



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

**PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO EN UNA LÍNEA DE CONSOMÉS EN
MALHER, S.A.**

Luis Fernando Quiñónez Fernández
Asesorado por el Ing. José Manuel Delio

Guatemala, marzo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO EN UNA LÍNEA DE CONSOMÉS EN
MALHER, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LUIS FERNANDO QUIÑÓNEZ FERNÁNDEZ
ASESORADO POR EL ING. JOSÉ MANUEL DELIO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
SECRETARIO	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:

PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO EN UNA LÍNEA DE CONSOMÉS EN MALHER, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 26 de octubre de 2015.


Luis Fernando Quiñónez Fernández

Guatemala 9 de Julio 2018

Ingeniero
Juan José Peralta Dardón
Director EMI
Facultad de Ingeniería USAC
Presente.

Por este medio me dirijo a su persona para hacer constar que acepte asesorar el trabajo de graduación titulado "Plan de Mantenimiento autónomo en una línea de consomés en Malher, S.A." del joven Luis Fernando Quiñonez Fernández, quien se identifica con carnet número 2012-13133.

Confirmando que la tesis en mención fue revisada y la doy por aprobada para continuar con el proceso en la Facultad de Ingeniería.

Sin más que agregar, queda de usted.

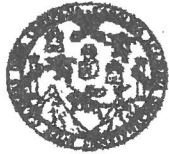
Atentamente,



Ing. José Manuel Delio
Colegiado 11967

Ing. José Delio Quiñonez
Colegiado 11967

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.170.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO EN UNA LÍNEA DE CONSOMÉS EN MALHER, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Luis Fernando Quiñónez Fernández**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Rocio Carolina Medina Galindo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Rocio Carolina Medina Galindo
Ingeniera Industrial
Col. 8957

Guatemala, noviembre de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.048.019

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 **PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO EN UNA LÍNEA DE CONSOMÉS EN MALHER, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Luis Fernando Quiñónez Fernández**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2019.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala

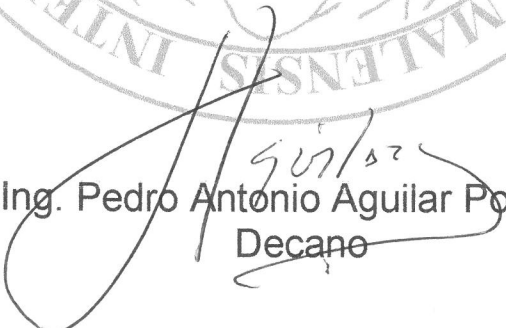


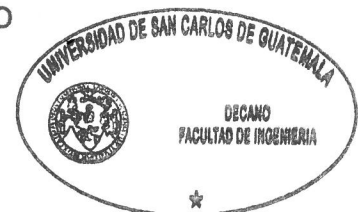
Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.139.2019

El Decano 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 del trabajo de graduación titulado: **“PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO EN UNA LÍNEA DE CONSOMÉS EN MALHER, S.A.”** presentado por el estudiante universitario: **Luis Fernando Quiñónez Fernández** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Marzo de 2019

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por estar siempre conmigo, darme el don de la vida, salud, una familia y el privilegio de llegar a esta instancia.
Mi mamá	Lisette Fernández, por todo su amor, entendimiento y apoyo, por estar siempre para mí, a pesar de la distancia.
Mi papá	Luis Alberto Quiñónez, por ser un ejemplo de vida, por su lucha constante y sus enseñanzas.
Mi esposa	Emilyn Cordero, por todo su apoyo y motivación en esta última etapa.
Mi hija	Amelie Belén, por ser la motivación del día a día.
Mis hermanos	Gerardo y Ximena, por ser una importante influencia a lo largo de mi vida, por todo su cariño y apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

Facultad de Ingeniería USAC	A sus catedráticos, y las enseñanzas profesionales y personales que me permitieron desarrollar competencias para la vida.
A mi familia	Padres, esposa, hija, hermanos, tíos, abuelos y primos, quienes son parte también de este logro.
Ing. José Manuel Delio	Por asesorarme en el trabajo de graduación. Por ser un ejemplo profesional y personal, por todo el apoyo y enseñanzas. Sin él este trabajo no hubiese sido posible.
Ing. Marco Recinos	Por darme la primera oportunidad laboral de desarrollo profesional, por sus consejos y enseñanzas.
Ing. Jorge Mazariegos	Por permitirme iniciar con el trabajo de graduación en la empresa, por su ayuda y sus enseñanzas.
Inga. Rocío Medina	Por su tiempo y recomendaciones para la mejora de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Historia.....	1
1.1.2. Misión.....	3
1.1.3. Visión	4
1.1.4. Valores.....	4
1.1.5. Ubicación	5
1.2. Política integrada MALHER, S.A.	6
1.2.1. Política de seguridad y salud en el trabajo	7
1.2.2. Política de calidad e inocuidad alimentaria.....	8
1.2.3. Política de respeto al medio ambiente.....	9
1.2.4. Política de desarrollo del personal.....	10
1.3. Actividad y funciones de la empresa	10
1.4. Estructura organizacional	11
1.5. Estructura del equipo de trabajo autónomo	12
2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	15
2.1. Confiabilidad de la línea.....	15

2.2.	Actividades que afectan la confiabilidad de la línea	16
2.2.1.	Limpieza en seco	20
2.2.1.1.	Frecuencia de limpieza en seco	20
2.2.1.2.	Insumos para limpieza en seco	20
2.2.1.3.	Actividades de limpieza en seco....	21
2.2.1.3.1.	Preparación	22
2.2.1.3.2.	Durante la limpieza.	22
2.2.1.3.3.	Inspección posterior	24
2.2.2.	Limpieza húmeda.....	26
2.2.2.1.	Frecuencia de limpieza húmeda	27
2.2.2.2.	Insumos para limpieza húmeda.....	27
2.2.2.3.	Actividades de la limpieza húmeda	27
2.2.2.3.1.	Pre lavado	28
2.2.2.3.2.	Lavado de piezas ...	28
2.2.2.3.3.	Inspección postlavado	30
2.2.3.	Paros no programados	30
2.2.3.1.	Fallas y averías.....	31
2.3.	Mapa de riesgos de la línea.....	31
2.3.1.	Propósito del mapa de riesgos	32
2.3.2.	Elaboración del mapa de riesgos.....	32
2.4.	Legalidades y normas.....	35
2.4.1.	Marco legal guatemalteco.....	35
2.4.1.1.	Ley de protección y mejoramiento.	35
2.4.1.2.	Ley de seguridad alimentaria.....	36
2.4.1.3.	Reglamento del IGSS	36
2.4.2.	Normas del RTCA.....	37
2.4.3.	Normas Nestlé	37

	2.4.3.1.	GI-254.15 Plan 60 horas.....	38
	2.4.3.2.	GI-14.001-2 Sistema ambiental	38
	2.4.3.3.	GI-14.020-2 Métodos de limpieza..	39
3.		PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	41
3.1.		Limpieza inicial.....	41
3.1.1.		Propósito de la limpieza inicial.....	42
3.1.2.		Pérdidas relacionadas con la limpieza.....	42
3.1.3.		Expectativas de la limpieza inicial.....	44
3.1.4.		Matriz de actividades de la limpieza inicial	44
	3.1.4.1.	Actividades pre limpieza inicial	44
	3.1.4.2.	Actividades de la limpieza inicial ...	49
		3.1.4.2.1. Materiales	
		requeridos	51
	3.1.4.3.	Actividades post limpieza inicial ...	51
		3.1.4.3.1. Proceso de tarjeteo	
		52	
		3.1.4.3.2. Tarjeteo	54
3.2.		Identificación de fuentes de contaminación	57
3.2.1.		Priorización de las fuentes de contaminación...	60
3.3.		Identificación de lugares de difícil acceso.....	62
3.3.1.		Priorización de lugares de difícil acceso.....	64
3.4.		Identificación de ajustes innecesarios	66
3.5.		Mapa de lubricación.....	67
3.5.1.		Creación del mapa de lubricación.....	70
3.6.		Plan de lubricación.....	72
4.		IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN	73
4.1.		Aplicación de 5S en el área	73
4.2.		Ejecución de la limpieza inicial	85

4.2.1.	Actividades con la máquina arrancada	85
4.2.2.	Actividades con la máquina detenida	86
4.3.	Conteo de tarjetas resueltas	87
4.4.	Tratamiento de fuentes de contaminación	87
4.5.	Sistema de gestión visual	97
4.5.1.	Aplicación de <i>centerlining</i>	99
4.5.2.	Eliminación de ajustes innecesarios	101
4.6.	Lista de fuentes de contaminación	102
4.7.	Lista de lugares de difícil acceso	103
4.8.	Estandarización del mapa de lubricación	104
4.8.1.	Identificación de lubricantes.....	105
4.8.2.	Controles visuales para lubricantes	106
4.8.3.	Almacenamiento de lubricantes	108
4.9.	Capacitación del plan de lubricación	109
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA	111
5.1.	Evaluación de confiabilidad	111
5.1.1.	Análisis de paros y tiempo perdido	114
5.1.2.	Creación de indicadores	117
5.2.	Auditoría de mantenimiento autónomo	119
5.2.1.	Preparación de la auditoría.....	119
5.2.2.	Realización de la auditoría.....	120
5.2.3.	Resumen de resultados	121
6.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	123
6.1.	Definición del ámbito del estudio de impacto ambiental ..	123
6.2.	Inventario y valoración ambiental	124
6.3.	Previsión de impactos.....	127
6.4.	Evaluación de impactos	129

6.5. Medidas de mitigación de impactos.....	138
CONCLUSIONES.....	145
RECOMENDACIONES	147
BIBLIOGRAFÍA	149
APÉNDICES.....	151
ANEXOS	155

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa MALHER, S.A.	6
2.	Estructura organizacional MALHER, S.A.	12
3.	Estructura del GTA	13
4.	Mapa de la línea de consomé.....	16
5.	Gráfico de paros en la línea – primer semestre 2015.....	19
6.	Insumos de limpieza en seco	21
7.	Actividades pre limpieza de la línea	22
8.	Actividades durante la limpieza de la línea – 1.....	23
9.	Actividades durante la limpieza de la línea – 2.....	24
10.	Formato de monitoreo de piezas móviles - 1.....	25
11.	Formato de monitoreo de piezas móviles – 2.....	26
12.	Procedimiento de lavado de la línea -1	29
13.	Procedimiento de lavado de la línea – 2.....	30
14.	Mapa de riesgos de la llenadora.....	46
15.	Mapa de riesgos de la selladora.....	46
16.	Mapa de riesgo de la taponadora.....	47
17.	Código de colores para utensilios de limpieza	47
18.	Estándar provisional para la limpieza inicial	49
19.	Total de tarjetas levantadas en la limpieza inicial.....	55
20.	Porcentaje de tarjetas levantadas en la limpieza inicial	55
21.	Conteo de tarjetas por equipo	56
22.	Clasificación de tarjetas por anomalía.....	56
23.	Flujograma para la solución de fuentes de contaminación.....	59

24.	Lista inicial de fuentes de contaminación	60
25.	Matriz de priorización de fuentes de contaminación.....	61
26.	Flujograma para la eliminación de lugares de difícil acceso	63
27.	Lista inicial de lugares de difícil acceso identificados.....	64
28.	Matriz de priorización para lugares de difícil acceso	65
29.	Lista de puntos de lubricación con grasa	69
30.	Lista de puntos de lubricación con aceite.....	70
31.	Mapa de lubricación de la línea	71
32.	Metodología japonesa 5S	74
33.	Situación previa a la clasificación	76
34.	Árbol de decisión de clasificació.....	77
35.	Área de cuarentena inicial	78
36.	Área de cuarentena avanzada.....	78
37.	Situación esperada al finalizar la etapa de organización	80
38.	Situación deseada al limpiar el área.....	81
39.	Ejemplo de estándar visual en área de lavado	83
40.	Situación esperada luego de la estandarización	84
41.	Suciedad encontrada en la limpieza inicial.....	86
42.	Círculo de Deming	88
43.	Fuente de contaminación Núm.1	90
44.	Fuente de contaminación Núm. 2.....	90
45.	Diagrama ISHIKAWA para la fuente de contaminación Núm. 2.....	91
46.	Causa raíz de la fuente de contaminación Núm. 2.....	92
47.	Fuente de contaminación Núm. 3.....	92
48.	Fuente de contaminación Núm. 4.....	93
49.	Fuente de contaminación Núm. 5.....	94
50.	Fuente de contaminación Núm. 6.....	94
51.	Fuente de contaminación Núm. 7.....	95
52.	Fuente de contaminación Núm. 8.....	96

53.	Fuente de contaminación Núm. 9.....	96
54.	Fuente de contaminación Núm. 10.....	97
55.	Punto estático de <i>centerlining</i> en carrilera.....	100
56.	Punto dinámico de <i>centerlining</i> en carrilera.....	101
57.	Eliminación de tornillo en un punto estático	102
58.	Mapa de fuentes de contaminación en la línea	103
59.	Mapa de lugares de difícil acceso en la línea.....	104
60.	Mapa de lubricación de la línea	105
61.	Sistema de identificación para almacenamiento de lubricantes...	108
62.	Resumen de asociación de pérdidas.....	112
63.	Pérdidas en la línea de consumé	115
64.	Desglose de pérdidas	116
65.	Formato de indicadores	118
66.	Proceso de evaluaciones de mantenimiento autónomo	120
67.	Resultados de auditoría.....	122

TABLAS

I.	Valores de la empresa MALHER, S.A.....	5
II.	Productos elaborados por MALHER, S.A.....	11
III.	Esquema de confiabilidad de la línea	16
IV.	Análisis de paro por tipo – período: primer semestre 2015.....	19
V.	Riesgos presentes en la línea	34
VI.	Pérdidas relacionadas con la limpieza de la línea.....	43
VII.	Criterio para clasificación de tarjetas.....	53
VIII.	Lista de lubricantes utilizados en la línea	106
IX.	Nombre y código de los lubricantes utilizados.....	107
X.	Símbolo representativo para los lubricantes de la línea.....	107
XI.	Ahorro estimado por cierre de tarjetas	112

XII.	Proyección de mejoras al primer semestre 2017.	113
XIII.	Objetivos planteados	117
XIV.	Inventario y valoración ambiental	125
XV.	Ámbitos ambientales	127
XVI.	Matriz de previsión de impactos ambientales.....	128
XVII.	Lista de atributos de la evaluación ambiental.....	130
XVIII.	Tipos de impacto ambiental.....	131
XIX.	Valorización de impacto atmosférico	132
XX.	Valorización de impacto acústico	133
XXI.	Valorización de impacto hídrico.....	134
XXII.	Valorización de impacto biótico	135
XXIII.	Valorización de impacto edáfico	136
XXIV.	Valorización de impacto socioeconómico.....	137
XXV.	Medidas de mitigación para el impacto atmosférico.....	139
XXVI.	Medidas de mitigación para el impacto acústico	140
XXVII.	Medidas de mitigación para el impacto biótico	140
XXVIII.	Medidas de mitigación para el impacto hídrico.....	141
XXIX.	Medidas de mitigación para el impacto edáfico.....	142
XXX.	Medidas de mitigación para el impacto socioeconómico.....	143

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Cm	Centímetro, unidad de longitud
\$	Dólar, unidad de moneda estadounidense
g	Gramo, unidad principal de masa
m	Metro, unidad de longitud
Min	Minuto, unidad de medida de tiempo
%	Porcentaje
Q	Quetzal, unidad de moneda guatemalteca

GLOSARIO

5S	Metodología japonesa que se basa en cinco principios y se expresa en palabras japonesas. Cada palabra es un paso y tiene un significado importante para lograr un área de trabajo ordenada y segura.
ALKEMY CB401	Solución estabilizadora para limpieza y desinfección, propiedad de Alkemy Corp. Guatemala.
Anormalidades	Todo aquello que no debería presentarse en el funcionamiento normal de la línea. Elementos que restan a la confiabilidad y que generan paros en el proceso productivo, tales como limpiezas o averías.
<i>Centerlining</i>	Herramienta de gestión visual que simplifica las operaciones y reduce la pérdida por concepto de ajustes en la línea.
Confiabilidad	Probabilidad de que un sistema desempeñe de manera satisfactoria la función para la que fue creada, durante un período establecido y en condiciones de operación específicas.
Estándar	Modelo por seguir para cumplir toda actividad dentro de un proceso. Es definido por consenso y da las pautas de uso común, con el objetivo de tener

un óptimo nivel de resultados.

FDC	Fuente de contaminación o cada punto identificado que genere contaminación y ocasione paros por limpieza en el área de trabajo.
<i>General Instruction</i>	Instrucciones generales de la compañía. Documentos internos que dan las pautas a seguir en todos los procesos. También presentada como GI.
Grupo de trabajo autónomo	Es el grupo de operadores que tendrá avance en las herramientas de la metodología. También presentado como GTA.
Impacto edáfico	Impacto ambiental que afecta la capa superficial del suelo.
Indicadores	Herramienta para medir el desempeño de las actividades. Se definen según prioridades y necesidades del negocio.
Limpieza inicial	Es la referencia del primer paso de la metodología de mantenimiento autónomo, se necesita para inspeccionar la línea y comenzar la vuelta a condiciones básicas.

Línea piloto	Línea seleccionada para comenzar con el desarrollo de TPM, esta debe ser la de mayor presencia económica de la fábrica.
Lubricación	Actividad de mantenimiento que tiene por objeto anular o disminuir el deterioro forzado debido a la resistencia al rozamiento entre piezas.
Lugar de difícil acceso	Espacio de pequeña dimensión, que tiene obstrucción para llegar a él o que está a una altura elevada. También presentados como LDA.
LUP	Lección de un punto, es un instrumento básico en la transferencia de conocimientos, sencillo y bien aceptado por los operadores.
Mantenimiento autónomo	Pilar de la metodología TPM que busca capacitar a los operadores, para trabajar proactivamente y así hacer confiables los procesos de manufactura.
Mantenimiento planeado	Pilar de la metodología TPM que busca facilitar las herramientas de la línea, para minimizar el deterioro forzado y hacer confiables los procesos de manufactura.
Mapa de riesgos	Análisis de los riesgos de la línea en donde se identifican los riesgos y se mapean para que sean fáciles de contener y así entregar un área de trabajo más segura.

Paros no planeados	Pérdidas en la confiabilidad de la línea por situaciones que no están contempladas en la programación diaria y que requieren detener la producción.
Paros planeados	Pérdidas en la confiabilidad de la línea por situaciones planificadas que requieren detener la producción, como las limpiezas por cambio de producto en la llenadora.
Pérdida de velocidad	Pérdida en la confiabilidad de la línea debido a trabajo a una velocidad menor a la estándar.
Reproceso	Actividad que genera pérdida en la confiabilidad debido a material fuera de especificaciones que necesita ser trabajado una segunda vez.
Tarjeteo	Sistema de identificación de anomalías en la línea, consiste en colocar tarjetas por cada anomalía encontrada.
TPM	Metodología de trabajo avanzada que tiene como objetivo hacer confiables los procesos y administrar de forma óptima el desempeño de manufactura. Las iniciales TPM son las siglas en inglés de <i>Total Performance Management</i> .

WYPALL

Toalla absorbente grado industrial, propiedad de Kimberly Clark internacional.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, titulado Plan de mantenimiento autónomo en una línea de consomés en MALHER, S.A. Fue desarrollado en la planta de producción de esta empresa, que se dedica a la elaboración, distribución y venta de productos alimenticios en polvo.

Cuando MALHER, S.A. Fue absorbida por Nestlé comenzó con un proceso de comparación y cambios hacia los procedimientos y normas de la transnacional suiza, que al darse cuenta de que la planta en general operaba a niveles de confiabilidad inferiores a las demás plantas Nestlé de la región, decide adoptar la metodología de administración total de desempeño.

Con un estudio de costos se determinó que la línea de consomé en bote es la que más pérdidas genera, pero también la que tiene mayor oportunidad de ser rentable, pues el consomé en bote se convirtió en el producto insignia de la compañía. Por tal motivo, gerencia autoriza iniciar el sistema de TPM en la línea de consomés, definida como “línea piloto” y crea equipos multidisciplinarios de trabajo que tendrán como objetivo mejorar la confiabilidad de planta.

El plan de mantenimiento autónomo presenta mejoras en la confiabilidad de la línea con herramientas como estandarización de procedimientos de limpieza según estudio de tiempos, creación de competencias en el personal operativo para contribuir a su autonomía, análisis para eliminar fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso, implementación de sistemas de orden y limpieza con metodología de 5S.

El desarrollo de este trabajo aportó a la empresa la estandarización de procedimientos de limpieza y lubricación de los equipos, las guías para mantener orden y limpieza, en un sistema propio de auditoría que deberá ser ejecutado en su totalidad por el grupo de operadores de la línea, y el análisis e identificación de riesgos con sus controles para brindar a los colaboradores un área de trabajo más segura. Con esto se aseguró la reducción de paros no planeados y de paros planeados, para que la línea tenga más tiempo productivo y así aumente su índice de confiabilidad.

Respecto del tema ambiental, la empresa mantiene un fuerte compromiso con la sostenibilidad del ambiente basando sus esfuerzos en la clasificación de desechos para reducir su envío al vertedero municipal, y la reducción del consumo de agua y energía. En sintonía con la política ambiental de la empresa y en cumplimiento con los requisitos de todo proyecto, se desarrolló una matriz de previsión de impactos ambientales con el fin de determinar el impacto generado por la línea de consumo y lanzar la propuesta de planes de mitigación en base a regulaciones locales y normativas propias de Nestlé.

OBJETIVOS

General

Desarrollar el plan de mantenimiento autónomo en una línea de llenado y empaque de consomés para aumentar la confiabilidad de la máquina y mejorar su proceso productivo.

Específico

1. Analizar la situación actual de la línea piloto, haciendo uso de herramientas de análisis y de bases de datos existentes.
2. Crear un plan de desarrollo de competencias en el grupo de trabajo autónomo, para empoderar a los colaboradores en las actividades de operación de la línea.
3. Reducir el tiempo de paros planeados con respecto al valor actual de tiempo de paro, desarrollando procedimientos que estandaricen las actividades de limpieza de la línea.
4. Disminuir la pérdida de confiabilidad por concepto de paros no planeados, a través de un plan de lubricación de los equipos.
5. Aumentar el valor de confiabilidad de la línea, a través de la eliminación de lugares de difícil acceso y fuentes de contaminación prioritarios.

6. Desarrollar el mapa de riesgos para los equipos de la línea, para contribuir al pilar de seguridad en la línea.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está orientado a desarrollar un plan de mantenimiento autónomo para una línea empacadora de consomé en MALHER, S.A. Una empresa que se dedica a la elaboración y distribución de alimentos procesados en polvo. El propósito es dar una guía en la implementación de metodologías avanzadas para aumentar la confiabilidad y optimizar la producción de consomé. Se estima que los resultados de la implementación de un plan de mantenimiento autónomo servirán al departamento de manufactura ya que su labor es administrar los recursos y dar servicio al área comercial cuando requieren producto para la venta.

Los sistemas de mejora continua implementados por Nestlé, dan una ventaja competitiva a MALHER, S.A. debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros y el conocimiento de sus colaboradores. La reducción de pérdidas y el camino hacia la excelencia se debe lograr a través de la promoción del trabajo en grupos multifuncionales, comprometidos y altamente capacitados para alinear la misión, visión y objetivos de la empresa.

Mantenimiento autónomo es uno de estos grupos multifuncionales de la administración total del desempeño y busca desarrollar competencias y condiciones para trabajar proactivamente y hacer confiables los procesos de manufactura, basándose en las condiciones de la línea y las habilidades del grupo de trabajo autónomo. Este sistema incluye una serie de herramientas que se clasifican en fase previa, durante y fase posterior al desarrollo de la metodología pues inicialmente se debe hacer análisis e identificaciones de

anormalidades, luego trabajar para corregirlas y, por último, trabajar para mantenerlas y mejorarlas.

Las herramientas de mantenimiento autónomo son el mapa de riesgos, fuentes de suciedad, lugares de difícil acceso, 5S, gestión visual y lubricación. Todas ellas se asocian a las pérdidas de confiabilidad que se ven reducidas conforme el avance en el desarrollo de las mismas.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Descripción de la empresa

En esta sección se presenta una reseña de la información general de la empresa en donde se desarrolla el trabajo de graduación.

1.1.1. Historia

Con iniciativa, esfuerzo e ingenio como ingredientes principales, una familia guatemalteca comenzó un pequeño negocio, la abarrotería “Los Chompipitos”, que con el pasar de los años se convertiría en todo un éxito. Quienes dieron inicio a este sueño fueron Miguel Ángel Maldonado y su esposa María García, quienes sin saberlo habían comenzado uno de los negocios más grandes en la historia de Guatemala.

El 25 de agosto de 1949 empezaron su vida matrimonial y al poco tiempo llegó su primogénita, pero también la primera adversidad. La situación política y social de Guatemala, obligó a don Miguel Ángel a emigrar hacia México, seguido poco después por su familia. Estando allá emprendieron el comedor “La Pajarera”, ubicado en la Avenida Revolución, con el cual se estabilizaron rápidamente.

Por aquellos días en México, una amiga de doña María le enseñó a hacer unas gelatinas que se vendían muy bien y que no necesitaban refrigeración para su transporte. Convencida de que el futuro de la familia estaba en su tierra, doña

María decidió regresar a Guatemala, se instaló de nuevo en su tienda y trajo con ella la innovación para elaborar las gelatinas que tuvieron mucha aceptación.

En 1964 don Miguel introdujo el producto insignia de la compañía, el consomé de pollo. Adquiriendo la primera máquina deshidratadora, traída de Europa. Con el crecimiento de la demanda y producción, a finales de 1980 se adquirió otra planta de producción en el departamento de Chimaltenango, equipada con maquinaria adecuada para realizar los procesos húmedos para los chiles y los frijoles enlatados.

En 2000, la innovación fue nuevamente el ingrediente principal para la llegada del nuevo milenio. Y fue el refresco en polvo, YUS, el producto encargado de demostrarlo, aumentando la capacidad de producción y permitiendo competir con grandes compañías en la región.

El refresco en polvo con auténtico sabor a frutas revolucionó el mercado, colocándose en un tiempo récord como líder absoluto en la región. Adicional al éxito obtenido en la categoría de refrescos lo más representativo de esos años fue la introducción de la cartera de productos en el mercado de Norteamérica, específicamente en México y Estados Unidos.

De esa manera, MALHER, S.A. Continuó con la diversificación de productos que tienen como finalidad ahorrar tiempo en la cocina, tales como los preparados en polvo, que son sin lugar a dudas un aporte para las nuevas generaciones que no han adquirido la experiencia de la cocina lenta y laboriosa de otras generaciones o que simplemente tienen menos tiempo para tareas domésticas.

El trabajo fuerte y la visión e innovación de la empresa hicieron que MALHER, S.A. Fuera premiada con el reconocimiento de *Marketing hall of fame*,

otorgado por el *United States Marketing Institute*, por la preferencia de las familias de Centroamérica, Estados Unidos, México y algunos países del Caribe.

Para el año 2010, MALHER, S.A. Estaba consolidada como líder indiscutible en la venta de productos alimenticios en polvo, a pesar de los intentos fallidos del gigante mundial Nestlé por ganar la competencia. Ante esta situación la transnacional suiza decide comprar las acciones de MALHER, S.A. Y así lograron consolidar el liderazgo de Nestlé en la categoría culinaria de la región. Hoy en día se prepara el plato fuerte, un plato condimentado con la visión de dos grandes líderes: MALHER, S.A. Y Nestlé.

Con la unión a la familia Nestlé, la empresa guatemalteca se prepara para trascender a través de las fronteras, con casi 20 líneas de productos, entre los cuales el consomé Malher sigue siendo el líder, facilitando soluciones e ideas a las amas de casa.

MALHER, S.A. Con el liderazgo en refrescos y sazonzadores, la eficiencia y cobertura de un sistema de distribución único y la flexibilidad de sus procesos productivos para satisfacer las necesidades de consumidores emergentes, se une con el trabajo y experiencia de Nestlé en toda la región para juntos trascender de nuevo en el mercado y en la historia. Comparten los valores de sus orígenes: trabajo, innovación, calidad y servicio, que son los elementos que aseguran el éxito de ambas compañías en el presente y el futuro.

1.1.2. Misión

Producir y comercializar alimentos y bebidas de alta calidad y fácil preparación para satisfacer a los consumidores.

1.1.3. Visión

Ser la empresa de alimentos más reconocida y exitosa de la región y mercados adyacentes, con innovación, calidad y flexibilidad, siendo líderes en donde se participe, logrando que todos consuman estas marcas.

1.1.4. Valores

Los valores adoptados por la empresa se muestran en la tabla I.

Tabla I. **Valores de la empresa MALHER, S.A.**

Integridad	Creer en la honestidad y transparencia, protegiendo el bienestar y la reputación de la compañía y de aquellos que la conforman.
Creatividad	Creer en aplicar creatividad a todos los aspectos del negocio, a través de la búsqueda constante de innovación y mejora para todos los productos y procesos.
Orientación al cliente	Creer en las relaciones permanentes con los clientes, poniendo a su disposición la pericia y recursos para ser un factor en su éxito y crecimiento.
Lealtad	Creer en fomentar un sentido de responsabilidad, compromiso y confianza en todo el personal de la organización, brindando oportunidades para que cada uno desarrolle su potencial al máximo.
Responsabilidad social	Creer en un compromiso continuo con la sociedad y el medio ambiente, contribuyendo activamente a su mejora.

Fuente: MALHER, S.A. Departamento de Recursos Humanos

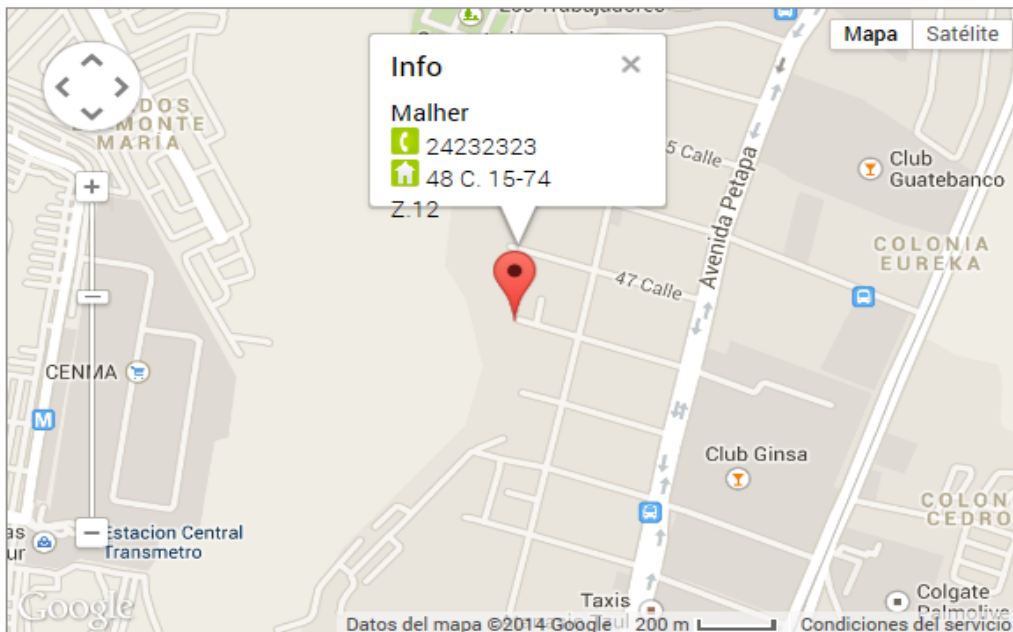
1.1.5. Ubicación

Actualmente la fábrica de MALHER, S.A. Se encuentra en la 48 calle 15-74 zona 12, de la ciudad de Guatemala, su ubicación de forma representativa se presenta en la figura 1. Las colindancias del terreno son:

- Noreste – avenida Petapa

- Sureste – colonia Villa Hermosa, zona 12
- Suroeste y Noroeste – terreno propiedad de camposanto La Colina

Figura 1. **Ubicación de la empresa MALHER, S.A.**



Fuente: Google Maps.

1.2. **Política integrada MALHER, S.A.**

MALHER, S.A. Es una empresa dedicada a la producción, empaque, almacenamiento y despacho de productos alimenticios, comprometida con el cumplimiento de los requisitos de los clientes y regulatorios aplicables. El sistema de gestión de inocuidad y competencia del personal le permite a la empresa mejorar los procesos y brindar productos aptos para el consumo humano.

El objetivo es asegurar la inocuidad alimentaria y los estándares de calidad definidos para mantener la confianza y preferencia de los clientes internos y

externos. La política integrada se basa en tres aspectos fundamentales con igual importancia dentro del sistema, estos son la calidad del producto, la seguridad en sus procesos y el compromiso con la sostenibilidad ambiental.

1.2.1. Política de seguridad y salud en el trabajo

MALHER, S.A. adoptó el sistema de gestión de Nestlé para velar por la prevención de los accidentes en el trabajo y las enfermedades profesionales derivadas de la operación laboral; así como contribuir al bienestar físico y mental de sus empleados.

El sistema unificado de Salud y Seguridad, fundamentado en el Acuerdo Gubernativo 229-2014 (Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional) y normas Nestlé basadas en OHSAS 18001, es prioridad en la organización y es respaldado por gerencia para el cumplimiento de todos los niveles.

MALHER, S.A. Tiene como objetivo cero accidentes dentro de sus instalaciones y se trabaja de acuerdo con los siguientes pilares:

- Sistema de identificación y prevención, donde todos los colaboradores reportan todo acto o condición insegura para su corrección.
- Análisis y gestión de riesgos para todas las actividades rutinarias y no rutinarias que se realizan por colaboradores propios y contratistas.
- Obligatoriedad de permisos de trabajo por personal competente para trabajos de alto riesgo: trabajos en altura, trabajos en caliente, trabajos en espacios confinados y trabajos eléctricos.

1.2.2. Política de calidad e inocuidad alimentaria

MALHER, S.A. Tiene como compromiso entregar a los consumidores un producto sin defectos de sabor, olor o apariencia. La política de calidad e inocuidad está a cargo de todo un departamento compuesto por varias personas que día a día verifica y analiza todos los posibles factores que podrían llevar a cualquier incumplimiento a este compromiso.

El sistema Nestlé se basa en la norma FSSC 22000, un esquema de certificación completo basado en normativas ISO de inocuidad y seguridad alimentaria. Los procedimientos aplicados para planta MALHER, S.A. Son auditados anualmente por Nestlé y por entidades externas como SGS. Además de cumplir con regulaciones legales como el Reglamento Técnico Centroamericano.

El área de control de calidad tiene creados procedimientos obligatorios para las áreas de seguridad alimentaria, higiene, inocuidad y trazabilidad. Algunos de ellos son:

- Área de lavado de manos en ingreso a planta, áreas inocuas y seguras de cambiadores para el personal, a quien además se le facilita el lavado de uniformes diariamente.
- Procedimientos de limpieza general en planta.
- Área hermética de lavado de equipos, para evitar propagación de agua en zonas de empaque.
- Análisis microbiológicos y nutricionales diarios y aleatorios.
- Sistema de trazabilidad completo, que inicia desde la recepción de materias primas hasta la colocación en tienda de producto terminado.

- Comité de manejo del cambio que debe evaluar toda adquisición o cambio significativo en procesos e infraestructura.

1.2.3. Política de respeto al medio ambiente

Nestlé es una empresa altamente comprometida con la sostenibilidad y el cuidado del ambiente, con varias iniciativas a nivel mundial para mitigar los posibles efectos que se generan en sus áreas de producción.

El sistema de gestión que se comienza a implementar en MALHER, S.A. Se basa en la norma ISO 14001, que ayuda a la organización a identificar, priorizar y gestionar los riesgos ambientales como parte de sus actividades diarias, para cumplir de sobremanera con las normativas locales de cuidado ambiental.

La organización respeta el ambiente, apoya e invierte en la sostenibilidad ambiental y mantiene prácticas comerciales seguras en la región. A fin de cumplir con estas afirmaciones, se trabaja en tres ejes principales:

- Reducción en la cantidad de desechos que son enviados a vertederos municipales, la compañía mantiene alianzas con empresas que se dedican a dar tratamientos como reciclaje, compostaje o reuso. Y acepta la venta o donación de sus desechos a fin de cumplir con esta premisa.
- Uso de energías renovables, principalmente de energía eólica que es comprada para operar la planta industrial en su totalidad. Con esto se contribuye a reducir las emisiones de efecto invernadero por el uso de energías combustibles.

- Reducción en el consumo de recurso hídrico y tratamiento de las aguas residuales antes de su disposición final. Con una planta de tratamiento de aguas residuales instalada en la última década se asegura un cumplimiento de estándares internacionales con las aguas residuales de uso interno.

1.2.4. Política de desarrollo del personal

La organización busca incentivar el desarrollo del personal como elemento fundamental en la mejora continua del sistema integrado de gestión. Para lo cual tiene un pilar de educación y entrenamiento que anualmente revisa las competencias de todo el personal, y define el plan de desarrollo individual.

Los jefes y supervisores de área muestran el compromiso con esta política y facilitan el tiempo y recursos para que se cumpla el plan de desarrollo de cada colaborador.

A niveles superiores en la organización incluso se desarrolla al personal como formador de formadores, para dar las herramientas necesarias al transmitir conocimiento a los empleados de nivel operativo.

Para un plan de mantenimiento autónomo, la política de desarrollo del personal, es un elemento clave; pues se busca dar autonomía y empoderar a los operadores de la línea con herramientas y sistemas nuevos.

1.3. Actividad y funciones de la empresa

MALHER, S.A. Es una empresa dedicada la producción, distribución y venta de productos culinarios deshidratados. Con presencia en Centroamérica, México y Estados Unidos.

La empresa trabaja con productos alimenticios en polvo, tales como especias, sopas, cremas, refrescos, cubitos y tabletas, se enlistan en la tabla II, posicionándose como líder en el mercado guatemalteco, gracias al buen trabajo y la competitividad que presentan sus colaboradores.

Tabla II. **Productos elaborados por MALHER, S.A.**

Consomés	Pollo, res, costilla criolla, tomate con res, gallina criolla y camarón
Sopas	Pollo con fideos, cola de res, pollo con estrellitas, gallina criolla y fideos, costilla criolla y fideos.
Condimentos y especias	Laurel, albahaca, orégano y tomillo, ajo, chile cobanero, pimienta negra, sal de ajo, sal de cebolla, canela, linaza, pepitoria, suavi rico, sazón arroz.
Cremas	Crema de cebolla, crema de espárragos, crema de mariscos, crema de pollo.
Refrescos	Durazno, fresa, guanábana, horchata, rosa de jamaica, mandarina, mango, mora, naranja, piña, sandía y tamarindo.
Nutritivos	Mañanitas fresa, mañanitas banano

Fuente: MALHER, S.A. Departamento de manufactura

1.4. Estructura organizacional

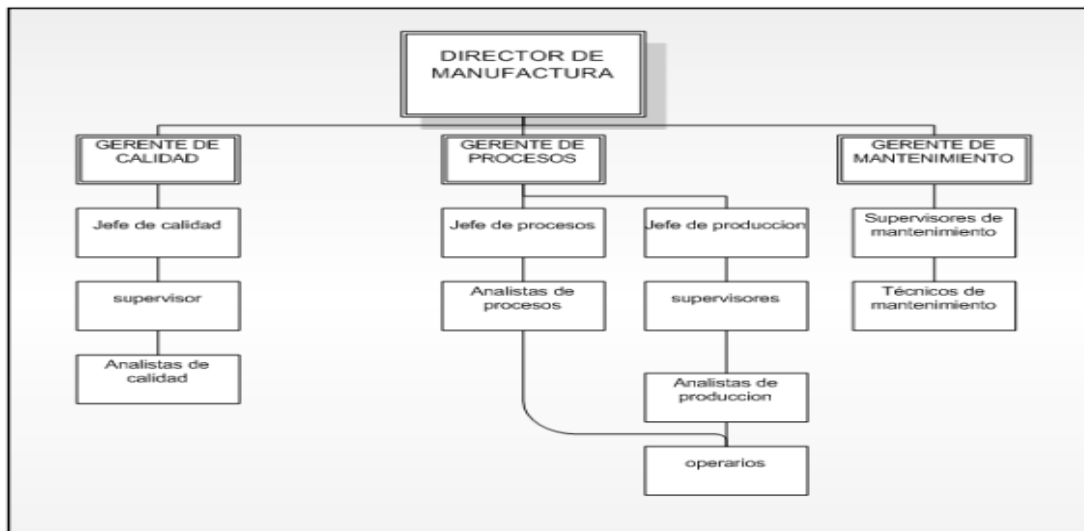
La estructura organizacional es una herramienta gráfica que organiza al grupo humano deliberadamente constituido en torno a tareas comunes y en función de la obtención de objetivos específicos. Es la herramienta que le permite a la organización alcanzar sus objetivos, porque:

- Permite lograr una determinada disposición de sus recursos
- Facilita la realización de las actividades
- Coordina su funcionamiento

MALHER, S.A., a lo largo de los años ha perfeccionado su estructura organizacional, que se muestra en la figura 2, con el fin de alcanzar los objetivos de productividad y efectividad en sus operaciones.

En la actualidad adopta la estructura Nestlé que se divide en cuatro departamentos o funciones: logística, ventas, recursos humanos y manufactura.

Figura 2. **Estructura organizacional MALHER, S.A.**



Fuente: MALHER, S.A. Departamento de manufactura

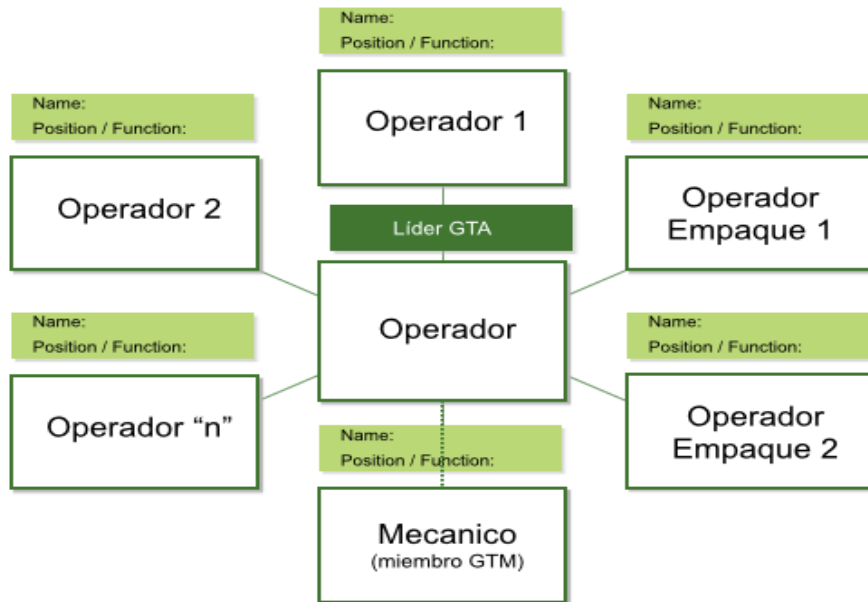
1.5. Estructura del equipo de trabajo autónomo

El GTA (grupo de trabajo autónomo) es el equipo que llevará a cabo todas las actividades del mantenimiento autónomo en la línea, y a quienes se capacitará y se dará las competencias y herramientas para el desarrollo.

El equipo GTA debe estar organizado por el personal que desarrolla los procedimientos de operación, de limpieza y lubricación, pues son quienes

deberán tener un control total sobre la línea y sus actividades. A manera de ilustración, la figura 3 presenta la estructura de dicho equipo.

Figura 3. Estructura del GTA



Fuente: MALHER, S.A. Departamento de manufactura

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Confiabilidad de la línea

La línea tiene a su cargo la producción de consomé de pollo, consomé de res y consomé de camarón en su presentación de bote de 908g, 454g y 227g. En la figura 4, se puede observar el mapa de la línea de consomés de interés.

La confiabilidad representa cómo operan los procesos consistentemente y eficientemente, se mide en base al tiempo total que se tiene trabajando la máquina y el tiempo considerado como de producción efectiva o buena. Pero pequeñas actividades anormales afectan la confiabilidad de la línea como:

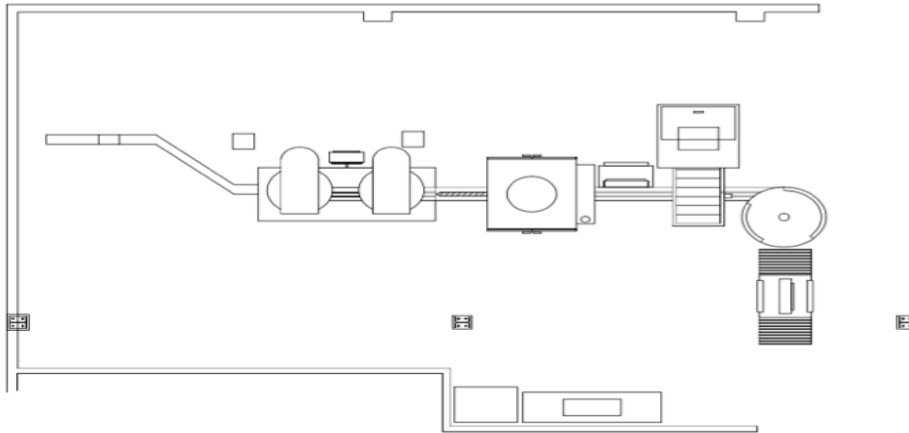
- Producción de merma
- Incumplimiento en el plan de producción
- Lesiones de los operadores durante la operación de la máquina
- Producto defectuoso o fuera de parámetros

Para determinar y medir la confiabilidad de la máquina se debe hacer la equivalencia entre el tiempo total de producción y el tiempo total de la máquina, matemáticamente se determinará de la siguiente manera:

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{Tiempo de producción buena}}{\text{Tiempo ocupado}}$$

En donde se toma en cuenta las actividades que afectan a la confiabilidad, pues se consideran como tiempo perdido de producción.

Figura 4. **Mapa de la línea de consomé**



Fuente: elaboración propia.

2.2. **Actividades que afectan la confiabilidad de la línea**

Toda actividad que haga que el tiempo de trabajo de la línea no sea convertido en una producción efectiva, es considerada como una actividad que afecta su confiabilidad. Estas actividades se representan en la tabla III, la cual es propuesta para medir la confiabilidad de los procesos.

Tabla III. **Esquema de confiabilidad de la línea**

Tiempo total = 100 % confiabilidad	
Tiempo ocupado	Sin ocupación
Tiempo de marcha	Paros planeados
Tiempo de producción	Paros no planeados
Tiempo de producción a velocidad nominal	Pérdida de velocidad
Tiempo de buena producción	Desperdicio y re proceso

Fuente: elaboración propia.

Las actividades que afectan la confiabilidad se dividen en cuatro grupos:

- Paros planeados o programados: cualquier paro que se ha planificado con anterioridad y que fue impactado en la programación semanal de producción.
 - Comidas y descansos, son cuatro de quince minutos cada uno por concepto de refacción (dos en cada turno) y dos paros mayores de sesenta minutos cada uno por concepto de tiempo de comida (uno en cada turno).
 - Capacitaciones, son actividades que agregan valor en cuanto a las competencias de los operadores, son planificadas con al menos una semana de anticipación y se ven impactadas en la programación semanal de producción.
 - Cambios de formato es el que se hace cada vez que la línea cambia el tamaño o la presentación del bote y se hace necesario ajustar los parámetros de operación de la línea. Esta actividad requiere entre 120 y 150 minutos dependiendo del formato por trabajar.
 - Tiempo de arranque y apagado de máquina.
 - Mantenimiento planeado, se encuentra en el cronograma anual del departamento de ingeniería. Este requiere, por lo general, una semana para su desarrollo y se hace una vez por año.
 - Limpieza general, está incluida en el reglamento específico de inocuidad alimenticia, se realiza por lo menos una vez por semana o cada vez que se hace un cambio de producto con alérgeno. Esta limpieza se hace en un área exclusiva para lavado de piezas y tiene una duración aproximada de 120 minutos.

Las actividades pre limpieza son para bloquear y liberar energías, asegurando el cumplimiento de la seguridad y buenas prácticas de operaciones. Mientras que las actividades postlimpieza son los ajustes y el arranque.

- Paros no programados: se dan cuando la línea se detiene por un evento fortuito como averías o falta de materia prima.
 - Fallas y averías
 - Interrupciones menores a diez minutos
 - Falta de materia prima
 - Accidentes o incidentes

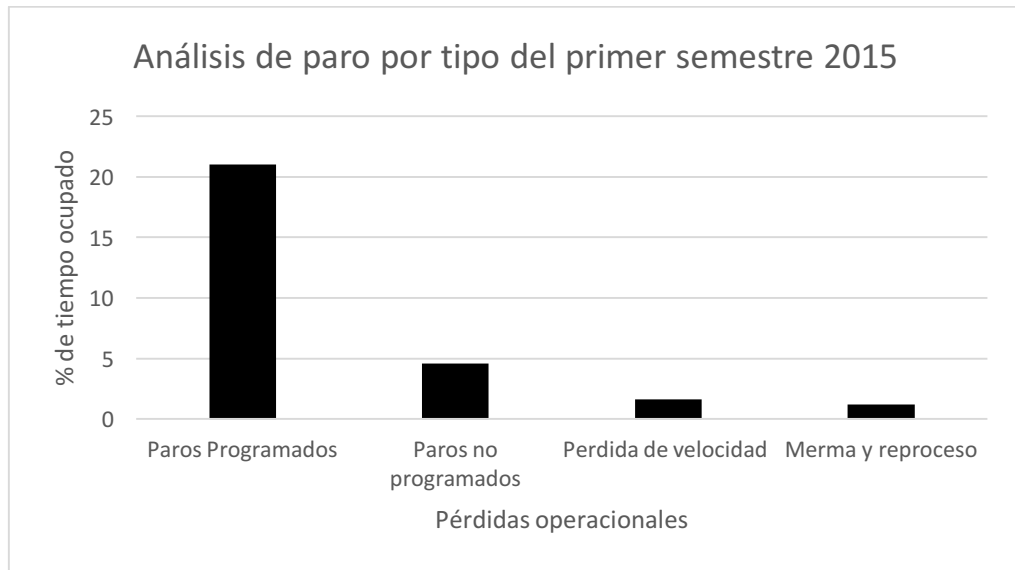
- Reducción de velocidad: se refiere al tiempo que se pierde debido a una disminución en la velocidad nominal de producción de la línea, puede provocarse debido al proceso, a una causa técnica o por un error humano. La línea tiene ya definida una velocidad nominal para cada producto en sus distintas presentaciones, cuando esta trabaja a una velocidad menor, entonces se considera como una pérdida.

- Merma y reproceso: es el tiempo que se pierde debido a la producción que se encuentra fuera de especificaciones, esta se puede dar cuando un bote tiene defecto en la tapa, cuando el producto no pasa las pruebas de calidad o incluso cuando hay derrames de mezcla. El producto que se puede reutilizar pasa a ser considerado como reproceso, mientras que el producto totalmente rechazado es considerado como merma.

Debe destacarse que la línea de consomé no cuenta con un reproceso como tal, pues por el tipo de empaque el producto que aún está dentro de las especificaciones de calidad puede ser reutilizado en el momento y no es necesario almacenarlo para luego reprocesar. Significa que aparte de

perder el tiempo de producción de la línea, se pierde el tiempo que debe pagarse al personal que se encarga de reproceso.

Figura 5. **Gráfico de paros en la línea – primer semestre 2015**



Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Análisis de paro por tipo – período: primer semestre 2015**

Pérdidas operacionales	% Tiempo ocupado	% Relativo de paros	% Acumulado de paros
Paros programados	21	73,944	73,944
Paros no programados	4,6	16,197	90,141
Pérdida de velocidad	1,6	5,634	95,775
Merma y reproceso	1,2	4,225	100,00

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta el gráfico 5 se puede determinar que la pérdida prioritaria y la que mayor afectación tiene en la línea es la generada por paros programados. En la tabla IV, se puede calcular la confiabilidad promedio del primer semestre de 2015 dando como resultado un 71,6 %. Los paros

programados y los paros no programados son las pérdidas más significativas pues representan el 90,14 % del total.

Esta información se obtiene en base al detalle de paros de la línea durante el primer semestre de 2015.

2.2.1. Limpieza en seco

La limpieza en seco es una limpieza obligatoria por cada cambio de turno en la línea. Consiste en un cepillado superficial para retirar partículas y residuos de mezcla de las superficies. Se hace todos los días en el cambio de turno, para que los operadores que reciben puedan arrancar con la producción al ingresar.

El tiempo requerido para esta actividad es de 10 minutos, y se hace con cepillos de colores para diferenciar las piezas.

2.2.1.1. Frecuencia de limpieza en seco

La limpieza en seco se hace diariamente, en cada cambio de turno, debe registrar por los operadores para llevar el control y tener una evidencia de la limpieza en caso sea requerido por inocuidad.

2.2.1.2. Insumos para limpieza en seco

Para realizar las limpiezas en seco, los insumos se ilustran en la figura 5 y son los siguientes:

- Toalla industrial WYPALL X60
- Cepillos color azul para exteriores

- Cepillo pequeño
- Cepillo mediano
- Cepillo grande
- Cepillo circular delgado
- Cepillo cabeza redonda

- Cepillos color blanco para interiores
 - Cepillo mediano
 - Cepillo grande
 - Cepillo circular mediano
 - Espátula mediana

- Escoba roja para piso
- Recogedor de basura

Figura 6. Insumos de limpieza en seco



Fuente: MALHER, S.A. Departamento de Manufactura




2.2.1.3. Actividades de limpieza en seco

Las actividades de la limpieza en seco para la línea se dividen en tres grupos; los cuales son respectivamente las actividades de prelimpieza, durante la limpieza y las actividades que corresponden a la postlimpieza.

2.2.1.3.1. Preparación

Son las actividades que se deben hacer antes de realizar la limpieza, la figura 7 muestra las actividades que deben ejecutarse para el caso específico de la línea de interés.

Figura 7. **Actividades pre limpieza de la línea**





ELABORÓ: Luis Quiñonez		REVISÓ: Jefe de producción	FASE Antes de limpieza	Página 1 de 1		
PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA MÁQUINA ALL-FILL						
Instrucciones: limpieza en seco						
Paso No.	Componente a limpiar	Descripción del componente	Método	Responsable	Frecuencia	Tiempo (min)
01		Embudos de llenado	Se activa la máquina en forma manual y se vacía el producto no consumido en bolsa plastica.	Operador/Auxiliar	Cada cambio de variedad.	5
02		Switch principal y switch de aire comprimido	Multibloqueo y etiquetado, todo el personal que participa en la limpieza debe bloquear.	Operador y auxiliares	Cada cambio de formato.	2
03		Embudo de llenado, aspa removedora y gusano de alimentación.	Se desarman las piezas (Embudo, aspa removedora y gusano de alimentación).	Operador/Auxiliar	Cada cambio de variedad.	8

Fuente: elaboración propia.

2.2.1.3.2. Durante la limpieza

Son las actividades que se deben hacer durante la realización de la limpieza, la figura 7 y la figura 8 muestran, en el formato propuesto, las actividades que deben ejecutarse para realizar la limpieza en seco de la línea llenadora de consomé.

Figura 8. Actividades durante la limpieza de la línea – 1

ELABORÓ: Luis Quiñonez		REVISÓ: Jefe de producción	FASE Durante la limpieza	Pagina 1 de 2			
PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA MÁQUINA ALL-FILL							
Paso No.	Componente a limpiar	Descripción del componente	Equipo de limpieza	Método	Responsable	Frecuencia	Tiempo (min)
04		Tolva de abastecimiento (2do. Nivel) y superficies de la máquina de la máquina llenadora	Cepillos, aspiradora y Wypall	Se aspiran los residuos de la parte exterior luego se remueve el producto con cepillos y por ultimo se limpia con toalla industrial (Wypall) en seco.	Operador	Cada cambio de variedad.	35 min
05		Embudo, aspa removedora, manguera y gusano de alimentación.	Wypall y cepillo blanco	Embudo, aspas removedoras, manguera y gusano de dosificación (se limpian con toalla industrial (wypall) en seco).	Auxiliar	Cada cambio de variedad.	28 min
06		Parte interna máquina taponeadora All-Fill # 8	Cepillos color azul y Wypall	Se aspira los residuos luego se sacuden con cepillos azules de arriba hacia abajo, luego se limpia con toalla industrial (Wypall).	Operador/Auxiliar	Cada cambio de variedad.	15
07		Guardas de máquina taponeadora de All-Fill#8 Tolva de la torre de tapas	Wypall	Se sacude hasta remover los residuos de las guardas de la máquina taponeadora y se aspiran.	Operador/Auxiliar	Cada cambio de variedad.	5

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Actividades durante la limpieza de la línea – 2

ELABORÓ: Luis Quiñonez		REVISÓ: Jefe de producción	FASE Durante la limpieza	Página 2 de 2			
PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA MÁQUINA ALL-FILL # 8							
Limpieza en seco: Cada cambio de formato. Instrucciones							
Paso No.	Componente a limpiar	Descripción del componente	Equipo de limpieza	Método	Responsable	Frecuencia	tiempo (min)
09		Piezas de transporte de máquina taponeadora	N/A	Se cambia las piezas de transporte de la máquina taponeadora con el color que aplique según el formato: Color Negro para 908 grs Color Rojo para 454 grs Color amarillo para 227 grs	Operador/Auxiliar	Cada cambio de formato.	22 min
08		Embudos, aspas removedoras, gusanos y conductores. Guías de botes y pisos del área	Escoba 	Se arman las piezas ya limpias y se ajustan las guías según el tamaño del formato a producir. Se barre el área y se recogen los residuos.	Operador/Auxiliar	Cada cambio de variedad	25 min
11		All-Fill # 8	N/A	Para finalizar el procedimiento de limpieza se realiza Revisión De Piezas Móviles llenando el check list y se quita el bloqueo de la máquina para iniciar a trabajar.	Operador	Cada limpieza de la máquina	5

Fuente: elaboración propia.

2.2.1.3.3. Inspección posterior

Como parte de los sistemas de seguridad alimentaria e inocuidad en los procesos, cada vez que se finaliza una limpieza los operadores deben realizar una inspección minuciosa para asegurar que no haya residuos de suciedad y que todas las piezas pequeñas que pueden caer en los empaques estén correctamente ajustadas. Esta inspección se hace a través del formato que se muestra en la figura 9 y en la figura 10.

Figura 10. Formato de monitoreo de piezas móviles - 1

	MONITOREO PIEZAS MÓVILES 6678-PRD-REG-35.05		PRODUCCIÓN
ELABORÓ: Especialista de Calidad	REVISÓ: Jefe de producción	APROBÓ: Gerente de producción	Página 1 de 1

Nombre de la máquina:

MÁQUINA 08

Instrucciones:

1.) Verificar si las siguientes piezas se encuentran presentes y correctamente instaladas, colocar la cantidad de piezas en la casilla correspondiente. **CORRECCIÓN:** Si la pieza no se encuentra, reportar al supervisor de turno para bloquear el producto y anotarlo en observaciones.




2.) Anotar todos los cambios de variedad que se realizaron durante el turno en las casillas correspondientes.

Frecuencia: Cada cambio de turno/operador (al cambio de lote) y cambio de variedad..

Fecha _____


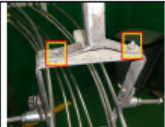
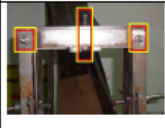
No. de Lote _____

R E V I S I O N	No.	Número de OT	ITEM	PACK	Nombre / descripción del Producto Terminado
	1				
	2				
	3				
	4				

Foto / Parte de máquina	Descripción	Cantidad de piezas	Máq. parada	Máq. marcha	Revisar la cantidad de piezas				Observaciones
					1	2	3	4	
	Removedor y eje dosificador dentro de tolva	Tolva 1: 1 tornillo sujetador eje	X						
		1 tornillo sujetador removedor	X						
		Tolva 2: 1 tornillo sujetador eje	X						
		1 tornillo sujetador removedor	X						
	Ensamble de cabezal a máquina	Tolva 1: 2 tornillos		X					
		2 tuercas		X					
		Tolva 2: 2 tornillos		X					
		2 tuercas		X					
	Sujetador de husillo dosificador	Tolva 1: 6 tornillos		X					
		Tolva 2: 6 tornillos		X					

Fuente: Departamento de Manufactura

Figura 11. Formato de monitoreo de piezas móviles – 2

		MONITOREO PIEZAS MÓVILES 6678-PRD-REG-35.05			PRODUCCIÓN		
ELABORÓ: Especialista de Calidad		REVISÓ: Jefe de producción	APROBÓ: Gerente de producción	Página 2 de 1			
	Sujetadores de barras de caída de bote	2 tornillos		X			
		2 tuercas		X			
	Sujetadores de barras de caída de bote (el del centro sólo para formato específico)	2 tornillos		X			
		2 tuercas		X			
Nombre de operador de máquina que realizó la inspección:				Nombre supervisor de turno:			
1		3					
2		4					

Fuente: MALHER, S.A. Departamento de Manufactura

2.2.2. Limpieza húmeda

Por normativas internas de inocuidad, al tratarse de una empresa que produce y empaqueta alimentos procesados en polvo, debe mantenerse siempre un nivel alto de alerta por higiene y prevención de patógenos. Por lo cual no se debe tener presencia de líquidos en zona de empaque y se tiene un área específica para la limpieza húmeda.

Un microorganismo necesita de cuatro elementos básicos para vivir y reproducirse:

- Oxígeno
- Alimento
- Agua
- Temperatura ambiente

De los anteriores, el oxígeno es imposible eliminar, el alimento está presente en el proceso, la temperatura podría regularse pero a un costo muy elevado para la compañía, por tanto, es el agua el elemento que se debe mitigar. Entonces se tiene un área específica de lavado de piezas, esta área es de ingreso controlado y es el único lugar de la fábrica en donde hay acceso a agua para lavado de máquinas.

2.2.2.1. Frecuencia de limpieza húmeda

Se definió un programa de limpieza húmeda para toda la fábrica. La frecuencia de esta limpieza es semanal y únicamente habrán excepciones en caso de presencia de microorganismo o en caso de producción de alérgenos, en ambos casos se enviará a lavado inmediato, aunque no esté contemplado en la programación.

Esta limpieza está a cargo del personal de lavado, cuatro colaboradores externos a las líneas de producción que ejecutan el procedimiento específico de cada equipo para cumplir con las tareas y contribuir con la inocuidad de la producción.

2.2.2.2. Insumos para limpieza húmeda

- Toallas industriales WYPAL X60
- Solución estabilizada de ALKEMY CB401

2.2.2.3. Actividades de la limpieza húmeda

Las actividades para realizar la limpieza húmeda se dividen en tres grupos:

2.2.2.3.1. Pre lavado





Antes de la limpieza húmeda se debe desmontar todas las piezas móviles de la línea y llevarlas al área de lavado, estas actividades las hace el grupo de trabajo autónomo.

2.2.2.3.2. Lavado de piezas

Para la limpieza en el área de lavado existe un procedimiento general de lavado de máquinas, en donde se indican los pasos, el equipo, el método, el responsable y la frecuencia, dicho procedimiento se puede observar en la figura 12 y en la figura 13.


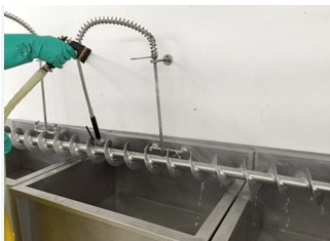
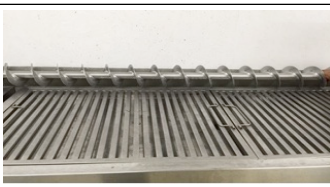
El personal que se encuentra en el área de lavado de piezas cumple con estrictos controles de inocuidad para asegurar la correcta eliminación de contaminantes en los equipos. El área de lavado cuenta con una infraestructura especial y mangueras con presión controlada.

Figura 12. Procedimiento de lavado de la línea -1

ELABORÓ: Luis Quiñonez		REVISÓ: Jefe de producción		FASE limpieza humeda		Página 1 de 2	
PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA HUMEDA							
Componente a limpiar	Descripción del componente	Paso No.	Equipo de limpieza	Método	Responsable	Frecuencia	
	Piezas de maquinas	01	N/A	Recibir piezas y moverlas del carroton color rojo de piezas sucias	Auxiliares de sanitización	Cada limpieza	
		02	N/A	Colocar en area especial para lavado de piezas	Auxiliares de sanitización	Cada limpieza	
		03	Manguera de agua caliente a presión	Hechar agua a presión para quitar residuos de polvo o suciedad	Auxiliares de sanitización	Cada limpieza	
		04	Atomizador con Alkemy CB-401	Rociar Alkemy CB-401 en las piezas de manera uniforme con el atomizador y dejar reposar por 5 minutos	Auxiliares de sanitización	Cada limpieza	

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Procedimiento de lavado de la línea – 2

ELABORÓ: Luis Quiñonez		REVISÓ: Jefe de producción		FASE limpieza húmeda		
PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA HUMEDA						
Componente a limpiar	Descripción del componente	Paso No.	Equipo de limpieza	Método	Responsable	Frecuencia
	Piezas de máquinas	05	Cepillo para superficies de máquinas	Restregar con el cepillo para quitar totalmente la suciedad residual	Auxiliar	Cada limpieza
		06	Agua caliente	Rociar abundante agua caliente a las piezas	Auxiliar	Cada limpieza
		07	Mesas de secado	Colocar las piezas en las mesas de secado y dejar hasta que sequen	Auxiliar	Cada limpieza

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.3.3. Inspección postlavado

Cuando las piezas ya están lavadas y totalmente secas, se lleva a cabo el ensamble de la línea y posterior a esto se debe realizar una inspección de piezas móviles que se basa en la lista que se presenta en la figura 10 y en la figura 11 de la sección anterior.

2.2.3. Paros no programados

Los paros no programados son todos los imprevistos que ocasionan un paro no planificado en la línea. Al final del día se tiene cierta cantidad de tiempo

acumulado por la ocurrencia de estos eventos, que impide cumplir con la producción planificada.

En el primer semestre de 2015 se registró un total de 87,6 horas por concepto de paros no programados, la mayoría fue reportada como avería y falta de repuestos.

2.2.3.1. Fallas y averías

En el anexo 1 se muestra una tabla detallada de los paros por fallas o averías que presentó la línea en el segundo semestre de 2015.

De este grupo de paros no planeados se perdió un total de 1 249 minutos, equivalente a casi 63 mil botes de consumé que se dejaron de producir y lo cual representa un impacto de 17 % de valor negativo en la confiabilidad de la línea.

Muchas de las fallas se dan por deterioro forzado, el cual se refiere a mal mantenimiento de las condiciones básicas de la línea. Un claro ejemplo puede ser la falta de lubricación o la presencia de suciedad en espacios que requieren movimiento.

Se evidencia, puesto que 16 paros tienen un origen mecánico y 7 de ellos son de origen eléctrico.

2.3. Mapa de riesgos de la línea

Dentro de una fábrica se tienen riesgos innumerables que quizá no puedan eliminarse, pero sí pueden establecerse medidas para controlarlos y reducirlos.

Para identificar y dar a conocer todos estos riesgos, se desarrollará una herramienta denominada “Mapa de riesgos” la cual ayuda a identificar todos los peligros de la línea y los operadores deben conocerlo para tomar sus medidas y prevenir accidentes.

En la empresa se tiene una política de seguridad, descrita en el punto 1.2.2., que pide proteger a los colaboradores y enfocarse en el objetivo de cero accidentes. Esto es un trabajo en equipo, que se puede lograr solo si se involucra a todos los colaboradores desde los niveles superiores hasta los niveles bajos del organigrama.

2.3.1. Propósito del mapa de riesgos

El mapa de riesgos es la herramienta que debe documentar los riesgos, controles de la línea y medidas de contingencia, directamente ligado a un análisis de riesgos y con esto ser la base para la prevención de accidentes laborales.

El propósito principal de crear un mapa de riesgos es incrementar el conocimiento de los colaboradores acerca de los riesgos de la línea, de una forma visual y sencilla de comprender. Además, puede ayudar a capacitar nuevos colaboradores o visitantes de la línea.

2.3.2. Elaboración del mapa de riesgos

El primer paso para elaborar el mapa de riesgos es realizar una inspección detallada de cada componente del equipo, en acompañamiento del coordinador de seguridad industrial de fábrica, para identificar todos los peligros y riesgos presentes en la línea. Esta lista se puede apreciar en la tabla V.

Posteriormente, se ilustra cada riesgo en el área donde se encuentra y se definen los controles necesarios para mitigarlo, el resultado del mapa de riesgos se muestra en las figuras 14, 15 y 16.

Tabla V. **Riesgos presentes en la línea**

N°	Descripción	Ubicación
1	La tapadera de los dosificadores puede ser causa de golpe.	Dosificadores
2	Tornillo sin fin que no está cubierto y puede atrapar manos de los operadores.	Dosificadores
3	Tornillo sin fin que no está cubierto y puede atrapar manos de los operadores.	Banda transportadora
4	Merma de mezcla derramada puede ocasionar caídas y resbalones.	Piso debajo de embudos
5	Atrapamiento por cadena transportadora.	Banda transportadora
6	Atrapamiento por engranaje.	Banda transportadora
7	Lesiones auditivas por alto ruido.	Línea
8	El sistema de rechazo de tapa es de difícil acceso y puede ocasionar un atrapamiento.	Rechazador de tapadera
9	Sistema circular de la taponadora puede lesionar a los operadores.	Taponadora
10	El movimiento de los cabezales puede lastimar a los operadores.	Taponadora
11	Partes filosas que pueden ocasionar corte.	Transportador de tapa
12	Temperatura elevada, riesgo de quemaduras en la piel.	Salida de la taponadora
13	Lesión muscular por carga de cajas pesadas.	Mesa de selladora
14	Corte por filo de cuchillas.	Cuchilla de selladora
15	Atrapamiento de dedos por faja en movimiento.	Selladora

Fuente: elaboración propia.

2.4. Legalidades y normas

Al ser una empresa procesadora de alimentos, está regida por normas internas de inocuidad, normas internacionales de cuidado de alimentos y leyes de Guatemala en cuanto a industria y labores.

2.4.1. Marco legal guatemalteco

La empresa tiene un fuerte compromiso con el cumplimiento de las leyes y normas que apliquen para su correcto funcionamiento.

2.4.1.1. Ley de protección y mejoramiento

En 1986, ante la ausencia de normas para el control del deterioro de los recursos naturales y el ambiente en general, se decretó la ley de protección y mejoramiento.

Esta ley establece los estatutos que toda industria, sea pequeña o grande debe cumplir en cuanto al manejo de sus desechos y al uso de recursos naturales incluyendo agua y suelos. MALHER, S.A. Como institución comprometida con el cuidado del ambiente debe velar por el cumplimiento a esta norma y a los reglamentos internacionales que la consoliden como una empresa ejemplar en cuanto al uso de recursos y compromiso en el cuidado del ambiente.

TPM tiene influencia directa en este tema pues actualmente la línea genera desperdicio (cartón, plástico, merma) por defectos en el proceso, pero parte de las herramientas de TPM y específicamente en el mantenimiento autónomo ayudaran a la reducción de desechos y uso excesivo de recursos, un ejemplo es

la eliminación de fuentes de contaminación para reducir merma y la reducción de limpiezas húmedas para reducir el consumo de agua.

2.4.1.2. Ley de seguridad alimentaria

El Estado de Guatemala, dentro de su obligación de velar por el derecho fundamental de los ciudadanos de estar protegidos contra el hambre,¹ por medio de la secretaría de seguridad alimentaria y nutricional se encarga de velar por que los alimentos ofrecidos a los guatemaltecos cumplan con ciertas normas mínimas de consumo.

Por tanto, SENASAN se convierte en un ente auditor de MALHER, S.A. En cuanto a sus productos y métodos.

2.4.1.3. Reglamento del IGSS

El reglamento del IGSS es el documento que a nivel industrial regula las condiciones generales de higiene y seguridad laborales, con el fin de proteger a los trabajadores guatemaltecos. Este reglamento es básico, y está en total cumplimiento, pues las normas internas de seguridad en fábrica son mucho más estrictas.

Este reglamento está siendo sustituido por el Acuerdo Gubernativo 229-2014 que se define como el reglamento de salud y seguridad ocupacional para toda empresa local.

¹ Constitución política de la república de Guatemala. Artículo 1,2,51,99 y 119.

2.4.2. Normas del RTCA

El reglamento técnico centroamericano está conformado por comités técnicos de la región que, a través de un estudio y aporte de estatutos para la producción de alimentos y bebidas, dictamina las leyes generales de producción de alimentos, bebidas e incluso fármacos.

Este reglamento, en la sección de alimentos y bebidas, es la base para todo lo relativo al proceso productivo de la empresa. El departamento de calidad tiene ya establecido el sistema en base al RTCA, en cuanto a etiquetas, empaque, peso neto, almacenaje, entre otros.

2.4.3. Normas Nestlé

La fábrica aún sigue en la fase de implementación y adecuación de las metodologías de Nestlé, pues anteriormente se trabajaba según ideologías puramente guatemaltecas en una empresa familiar que fue creciendo, entonces el desarrollo y adecuación de estas normas ha sido lento, pero ya se ven avances. Las normas Nestlé, se presentan como guías de referencia o manuales detallados para cada proceso y son llamadas "*General Instruction (GI)*".

TPM tiene distintas guías, según los grupos de soporte, que dan todas las instrucciones en cada paso y una explicación de las herramientas por seguir. Otra norma es la que explica el concepto de la excelencia en la manufactura bajo la cual se rige la empresa mediante una serie de indicadores que permiten la mejora continua. En esta norma se indica también la forma en que se debe calcular la confiabilidad para cada una de las líneas que conforman la empresa.

2.4.3.1. GI-254.15 Plan 60 horas

Como parte de los reglamentos internos de Nestlé, se debe cumplir con esta norma que dictamina un máximo de 60 horas laborales por semana en turnos rotativos que no excedan de 6 días continuos de trabajo.

A diferencia del código de trabajo guatemalteco que da la opción de laborar incluso más de las 60 horas a la semana, con esta norma debe tenerse consideración al momento de planificar el turno de los operadores para que no se vea afectada la confiabilidad de la línea.

2.4.3.2. GI-14.001-2 Sistema ambiental

Esta norma da los parámetros requeridos para el cuidado del medio ambiente, aplica para uso de recursos y disposición de residuos en fábrica. Es de cumplimiento obligatorio y en caso de tener una desviación Nestlé retira la licencia de operación de la fábrica hasta que sea devuelto el parámetro a condiciones aceptables.

Un ejemplo claro de la importancia de esta norma es la necesidad de construir una planta de tratamiento de aguas residuales para comenzar con metodologías avanzadas de Nestlé, ahora para TPM esta norma entra en vigor en la disposición final de los residuos y la reducción de merma con uso de herramientas.

2.4.3.3. GI-14.020-2 Métodos de limpieza

Esta norma da las pautas por cumplir para las limpiezas de las líneas, desde la frecuencia de cada una, los tipos que aplican y los insumos y materiales que se deben utilizar para no comprometer la inocuidad de los alimentos.

3. PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

3.1. Limpieza inicial

La limpieza inicial es el punto de partida para iniciar la restauración de las condiciones básicas del equipo, el objetivo de hacer esta actividad no es para una buena apariencia sino para una buena inspección. Una cierta cantidad de limpieza en el equipo es inevitable, pero lo principal es encontrar las fuentes de contaminación y optimizar los tiempos de limpieza, facilitando la tarea de autonomía.

En este paso es importante que todas las personas que participen conozcan las herramientas que se van a utilizar y, aparte de eliminar polvo y materiales innecesarios en el equipo, puedan identificar las anomalías que son:

- Lugares de difícil acceso
- Fuentes de suciedad
- Defectos de calidad
- Partes innecesarias
- Condiciones inseguras

Cada una de estas es considerada como una amenaza para la confiabilidad de la línea pues de cierta forma y con el tiempo pueden ocasionar paros, pérdida de materiales y de tiempo. Con un sistema efectivo de resolución de anomalías se logrará eliminar los problemas causados por el deterioro forzado en los componentes y asegurar así el cumplimiento al objetivo de confiabilidad.

El sistema de tarjeteo es otra herramienta que comenzará a ser utilizada a partir de la limpieza inicial, consiste en crear una tarjeta numerada por cada anomalía encontrada en la línea. Esto con el fin de mantener un sistema visual para que pueda ser resuelta cada una, deberá haber un encargado de esta herramienta y semanalmente debe actualizar la base de datos.

3.1.1. Propósito de la limpieza inicial

El propósito de la limpieza inicial puede estar orientado al equipo y a las personas que operan la línea.

- **Equipo**
 - Restaurar el equipo a condiciones básicas, solucionando las anomalías.
 - Eliminar pérdidas debido a mala limpieza.
 - Comenzar con el sistema de inspección adecuado.

- **Personas**
 - Los operadores aprenden a identificar problemas y anomalías.
 - Los operadores entienden que limpieza es inspección.
 - Los operadores aprenden a identificar las fuentes de contaminación y comienzan a trabajar en eliminarlas.

3.1.2. Pérdidas relacionadas con la limpieza

Inicialmente se se identifican todas las pérdidas presentes en la línea, y en base a la pérdida encontrada se realiza una descripción. Esto se presenta en la tabla VI.

Tabla VI. **Pérdidas relacionadas con la limpieza de la línea**

Pérdida	Descripción
Mezcla	Toda la mezcla que no cumpla con estándares de calidad y que sea considerada merma, la mezcla que se sobre dosifica o que simplemente se deja de utilizar, es considerada una pérdida.
Tiempo por cambio de formato	Cada vez que se hace un cambio de formato se pierde no menos de 120 minutos en ajustar las piezas de la máquina.
Repuestos	El costo de los repuestos es considerado una pérdida, pues son situaciones que normalmente no deberían de ser necesarias.
Tiempo de comidas	Cada vez que la línea se detiene para que los operadores coman, es un tiempo de producción perdido.
Horas extra programadas	Las horas extra a pesar de ser necesarias, son una pérdida.
Ajustes operativos	El tiempo requerido para ajustar los parámetros de la línea es un tiempo que se ha dejado de producir.
Averías mecánicas	Muchas averías se deben a falta de mantenimiento preventivo y a presencia de suciedad en la línea.
Paro por falta de material	Se da cuando la línea para por una mala planificación de la producción. Pues no se tomó en cuenta la reserva o nivel de inventario para producir.
Reuniones	Las reuniones operativas de la gente de la línea son necesarias, pero es considerada como una pérdida puesto que es tiempo en que la máquina no está trabajando.
Velocidad menor a la estándar	La máquina está diseñada para trabajar a una velocidad estándar y cuando esta se trabaja a una velocidad menor, es un desperdicio de la capacidad.
Tiempo de arranque	El tiempo que tardan en preparar la máquina es un tiempo ocioso.

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Expectativas de la limpieza inicial

Al finalizar la limpieza inicial se espera:

- Eliminar completamente el polvo y la suciedad, así como las partes innecesarias de la línea.
- Identificar las anomalías de la línea usando el sistema de tarjeteo.
- Resolver la mayor cantidad de tarjetas que sea posible el mismo día.
- Incluir las anomalías pendientes dentro del flujo del sistema de tarjeteo, para ser resueltas posteriormente.
- Identificar las fuentes de suciedad.
- Identificar los lugares de difícil acceso.
- Identificar los puntos de ajuste y lubricación.
- Tener listo el mapa de riesgos.

3.1.4. Matriz de actividades de la limpieza inicial

Para proponer mejoras, es necesario medir de inicio y levantar una lista de las actividades requeridas para la limpieza de la línea.

3.1.4.1. Actividades pre limpieza inicial

La etapa anterior a la limpieza inicial es análisis y preparación para el desarrollo de las actividades de paso uno. Como se detalló en el capítulo anterior sobre la situación inicial de la línea, pues es necesario saber en dónde se va a trabajar y lo que se puede hacer.

- Mapa de riesgos: una vez que se tienen los riesgos identificados, los cuales fueron detallados en la tabla V, se deben mapear y tenerlos de la

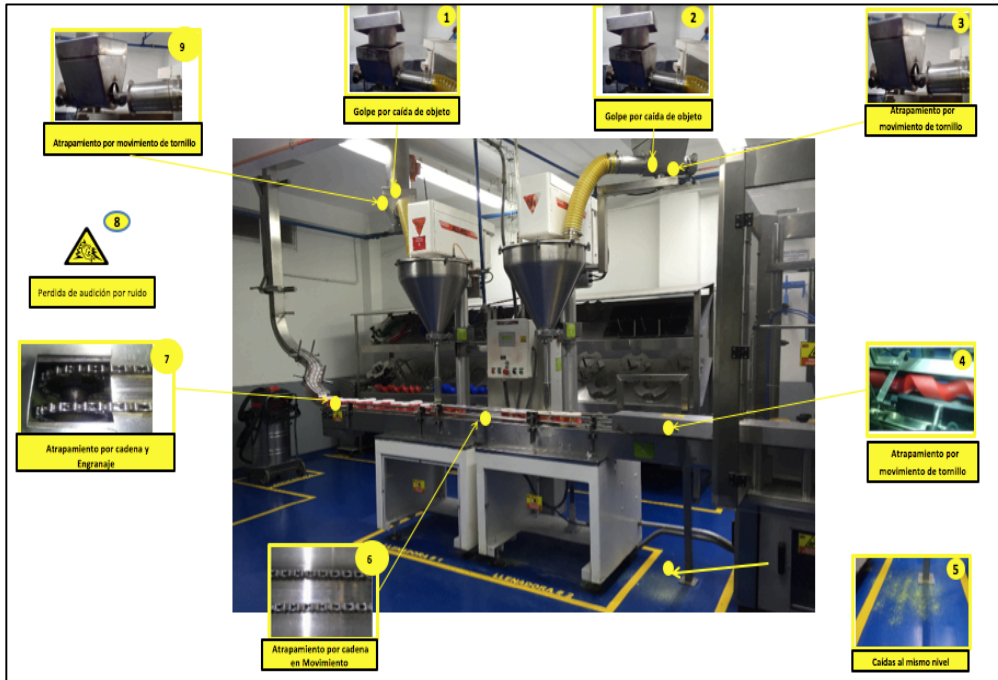
forma más visual que sea posible para que cada operador los reconozca y sea fácil mitigarlos.

El mapa de riesgos es una herramienta viva, que debe revisarse y actualizarse frecuentemente, debido a los cambios que sufre la línea en cualquier empresa de manufactura.

El mapa debe ser tan visual como sea posible, por tanto, se hace la clasificación de riesgos para la llenadora, la selladora y la taponadora; en un mapa de *layout* de la línea se identifica cada punto de riesgo. Cada uno de estos mapas se puede apreciar en las figuras 14, 15 y 16.

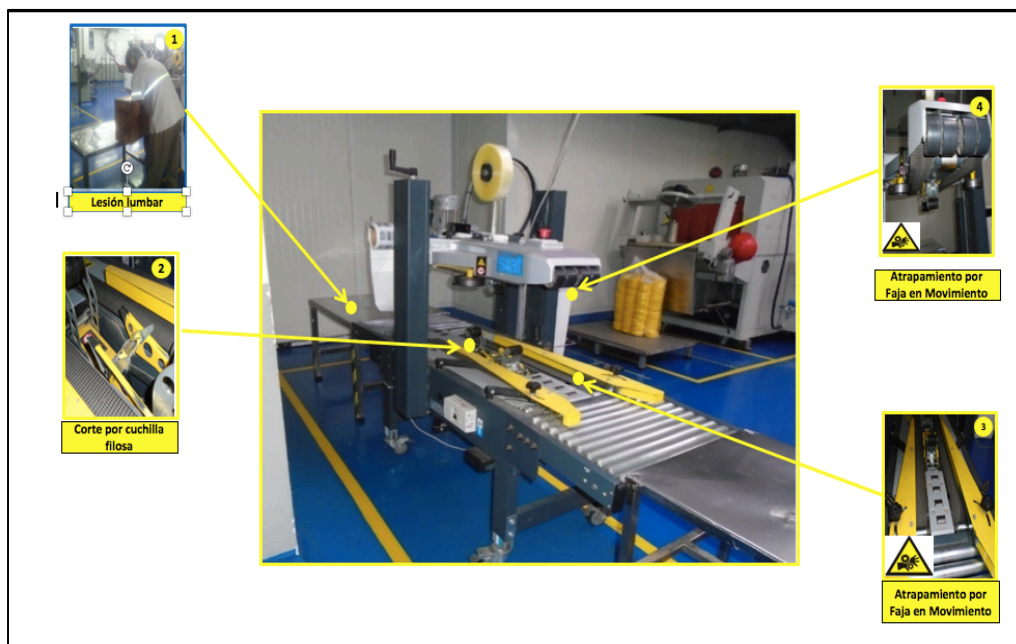
Al tener el mapa se debe capacitar a todos los operadores y dejarlo en la línea para que toda visita o persona nueva que llegue pueda ser capacitado y entrenado en los riesgos.

Figura 14. Mapa de riesgos de la llenadora



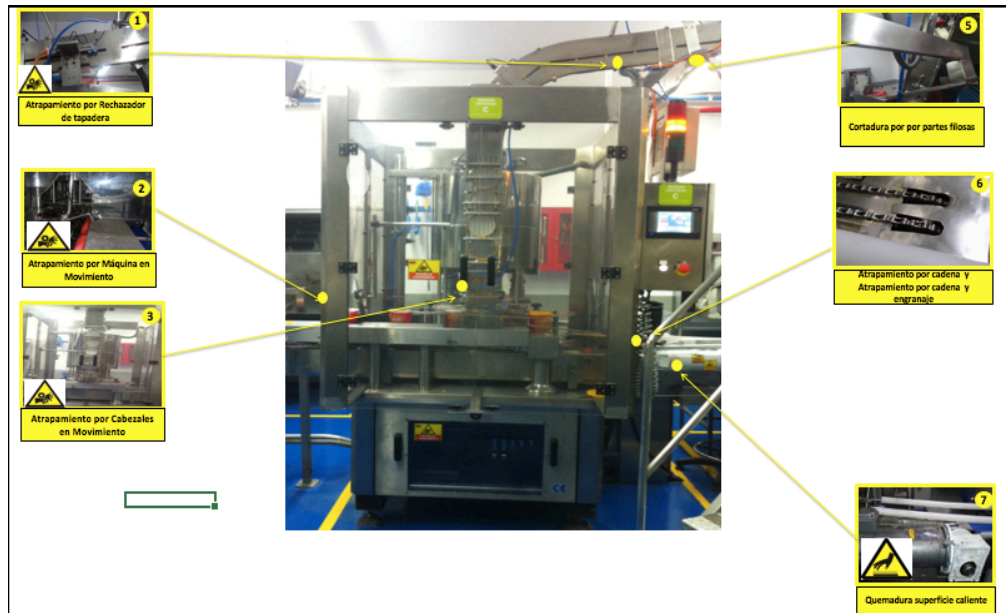
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Mapa de riesgos de la selladora



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Mapa de riesgo de la taponadora



Fuente: elaboración propia.

- Estándar de limpieza: debe tenerse un procedimiento estándar de limpieza, que servirá para conocer las instrucciones detalladas de cómo debe limpiarse la línea y definir los materiales que se utilizarán en cada paso del procedimiento. Como parte de los reglamentos internos de inocuidad, debe haber una división entre los utensilios y herramientas que sirvan para las partes de la línea que puedan tener contacto directo con el producto y los utensilios de las piezas sin contacto con producto, para lo cual se definió el código de colores que se presenta en la figura 17.

Figura 17. Código de colores para utensilios de limpieza

Partes en contacto directo con el producto	Azul
Partes sin contacto directo con el producto	Blanco
Pisos	Rojo

Fuente: elaboración propia.

El estándar que se muestra en la figura 18 es un estándar provisional que debe seguirse para la limpieza de cada componente e incluye instrucciones de limpieza en cada paso, tiene también una descripción de la condición ideal (estándar) del componente.

La limpieza, la inspección y los ajustes deben estar bajo control en la línea para evitar pérdidas, para lo cual el grupo de trabajo autónomo debe aprender a cumplir en un principio con el estándar de limpieza y luego con la herramienta de la lubricación punto por punto.

La frecuencia de cada actividad también debe ser definida y publicada en el estándar de limpieza, el cual se presenta en la para que sea una frecuencia adecuada se debe buscar manuales de proveedor, experiencia del operador y una planificación de producción, según el tipo de producto precedente y precedente. Una buena administración de la limpieza será clave para mejorar la confiabilidad de la línea.

Figura 18. Estándar provisional para la limpieza inicial

ESTANDAR PROVISIONAL PARA LIMPIEZA INICIAL									
Fábrica: MALHER		Línea piloto		Equipo: Máquina		Sistema:			
Elaborado por: Luis Quinonez		Aprobado por: Jefe producción		1					
Fecha:		Fecha:							
Componente	Punto No.	Estándar (Condición ideal)	Herramienta	Método	Frecuencia				
					Turno	Diario	Semanal	Mensual	
	01	Area limpia sin residuos de materia prima, material de empaque y cuerpos extraños	Cepillo color blanco y papel Industrial	Seco	X				
	02	Sin residuos de materia prima u otros contaminantes	Cepillo color celeste y papel industrial	Seco		X			
	03	Limpios y sin arreglos temporales	Escoba color rojo	Humedo controlado	X				

Fuente: elaboración propia.

3.1.4.2. Actividades de la limpieza inicial

La limpieza inicial es la actividad que abre las puertas a TPM pues a partir de acá que la línea comienza a volver a condiciones básicas y los operadores comienzan a desarrollar sus competencias para ser autónomos. Para esta actividad se requiere tener detenida la línea en el turno completo, se debe involucrar a los altos mandos de la compañía para que los operadores se sientan respaldados en la mejora y esto los motive a trabajar y duplicar esfuerzos.

En la fase previa, durante el desarrollo de competencias, los operadores deben saber aplicar una visión crítica, deben escuchar y distinguir sonidos

anormales, deben diagnosticar a través del tacto y tener una efectiva comunicación.

Existen siete tipos de anomalías que deben ser detectados a partir de la limpieza inicial para que la máquina pueda ser llevada a condiciones básicas:

- Condiciones inseguras (paso previo), estas son identificadas y mitigadas en el mapa de riesgos.
- Defectos de calidad (paso previo), se toman del historial de reclamos de los consumidores y se analizan por medio de herramientas para que no se vuelvan a presentar y así cumplir con la política integrada de calidad e inocuidad de la compañía.
- Anomalía menor (durante limpieza inicial), estas anomalías pueden ser por suciedad, grasa, rajaduras, golpes, deformaciones, ruído inusual. Condiciones que no son normales en la línea pero que tampoco representan un riesgo de avería o paros no programados en la línea.
- Falta de condiciones básicas (durante limpieza inicial) cuando el sistema de lubricación no es adecuado o insuficiente, hay daños o deformaciones mayores, se tiene tuercas, tornillos o repuestos que no son los adecuados; estas son falta de condiciones básicas.
- Fuentes de suciedad (paso posterior).
- Lugar de difícil acceso (paso posterior).
- Partes innecesarias (paso posterior).

De las cuales dos anomalías han sido detectadas en las actividades previas a la limpieza inicial, dos se desarrollan durante la limpieza inicial y tres en la etapa posterior.

Como se menciona en inicios de este capítulo, la limpieza inicial sirve como la mayor inspección pues se encuentran anomalías que antes parecían

comunes. Y para que esta inspección sea efectiva, y no sea simplemente una visualización superficial de los problemas de la línea, se utiliza el sistema de tarjeteo.

3.1.4.2.1. Materiales requeridos

Se necesita suficientes suministros de limpieza como WYPALL industrial, cepillos de colores, herramientas de ajuste, tarjetas de bloqueo, atomizadores y espátulas.

Se debe contar con una clasificación por grupos, en donde cada grupo tendrá a su cargo una parte de la línea, debe haber fotos antes y después para dejar evidencia del procedimiento realizado, hacer una lista de verificación de los suministros de limpieza para asegurar que no quedará nada en la línea.

El último punto en la limpieza inicial es realizar el conteo de las tarjetas levantadas, llenando la base de datos y clasificación de una forma que sea visible y efectiva. Además, se tiene que definir a un operador de la línea para que se convierta en dueño de la herramienta y se encargue de gestionar el flujo efectivo de solución y cierre de tarjetas.

3.1.4.3. Actividades post limpieza inicial

Cuando se ha terminado la limpieza inicial y se tiene la máquina limpia y en condiciones que faciliten inspección continua, se comenzarán a aplicar tarjetas para identificar anomalías.

3.1.4.3.1. Proceso de tarjeteo

Este sistema define el proceso de identificar, registrar, resolver y reportar las anomalías en la línea. Es por eso que antes de este punto los operadores deben conocer los siete tipos de anomalías y tener las habilidades para observar con ojos críticos.

Hay dos tipos de tarjetas: las azules que deben ser resueltas por el grupo de trabajo autónomo y las rojas, que son resueltas por terceros (mecánicos, eléctricos, proveedores). El proceso de flujo de resolución de anomalías a través de las tarjetas debe ser definido entre el grupo de trabajo autónomo y un representante de los terceros.

Se debe crear una base de datos para registrar las tarjetas y tener un reporte claro de tarjetas azules y rojas, pendientes y resueltas.

- Priorización de tarjetas: en el sistema de tarjetas se debe definir la priorización de cada tarjeta, pues no puede perderse recursos y enfocar esfuerzos en tarjetas de anomalías simples y dejar de último las que más recursos ocupan y afectan la confiabilidad de la línea. Las tarjetas podrán priorizarse según los siguientes puntos:
 - Tarjetas de seguridad: prioridad alta.
 - Tarjetas de calidad: prioridad alta.
 - Tarjetas que representan interrupción en la producción: prioridad alta.
 - Tarjetas que signifiquen deterioro: prioridad media.
 - Tarjetas de lugar de difícil acceso: prioridad baja.

- Clasificación de tarjetas: se clasificarán según el criterio que se expone en la tabla VII.

Tabla VII. **Criterio para clasificación de tarjetas**

Clasificación	Descripción
Tarjeta A	Son las tarjetas de prioridad alta, pues reflejarán anomalías asociadas con altos riesgos de accidente, un impacto en calidad, inocuidad o interrupción inminente de producción. Tienen un máximo de 2 días para ser resueltas.
Tarjeta B	Estas tarjetas son de prioridad media, están asociadas con anomalías de deterioro de máquinas y condiciones básicas de las instalaciones, tienen un potencial impacto sobre la disponibilidad de la línea. El tiempo máximo para solucionarlas es 20 días.
Tarjeta C	Son las últimas en la clasificación por prioridad, están asociadas con lugares de difícil acceso para limpiar, inspeccionar, operar y lubricar las máquinas. El impacto que puedan representar sobre los resultados de producción es bajo, por tanto, se tiene un máximo de 60 días para ser resueltas.

Fuente: elaboración propia.

A pesar de tener un tiempo definido para cada tipo de tarjeta según su clasificación, puede haber retos económicos, de construcción o de cambios severos que impedirán cumplir con el tiempo. Para estos casos es aceptable que se tenga una gestión a largo plazo de cierre de tarjetas, con lo cual se puede hacer una proyección a futuro del beneficio que pueda representar.

En los pasos posteriores a la limpieza inicial, se seguirán identificando tarjetas y se seguirá buscando una solución, pero llegará el momento en que la confiabilidad de la línea esté en un punto tan alto que será difícil aumentarla.

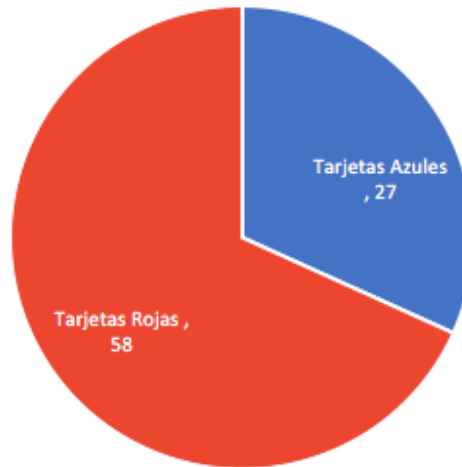
3.1.4.3.2. Tarjeteo

Todos los elementos que se consideren como anormales o que no deberían estar presentes en la operación cotidiana o en las condiciones normales de la línea se definen como anomalías y serán identificadas con las tarjetas rojas y azules.

En este paso se elabora la base de datos de las tarjetas levantadas en la limpieza inicial, y se clasifican en orden ascendente. De esa base de datos el resultado de tarjetas levantadas se muestra en la figura 19 y 20.

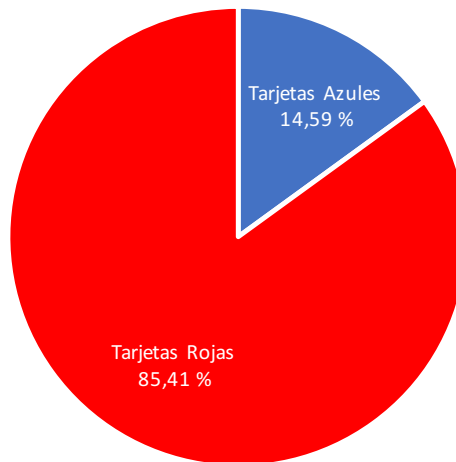
El verdadero reto de TPM es llevar la línea a condiciones básicas para luego solo mantener el trabajo y enfocarse en mejoras.

Figura 19. **Total de tarjetas levantadas en la limpieza inicial**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Porcentaje de tarjetas levantadas en la limpieza inicial**

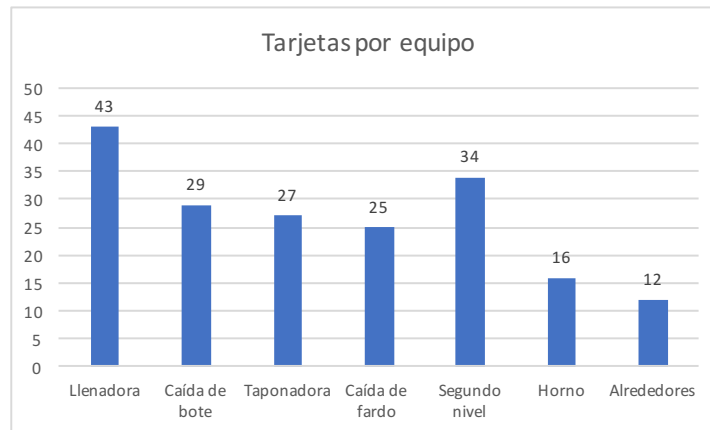


Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la identificación de anomalías durante la limpieza inicial se reflejan en las figuras anteriores y la interpretación es de un total de 185 tarjetas, el 85,41 % son tarjetas rojas y deben ser solucionadas por terceros en la línea. Mientras que únicamente un 14,59 % se pueden solucionar por el grupo autónomo, por tanto, la autonomía se medirá en base al cierre de este porcentaje.

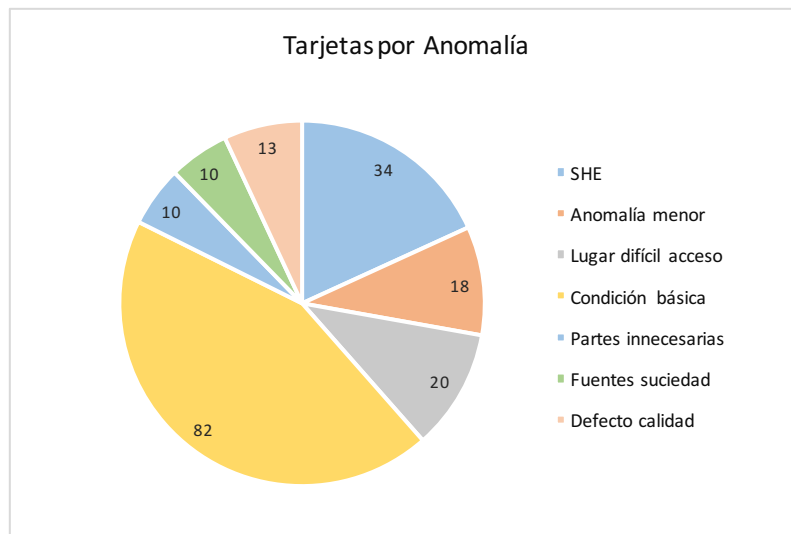
Se puede hacer la separación por equipo y por anomalía, como se muestra en las figuras 20 y 21, respectivamente.

Figura 21. Conteo de tarjetas por equipo



Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Clasificación de tarjetas por anomalía



Fuente: elaboración propia.

La herramienta de tarjeteo muestra las siguientes deducciones que deben tomarse en cuenta para avanzar en la metodología de mantenimiento autónomo.

- Del total de tarjetas encontradas, se necesita mucho apoyo de mecánicos, proveedores y contratistas. Pues un 85,41 % son tarjetas que no pueden ser resueltas por los operadores. Al ser un servicio externo debe haber una inversión que se recuperará al momento en que la línea esté en condiciones básicas y se pueda aumentar la confiabilidad para tener un mayor volumen de producción.
- La llenadora y el segundo nivel (área de abastecimiento) son las áreas que más tarjetas tienen, pero es más conveniente comenzar a cerrar las de la taponadora pues según la criticidad de la línea es un área que pone en riesgo la capacidad de producción, mientras que las tarjetas del área de abastecimiento son más por cuestiones de orden, fuentes de suciedad y partes innecesarias.
- De las anomalías, 82 tarjetas son por condiciones básicas de la línea y 34 de seguridad e higiene, a estas tarjetas se les debe dar prioridad y buscar cerrarlas en su totalidad.

3.2. Identificación de fuentes de contaminación

Esta herramienta apunta a reducir el tiempo total de limpieza e inspección, siempre se debe tratar de eliminar completamente las fuentes y si no es posible, solo se trabajar para reducirlas y contenerlas. La mayoría del tiempo que invierten los operadores en actividades ajenas a la producción, es tiempo de limpieza y limpiar es trabajar en consecuencias, no en soluciones. Si se logra atacar la raíz

de la suciedad y se eliminan las fuentes de contaminación, los operadores podrán enfocarse en cuidar y revisar la línea para evitar problemas.

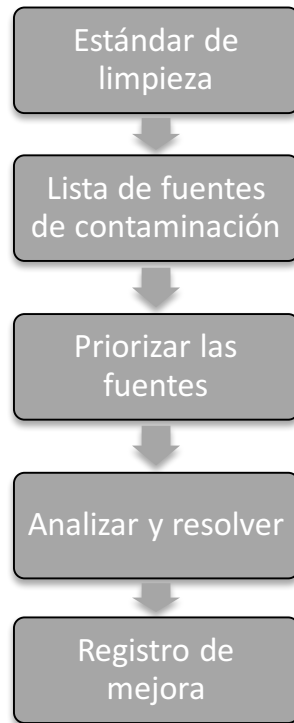
Identificar las fuentes de contaminación significa empoderar a los operadores para diferenciar entre fuente y área contaminada, pues muchas veces se piensa en el piso lleno de polvo como la fuente, cuando realmente la fuente es el agujero que está en el tubo dosificador por donde sale el polvo que ensucia el piso.

Cada fuente debe estar tarjeteada y debe quedar un registro en la base de datos del seguimiento que se le dé. La mayoría de las fuentes será prioridad C, a menos que signifique algún riesgo para la inocuidad del producto o para la seguridad de los operadores y deba ser catalogada como una tarjeta con prioridad A.

Además, las fuentes de suciedad tienen un impacto directo al estándar de limpieza, pues al momento de ser eliminadas es un punto menos de limpieza dentro del estándar o un punto con menor tiempo comparado con el actual, haciendo el proceso más fácil, seguro y rápido.

Los pasos por seguir para la solución de las fuentes de contaminación se muestran en la figura 23.

Figura 23. **Flujograma para la solución de fuentes de contaminación**



Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se realiza la lista inicial de las fuentes de contaminación que fueron encontradas en la línea de interés. La figura 24 presenta la lista.

Figura 24. Lista inicial de fuentes de contaminación

Item	Tarjeta #	Fecha	Contaminante	Descripción de FDS	En donde se encontro la FDS (maquina/ sección o en que parte o pieza de la máquina)	Cuando se genera			
						Limpieza	Inspección	Libricación	Operación
1	474	09/09/2015	Polvo de exteriores	Ventiladores al circular hacen que ingrese el polvo y lo esparcen por el área de la maquina	Ventiladores				x
2	257	30/07/2015	Consome (Mezcla)	Dosificadores de consome, al dosificar esparcen mezcla en los alrededores	Dosificadores				x
3	175	30/07/2015	Consome (Mezcla)	Los empaques de los embudos no son eficientes y se sale la mezcla por el espacio entre la tapa y el embudo	Embudos				x
4	564	10/11/2015	Residuos plasticos de tapadera	La tapa viene con pequeñas particulas de plastico, al llegar a la banda de la taponadora botan estos residuos y ensucian el área	Abastecedor de tapa				x
5	4	30/07/2015	Tinta	La impresora genera goteo de tinta, esto ensucia la maquina y los botes que pasan por el área	Impresora				x
6	569	12/11/2015	Residuos de carton	Las cajas botan residuos de carton	Mesas, caída de fardo				x
7	336	14/08/2015	Consome (Mezcla)	Big Bags en el segundo nivel, llegan con residuo de consome y al colocarlos derraman producto	Embudos dosificadores del segundo nivel				x
8	254	08/10/2015	Agua	gotera en bebedero	Bebedero				x
9	222	09/02/2015	Polvo	Agujero en la pared que divide el area permite el ingreso de polvo de toki	2do nivel				x
10	176	08/12/2015	Polvo	Aspiradora expulsa polvo	Aspiradora	x			

Fuente: elaboración propia.

3.2.1. Priorización de las fuentes de contaminación

Ya que se tiene la lista de las fuentes de contaminación en la línea, estas se deben priorizar para facilitar la toma de decisiones en cuanto a su orden de eliminación.

Las fuentes se priorizarán por medio de una matriz de factores en donde se ha establecido ocho criterios que se deben calificar en una escala de 1 a 3, en donde 1 significa que no es significativo y 3 significa que es intolerable. Al final el factor predominante será el total de pérdida que cada una signifique, pues vale

más eliminar una fuente que genere una pérdida de Q. 689 mil que una generadora de Q. 100 ya que cada fuente requerirá esfuerzos y recursos para ser resuelta.

Con el fin de llevar a cabo la priorización, se desarrolla la matriz presentada en la figura 25.

Figura 25. **Matriz de priorización de fuentes de contaminación**

Ítem	Averías	Paros Menores	Defectos Q.	Velocidad	Ajustes	Seguridad	Ambiente	Merma (Kg)	Pérdida en Quetzales	Total	Clasificación (A,B,C)	Prioridad
1	0	0	0	0	0	2	0	967	6 556	969	N/A	4
2	2	3	0	1	0	0	3	3 678	24 936	3 687	A	1
3	1	2	0	0	0	1	2	2 100	14 238	2 106	C	2
4	0	2	2	0	0	2	1	123	833	130	C	6
5	0	2	2	0	0	0	1	985	6 678	990	C	5
6	0	2	2	0	0	0	1	0	0	5	C	9
7	0	1	0	0	0	0	3	1 678	11 376	1 682	B	3
8	0	0	3	0	0	2	2	0	0	7	C	7
9	0	1	3	0	0	0	2	0	0	6	C	8
10	0	2	2	0	0	0	0	0	0	4	C	10

Fuente: elaboración propia.

La fuente de contaminación principal, será entonces la numero dos, generada por el sistema de dosificación en la llenadora pues representa una pérdida de Q. 24 963,80 por concepto de merma de mezcla al año.

3.3. Identificación de lugares de difícil acceso

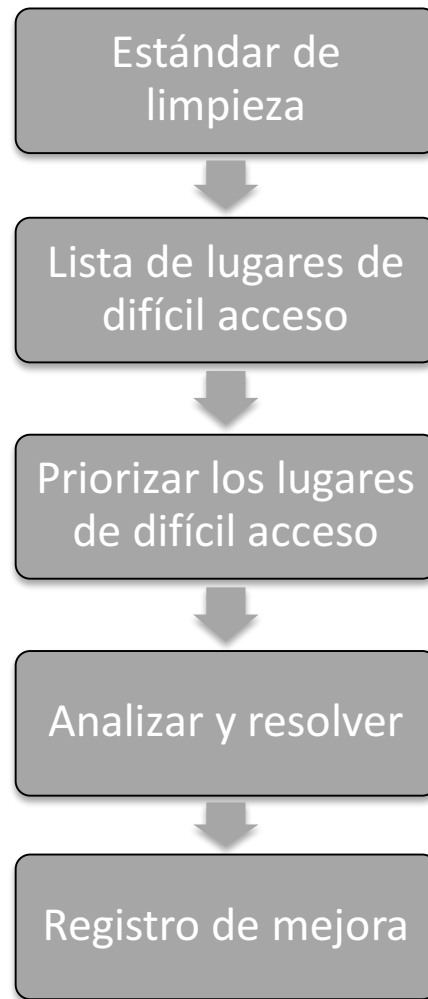
Al igual que las fuentes de contaminación, en algunas ocasiones los lugares o áreas de difícil acceso son anomalías tipo C, aunque puede haber excepciones por concepto de seguridad y calidad. Por difícil que parezca existe tiempo muerto por culpa de lugares de difícil acceso en las líneas de producción, por ejemplo, es más fácil limpiar una mesa en la superficie que limpiarla por debajo.

Los lugares de difícil acceso pueden clasificarse en cuatro tipos:

- Dificil acceso para inspección
- Dificil acceso para limpieza
- Dificil acceso para lubricación
- Dificil acceso para operación

La intención de eliminar estos lugares es facilitar el trabajo de los operadores y ayudar a que no pierdan tiempo en actividades que no agregan valor, sino que mejor lo utilicen en mejoras del proceso. Cada lugar de difícil acceso debe estar tarjetado y con un registro en la base de datos del seguimiento que se le da para solucionarlo. Si es difícil de eliminar, es necesario que se tengan medidas para mitigarlo. Los pasos por seguir para la solución de los lugares de difícil acceso se muestran en la figura 26.

Figura 26. **Flujograma para la eliminación de lugares de difícil acceso**



Fuente: elaboración propia.

La lista inicial de los lugares de difícil acceso para la línea de interés se presenta en la figura 27.

Figura 27. Lista inicial de lugares de difícil acceso identificados

Ítem	Tarjeta #	Fecha	Descripción y ubicación del lugar de difícil acceso	Cuando se presenta			
				Limpieza	Inspección	Lubricación	Operación
1	210	30/07/2015	Caída de fardo				X
2	202	14/12/2015	Caída de bote	X			X
3	351	18/10/2015	Debajo de los dosificadores	X			
4	8	30/07/2015	Debajo de la taponadora	X			
5	14	14/11/2015	Parte superior de taponadora	X	X		
6	2	30/07/2015	Debajo de la banda en taponadora	X			
7	225	30/07/2015	Mesa giratoria de salida de bote	X			
8	464	30/07/2015	Debajo del acumulador de tapa	X			
9	10	30/07/2015	Debajo de la taponadora	X			
10	30	04/08/2015	Debajo de la selladora	X			X
11	403	30/07/2015	Parte superior del horno				X
12	204	30/07/2015	Banda transportadora de bote	X			
13	700	14/12/2015	Altura en conexión de horno				X
14	701	14/12/2015	Transportadora de tapa	X			X
15	702	14/12/2015	Parte superior de lámparas	X			
16	703	14/12/2015	Interior del acumulador de tapa	X			
17	12	30/07/2015	Dosificador 1		X		
18	13	30/07/2015	Dosificador 2		X		
19	14	30/07/2015	Manivela de caída de bote				X
20	15	30/07/2015	Tablero electrónico		X		

Fuente: elaboración propia.

3.3.1. Priorización de lugares de difícil acceso

Al tener la lista de lugares o áreas de difícil acceso en la línea, estos se deben priorizar para facilitar la toma de decisiones en cuanto al orden de eliminación.

Los lugares de difícil acceso se priorizarán por medio de una matriz de factores en donde se han establecido ocho criterios que se deben calificar en una escala de 1 a 3. El 1 significa que no es significativo y 3 que es intolerable, pero al final el factor predominante será el total de pérdida que cada uno signifique, pues vale más eliminar una pérdida de Q. 99 000 que una de Q. 700,00, ya que la pérdida requerirá esfuerzo y recursos para ser solucionada. Dicha matriz de priorización se puede observar en la figura 28.

Figura 28. **Matriz de priorización para lugares de difícil acceso**

Ítem	Averías	P. Menores	Defectos Q.	Velocidad	Ajustes	Seguridad	Ambiente	Merma (Kg)	Pérdida en Quetzales	Total	Clasificación (A,B,C)	Prioridad
1	0	0	0	0	0	3	N/A	39	175,44	42	C	16
2	0	2	1	1	0	3	N/A	44	197,93	50	C	15
3	0	0	0	0	0	0	N/A	180	809,70	180	A	2
4	1	2	1	0	0	3	N/A	198	890,67	205	A	1
5	0	2	2	0	0	3	N/A	157	706,24	164	B	3
6	0	2	0	0	0	2	N/A	46	206,92	50	B	14
7	0	1	0	0	0	2	N/A	201	904,17	204	C	4
8	0	1	3	0	0	2	N/A	11	49,48	14	C	19
9	0	0	3	0	0	1	N/A	78	350,87	79	A	10
10	0	0	2	0	0	2	N/A	123	553,30	125	C	9
11	0	0	0	0	2	3	N/A	42	188,93	47	A	13
12	1	1	0	0	0	2	N/A	26	116,96	30	C	17
13	0	0	0	0	2	3	N/A	23	103,46	28	C	18
14	2	2	1	0	0	3	N/A	187	841,19	195	C	5
15	0	0	1	0	0	2	N/A	59	265,40	62	C	12
16	0	0	2	0	0	3	N/A	160	719,73	165	C	6
17	0	0	0	0	2	3	N/A	2	9,00	7	C	20
18	2	2	1	0	0	3	N/A	121	544,30	129	B	8
19	0	0	1	0	0	2	N/A	82	368,86	85	C	11
20	0	0	2	0	0	3	N/A	134	602,78	139	C	7

Fuente: elaboración propia.

El lugar de difícil acceso que se debe tomar como primer punto por cerrar es el cuatro, pues representa una pérdida de Q. 890,67 al mes por concepto de tiempo de mano de obra.

3.4. Identificación de ajustes innecesarios

Surge la pregunta ¿por qué es necesario mover este punto de ajuste y qué tan seguido se mueve?, cada vez que se hace un ajuste innecesario se pierde tiempo de producción en la línea, esto impacta como una pérdida por cambios o ajustes. Identificar todos los puntos de ajuste ayuda a tener una visualización del tiempo total que se usa en ajustes y buscar oportunidades de mejora en ese tiempo, esto puede ser por medio de una gestión visual en donde se identifique el punto óptimo para que los operadores puedan realizar los cambios de forma más rápida y eficiente.

La intención es identificar todos los puntos de ajuste, pero no detenerse por uno o dos, sino que estos pueden irse encontrando y agregando más adelante. Otro ejemplo es la presencia de pernos y tornillos como métodos primarios, si se quitan se puede tener una opción de mejora.

Al igual que con las fuentes de contaminación y los lugares de difícil acceso, integrar los puntos de ajuste a una base de datos dará una visualización del avance en la solución y permitirá que sea fácil la identificación por parte del grupo de trabajo autónomo. En el caso de los puntos de ajuste se categorizará y se identificará cómo medir el ajuste en cada punto de la siguiente manera:

- Categorizar los ajustes
 - Ajustes por cambio de formato
 - Ajustes operacionales
 - Ajustes por paros y arranques
 - Ajustes por mantenimiento

- Identificar cómo medir el ajuste en cada punto
 - Temperatura
 - Presión
 - Longitud

El objetivo debe ser definir rápidamente posiciones o parámetros de ajuste fijos para todos los puntos críticos.

3.5. Mapa de lubricación

La lubricación de una línea es una actividad sumamente importante, pues con un plan efectivo de lubricación se asegura la reducción del deterioro forzado, al reducirlo, se prolonga el tiempo de vida de las máquinas y, por tanto, una reducción considerable en el tiempo perdido por averías y la necesidad de comprar repuestos. Mejorar la lubricación puede evitar muchos problemas y fallas al equipo, pero debe ir de la mano con prevenir suciedad y áreas de montaje o ajustes. Para lubricar eficientemente, la máquina debe estar limpia, haber pocas anomalías y los lugares de contaminación y de difícil acceso para lubricar deben ser inexistentes.

En la empresa se cuenta con dos tipos de lubricante, uno es grasa y el otro es aceite; se utilizan según el punto que se va a lubricar. El primer paso para crear un mapa de lubricación es identificar los puntos que requieren lubricante en la línea y validar una frecuencia adecuada de lubricación, estos se muestran en las figuras 29 y 30.

De un total de 55 puntos de lubricación, se tienen identificados 35 que requieren de grasa grado alimenticio y 20 que requieren aceite grado alimenticio. Estos lubricantes deben cumplir con normas y certificaciones de inocuidad, además que deben estar almacenados en un área ordenada y visible para facilitar la identificación de los mismos.

La frecuencia definida para lubricar cada punto cambia según historial de averías, manual de la máquina y necesidad de ajustes, haciendo que la frecuencia pueda ser semanal, quincenal, mensual, trimestral, semestral o cada vez que se cambia la pieza para operar.

Figura 29. Lista de puntos de lubricación con grasa

Puntos a lubricar con grasa			
No.	Partes	Puntos	Lubricante
1	Banda transportadora	Grasera	UH1-6462
2	Llenadora	Grasera	Sentinel
3	Llenadora	Grasera	Sentinel
4	Banda transportadora	Ejes	Sentinel
5	Cardan (taponadora)	Grasera	UH1-6462
6	Torreta	Grasera	UH1-6462
7	Torreta	Grasera	UH1-6462
8	Torreta	Manual	UH1-6462
9	Torreta	Dentado	UH1-6462
10	Torreta	Manual	UH1-6462
11	Torreta	Grasera	UH1-6462
12	Torreta	Grasera	UH1-6462
13	Torreta	Grasera	UH1-6462
14	Pick and place	Grasera	UH1-6462
15	Columna central	Grasera	UH1-6462
16	Sin-Fin (taponadora)	Grasera	UH1-6462
17	Sin-Fin (taponadora)	Soporte	UH1-6462
18	Sin-Fin (taponadora)	Grasera	UH1-6462
19	Sin-Fin (taponadora)	Grasera	UH1-6462
20	Taponadora	Grasera	UH1-6462
21	Mesa taponadora	Brocha	AG-11462
22	Transportadora de tapa	Grasera	UH1-6462
23	Transportadora de tapa	Grasera	UH1-6462
24	Torreta	Grasera	UH1-6462
25	Banda transportadora	Grasera	UH1-6462
26	Elevador de tapas	Grasera	UH1-6462
27	Elevador de tapas	Grasera	UH1-6462
28	Banda transportadora	Grasera	UH1-6462
29	Banda transportadora	Grasera	UH1-6462
30	Elevador de tapas	Grasera	UH1-6462
31	Caja de mesa giratoria	Desarme	UH1-6462
32	Caja de mesa giratoria	Desarme	UH1-6462
33	Banda transportadora	Grasera	UH1-6462
34	Polipasto 2	Cadena	Sentinel
35	Polipasto 1	Cadena	Sentinel

Fuente: MALHER, S.A. Departamento de Ingeniería

Figura 30. Lista de puntos de lubricación con aceite

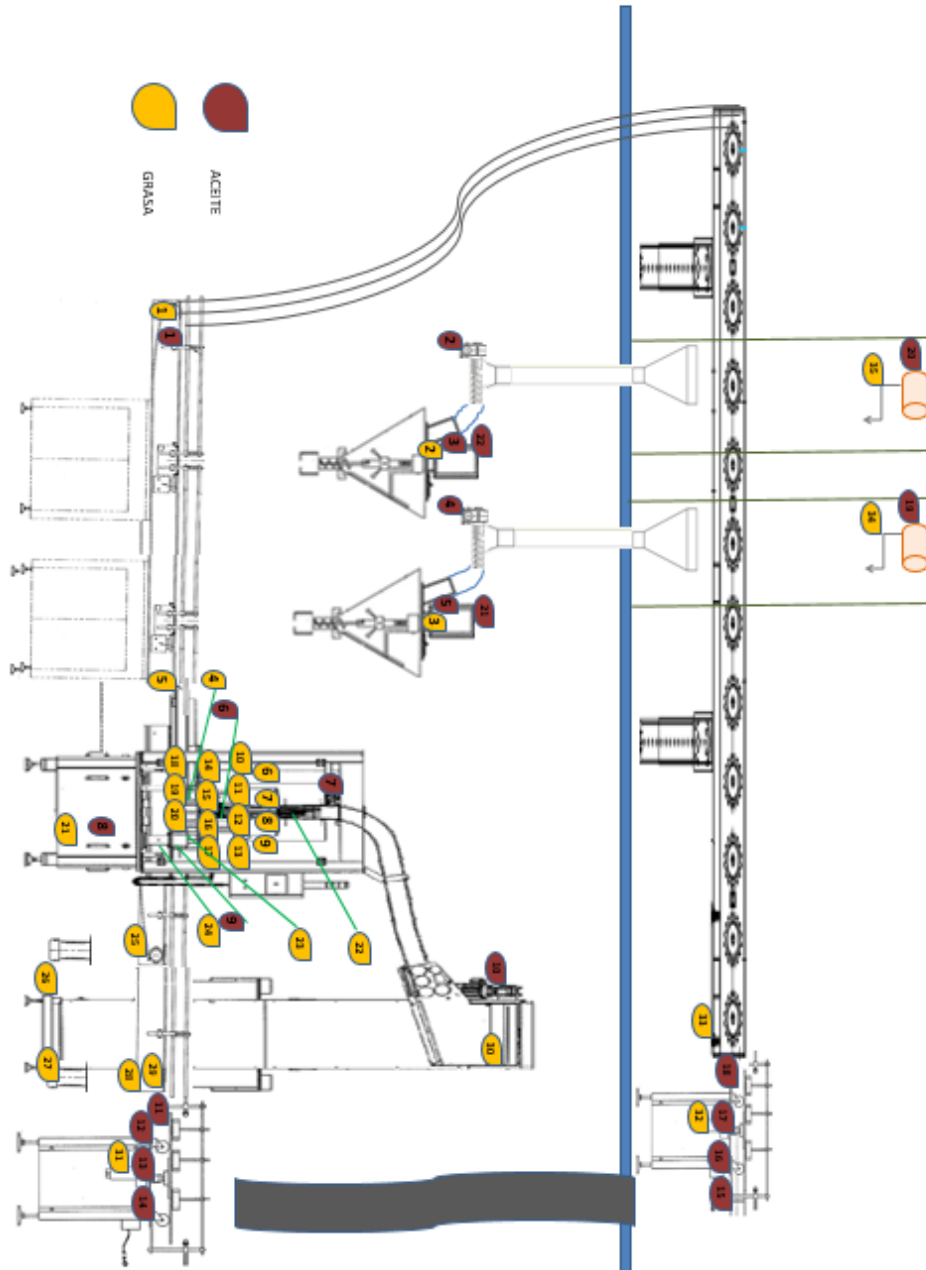
Puntos a lubricar con aceite			
No.	Partes	Puntos	Lubricante
1	Banda transportadora	Cadena	Medallon (spray)
2	Llenadora	Caja reductora	Mobil 632
3	Llenadora	Caja reductora	Mobil 632
4	Llenadora	Cadena	Mobil 632
5	Llenadora	Caja reductora	Mobil 632
6	Torreta	Ejes	Medallon (spray)
7	Torreta	Caja reductora	Mobil 632
8	Taponadora	Caja reductora	Mobil 632
9	Columna central	Aceitera	4 UH1 020
10	Elevador de tapas	Caja reductora	Medallon (spray)
11	Mesa giratoria 1	Rodillo	Medallon (spray)
12	Mesa giratoria 1	Rodillo	Medallon (spray)
13	Mesa giratoria 1	Rodillo	Medallon (spray)
14	Mesa giratoria 1	Rodillo	Medallon (spray)
15	Mesa giratoria 2	Rodillo	Medallon (spray)
16	Mesa giratoria 2	Rodillo	Medallon (spray)
17	Mesa giratoria 2	Rodillo	Medallon (spray)
18	Mesa giratoria 2	Rodillo	Medallon (spray)
19	Polipasto 2	Caja reductora	Tercerizado
20	Polipasto 1	Caja reductora	Tercerizado

Fuente: MALHER, S.A. Departamento de Ingeniería

3.5.1. Creación del mapa de lubricación

Con los puntos de lubricación que han sido identificados, se puede mapear un *layout* de la línea para que el lubricador tenga una visualización fácil de ellos y sepa dónde hacer su trabajo. El mapa se presenta en la figura 31.

Figura 31. Mapa de lubricación de la línea



Fuente: elaboración propia.

3.6. Plan de lubricación

Teniendo identificados los 35 puntos que requieren grasa y los 20 puntos que requieren aceite en la línea, y un historial de frecuencia definido, se establece el programa de lubricación para reducir el deterioro forzado de la línea y asegurar un rendimiento óptimo de las piezas que se exponen a fricción y movimiento constante y que, además, requieren mantenimiento para reducir su desgaste y aprovechar al máximo su uso.

En los apéndices 1 y 2 se presenta el plan de lubricación con la frecuencia definida por punto con grasas, y con aceites respectivamente. El plan completo tiene el detalle de punto por lubricar por día y se presenta de forma mensual hasta completar un año. Este se tiene en la red interna de la empresa y está publicado en el taller de mantenimiento para su verificación y cumplimiento.

En la lista de competencias del grupo de trabajo autónomo se estableció la transferencia de conocimiento por parte del área mecánica de todos los puntos de lubricación con su frecuencia y herramientas definidas. En el apéndice 4 se muestra la forma en que se realiza la transferencia y cómo se asegura que los operadores de la línea serán los responsables de lubricar los equipos según el plan.

Sin necesidad de haber mapeado lugares de difícil acceso para lubricar el departamento mecánico, se realizaron propuestas para modificar los puntos de lubricación. También se busca adoptar un mecanismo que permita lubricar sin necesidad de ingresar directamente a estos equipos, con mangueras y un sistema hidráulico que permite incluso ejecutar el plan con los equipos en movimiento, eliminando el tiempo de paro planeado por concepto de lubricación.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

Después de haber realizado la inspección primaria de la línea, teniendo el mapa de riesgos, con una sólida base de datos, de anomalías identificadas, una lista de fuentes de suciedad, una lista de lugares de difícil acceso y habiendo identificado los puntos de ajuste y los de lubricación, es momento de comenzar con las mejoras de la línea. La implementación del plan es para consolidar lo trabajado y comenzar con las mejoras.

4.1. Aplicación de 5S en el área

La aplicación de esta metodología japonesa busca tener un área de trabajo limpia, ordenada y grata. Que ayuda desde la seguridad de la línea hasta mejoras considerables en la confiabilidad. Muchas veces esta metodología es considerada como una práctica de calidad referida a un mantenimiento integral del área.

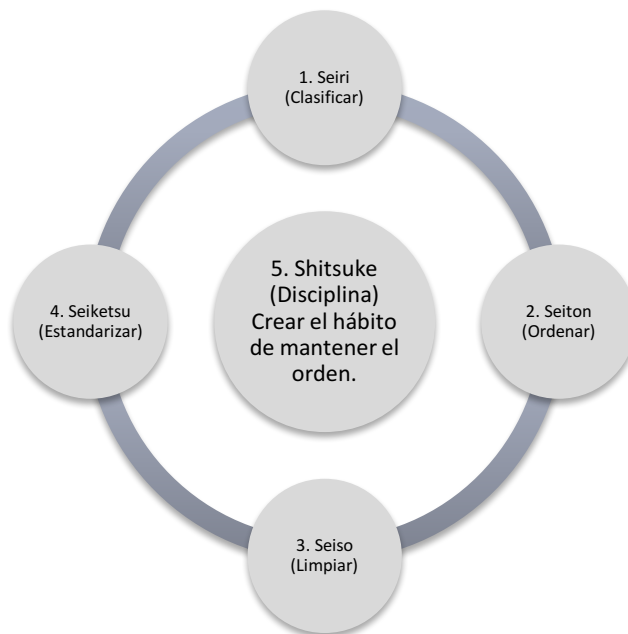
La metodología de 5S hace ilusión con excelentes resultados, mayormente por su sencillez y efectividad para mejorar en aspectos de calidad, eliminación de tiempos muertos y reducción de costos. Los primeros en asumir el compromiso deben ser los gerentes y jefes para dar ejemplo a los grupos de trabajo en cuanto a resultados a corto plazo.

Las iniciales de 5S, se representan en la figura 32 y vienen dadas por 5 palabras japonesas que son:

- SEIRI (clasificación)

- SEITON (organizar)
- SEISO (limpiar)
- SEIKETSU (estandarizar)
- SHITSUKE (disciplina)

Figura 32. Metodología japonesa 5S



Fuente: Manual de mantenimiento autónomo, MALHER, S.A.

Los beneficios que aporta la aplicación de esta metodología, por mencionar algunos, son los siguientes:

- Reducción de costos de mantenimiento
- Mejora en el indicador de accidentes
- Crecimiento en la confiabilidad de la línea
- Mejora en el trabajo en equipo

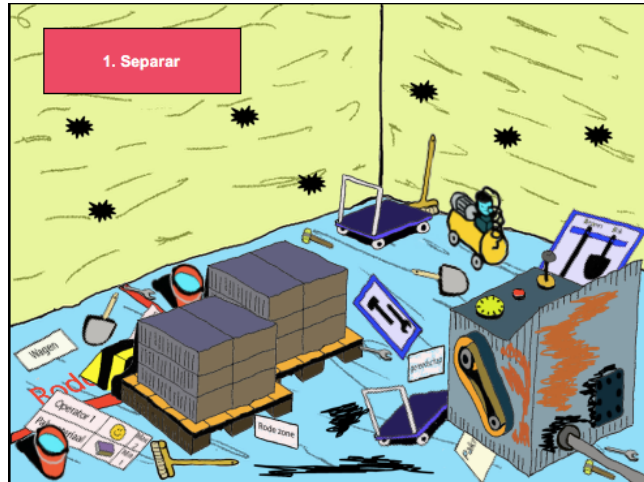
- Compromiso de los trabajadores
- Menos productos defectuosos
- Menos averías
- Menos inventarios
- Menos movimientos innecesarios
- Menor tiempo para el cambio de formato
- Más espacio para trabajar
- Creación de pertenencia en el lugar de trabajo

El sistema de 5S fija la base para un programa exitoso de mejoras, ayuda al cierre de tarjetas de condiciones básicas y partes innecesarias, a través de las 5 actividades, tal como se muestra en la figura anterior. Es un sistema que comienza inmediatamente después de la limpieza inicial y que continúa mejorando en el futuro cuando el grupo de trabajo autónomo está empoderado en la herramienta y está comprometido con la mejora en su área de trabajo.

El propósito de 5S es transformar el área de trabajo en donde se aplique, en un lugar de trabajo ordenado y seguro, y que sea fácil mantener los estándares correctos. Esto ayudará al grupo de trabajo autónomo a detectar más rápido las anomalías y a solucionar sus problemas en la línea.

- SEIRI (clasificar)
Este primer paso busca separar lo necesario de lo innecesario, para eliminarlo. Esto se logra haciendo inventarios o listas de herramientas y equipos. En la figura 33 se muestra un ejemplo de un área desordenada.

Figura 33. **Situación previa a la clasificación**



Fuente: Manual de orden y limpieza, MALHER, S.A.

Muchas veces al clasificar se piensa que hay cosas que no sirven y se tiran, pero luego se da una avería y se necesita del material que se tiró hace poco, esto es un ejemplo de una clasificación no efectiva. Es recomendable definir un área y delimitarla con cinta o pintura de color roja y rotularla como “zona de cuarentena”, tal y como se muestra en la figura 35, en donde todas estas piezas que no parecen útiles se dejarán por cuarenta días y al finalizar este periodo se podrá determinar si en serio se puede eliminar o si sirven en casos extraordinarios.

El propósito de clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de mantenimiento o de actividades cotidianas. Los elementos necesarios deben estar siempre cerca de la línea, mientras que los innecesarios se deben retirar del área de trabajo o eliminarlos cuando sea posible.

Utilizar el árbol de decisión que se muestra en la figura 34, como una herramienta para la toma de decisiones en este primer paso, ayudará a tener una

buena clasificación y lograr más espacio, mejor control de inventarios, eliminar los riesgos por desorden.

Figura 34. **Árbol de decisión de clasificación**



Fuente: Manual de Mantenimiento autónomo, MALHER, S.A.

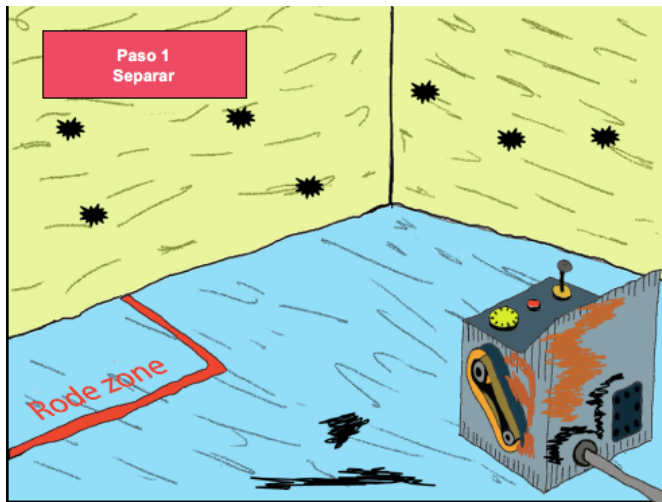
El área de cuarentena se utiliza cuando un objeto parece innecesario, pero no se sabe cuál es su destino. El grupo de trabajo de la línea tendrá 40 días para decidir cuál es el mejor lugar para este objeto. Esta área es temporal y no debe ser utilizada para almacenar objetos innecesarios. En la figura 35 se muestra un área de cuarentena y en la 36 se muestra un área de cuarentena conforme avanzan los días.

Figura 35. Área de cuarentena inicial



Fuente: MALHER, S.A. Taller mecánico

Figura 36. Área de cuarentena avanzada



Fuente: MALHER, S.A. Manual de orden y limpieza

- SEITON (Organizar)

Esta parte es básicamente definir un lugar específico para cada artículo y material que se quedará en el área de trabajo, se debe considerar criterios como seguridad, cantidad requerida, distancia y frecuencia de uso. Colocar las cosas en un lugar adecuado debe cumplir con los siguientes puntos:

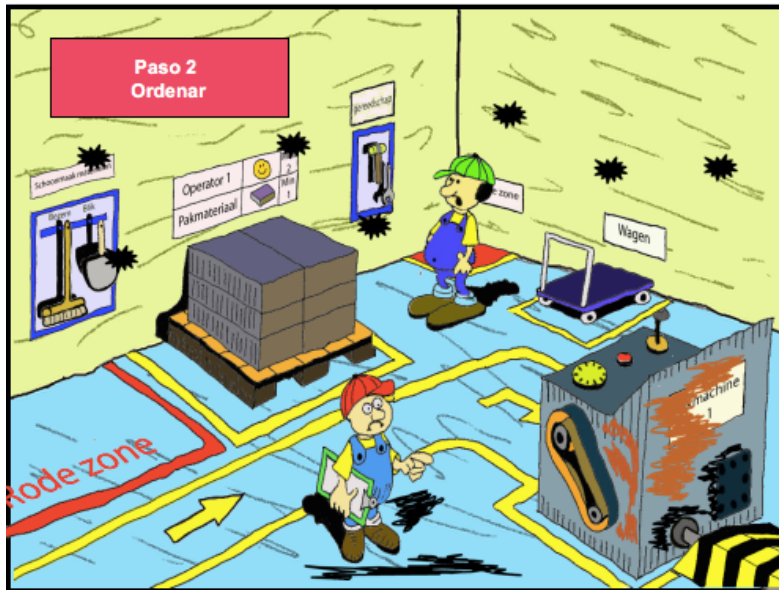
- Seguridad de que las cosas no se puedan caer y ocasionar un accidente.
- Calidad para que no se oxiden, se golpeen o se contaminen.
- Eficacia, para minimizar el tiempo perdido.

Se pretende ubicar los elementos necesarios en lugares en donde se puedan encontrar fácilmente para usarlos y que sea fácil devolverlos nuevamente a su sitio. Con organizar se desea mejorar la identificación y marcación de utensilios y herramientas para que tengan un buen mantenimiento y se conserven en buen estado. Este paso permite la ubicación de materiales y utensilios de forma rápida, mejora la imagen del área y el control de inventario de repuestos y materiales.

Para organizar primero debe definirse un sistema de identificación para cada pieza. Segundo, debe establecerse un lugar donde guardar las cosas tomando en cuenta la frecuencia de uso y, por último, deben acomodarse con rotulaciones visibles y fáciles de localizar.

Los resultados que se obtienen con este paso son facilidad para encontrar las herramientas u objetos, facilita el regreso a su lugar, ayuda a identificar cuando falta algo y da una mejor apariencia al área de trabajo. Desde acá el grupo de trabajo autónomo comienza a notar los cambios en la línea y se esperaría tener un área como la mostrada en la figura 37.

Figura 37. **Situación esperada al finalizar la etapa de organización**



Fuente: MALHER, S.A. Manual de orden y limpieza

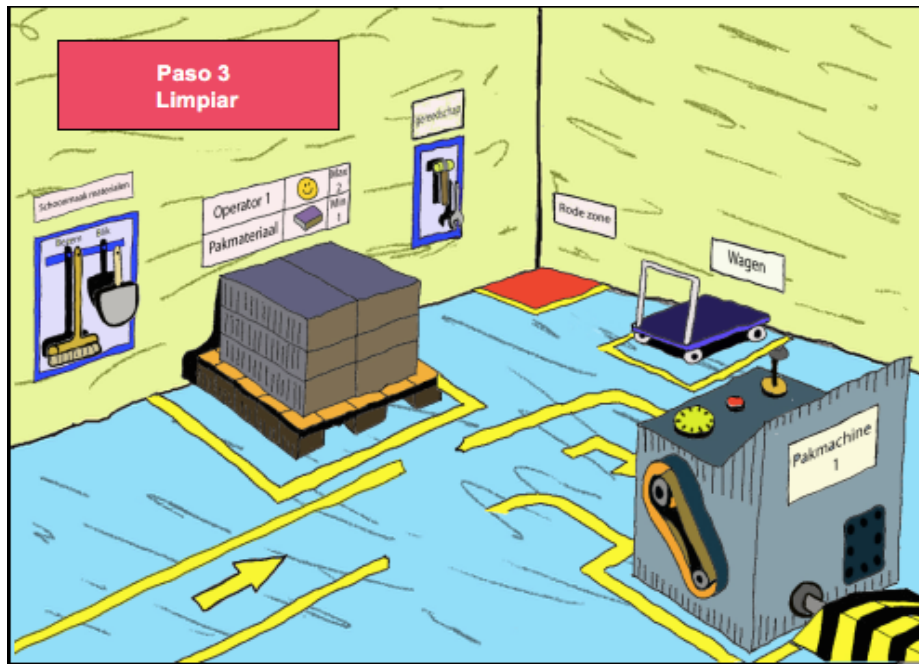
- **SEISO (Limpiar)**

Nuevamente se debe hacer énfasis en la limpieza de la línea, consolidando esta actividad como de alto impacto en la confiabilidad de la línea. No se puede pedir un área ordenada si no se toma en cuenta la limpieza, pues visualmente es evidente que si un área está ordenada pero no está limpia, no es un área ordenada.

Con este paso se buscará reducir el tiempo de limpieza, tanto como sea posible a través de eliminar las fuentes de contaminación, contener el polvo y la suciedad, mejorar la accesibilidad. Asegurarse de tener los materiales de limpieza correctos y transmitir el conocimiento a todo el grupo de trabajo autónomo para mantener cumplimiento al estándar definido de limpieza en el equipo.

El paso 3 de esta metodología pretende incentivar la actitud de limpieza del área y lograr mantener la clasificación y el orden logrado en los pasos anteriores, como se muestra en la figura 38.

Figura 38. **Situación deseada al limpiar el área**



Fuente: MALHER, S.A. Manual de orden y limpieza

Al finalizar de limpiar se aumenta la vida útil del equipo, reduciendo el deterioro forzado, habrá menos probabilidad de defectos de calidad y de accidentes, además de la mejora considerable en el aspecto de la línea.

- SEIKETSU (Estandarizar)

La cuarta etapa es distinta en las tres anteriores pues es el punto donde se necesita establecer las reglas, procedimientos y estándares para sostener lo que se ha alcanzado. Puede ser definido como el estado apropiado para que el trabajo realizado sea adecuado. Cumplir con los estándares puede ser un trabajo

muy difícil, pero esto debería motivar a identificar, eliminar o tomar acciones preventivas en las causas para ayudar a establecer las condiciones de las anteriores para que no se deterioren y sea un trabajo inteligente.

En este punto es sumamente importante que las personas tengan asignaciones y responsabilidades claras dentro de sus áreas de trabajo, una herramienta útil son las listas de verificación de la figura 38, para que las asignaciones estén visibles fácilmente. Estandarizar se trata de estabilizar el funcionamiento de todas las reglas definidas en las etapas anteriores, con un mejoramiento y evolución de la limpieza, ratificando todo lo que se ha realizado y aprobado anteriormente. La cuarta S está fuertemente relacionada con la creación de hábitos para conservar el área de trabajo en perfectas condiciones.

Figura 39. Ejemplo de estándar visual en área de lavado



CONTINUOUS EXCELLENCE

Nestlé Good Manufacturing Practice

Estándar Visual



NGMP
Nestlé Good Manufacturing Practices
Practices for Zero Loss in Manufacturing

Fábrica: Malher zona 12	Proceso: Lavado de piezas	Área: Manufactura
Sector: Producción	Línea: Lavado de piezas	Tipo de Estándar: Operacional
No. de Estándar: SV-MA-018.01	Elaborado por: Auxiliar Manufactura	Fecha de validación: 26/06/2014
Título del estándar: Orden y limpieza del área de lavado de piezas		



Área de trabajo:

Área de lavado de piezas



Estandar:

Orden y limpieza

Descripción del estandar:

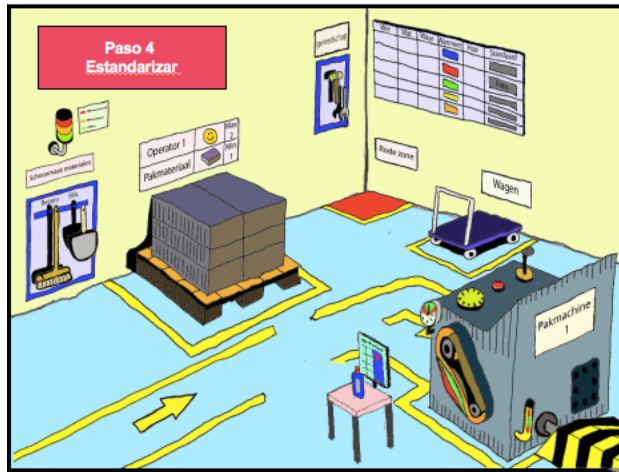
- Área limpia y ordenada
- Sin piezas de máquinas en el piso
- Sin utensilios de limpiezas para máquinas en el piso
- Utensilios de limpieza en su lugar cuando no estén en uso
- Piso limpio y seco



Fuente: MALHER, S.A. Departamento de Manufactura

Los estándares visuales son la herramienta utilizada para definir el estándar correcto para las áreas, es fácil de ver y entender cuál es la expectativa y el requerimiento. Estos deben estar a la vista del grupo de trabajo autónomo, logrando una situación como la presentada en la figura 40.

Figura 40. **Situación esperada luego de la estandarización**



Fuente: MALHER, S.A. Manual de orden y limpieza

- SHITSUKE (Mantener)

Este último paso, si se hizo bien todo lo anterior, es el más fácil de los cinco, se define como la creación de un hábito para mantener los procedimientos correctos. Los operadores deben estar con una mentalidad que les permita mantener las 5S en el área de trabajo y respetar las normas establecidas.

La práctica de mantener pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados a tal punto que incluso los visitantes deben entrar al área y dejarla como la encuentran. Sin la disciplina, la implantación de las primeras fases se deteriora rápidamente.

Aunque la disciplina no es algo visible y no puede medirse a diferencia de las otras S, se definió un formato de auditoría, mostrado en el Apéndice 3, que ayudará al grupo de trabajo autónomo a evaluar el avance de la metodología y

que puedan tomar acciones en caso de desviación. En donde si se alcanza una nota mayor a 80 % se tiene un sistema sostenible de 5S.

4.2. Ejecución de la limpieza inicial

La limpieza inicial, como punto de partida en la implementación de mantenimiento autónomo de la línea, deja resultados positivos en cuanto a identificación de anomalías y cambios significativos en la actitud del grupo de trabajo en su inicio a la autonomía.

4.2.1. Actividades con la máquina arrancada

- Observación del funcionamiento de la máquina para levantar tarjetas.
- Conteo de puntos de ajuste.
- Debe tenerse también una lista de actividades posteriores para mantener lo logrado.
- Implementar reuniones del grupo de trabajo de la línea para que comiencen a gestionar sus herramientas y puedan transmitir los resultados.
- Implementar el plan de capacitaciones para que puedan desarrollarse en autonomía.
- Delegar a un responsable para planificar el cierre de tarjetas.

De un total de 185 tarjetas, 27 son azules, o sea que pueden ser resueltas por el mismo grupo de trabajo de forma inmediata. En la figura 40 se evidencia el levantamiento de tarjetas por suciedad, falta de condiciones básicas, partes innecesarias.

Figura 41. **Suciedad encontrada en la limpieza inicial**



Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

El reto de llevar la línea a condiciones básicas es lo que realmente motivará a todos los equipos de trabajo para buscar las mejoras e implementar herramientas para solución de problemas. Pues a partir de este punto el personal de línea verá anormal lo que antes parecía normal.

4.2.2. Actividades con la máquina detenida

- Inspección minuciosa de la línea, limpieza y tarjeteo.
- Fotos de la situación actual (anexo 3) para luego levantar registro de mejoras.
- Identificación de puntos de ajuste en la línea.
- Identificar las fuentes de contaminación y los lugares de difícil acceso.

4.3. Conteo de tarjetas resueltas

La base de datos de tarjetas debe ser un documento vivo, que se actualice semana a semana y que permita una fácil visualización del desarrollo de tarjetas, principalmente para que el grupo de trabajo autónomo de la línea pueda ver de forma clara las mejoras que se han hecho en su área de trabajo.

En esa base de datos se detalla toda la información de las tarjetas encontradas, es importante la fecha en que fue creada cada tarjeta, la prioridad y la clasificación para estimar una fecha de cierre o caducidad. Y como un indicador visual en color verde se ponen las líneas que han sido cerradas y en color rojo las que siguen activas.

El objetivo es cerrar en su totalidad todas las tarjetas que sean de seguridad y las que sean de calidad en el tiempo establecido por su prioridad. Además, las tarjetas azules deben ser cerradas en un 80 %, pues será la guía del nivel de autonomía del grupo de trabajo de la línea.

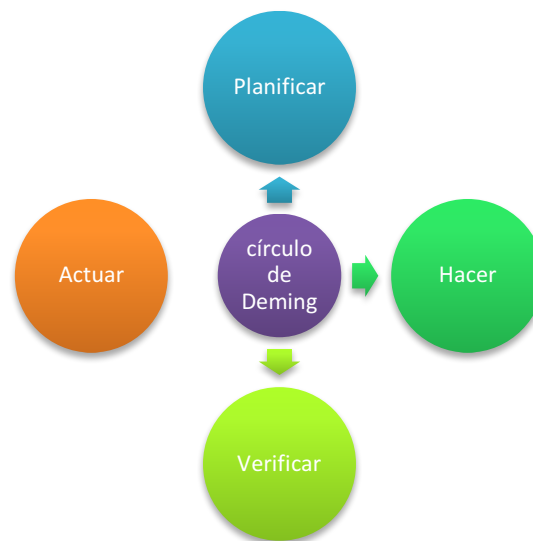
4.4. Tratamiento de fuentes de contaminación

Es necesario tener una estrategia efectiva para eliminar las fuentes de contaminación y los lugares de difícil acceso, los cuales se sabe que existen pero, en la mayoría de los casos, no se sabe la causa de cada una. Las herramientas de solución de problemas deben dar la guía para solucionarlas y eliminarlas de raíz.

Dentro de las herramientas de la ingeniería de calidad y mejora, se tiene el círculo de Deming o círculo PDCA por sus siglas que significa planificar, hacer, verificar y actuar.

Este diagrama es muy conocido en el área de mejora continua y gestión de calidad y se puede observar en la figura 42.

Figura 42. **Círculo de Deming**



Fuente: elaboración propia.

- Planificar: es la etapa inicial en donde se establecen actividades necesarias para obtener un resultado. En este punto es necesaria mucha observación y acercamiento para plantear el problema.
- Hacer: es la etapa que dará inicio a generación de ideas para solucionar las fuentes. Aquí es una buena práctica el uso de diagramas de Ishikawa.
- Verificar: es el punto en donde se descartan las opciones y se reducen. Puede usarse la estrategia de “varios por qué” y con ello llegar a la causa raíz que en un principio era desconocida.
- Actuar: con base a las conclusiones del verificar, se establecen los planes de acción que servirán como punto final para el problema planteado al principio.

En la sección 3.2.3 se definió un sistema de priorización de fuentes, como una estrategia de optimización de recursos y planificación de esfuerzos, pues al cerrar la fuente que más pérdida genera (Q. 24 963,80 anuales) se logrará tener el mayor beneficio en la línea, al ser la fuente que más contamina, que más limpieza requiere y que más veces pide para la línea.

Dentro del análisis para el tratamiento de las fuentes de contaminación, la parte de planificar debe llevar un análisis de Ishikawa para identificar causas que no se conocían y que pueden estar ligadas a:

- Mano de obra, por habilidades o capacidad de los operadores para realizar las actividades correctas en la operación de la línea.
- Máquina, según la capacidad y desempeño de las máquinas para cumplir con las actividades requeridas.
- Material, todas las variables asociadas con el material que entra al proceso, como lo es humedad, consistencia y temperatura de la mezcla.
- Método, instrucciones, procedimientos y estándares que pueden estar mal hechos.
- Medidas que puedan estar afectando al proceso, como la altura de la tolva, el punto del tornillo, velocidad de la línea.
- Ambiente, no necesariamente es el clima, como siempre se piensa. El factor ambiente es todo lo que rodea el área de trabajo, las condiciones de trabajo, la seguridad, entre otros.

Cuando se han descartado las causas que no tienen influencia en la fuente de contaminación, el ejercicio de cinco por qué, ayuda a ampliar el panorama y adentrarse hasta llegar a la causa raíz. Con un tratamiento efectivo de las fuentes de contaminación, se reducirá el tiempo de limpieza e inspección que afecta a la confiabilidad de la línea. En caso no sea posible la eliminación, entonces es

necesario reducirla al punto máximo. A continuación se describen dichas fuentes de contaminación así como la propuesta de solución dada.

- Fuente Núm. 1: polvo que ingresa por los ventiladores de la pared, presentada en la figura 43.

Figura 43. **Fuente de contaminación Núm. 1**



Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

- Propuesta de solución: invertir el sentido del ventilador para que el aire salga y no ingrese, se debe instalar un ventilador en el lado opuesto de la línea para que el flujo de aire sea continuo hacia los extractores y este salga completamente del área.
- Fuente Núm. 2: merma de mezcla que cae de los dosificadores, mostrada en la figura 44.

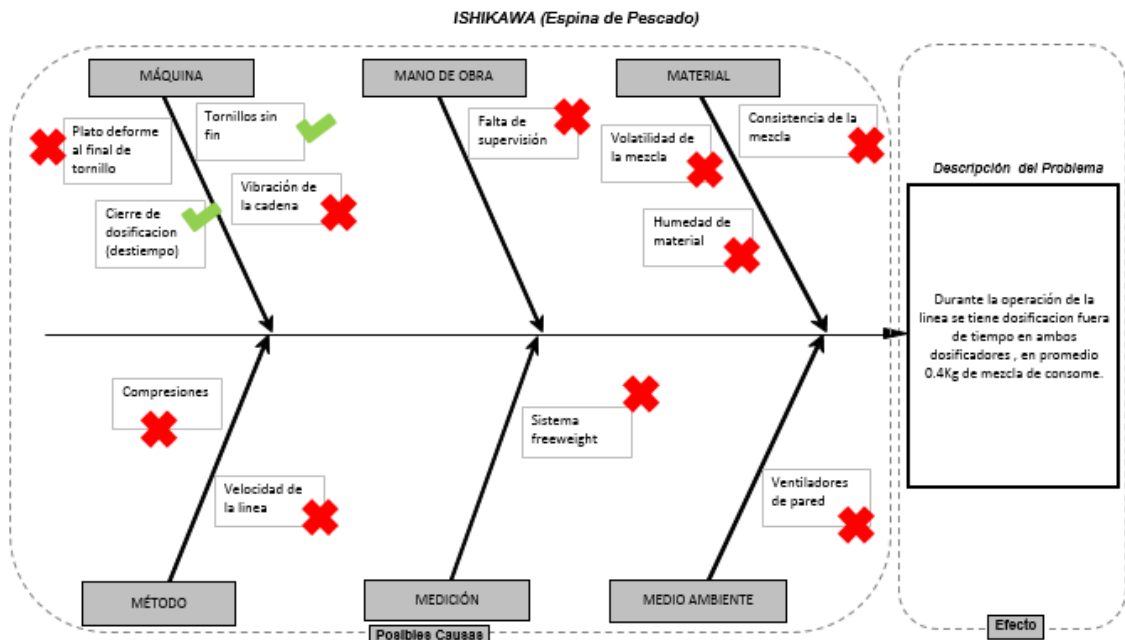
Figura 44. **Fuente de contaminación Núm. 2**



Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

- La causa raíz es desconocida, por tanto, será necesario aplicar herramientas para adentrarse al problema y hacer un análisis completo. La metodología utilizada se presenta en la figura 45.

Figura 45. Diagrama ISHIKAWA para la fuente de contaminación Núm. 2



Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

Se puede concluir que la causa raíz de esta fuente es la deformidad de los platos y el largo del tornillo sin fin que está en el sistema de abastecimiento. Con este análisis se determinó que un tornillo es 0,5 pulgadas más largo que el otro, y que por el desgaste y las reparaciones que se han hecho estos tornillos tienen pequeñas deformidades en los costados, lo que permite que la mezcla caiga, incluso, cuando el pulso debería impedir caída de producto. La fotografía mostrada en la figura 46 evidencia el estado de los tornillos.

Figura 46. **Causa raíz de la fuente de contaminación Núm. 2**



Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

- Propuesta de solución: estandarizar los tornillos y elaborar platos de igual forma y tamaño. Además, colocar un visor en el embudo que permita visualizar el nivel y el flujo del consomé en las tolvas.
- Fuente Núm. 3: mezcla que cae de los embudos. En la figura 47 se logra observar que la mezcla sale de los embudos al momento en que se abastece el producto en la línea, pero durante la operación no se tiene la fuga.

Figura 47. **Fuente de contaminación Núm. 3**



Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

- Propuesta de solución: colocar empaques de caucho en la circunferencia que adhiere el embudo con la tapa y con el visor propuesto en la fuente anterior será fácil para los operadores ver si la mezcla tiene opción de salir al rebasar el nivel estándar de consomé.
- Fuente de contaminación Núm. 4: suciedad generada por la tapa, tal y como se observa en la figura 48. Esta fuente se debe al corte irregular en la rueda de aluminio, al ser irregular el corte esta roza con la tapa y genera residuos plásticos que al por mayor de tapas es una suciedad considerable en la línea.

Figura 48. Fuente de contaminación Núm. 4

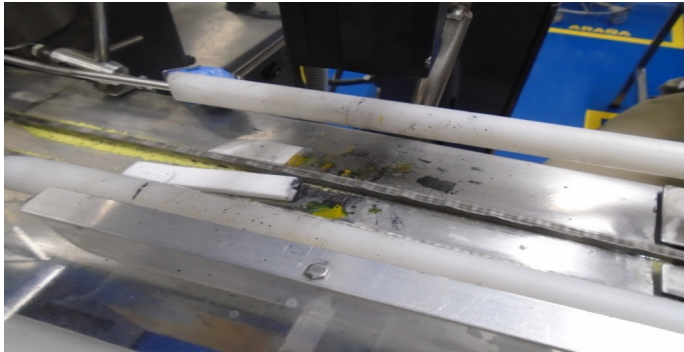


Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

- Propuesta de solución: asegurar que el proveedor aspire las tapas antes de enviar, en departamento de calidad debe verificarlas antes de dar ingreso como materia prima y validar que estén sin residuos plásticos. Y el proveedor debe mejorar el corte para mitigar el problema.

- Fuente de contaminación Núm. 5: tinta por goteo de codificador, se evidencia en la figura 49.

Figura 49. **Fuente de contaminación Núm. 5**



Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

- Propuesta de solución: cambiar la impresora de su ubicación actual al segundo nivel, para asegurar que los botes en flujo continuo sean codificados y así la tinta no cae en la máquina.
- Fuente de contaminación Núm. 6: residuos de cartón que caen de las cajas, tal como se muestra en la figura 50.

Figura 50. **Fuente de contaminación Núm. 6**



Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

- Propuesta de solución: implementar una manguera de extracción, que salga del segundo nivel y que caiga a la mesa de empaque. Con esta manguera se logrará aspirar los residuos de cartón y se reducirá la contaminación.
- Fuente de contaminación Núm. 7: residuos de consomé que salen de embudos de abastecimiento, evidenciado en la figura 51.

Figura 51. Fuente de contaminación Núm. 7



Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

La tapa del embudo hace difícil la manipulación, por tanto, al meter la mano el abastecedor debe abrir y es en ese momento cuando se genera la contaminación, dicha situación se observa en la figura 51.

- Propuesta de solución: modificar la tapa, de modo que tenga una apertura circular en el extremo del lado del abastecedor, con esto él no tendrá que manipular el *big bag* y no ensuciará el área. El grupo de trabajo planeado puede inclinar la tapa para que cuando

se genere merma, caiga dentro del mismo embudo o simplemente cambiar el material plano por un tipo de tamiz.

- Fuente de contaminación Núm. 8: fuga de agua en oasis, mostrada en la figura 52.

Figura 52. **Fuente de contaminación Núm. 8**



Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

- Propuesta de solución: retirar el oasis de agua y colocarlo en un área que está externa a la línea.
- Fuente de contaminación Núm. 9: polvo que entra por agujero en la pared, dicha situación puede verse en la figura 53.

Figura 53. **Fuente de contaminación Núm. 9**



Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

- Propuesta de solución: en la pared que divide el área de abastecimiento de consomé y el área de dosimetría de refrescos hay un agujero que permite el ingreso de polvo. Se debe tapar el agujero y corregir la condición de la pared.
- Fuente Núm. 10: polvo sale de aspiradora, mostrada en la figura 54.

Figura 54. Fuente de contaminación Núm. 10



Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

- Propuesta de solución: hacer la inversión de Q. 1 600,00 en una nueva aspiradora, con motor más potente y con filtro de micro partículas con canastilla de plástico.

4.5. Sistema de gestión visual

El sistema de gestión visual tiene como propósito principal estabilizar los procesos y eliminar la variación. En una línea de producción generalmente son

varias personas las que trabajan una máquina, y cada persona tiene un modo distinto de operar, un valor distinto de ajuste en parámetros y un sistema distinto para realizar los mantenimientos. Todo esto hace que se pierda tiempo por ajustes e inexactitud. La gestión visual se clasifica en los siguientes puntos:

- Control visual
 - Código de colores
 - Áreas peatonales
 - Límites espaciales

- Información visual
 - Etiquetas y números
 - Tablero de actividades

- Crimen visual
 - Estándar de colores
 - Códigos confusos o erróneos

- Procedimiento visual
 - Gráficos y fotos
 - Procedimientos impresos

Algunos beneficios de la gestión visual, que se relacionan directamente con la confiabilidad de la línea son:

- Aseguramiento de limpieza, inspección y lubricación
- Mejoras en la calidad de las inspecciones
- Fácil comunicación
- Ayuda en la metodología de capacitación y entrenamiento

Muchas de las tarjetas de lugar de difícil acceso y las de ajustes innecesarios llevan gestión visual, con herramientas como colocación de tapaderas transparentes para facilitar una inspección o identificación de colores en la línea para uso de “*centerlining*”.

4.5.1. Aplicación de *centerlining*

Esta es una herramienta de gestión visual que ayuda a llegar a cero desviaciones, cero pérdidas de tiempo en arranques y cero paros no planeados por mal ajuste. Esta herramienta busca mapear todos los puntos de ajuste de la línea y establecer la posición correcta de trabajo para cada situación de la línea. Los pasos para aplicar *centerlining* son los siguientes:

- Seleccionar la línea en donde se aplicará, en este caso la línea piloto de TPM.
- Identificar los puntos de ajuste.
- Establecer unidades de medida para los puntos.
- Ajustarlos en su posición óptima.
- Implementar controles visuales.

El *centerlining* se debe separar en tres tipos según ajuste:

- Estáticos, son puntos medidos usualmente por medio de distancias o ángulos, se apoyan con elementos como reglas, medidores o reguladores. A modo de ejemplo, en la figura 55 se presenta la aplicación de este tipo de *centerlining* en la línea de interés.
- Dinámicos, son los que verán variaciones durante la operación de la línea, regularmente pueden ser modificados. Ejemplos claros son presiones de

aire, flujos de agua o posiciones de material. En el caso de la línea de interés, la aplicación de *centerlining* de tipo dinámico se evidencia mediante la figura 56.

- Programables, son valores que vienen en una receta que puede ser cargada en cualquier momento, estos son utilizados en máquinas con alto nivel de automatización.

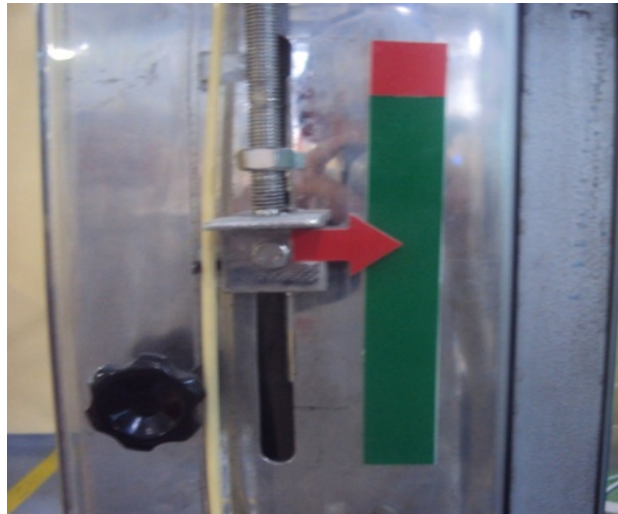
Los puntos en donde será aplicada la herramienta están clasificados como estáticos, dinámicos y programables.

Figura 55. **Punto estático de *centerlining* en carrilera**



Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

Figura 56. **Punto dinámico de *centerlining* en carrilera**



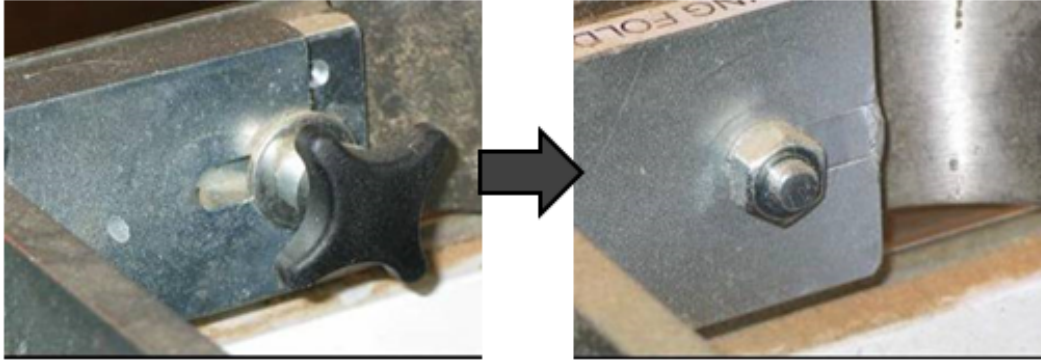
Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

4.5.2. Eliminación de ajustes innecesarios

En esta etapa se definen los puntos de ajuste en la línea, en base a estos puntos se debe priorizar y buscar los ajustes que no son necesarios para que sean eliminados o modificados.

La intención es identificar todos los puntos de ajuste que no agregan ningún valor y que pueden ser sustituidos. Muchas veces la solución es implementar pernos o soldaduras, en caso no se puedan eliminar. A manera de ejemplo, se muestra en la figura 57 la eliminación de un ajuste innecesario, mediante la eliminación de un tornillo en un punto estático de la línea.

Figura 57. **Eliminación de tornillo en un punto estático**



Fuente: MALHER, S.A. Línea piloto

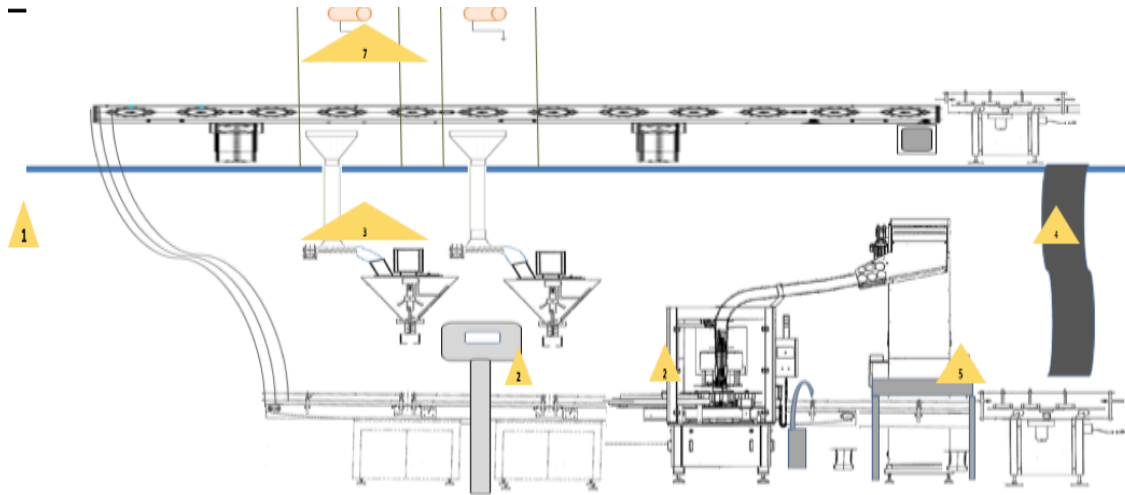
4.6. Lista de fuentes de contaminación

En el apartado 3.2 se mostró una lista inicial de fuentes de contaminación mediante la figura 23, pero la idea no es hacer una lista y archivarla, sino que el personal de línea conozca y se rete a eliminarlas. Por lo antes descrito se elaboró un mapa mostrado en la figura 58, que compila la información de la lista final de fuentes de contaminación.

Tener fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso significa complicar el trabajo de los operadores, una fuente de contaminación hará que ellos tengan que limpiar una y otra vez, pues el área se seguirá ensuciando. Estos factores afectan directamente la confiabilidad de la línea, y si ellos tienen de forma visual la identificación de estos puntos sabrán que deben eliminarlos para tener un área más confiable y segura de trabajo.

En el apartado 4.4 se dan las propuestas de eliminación de cada fuente, las cuales también deben ser entregadas al grupo de trabajo autónomo para que sean motivados a participar en el cierre de las tarjetas de este tipo.

Figura 58. Mapa de fuentes de contaminación en la línea



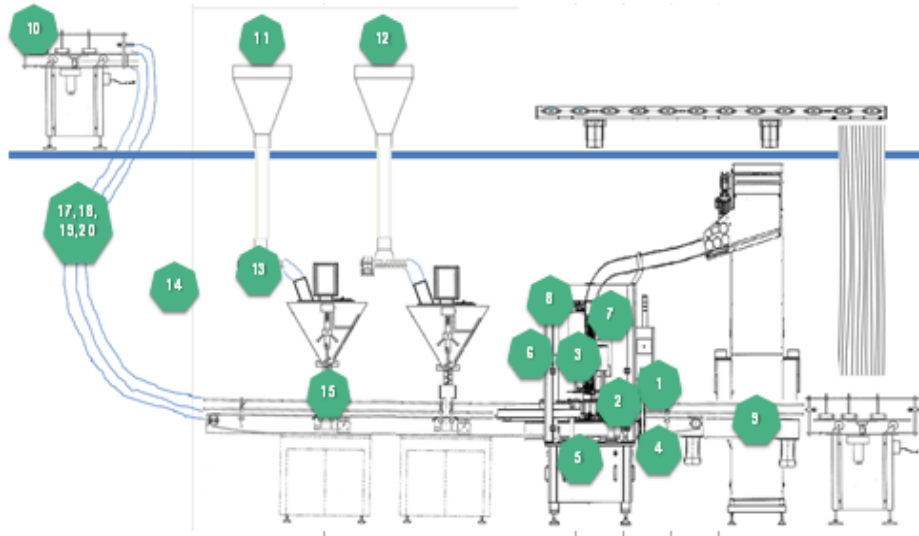
Fuente: elaboración propia.

4.7. Lista de lugares de difícil acceso

En el apartado 3.3 se mostró una lista inicial de áreas de difícil acceso mediante la figura 27, pero la idea no es hacer una lista y archivarlo, sino que la gente de línea conozca y rete a eliminarlos. Por lo antes descrito se elaboró un mapa mostrado en la figura 58, que compila la información de la lista final de lugares de difícil acceso.

Tener fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso significa complicar el trabajo de los operadores, un lugar de difícil acceso hará que ellos pierdan tiempo en actividades como limpieza o inspección por la dificultad que tengan para desarrollar la tarea en el área. Estos factores afectan directamente la confiabilidad de la línea, y si ellos tienen de forma visual la identificación de estos puntos sabrán que deben eliminarlos para tener un área más confiable y segura de trabajo.

Figura 59. **Mapa de lugares de difícil acceso en la línea**



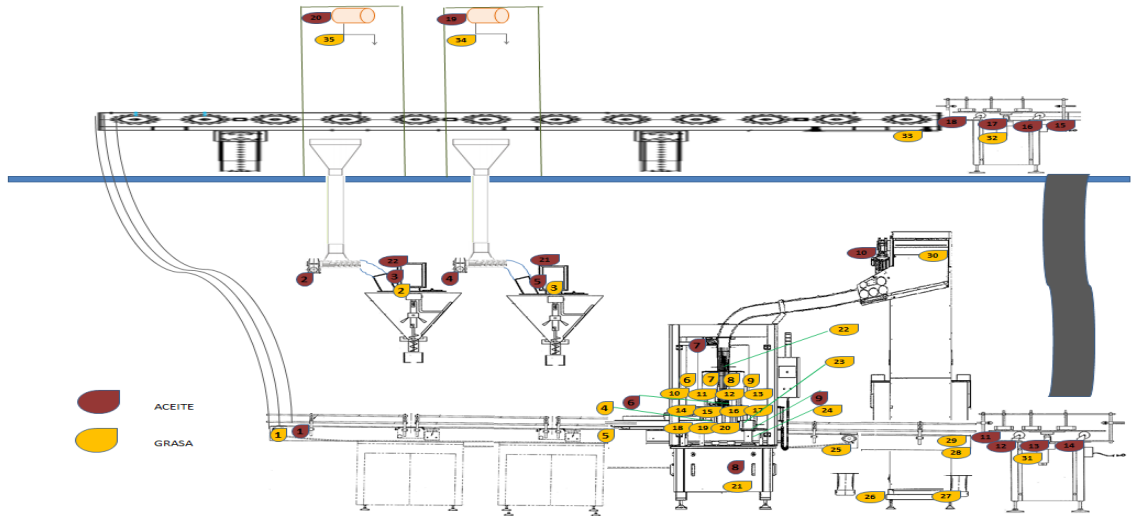
Fuente: elaboración propia.

4.8. Estandarización del mapa de lubricación

Estandarizar el mapa de lubricación ayudará en dos factores a la confiabilidad de la línea, primeramente, en la reducción de tiempo de espera del lubricador y segunda en el mantenimiento de las condiciones básicas de la máquina. Para esto el lubricador debe transferir conocimiento y herramientas al grupo de trabajo autónomo y de esta forma habilitarlos para que puedan auto gestionar la lubricación de su equipo. La figura 60 muestra el mapa final de lubricación.

En este punto del plan de mantenimiento autónomo, la máquina debe estar limpia, la mayoría de las anomalías deben estar eliminadas, las fuentes de contaminación y los lugares de difícil acceso deben estar contenidos y solucionados, para que la máquina sea más fácil de limpiar e inspeccionar y el grupo de trabajo autónomo tenga un sistema más fácil de manejo de su línea.

Figura 60. Mapa de lubricación de la línea



Fuente: MALHER, S.A. Departamento de ingeniería

4.8.1. Identificación de lubricantes

En la identificación de los puntos de lubricación, se definió que hay puntos que requieren grasa y otros de aceites grado alimenticio. Estos lubricantes validados se enlistan en la tabla VIII, en donde además se encuentra la descripción de cada uno de ellos.

Tabla VIII. **Lista de lubricantes utilizados en la línea**

GRASAS	
UH1-6462	Caracterizado por buen desempeño a altas temperaturas y buena resistencia al agua, corrosión y oxidación. Utilizada en los puntos 1, 5-33
Sentinel Blanca	Grasa especial para áreas que tengan presencia de aires comprimidos o vapores. Utilizada en los puntos 2, 3, 34, 35.
AG 11462	Especial para proteger partes que estén expuestas a corrosión y peso o presión. Utilizada en el punto 21.
ACEITES	
Medallon	Aceite en espray grado alimenticio, utilizado para cadenas y partes móviles.
Mobil 632	Aceite de gran desempeño para aceros duros, ventaja de protección de equipos. Este aceite no puede colocarse en piezas que tengan contacto directo con producto alimenticio.
4 UH1 020	Lubricante en aceite grado alimenticio, a base de hidrocarburos sintéticos. Recomendado para piezas en contacto con proceso alimenticio.

Fuente: MALHER, S.A. Departamento de Ingeniería

4.8.2. Controles visuales para lubricantes

Como parte de la mejora en el proceso de lubricación de la línea, se plantea una gestión visual de lubricantes, a manera que se facilite el trabajo de los operadores que desarrollarán el trabajo de lubricación.

La gestión visual debe contener los siguientes requerimientos mínimos:

- Nombre de cada lubricante y el código asignado, puede ser numérico, tal y como se presenta en la tabla IX.

Tabla IX. **Nombre y código de los lubricantes utilizados**

GRASAS	Código
UH1-6462	G1
Sentinel Blanca	G2
AG 11462	G3
ACEITES	Código
Medallon	A1
Mobil 632	A2
4 UH1 020	A3

Fuente: MALHER S.A. Departamento de Ingeniería

- Símbolo representativo que identifique si es una grasa o un aceite y el tipo de origen del mismo, dicho símbolo se muestra en la tabla X.
- Símbolos adicionales, como el rombo de seguridad en caso de alguna toxicidad.

Tabla X. **Símbolo representativo para los lubricantes de la línea**




	Origen Mineral	Origen Sintético	Otro
Grasas	□	▬	▣
Aceites	△	◇	○

Fuente: elaboración propia.

4.8.3. Almacenamiento de lubricantes

El almacenamiento efectivo de lubricantes comienza con un sistema adecuado de identificación, el que se utiliza es el método Nestlé-Kluber, que es un sistema especial para industrias alimenticias y aplica en todos los proveedores de lubricante autorizados por Nestlé.

Figura 61. Sistema de identificación para almacenamiento de lubricantes

Código	Lubricante	Alternativa 1	Etiqueta
G1	UH1-6462	N/A	G1 
G2	<u>Sentinel</u> Blanca	UH1-6462	G2 
G3	AG 11462	<u>Sentinel</u> Blanca	G3 
A1	<u>Medallon</u>	N/A	A1 
A2	<u>Mobil</u> 632	<u>Medallon</u>	A2 
A3	4 UH1 020	<u>Mobil</u> 632	A3 

Fuente: elaboración propia.

La figura 61 muestra la lista de lubricantes utilizados y su respectiva etiqueta. El sistema de almacenamiento se rige en cinco actividades, comenzando por la selección del proveedor y la evaluación de lubricantes. Le sigue la definición de un inventario de lubricantes y un punto de re orden, compra de accesorios y herramientas adecuadas para la aplicación de lubricantes, una identificación adecuada de lubricantes y una aplicación en máquina.

En la bodega de lubricantes se debe cumplir con lo siguiente:

- Mantener los lubricantes en un área delimitada exclusivamente para lubricantes.
- No tener los lubricantes en el piso, tenerlos en una tarima, una mesa o un mueble de ser posible.
- Todos deben estar con su etiqueta y el rombo de seguridad.
- Los lubricantes inflamables (en caso existan) deben estar aislados.
- Seguir un orden de primero en entrar, primero en salir. De acuerdo con el cumplimiento de caducidad de los materiales.
- Mantener el área despejada para evitar accidentes.
- Colocar estándares visuales en la pared para que toda persona que ingrese mantenga el orden deseado en el área.

4.9. Capacitación del plan de lubricación

La capacitación del plan de lubricación debe ser una capacitación integrada que se divida en fase teórica, fase de acompañamiento y fase práctica, en cumplimiento al desarrollo de 10 % conocimiento teórico, 20 % conocimiento en acompañamiento y 70 % de conocimiento practicando.

- Fase teórica: esta fase la debe completar el líder del grupo de mecánicos, quien debe tener una competencia nivel cinco para transmitir conocimientos. Los puntos que se deben cubrir son:
 - Fricción
 - Dureza
 - Calor adquirido
 - Viscosidad

- Fase de acompañamiento: el operador debe tener programadas sesiones en donde pueda acompañar al lubricador en el proceso y pueda ver por al menos 40 horas el desarrollo de las actividades, de manera que pueda comenzar a tomar confianza en el desarrollo de sus habilidades. En este punto se traslada la lista de puntos de lubricación, los estándares de almacenamiento y la identificación de lubricantes.
- Fase de conocimiento práctico: esta fase es la más importante del plan de transferencia de conocimiento pues el operador comenzará a hacerlo solo y pondrá en práctica lo aprendido en las fases anteriores. Este paso se hace en su totalidad en la línea y es el operador quien debe interactuar con el proceso de lubricación, debe seguir el plan de lubricación, debe cumplir con todos los puntos y la frecuencia y debe conocer la bodega de lubricantes.

Al completar el proceso de capacitación, el líder de los mecánicos debe evaluar al operador y determinar si está capacitado para lubricar la línea. En el Apéndice 4 se muestra el formato de evaluación para confirmar una transferencia de conocimiento de los puntos de lubricación definidos.

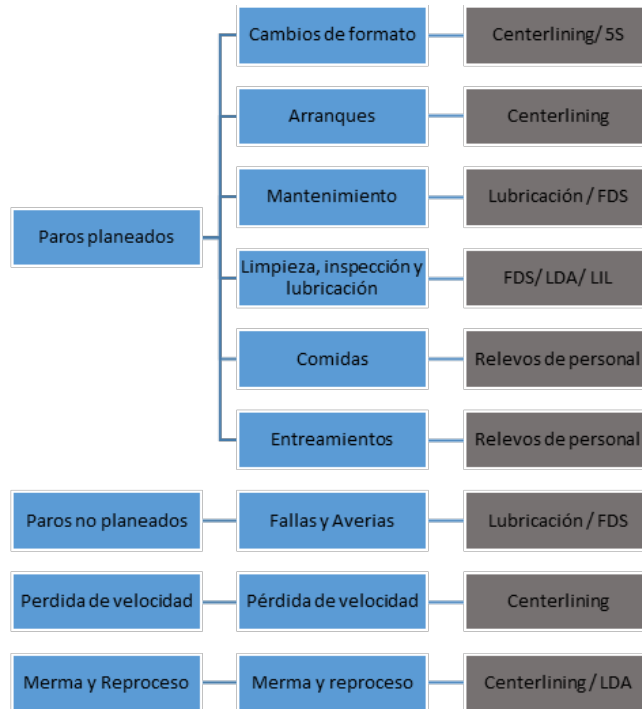
5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

5.1. Evaluación de confiabilidad

Con el desarrollo de las herramientas de mantenimiento autónomo la línea debe presentar un incremento considerable en la confiabilidad, que como se determinó al inicio de este trabajo, en el primer semestre de 2015 era de 71,6 %. Aunque el mantenimiento autónomo consta de varios pasos, durante sus avances al primer semestre de haber comenzado con la implementación de las herramientas muestra un incremento considerable en la confiabilidad.

Cuando la confiabilidad de una línea es baja, la empresa pierde dinero por actividades que no agregan valor al producto. Por tanto, cada evento que impacte en este indicador es considerado como una pérdida económica y va a estar asociada con una herramienta que ayudará a la reducción, como se resume en la figura 61.

Figura 62. Resumen de asociación de pérdidas



Fuente: elaboración propia.

En la lista de tarjetas se tiene el detalle de las tarjetas que representan una pérdida monetaria para la línea, medidas en cantidad de mezcla pérdida o cantidad de minutos perdidos al año. Al solucionar estas tarjetas, se tiene un ahorro proyectado que se muestra en la tabla XI.

Tabla XI. Ahorro estimado por cierre de tarjetas

Herramienta	Ahorro anual estimado (Q)
Eliminación de fuentes de contaminación	39 051,80
Eliminación de lugar de difícil acceso	3 895,00
Implementación de <i>centerlining</i>	9 320,16
TOTAL	52 266,96

Fuente: elaboración propia

La proyección de mejoras para el segundo semestre de 2017, en cuanto a la confiabilidad de la línea por la implementación del plan de mantenimiento autónomo en su paso dos, se muestra en la tabla XII.

Tabla XII. **Proyección de mejoras al primer semestre 2017**

Pérdidas operacionales	% de tiempo ocupado (situación 2015)	% de tiempo ocupado (Proyección 2017)	% relativo de Paros	% acumulado de paros
Paros Programados	21	14,1	78,77	78,77
Paros no programados	4,6	2,4	13,41	92,18
Pérdida de velocidad	1,6	1,1	6,14	98,32
Merma y reproceso	1,2	0,3	1,67	100,00
TIEMPO TOTAL	28,4	17,9		

Fuente: elaboración propia.

Con la implementación de las herramientas de mantenimiento autónomo en la línea, y con los resultados logrados en los primeros seis meses de avance, se tiene una reducción de 10,5 % en el total de tiempo muerto de la línea, en donde hay reducción en cada una de las pérdidas.

- Paros programados = reducción de 6,9 % del tiempo total
- Paros no programados = reducción de 2,2 % del tiempo total
- Pérdida de velocidad = 0,5 % de reducción
- Merma y reproceso = 0,9 % de reducción total.

En otras palabras, se puede confirmar que la confiabilidad de la línea tiene un aumento del 10,5 %, por lo que si antes los operadores únicamente contaban con 71,6 horas de buena producción (por cada 100 disponibles). Ahora la línea

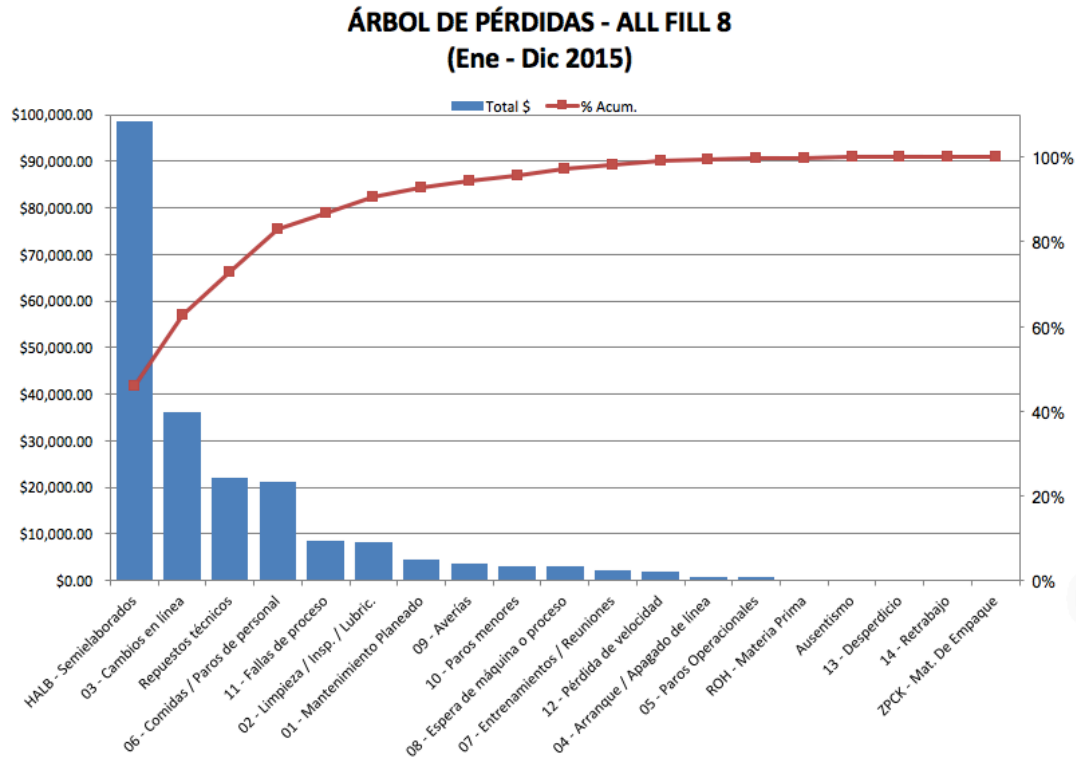
tendrá un estimado de 82,1 horas de producción buena, lo que representa una oportunidad monetaria para la empresa que no solo se podrá ver reflejada en ahorros, sino que en ganancias al aumentar el volumen de producción y dar un margen mayor a las ventas.

5.1.1. Análisis de paros y tiempo perdido

Con el historial de la línea y los nuevos costos por producir, se hace el siguiente diagrama de Pareto con todas las pérdidas. Esta herramienta es también parte de un pilar de mejora específica y da las bases para que se puedan reducir las pérdidas en las líneas de TPM.

En la figura 63 se ven las pérdidas en la línea de consomé de una forma gráfica, y en total se tiene una pérdida anual de \$ 212 516,00, en donde la mayor cantidad está en pérdida de mezcla, cambios en la línea y repuestos por mantenimiento. De los cuales únicamente el costo de repuestos puede justificarse por la inversión en el mantenimiento general para devolver condiciones básicas y comenzar a trabajar la autonomía de la línea.

Figura 63. Pérdidas en la línea de consumé



Fuente: elaboración propia.

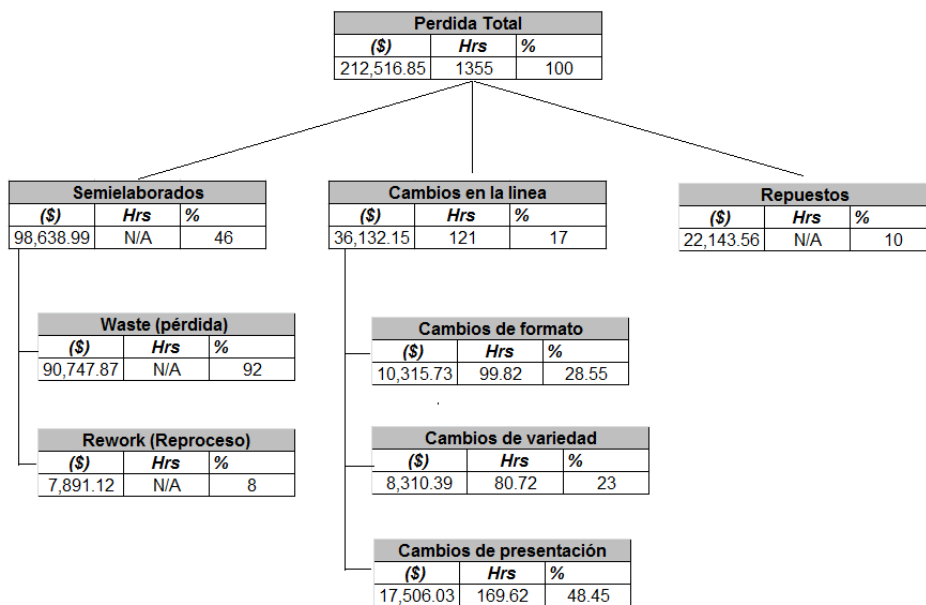
Del total de pérdidas, siguiendo el teorema de Pareto, la pérdida de semielaborado, cambios en la línea y repuestos técnicos representa casi el 80 % del total de pérdida en la línea, como se mencionaba anteriormente. Cada una de ellas si se asocia con herramientas de mantenimiento autónomo se puede ver reducida significativamente.

- Semielaborados: se reducirá al momento en que las fuentes de suciedad estén totalmente resueltas y que las anomalías que causen la sobredosificación puedan devolverse a condiciones básicas.
- Cambios en la línea: se reducirá en cuanto *centerlining* y 5S estén implementadas pues el tiempo de cambios será mucho menor al actual.

La reducción de esta pérdida se asocia a un SMED realizado para reducir el tiempo de cambio de formato.

- Repuestos: se comprarán menos repuestos cuando la lubricación esta estandarizada y la línea esté en condiciones básicas. En los primeros pasos de TPM esta pérdida puede tomarse como “justificada” pues la inversión para devolver condiciones básicas siempre es alta.

Figura 64. Desglose de pérdidas



Fuente: elaboración propia.

En la figura 64, se muestran las tres principales pérdidas del Pareto, para enfocar todos los esfuerzos de mantenimiento autónomo en las herramientas que a partir de acá serán prioritarias. Pues una vez con la autonomía estable, el siguiente paso será mantenerla y buscar reducir pérdidas.

Centerlining pasa a ser una herramienta de control para mantener la autonomía alcanzada, y será herramienta prioritaria para reducción de pérdidas en cuanto a cambios de formato y limpiezas.

5.1.2. Creación de indicadores

Los indicadores tienen la función de dar una pauta del avance o cumplimiento de los objetivos planteados, para cada herramienta se debe definir un indicador que diga el avance y el cumplimiento gradual y en caso de no alcanzar la meta el indicador estará en rojo y disparará la alarma para desarrollar acciones y corregir la situación.

Para la fase de control y aseguramiento de mantener el índice de autonomía, cada herramienta tendrá un objetivo, descritos en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Objetivos planteados**

Herramienta	Objetivo	Frecuencia
Mapa de riesgos	0 accidentes registrados	Mensual
5 S	90 % adherencia	Semanal
Fuentes de contaminación	80 % de cierre de fuentes, gradual de 10 % cada mes.	Mensual
Lugares de difícil acceso	80 % de cierre de lugares identificados, gradual de 10 % cada mes.	Mensual
Tarjeteo	90 % de cierre de tarjetas, gradual 10 % cada mes.	Mensual
Estándar de limpieza	100 % de adherencia al plan	Semanal
Lubricación	100 % de cumplimiento al plan	Semanal

Fuente: elaboración propia

En la figura 65 se muestra el formato de los indicadores, que básicamente es un diagrama de Pareto en blanco para ser coloreado en verde cuando se alcanza o supera el objetivo y en rojo cuando no se cumple.

Figura 65. **Formato de indicadores**

El formato de indicadores se presenta en un recuadro con los siguientes elementos:

- Indicador:** Campo de texto para el nombre del indicador.
- Objetivo: XX %:** Campo para especificar el porcentaje objetivo.
- Explicación:** Campo de texto para describir el indicador.
- Gráfico de Pareto:** Una cuadrícula de 10 filas (representando niveles de cumplimiento del 0% al 100%) y 26 columnas (representando semanas). Las filas están etiquetadas del 10 al 0 en la parte superior izquierda, y las columnas del 1 al 26 en la parte inferior. El eje horizontal está etiquetado como "Semana".
- Responsable:** Campo de texto para asignar la responsabilidad del indicador.

Fuente: MALHER, S.A.

Los indicadores que son graduales, como el de fuentes de contaminación, son para proponer una meta de cumplimiento en la frecuencia de cada indicador, en ninguna industria sería posible alcanzar un objetivo de 90 % de un día a otro, todo debe ser gradual y si se trabaja un indicador simple que permita ver avances de 10 % cada semana. En la novena semana deberá estar en cumplimiento y esto mantendrá motivado al personal en su gestión diaria para el avance del mantenimiento autónomo.

5.2. Auditoría de mantenimiento autónomo

Se evaluará periódicamente el desempeño de los equipos a través de una auditoría de autonomía.

5.2.1. Preparación de la auditoría

Para evaluar los avances y la efectividad en las herramientas que facilitan la autonomía de la línea, aparte de medir el nivel de confiabilidad, es necesario cumplir con los siguientes criterios:

- Alcanzar el nivel requerido en las competencias de los operadores de la línea y los dueños de cada herramienta. Para lo cual es importante tener un programa de capacitaciones, pero al final deben ser efectivas.
- Adherencia de las actividades definidas en cada fase de la implementación, como es el cierre de fuentes de contaminación antes de intentar reducir el tiempo del estándar de limpieza.
- Cumplimiento en los indicadores y los objetivos establecidos, cuando se establecen los objetivos y se cumplen, el avance del mantenimiento autónomo es automático.
- Progreso en la transferencia de actividades como la lubricación, para lo que el grupo de trabajo autónomo debe estar comprometido y deben tener bien definidos sus roles y responsabilidades.

El sistema definido de auditorías para la empresa se explica en diagrama de la figura 66. Para avanzar es necesario que cada evaluación se aprueba con al menos 80 % de la nota disponible.

Figura 66. **Proceso de evaluaciones de mantenimiento autónomo**



Fuente: Guía de referencia de mantenimiento autónomo.

5.2.2. Realización de la auditoría

Los criterios por evaluar en la auditoría son los siguientes:

- **Resultados**
 - Reducción de paros menores mayor o igual a 25 %.
 - 50 % o más de adherencia a los estándares de limpieza.
 - Existencia una línea base del tiempo de limpieza.
 - Porcentaje aceptable de anomalías solucionadas.
 - Cierre total de las tarjetas que impliquen riesgo de seguridad o de calidad.

- **Metodología**
 - Todos los miembros del GTA conocen las pérdidas de la línea.
 - Se tiene una matriz de competencias.
 - Se tiene bien definidas las responsabilidades y los roles del GTA.
 - Todos los miembros del GTA deben ser responsables de sus acciones.
 - El GTA cuenta con un tablero de actividades donde gestionan su trabajo.

- **Herramientas**
 - Todos los miembros del GTA conocen y pueden explicar los tipos de anormalidades.
 - Todos los miembros de la línea han levantado tarjetas.
 - Existe un sistema efectivo de tarjeteo.
 - Todas las fuentes de contaminación y los lugares de difícil acceso han sido identificados.
 - Se tiene fotografías de las condiciones iniciales del equipo.
 - Se tiene un plan de limpieza.
 - Todos los miembros del GTA crean lecciones de un punto en las mejoras realizadas.
 - Se tiene y se cumple con el plan de entrenamiento.
 - La metodología de 5S ha sido implementada en la línea y sus alrededores.
 - Se tiene a lista de puntos de ajuste.

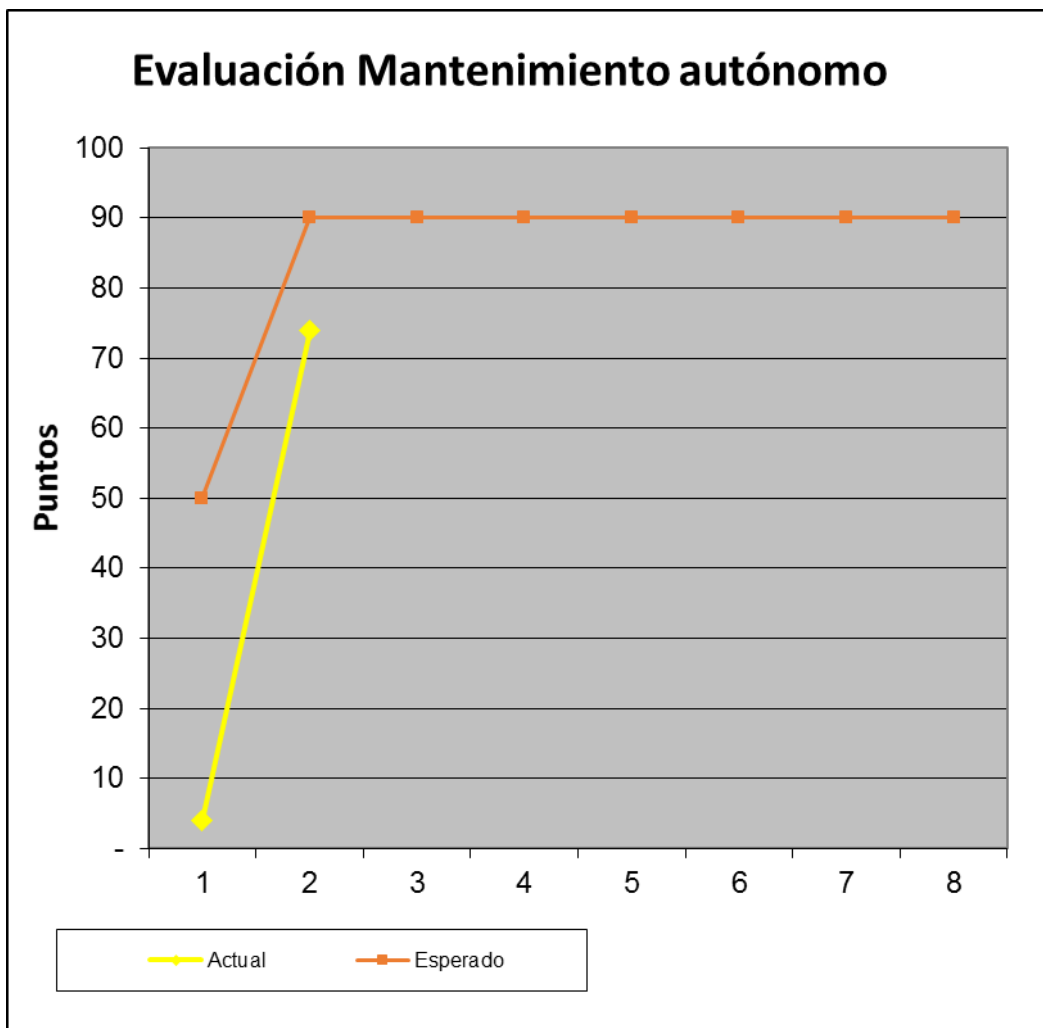
- **Gestión de calidad, seguridad y ambiente**
 - Se tiene un mapa de seguridad con todos los riesgos identificados
 - Todo el personal utiliza el EPP
 - Se tiene análisis de riesgos para actividades no rutinarias
 - Se conocen los principales defectos de calidad de la línea
 - El GTA conoce los últimos reclamos de consumidor
 - El personal conoce los riesgos ambientales que tienen en la línea
 - Existen proyectos de reducción de impacto ambiental

5.2.3. Resumen de resultados

En diciembre 2017 se realizó la evaluación al grupo de trabajo autónomo que determinará el cambio de fase en la línea de consumés, esta evaluación la

realizan auditores de otras plantas para determinar y evidenciar avances, el resultado obtenido fue de un 74 % sobre un 100 % disponible (como se muestra en la figura 67). El criterio de evaluación va acorde con todas las herramientas utilizadas por el equipo.

Figura 67. Resultados de auditoría



Fuente: MALHER, S.A. Área de Producción

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Definición del ámbito del estudio de impacto ambiental

La actividad de la empresa se basa en la producción, empaque y distribución de productos alimenticios. Los productos trabajados en la línea evaluada durante el presente proyecto son: (i) consomé de pollo fortificado, (ii) consomé de camarón, (iii) consomé de res; todos ellos en presentación de 227g, 440g y 980g. Las características ambientales del terreno y el área de influencia donde se llevan a cabo las actividades de operación son:

- Área de topografía regular.
- El área de influencia de la fábrica se caracteriza por ser industrial y comercial dentro del parámetro de la ciudad capital.
- Colinda con un barranco, caracterizado como zona verde con una cuenca seca.
- Hidrológicamente se localiza sobre la cuenca seca de Achiguate, que desemboca en el lago de Amatlán.
- Calidad atmosférica media baja debido a que la fábrica se encuentra en una zona de alto flujo vehicular y alta actividad industrial.
- La calidad acústica es media debido a que es una zona comercial.

El estudio ambiental constituye una descripción inicial de las características teóricas de la fábrica, incluyendo datos generales de ubicación, distribución de la planta, uso del recurso hídrico, sistemas de buenas prácticas con desechos y el entorno en sí. Tomando en cuenta que Nestlé se basa en la política de valor compartido, que enfoca sus esfuerzos y metodologías en la salud de sus

consumidores, el desarrollo de los agricultores, la valoración del ambiente y el uso adecuado del agua para tener una gestión sostenible.

La presente sección será referencia para conocer el alcance de los impactos ambientales por la operación de la fábrica; y las medidas de mitigación por implementar para concebir una forma sostenible de trabajo. Los ámbitos por tomar en cuenta serán:

- Atmosférico
- Acústico
- Hídrico
- Biótico
- Edáfico
- Socioeconómico

6.2. Inventario y valoración ambiental

El inventario de los aspectos ambientales y su respectiva valoración, se describe en la tabla XIV:

Tabla XIV. **Inventario y valoración ambiental**

Valoración	Ámbito	Componente
Negativa	Atmosférico	Generación de gases de combustión atribuidos a los vehículos y automotores encargados de transportar materia prima y producto terminado
		Generación de polvos y sub partículas resultantes de la producción y preparación de consumés.
		Generación de olores por los distintos procesos productivos de la fábrica.
		Generación de gases de efecto invernadero por el uso de refrigerantes en los aires acondicionados de las oficinas.
Negativa	Acústico	Aumento de los niveles de ruido generados por: (i) sistemas de extracción de aire, (ii) funcionamiento de empacadoras, (iii) uso de banda transportadora, (iv) transporte de materia prima y producto terminado y (v) operación de mezcladoras.
Positiva		Facilitación de equipo de protección auditiva a todos los empleados.
Negativa	Hídrico	Sobreexplotación de las aguas subterráneas debida a la demanda del personal de producción, al personal administrativo y la fuerza de ventas.
		La descarga de aguas residuales ordinarias hacia las fosas sépticas en el área administrativa.
Positiva		Operación de una planta de tratamiento de aguas residuales que capta todas las aguas de proceso y las de sanitarios del área de producción, dando parámetros en total cumplimiento con acuerdo gubernativo 236-2006.

Continuación de tabla XIV.

Valoración	Ámbito	Componente
Negativa	Biótico	Impacto al paisaje por la operación de la planta de producción de alimentos.
Positiva		Proyectos de reforestación en terreno ubicado en kilómetro 52,5 carretera CA-9.
Negativa	Edáfico	Generación de desechos sólidos por las actividades de operación cotidiana.
		Generación de desechos sólidos por actividades administrativas de la empresa.
		Generación de desechos tóxicos generados por los laboratorios, la clínica y el taller de servicios industriales.
		Generación de lodos residuales por la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales.
Positiva	Socioeconómico	Operación de una fábrica de productos alimenticios bajo altos estándares internacionales Nestlé.
		Generación de empleo para las operaciones de la empresa.
		Apoyo en el trabajo indirecto para proveedores locales de materia prima.
		Apoyo en suplir la demanda de exportación de productos alimenticios a países vecinos y localmente.

Fuente: elaboración propia.

6.3. Previsión de impactos

La previsión de impactos ambientales se desarrolla por medio de una matriz de verificación, la cual cruza cada ámbito ambiental con las actividades esperadas de operación de la planta. La matriz sirve como insumo para la posterior evaluación de los impactos previstos.

Esta matriz incluye, en la primera columna de la izquierda, las acciones del proceso de operación que se considera pueden generar algún impacto. En la fila superior se incluyeron los impactos potenciales en los diferentes ámbitos que aplican. En el centro de la matriz se establecen, con una equis, las relaciones entre una actividad y los impactos potenciales si no se maneja adecuadamente.

Una sola actividad puede generar varios impactos y, a la vez, un impacto puede ser generado por varias actividades. Cada cuadro, columna de la matriz y ficha lleva un color relacionado con el ámbito ambiental, según la tabla XV:

Tabla XV. **Ámbitos ambientales**

Ámbito	Color
Atmosférico	Celeste
Acústico	Morado
Hídrico	Azul
Biótico	Verde
Edáfico	Café
Socioeconómico	Naranja

Fuente: elaboración propia.

La matriz de previsión de impactos que se muestra en la tabla XVI se usa de dos formas:

- Por columna de actividades, se puede identificar los impactos que provoca cada actividad.
- Por la fila de impactos, se puede identificar las actividades con las que está relacionado un impacto determinado.

Tabla XVI. **Matriz de previsión de impactos ambientales**

Actividades	Impactos ambientales									
	Explotación de agua de pozos	Contaminación del agua	Afectación niveles de agua subterránea	Generación de partículas y gases	Generación de ruido	Generación de desechos que contaminen el suelo	Afectación del paisaje	Generación de empleo	Generación de demanda y servicios	Afectación de infraestructura pública
Movimiento de vehículos		X		X	X			X	X	
Manejo de desechos		X				X	X	X	X	X
Carga, transporte de materia prima				X	X			X	X	
Carga y transporte de pt				X	X			X	X	
Proceso de producción		X		X	X	X		X	X	
Consumo de agua	X		X					X		
Descarga de aguas residuales	X	X					X	X		
Actividades laborales	X	X				X		X		
Mantenimiento de las máquinas	X	X						X	X	

Fuente: elaboración propia

6.4. Evaluación de impactos

La evaluación de impacto ambiental se centra en la asignación de una calificación, ya sea a partir de datos cualitativos o cuantitativos, a los impactos identificados, de manera que pueda definirse la magnitud de cada uno, teniendo en cuenta los atributos que definen la particularidad de cada proyecto y de cada ecosistema en el que se desarrolla.

El propósito de la evaluación de impactos es señalar interacciones que son relevantes y que requiere la identificación de medidas de mitigación que reduzcan el efecto negativo que la planta tiene sobre el ambiente.

Los atributos y su ponderación se han definido en la tabla XVII:

Tabla XVII. **Lista de atributos de la evaluación ambiental**

Atributo cualitativo	Características del atributo	Valoración	Magnitud
Carácter (C)	Hace referencia al carácter beneficioso (positivo) o perjudicial (negativo) de las diferentes actividades sobre los factores considerados.	Positivo	1
		Neutro	0
		Negativo	-1
Importancia (I)	Define el grado de incidencia sobre el factor.	Alta	3
		Media	2
		Baja	1
Probabilidad de ocurrencia (P)	Establece la potencialidad de que se presente un efecto tras la acción.	Muy probable	3
		Probable	2
		Poco probable	1
Perturbación (O)	Grado de perturbación en el medio ambiente.	Importante	3
		Regular	2
		Escasa	1
Extensión (E)	Área de influencia teórica del impacto, en relación con el entorno del proyecto.	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1
Duración (D)	Duración a lo largo del tiempo.	Permanente	3
		Media	2
		Corta	1
Reversibilidad (R)	Plazo de manifestación del impacto.	Irreversible	3
		Parcial	2
		Reversible	1

Fuente: elaboración propia.

La previsión de los impactos resulta de la siguiente ecuación:

$$Impacto\ Total = C \times (P + I + O + E + D + R)$$

El resultado de impacto total será catalogado según la lista de la tabla XVIII.

Tabla XVIII. **Tipos de impacto ambiental**

Tipo de impacto	Rango	Color
Negativo severo	-15 y -18	Rojo
Negativo moderado	-9 y -14	Naranja
Negativo no significativo	-1 y -8	Amarillo
No significativo	0	Negro
Positivo no significativo	1 y 8	Verde claro
Positivo moderado	9 y 14	Verde oscuro
Positivo significativo	15 y 18	Azul

Fuente: elaboración propia.

Se hizo una separación por ámbito del análisis ambiental, presentándose el resultado de la siguiente manera:

- Tabla XIX, valorización de impacto atmosférico
- Tabla XX, valorización de impacto acústico
- Tabla XXI, valorización de impacto hídrico
- Tabla XXII, valorización de impacto biótico
- Tabla XXIII, valorización de impacto edáfico
- Tabla XXIV, valorización de impacto socioeconómico

Tabla XIX. Valorización de impacto atmosférico

Ámbito	Identificación y descripción del impacto	Características del impacto						Valoración		
		Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad	Impacto total	Valor del impacto
Atmosférico	Generación de gases de combustión atribuidos a los vehículos y automotores encargados de transportar materia prima y producto terminado	Negativo	Escasa	Baja	Probable	Regional	Permanente	Irreversible	-13	Negativo moderado
	Generación de polvos y sub partículas resultantes de la producción y preparación de consomés.	Negativo	Regular	Media	Muy Probable	Puntual	Corta	Reversible	-10	Negativo moderado
	Generación de olores por los distintos procesos productivos de la fábrica.	Negativo	Escasa	Media	Muy Probable	Puntual	Media	Reversible	-10	Negativo moderado
	Generación de gases de efecto invernadero por el uso de refrigerantes en los aires acondicionados de las oficinas.	Negativo	Escasa	Baja	Muy Probable	Regional	Permanente	Irreversible	-14	Negativo moderado

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Valorización de impacto acústico

Ámbito	Identificación y descripción del impacto	Características del impacto						Valoración		
		Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad	Impacto total	Valor del impacto
Acústico	Aumento de los niveles de ruido generados por: (i) sistemas de extracción de aire, (ii) funcionamiento de empacadoras, (iii) uso de banda transportadora, (iv) transporte de materia prima y producto terminado y (v) operación de mezcladoras.	Negativo	Escasa	Baja	Probable	Puntual	Permanente	Reversible	0	Negativo moderado

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. Valorización de impacto hídrico

Ámbito	Identificación y descripción del impacto	Características del impacto						Valoración		
		Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad	Impacto total	Valor del impacto
Hídrico	Sobreexplotación de las aguas subterráneas debida a la demanda del personal de producción, al personal administrativo y la fuerza de ventas.	Negativo	Importante	Alta	Poco probable	Local	Corta	Irreversible	-13	Negativo moderado
	La descarga de aguas residuales ordinarias hacia las fosas sépticas en el área administrativa.	Negativo	Regular	Media	Probable	Puntual	Media	Parcial	-11	Negativo moderado
	Operación de una planta de tratamiento de aguas residuales que capta todas las aguas de proceso y las de sanitarios del área de producción, dando parámetros en total cumplimiento con acuerdo gubernativo 236-2006.	Positivo	Importante	Alta	Probable	Local	Permanente	Parcial	15	Positivo significativo
	Sistema de gestión de proyectos para reducción del consumo de agua.	Positivo	Regular	Alta	Probable	Puntual	Corta	Parcial	11	Positivo moderado

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Valorización de impacto biótico

Ámbito	Identificación y descripción del impacto	Características del impacto							Valoración	
		Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad	Impacto total	Valor del impacto
Biótico	Impacto al paisaje por la operación de la planta de producción de alimentos.	Negativo	Escasa	Baja	Poco probable	Puntual	Permanente	Irreversible	-10	Negativo moderado
	Proyectos de reforestación en terreno ubicado en kilómetro 52.5 carretera CA-9.	Positivo	Regular	Media	Poco probable	Regional	Permanente	Reversible	12	Positivo moderado

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. Valorización de impacto edáfico

Ámbito	Identificación y descripción del impacto	Características del impacto						Valoración		
		Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad	Impacto total	Valor del impacto
Edáfico	Generación de desechos sólidos por las actividades de operación cotidiana.	Negativo	Importante	Alta	Muy probable	Regional	Media	Irreversible	-17	Negativo severo
	Generación de desechos sólidos por actividades administrativas de la empresa.	Negativo	Regular	Media	Muy probable	Regional	Media	Parcial	-14	Negativo moderado
	Generación de desechos tóxicos generados por los laboratorios, la clínica y el taller de servicios industriales.	Negativo	Escasa	Baja	Muy probable	Local	Media	Parcial	-11	Negativo moderado
	Generación de lodos residuales por la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales.	Negativo	Importante	Alta	Muy probable	Local	Media	Reversible	-14	Negativo moderado

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Valorización de impacto socioeconómico

Ámbito	Identificación y descripción del impacto	Características del impacto						Valoración		
		Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad	Impacto total	Valor del impacto
Socioeconómico	Operación de una fábrica de productos alimenticios bajo altos estándares internacionales Nestlé.	Positivo	Regular	Alta	Muy probable	Puntual	Permanente	Parcial	14	Positivo moderado
	Generación de empleo para las operaciones de la empresa.	Positivo	Importante	Alta	Muy probable	Local	Permanente	Parcial	16	Positivo significativo
	Apoyo en el trabajo indirecto para proveedores locales de materia prima.	Positivo	Regular	Media	Probable	Regional	Permanente	Parcial	14	Positivo moderado
	Apoyo en suplir la demanda de exportación de productos alimenticios a países vecinos y localmente.	Positivo	Importante	Alta	Muy probable	Regional	Permanente	Parcial	17	Positivo significativo

Fuente: elaboración propia.

6.5. Medidas de mitigación de impactos

Las medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados y evaluados anteriormente tienen el objetivo de asegurar que todas las actividades desarrolladas durante la operación de la planta no generen impactos potenciales al ambiente o minimizar los que ya están siendo generados, a fin de compatibilizar las actividades de producción de la planta con la protección del entorno ambiental y social.

El plan para las medidas de mitigación de impactos se presenta en forma de tablas, en ellas se puede encontrar la variable ambiental afectada y la medida establecida para prevenir y mitigar el impacto, el responsable de aplicarla y el indicador de cumplimiento de la misma. Las medidas de mitigación se clasifican en generales y por actividad de la línea de llenado y empaque de consomé.

Las medidas de mitigación de impactos ambientales se presentan de la siguiente manera:

- Tabla XXV, medidas de mitigación para el impacto atmosférico
- Tabla XXVI, medidas de mitigación para el impacto acústico
- Tabla XXVII, medidas de mitigación para el impacto hídrico
- Tabla XXVIII, medidas de mitigación para el impacto biótico
- Tabla XXIX, medidas de mitigación para el impacto edáfico
- Tabla XXX, medidas de mitigación para el impacto socioeconómico

Tabla XXV. **Medidas de mitigación para el impacto atmosférico**

Ámbito afectado	Fuente generadora	Impacto ambiental	Regulación legal	Medidas establecidas	Costo	Indicador de desempeño
Atmosférico	Transporte de MP y PT.	Emisión de gases	Decreto 68-86	Seguimiento de plan de mantenimiento a los vehículos internos (montacargas y paneles de ventas) utilizados para el transporte de materia prima y producto terminado.	Q. 20 000 anual	Monitoreo de combustión de la flotilla de transporte. Registro de mantenimiento de vehículos y montacargas
	Uso de aire acondicionado	Emisión de gases		Comenzar con un monitoreo de liberación de refrigerante anual	N/A	Cantidad de refrigerante liberado
	Proceso de elaboración de mezclas.	Emisión de polvos		Mejorar el filtro del sistema de extracción de polvos y hermetizar la tubería exterior	Q. 54 000	Disminución de olores y polvos.
	Elaboración y empaque de consomé de camarón	Olores				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Medidas de mitigación para el impacto acústico**

Ámbito afectado	Fuente generadora	Impacto ambiental	Regulación legal	Medidas establecidas	Costo	Indicador de desempeño
Acústico	Transporte pesado encargado de MP y PT.	Ruido	Decreto 68-86	Límite de velocidad de 10 km/h dentro de las instalaciones.	N/A	Monitoreo anual de niveles de ruido
	Operación de máquinas llenadoras			Uso de protección auditiva 3M X1A Peltor con capacidad para 22Db.	Q. 41 000	Indicador de comportamientos observados.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Medidas de mitigación para el impacto biótico**

Ámbito afectado	Fuente generadora	Impacto ambiental	Regulación legal	Medidas establecidas	Costo	Indicador de desempeño
Biótico	Operación de fábrica y proyectos de ampliación	Paisaje del área	Decreto 68-86	Plan de plantación de árboles en terreno de Chimaltenango además de mantenimiento de jardines existentes	Q. 3 000 anuales	Cantidad de árboles plantados por año

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Medidas de mitigación para el impacto hídrico

Ámbito afectado	Fuente generadora	Impacto ambiental	Regulación legal	Medidas establecidas	Costo	Indicador de desempeño
Hídrico	Aguas residuales ordinarias	Contaminación de aguas	Decreto 68-86 / Acuerdo 236-2006	Desvió de aguas residuales ordinarias hacia planta de tratamiento de aguas residuales.	Q. 110 000 anual	Monitoreo de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua.
	Aguas residuales de proceso			Desvió de aguas residuales de proceso hacia planta de tratamiento de aguas residuales.	N/A	Cantidad de refrigerante liberado
	Aguas pluviales			Mantenimiento y separación de drenajes pluviales.	N/A	Auditoría de drenajes pluviales
	Consumo de agua	Explotación de recurso hídrico		Monitoreo anual de niveles estático y dinámico de pozos.	Q. 1 200 anual	Nivel estático y dinámico de pozo

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. Medidas de mitigación para el impacto edáfico

Ámbito afectado	Fuente generadora	Impacto ambiental	Regulación legal	Medidas establecidas	Costo	Indicador de desempeño
Edáfico	Generación de desechos sólidos	Contaminación del suelo	Decreto 68-86	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de clasificación y separación de desechos. • Reciclaje de papel, cartón y plástico. • Compostaje para restos de mezcla. • Incineración con filtros de vapores para material de empaque. 	Auto sostenible	Toneladas de basura enviadas al vertedero por mes
	Desechos tóxicos o peligrosos			<ul style="list-style-type: none"> • Contrato con empresa destructora de materiales tóxicos o peligrosos (eco reproceso) 	Según materiales enviados	
	Lodos residuales PTAR			Contrato para elaboración de compostaje	Q. 8 600 por mes	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Medidas de mitigación para el impacto socioeconómico**

Ámbito afectado	Fuente generadora	Impacto ambiental	Regulación legal	Medidas establecidas	Costo	Indicador de desempeño
Socioeconómico	Empleo	Ingresos y desarrollo	Código de trabajo	Potenciar empleo local según bases del código de trabajo.	N/A	Conteo de colaboradores locales vs extranjeros
	Seguridad industrial y salud ocupacional	Salud y seguridad para los trabajadores	Acuerdo gubernativo 229-2014	Implementación del plan de manejo de seguridad industrial acorde a los lineamientos del acuerdo 229-2014 y sus reformas.	Q. 60 000 de inversión	N/A
	Seguridad industrial	Incendios	N/A	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento y supervisión de extintores. Implementación del sistema contra incendios. 	Q. 175 000 de inversión	N/A

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la línea de consomés trabajaba a un 70 % del valor de confiabilidad, el cual se veía afectado por paros planeados y paros no planeados en un 90 % del total de tiempo perdido.
2. Se definió un plan de desarrollo de competencias, evaluado por pasos, que contempla las habilidades por operador en las herramientas de mantenimiento autónomo, 5S, fuentes de suciedad, lugares de difícil acceso, y lubricación. Para que sean ellos mismos quienes ejecuten mejoras en la línea.
3. En el primer semestre de la implementación del plan de mantenimiento autónomo, se logró una reducción del 7 % del valor de pérdida por paros planeados, con la estandarización de los procedimientos de limpieza húmeda y limpieza en seco de la línea.
4. Se logró una reducción del 2,4 % del total de pérdida por concepto de paros no planeados en el primer año de implementación del plan de mantenimiento autónomo, con la ejecución de un plan ordenado de lubricación y con la eliminación de fuentes de contaminación prioritarias.
5. El aumento económico estimado por la eliminación de fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso prioritarios es de treinta y nueve mil quetzales al año, impactados en el valor de confiabilidad de la línea.

6. Se desarrolló el mapa de riesgos para el 100 % de equipos de la línea de consumo, identificando y comunicando al grupo de trabajo autónomo, un total de quince riesgos críticos para la implementación de las medidas de control de riesgos.

RECOMENDACIONES

A Gerencia:

1. Al ver los avances del mantenimiento autónomo en la línea de consomé, replicar las prácticas y adecuar las herramientas a las demás líneas de planta según el aporte que tenga cada una en el volumen de ventas.
2. Ver el mantenimiento autónomo como una inversión y no un gasto, pues el beneficio que las prácticas presentadas tiene para la línea se puede ver a corto plazo, aumentando la confiabilidad de la línea y reduciendo gastos por mantenimientos y repuestos.
3. Apoyar las propuestas de capacitación y desarrollo del personal, para formar personas competentes como grupos de trabajo autónomo y no solo operadores que no se identifican ni se sienten motivados en la operación.
4. Facilitar y priorizar compras y proyectos que tengan como objetivo mejorar las condiciones de seguridad, mitigando los riesgos identificados en las líneas.

A los supervisores de TPM:

5. Implementar prácticas de 5S para facilitar sus actividades y tener áreas de trabajo más limpias, ordenadas y seguras.

6. Desarrollar un proceso de selección minucioso de sus colaboradores para liderar cada herramienta, para asegurar la efectividad en la implementación del mantenimiento autónomo en cada línea donde se pueda replicar.
7. Implementar la matriz de competencias ligada con un plan de desarrollo individual, que permita una visualización más sencilla y eficaz de las cualidades, aptitudes y competencias del personal de la empresa y en base a eso desarrollar proyectos específicos de mejora.
8. Desarrollar herramientas de solución de problemas para facilitar la eliminación de fuentes de contaminación y así reducir sustancialmente las pérdidas por concepto de merma de producto, tiempos de limpieza y paros por deterioro forzado.
9. Enfocar esfuerzos en desarrollar la autonomía de sus colaboradores, darles oportunidad de crecimiento y enseñarles a gestionar sus herramientas de trabajo, de forma que puedan dar solución a los problemas que se presenten.

Al grupo de trabajo autónomo:

10. Ver el plan de mantenimiento autónomo como un esfuerzo que dará beneficio, al principio será un incremento de atribuciones y responsabilidades, pero conforme se tengan avances podrán ver las facilidades que presentará para la operación de su proceso productivo, además de brindarles un lugar más confortante y seguro para trabajar.

BIBLIOGRAFÍA

1. CAMACHO, Hugo y CÁMARA, Luis. *El enfoque del marco lógico: 10 casos prácticos*. España: Fundación CIDEAL, 2010. 233 p.
2. CARRO PAZ, Roberto. *Administración de la calidad total*. Argentina: AO Editorial. 2012. 63 p.
3. Congreso de la República de Guatemala. *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente*. Decreto número 68-86.
4. ESTRADA, Blanca. *Análisis técnico-económico de sistemas de limpieza para líneas de producción en la industria de alimentos*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2007. 102 p.
5. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2011. 278 p.
6. IVANCEVICH, John. *Administración de Recursos Humanos*. 8a ed. México: McGraw-Hill, 2011. 278 p.
7. MARRIAGA, John. *Mejoramiento del proceso de limpieza de las máquinas tableteadoras en el área de sólidos de una empresa en el sector farmacéutico*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2012. 205 p.

8. TARÍ, Juan. *Calidad total: fuente de ventaja competitiva*. España: Publicaciones de Universidad de Alicante, 2010. 302 p.
9. VICENTE, Fernando; RISO, Eduardo. *Análisis de confiabilidad en procesos industriales*. Argentina: ABB Group. 2008. 45 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Tabla de frecuencia de lubricación con grasas

No.	Partes	Puntos	Lubricante	Frecuencia
1	Banda transportadora	Grasera	UH1-6462	Semanal
2	Llenadora	Grasera	Sentinel	Semanal
3	Llenadora	Grasera	Sentinel	Semanal
4	Banda transportadora	Ejes	Sentinel	Quincenal
5	Cardan (taponadora)	Grasera	UH1-6462	Quincenal
6	Torreata	Grasera	UH1-6462	Quincenal
7	Torreata	Grasera	UH1-6462	Quincenal
8	Torreata	Manual	UH1-6462	Quincenal
9	Torreata	Dentado	UH1-6462	Quincenal
10	Torreata	Manual	UH1-6462	Quincenal
11	Torreata	Grasera	UH1-6462	Quincenal
12	Torreata	Grasera	UH1-6462	Quincenal
13	Torreata	Grasera	UH1-6462	Quincenal
14	Pick and place	Grasera	UH1-6462	Quincenal
15	Columna central	Grasera	UH1-6462	Quincenal
16	Sin-Fin (taponadora)	Grasera	UH1-6462	Quincenal
17	Sin-Fin (taponadora)	Soporte	UH1-6462	Quincenal
18	Sin-Fin (taponadora)	Grasera	UH1-6462	Quincenal
19	Sin-Fin (taponadora)	Grasera	UH1-6462	Quincenal
20	Taponadora	Grasera	UH1-6462	Quincenal
21	Mesa taponadora	Brocha	AG-11462	Quincenal
22	Transportadora de tapa	Grasera	UH1-6462	Quincenal
23	Transportadora de tapa	Grasera	UH1-6462	Quincenal
24	Torreata	Grasera	UH1-6462	Quincenal
25	Banda transportadora	Grasera	UH1-6462	Quincenal
26	Elevador de tapas	Grasera	UH1-6462	Mensual
27	Elevador de tapas	Grasera	UH1-6462	Mensual
28	Banda transportadora	Grasera	UH1-6462	Mensual
29	Banda transportadora	Grasera	UH1-6462	Mensual
30	Elevador de tapas	Grasera	UH1-6462	Mensual
31	Caja de mesa giratoria	Desarme	UH1-6462	Trimestral
32	Caja de mesa giratoria	Desarme	UH1-6462	Semestral
33	Banda transportadora	Grasera	UH1-6462	Semestral
34	Polipasto 2	Cadena	Sentinel	Semestral
35	Polipasto 1	Cadena	Sentinel	Semestral

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Tabla de frecuencia de lubricación con aceites**

No.	Partes	Puntos	Lubricante	Frecuencia
1	Banda transportadora	Cadena	Medallon (spray)	Semanal
2	Llenadora	Caja reductora	Mobil 632	Semanal
3	Llenadora	Caja reductora	Mobil 632	Quincenal
4	Llenadora	Cadena	Mobil 632	Quincenal
5	Llenadora	Caja reductora	Mobil 632	Quincenal
6	Torreta	Ejes	Medallon (spray)	Quincenal
7	Torreta	Caja reductora	Mobil 632	Quincenal
8	Taponadora	Caja reductora	Mobil 632	Quincenal
9	Columna central	Aceitera	4 UH1 020	Quincenal
10	Elevador de tapas	Caja reductora	Medallon (spray)	Quincenal
11	Mesa giratoria 1	Rodillo	Medallon (spray)	Quincenal
12	Mesa giratoria 1	Rodillo	Medallon (spray)	Quincenal
13	Mesa giratoria 1	Rodillo	Medallon (spray)	Mensual
14	Mesa giratoria 1	Rodillo	Medallon (spray)	Mensual
15	Mesa giratoria 2	Rodillo	Medallon (spray)	Bimensual
16	Mesa giratoria 2	Rodillo	Medallon (spray)	Trimestral
17	Mesa giratoria 2	Rodillo	Medallon (spray)	Semestral
18	Mesa giratoria 2	Rodillo	Medallon (spray)	Semestral
19	Polipasto 2	Caja reductora	Tercerizado	Anual
20	Polipasto 1	Caja reductora	Tercerizado	Anual

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Formato de auditoría de 5S

AUDITORÍA DE 5S - GTA			
FECHA: _____		TURNO: _____	AUDITOR: _____
LÍNEA: _____			NOTA <input type="text" value="0"/> %
S	CRITERIO	PUNTAJE	Comentarios
1S - SEPARAR	1.1	¿Se cuenta solamente con las herramientas/ equipos necesarios para la actividad actual?	
	1.2	¿Se cuenta solamente con los materiales necesarios para la actividad/ producción actual?	
	1.3	¿No hay objetos innecesarios en el escritorio del maquinista?	
	1.4	¿Existen elementos que estén rotos, maltratados, desgastados, fuera de uso, viejos, etc.?	
	1.5	¿Se tienen despejadas las áreas, pasillos y máquinas (libres de obstáculos, objetos tirados, o encima de, sobre puestos o recostados informalmente en las paredes)?	
	1.6	¿Se mantienen únicamente los documentos necesarios relacionados con el área inspeccionada? (QMS, Paso a paso de LOTO, Mapa SHE, Tabla de pesos target, etc)	
2S - ORDENAR	2.1	¿Las carpetas de LUPs están en el lugar asignado y debidamente identificadas?	
	2.2	Las elementos se encuentran acomodados para un fácil, rápido y seguro acceso (equipos, documentos, espacios y productos)	
	2.3	¿Se respeta la cantidad máxima definida para los materiales?	
	2.4	¿Se encuentra ordenada la caja de herramientas y está utilizando el checklist que controla que las herramientas se encuentren completas?	
	2.5	¿Todo el equipo para limpiar está ordenado en la estación de limpieza de la línea?	
	2.6	¿Cumple el área el orden establecido en base al layout definido y marcado? (tarimas, contenedores, sillas, etc)	
3S - LIMPIAR	3.1	¿La máquina llenadora se encuentra limpia y el checklist de limpieza actualizado?	
	3.2	¿ Los accesorios de limpieza se encuentran limpios e identificados?	
	3.3	¿El área de embalado se encuentra limpia y sin restos de residuos de cartón o tape?	
	3.4	¿Los codificadores, los crayones y sus alrededores se encuentran limpios y sin restos de tinta?	
	3.5	¿Los pasillos, pisos y paredes se encuentran limpios, libres de polvo, restos de producto y suciedad?	
	3.6	Los tableros informativos, rótulos etc, se encuentran libres de polvo, manchas ó rayones de marcadores, hojas sucias, dobladas ?	
4S - ESTANDARIZAR	4.1	¿Los estándares 5S y sus respectivas LUPs se encuentran son entendibles y están accesibles para todo el personal?	
	4.2	¿El área tiene debidamente identificado el lugar para cada equipo, material o utencilio?	
	4.3	¿La caja de herramientas cuenta con un estándar 5S claro y este se sigue?	
	4.4	Las personas conocen el concepto básico del sistema de 5S? Pueden enunciar cada S y explicar su concepto? (Preguntar a 1 persona como mínimo)	
	4.5	¿Los controles visuales en la línea están limpios y en buen estado?	
5S - SOSTENER	5.1	¿Existe un cronograma de auditorías de 5S, éste es seguido y se encuentra actualizado a la fecha?	
	5.2	¿Todos los miembros del equipo conocen y practican los estándares 5S?	
	5.3	¿Está el personal con el uniforme completo y en buen estado? (Camisa, pantalón, zapatos de seguridad, orejeras y cofia?	
	5.4	Se mantiene las áreas consistentemente con los estándares de las 5S establecidos? (Observar el resultado de 5S según el indicador publicado - esperado > 85%)	
	5.5	Se actualiza el indicador de auditorías por el personal involucrado, y se llevan planes de acción cuando aparecen desviaciones a los estándares ?	

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Detalle de paros período: julio a diciembre de 2015

No.	Ubicación Técnica	Subgrupo de Paros Imprevistos	Paros Imprevistos	Duración total de paro (minutos)	Frecuencia
1	Línea Completa	0903 - Avería Servicios Industriales	09030004 - Ser. Ave Falla Compresor Aire Comprimido	15.00	1
2	Mecanismo de Abastecimiento de Mezcla	0901 - Avería Eléctrica	09010003 - Elec. Ave. Sobre calentamiento	20.00	1
3	Mecanismo de Abastecimiento de Mezcla	0902 - Avería Mecánica	09020006 - Mec. Ave. Atrancado	260.00	3
4	Mecanismo de Abastecimiento de Mezcla	0902 - Avería Mecánica	09020019 - Mec. Ave. Pieza o Elemento Faltante	60.00	1
5	Mecanismo de Abastecimiento de Mezcla	0902 - Avería Mecánica	09020015 - Mec. Ave. Pieza o Componente Roto	40.00	1
6	Mecanismo de Dosificación	0901 - Avería Eléctrica	09010007 - Elec. Ave. Falla de Motor Eléctrico	25.00	1
7	Mecanismo de Dosificación	0901 - Avería Eléctrica	09010013 - Elec. Ave. Desconectado	35.00	1
8	Mecanismo de Dosificación	0901 - Avería Eléctrica	09010005 - Elec. Ave. Falso Contacto	16.00	1
9	Mecanismo de Dosificación	0902 - Avería Mecánica	09020003 - Mec- Ave. Torcido/Pieza deformada Doblada	14.00	1
10	Mecanismo de Dosificación	0902 - Avería Mecánica	09020016 - Mec. Ave. Elemento o Componente Ruidoso	19.00	1
11	Mecanismo de Codificación	0901 - Avería Eléctrica	09010008 - Elec. Falla de sistema eléctrico	50.00	1
12	Mecanismo de Tracción	0902 - Avería Mecánica	09020021 - Mec. Ave. Cadena trabada	50.00	1
13	Mecanismo de Vacío y Neumático	0902 - Avería Mecánica	09020005 - Mec. Ave. Quebrado o Fracturado	100.00	2
14	Panel de Control	0901 - Avería Eléctrica	09010008 - Elec. Falla de sistema eléctrico	30.00	1
15	Banda Transportadora	0902 - Avería Mecánica	09020021 - Mec. Ave. Cadena trabada	165.00	2
16	Banda Transportadora	0902 - Avería Mecánica	09020006 - Mec. Ave. Atrancado	105.00	1
17	Banda Transportadora	0902 - Avería Mecánica	09020005 - Mec. Ave. Quebrado o Fracturado	44.00	1
18	Banda Transportadora	0902 - Avería Mecánica	09020015 - Mec. Ave. Pieza o Componente Roto	20.00	1
19	Mecanismo Tapado de Botes	0902 - Avería Mecánica	09020006 - Mec. Ave. Atrancado	23.00	1
20	Mecanismo Tapado de Botes	0902 - Avería Mecánica	09020021 - Mec. Ave. Cadena trabada	15.00	1
21	Mecanismo Tapado de Botes	0902 - Avería Mecánica	09020005 - Mec. Ave. Quebrado o Fracturado	50.00	1
22	Mecanismo Tapado de Botes	0902 - Avería Mecánica	09020003 - Mec- Ave. Torcido/Pieza deformada Doblada	23.00	1
23	Mecanismo Tapado de Botes	0902 - Avería Mecánica	09020010 - Mec. Ave. Gastado	70.00	1
TOTAL				1249.00	27.00

Fuente: MALHER, S.A. Departamento de Manufactura

Anexo 2. Formato de transferencia de puntos de lubricación

Transferencia de Actividades al										Fecha de última Revisión: Lunes, 22 de agosto de 2016		
Punto	Sistema de la máquina	Descripción de la actividad	¿Electricidad involucrada?	¿La actividad debe realizarse en un espacio confinado?	¿Recipiente a presión involucrado?	¿Altura involucrada: 1.80 metros o más sobre el suelo?	¿Necesita EPP específico?	¿Actividad desmenujada menos de 2 veces al año?	¿Herramientas extra y/o complejas requeridas?	Responsable	¿Actividad transferida?	Comentarios
1G	Banda transportadora de botes	Lubricación del punto cada 15 días. (Según estandar)	No	No	No	No	No	No	No	GTA	Si	
2G	Llenadora de producto (#2)	Lubricación del punto semanal (según estandar)	No	No	No	No	No	No	No	GTA	Si	Poner mariposas a las laterales de plexiglas
3G	Taponadora	Lubricación de gracera	No	No	No	No	No	No	No	GTA	Si	
4G	Taponadora	Estrella alimentadora de tapas	No	No	No	No	No	No	No	GTA	Si	
5G	Taponadora	Gula de cabezal de taponadora	No	No	No	No	No	No	No	GTA	Si	
23G	Banda del inductor	Lubricación de chumacera (quincenal) (derecha)	No	No	No	No	No	No	No	GTA	Si	
24G	Banda del inductor	Lubricación de chumacera (quincenal) (izquierda)	No	No	No	No	No	No	No	GTA	Si	
25G	Elevador de tapa	Lubricación de chumacera loca (quincenal) (derecho)	No	No	No	No	No	No	No	GTA	si	
26G	Elevador de tapa	Lubricación de chumacera loca (quincenal) (izquierda)	No	No	No	No	No	No	No	GTA	Si	
27G	Elevador de tapa	Lubricación en chumacera	No	No	No	Si	No	No	No	GTM		Revisar la altura del punto de engrase
28G	Mesa Giratoria (1er nivel)	Motor	No	No	No	No	No	Si	No	GTM		Revisar tiempo de lubricación en estandar
30G	Banda transportadora de botes	Chumacera	No	No	No	No	No	No	No	GTA	Si	
31G	Banda transportadora de botes	Chumacera	No	No	No	No	No	No	No	GTA	Si	
1A	Banda transportadora de botes	Cadena	No	No	No	No	No	No	No	GTA	Si	
2A	Tolva Llenadora 1	Caja reductora	No	No	No	Si	No	No	No	GTM		Revisar altura y revisar desarme de caja reductora
3A	Tolva Llenadora 2	Caja reductora	No	No	No	Si	No	No	No	GTM		Revisar altura y revisar desarme de caja reductora
4A	Llenadora 1	Caja reductora	No	No	No	Si	No	No	No	GTM		Revisar altura y revisar desarme de caja reductora
5A	Llenadora 2	Caja reductora	No	No	No	Si	No	No	No	GTM		Revisar altura y revisar desarme de caja reductora
6A	Taponadora	Cilindro de Retención de tapas	No	No	No	No	No	No	No	GTA		
6A (2)	Taponadora	Cojinete seguidor de cabezal	No	No	No	No	No	No	No	GTA		

Fuente: MALHER, S.A. Departamento de Manufactura