registros en los casos donde sea necesario.
 - Supervisar que los diferentes trabajos de mantenimiento se cumplan bajo los procedimientos de seguridad establecidos en el plan.
- Personal Contratista:
 - Seguir los procedimientos de SSO destinados a cada tipo de trabajo.
 - Llevar adecuadamente los diferentes registros según sea necesario.
 - Retrolimentar al departamento al informar sobre incidentes y fallas a las condiciones de seguridad.

8

Antes de ingresar a la planta Cumplir con las BPM y EPP

SE PUEDE EL INGRESO A LA PLANTA:

USO OBLIGATORIO DE EQUIPO DE PROTECCION:

9

Continuación de la figura 51.

<p>Buenas Prácticas de Manufactura</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usar personal diario • Mantener las uñas cortadas y limpias • Lavarse las manos con agua y de manera correcta, utilizar jabón y alcohol • Utilizar cofia y mascarilla en todo momento en las áreas donde sea necesario • Utilizar las entradas y salidas peatonales • No utilizar envases de producto como recipientes para agua, pintura, repuestos o desechos propios de mantenimiento 	<p>Trabajo con Manipulación de Carga</p> <p>Cualquier operación que implique transportar, almacenar, recibir, entregar, cargar o descargar, de una carga inhomogénea, sea desde cualquier ángulo o al utilizar un vehículo motorizado.</p> <p>Consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No realizar el peso máximo permitido, según especificaciones, y seguir las pautas para el peso. • Al levantar un peso no usar zapatos altos, el peso no operario no debe superar los 10 kilos adicionales. • Utilizar el método de agarre de la carga. • Controlar la carga inestable o con riesgo de desplazamiento. • Alargarse de la línea y punto de apoyo de la carga. • Realizar ejercicios de estiramiento antes de comenzar la carga. • Realizar ejercicios de flexión para facilitar la carga. 	<p>Trabajo con Manipulación de Carga</p> <p>Precauciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tener conocimiento de la carga y de las características físicas de la carga a manipular. • Colocar la carga en la posición correcta para manipularla. • Mantener los pies separados y el centro de gravedad del cuerpo delgado. • Usar la carga con el torso curvado, dentro de un ángulo con respecto al eje vertical de la columna de 15 grados. • Levantar con la fuerza de las piernas, inclinando el torso hacia los talones en vez de los pies. • Utilizar el EPP apropiado para trabajos de carga y protección de los brazos, los hombros, la espalda y los pies. • Usar el método de agarre de la carga. • Mantener el peso de la carga. • Mantener el peso de la carga. • Mantener el peso de la carga. <p>Riesgo general: Ergonomía. Riesgo específico: Lesión lumbar, lesión de hombros, lesión de espalda, lesión de brazos, lesión de pies.</p> 
<p>Trabajo en Espacios Confinados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se identifica como cualquier trabajo realizado en un espacio con límites definidos y donde el suministro de aire puede ser limitado, como: tanques, tuberías, o una estructura limitada de espacio, que no está diseñada para el trabajo confinado del operador. • Precauciones: <ul style="list-style-type: none"> • Obtener autorización por escrito previa a entrar al espacio confinado, especificando el procedimiento de trabajo a realizar. • Instruir y capacitar sobre el espacio a trabajar para conocimiento del operador. • Los trabajos deben realizarse bajo la supervisión de personal calificado y con la presencia de un asistente en el exterior. • Asegurar la integridad, calidad de aire y preservación de las características de ventilación. • Tomar precauciones para el uso de herramientas eléctricas y mecánicas que puedan generar chispas. 	<p>Trabajo en Espacios Confinados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegurar que el personal utilice todo el EPP según el tipo de espacio y de trabajo a realizar, como mínimo se debe utilizar: <ul style="list-style-type: none"> • Protección para los ojos o rostro • Protección del sistema respiratorio, mascarilla o filtro de gases • Casaca industrial con punto de anclaje • Canguro con los DPE's • Tener planificado procedimientos de rescate en caso de emergencia. <p>Riesgo general: Asfixia, químico Riesgo específico: eléctrico, incendio, caída, exposición a gases o vapores.</p> 	<p>Trabajo en Alturas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprender cualquier trabajo que se realice a una distancia mayor a 1.8 metros fuera del suelo, en el cual no hay protección colectiva y que no sea destinada a trabajos de mantenimiento, abastecimiento, de inspección o limpieza, como: trabajos de pintura, pintura, y pintura de protección en el suelo. • Antes de trabajar verificar el uso de equipos seguros como escaleras, andamios y plataformas, así como los trabajos con herramientas, como: taladro, cortador, lijadora, lijadora, y pintura de protección en el suelo. • Precauciones: <ul style="list-style-type: none"> • Obtener autorización por escrito previa a entrar al lugar de trabajo, especificando el procedimiento de trabajo a realizar. • Capacitar y instruir sobre los riesgos y procedimientos de trabajo, como: andamios, plataformas, y trabajos en altura. • Inspeccionar y tener todos los dispositivos de seguridad en altura y EPP. • Inspeccionar y tener todos los dispositivos de seguridad en altura y EPP. • Inspeccionar y tener todos los dispositivos de seguridad en altura y EPP. • Riesgo general: Caída Riesgo específico: eléctrico, ergonomía, física 
<p>Trabajo en Alturas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar el trabajo con la presencia de un asistente cerca del lugar del trabajo en altura. • Instalar todo el equipo de protección de caídas correctamente. • Asegurar que el área de trabajo, incluyendo áreas con debajo, quedará abierta y sin acceso a personal ajeno a la operación. • Los equipos y herramientas deben estar asegurados para evitar la caída de objetos en las áreas con acceso. • Retirar todas las protecciones utilizadas. • Al terminar, verificar que el área quede perfectamente cerrada y sin acceso no autorizado. <p>Riesgo general: Caída Riesgo específico: eléctrico, ergonomía, física</p> 	<p>Trabajos Eléctricos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprender todos los trabajos que se realicen en las instalaciones eléctricas de baja tensión, mayor a 100 voltios en corriente alterna o en corriente continua, líneas de transmisión eléctrica y de distribución eléctrica. • Antes de trabajar verificar los procedimientos, métodos, normas, especificaciones, condiciones de trabajo, así como los trabajos con herramientas, como: taladro, cortador, lijadora, y pintura de protección en el suelo. • Precauciones: <ul style="list-style-type: none"> • Obtener autorización por escrito previa, especificando el lugar de trabajo, tipo de trabajo y procedimiento. • Inspeccionar y tener todos los dispositivos de seguridad y EPP adecuados al trabajo eléctrico y otros trabajos relacionados a realizar durante la operación. Utilizar como mínimo: <ul style="list-style-type: none"> • Casaca industrial con punto de anclaje • Guantes eléctricos • Mascarilla para • Protección personal contra • Canguro con los DPE's • Canguro con los DPE's • Inspeccionar y tener todos los dispositivos de seguridad y EPP adecuados al trabajo eléctrico y otros trabajos relacionados a realizar durante la operación. Utilizar como mínimo: <ul style="list-style-type: none"> • Casaca industrial con punto de anclaje • Guantes eléctricos • Mascarilla para • Protección personal contra • Canguro con los DPE's • Canguro con los DPE's <p>Riesgo general: Caída Riesgo específico: eléctrico, ergonomía, física</p> 	<p>Trabajos Eléctricos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para los trabajos en alta tensión eléctrica, realizar la desconexión adecuada, con corrientes cero y verificar la ausencia de alimentación a través de los dispositivos de protección. • Evitar y reducir los riesgos y el daño a la salud por exposición a radiación y radiación de radiofrecuencia. • Verificar el estado de los equipos y la falta de tensión en los dispositivos a trabajar. • Inspeccionar y tener todos los dispositivos de seguridad y EPP adecuados al trabajo eléctrico y otros trabajos relacionados a realizar durante la operación. Utilizar como mínimo: <ul style="list-style-type: none"> • Casaca industrial con punto de anclaje • Guantes eléctricos • Mascarilla para • Protección personal contra • Canguro con los DPE's • Canguro con los DPE's • Inspeccionar y tener todos los dispositivos de seguridad y EPP adecuados al trabajo eléctrico y otros trabajos relacionados a realizar durante la operación. Utilizar como mínimo: <ul style="list-style-type: none"> • Casaca industrial con punto de anclaje • Guantes eléctricos • Mascarilla para • Protección personal contra • Canguro con los DPE's • Canguro con los DPE's <p>Riesgo general: Caída Riesgo específico: eléctrico, ergonomía, física</p> 
<p>Trabajos Eléctricos</p> <p>HOJA DE CONTROL:</p> 	<p>Trabajos Eléctricos</p> <p>LETREDO DE ADVERTENCIA:</p> 	<p>Trabajos Mecánicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprender todos los trabajos relacionados al mantenimiento de maquinaria y equipo, incluyendo limpieza, modificaciones e inspección, ajuste, montaje, desmontaje de partes, lubricación, soldadura, pintura, y pintura de protección en el suelo. • Los trabajos mecánicos pueden realizarse en espacios confinados y en altura según la actividad. • Precauciones: <ul style="list-style-type: none"> • Obtener autorización por escrito previa, especificando el lugar de trabajo, tipo de trabajo y procedimiento. • Inspeccionar y tener todos los dispositivos de seguridad y EPP adecuados al trabajo mecánico y otros trabajos relacionados a realizar durante la operación. Utilizar como mínimo: <ul style="list-style-type: none"> • Casaca industrial con punto de anclaje • Guantes eléctricos • Mascarilla para • Protección personal contra • Canguro con los DPE's • Canguro con los DPE's • Inspeccionar y tener todos los dispositivos de seguridad y EPP adecuados al trabajo mecánico y otros trabajos relacionados a realizar durante la operación. Utilizar como mínimo: <ul style="list-style-type: none"> • Casaca industrial con punto de anclaje • Guantes eléctricos • Mascarilla para • Protección personal contra • Canguro con los DPE's • Canguro con los DPE's <p>Riesgo general: Caída Riesgo específico: eléctrico, ergonomía, física</p> 
<p>Trabajos Mecánicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para trabajos en equipos detenidos, asegurar el correcto apago del equipo o maquinaria, la desconexión eléctrica y la liberación del área de trabajo. • Señalar y evitar la reintegración de puesta en marcha para evitar operación repentina ajena al trabajo. • Cerrar y señalizar todas las fuentes de alimentación de fluidos comprimidos para evitar operación repentina. • Para los trabajos en equipos en marcha, como lubricación, inspección, ajuste, entre otros, utilizar el método EPP. • Verificar que todos los elementos móviles, lineales o giratorios, estén sujetos y que no existan partes, tornillos o partes del EPP que puedan ser atrapados durante el trabajo. • Al terminar el trabajo, verificar que no queden herramientas o equipos sueltos dentro del área de trabajo. • La jornada laboral del trabajo puede ser en turnos y en el encendido en los interruptores y dispositivos de alimentación para la puesta en marcha. • Retirar la señalización y la liberación del área de trabajo. <p>Riesgo general: mecánica Riesgo específico: aplastamiento, ergonomía, exposición, cortes, temperatura</p>	<p>Trabajos Mecánicos</p> <p>HOJA DE CONTROL:</p> 	<p>Trabajos Mecánicos</p> <p>LETREDO DE ADVERTENCIA:</p> 

Continuación de la figura 51.

Fuente: elaboración propia.

- Participantes y capacitadores
 - Participantes: capacitaciones de Inducción: destinadas a la inducción e integración de nuevos colaboradores de la empresa, a proporcionarles toda la información general y específica del ambiente de trabajo. Estas capacitaciones pueden aplicarse al personal postulante en su proceso previo a la selección como parte de su evaluación y capacidad de aprovechamiento; o como parte del proceso de adaptación de los colaboradores que recién se integran a sus puestos de trabajo. Además, pueden ser aplicables al personal que ingresa como colaborador indirecto, como los proveedores y contratistas, que realicen trabajos dentro de las instalaciones físicas de la empresa.
 - Indicadores operativos de producción OPI: personal administrativo y operativo permanente y temporal de reciente ingreso a la empresa.

- Buenas prácticas de manufactura BPM: personal administrativo y operativo permanente y temporal de reciente ingreso, contratistas que ingresan a la empresa por primera vez o periódicamente.
- Seguridad industrial en Kern's: personal administrativo y operativo permanente y temporal de reciente ingreso, contratistas que ingresan a la empresa por primera vez o periódicamente.

Capacitaciones de actualización: se enfocan en prever los cambios, mejoras y deficiencias en el personal causadas por el paso del tiempo de trabajo, las nuevas tecnologías y avances científicos en el área de trabajo de la empresa. Esta capacitación está destinada a impartirse de manera continua a todo el personal, tanto administrativo como operativo, según los avances tecnológicos o las deficiencias en habilidad y destrezas lo requieran. Se enfoca principalmente en el personal que debe aprender nuevas habilidades y a manejar nuevas herramientas y la tecnología más reciente. Es importante programar capacitaciones de actualización para el personal operativo y administrativo cada vez que se desarrollen y autoricen nuevos procedimientos en sus áreas de trabajo, con el fin de mantener al personal enterado de la forma correcta de realizar cada actividad. Dentro del personal que necesita recibir actualizaciones se encuentran los operarios de máquinas y equipos nuevos, los técnicos, mecánicos y contratistas cuando se modifiquen procedimientos, supervisores y jefes de turno cuando se desarrollen nuevas herramientas de control y gestión, los operarios de producción si presentan variaciones en su eficiencia de trabajo.

- Nuevos procedimientos de seguridad: supervisores de mantenimiento, personal técnico de mantenimiento, contratistas, personal administrativo de proyectos.

- Registro general de amenazas: personal administrativo y técnico de Mantenimiento, Personal administrativo y operativo de Producción.
- Nueva metodología de mantenimiento: personal administrativo y técnico de mantenimiento.

Capacitaciones de formación: tiene como propósito impartir conocimientos básicos, intermedios o detallados sobre el contexto organizacional de la empresa. Buscan ampliar la visión general y el compromiso del empleado con el bienestar de la empresa. Este tipo de capacitación es aplicable a todo el personal que labora dentro de la organización, variando únicamente el enfoque de la capacitación en función de los puestos de trabajo a los que se les busca impartir.

- Mantenimiento autónomo: personal administrativo y técnico de mantenimiento, personal administrativo y operativo de producción, Contratistas que trabajan continuamente con la empresa, enfocado al personal que tiene relación directa con el uso de los equipos y maquinaria de la empresa.
- Cultura de la seguridad: todo el personal operativo de la planta, contratistas, administrativos de mantenimiento, producción y proyectos.
- Capacitadores: las capacitaciones pueden ser impartidas por el propio personal de la empresa, enfocar cada temática de la capacitación hacia sus áreas correspondientes. El personal administrativo de cada área puede decidir si dentro sus puestos de trabajo existe alguien con el suficiente conocimiento técnico y capacidad didáctica para encargarse de la ejecución y evaluación de la capacitación, o si requieren de un nivel de conocimiento mayor al disponible, en el caso de ser temáticas nuevas o de

actualización, para utilizar la participación de un facilitador o expositor de alta experiencia en el tema a impartir.

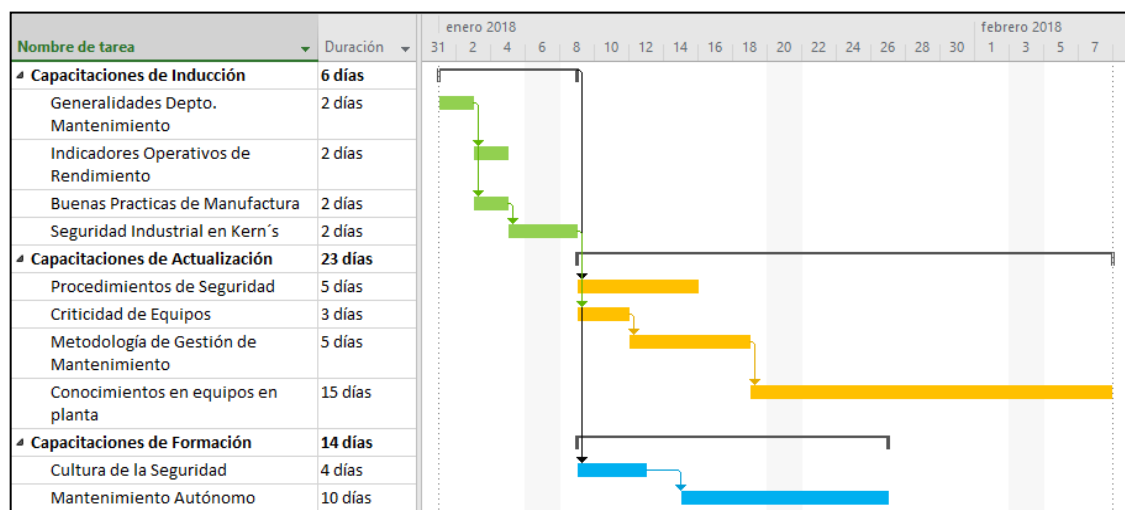
Las capacitaciones que requieran tratar tema de registros, formularios y su correcto uso, así como inspecciones y trabajos sobre los equipos en planta, pueden realizarse utilizando el método de recorrido guiado a las líneas. Para estos casos, es recomendable que el propio supervisor inmediato o la persona encargada de analizar y digitalizar la información proporcionada por estos registros y formularios sea quien imparta de manera directa las capacitaciones, o asista a un facilitador para la presentación y ejemplificación de las actividades. De esta manera se asegura que los temas abordados sean los correctos y que los procedimientos y especificaciones se expliquen adecuadamente a las necesidades de análisis de los datos.

- Cronograma
 - Periodos de capacitación: las capacitaciones de los diferentes temas, destinadas tanto al personal operativo como administrativo se ejecutarán en periodos que no excedan 1,5 horas continuas, con el fin de no sobrecargar de información a los participantes y evitar que se pierda la atención y no se cumpla con el objetivo de aprendizaje. De igual manera, capacitaciones más constantes y de tiempo reducido facilitan la organización del personal y permiten que este pause sus actividades laborales brevemente sin representar grandes atrasos o falta de personal en las tareas de mantenimiento que se estén ejecutando durante las capacitaciones.

Estos periodos de capacitación deben permitir que el personal del departamento de Mantenimiento acumule un mínimo de horas de capacitación

mensual en diferentes temáticas según la necesidad. Para definir los temas de capacitación más adecuados y el tiempo mínimo a cumplir se utiliza una herramienta de control, denominada Matriz de necesidades de capacitación. En ella se debe detallar, para cada uno de los colaboradores del departamento, los diferentes conocimientos técnicos, administrativos, de seguridad o de gestión que sean necesarios según el puesto a desarrollar, de manera que fácilmente se pueda determinar qué personal requiere mayor capacitación, en qué temáticas y cuándo será el mejor momento para brindarle la información.

Figura 52. Cronograma de capacitación



Fuente: elaboración propia.

4.3. Resultados de la capacitación

- Reacciones y comportamiento

Se espera que el personal acepte de manera positiva la implementación del nuevo plan de capacitación, que demuestre interés en participar voluntariamente y en esforzarse por aprender y aplicar los nuevos

conocimientos y habilidades en sus labores diarias. La actitud del personal debe demostrar mejoría y cambios notables en relación a sus actividades y la forma en que se desarrollan, obteniendo el mayor nivel posible de aceptación de los nuevos periodos de capacitación regulares, para asegurar que el personal participe en todas las capacitaciones que se les propongan para la mejora de su trabajo y actitud.

Es importante proponer un sistema de incentivos y reconocimientos al personal que demuestre las mejores actitudes y comportamiento positivo hacia las capacitaciones, así como mejoras en sus relaciones interpersonales con sus superiores y compañeros de trabajo. Dentro de estos incentivos se puede incluir reconocimientos en público durante las actividades de presentación de resultados y metas próximas, así como un área específica en el taller para colocar reconocimientos al personal destacado del mes en aspectos como calidad de su servicio, eficiencia, compañerismo, seguridad y compromiso con la empresa.

- Resultados y aprendizaje

Las capacitaciones de carácter más teórico-práctico que busquen desarrollar en el personal conocimientos técnicos detallados deben contar con sus respectivas evaluaciones escritas y prácticas, que permitan asegurar que el personal obtiene el nivel de aprendizaje deseado según su necesidad y su perfil de puesto. De igual manera se debe evaluar los efectos de este nuevo conocimiento sobre los sistemas productivos a cargo del personal, analizar y evaluar la eficiencia y desempeño de las líneas de producción mediante el uso de los indicadores de mantenimiento y OPI.

A partir de los resultados de estas evaluaciones, se puede determinar cuál es el personal mejor evaluado y buscar un mecanismo de incentivar y reconocer los logros del personal, se añadió la categoría de mecánico de clase A y se definió el aumento en sus responsabilidades y mejoras laborales.

De igual manera, en el caso del personal que obtenga resultados menores a los esperados luego de las capacitaciones, deberán bajar a su puesto inmediato inferior, mientras obtienen las habilidades necesarias para desarrollar su trabajo adecuadamente.

4.4. Evaluación de la propuesta

Durante el desarrollo de la fase de docencia, se realizaron los distintos talleres de capacitación de actualización sobre los temas de Procedimientos de seguridad en el mantenimiento y sistema de gestión de mantenimiento preventivo, así como de una capacitación inductiva compuesta de 3 talleres prácticos sobre el uso de una selladora nueva, con el personal técnico, tanto mecánicos como eléctricos del departamento de mantenimiento. Estos talleres consistieron en una serie de charlas y prácticas de aproximadamente hora y media cada una, en las cuales se presentó al personal la información sobre los nuevos procedimientos y herramientas que la Jefatura de Mantenimiento busca implementar en sus actividades.

Para ellos se utilizaron las instalaciones de la sala de principal de Kern's y la sala de reuniones del departamento de IDE. Se contó con la participación del personal técnico de más reciente ingreso a la empresa, así como algunos de los técnicos más experimentados y con mayor tiempo de laborar en mantenimiento. A partir de esto se puede compartir con el personal no solo la información sobre los nuevos procedimientos a implementar, sino también se pudieron compartir

experiencias, observaciones y recomendaciones por parte del personal más antiguo. Este proceso de retroalimentación es importante para mostrarle a la jefatura del departamento algunas deficiencias y problemáticas solo percibidas por el personal que interfiere directamente en el mantenimiento.

Se obtuvieron buenos resultados en cuanto a aceptación y aprendizaje por parte del personal en los talleres de capacitación. El personal mostró su apoyo a este tipo de actividades de capacitación y la importancia que la seguridad tiene para el bienestar de los empleados y de la empresa y sus activos.

Figura 53. Fotografías del proceso de capacitación



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

Figura 54. **Fotografías del proceso de capacitación**



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

Figura 55. Asistencia a capacitación y taller No. 1

		Registro de Asistencia a Capacitación		RH-010
Nombre de la capacitación:		Procedimiento de Seguridad, Gestión de mantenimiento		
Fecha:		21 / 03 / 18		
#	# Emp.	Nombre completo	Departamento	Firma
1	23069	Amílcar José Rodríguez Buchel	Mantenimiento	
2	24680	Gerardo Antonio Rabencia Catalan	Manto	
3	23069	José Alfredo Castellanos Castro	Mantenimiento	
4	23277	Kevin Emanuel Alvarado Marrasquin	Mantenimiento	
5	23807	Wilson Estuardo Balz Pamiéz	Mantenimiento	
6	10420	Victor Manuel Managuin Belkety	Servicios	
7	24003	Eduvizen Ivan Pacheco Tzunta	Servicios	
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
Nombre del Capacitador (a):		Firma:		
Luis Rodrigo Lanza Arieta				
Empresa Capacitadora:		Duración de la Capacitación (En # de horas)		
IAK		7.5		

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

Figura 56. Asistencia a capacitación y taller No.2

		Registro de Asistencia a Capacitación		RH-010
Nombre de la capacitación:		Procedimientos de seguridad, Gestión de mantenimiento		
Fecha:		21/03/18 4:30		
#	# Emp.	Nombre completo	Departamento	Firma
1	719807	HENRY OSWALDO HOUSSIN MARRUCHEIN	Mantenimiento	
2	10765	Oscar Vicente Ochoa Castellano	✓	
3	23804	Wilson Geovani Santos Yoc	Mantenimiento	
4	10914	Selvia Equivel Pinto	Mantenimiento	
5	10155	Mynor Estuardo Cabreva Rivera	Mantenimiento	
6	612237	Luis E. Con	"	
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
Nombre del Capacitador (a):		Firma:		
Luis Rodrigo Hernández				
Empresa Capacitadora:		Duración de la Capacitación (En # de horas)		
IAK		2 horas		

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

Figura 57. Asistencia a capacitación y taller No.3

		Registro de Asistencia a Capacitación		RH-010
Nombre de la capacitación:		Procedimiento de seguridad / Gestión de mantenimiento		
Fecha:		22/13/18 9:30		
#	# Emp.	Nombre completo	Departamento	Firma
1	102109	Pedro de Jesús J. Rodríguez	Mantenimiento	
2	10471	Anselmo Murillo Díaz	Plant.	
3	11170	Carlos E. Trejo Cabamez	Mantenimiento	
4	22750	Benjamín de Jesús Ramírez Montebano	Mantenimiento	
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
Nombre del Capacitador (a):		Firma:		
Luis Rodrigo Lina Fiesta				
Empresa Capacitadora:		Duración de la Capacitación (En # de horas)		
IAK		2 horas		

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

También, por petición directa de la Jefatura de mantenimiento, se desarrollaron e impartieron una serie de 3 talleres de capacitación para el personal técnico temporal de reciente ingreso al área de mantenimiento. El principal objetivo de estos talleres era instruir al personal sobre el uso de los manuales proporcionados por el fabricante Angelus para realizar tareas de mantenimiento preventivo y correctivo sobre el equipo sellador de latas de aluminio modelo 61 H.

Estos talleres, de 1,5 horas cada uno, consistieron en reunir al personal de más reciente incorporación al taller de mantenimiento, 8 mecánicos y eléctricos temporales, para darles instrucciones e información sobre cómo se realizan los trabajos de mantenimiento en algunos de los equipos más complicados de la planta, las selladoras de aluminio y hojalata. Para ellos se utilizaron los manuales del fabricante, manuales de mantenimiento y manuales de calibración, así como el conocimiento de los técnicos más experimentados en estos equipos. Durante su desarrollo, se utilizó una selladora antigua que fue retirada de su línea de trabajo. Los técnicos procedieron a desarmarla en su totalidad, limpiarla y utilizar los diferentes manuales para realizar estas tareas, se identificaron las piezas y números de serie de las partes, se armó nuevamente y se calibraron las mesas de trabajo.

4.5. Costo de la propuesta

Los costos generados consistieron en todo el material de apoyo para el diseño del plan de capacitación, y la ejecución de la matriz de detección de necesidades de capacitación.

Tabla XXXIV. **Costos de capacitación en procesos**

Presupuesto de recursos materiales para capacitación técnicos			
Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Impresiones	65	Q 1,00	Q 65,00
Lapiceros	15	Q 1,25	Q 18,75
Refrigerio del personal	1	Q 110,00	Q 110,00
Marcadores de pizarrón	5	Q 10,00	Q 50,00
Salón para capacitación	1	Q 0,00	Q 0,00
Cañonera	1	Q 0,00	Q 0,00
Computadora	0	Q 0,00	Q 0,00
Total de inversión para la fase de docencia			Q 243,75

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se logró realizar un diagnóstico detallado sobre el estado actual del sistema de manejo de los mantenimientos preventivos y correctivos, a partir del cual se identificó que la principal necesidad de mejora del departamento de Mantenimiento se encuentra en la falta de seguimiento y la ejecución inadecuada de los planes preventivos. Se demostró la importancia de la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total como herramienta de gestión.
2. Se realizó un estudio modal de fallas y efectos a la embandejadora EDOS, mediante su clasificación en 74 subpartes. Este estudio permitió definir claramente el funcionamiento, fallas y causas para cada subparte, así como el efecto que este tiene sobre el sistema productivo. Se determinó que las fallas y paros del equipo representan una pérdida de aproximadamente \$6 000,00 por hora fuera de funcionamiento. Este estudio también permitió establecer las tareas de mantenimiento destinadas a reducir y eliminar estas fallas, detallando los recursos, insumos, herramientas, tiempo y personal involucrado en su ejecución como parte del mantenimiento preventivo.
3. Se llevó a cabo el monitoreo y documentación de todo el proceso de reconstrucción, puesta a punto y pruebas de funcionamiento de la embandejadora EDOS como parte de la implementación del sistema de gestión TPM. En esta documentación se reportó de manera detallada todos los trabajos de reconstrucción realizados durante la fase de puesta a punto, incluyendo de manera específica, con código de repuesto y

especificaciones, todos los reemplazos de piezas, modificación de partes, ajustes, limpiezas y mejoras de funcionamiento implementadas durante el proceso. Este reporte permitió un seguimiento satisfactorio de la puesta a punto del equipo por parte de la jefatura de mantenimiento y contribuyó a la base de datos técnica del equipo EDOS.

4. Se establecieron las propuestas, como parte de la actualización del sistema de gestión del mantenimiento, para un total de 4 indicadores clave de rendimiento propios del departamento de mantenimiento, en respuesta a las principales necesidades de seguimiento de objetivos determinadas durante el diagnóstico. Se desarrollaron KPI's para el control del cumplimiento de órdenes de trabajo preventivas, correctivas y un indicador de eficiencia del personal, basados en las cantidades de órdenes de trabajo de ambos tipos que se generan, ejecutan y archivan en un periodo de tiempo determinado. Asimismo, se estableció un indicador de eficiencia global para evaluar el rendimiento de los equipos y determinar si el departamento cumple con sus objetivos de mantenibilidad, confiabilidad y calidad.
5. Se desarrolló, a manera de propuesta, un manual y procedimiento de implementación para el sistema de gestión del mantenimiento productivo total en IAK, que presenta, de manera estandarizada y estructurada, las fases que se deben implementar este proyecto sobre cualquier equipo en planta, entregando resultados similares en cada implementación, y fomentar un seguimiento y registro apropiado para la mejora continua del sistema.
6. Se diseñó un plan de salud y seguridad ocupacional específico para las actividades y personal de mantenimiento; se clasificaron las tareas de

conservación según sus características y estableciendo los procedimientos y requerimientos necesarios para ejecutarlas adecuadamente, cumpliendo con los estándares de calidad, seguridad laboral, inocuidad de los productos y cuidado del medio ambiente que IAK maneja actualmente.

7. Se diseñó un plan de capacitación adecuado a las necesidades del personal técnico y administrativo de mantenimiento, desarrollado a través de una matriz de necesidades de capacitación que permitió establecer las temáticas a abordar y los principales requerimientos del personal para llevar a cabo sus labores de conservación. Se aplicó una serie de entrevistas personal, capacitaciones y talleres grupales, se logró establecer una vía de comunicación efectiva con el personal técnico para que dieran a conocer sus puntos de vista sobre las necesidades de capacitación. Así mismo, se le proporcionó al 45 % del personal técnico información teórica con respecto a los procedimientos de seguridad propuestos y el sistema de gestión TPM a implementar en planta, obteniendo reacciones y resultados positivos.

RECOMENDACIONES

1. A los operarios de los equipos de empackado de hojalata frijol: participar activamente en las tareas de conservación básicas de los equipos a su cargo, inspeccionar, limpiar y realizar los ajustes necesarios antes y durante la producción, mantener informados a los supervisores sobre cualquier anomalía de manera inmediata, y proponer soluciones y mejoras basados en su experiencia y entendimiento de los equipos de la línea.
2. A los técnicos de mantenimiento: ejecutar y cumplir con las tareas de mantenimiento preventivo de acuerdo a la planificación, seguir los procedimientos de seguridad y los requerimientos de herramientas, optimizar el uso de recursos y tiempo. Participar activamente en la retroalimentación para la jefatura de mantenimiento mediante la documentación y archivo adecuado de órdenes de trabajo.
3. A los supervisores de mantenimiento: documentar de manera adecuada las fallas, causas y reparaciones presentadas por los equipos de planta, mantener un registro detallado de los repuestos e insumos utilizados para las reparaciones, así como los tiempos y el personal empleado en cada una de ellas, con el fin alimentar la base de datos técnica de cada equipo y facilitar la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo.

4. A los jefes de turno de mantenimiento: realizar diagnósticos sobre los conocimientos y habilidades del personal técnico y actualizar la matriz de necesidades de capacitación de manera periódica, con el fin de mantener al personal capacitado, motivado y actualizado en los conocimientos necesarios para el desarrollo de sus labores con eficiencia.
5. A los gestores de mantenimiento preventivo: procurar la correcta implementación del sistema de gestión de mantenimiento productivo total y darle seguimiento adecuado a la metodología ya iniciada en el equipo EDOS para cumplir con la mejora continua del sistema y asegurar la mantenibilidad y confiabilidad de la línea de empaçado de hojalata frijol. De igual forma, se recomienda la generación y documentación de los diagramas mecánicos, eléctricos y de instalaciones de los equipos, para facilitar implementaciones futuras del sistema.
6. Al jefe del departamento de mantenimiento: realizar sesiones informativas sobre los avances de la metodología de gestión de TPM con todo el personal de mantenimiento y el personal necesario de otros departamentos, de manera habitual. Abordar los temas de ejecución, seguimiento y mejora continua para incluir al personal de toda la cadena de mando dentro de la estrategia y formar grupos naturales de trabajo sólidos y multidisciplinarios.
7. A las altas gerencias de IAK: redefinir la misión de la empresa, considerando que esta debe describir las actividades clave que actualmente se realizan para el alcance de la visión, así como nuestra razón de ser como los productores líderes en sostenibilidad y calidad el fabricación de alimentos y bebidas.

BIBLIOGRAFÍA


1. AGUILAR, Alfonso. *Lean manufacturing. La excelencia operativa en la industria alimentaria, la clave para competir* 2015. [en línea]. <<http://www.agronoms.cat/base-coneixement/articles/view.php?ID=54&pdf>>. [Consulta: octubre de 2019].
2. ARRIETA POSADA, Juan Gregorio, MUÑOZ DOMINGUEZ, Juan David, SALCEDO ECHEVERRI, Andrea, & SOSSA GUTIÉRREZ, Steven. *Aplicación lean manufacturing en la industria colombiana*. Ninth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI'2011), Engineering for a Smart lanet, Innovation, Information Technology and Computational Tools for Sustainable Development. Medellin Colombia, 2011. 11 p.
3. Asamblea Nacional Constituyente. *Constitución Política de la República de Guatemala*. Guatemala, 1985. 182 p.
4. BALLESTEROS, Silva Pedro Pablo. *Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas*. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2008, 38 p.
5. Congreso de la República de Guatemala. 1998 DECRETO No. 89-98, Guatemala, 1998. 8 p.

6. Congreso de la República de Guatemala. 2010. DECRETO No. 1441 CODIGO DE TRABAJO Y SUS REFORMAS. Edición Actualizada. Guatemala, 2010. 142 p.
7. GONZALEZ, Francisco Javier et al. *Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión*. 2a ed. Madrid: Fundación Confemetal, 2013. 275 p. ISBN: 13:9788492735334.
8. HERNÁNDEZ DE LOS SANTOS, Andrés. *Implementación de técnicas manufactura esbelta (lean manufacturing), en una planta de empaque de producto terminado*. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010. 185 p.
9. HERNANDEZ MATIAS, Juan Carlos & VIZAN IDOPE, Antonio. *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI, 2013. 178 p. ISBN: 978-84-15061-40-3
10. Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala. 2016, ACUERDO GUBERNATIVO No. 33-2016 *Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional y sus reformas*. 2016. 87 p.
11. MORA GARCIA, Luis Anibal. *Indicadores de la gestión logística: KPI*. Segunda edición. Colombia, ECOE, 2016. 136 p. ISBN: 978-958-648-563-0
12. ROMERO PEREZ, Jaime. *Modelo de gestión y seguridad en el mantenimiento*. [en línea]. <<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/17192/Modelo%20de%20gesti%C3%B3n%20y%20>

seguridad%20en%20el%20mantenimiento.pdf>. [Consulta: agosto de 2019].

13. VIVEROS, Pablo et al. *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo*. *Ingeniare*. [en línea]. < http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000100011&lng=es&nrm=iso>. [Consulta: octubre de 2019].

Apéndice 2. **Formato de criticidad de equipos, página 2**

	Industrias Alimenticias Kern's	Fecha de emisión: Noviembre 2017
	Matriz de Criticidad de Equipos	Página 2 de 2
	Evaluador:	Revisor:

Parámetros de evaluación de criticidad
--

Criticidad	Impacto en seguridad y salud ocupacional (SSO)
C	No requiere tratamiento médico
B	Discapacidad reversible. Lesión con tratamiento médico.
A	Discapacidad irreversible o invalidez severa. 1 fatalidad

Criticidad	Impacto al medio ambiente y comunidad (MA)
C	No existe daño al medio ambiente o comunidad cercana
B	Daño limitado a un área mínima o de baja importancia. (Preocupación pública restringida a quejas locales).
A	Efectos moderados al medio ambiente biológico y físico (Atención adversa menor pública o de los medios y quejas locales).

Criticidad	Mantenimiento (MTTO)
C	Mantenimiento por personal interno con equipo convencional, poco tiempo de paro
B	Mantenimiento por personal interno con equipo y repuestos especiales, poco tiempo de paro
A	Mantenimiento por personal interno y externo, necesidades especiales y tiempo de reparación extenso

Criticidad	Calidad e Inocuidad (C/I)
C	No existe alteración en la calidad e inocuidad
B	Afecta la calidad / inocuidad moderadamente de una parte del lote (daño reversible)
A	Perdida total de producto por incumplimiento en calidad / inocuidad

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Formato de valores de deterioro**

Industrias Alimenticias Kern's		HOJA DE VALORACION DEL DETERIORO				Area:
						Linea:
Evaluador:		Fabricante:				
Equipo Evaluado:		No. de serie				
Modelo:						
Parte	Tipo de desgaste		Descripción de la revisión	comentario	Reporta	OT
	Acelerado	Natural					Sobre carga

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Inspección de repuestos EDOS

EMPRESA: Industrias Aliment Ubc. Técnica		REGISTRO DE TRABAJOS OHP			PAGINA No 1 DE 1 FECHA: MAR-2018	
SISTEMA		MAQUINA	EMPACADORA EDOS		ENVASADO DE FRIOL	
No.	Parte	Sub parte	No.	Codigo	DESCRIPCION	Modificacion Observacion
16	horno	Tablero electrico	16.5	70426	resistencias aletradas	se cambiaron unicamente 14 de un total de 36
8	transportes	transporte de entrada	8.1	72498	faja de transporte 470x1820	faja muy corta, se cambio por una faja local de poliuretano 470x1835
16	horno	Tablero electrico	16.5	70195	cable de alta temperatura 60m	se redujeron los toques del eje con la chumacera en 6mm a ambos lados, se dejo la longitud del eje de mayor diametro en 103 mm, no se modificaron los diametros
10	contador de poliuretano	sistema de rodillos	10.2	25604	rodillo aluminio entarada film diametro 81	se redujeron los toques del eje con la chumacera en 6mm a ambos lados, se dejo la longitud del eje de mayor diametro en 103 mm, no se modificaron los diametros
8	transportes	transporte de entrada	8.1	20535	rodillo engomado banda de salida	fue necesario pulir y limpiar el eje de los sprockets, se colocaron camisas en las puritas del eje por desgaste debido a la chumacera
7	sistema de envoltura	traccion del sistema	7.1		eje de traccion de sprockets para la cadena de barras envoltoras	se realizo un cambio al sistema de activacion del gatillo del engrague, anteriormente funcionaba con una bobina que presentaba fallas y atascamientos. Se actualiza el sistema a un piston neumatico que activa el gatillo de la alimentacion de poliuretano, el nuevo sistema es mas adictivo y confiable
10	Sistema contador de poliuretano	Cuchilla	10.3	71823	cilindro del gatillo de embague	En el sistema portabobina de film, se realizo el cambio del soporte existente y se instalo un segundo soporte que permita una mayor disponibilidad de film
9	Sistema de alimentacion de poliuretano	Magazine alimentador de film	9.1	72640	Sistema porta bobina con soportes y fiero	El contador de temperatura actualmente se encuentra en buen estado y se determino que se puede continuar con su utilizacion. El nuevo prometro incluido en el OHP se almaceno en el taller electrico bajo responsabilidad de
16	Horno de termoccontraccion	Tablero electrico	16.5	70464	Pitometro DH10 123893	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Formato de registro de fallas, página 2

	Industrias Alimenticias Kern's		CODIGO
	Registro de falla		
	Fecha de emisión	25/01/2018	Página	2



Sección 4	Herramientas y Recursos	
	Repuestos	Codigo SAP
	Personal Tecnico	

Sección 5	Documentación adjunta	
	Descripcion del documento	No. de documento

Elaborador: _____ Firma: _____

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Programación SAP de manuales preventivos

 <p>Industrias Alimenticias Kern's</p>	<p>Programación SAP de tareas preventivas para los manuales de mantenimiento</p>	
Elaborador: Luis Rodrigo Lainfiesta		Versión: OB-18

Generación de hojas de ruta

Crear y modificar hojas de ruta

- **Ingresar a menú SAP**
 - Logística
 - Mantenimiento
 - Mantenimiento planificado
 - Planificación de mantenimiento
 - Planificación de trabajo
 - Hojas de ruta
 - Para equipo
 - Crear
 - Para crear directo, transacción IA01
- Seleccionar equipo al que pertenece la hoja de ruta, utilizar el icono a la derecha del ingreso de texto para visualizar opciones de búsqueda de equipos por ubicación técnico o centro de costo.
- En Perfil escribir PT001
- Presionar “Enter”
- Presionar F6 para añadir nueva hoja de ruta al listado
- En Contador de grupo Hoja de Ruta anotar el nombre de la hoja de ruta, incluir el tipo de mantenimiento, subparte a la que corresponde y numero. Por ejemplo: LUB MOTOREDUCTOR ENTRADA 4.1
- En el apartado de Asignaciones a cabecera hoja de ruta, llenar la siguiente información:
 - Puesto de trabajo: seleccionar según quien debe realizar la tarea, entre Mecánico Industrial 1 y Eléctrico Industrial 1, incluir la codificación del centro KG01.

Continuación del apéndice 7.

- Utilización, seleccionar según el tipo de actividad a realizar, desplegar el cuadro de opciones. Principalmente se utiliza:
 - 2 = MP
 - 3 = INS
 - 7 = LUB
 - 9 = MET
- Grupo planificador: escribir el numero 001
- Status hoja de ruta: 4, liberado general
- Estado de instalación: seleccionar dependiendo de la necesidad de la tarea entre: en servicio o fuera de servicio
- Estrategia de mantenimiento: seleccionar dependiendo del tipo de tareas que se van a realizar, esta categoría de estrategia debe ser igual en la Hoja de Ruta y el plan de mantenimiento.
 - KRMEME: Kerns mecánico mensual
 - KNEMLE: Kerns eléctrico mensual
- Presionar “Enter” para completar los datos
- Click en el icono de operaciones o presionar Shift+F4 para pasar a la pestaña de operaciones
- En la pestaña de operaciones se deben agregar todas las tareas preventivas que corresponden a la hoja de ruta según si tipo TP, su periodicidad y puesto de trabajo.
- Añadir todas las tareas necesarias en la descripción de la operación, siempre incluir en el texto de explicación la descripción completa de la tarea según la hoja del manual preventivo, añadir detalles como seguridad, herramientas, código de referencia, parte y subparte a la que corresponde la tarea. por ejemplo:
 - Verificar el estado y apriete de castigadores
Seguridad: lentes de seguridad
Herramientas: juego de llaves milimétricas
Código referencia: sistema de envoltura de rueda, barras envolvedoras: 12311
- En las columnas de trabajo y duración colocar el tiempo en horas que requiere cada una de las tareas colocadas en descripción de operación. Estos tiempos deben ser iguales y no tener más de una cifra decimal. presionar “Enter” para completar los demás espacios.
- Utilizar el botón de paquetes de mantenimiento preventivo en la esquina inferior izquierda para indicar la periodicidad de la tarea de mantenimiento. marcar con un check en el cuadro correspondiente a la periodicidad de la tarea, por ejemplo: A para mensual, C para trimestral, F para semestral, L para anual y así sucesivamente.

Continuación del apéndice 7.

- En el caso de necesitar una periodicidad que no aparezca en la tabla, seleccionar la tarea preventiva y buscar en la barra de opciones superior el botón de paquete de mantenimiento preventivo. Colocar en texto breve la letra correspondiente a la periodicidad deseada. por ejemplo, Y para 24 meses de periodicidad, AK para 36 meses, y así sucesivamente.
- Para añadir un repuesto o componente una tarea preventiva, seleccionar la tarea correspondiente y presionar en el botón de componente en la esquina inferior izquierda.
- Escribir el SKU y la cantidad del componente requerido, presionar “Enter” para actualizar y ver la descripción del componente.
- Al finalizar de crear y completar todas las tareas preventivas, hacer click en el icono de guardar o presionar Ctrl+S para guardar los cambios en la hoja de ruta.
- La hoja de ruta se puede modificar utilizando la misma transacción IA01, seleccionando el equipo deseado y el perfil PT001. Se despliegan todas las hojas de ruta disponibles y se puede seleccionar una para modificar.
- Para crear hojas de ruta basadas en una ya existente, utilizar la transacción IA01, seleccionar el equipo y perfil PT001. Presionar Shift+F6 o el icono de copiar modelo en la esquina superior izquierda. Posteriormente seleccionar la opción plan de equipos, buscar el equipo de donde se desea la referencia y seleccionar una hoja de ruta como modelo.

Generación de planes preventivos

Crear planes preventivos

- Ingresar a menú SAP
 - Logística
 - Mantenimiento
 - Mantenimiento planificado
 - Planificación de mantenimiento
 - Planes de mantenimiento preventivo
 - Crear
 - Plan estrategia
 - Para crear directo, transacción IP42
 - Para modificar un plan ya creado, IP02
- Seleccionar el tipo de plan de mantenimiento, hacer click para desplegar el listado y seleccionar plan mantenimiento preventivo Kerns
- En estrategia se debe colocar según la estrategia a la que pertenezca la hoja de ruta que se utilizara de base para las tareas preventivas. La

Continuación del apéndice 7.

hoja de ruta y su plan de mantenimiento preventivo deben tener la misma estrategia.

- KRMEME: kerns mecánico mensual
- KNELME: kerns eléctrico mensual
- Presionar “Enter” para iniciar con el plan de mantenimiento preventivo.
- Colocar el nombre del plan de mantenimiento, preferiblemente este debe ser igual al nombre de la hoja de ruta correspondiente, utilizando el mismo formato:
 - LUB MOTOREDUCTOR ENTRADA 4.1
- En el apartado de objeto de referencia, colocar la ubicación técnica y el equipo al que corresponde el plan de mantenimiento preventivo a crear.
- En el apartado de datos de planificación, llenar las casillas según la información correspondiente al plan de mantenimiento:
 - Centro: KG01
 - Grupo planificador: 001
 - Clase de orden: OMP3
 - Clase de actividad:
 - 3 = MP
 - 1 = INS
 - 12 = LUB
 - 17 = MET
 - Desplegar para ver más opciones
 - Puesto de trabajo: según quien lo va a realizar en la hoja de ruta
 - Presionar “Enter” para autocompletar los datos. Seleccionar SI en la ventana de dialogo a desplegarse.
- Hacer click en el icono de la hoja de papel en norma de liquidación, y posteriormente F3 para errar la ventana a desplegar.
- Seleccionar la prioridad del plan: A PROGRAMAR
- Hacer click en el icono de los binoculares en el apartado de hoja de ruta.
- En la ventana desplegada, presionar F8 o click en el icono del reloj de Ejecutar
- Seleccionar la hoja de ruta correspondiente a ese plan de mantenimiento preventivo
- Posteriormente, hacer click en la pestaña superior de parámetros de programación del plan.
- En el apartado de control de entrega ubicado en el centro, escribir un valor de horizonte de apertura en porcentaje de 365 días. Este valor representa con cuanto tiempo de anticipación se van a generar las órdenes de trabajo antes de su momento de ejecución.
 - 0% = 1 año antes

Continuación del apéndice 7.

- 25 % = 9 meses antes
- 50 % = 6 meses antes
- 75 % = 3 meses antes
- 92 % = 1 mes antes
- 100 % = misma fecha de ejecución
- En intervalo de toma, colocar 365 en la primera casilla, y DÍA en la segunda.
- En el apartado de inicio programación, colocar la fecha que se desea como fecha inicial para el plan y las periodicidades.
- Posteriormente, hacer click en la pestaña de datos adicionales plan de mantenimiento.
- En campo de clasificación, desplegar opciones y seleccionar según aplicación del tipo de plan.
 - Plan mantenimiento mecánico envasado
 - Plan mantenimiento eléctrico envasado
- En grupo autorizaciones, colocar 0800.
- Click en el icono de guardad o presionar Ctrl+S para guardar los cambios en el plan preventivo.
- Al guardar, en la parte inferior se despliega el nuero de plan preventivo creado.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Vista parcial hoja FMEA subparte 5.1

Empresa IAK Sección ALIMENTOS		HOJA DE TRABAJO FMEA		PAGINA 1 DE 1 FECHA SEP-2017		
MAQUINA	AGROPADORA EDOS	CODIGO	REALIZO	COORDINADOR	GRUPO NATURAL DE TRABAJO	
SUBPARTE	Transporte de barras Tracción de barras empujadoras	CODIGO	CODIGO	Cristian Ramirez	Dennis Garcia	
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFEECTO	ACCION PROACTIVA		
1 Es un juego de cadenas laterales unidas por barras empujadoras, las cuales coordinan la posición de los grupos de paquetes que se encuentran sobre el transporte intermedio, hasta la zona del siguiente y dan paso justo a los paquetes.	1	Falla de seguridad	1 Lesiones corporales por incapacidad al personal por lesiones	1	Verificación de existencia de señalización cada 6 meses	
	2	Falla de seguridad	2 Incapacidad	1	Verificación de existencia de señalización cada 6 meses	
			3 Incapacidad	1	Verificar la existencia del resguardo y la correcta colocación	
			2 Incapacidad	1	Verificar la existencia del resguardo y la correcta colocación	
	3	Falla en los mecanismos de seguridad para bloqueo de la tracción de las barras	1 Lesiones	1	Verificar el buen funcionamiento del paro de emergencia	
			2 Incapacidad	1	Lubricar el sistema de tracción de la banda cada mes	
			1	2	Lubricar el uso del lubricante adecuado	
			2	1	Lubricar las chumaceras cada semana	
2			2	Apriete de los tornillos de la bases de las chumaceras cada 6 meses		
4	Daño de la cadena metálica	3 Incapacidad	3	Verificar que no exista oxidación en las chumaceras		
		4	4	Verificación de ruidos en las chumaceras cada 6 meses		
		1	1	Revisar fatiga en el eje cuadrado de la tracción del transporte de barras cada 6 meses		
2	No permite el paso del paquete	1	1	1	Verificar la alineación de la cadena metálica de la tracción del transporte de barras cada 6 meses	
			2	2	Verificar que no exista oxidación de la cadena metálica del transporte de barras cada 6 meses	
			3	3	Verificar estiramiento en el paso de la cadena metálica del transporte de barras cada 6 meses	
		5	Desgaste de cuñeros y cuñas	1	2	Verificar el estado y el apriete de castigadores cada 6 meses
				2	2	Verificar el desgaste de las cuñas y los cuñeros de los sprockets metálicos cada 6 meses
		6	Desgaste de los sprockets metálicos	1	1	Verificar el estado de los sprockets metálicos tracción cada 6 meses
				2	1	Verificar que no exista desgaste cada 6 meses
				3	2	Verificar que no este deformada la barra cada 6 meses
7	Daño de la barra empujadora	1	3	Verificar los deslizadores de la barra empujadora cada 6 meses		
		2	1	Verificar la correcta operación del resorte del mecanismo de seguridad cada 6 meses		
8	Daño del sistema de seguridad de la barra	1	2	Verificar el estado del clutch del mecanismo de seguridad cada 6 meses		
		2	2	Verificar el estado del clutch del mecanismo de seguridad cada 6 meses		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. Vista parcial hoja FMEA subparte 7.3


Empresa JAK		HOJA DE TRABAJO NUEVA		PAGINA No 1 DE 1		
Sección ALIMENTOS				FECHA SEP-2017		
MAQUINA	AGRUPIADORA EDOS	CODIGO		REALIZO	Grupo natural de trabajo	
PARTE	Sistema de envoltura	CODIGO		COORDINADOR	Cristian Ramirez	
SUBPARTE	Sensor de falta barra envolvedora	CODIGO		FACILITADOR	Dennis Garcia	
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFECTO	ACCION PROACTIVA	
1 Deteccion de la barra para determinar si esta en sincronizacion con la maquina y detecta la presencia de la barra	1 Para la formacion de paquetes	1	Sensor con suciedad	Pérdida de 6555 dólares por hora de paro	1	Verificar que el sensor este limpio cada semana
		2	Sensor mal ajustado		1	Verificar que el sensor este ajustado cada semana
		3	Sensor dañado		1	Verificar el funcionamiento del sensor cada 3 meses
		4	Sensor húmedo		1	Secarización de no mojar el sensor cada 3 meses
		5	Cableado dañado		1	Verificación del estado del cableado del sensor cada 3 meses
		6	Falta de alimentación de electricidad		1	Verificación de la alimentación eléctrica cada 3 meses

Fuente: elaboración propia.

Empresa IAK Urbic. Técnica ALIMENTOS		Manual de Mantenimiento Preventivo			PAGINA 1 DE 1 FECHA OCT-2017		Kerns			
MAQUINA	AGRUPOADORA EDOS	CODIGO	REALIZO	COORDINADOR	Luis Rodrigo Lainfiesta	RECURSOS	TIEMPO (M)	REPUESTO	CANTIDAD	PLAN PREVENTIVO
PARTES	TRANSPORTE DE BARRAS,	CODIGO	COORDINADOR	Dennis Garcia	TAREA PREVENTIVA	FRECUENCIA	TIEMPO (M)	REPUESTO	CANTIDAD	PLAN PREVENTIVO
SUBPARTE	Barra empujadora:	CODIGO	FACILITADOR	Hector Velásquez	TAREA PREVENTIVA	FRECUENCIA	TIEMPO (M)	REPUESTO	CANTIDAD	PLAN PREVENTIVO
CODIGO	SEGURIDAD:	HERRAMIENTAS:	TIPO	TAREA PREVENTIVA	FRECUENCIA	TIEMPO (M)	REPUESTO	CANTIDAD	PLAN PREVENTIVO	
1 1 1	1 Lentes de seguridad	N.A	INS	Verificación de existencia de señalización	6 meses	0.1	N.A	N.A	90000026	
1 1 1	2 Lentes de seguridad	N.A	INS	Verificación de existencia de señalización	6 meses	0.1	N.A	N.A	90000026	
1 1 2	1 Lentes de seguridad	N.A	INS	Verificar la existencia del resguardo y la correcta colocación	mensual	0.1	N.A	N.A	90000026	
1 1 2	1 Lentes de seguridad	N.A	INS	Verificar la existencia del resguardo y la correcta colocación	mensual	0.1	N.A	N.A	90000026	
1 1 3	1 Lentes de seguridad	N.A	INS	Verificar el buen funcionamiento del paro de emergencia	6 meses	0.1	N.A	N.A	90000026	
1 1 3	2 Lentes de seguridad	N.A	INS	Verificar el buen funcionamiento del paro de emergencia	6 meses	0.1	N.A	N.A	90000026	
1 2 1	1 Lentes de seguridad	Bomba de lubricación	LUB	Lubricar el sistema de tracción de la banda	mensual	0.5	N.A	N.A	90000028	
1 2 1	2 Lentes de seguridad	Lubricante	INS	Revisar el uso del lubricante adecuado	mensual	0.1	N.A	N.A	90000026	
1 2 1	1 Lentes de seguridad	Bomba de lubricación	LUB	Lubricar chumaceras	mensual	0.5	N.A	N.A	90000028	
1 2 1	2 Lentes de seguridad	Juego de llaves milimétricas	IMP	Apriete de los tornillos de la bases de las chumaceras FL205	6 meses	0.3	N.A	N.A	90000027	
1 2 1	3 Lentes de seguridad	N.A	INS	Verificar que no exista oxidación en la chumaceras	3 meses	0.1	N.A	N.A	90000026	
1 2 1	4 Lentes de seguridad	estetoscopio	INS	Verificación de ruidos en las chumaceras cada	6 meses	0.3	N.A	N.A	90000026	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. Vista parcial manual de mantenimiento de subparte



Empresa IAK Ubic. Técnica ALIMENTOS		Manual de Mantenimiento Preventivo				PAGINA 1 DE 1 FECHA OCT-2017				
MAQUINA	AGRUPOADORA ECOS	CODIGO	Según código SI	REALIZO	Luis Rodrigo Lamilla					
PARTE	SISTEMA DE ENVOLUTURA RUEDA,	CODIGO	Familia	COORDINADOR	Dennis Garcia					
SUBPARTE	Sensor de falla del sistema:	CODIGO	Subfamilia	FACILITADOR	Hector Velásquez					
CORRO REFERENCIAL	SEGURIDAD:	HERRAMIENTAS:	TPO DE TP	TAREA PREVENTIVA	FRECUENCIA	Recursos	Tiempo (H)	REPUESTO	Cantidad	Plan Preventivo
1 1 1	1 Lentes de seguridad	N.A.	INS	Verificar la limpieza del sensor	semanal	1 mecánico	0.1	N.A.	N.A.	90000101
1 1 2	1 Lentes de seguridad	Juego de llaves milimétricas	INS	Verificar el ajuste del sensor	semanal	1 mecánico	0.2	N.A.	N.A.	90000101
1 1 3	1 Lentes de seguridad	N.A.	INS	Verificar el funcionamiento del sensor	mensual	1 mecánico	0.1	N.A.	N.A.	90000097, 98, 99, 100
1 1 4	1 Lentes de seguridad	N.A.	INS	Serialización de no mojar el sensor	3 meses	1 mecánico	0.05	N.A.	N.A.	90000097, 98, 99, 100
1 1 5	1 Cuantes de trabajo aislantes	N.A.	INS	Verificar el estado del cableado del sensor	3 meses	1 electricista	0.1	N.A.	N.A.	90000097, 98, 99, 100
1 1 6	1 Cuantes de trabajo aislantes	Multimetro	INS	Verificar la alimentación eléctrica	3 meses	1 electricista	0.1	N.A.	N.A.	90000097, 98, 99, 100

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. **Formato de control de trabajos en espacios confinados**

	Industrias Alimenticias Kern's		
	Control de Trabajos en espacios confinados		
	Fecha de emisión	16/11/2017	Página	1

Sección 1	Información General		
Responsable:			
# Orden de trabajo		Fecha	

Sección 2	Área de trabajo	
Efectuado	Actividad de seguridad realizada	Observaciones
	Autorización por escrito, orden de trabajo	
	Revisión y utilización del equipo de protección necesario para la realización del trabajo	
	Asegurar que el espacio a trabajar este completamente limpio y sin presencia de gases nocivos en alta concentración	
	Presencia de un asistente o supervisor en el exterior del espacio	
	Asegurar el área de trabajo contra elementos o personal próximo, delimitar y señalar el lugar de trabajo	
	Al finalizar el trabajo, asegurar que no queden herramientas, piezas, repuestos ni equipos auxiliares sueltos en el área de trabajo ni dentro de las maquinas	
	Retirar las señales, y letreros de advertencia del lugar de trabajo, cerrar el acceso al lugar	

Sección 3	Datos del informe	
Técnico Responsable:	Supervisor de mantenimiento:	
Firma:	Firma:	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. **Formato de control de trabajos en alturas**

	Industrias Alimenticias Kern's		
	Control de Trabajos en alturas		
	Fecha de emisión	16/11/2017	Página	1

Sección 1		Información General	
Responsable:			
# Orden de trabajo		Fecha	

Sección 2		Área de trabajo	
Efectuado	Actividad de seguridad realizada	Observaciones	
	Autorización por escrito, orden de trabajo		
	Revisión y utilización del equipo de protección y equipos auxiliares necesarios para la realización del trabajo		
	Instalación adecuada del equipo de prevención de caídas y los equipos auxiliares (escaleras, andamios, plataformas, etc.)		
	Presencia de un asistente o supervisor a nivel del suelo		
	Asegurar el área de trabajo contra elementos o personal próximo, delimitar y señalizar el lugar de trabajo		
	Asegurar las herramientas y equipos a utilizar para prevenir la caída de objetos en el área circundante		
	Al finalizar el trabajo, asegurar que no queden herramientas, piezas, repuestos ni equipos auxiliares sueltos en el area de trabajo ni dentro de las maquinas		
	Retirar las señales, y letreros de advertencia del lugar de trabajo, cerrar el acceso al área en altura		

Sección 3		Datos del informe	
Técnico Responsable:		Supervisor de mantenimiento:	
Firma:		Firma:	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. **Formato de control de trabajos con químicos**

	Industrias Alimenticias Kern's		
	Control de Trabajos con Químicos Peligrosos		
	Fecha de emisión	16/11/2017	Página	1

Sección 1		Información General	
Responsable:			
# Orden de trabajo		Fecha	

Sección 2		Área de trabajo	
Efectuado	Actividad de seguridad realizada	Observaciones	
	Autorización por escrito, orden de trabajo, hojas de seguridad de los químicos		
	Revisión y utilización del equipo de protección necesario para la realización del trabajo		
	Verificar la correcta identificación y selección de los químicos a utilizar, en las cantidades mínimas necesarias		
	Seguir los procedimientos y condiciones adecuadas de velocidad de mezcla y agitación en los reactivos		
	Asegurar el área de trabajo contra elementos o personal próximo, delimitar y señalar el lugar de trabajo		
	Al finalizar, cerrar todos los contenedores de químicos correctamente y desechar de forma adecuada según cada reactivo		
	Limpiar el área de trabajo y neutralizar cualquier posible residuo químico que pueda quedar		
	Retirar las señales, y letreros de advertencia del lugar de trabajo, únicamente por el responsable que firma el trabajo		

Sección 3		Datos del informe	
Técnico Responsable:			Supervisor de mantenimiento:
Firma:			Firma:

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. **Formato de control de trabajos mecánicos**

	Industrias Alimenticias Kern's		
	Control de Trabajos Mecánicos		
	Fecha de emisión	16/11/2017	Página	1

Sección 1	Información General		
Responsable:			
# Orden de trabajo		Fecha	

Sección 2	Área de trabajo	
Efectuado	Actividad de seguridad realizada	Observaciones
	Autorización por escrito, orden de trabajo	
	Revisión y utilización del equipo de protección necesario para la realización del trabajo	
	Desconexión efectiva de la alimentación eléctrica y alimentación de fluidos a presión de las maquinas y equipos a trabajar, utilizar letreros de advertencia	
	Señalizar y enclavar los interruptores de puesta en marcha de los equipos a trabajar para evitar su operación repentina, utilizar letreros de advertencia	
	Verificar la falta de alimentación eléctrica y de fluidos a presión, y el paro total de la maquina o equipo	
	Asegurar el área de trabajo contra elementos o personal próximo, delimitar y señalar el lugar de trabajo	
	Al finalizar el trabajo, asegurar que no queden herramientas, piezas, repuestos ni equipos auxiliares sueltos en el área de trabajo ni dentro de la maquina	
	Retirar las señales, enclavamientos y letreros de advertencia del lugar de trabajo, únicamente por el responsable que firma los mismos	

Sección 3	Datos del informe	
Técnico Responsable:	Supervisor de mantenimiento:	
Firma:	Firma:	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 16. Formato de etiqueta de seguridad mecánicos

LADO 1	LADO 2
 <p>CUIDADO RIESGO MECANICO</p> <p>PIEZAS EN MOVIMIENTO</p> <p>PROHIBIDO ACCIONAR</p>	<p>PELIGRO</p>
<p>EQUIPO SOMETIDO A TRABAJOS DE MANTENIMIENTO MECÁNICO</p>	<p>NO ACTIVAR ESTE EQUIPO</p> <p>Este aviso no debe ser retirado, salvo por la persona que lo firma</p>
<p>LEER EL LADO 2</p>	<p>Fecha: Hora: Firma:</p>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 17. **Formato de control de trabajos eléctricos**

	Industrias Alimenticias Kern's		
	Control de Trabajos Eléctricos		
	Fecha de emisión	16/11/2017	Página	1

Sección 1	Información General		
Responsable:			
# Orden de trabajo		Fecha	

Sección 2	Área de trabajo	
Efectuado	Actividad de seguridad realizada	Observaciones
	Autorización por escrito, orden de trabajo	
	Revisión y utilización del equipo de protección eléctrica necesario para la realización de trabajo	
	Desconexión efectiva de la alimentación eléctrica, abiertas con corte visible o corte efectivo señalado en los interruptores y seccionadores	
	Señalizar y enclavar los dispositivos y equipos abiertos para evitar su operación o realimentación ajena al trabajo, utilizar letreros de advertencia	
	Verificar la falta de tensión y alimentación eléctrica en las líneas y equipos a trabajar	
	Asegurar el área de trabajo contra elementos o personal próximo, delimitar y señalar el lugar de trabajo	
	Al finalizar el trabajo, asegurar que no queden herramientas, piezas, repuestos ni equipos auxiliares sueltos en el área de trabajo ni dentro de la maquina	
	Retirar las señales, enclavamientos y letreros de advertencia del lugar de trabajo, únicamente por el responsable que firma los mismos	

Sección 3		
Técnico Responsable:	Supervisor de mantenimiento:	
Firma:	Firma:	


Fuente: elaboración propia.

Apéndice 18. **Formato de etiqueta de seguridad Eléctricos**

LADO 1	LADO 2
 <p>RIESGO ELÉCTRICO</p> <p>PROHIBIDO ACCIONAR</p>	<p>PELIGRO</p>
<p>EQUIPO SOMETIDO A TRABAJOS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO</p>	<p>NO ACTIVAR ESTE EQUIPO</p> <p>Este aviso no debe ser retirado, salvo por la persona que lo firma</p>
<p>LEER EL LADO 2</p>	<p>Fecha: Hora: Firma:</p>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 19. Formato de monitoreo de seguridad, página 1

	Industrias Alimenticias Kern's		CODIGO
	Monitoreo de Seguridad en Mantenimiento		
	Fecha de emisión	25/01/2018	Página	1


Sección 1	Información General		
Orden de trabajo		Fecha de monitoreo	
		Hora de monitoreo	

Sección 2	Descripción General del Mantenimiento a realizar		
Personal Técnico Involucrado			
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

Sección 3	Monitoreo de Seguridad						
Seleccione el Equipo de Protección personal que el personal utilizaba al momento de la inspección, si un equipo no aplica al área evaluada, marque N/A (No Aplica)							
Equipo	Si	No	N/A	Equipo	Si	No	N/A
Casco				Proteccion auditiva			
Cofia				Calzado Industrial			
Cubre barba				Chaleco Reflectivo			
Mascarilla				Lentes de seguridad			
Guantes de trabajo				Mascarilla con filtro			
Arnés de Seguridad				Equipo para soldar			
Faja lumbar				Overol			
Otro:							

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 20. **Formato de monitoreo de seguridad, página 2**


	Industrias Alimenticias Kern's		CODIGO
	Monitoreo de Seguridad en Mantenimiento		
	Fecha de emisión	25/01/2018	Página	2

Condiciones inseguras detectadas en el área
Actos inseguros detectados en el área
Reporte cualquier Anomalía de Seguridad

Sección 4	Responsables	
	Puesto y Nombre	Firma
	Supervisor de Mant.:	
	Tecnico:	
	Supervisor de Prod.:	
	Supervisor Contratista:	
	Elaborador:	
	Revisor:	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 21. **Formato de registro de incidencias, página 1**

	Industrias Alimenticias Kern's		CODIGO
	Registro de incidencias de seguridad		
	Fecha de emisión	25/01/2018	Página	1


Sección 1				Información General			
Elaborado por:							
Edificio:		Area:		Linea:			
Equipo				Fecha del incidente			
Parte				Hora del incidente			

Sección 2				Descripción General del Incidente			

Sección 3				Detalles del Incidente			
Tipo de Peligro Expuesto							
Seleccione el tipo o tipos de peligro presente en el incidente							
Químico	Físico	Biomecánico/Ergonómico		Condiciones de seguridad			
1. Exposición al polvo	1. Ruido excesivo	1. Postura inadecuada		1. Electricidad			
2. Exposición a fibras	2. Iluminación	2. Esfuerzo excesivo		2. Maquinaria en movimiento			
3. Exposición a gases o vapores nocivos	3. Temperatura	3. Mal diseño del lugar de trabajo		3. Cargas en movimiento o suspendidas			
4. Contacto con reactivos	4. Vibración	4. Levantamiento de carga		4. Herramientas y equipo			
5. Exposición a humos metálicos	5. Explosión	5. Movimiento Repetitivo		5. Fluidos a alta presión			
Personal Involucrado							
Nombre		Edad		Puesto de trabajo			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 22. **Formato de registro de incidencias, página 2**

	Industrias Alimenticias Kern's		CODIGO
	Registro de incidencias de seguridad		
	Fecha de emisión	25/01/2018	Pagina	2


Consecuencias	
Breve descripción de las consecuencias	
Consecuencias al personal	Consecuencias al sistema de producción
Descripción de la actividad	
Actividad de trabajo que se realizaba previo al incidente	
Controles y mitigación existente	
Condicion insegura presente durante el incidente	
Acto inseguro que ocasiono el incidente	

Actividades en respuesta al Incidente

Sección 4	Datos del informe
Elaborador:	Supervisor de Linea:
Firma:	Firma:
Fecha y hora de entrega del informe:	
Receptor:	
Firma:	

Fuente: elaboración propia.


Apéndice 23. **Indicador de cumplimiento preventivo noviembre 2018**

 Industrias Alimenticias Kern's Una compañía de PFCO		Indicador de cumplimiento Ordenes de Trabajo Preventivas Fecha de emisión: nov-18 Página: 1									
Información general Orden de Trabajo				Estado							
No.	Numero de Orden	Clasificación	Texto breve	Equipo	Responsable de seguimiento	Fecha de generación	Fecha de cierre	Pendiente	Cerrada	Archivada	Trasladada al próximo mes
1	70261086	OMP2	Mantenimiento mensual	Molino de frijol Fitzpatrick	R. Lainfiesta	3/11/2018	25/11/2018		X		
2	70261087	OMP2	Mantenimiento semestral	Bomba de envío de frijol a serpentes	R. Lainfiesta	3/11/2018	22/11/2018		X		
3	70261088	OMP2	Mantenimiento mensual	Serpentin 1	R. Lainfiesta	3/11/2018	17/11/2018		X		
4	70261103	OMP2	Mantenimiento trimestral	Bomba de envío de serpentin 1 y 2	R. Lainfiesta	3/11/2018	22/11/2018		X		
5	70261104	OMP2	Mantenimiento mensual	Serpentin 4	R. Lainfiesta	3/11/2018	22/11/2018		X		
6	70260991	OMP2	Mantenimiento mensual	Lenadora Solbern	R. Lainfiesta	3/11/2018	18/11/2018		X		
7	70260979	OMP2	Revisión semanal	Nitrodoser	R. Lainfiesta	3/11/2018	18/11/2018		X		
8	70261000	OMP2	Revisión semanal	Bomba de vacío nitrodoser	R. Lainfiesta	3/11/2018	13/11/2018		X		
9	70261001	OMP2	Mantenimiento trimestral	Selladora 61H	R. Lainfiesta	3/11/2018	13/11/2018		X		
10	70261002	OMP2	Mantenimiento mensual	Pasteurizador Exhauster	R. Lainfiesta	3/11/2018		X			
Totales								1	9	9	1

Fuente: elaboración propia

Apéndice 24.

Ejemplo de formato y registro de eficiencia del personal

		Industrias Alimenticias Kern's		Fecha de emisión		nov:18		Página		1		
		Indicador de Eficiencia del personal técnico										
Información del técnico		Distribución de tiempos						Ordenes de trabajo		Indicador de eficiencia		
No.	Nombre del técnico	Puesto	Turno	Horario	Horas ordinarias	Horas Extraordinarias	Tiempo total disponible	Tiempo destinado a otras actividades	Total de OT's cumplidas	Tiempo total de ejecución de OT's	Clasificación del técnico	Eficiencia
1	Técnico mecánico 1	Mecánico general	1	7:00-16:00	9		9	2.5	3	6.5	Eficiente	Alta
2	Técnico mecánico 2	Mecánico general	1	7:00-16:00	9		9	3	4	6	Eficiente	Alta
3	Técnico mecánico 3	Mecánico segunda	3	23:00-7:00	8		8	1.5	2	6.5	Por mejorar	Baja
4	Técnico mecánico 4	Mecánico temporal	3 ext	19:00-7:00	8		4	1.75	3	10.25	Eficiente	Alta
5	Técnico electricista 1	Electricista industrial	2 ext	16:00-4:00	7		5	3	2	9	Aceptable	Media

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2. Ejemplo de orden de trajo de mantenimiento

Orden de Mantenimiento **Orden #:70233313**

Fecha Imp: 03.10.2017 Pagina 1 / 1

Fecha Ent: 03.10.2017 Aviso:

Usuario: Velazquez Aspueca

Grupo Planificador: 001

Clase de Actividad: **INSPECCION**

Plan Mto:

Pos. Mto

Centro Emplazamiento:KG01 Planta de Producción IAK GT

Emplazamiento:SALAFRULOL

Ubicación técnica:FOIK-KG001-FRUID-ENVAS-LINEA42 ENVASADO LINEA 42

Equipo:LLENADORAL42 LLENADORA FRUOL ELMAR L42

Supervisor Mant. Responsable: _____

Tecnico Responsable: _____

Supervisor Prd. Responsable: _____

Programación del trabajo por realizar Realización del trabajo

Fecha Planificada _____

Fecha Fin Extrema _____

hora Inicio:00:00:00 00:00:00

hora Final:00:00:00 00:00:00

Intrega Producción: _____

lectbe Producción: _____

autorizado por: _____ Comentario: _____

Ip.	SubOp	Detalle	Material	Recurso	Teórico	Real
010		INS CABEZALES DE LLENADO		MECINDU1	0.0	0.000 H


Reserva : 0000000000

Prioridad:3 NORMAL

Juración Plan:

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

Anexo 3. **Formato inspección VOSO para la línea de empaqueo de frijol hojalata**

	Florida Bebidas S.A.	Inspección VOSO	Código:
	Mantenimiento Industrias Alimenticias Kern's y Cia., S.C.A.		Versión: 001 Página:
Responsable		Supervisor	Fecha
Código		Área	Envasado de frijol

Instrucciones: realizar inspecciones VOSO a los equipos y partes mencionados a continuación. Indicar con una X o un Check en los cuadros correspondientes, el estado del equipo al realizar la inspección. Tomando en cuenta que: S = Satisfactorio, A = Ajuste, C = Cambio. En el caso de marcar "A" o "C", agregar el comentario correspondiente en Observaciones.

Equipos a Inspeccionar	S	A	C	Observaciones
Despaletizador de bote lleno				
Sistema elevador de tarimas				
Bandas de transporte				
Empujador de botes				
Sistema hidraulico				
Bomba Hidraulica				
Fugas				
Filtro				
Revision del aceite				
Bomba lavado de bote lleno				
Fugas				
Motor				
Valvulas				
Mesa de acumulacion bote lleno				
Sistema de traccion				
Bandas de transporte				
Guias				
Transportes 1 y 2 hacia EDOS				
Sistema de traccion				
Bandas de transporte				
Guias				
Sopladores				
Motor				
Sistemas de traccion				
Estado de las mangueras				
Transportes apilador de 2 pisos				
Sistema de traccion				
Bandas de transporte				
Guias				
Sensores de presencia				
Empacadora EDOS				
Sistema de alimentacion de botes				
Sistema de agrupacion de botes				
Sistema de barras empujadoras				
Sistema armador de bandejas				
Sistema de alimentacion de carton				
Sistemas neumaticos				
Aplicador de brea Nordson				
Boquillas del aplicador de brea				
Sistema de traccion de entrada				
Sistemas de fajas de entrada y salida				

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

Anexo 4. **Manual del fabricante Equipo EDOS, capítulos 1 y 5**

CLIENTE:

IND. ALIM. KERN'S Y CÍA.

NUMERO DE SERIE:

AGRUPADORA: K 7143
HORNO: K 7144

TIPO DE PAQUETE:

FRIJOL

N°	Vol./Peso	Diám.	Alto	Paquete	Veloc.
1	155 gr	324	176	6x4x2 CART. Y BAND.	17 paq. /min.
2	300 gr	402	200	6x4x2 CART. Y BAND.	15 paq. /min.
3	450 gr	320	220	4x3x2 CART. Y BAND.	20 paq. /min.
4	820 gr	400	118	4x3 CART. Y BAND.	26 paq. /min.

ESPECIFICACIONES:

FUERZA MOTRIZ: 3 x 440v + TIERRA 60Hz

POTENCIA INSTALADA: 65 KW TOTAL

CONSUMO PROMEDIO: 50 KW

AIRE COMPRIMIDO: 5 Kg/cm² – CONSUMO 12 lts./pack

Fuente: Equipo EDOS.

Anexo 5. **Manual del fabricante Equipo EDOS, capítulos 1 y 5
(continuación)**

Si la máquina estuviera montada sobre una tarima o una caja, los primeros pasos a realizar serán los siguientes:

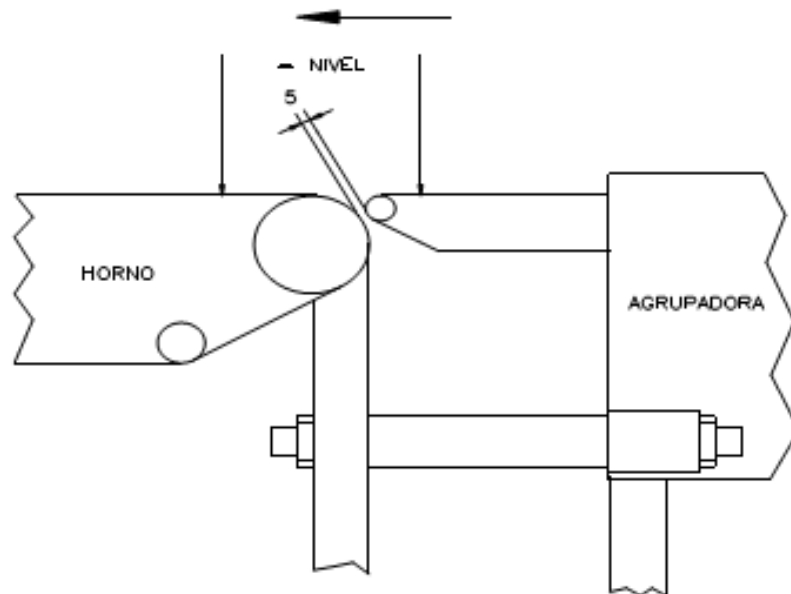
Comprobación del estado de la Agrupadora Envolvedora, en caso de alguna anomalía (deterioros, falta de partes, rotura o caja abierta) deberá informarse al seguro correspondiente.

Luego del desembalaje de la misma, se la colocara en posición correcta con respecto a la línea existente.

A continuación se procederá a la remoción de todas las tapas de la Agrupadora Envolvedora, y corte de las fijaciones de las cadenas y movimientos que fueron fijadas para su transporte, así también las transmisiones interiores y las puertas.

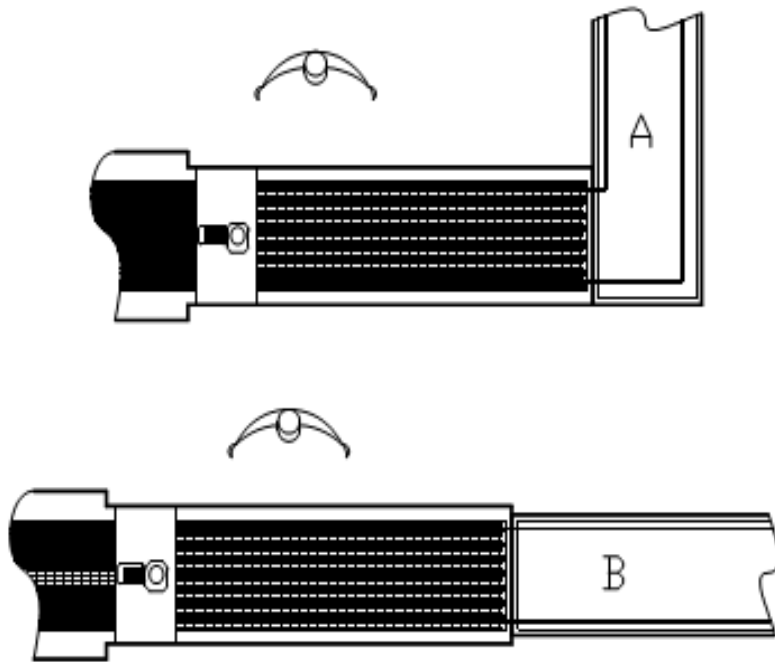
Una vez fijado el nivel de trabajo, se procederá a la correcta nivelación del Horno de Termocontracción y la Agrupadora Envolvedora, el mismo se tendrá en cuenta con las cintas de transporte y deberá ser transversal y longitudinal.

Niveladas las dos partes, procederemos a unir el túnel con la Agrupadora Envolvedora por medio de las barras de unión, respetando la distancia estipulada en el dibujo de 5mm. de separación en la transferencia entre las mismas.



Continuación del anexo 5.

Debe ser controlada también la alineación de los dos elementos para evitar la posible deformación de los paquetes a posteriori.



Deberá instalarse un sistema de transporte de entrada, el cual podrá ser a 90°(A) o lineal (B); es preferible la forma a 90°, debido a que provoca menor presión sobre el divisor de latas.-

Terminado el trabajo se puede proceder a la fijación del transporte de entrada, el mismo será fijado a la Agrupadora Envolvedora con soportes y se confeccionará una transferencia en acero inoxidable, dependiendo del tipo de transporte de entrada utilizado.

La velocidad y largo de los mismos, deberá ser acorde a la producción en paquetes/minuto lo cual podrá ser consultado con EDOS para la confección del mismo.

La Agrupadora Envolvedora necesita de acumulación en la entrada para un mejoramiento del rendimiento de la misma (debe ser consultado previamente con EDOS, para colocar de común acuerdo, la mejor posibilidad de acumuladores).

Preferentemente los transportes de entrada serán con velocidad variable y modulación del mismo, como así también la posibilidad de por lo menos 2 transferencias previas para disminuir la presión sobre la máquina.

Las guías de entrada provistas por EDOS, pueden ser colocadas uniéndolas con las de su propiedad o si no fueran compatibles, pueden ser prolongadas las propias y terminar dentro de la Agrupadora Envolvedora.

Continuación de anexo 5.

Sistema Neumático.

Parte de la máquina	Tarea a ejecutar	Frecuencia
Conexiones y mangueras.	Verificar	Mensual
Nivel aceite lubricador.	Verificar	C/Turno
Filtro.	Purgar	C/Turno
Cilindros neumáticos y ventosas.	Revisar	Mensual

Sistema Mecánico.

Parte de la máquina	Tarea a ejecutar	Frecuencia
Cinta transportadoras-Agrupadora.	Tensión, estado, estado de ganchos, clipper.	Mensual
Cinta transportadora Horno.	Limpiar y revisar.	Mensual
Reductores.	Nivel de aceite, perdidas, rodamientos.	Mensual
	Cambio total de aceite.	2000 hs
Rodamientos en general.	Revisar.	Mensual
Cadenas de transmisión.	Estado, tensión, engrase.	Mensual
Correas.	Tensión.	Mensual
Zona de agrupado y salida.	Revisar estado de empujadores, limpieza de superficie.	C/Turno
Rodillos.	Revisar verificar que giren libremente y limpiar.	Semanal
Ventiladores de horno y salida.	Revisar.	Mensual
Cortinas del horno	Verificar estado	Mensual
Recorrida general.	Guías, acrílicos, perillas, bulonería, etc.	Mensual
Distribuidor de producto.	Tensión y estado de correas, cadenas y barras distribuidoras.	Semanal
Cortador de poli	Tensión y estado de correas, cadenas y cuchilla de corte.	Semanal
Frenos electromagnéticos	Verificar limpieza y desgaste	Semanal

Continuación de anexo 5.

Sistema Eléctrico.

Parte de la máquina	Tarea a ejecutar	Frecuencia
Tableros.	Estado general.	Mensual
Borneras	Controlar correcto contacto	Mensual
Motores.	Conexiones y rodamientos.	Semanal
Transformadores y contactores.	Controlar.	Mensual
Indicadores de temperatura.	Controlar.	Mensual
Resistencia del horno.	Controlar.	Mensual
Cinta de nicrón soldadora.	Verificar estado	Mensual
Teflon soldadora.	Rebobinar o reemplazar	Mensual
Conexionado soldadora.	Verificar estado	Semanal

Las pautas de mantenimiento y limpieza a seguir, las podemos enumerar de la siguiente forma:

- 1) Limpieza exterior de la maquina con agua y jabón, con cepillo, paño o papel (sin manguera).
- 2) Limpieza ventana (policarbonato) con agua y jabón, con paño o papel.
- 3) Humedecer Cintas Transportadoras de transferencia por debajo y arriba, con abundante agua o agua con lubricante, mínimo 2 (dos) veces por turno.
- 4) Humedecer Cintas Transportadoras de Rueda y Salida, solamente por debajo, con agua o agua con lubricante.
- 5) Limpiar chapas laterales guía, con agua y jabón.
- 6) Limpiar Rolos de goma en Cortador, con agua y jabón con un paño.
- 7) Revisar lubricación cadenas laterales de horno las mismas deberán tener una capa mínima de lubricante de alta temperatura *tipo LOCTITE 767 parte 76764 Anti Seize*
- 8) Revisar estado cinta Nicrón y teflon de la soldadora automática.

Fuente: Equipo EDOS.