

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Mejoramiento de la Eficiencia de una Línea Procesadora de
Avena Mediante la Implantación de la Filosofía Mantenimiento
Productivo Total (TPM)”

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Proyecto de Graduación

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentado por:

Claudio Aquiles Herrera Ordoñez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2014

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis padres, a mis hermanos, a mis amigos, a mis profesores, y a todas las personas que colaboraron a lo largo de mi carrera universitaria, y de manera especial a la Ingeniera Sandra Vergara, Directora del TFG, por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

A Dios, proveedor de infinitas bendiciones; a mi padre, por su tierna disciplina; a mi madre, por su inagotable amor; a mis hermanos, compañeros de toda una vida; a mi gran amor, complemento de mi vida; y a mis pequeños, motivación para seguir a delante cada día.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Jorge Duque R.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Sandra Vergara G.
DIRECTOR DEL TFG

Ing. Denise Rodríguez Z.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en el presente Trabajo Final de Graduación me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Claudio Aquiles Herrera Ordoñez

RESUMEN

La empresa en la cual se desarrolla este estudio se dedica al procesamiento de avena. Dado a la gran demanda de sus productos es muy importante para esta compañía contar con procesos que tengan la suficiente capacidad para abastecer el mercado.

Con la finalidad de contar con procesos productivos confiables y tener lo más altos estándares de calidad, la fábrica cuenta con equipos de alta tecnología y el material auxiliar necesario para poder cumplir con las expectativas de sus clientes.

Actualmente en esta fábrica se presentan algunos problemas, entre los cuales se encuentran demoras en las entregas, productos elaborados con defectos, pérdida de tiempo debido a paradas no planificadas, altos niveles de setup times, etc. Por otra parte es necesario considerar las condiciones en las cuales laboran los trabajadores, debido a que estos no utilizan los equipos de protección como mascarillas, calzado de seguridad, protectores auditivos, entre otros.

La empresa considerada en este trabajo desea diseñar un sistema de mantenimiento basado en la filosofía TPM para una línea procesadora de

avena, el cual permita mejorar la eficiencia de la misma “El TPM es una filosofía que contribuye a mejorar la eficiencia de los procesos”. Este incluye realizar un estudio para determinar y analizar la situación actual de las líneas de producción y procesos de mantenimiento, diseñar el plan de mantenimiento mediante la implantación de los pilares del mantenimiento productivo total con el soporte de herramientas estadísticas; estudio que culmina con un análisis de costo – beneficio.

La metodología que se sigue para realizar este trabajo consiste en el desarrollo de tres etapas bien definidas: Primera etapa, diagnóstico situacional de la empresa en el cual se describe de manera detallada las líneas de producción y los procesos actuales de mantenimiento; segunda etapa, diseño del plan de mantenimiento mediante el desarrollo de todos los pilares del mantenimiento productivo total “TPM” soportado por herramientas estadísticas; y la tercera etapa, análisis costo/beneficio de los resultados, en la cual se determinan los costos necesarios para poner en marcha este proyecto y los beneficios del mismo.

Como resultado de este trabajo se obtiene el diseño de un sistema de mantenimiento basado en el TPM, este sistema puede ser utilizado como una herramienta de mejora continua con la capacidad de incrementar de manera progresiva la eficiencia de las líneas procesadoras de avena.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ABREVIATURAS.....	xii
SIMBOLOGÍA.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xviii
ÍNDICE DE PLANOS.....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.1.2 Justificación.....	4
1.2 Objetivos.....	6
1.2.1 Objetivo General.....	6
1.2.2 Objetivos Específicos.....	6
1.3 Metodología de la Tesis.....	7
1.4 Estructura de la Tesis.....	9

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 Definiciones de mantenimiento.....	12
2.1.1 Tipos de Mantenimiento. Clasificación General.....	13
2.2 Mantenimiento Productivo Total “TPM”.....	14
2.2.1 Definición del Mantenimiento Productivo Total.....	14
2.2.2 Objetivos del Mantenimiento Productivo Total.....	17
2.2.3 Bases y Pilares del Mantenimiento Productivo Total.....	21
2.2.4 Desarrollo de un Plan de Mantenimiento Basado en la Filosofía TPM.....	36
2.3 Filosofía 5S. Conceptos Generales.....	38
2.4 Indicadores de Eficiencia.....	40
2.4.1 Eficiencia Global de Equipo.....	40
2.4.2 Tiempo Medio Entre Fallas.....	42
2.4.3 Tiempo Medio entre Reparaciones.....	43
2.5 Principales Herramientas de Análisis Estadístico.....	43
2.6 Procesos Productivos.....	46

CAPÍTULO 3

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL.....	50
3.1 Descripción de la Empresa.....	50
3.2 Análisis de los Procesos Productivos.....	53

3.2.1 Descripción del Proceso.....	53
3.2.2 Indicadores de Eficiencia.....	56
3.3 Situación Actual de los Equipos.....	70
3.4 Situación Actual del Mantenimiento.....	77
3.4.1 Actividades Actuales de Mantenimiento.....	77
3.4.2 Información y Registros Disponibles.....	79
3.5 Condiciones de Seguridad y Salud Ocupacional.....	80
CAPÍTULO 4	
4. DISEÑO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO.....	84
4.1 Plan Maestro del Sistema TPM.....	84
4.2 Mantenimiento Autónomo.....	92
4.3 Mantenimiento Planificado.....	114
4.3.1 Mantenimiento Preventivo.....	117
4.3.2 Mantenimiento Correctivo.....	131
4.3.3 Mantenimiento Predictivo.....	135
4.4 Mejoras Enfocadas.....	137
4.5 Control Inicial.....	150
4.6 Mantenimiento de Calidad.....	157
4.7 Capacitación y Entrenamiento.....	164
4.8 Medidas Preventivas de Seguridad que aportan al TPM.....	167
4.9 Indicadores de Gestión.....	172

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	174
5.1 Beneficios Obtenidos.....	174
5.2 Análisis Costo – Beneficio.....	183
5.3 Resultados.....	185

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	188
6.1 Conclusiones.....	189
6.2 Recomendaciones.....	191

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

TPM	Mantenimiento Productivo Total
MTBF	Tiempo Medio entre Fallas
MTTR	Tiempo Medio entre Reparaciones
CM	Mantenimiento Correctivo
PM	Mantenimiento Preventivo
MA	Mantenimiento Autónomo
MP	Mantenimiento Planificado
MC	Mantenimiento de Calidad
OEE	Eficiencia Global del Equipo
TC	Tiempo de Carga
PTT	Periodo Total de Trabajo
TPP	Tiempo de Paradas Planificadas
TP	Tiempo Parado
VO	Velocidad de Operación
TON	Tiempo Operativo Neto
MIN	Minutos
IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
MRL	Ministerio de Relaciones Laborales
RRHH	Recursos Humanos
EPP	Equipos de Protección Personal
EPI	Equipo de Protección Individual
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
ANSI	American National Standards Institute
CEN	Comité Europeo de Normalización

ISO International Organization for Standardization

TFG Trabajo Final de Graduación

SIMBOLOGÍA

Q Índice de Calidad

K Kilogramos

g Gramos

% Porcentaje

\$ Dólares

N Número

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.	Metodología del Proyecto de Graduación.....	8
Figura 2.1.	Desarrollo del Mantenimiento.....	15
Figura 2.2.	Pilares Básicos del TPM.....	22
Figura 2.3.	Circulo de Deming.....	25
Figura 2.4.	Curva P-F.....	31
Figura 2.5.	Molino de Martillos.....	47
Figura 2.6.	Esquema de un Filtro de Mangas.....	48
Figura 3.1.	Procesamiento de Avena.....	53
Figura 3.2.	Molienda de Avena.....	54
Figura 3.3.	Empacado de Avena.....	56
Figura 3.4.	Índice de Disponibilidad.....	60
Figura 3.5.	Índice de Rendimiento.....	64
Figura 3.6.	Índice de Calidad.....	66
Figura 3.7.	Eficiencia Global del Equipo.....	67
Figura 3.8.	Índice de MTBF.....	69
Figura 3.9.	Índice de MTTR.....	70
Figura 3.10.	Línea de Molienda de Avena.....	71
Figura 3.11.	Empacadora Discovery.....	72
Figura 3.12.	Controles de Empacadora.....	73
Figura 3.13.	Compresor.....	74
Figura 3.14.	Sistema de Enfriamiento.....	74
Figura 3.15.	Cinta Transportadora.....	75
Figura 3.16.	Selladora de Cajas.....	75
Figura 3.17.	Montacargas.....	76

Figura 4.1. Diagrama Estratégico para Implementación del TPM.....	87
Figura 4.2. Diagrama Estratégico para el Mantenimiento Autónomo.....	94
Figura 4.3. Tarjeta Roja para la Identificación de Recursos Innecesario....	96
Figura 4.4. Layout Propuesto para la Planta.....	98
Figura 4.5. Registro de Salida/Ingreso de Herramientas y Equipos.....	100
Figura 4.6. Check List Diario de Limpieza.....	102
Figura 4.7. Sectorización de la Planta Procesadora de Avena.....	106
Figura 4.8. Distribución de Pallets para el Área de Molienda de Avena....	107
Figura 4.9. Distribución de Pallets para Área de Avena por Empacar.....	108
Figura 4.10. Distribución de Pallets para el Área de Avena Empacada.....	108
Figura 4.11. Layout del Taller de Mantenimiento.....	111
Figura 4.12. Reporte de Patrulla 5'S.....	113
Figura 4.13. Diagrama Estratégico del Mantenimiento Planificado.....	116
Figura 4.14. Matriz de Criticidad.....	124
Figura 4.15. Criterio para la Selección Tipo de Mantenimiento.....	127
Figura 4.16. Formato - Reporte de Averías y Mantenimiento Correctivo...	134
Figura 4.17. Técnicas Predictivas de Mantenimiento.....	136
Figura 4.18. Diagrama Estratégico para las Mejoras Enfocadas.....	139
Figura 4.19. Proceso PHVA.....	141
Figura 4.20. Participación Porcentual Acumulada de Paradas.....	144
Figura 4.21. Dispersión de Setups 1 y 2.....	147
Figura 4.22. Diagrama Estratégico de Control Inicial.....	153
Figura 4.23. Proceso de Control Inicial.....	156
Figura 4.24. Diagrama Estratégico para Mantenimiento de Calidad.....	159
Figura 4.25. Proceso para el Mantenimiento de Calidad.....	162
Figura 4.26. Proceso para Capacitación y Entrenamiento.....	166

Figura 4.27. Colores de Seguridad.....	168
Figura 4.28. Franja de Seguridad.....	168
Figura 4.29. Layout – Áreas de Peligro.....	169

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Filosofías de Mantenimiento.....	16
Tabla 2	Pasos para Implementar TPM.....	37
Tabla 3	Índice de Disponibilidad, Molienda de Avena.....	57
Tabla 4	Índice de Disponibilidad, Empacado de Avena.....	58
Tabla 5	Índice de Disponibilidad, Montacargas.....	59
Tabla 6	Índice de VO, Molienda y Empacado de Avena.....	61
Tabla 7	Índice TON, Molienda de Avena.....	61
Tabla 8	Índice TON, Empacado de Avena.....	62
Tabla 9	Índice de Rendimiento, Molienda de Avena.....	63
Tabla 10	Índice de Rendimiento, Empacado de Avena.....	63
Tabla 11	Índice de Calidad, Molienda de Avena.....	65
Tabla 12	Índice de Calidad, Empacado de Avena.....	65
Tabla 13	Índice de OEE, Molienda de Avena.....	66
Tabla 14	Índice de OEE, Empacado de Avena.....	67
Tabla 15	Índices de MTBF y MTTR, Molienda de Avena.....	68
Tabla 16	Índices de MTBF y MTTR, Empacado de Avena.....	68
Tabla 17	Índices de MTBF y MTTR, Montacargas.....	69
Tabla 18	Actividades de Seguridad y Salud Laboral.....	81
Tabla 19	Objetivos Estratégicos del TPM.....	85
Tabla 20	Líderes del Programa TPM.....	89
Tabla 21	Clasificación de los Recursos.....	97
Tabla 22	Responsables del orden por Área.....	100
Tabla 23	Responsables de los Sectores de la Planta.....	104
Tabla 24	Responsables del Sector B y G.....	105

Tabla 25 Criterios y Cuantificación de la Criticidad.....	121
Tabla 26 Frecuencia de Fallas de los Equipos.....	122
Tabla 27 Impacto Operacional de los Equipos.....	122
Tabla 28 Flexibilidad Operacional de los Equipos.....	123
Tabla 29 Costo de Mantenimiento de los Equipos.....	123
Tabla 30 Impacto en la Seguridad y Medio Ambiente.....	124
Tabla 31 Criticidad de los Equipos.....	124
Tabla 32 Criticidad Total de los Equipos.....	126
Tabla 33 Tipo de Mantenimiento Según la Criticidad Total.....	127
Tabla 34 Estandar para la Codificación de Equipos.....	129
Tabla 35 Codificación de Equipos.....	130
Tabla 36 Resumen de Datos Considerados.....	143
Tabla 37 Indicadores de Setups 1 y 2.....	146
Tabla 38 Señaletica de Seguridad a Implementar.....	170
Tabla 39 Normas para la Manipulación Manual de Cargas.....	170
Tabla 40 Normas Generales de Seguridad.....	171
Tabla 41 Responsables de los Indicadores de Gestión.....	172
Tabla 42 Índice de Disponibilidad Empacado.....	174
Tabla 43 Índice de Disponibilidad Molienda.....	175
Tabla 44 Índices de Rendimiento.....	175
Tabla 45 Índice de Calidad – Empacado.....	176
Tabla 46 Índice de Calidad – Molienda.....	176
Tabla 47 Índice OEE – Empacado.....	177
Tabla 48 Índice OEE – Molienda.....	177
Tabla 49 Índice MTBF – MTTR “Empacado”.....	178
Tabla 50 Índice MTBF – MTTR “Molienda”.....	178

Tabla 51 Comparativo índice de Disponibilidad.....	179
Tabla 52 Comparativo índice de Rendimiento.....	179
Tabla 53 Comparativo índice de Calidad.....	180
Tabla 54 Comparativo índice de OEE.....	180
Tabla 55 Comparativo Índices de MTBF – MTTR “Empacado”.....	181
Tabla 56 Comparativo Índices de MTBF – MTTR “Molienda”.....	182
Tabla 57 Presupuesto Propuesto de Mantenimiento.....	183
Tabla 58 Incremento Presupuesto de Mantenimiento.....	185

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1 Layout Actual de la Planta

Plano 2 Layout Propuesto de la Planta

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del siguiente TFG abarca principalmente lo siguiente

En el capítulo 1 se describe los antecedentes de la empresa en donde se desarrolla el presente proyecto, se indica los problemas existentes y la justificación para el desarrollo de este trabajo, adicionalmente se establece los objetivos, la metodología, y estructura del TFG.

En el capítulo 2 se desarrolla el marco teórico necesario para diseñar e implantar un sistema de mantenimiento bajo los lineamientos de la filosofía TPM, este considera definiciones, objetivos, y elementos del mantenimiento productivo total, indicadores de eficiencia, y una breve descripción de los procesos productivos considerados en este trabajo.

En el capítulo 3 se establece la situación inicial en la que se encontró a las líneas de producción y equipos considerados, para esto se describe los procesos productivos, se determina los indicadores desarrollados en el capítulo 2, se da a conocer el alcance del departamento de mantenimiento, y las condiciones seguridad y salud ocupacional existentes.

En el capítulo 4 se diseña el sistema de mantenimiento mediante el desarrollo del Plan Maestro y los pilares del TPM. Adicionalmente se

establecen las medidas preventivas de Seguridad y Salud Ocupacional a implementar.

En el capítulo 5 se analiza los resultados logrados, para esto se considera los beneficios alcanzados y los costos necesarios a incurrir para el desarrollo del presente sistema.

Finalmente en el capítulo 6 se da las respectivas conclusiones y recomendaciones para el sistema de mantenimiento propuesto.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

1.1.1 Planteamiento del Problema

La organización en la que se desarrolla este programa de mantenimiento se dedica a la molienda y empaqueo de avena.

Debido a la gran demanda de los productos que elabora esta empresa, es necesario que la misma cuente con procesos que tengan la capacidad suficiente para poder abastecer al mercado y garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos, por lo que, esta cuenta con equipos de alta tecnología y el material auxiliar necesario.

A pesar de los recursos disponibles se presentan varios problemas como, productos no conformes, paradas no programadas, atrasos en las entregas, altos tiempos de reparación y SETUP times, etc. Esto genera, la necesidad de trabajar horas extras, reprocesamiento de productos y pérdida de materia prima, baja calidad de servicio, y una inversión considerable en actividades de mantenimiento correctivo.

Es importante mencionar que la condición en la cual se encuentran varios equipos no es la más adecuada, dado que se puede notar el mal estado de los mismos. Así mismo, es evidente la existencia de polvo en el ambiente lo cual puede estar perjudicando a los equipos.

Los problemas mencionados no están cuantificados, esto dificulta o no permite determinar objetivamente la situación inicial, y mucho menos estimar como esta puede evolucionar.

1.1.2 Justificación

Cada uno de los problemas mencionados y otros que no se han considerado todavía generan pérdidas, las cuales se

manifiestan como disminución de eficiencia, falta de agilidad para responder al cliente, niveles no aceptables de calidad, y la generación de efectos económicos negativos.

Con este estudio se pretende diseñar un sistema de mantenimiento productivo total, que en el caso de ejecutarse correctamente, se logrará:

- Maximizar la Eficiencia Global del Equipo
- Garantizar la calidad de los productos
- Disminuir los costos de mantenimiento.

Con la implantación adecuada de este programa, la organización podrá confirmar algunos de los beneficios del TPM, entre los que más se destacan están:

- Disminución de las paradas no planificadas.
- Aumento en el rendimiento de los equipos, según los estándares de fabricación.
- Disminución de los productos no conformes y de los atrasos en la entrega.

- Aumento de la vida útil de las instalaciones y equipos, así como de su nivel de operatividad y funcionamiento.
- Reducción de los costos incurridos en mantenimiento correctivo.
- Aumento en la estandarización de los procesos e instalaciones.
- Aumento en las habilidades, compromiso y rendimiento del personal.

Finalmente este estudio permite evaluar con los indicadores adecuados las ventajas de trabajar con un sistema de mantenimiento basado en la filosofía del mantenimiento productivo total “TPM”.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de mantenimiento basado en la filosofía TPM, el cual permita mejorar continuamente la eficiencia de una línea procesadora de avena.

1.2.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos que se desarrollan son:

- Realizar un estudio para determinar y analizar la situación actual de las líneas procesadoras de avena.
- Determinar la criticidad de los equipos que conforman las líneas procesadoras.
- Diseñar el sistema de mantenimiento mediante el desarrollo de cada uno de los pilares del mantenimiento productivo total.
- Realizar un análisis de costo - beneficio para poder determinar si el plan de mantenimiento es viable.

1.3 Metodología de la tesis

La tesis se lleva a cabo mediante el desarrollo de tres etapas bien definidas, las cuales son: (1) el diagnóstico situacional de la empresa, (2) diseño del sistema de mantenimiento mediante la implantación de los pilares del TPM y (3) análisis de los resultados. La metodología de la tesis se muestra de forma más detallada en la figura 1.1.

En la primera parte se dan a conocer los antecedentes de la empresa en donde se realiza este trabajo. A continuación se analiza detalladamente las líneas procesadoras de avena con la finalidad de conocer el funcionamiento de las mismas y determinar algunos

indicadores de desempeño como son el rendimiento de la línea, tiempo promedio entre fallas (MTBF) y el tiempo promedio necesario para poder reparar una máquina (MTTR).

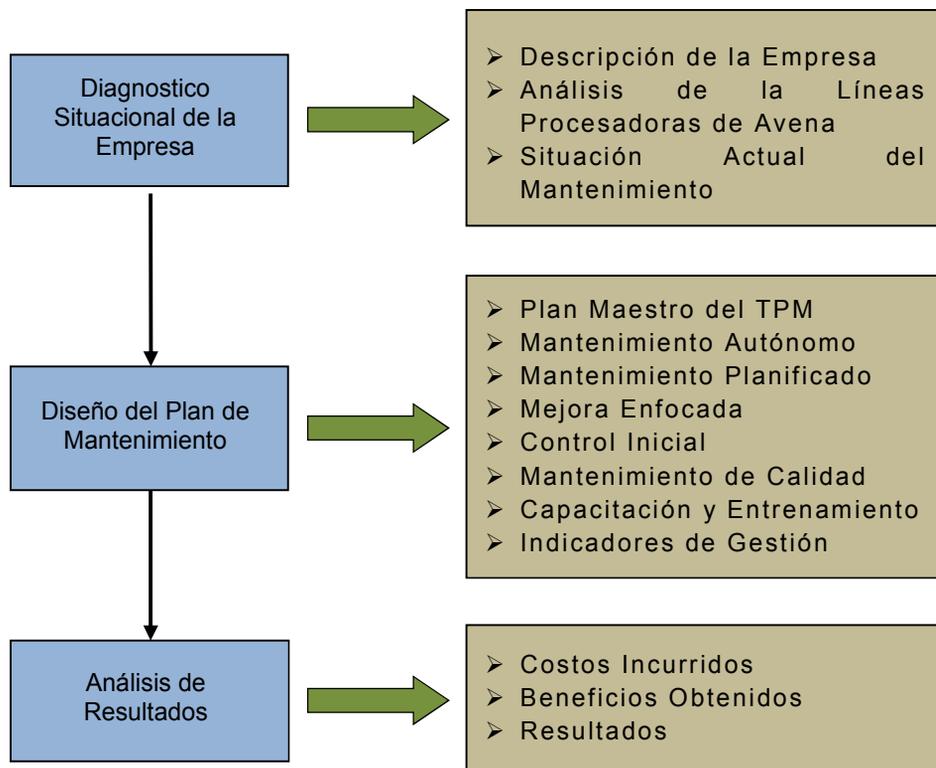


FIGURA 1.1. METODOLOGIA DEL PROYECTO DE GRADUACION

En la segunda etapa se desarrolla el plan de mantenimiento utilizando la filosofía TPM. Esta metodología incluye el plan maestro del TPM y la aplicación de cada uno de sus pilares, soportado por herramientas de análisis estadístico. Es necesario mencionar que el TPM es una filosofía de mejora continua por ese motivo es necesario

evaluar continuamente el progreso del programa con la finalidad de asegurar el correcto desarrollo del mismo.

En el análisis de los resultados, que es la tercera etapa, se determinan los costos necesarios para poner en marcha este programa, así mismo se analizan los beneficios obtenidos con el objetivo de poder determinar mediante un análisis de costo beneficio si es o no viable el programa de mantenimiento. Finalmente se realizan las recomendaciones correspondientes de acuerdo a los resultados obtenidos.

1.4 Estructura de la tesis

La presente tesis se encuentra estructurada con los siguientes capítulos:

El capítulo 1 denominado Generalidades incluye: los antecedentes, en los cuales se describe el planteamiento del problema y la justificación para el desarrollo de este proyecto. Además se plantean el objetivo general y los específicos, así como la metodología y estructura de este trabajo.

El capítulo 2 desarrolla todo el marco teórico necesario para poder realizar el plan de mantenimiento. El marco teórico comprende: Definiciones y tipos de mantenimiento, definición del TPM, los objetivos y pilares del mantenimiento productivo total “TPM”, como se debe desarrollar un plan de mantenimiento basado en la metodología TPM.

El capítulo 3 llamado Diagnóstico de la situación actual incluye: la descripción de la empresa, análisis de la situación actual de las líneas procesadoras de avena, en el cual se describe el proceso y los equipos que intervienen en el mismo, y la situación actual del mantenimiento.

El capítulo 4 denominado Diseño del plan de mantenimiento, desarrolla todos los pilares de la metodología TPM. Dentro de estos pilares se recalca la importancia de la participación de todo el personal dado que es necesario que el TPM se convierta en una cultura dentro de la organización.

El capítulo 5 realiza un análisis de los resultados, este incluye: los costos a incurrir, beneficios obtenidos y un análisis de costo - beneficio.

El capítulo 6 menciona las conclusiones y recomendaciones para los procesos analizados con el objetivo de que se consideren en el proceso de mejora continua.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Definiciones de mantenimiento

La palabra mantenimiento puede ser definida de diferentes maneras, a continuación se detallan algunos conceptos relacionados con este término:

- Mantenimiento es el conjunto de acciones orientadas a garantizar el eficiente funcionamiento de los recursos de una organización.
- Son las actividades que se ejecutan con el objetivo de conservar los activos físicos de modo que permanezcan en una condición prevista.
- Es el conjunto de técnicas que se implementan con el objeto de asegurar el correcto y continuo funcionamiento de los recursos productivos de una organización [1].

Existen varios motivos para realizar mantenimiento, entre los cuales están: evitar la ocurrencia de fallas, mejorar el desempeño de los equipos, maximizar la vida útil de los bienes, disminuir los riesgos de accidentes, cumplir con la legislación, etc.

2.1.1 Tipos de Mantenimiento. Clasificación General

Considerando el momento de actuación sobre los bienes o equipos, se pueden diferenciar tres tipos de mantenimiento:

El mantenimiento preventivo se define como el conjunto de recursos y actividades desarrolladas para evitar que se produzcan fallas en instalaciones, equipos y maquinaria en general [1].

El mantenimiento correctivo es aquel que se desarrolla mediante la realización de actividades orientadas a recuperar el funcionamiento normal de los equipos, después de que se presente algún tipo de falla [1].

El mantenimiento Predictivo es el conjunto de técnicas que analiza el estado de equipos y maquinarias mientras las mismas se encuentra en operación, con el objeto de

determinar el momento ideal para reemplazar o reparar partes, piezas o componentes antes de que empiecen a fallar [1].

2.2 Mantenimiento Productivo Total “TPM”

2.2.1 Definición del Mantenimiento Productivo Total

El Mantenimiento Productivo Total o TPM es un sistema de gestión que mediante la implementación de varias herramientas de tipo genéricas permite a la industria tener equipos y sistemas de producción siempre listos. Su metodología, soportada por un gran número de técnicas de gestión, establece las estrategias adecuadas para el aumento continuo de la productividad [1].

El mantenimiento productivo total o TPM por sus siglas en inglés “*Total Productive Maintenance*” fue desarrollado en Japón con el objetivo de eliminar fuentes de desperdicios.

Antes de los años 50, el mantenimiento se centraba únicamente en la actividad correctiva, es decir atender averías. A partir de los años 50 se comenzaron a desarrollar técnicas de mantenimiento preventivo estableciendo funciones orientadas a evitar la ocurrencia de fallas, con tendencias hacia el mantenimiento productivo y mejoras en los procesos

de mantenimiento. Ya en los años 60 el mantenimiento tuvo una tendencia a la prevención y predicción de averías, lo que se denominó mantenimiento proactivo. Adicionalmente se integraron técnicas como la Ingeniería de confiabilidad, y Economía. Pero en los años 70 se desarrolló en el Japón el mantenimiento productivo total “TPM” basado en el respeto a las personas y la participación total de los empleados, con la ayuda de las ciencias administrativas y del comportamiento, Ingeniería de software, Tero-tecnología, Logística y Ecología [2]. En la figura 2.1 se muestra el desarrollo del mantenimiento.

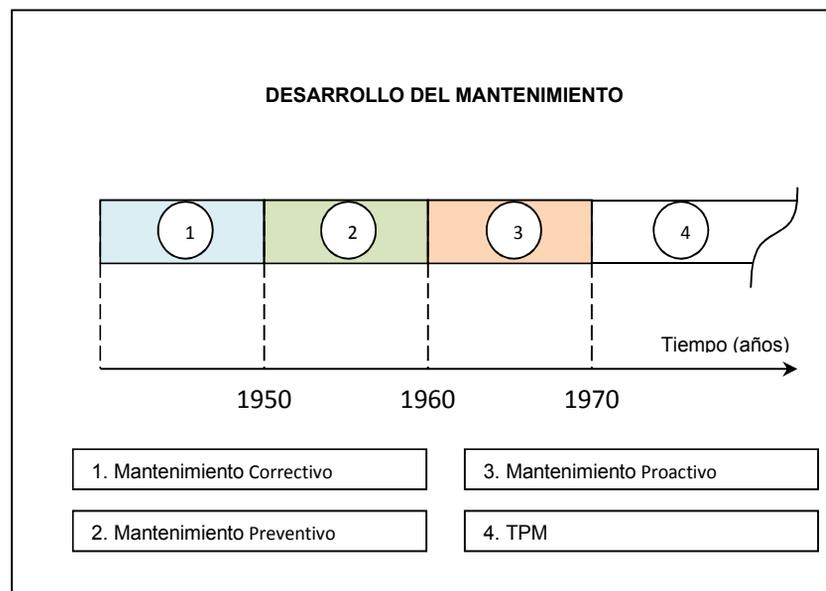


FIGURA 2.1. DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento correctivo (CM) fomenta las reparaciones orientadas a mejorar las instalaciones para reducir la probabilidad de que la misma avería vuelva a ocurrir. *El mantenimiento preventivo (PM)* se enfoca en la prevención de averías y defectos mediante la realización de actividades diarias como el chequeo de equipos, controles de precisión, cambios de aceites y lubricación. Estas actividades tienen como objetivo hacer el equipo más fiable, más fácil de cuidar y accesible al usuario para que los operarios puedan fácilmente cambiar los repuestos, ajustar y operar la máquina en general. En la siguiente tabla se mencionan algunas metodologías de mantenimiento [1].

TABLA 1

FILOSOFIAS DE MANTENIMIENTO

FILOSOFIA	CARACTERISTICAS
1° Mantenimiento Correctivo	- Reparación de Averías
2° Mantenimiento Preventivo	- Prevención de Fallas - Mantenimiento Productivo - Mejora de Mantenibilidad
3° Mantenimiento Proactivo	- Prevención y Predicción de Averías - Ingeniería de Confiabilidad, Mantenibilidad y Economía
4° TPM <i>"Yo soy responsable de mi propio equipo"</i>	- Participación Total de los Empleados - Motivación y Respeto a las Personas

Si se considera lo mencionado anteriormente y la importancia de los trabajadores en una empresa se puede definir al TPM como:

Una filosofía o sistema de gestión diseñado para desarrollar las actividades de mantenimiento, la cual tiene como objetivo mejorar continuamente la eficiencia global de equipos y sistemas productivos de toda la empresa exigiendo la participación activa de todos los trabajadores, es decir desde la alta dirección hasta los operadores [3].

2.2.2 Objetivos del Mantenimiento Productivo Total

El TPM es una metodología que sigue objetivos específicos y muy ambiciosos. Es importante mencionar que la finalidad del TPM no es realizar mantenimiento, lo que realmente pretende esta filosofía es maximizar la productividad de los sistemas productivos, por ese motivo el TPM trata de eliminar **las mayores fuentes de pérdidas** que son [4]:

- Pérdidas por Averías
- Pérdidas de Preparación y Ajuste
- Inactividad y Pérdidas por Paradas Menores

- Pérdidas por Reducción en Velocidad
- Pérdidas por calidad y Repetición de Trabajos
- Pérdidas de Puestas en Marcha

Las pérdidas por averías causan dos problemas: Disminución en el tiempo programado para producción y pérdidas por la elaboración de productos defectuosos. Este tipo de averías suelen presentar dificultades al momento de identificarlas y corregirlas [4].

Las pérdidas por ajuste o Setup Times son aquellas que ocurren cuando finaliza la producción de un elemento y el equipo se ajusta para atender los requerimientos de un nuevo producto. Se producen pérdidas por los Setup Times, al aparecer tiempos muertos y productos defectuosos como consecuencia del cambio [4].

Pérdidas por paradas menores: una parada menor ocurre cuando la producción se interrumpe por una falla temporal. Puede ser que una pieza bloquee una parte de una banda transportadora, causando la paralización del equipo; en otras ocasiones los equipos se detienen porque los mismos poseen

sensores que detectan productos defectuosos o no conformes. Estos tipos de paradas temporales difieren claramente de las averías. La producción normal es restituida moviendo las piezas u obstáculos que dificultan el funcionamiento normal y continuo del equipo [4].

Las pérdidas por velocidad reducida se refieren a la diferencia entre la velocidad de diseño del equipo y la velocidad real operativa. Es típico que en la operación del equipo la pérdida de velocidad sea pasada por alto, aunque esto constituya un gran obstáculo para su eficacia. La meta debe ser eliminar la diferencia entre la velocidad de diseño y la real [4].

Los productos elaborados con defectos y la repetición de trabajo son pérdidas por calidad causadas por el mal funcionamiento de los equipo de producción. En general, los defectos esporádicos se corrigen fácil y rápidamente al normalizar las condiciones de trabajo del equipo. La reducción de los defectos y averías crónicas, requieren de un análisis más cuidadoso, siguiendo el proceso establecido por la ruta de

la calidad, para remediarlas mediante acciones innovadoras [4].

Las pérdidas de puesta en marcha son pérdidas de rendimiento que se ocasionan en la fase inicial de producción, desde el arranque hasta la estabilización de la máquina. El volumen de las pérdidas varía con el grado de estabilidad y condiciones del proceso, el nivel de mantenimiento del equipo, la habilidad técnica del operador, etc.

El TPM tiene otros objetivos como son alcanzar las condiciones óptimas para el taller, considerando a este como un sistema hombre-máquina, y mejorar la calidad del área de trabajo, pero estos dos últimos objetivos están encaminados a eliminar las seis mayores fuentes de pérdidas.

Hasta el momento se puede concluir que el TPM busca mejorar continuamente la eficiencia, con esto se puede mencionar un concepto importante como es la eficiencia global del equipo la cual considera la velocidad de la máquina, la calidad de los productos y la disponibilidad de los equipos.

Con la finalidad de mejorar la eficiencia global del equipo el TPM sigue agresivamente las denominadas metas cero [3]:

- Cero paradas de equipos no planificadas
- Cero defectos (Causados por el equipo)
- Cero pérdidas de velocidad del equipo

2.2.3 Bases y Pilares del Mantenimiento Productivo Total

Al TPM se lo puede representar como un edificio formado por los siguientes componentes [5]:

- Un tejado o “cabeza” en el cual se indica el objetivo estratégico del proyecto o programa TPM.
- Los pilares del TPM entre los cuales tenemos: El Mantenimiento Autónomo, Mejora Enfocada, Mantenimiento Planificado, Control Inicial, Mantenimiento de Calidad y Capacitación.
- Un cimiento en base a una buena aplicación de las 5S y el respeto a la Seguridad e Higiene en el Trabajo, así como al Medio Ambiente.

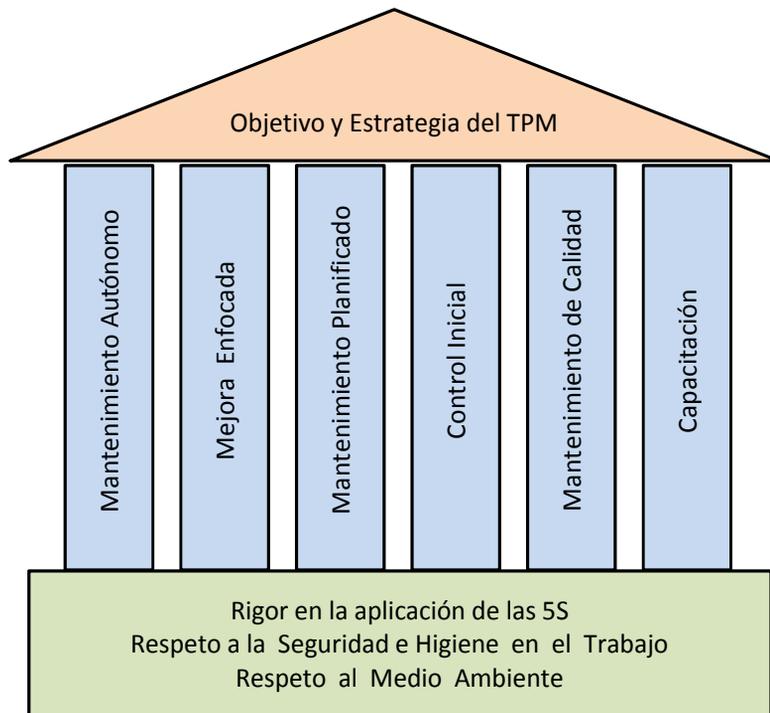


FIGURA 2.2 PILARES BÁSICOS DEL TPM

En la realización de un proyecto TPM es necesario que se establezcan objetivos claros y que se puedan evaluar periódicamente mediante indicadores confiables. Estos objetivos tienen que estar alineados con los de la empresa y ser comunicados a todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios. Es importante establecer una estrategia clara para poder alcanzar todos los objetivos.

A continuación se dan a conocer los conceptos y principios fundamentales de los pilares del TPM.

a) Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)

El mantenimiento autónomo (MA) es considerado como uno de los pilares más importantes del TPM, algunos autores consideran que este se basa en los principios de las 5S [6].

El MA es el mantenimiento que cada operador le debe realizar a su respectiva máquina. El objetivo es la detección temprana de problemas para que los mismos puedan ser corregidos lo más pronto posible. Las actividades de mantenimiento que debe realizar el operario de una máquina dependen de sus habilidades y capacitación. Entre estas están [5]:

- Limpieza
- Lubricación
- Inspección
- Ajustes
- Reparaciones menores
- Recolección de datos

El realizar las capacitaciones necesarias para que los operadores de los equipos puedan realizar eficientemente su trabajo y el designar las tareas de mantenimiento autónomo que estos deben realizar, es responsabilidad del departamento de mantenimiento [5].

Es importante que se pueda contar con el material adecuado para poder recolectar datos, así como una lista en la cual se indique las actividades e inspecciones a realizar en la jornada de trabajo (*checklist*).

b) Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen)

Kaizen es una filosofía Japonesa la cual tiene como objetivo mejorar continuamente los procesos y sistemas de una empresa. Esta metodología está basada en varios conceptos Japoneses entre los que se encuentran el control y círculo de la calidad, pequeños grupos de trabajo, etc. [8].

Entre los principales objetivos de las mejoras enfocadas están:
Eliminar las mayores fuentes de desperdicios, mejorar el conocimiento de los procesos mediante su estudio, y análisis

de problemas, involucrar a todo el personal de la empresa, mejorar la eficiencia global del equipo, etc.

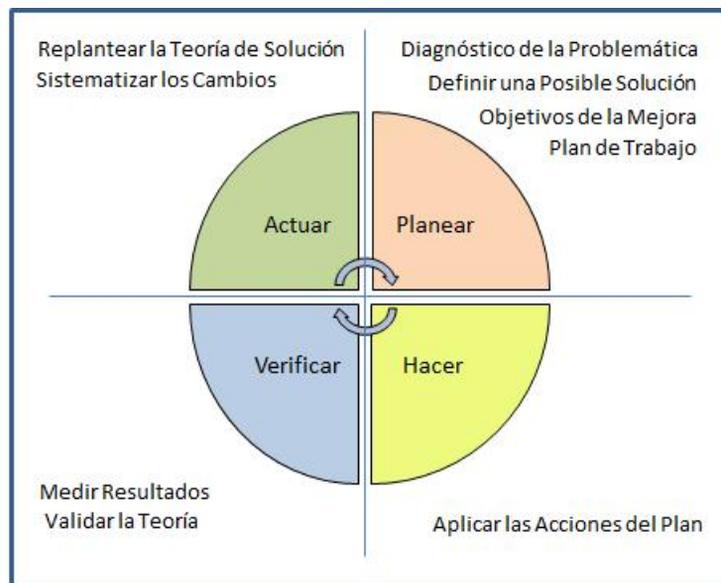


FIGURA 2.3. CIRCULO DE DEMING [8]

Actualmente existen algunas herramientas que se pueden utilizar en el desarrollo de las mejoras enfocadas entre las cuales tenemos [7]:

- Diagrama de Pareto (80-20)
- Histogramas
- Diagramas de Dispersión
- Diagrama causa - efecto

- Hojas de Registro de Datos o de Verificación
- Gráficas de Control
- Diagrama Estratificado

c) Mantenimiento Planificado

El mantenimiento planificado “MP” es un conjunto sistemático de actividades programadas, que se llevan a cabo específicamente por personal calificado en tareas de mantenimiento y mediante avanzadas técnicas de evaluación y diagnóstico de equipos. El MP es uno de los pilares claves para la implantación con éxito del TPM.

El objetivo del MP es responder con qué frecuencia se deben realizar las actividades de mantenimiento y determinar el momento más adecuado para ejecutarlas. Estas actividades resultan del trabajo conjunto de las áreas de mantenimiento y producción. El personal de producción será quien informe sobre las necesidades de mantenimiento de acuerdo a su experiencia, y por su parte, el personal de mantenimiento se ocupará de recopilar esa información y realizar la tarea de planificación. Entre las actividades del departamento de mantenimiento están [8]:

- Mejorar las condiciones operativas del equipo
- Capacitar al personal de producción
- Mejorar las técnicas del mantenimiento

El concepto de mantenimiento planificado engloba tres formas de mantenimiento: preventivo, predictivo y de averías.

El mantenimiento de averías o correctivo es el que actúa a partir de la ocurrencia de una falla o parada no planificada, este tipo de mantenimiento procura el que no se generen fallas o errores de iguales o similares características. Este debe tratar de disminuir las pérdidas lo mayormente posible. Es importante que exista un sistema de mantenimiento reactivo que este bien diseñado para poder responder rápidamente contra cualquier evento no deseado [9].

El mantenimiento preventivo es el que ejecuta actividades de revisión, inspección, y readecuación de las instalaciones antes de que se produzca un error o parada no planificada. Este tiene como objetivo conocer de forma sistemática el estado actual de los equipos, instalaciones, maquinarias y edificios para programar las correcciones de los puntos

vulnerables o críticos en el momento más oportuno. Con el mantenimiento preventivo se pretende [9]:

- Asegurar el buen estado de equipos, sistemas, instalaciones y la integridad del personal.
- Disminuir las interrupciones del trabajo en los procesos productivos debido a paradas no planificadas o averías.
- Observar los requisitos legales que regulan las inspecciones periódicas de instalaciones y equipos (aparatos elevadores, recipientes a presión, grúas, prensas, calderas, equipos de extinción).
- Tener información sistemática sobre la previsible situación de las máquinas, instalaciones y sus partes críticas.
- Adecuar los stocks de repuestos a las necesidades reales temporales.

El mantenimiento preventivo será el responsable de realizar las siguientes actividades [9]:

- Planificación de las revisiones
- Programación de los trabajos
- Registro y archivo de documentación técnica

- Control de las piezas de repuestos

El mantenimiento predictivo es una herramienta muy útil y sirve de apoyo al *mantenimiento preventivo*, dado que este último establece sus revisiones basándose en los promedios estadísticos establecidos por el fabricante. Se estima que el 98 % de los equipos superan esos periodos medios sin averías.

Este tipo de mantenimiento considera a cada máquina de forma individual y se basa en diferentes tipos de análisis, en los cuales se estudian varios indicadores para determinar el estado de funcionamiento [9].

Algunos autores han intentado definir el mantenimiento predictivo mediante una gráfica denominada P-F; en la que se representa cómo la variable estudiada va evidenciando un determinado nivel de deterioro del equipo a partir del punto P, para que, antes de que se origine la falla, punto F, se tomen las medidas preventivas [6].

A la hora de empezar a realizar este tipo de mantenimiento es necesario determinar una variable que represente adecuadamente la situación del equipo, dicha tarea puede resultar algo complicada, pero además será muy importante correlacionar valores de aceptación o rechazo de dicha variable.

Entre las principales técnicas de mantenimiento predictivo tenemos los basados en [9]:

- El análisis de vibraciones
- El análisis de aceites
- El análisis de la temperatura termo gráfica
- El análisis de la corrosión
- Los ensayos no destructivos

El mantenimiento predictivo se debe apoyar en técnicas de análisis estadístico, esta no se debe basar en la intuición o en la experiencia de los técnicos u operadores. Las técnicas predictivas utilizan mediciones rigurosas de variables y el tratamiento de dichas medidas, la experiencia, tendencias evolutivas de las mismas, metodologías de regresión de fallos,

es decir, en una rigurosa predicción de las futuras condiciones de equipos, maquinas, y sistemas partiendo de las condiciones actuales que se estén midiendo o monitoreando [6].

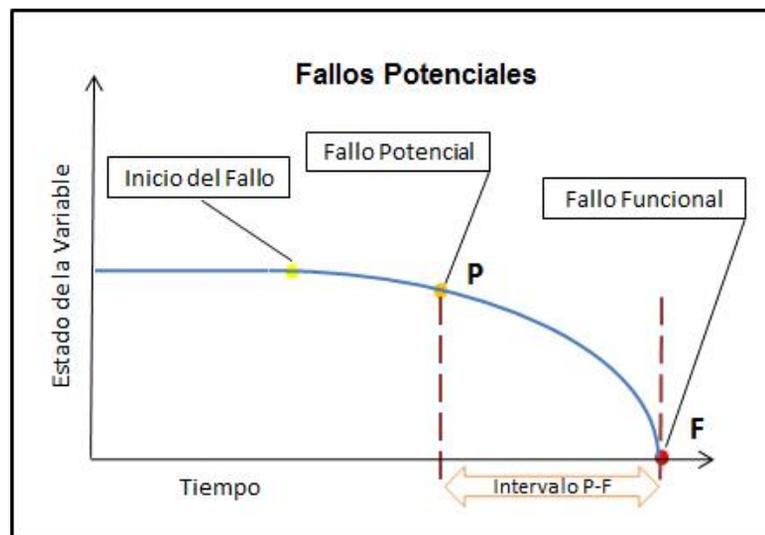


FIGURA 2.4. CURVA P- F [6]

Entre los conceptos que más se utilizan en el mantenimiento planificado se encuentra el de Equipo Crítico, este se detalla a continuación [19]:

- **Equipos Críticos:** Son aquellos equipos cuyas fallas producen detenciones e interferencias generales, cuellos de botella, daños a otros equipos e instalaciones y retrasos

o paradas en las actividades de los demás centros de trabajo de una empresa u organización.

- ***Equipos Críticos Especiales:*** Son aquellos equipos críticos, cuyas partes, piezas o componentes más importantes no se encuentran disponibles en el mercado local de proveedores de partes, y que además no permite adaptaciones locales o en muchos casos el hacerlo resulta muy complicado, dado lo sofisticado de su diseño o arquitectura. Una parada no programada (forzosa o inesperada) de estos equipos generalmente pueden afectar sustancialmente o detener la producción de un bien o servicio, generando altos costos para la empresa y procediendo impactos negativos, que incluso pueden afectar de manera directa la imagen de la organización.

- ***Los criterios*** para determinar la criticidad de los equipos son: Frecuencia de Fallas, Impacto Operacional, Flexibilidad Operacional, Costo de Mantenimiento, e Impacto en la Seguridad Ambiental y Humana.

- **Entre los Objetivos de Determinar** los equipos críticos están: Jerarquizar, por importancia, los elementos sobre los cuales vale la pena dirigir recursos, y ayuda a identificar eventos potenciales indeseados, en el contexto de la confiabilidad de los equipos.

En el capítulo cuatro del presente trabajo se detalla el proceso a seguir para determinar la criticidad de los equipos.

d) Control Inicial (Gestión Temprana de los Equipos)

Es una metodología enfocada en mejorar el mantenimiento de los equipos desde el concepto y diseño de los mismos. Pero también se la puede considerar desde el diseño de una línea de producción o adquisición de una máquina con la finalidad de facilitar las actividades de mantenimiento.

Con el objetivo de solucionar muchos problemas en ocasiones las empresas adquieren equipos con tecnología muy avanzada, pero esto no siempre resulta ser lo más apropiado. Generalmente estos equipos tienen repuestos muy costosos, y las actividades de reparación y mantenimiento tienen que ser

realizadas por mano de obra altamente calificada lo cual podría resultar ser muy costoso.

Es importante considerar las necesidades de la empresa al momento de adquirir equipos y diseñar procesos de producción, pero el tipo de tecnología que se pretende utilizar debe ser lo más sencilla posible con la finalidad de que esta no se convierta en un problema. Existen algunos puntos que se pueden considerar, como son: la disponibilidad y costo de los repuesto, el servicio post venta, el tipo de mano de obra necesaria para poder realizar las reparaciones y mantenimiento, la localización de los proveedores, medio en el cual van a trabajar los equipos (temperatura, humedad), etc.

e) Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen)

Es una herramienta de mantenimiento cuyo propósito es establecer las condiciones del equipo en un punto donde el “cero defectos” es posible. Entre las actividades del MC están [10]:

- Realizar actividades preventivas de mantenimiento con el objetivo de que los equipos, maquinas, y sistema no generen defectos de calidad.

- Certificar que los equipos y maquinas cumplan con las condiciones para “cero defectos” y que estas se encuentren bajo estándares técnicos.
- Realizar estudios de ingeniería para determinar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos e intervenirlos cuando sea necesario.

f) Capacitación

Es muy importante que en el desarrollo de un programa “TPM” se realice un periodo de capacitación con la finalidad de dar a conocer a todo el personal de la organización los fundamentos de esta filosofía y sobre todo lo que busca la empresa al querer implementarla.

Para que esta filosofía genere buenos resultados será necesario que los operadores de los equipos estén calificados para realizar cierto tipo de mantenimiento. Será el departamento de mantenimiento el encargado de capacitar periódicamente a los operarios para que estos puedan realizar determinadas tareas, otorgándole de esta manera a cada trabajador el cuidado de su equipo. Es muy importante que el

departamento de mantenimiento este conformado con personal altamente calificado y que siempre esté dispuesto a colaborar con los demás.

2.2.4 Desarrollo de un Plan de Mantenimiento Basado en la Filosofía TPM

Para la implementación y desarrollo del Mantenimiento Productivo Total se requiere de un plan maestro, este es un programa estratégico el cual se desglosa en los distintos pilares del TPM.

El plan maestro del TPM tendrá que contar con metas y objetivos bien definidos los cuales puedan ser medidos periódicamente y sobre todo estén alineados a los de la organización, así mismo se tendrán que definir las políticas que van a regir este programa. Es importante mencionar que un plan maestro debe ser flexible con la finalidad de que no se torne complicado alcanzar todas sus metas.

Es importante la conformación de pequeños grupos de trabajo, los cuales deben desarrollar e implementar los pilares del TPM. Se debe tener presente que cada grupo es dependiente

de los demás, dado que todos buscan alcanzar los objetivos de esta filosofía [4].

TABLA 2
PASOS PARA IMPLEMENTAR TPM

ETAPAS	PASOS	
Preparación	1	Aviso del director de la decisión de introducir el TPM
	2	Educación y campaña para introducir el TPM
	3	Crear Organizaciones para Promover el TPM
	4	Establecer Políticas y Metas para el TPM
	5	Plan Maestro y Desarrollo del Mismo
Introducción	6	Lanzamiento del TPM
Implementación del TPM	7	Mejora de la efectividad de los equipos
	8	Desarrollar programa de Mantenimiento Autónomo.
	9	Plan y programación del mantenimiento.
	10	Mejorar las habilidades de operaciones y mantenimiento.
	11	Desarrollo del programa de gerencia.
Estabilización	12	Implementación perfecta y aumento de niveles del TPM

El plan maestro para implementar un sistema de mantenimiento se desarrolla por pasos y estos a su vez por actividades secuenciales las cuales se subdividen en cuatro fases. El Dr. Nakajima propone doce pasos para la

implementación del TPM. Seguir estos doce pasos puede resultar un tanto complejo y sobre todo puede tomar demasiado tiempo, pero siempre hay que considerarlos al momento de implementar la metodología TPM, sin olvidar que estos son una guía y que su aplicación dependen de la dirección. En la tabla 2 se muestra los pasos para implementar la metodología TPM [4].

Es importante que la implementación del TPM empiece en una línea piloto, para que posteriormente se implemente progresivamente en todo el departamento de producción. Finalmente esta filosofía se debe de llevar a cabo en toda la empresa, tomando en cuenta que este proceso es a largo plazo, y que el tiempo que tome la implementación depende del tamaño y tipo de organización [4].

2.3 Filosofía 5S. Conceptos Generales

La metodología 5S es una filosofía de origen Japonés orientada a crear una cultura de autodisciplina con el objetivo de establecer un orden dentro de la organización, esta incluye un conjunto de herramientas las cuales se detallan a continuación:

Seiri (Seleccionar) mediante las actividades de separar y desechar lo que no se utiliza y no se piensa utilizar, pretende mantener exclusivamente los que es realmente necesario [12].

Seitón (Ordenar) tiene como objetivo ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio [12].

Seiso (Limpiar) incentiva la actitud de limpieza del sitio de trabajo y la conservación de la selección y el orden de los elementos [12].

Seiketsu (Estandarizar) tiene como objeto conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la práctica de las 3 primeras S [12].

Shitsuke (Autodisciplina) pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados. La autodisciplina es importante porque sin ella, la implantación de las 4 primeras S, se deteriora rápidamente [12].

2.4 Indicadores de Eficiencia

2.4.1 Eficiencia global del Equipo

El TPM maneja algunos indicadores, pero tal vez, el que más destaca es la **Eficiencia Global del Equipo** o “**OEE**” por sus siglas en inglés “Overall Equipment Effectiveness”, dado que este considera la disponibilidad del equipo, el rendimiento del mismo y la calidad de los productos elaborados. El OEE se determina con la siguiente expresión [3]:

$$OEE = Disponibilidad \times Ind. de Rendimiento \times Ind. de Calidad$$

A continuación se indica como determinar cada uno de los tres factores que intervienen en el OEE:

- **Disponibilidad.-** Es el tiempo de operación (el tiempo en que el equipo está operando realmente) o también denominado disponibilidad de los equipos. Esto se expresa mediante la siguiente ecuación [3]:

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo de Carga - Tiempo Parado}{Tiempo de Carga}$$

El tiempo de carga (TC) se lo determina al restarle a un periodo total de trabajo (PTT) el tiempo de paradas

planificadas (TPP). Mientras que el *tiempo parado* (TP) es el tiempo total consumido en paradas no planificadas como averías, ajustes, etc.

- **Índice de Rendimiento.**- El índice de rendimiento se basa en el índice de velocidad de operación (VO) y el tiempo de operación neto (TON) [3].

$$\text{Índice de Rendimiento} = VO \times TON$$

El índice de velocidad de operación es la relación entre la velocidad ideal del equipo y su velocidad real (tiempo de ciclo ideal / tiempo de ciclo real).

El tiempo neto de operación es el tiempo durante el cual el equipo opera con una velocidad constante dentro de un período determinado, este indicador mide para un periodo de tiempo específico la estabilidad y constancia del equipo o sistema productivo. La fórmula para calcular el TON es [3]:

$$TON = \frac{\text{Output} \times \text{Tiempo de Ciclo Real}}{TC - TP}$$

- **Índice de Calidad.-** Este indicador determina las pérdidas generadas por la elaboración de productos defectuosos o que no cumplen de los estándares establecidos de calidad. Para determinar el índice de calidad “Q” se puede utilizar la siguiente fórmula [3]:

$$Q = \frac{\textit{Unidades Conformes}}{\textit{Total de Unidades Producidas}}$$

2.4.2 Tiempo Medio Entre Fallas

El MTBF denominado así por sus siglas en ingles “Mean Time Between Failures”, o tiempo medio entre fallas, establece el tiempo medio que transcurre entre la ocurrencia de cada falla. Se lo calcula con la siguiente expresión [11]:

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo de Operación}}{\textit{Número de Paradas}}$$

El *tiempo de operación* se lo determina restándole a un periodo laboral las paradas planificadas y las que no han sido planificadas. En el caso del número de paradas solo hay que considerar las paradas que no han sido planificadas.

2.4.3 Tiempo Medio de Reparaciones

El tiempo medio de reparación o MTTR por sus siglas en ingles “Mean Time to Repair” es un indicador de mantenimiento que determina el tiempo promedio que toma recuperar o reparar un equipo cada vez que se presenta una falla. Para calcular este indicador se puede utilizar la siguiente expresión [11]:

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo Total de Paradas}}{\textit{Números de Paradas}}$$

El tiempo total de paradas considera solo las que no han sido planificadas, igualmente ocurre con el número de paradas.

2.5 Principales Herramientas de Análisis Estadístico

Actualmente existen algunas herramientas ampliamente utilizadas en el análisis de datos y mejora de la calidad, algunas de estas fueron mencionadas en el pilar de las **Mejoras Enfocadas**, a continuación se las describe brevemente:

- **Análisis de Pareto.** El objetivo de esta herramienta es determinar para cada uno de los factores que genera un problema el grado de contribución en la generación del mismo, se admite que en la mayoría de las situaciones, un número pequeño

de factores o causas genera un porcentaje considerablemente alto del problema, este pequeño número de factores son los que se deben intervenir [13].

- **Diagrama Causa-Efecto.** Mediante este tipo de gráfica o herramienta se representan todas las posibles causas que pueden estar generando un determinado problema. Este diagrama es también denominado “esqueleto de pescado”, en donde la cabeza representa el problema y las espinas las diferentes causas [14].

- **Histograma de Frecuencia.** Un histograma de frecuencia es la representación en el plano cartesiano de una variable determinada, para esto se emplean barras cuya superficie es proporcional a la frecuencia de los valores o datos representados. En el eje horizontal del plano se representa la variable, y en el vertical la frecuencia con la que cada valor o dato se presenta [14].

- **Diagrama de Estratificación.** Este tipo de diagrama es básicamente un histograma, en este una variable específica es representada para ser analizada de forma subdividida o

estratificada, es decir estrato por estrato con el objeto de determinar la existencia de alguna posible relación con respecto a los datos globales [14].

- **Gráficas de Control.** Las gráficas de control son técnicas estadísticas que se utilizan para monitorear continuamente la media y la variabilidad de la distribución de un proceso. Existen algunos tipos de gráficos, entre las más utilizadas tenemos X-R, para variables continuas, y P para atributos [15].

- **Diagrama de Dispersión.** Este diagrama es una herramienta utilizada para representar en el plano cartesiano las relaciones que pueden existir entre dos variables, cuyo eje horizontal representa la primera variable, y el eje vertical la segunda [14].

- **Hoja de Control.** Las hojas de control son formatos que permiten recoger datos de forma ordenada y sencilla. Los datos que se logran levantar son posteriormente el input de otras herramientas como los gráficos de control, diagrama de Pareto, histogramas, etc. [15].

- **Análisis de Weibull.** Es una técnica estadística la cual permite ajustar datos de “tiempo de vida”, a distribuciones de variables tipo “Tiempo hasta que se produzca el primer fallo”. Esta metodología utiliza las técnicas de regresión de rangos, y de máxima verosimilitud para estimar los parámetros de la distribución [18].

2.6 Procesos productivos

El objetivo de esta sección es dar a conocer los principales procesos relacionados a la actividad productiva de la empresa en donde se realiza este trabajo, entre estos están:

- **Molienda.** Es la pulverización o división de algún material solido o cuerpo en pequeñas partículas, estos pueden ser alimentos (avena), o cualquier otro tipo de material. El equipo utilizado para esta actividad es el molino, de entre los más difundidos está el molino de martillos.

Un molino de martillos es una maquina o equipo que se encuentra conformado por varios martillos de acero, estos martillos van montados sobre un eje el cual tiene la capacidad de rotar. Los martillos golpean el cuerpo o material (avena) y

reducen su tamaño hasta permitirle pasar a través de un filtro [16].

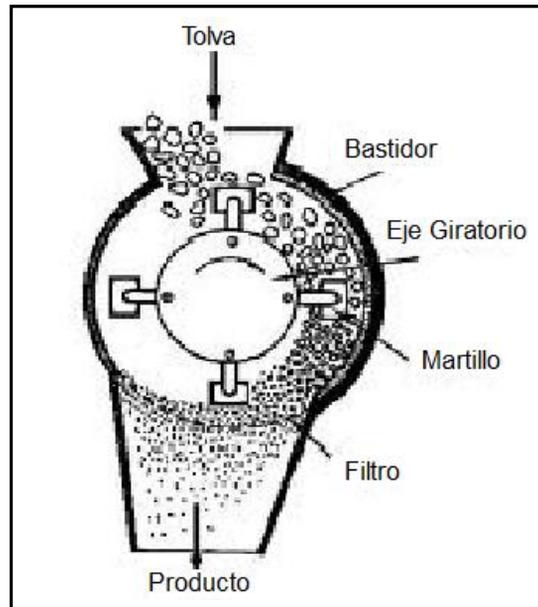


FIGURA 2.5. MOLINO DE MARTILLOS [16]

- **Filtrado.** Esta operación tiene el objetivo de separar las partículas obtenidas en el proceso de molienda, esto es, retener las partículas que no cumplan con los estándares establecidos (tamaño de grano). El dispositivo utilizado para cumplir lo mencionado es el filtro, siendo el de mayor interés para la presente tesis el Filtro de Mangas.

Un filtro de mangas consiste en un equipo el cual se encuentra constituido por varios sacos normalmente elaborados de algún material textil, estos sacos reciben impulsos mediante la corriente de algún gas (aire) y retienen las partículas en función de sus mallas filtrantes [17].

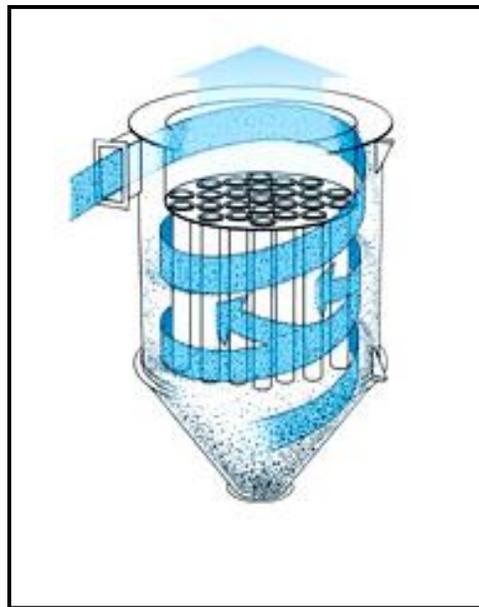


FIGURA 2.6. ESQUEMA DE UN FILTRO DE MANGA [17]

Empacado. Consiste en colocar el producto en un empaque (funda, saco, o cartón), el cual finalmente se debe sellar. Este proceso puede ser manual, o automático.

Adicionalmente se pueden mencionar otros procesos como el transporte y almacenamiento de mercadería los cuales influyen significativamente en la eficiencia del sistema productivo.

CAPÍTULO 3

3. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION INICIAL

3.1 Descripción de la Empresa

a) Historia de la Empresa

La empresa en donde se desarrolla este trabajo inició sus actividades en 1952, teniendo como objetivo principal terminar con un largo periodo en el cual era necesario realizar la importación de harina y avena desde los EE.UU. y Canadá, para poder sustituirla con producto nacional de igual o mejor calidad.

Esta empresa pertenece a una organización norteamericana, que posee molinos en Ecuador, Guayana Francesa, Puerto Rico, EE.UU. y Nigeria, teniendo un representante en cada país. Esta molinera en nuestro país, está ubicada sobre la rivera suroeste del rio Guayas, la cual está rodeada por otras fábricas alimenticias.

La molinera se dedica básicamente a la obtención de harina de trigo y avena que constituyen a su vez la materia prima para una gran variedad de industrias alimenticias, las cuales requieren para cada fin cualidades específicas. Por tal razón, se desarrollan diversos tipos de harinas con el objetivo de satisfacer la demanda de sus clientes.

b) Estructura Organizacional

Entre los puntos que se considera en esta parte está la misión y visión de la empresa:

Misión

“La Molinera es una empresa dedicada al servicio del mercado harinero del Ecuador y países fronterizos que ha sido tradicionalmente reconocida por la calidad de sus productos, por una ágil distribución y por un excelente servicio al cliente. En la molinera estamos convencidos que solo con la máxima satisfacción de nuestros clientes podremos asegurar el máximo beneficio de nuestros accionistas, y un lugar importante en la sociedad a la que servimos, por eso basamos nuestras operaciones en el constante desarrollo personal y profesional de nuestros técnicos, obreros y empleados. Todo esto, junto con la aplicación de un estricto código

de ética y la permanente búsqueda de mejoras tecnológicas que nos ayuden a maximizar nuestra eficiencia y nuestra calidad.”

Visión

“La molinera desea mantener su liderazgo en la industria Molinera del Ecuador en base a su ventaja tecnológica, que le permite lograr ventajas comparativas en la calidad de sus harinas, y crecer en su participación en el mercado.”

Con el objetivo de cumplir la misión y alcanzar la visión, esta empresa cuenta con una gran estructura tanto física como administrativa. La estructura organizacional se encuentra en el anexo.

La molinera cubre sus instalaciones en una extensión de 73000 m² en total, las mismas que comprenden áreas para: parqueo, oficinas, bodega de materiales, laboratorio, talleres mecánico-eléctrico y automotriz, bodega de producto terminado, planta molinera, bodega y silos de almacenamiento de materia prima. Cuenta además con un muelle construido en la parte más profunda del río, donde grandes buques descargan toneladas de materia prima.

3.2 Análisis de los procesos productivos

Este análisis se enfoca en dos aspectos, el primero se centra en la parte cualitativa del procesamiento de avena, y el segundo es una descripción cuantitativa de los procesos median el cálculo de algunos indicadores.

3.2.1 Descripción del Proceso

El proceso productivo para la elaboración de avena molida consta de dos etapas, la primera se encarga de recibir la materia prima (avena en hojuelas), molerla y empacarla en sacos de 25 Kg. La segunda etapa consiste en el empacado de avena molida en presentaciones menores (1kg, 500g). A continuación se describen las dos partes de este proceso:

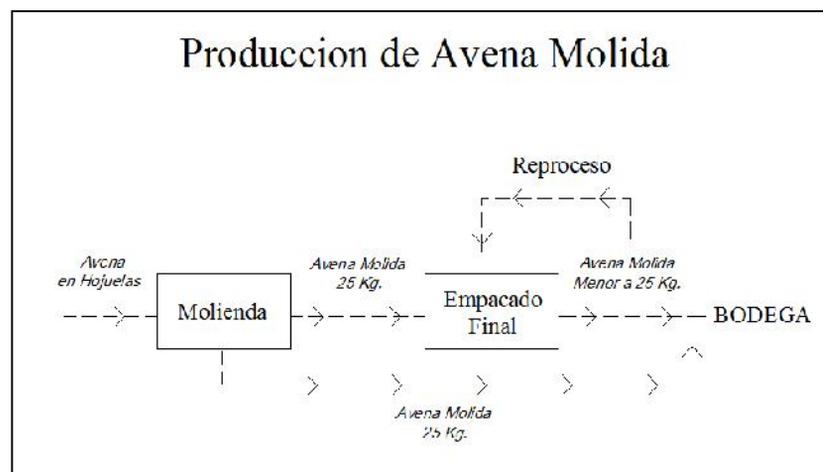


FIGURA 3.1. PROCESAMIENTO DE AVENA

a) Molienda de Avena

La materia prima para el proceso de molienda es avena en hojuelas la cual procede del exterior, esta pasa por control de calidad en donde se verifica principalmente la humedad y la no presencia de plagas. El proceso de control de calidad lo realiza un proveedor el cual toma las muestras necesarias para analizarlas en su laboratorio.

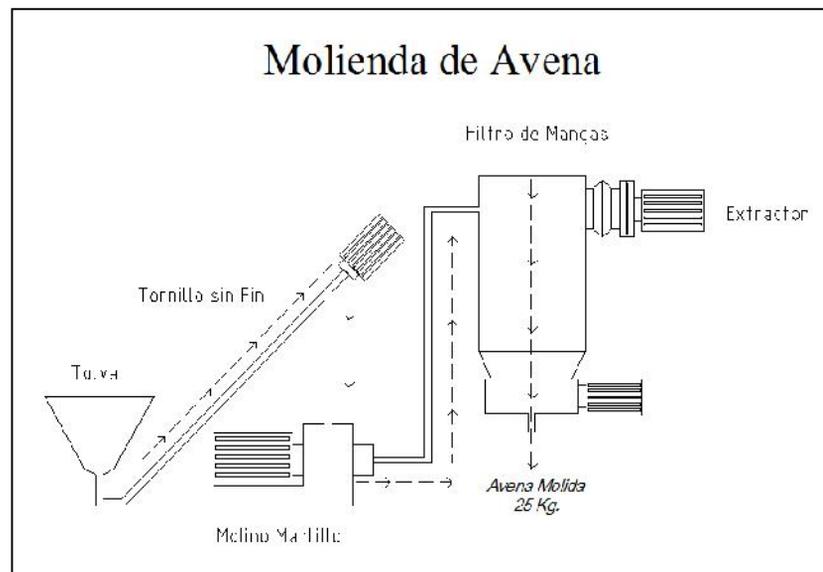


FIGURA 3.2. MOLIENDA DE AVENA

La línea de molienda consta básicamente de una tolva, un molino y un filtro de mangas. Un operario se encarga de llenar continuamente la tolva con avena en hojuelas y coser la parte

superior de los sacos llenos con avena molida (sacos de 25 Kg) que entrega el proceso. Toda la línea opera automáticamente el operario solo realiza las dos actividades mencionadas. Todo el producto resultante de este proceso es almacenado en espera de ser vendido a otras fábricas o pasar a la siguiente etapa del proceso (empacado final). En el anexo se encuentra el diagrama de proceso de flujo para la molienda de avena.

b) Empacado Final

Con la ayuda de un montacargas los sacos que contienen avena molida son transportados hasta el área de empacado final. En este proceso trabajan tres operarios, uno se encarga de abrir los sacos y alimentar continuamente la tolva de la línea de embolsado, con avena. La máquina que se utiliza en este proceso es una empacadora vertical automática que entrega como producto final, avena en fundas plásticas de polietileno de baja densidad selladas. Un segundo operador ubicado al final de la línea de producción se encarga de colocar las fundas en cartones y sellarlos con cinta. Finalmente un tercer operador coloca los cartones sobre pallets, y utilizando un montacargas estos son transportados

a la bodega de producto terminado en espera de su distribución. Al final se encuentra anexado el diagrama de proceso de flujo para el empaqueo final de avena molida.

El equipo utilizado en el empaqueo final es una empacadora vertical doble, es decir que consta de dos líneas, pero ambas trabajan independientemente.

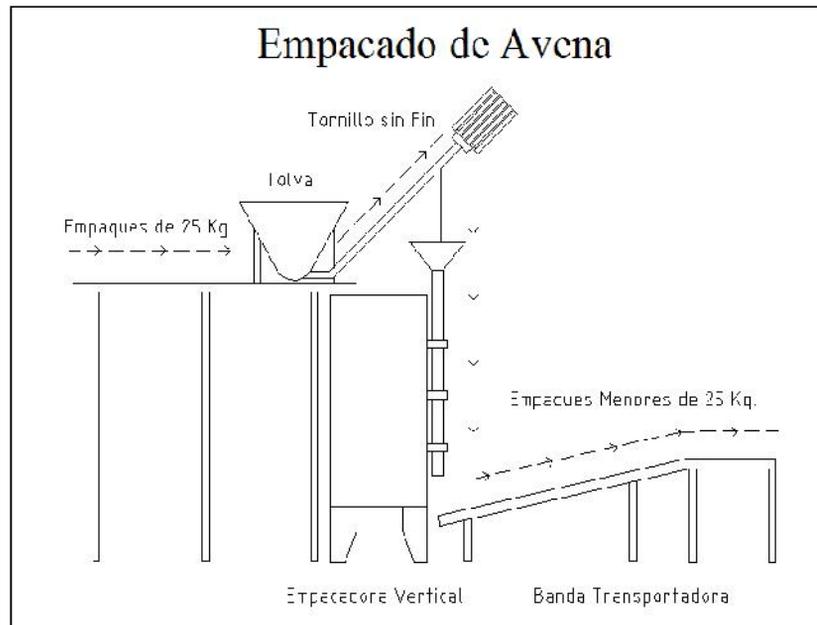


FIGURA 3.3. EMPACADO DE AVENA

3.2.2 Indicadores de Eficiencia

Como se menciona en el capítulo dos el TPM incluye algunos indicadores, para el cálculo de los mismos se

consideran los datos correspondientes a un periodo de 8 semanas.

a) Disponibilidad

En las siguientes tablas se muestra para cada una de las líneas de producción los valores del índice de disponibilidad. Adicionalmente se detallan los valores que se consideran en las componentes de este indicador, TC y TP.

TABLA 3
INDICE DE DISPONIBILIDAD, MOLIENDA DE AVENA

<i>Semana</i>	<i>Tiempo de Carga (min)</i>	<i>Tiempo Parado (min)</i>	<i>Disponibilidad</i>
1	2880	137	95,24%
2	2880	98	96,60%
3	2880	121	95,80%
4	2280	93	95,92%
5	2880	685	76,22%
6	2880	82	97,15%
7	2880	114	96,04%
8	2280	91	96,01%

El TC (diferencia entre PTT y TPP) incluye para el PTT, 10 horas disponibles para trabajar diariamente de lunes a viernes y 5 horas el sábado (55 horas por semana); el TPP considera 1 hora diaria para almuerzo de lunes a viernes

(5 horas semanales), 20 minutos diarios para el calentamiento de las maquinas (120 minutos semanales), y 10 horas para la realización de inventario general (por política el inventario se realiza en la última semana de cada mes).

El tiempo parado o TP es una variable aleatoria que resulta de la suma de los tiempos en que los equipos se encuentran sin operar (únicamente los tiempos no programados o imprevistos).

TABLA 4

ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD, EMPACADO DE AVENA

<i>Semana</i>	<i>Tiempo de Carga (min)</i>	<i>Tiempo Parado (min)</i>	<i>Disponibilidad</i>
1	2790	299	89,28%
2	2790	273	90,22%
3	2790	233	91,65%
4	2190	261	88,08%
5	2790	351	87,42%
6	2790	283	89,86%
7	2790	287	89,71%
8	2190	277	87,35%

Para la línea de empacado de avena es necesario considerar los *Setup Times* (cambio entre empacado de

500 y 1000 gramos), esta actividad se realiza una vez por semana con un tiempo esperado de 90 minutos.

Otro equipo que se toma en cuenta debido al impacto que ocasiona en los procesos productivos es un montacargas, este al ser el único que posee la empresa se convierte en un elemento clave.

Para el montacargas no se consideran los tiempos de calentamiento de equipo, setup, e inventario.

TABLA 5

ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD, MONTACARGAS

<i>Semana</i>	<i>Tiempo de Carga (min)</i>	<i>Tiempo Parado (min)</i>	<i>Disponibilidad</i>
1	3000	0	100,00%
2	3000	52	98,27%
3	3000	0	100,00%
4	3000	730	75,67%
5	3000	0	100,00%
6	3000	65	97,83%
7	3000	0	100,00%
8	3000	0	100,00%

Para la línea de molienda el índice de disponibilidad presenta en la quinta semana una disminución

considerable, esta se debe a la ocurrencia de una avería la cual no permitió utilizar los equipos durante un día completo.

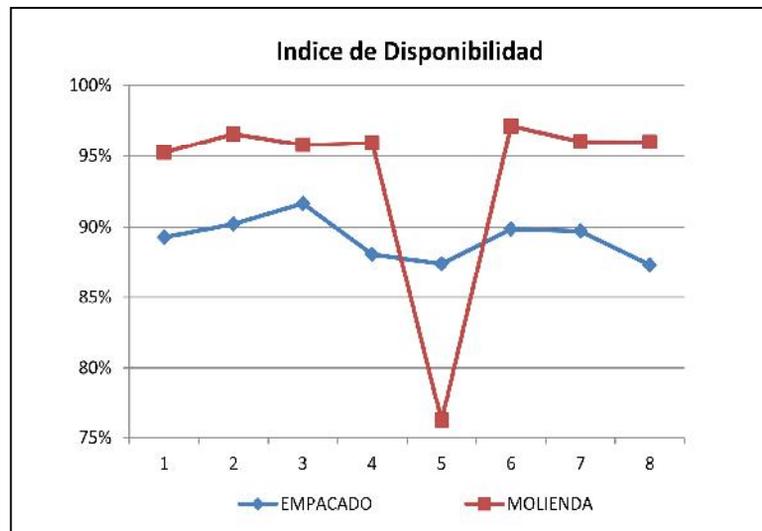


FIGURA 3.4. ÍNDICE DE DISPONIBILIDA

b) Índice de Rendimiento

El índice de rendimiento (producto entre la velocidad operativa y el tiempo operativo neto) se determina con las fórmulas que se muestran en el capítulo dos.

La velocidad real de los equipos se encuentra en los manuales de operación de las líneas productivas de la empresa estudiada (valores validados mediante una

muestra de 60 eventos). La velocidad ideal se toma de los manuales del fabricante.

En la siguiente tabla las presentaciones de 500 y 1000 gramos corresponden a la línea de empaqueo, y la de 25 Kg. a la molienda.

TABLA 6

INDICE DE VO, MOLIENDA Y EMPACADO DE AVENA

Presentación	Velocidad Real (fundas/min)	Velocidad Ideal (fundas/min)	VO
1000 gr.	16	18	0,89
500 gr.	25	28	0,89
25 Kg.	0,33	0,45	0,73

En las siguientes tablas se muestran los valores del tiempo operativo neto:

TABLA 7

INDICE DE TON, MOLIENDA DE AVENA

Semana	Tiempo de Ciclo (min/funda)	Output	TC-TP (min)	TON
1	3,03	662	2743	73,13%
2	3,03	628	2782	68,41%
3	3,03	683	2759	75,02%
4	3,03	554	2187	76,76%
5	3,03	519	2195	71,65%
6	3,03	679	2798	73,54%
7	3,03	691	2766	75,70%
8	3,03	537	2189	74,34%

TABLA 8
INDICE DE TON, EMPACADO DE AVENA

Semana	Tiempo de Ciclo (min/funda)	Output	TC-TP (min)	TON
1	0,06	35150	2491	88,19%
2	0,04	55738	2517	88,58%
3	0,06	36150	2557	88,36%
4	0,04	41520	1929	86,10%
5	0,06	32830	2439	84,13%
6	0,04	56330	2507	89,88%
7	0,06	35830	2503	89,47%
8	0,04	41516	1913	86,81%

Es importante mencionar que en cualquier semana solo se planifica empacar avena en una sola presentación, es decir de 1 Kg o de 500 gr. Si es necesario empacar más de una presentación en la misma semana por cualquier imprevisto, dicha actividad se realiza fuera del tiempo de carga es decir en “tiempo extra”.

A continuación se da a conocer el índice de rendimiento para cada una de las líneas productivas:

TABLA 9**INDICE DE RENDIMIENTO, MOLIENDA DE AVENA**

Semana	VO	TON	Índice de Rendimiento
1	0,73	0,73	53,63%
2	0,73	0,68	50,16%
3	0,73	0,75	55,01%
4	0,73	0,77	56,29%
5	0,73	0,72	52,54%
6	0,73	0,74	53,93%
7	0,73	0,76	55,52%
8	0,73	0,74	54,51%

TABLA 10**INDICE DE RENDIMIENTO, EMPACADO DE AVENA**

Semana	VO	TON	Índice de Rendimiento
1	0,89	0,88	78,39%
2	0,89	0,89	79,09%
3	0,89	0,88	78,54%
4	0,89	0,86	76,87%
5	0,89	0,84	74,78%
6	0,89	0,90	80,25%
7	0,89	0,89	79,53%
8	0,89	0,87	77,51%

En la tabla anterior las semanas impares corresponden solo a la avena molida en la presentación de un kilogramo, y las pares, a la de quinientos gramos.

El siguiente gráfico corresponde al índice de rendimiento para la molienda y empackado final de avena:

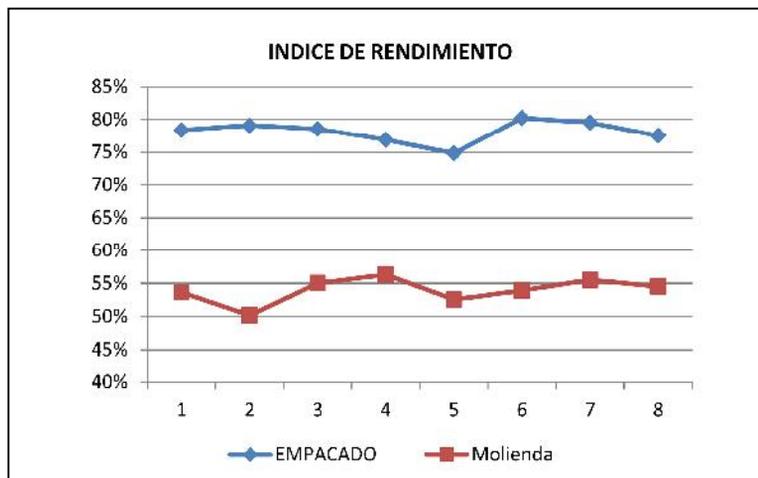


FIGURA 3.5. ÍNDICE DE RENDIMIENTO

c) Índice de Calidad

El índice de calidad "Q" para cada una de las semanas se detalla en las tablas de abajo, recordando que para la línea de empackado final los datos impares corresponden a

la avena en presentación de un kilogramo y los pares a la de quinientos gramos.

TABLA 11
ÍNDICE DE CALIDAD, MOLIENDA DE AVENA

Semana	Unidades Conformes	Unidades Producidas	Índice de Calidad
1	656	662	99,09%
2	617	628	98,25%
3	676	683	98,98%
4	542	554	97,83%
5	513	519	98,84%
6	665	679	97,94%
7	685	691	99,13%
8	526	537	97,95%

TABLA 12
ÍNDICE DE CALIDAD, EMPACADO DE AVENA

Semana	Unidades Conformes	Unidades Producidas	Índice de Calidad
1	32890	35150	93,57%
2	51689	55738	92,74%
3	32720	36150	90,51%
4	38590	41520	92,94%
5	30260	32830	92,17%
6	51280	56330	91,03%
7	32750	35830	91,40%
8	39230	41516	94,49%

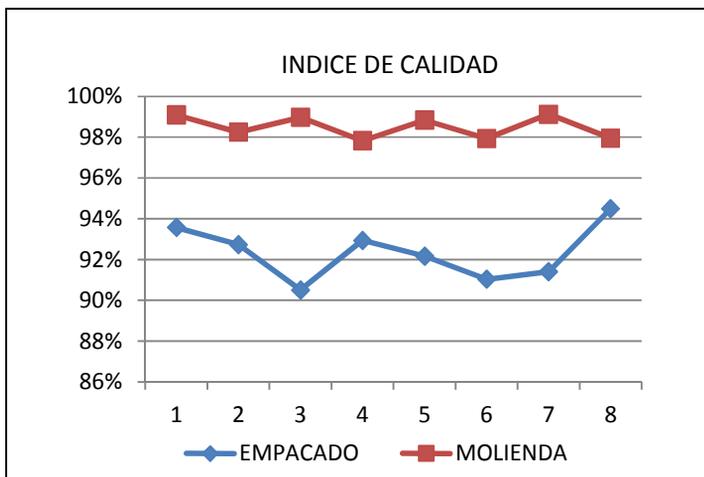


FIGURA 3.6. ÍNDICE DE CALIDAD

En las tablas siguientes se muestran los indicadores calculados hasta el momento y el valor de la Eficiencia Global del Equipo para cada una de las líneas de producción:

TABLA 13

INDICE DE OEE, MOLIENDA DE AVENA

<i>Semana</i>	<i>Disponibilidad</i>	<i>Ind. De Rendimiento</i>	<i>Ind. De Calidad</i>	<i>OEE</i>
1	0,95	0,54	0,99	50,62%
2	0,97	0,50	0,98	47,61%
3	0,96	0,55	0,99	52,16%
4	0,96	0,56	0,98	52,83%
5	0,76	0,53	0,99	39,58%
6	0,97	0,54	0,98	51,31%
7	0,96	0,56	0,99	52,85%
8	0,96	0,55	0,98	51,27%
Promedio	0,94	0,54	0,99	49,75%

TABLA 14

INDICE DE OEE, EMPACADO DE AVENA

<i>Semana</i>	<i>Disponibilidad</i>	<i>Ind. De Rendimiento</i>	<i>Ind. De Calidad</i>	<i>OEE</i>
1	0,89	0,78	0,94	65,49%
2	0,90	0,79	0,93	66,17%
3	0,92	0,79	0,91	65,15%
4	0,88	0,77	0,93	62,93%
5	0,87	0,75	0,92	60,25%
6	0,90	0,80	0,91	65,64%
7	0,90	0,80	0,91	65,21%
8	0,87	0,78	0,94	63,98%
Promedio	0,89	0,78	0,92	64,35%

A continuación se muestra un gráfico en donde se detalla el desarrollo del índice de la Eficiencia Global de Equipo “OEE” para las líneas de molienda y empacado final de avena molida.

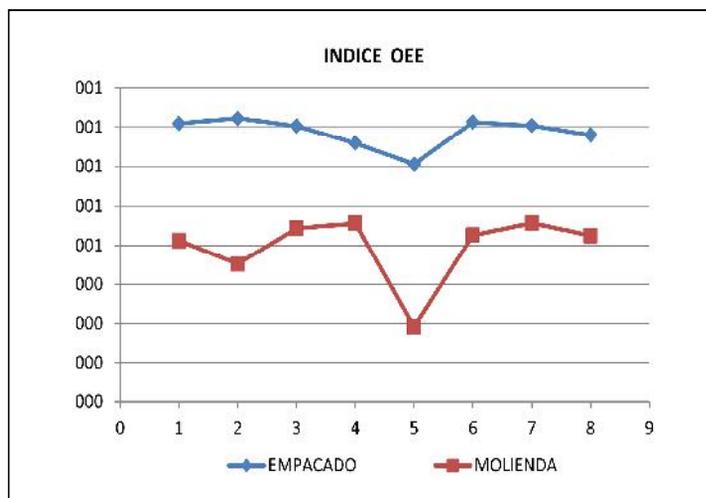


FIGURA 3.7. EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO

Además del OEE se determinan los tiempos medios entre fallas y de reparaciones, los valores de estos indicadores se muestran a continuación:

TABLA 15

INDICES DE MTBF Y MTTR, MOLIENDA DE AVENA

<i>Semana</i>	<i>Tiempo de Operación</i>	<i>Tiempo Total de Paradas</i>	<i>Número de Paradas</i>	<i>MTBF (min)</i>	<i>MTTR (min)</i>
1	2743	137	7	391,86	19,57
2	2782	98	5	556,40	19,60
3	2759	121	8	344,88	15,13
4	2187	93	4	546,75	23,25
5	2195	685	4	548,75	171,25
6	2798	82	3	932,67	27,33
7	2766	114	6	461,00	19,00
8	2189	91	5	437,80	18,20
Promedio	2552,38	177,63	5,25	527,51	39,17

TABLA 16

INDICES DE MTBF Y MTTR, EMPACADO DE AVENA

<i>Semana</i>	<i>Tiempo de Operación</i>	<i>Tiempo Total de Paradas</i>	<i>Número de Paradas</i>	<i>MTBF (min)</i>	<i>MTTR (min)</i>
1	2491	299	20	124,55	14,95
2	2517	273	16	157,31	17,06
3	2557	233	13	196,69	17,92
4	1929	261	17	113,47	15,35
5	2439	351	23	106,04	15,26
6	2507	283	20	125,35	14,15
7	2503	287	19	131,74	15,11
8	1913	277	17	112,53	16,29
Promedio	2357	283	18,13	133,46	15,76

TABLA 17
INDICES DE MTBF Y MTTR, MONTACARGAS

<i>Semana</i>	<i>Tiempo de Operación</i>	<i>Tiempo Total de Paradas</i>	<i>Número de Paradas</i>	<i>MTBF (min)</i>	<i>MTTR (min)</i>
1	3000	0	0	N	N
2	2948	52	1	2948,00	52,00
3	3000	0	0	N	N
4	2270	730	2	1135,00	365,00
5	3000	0	0	N	N
6	2935	65	1	2935,00	65,00
7	3000	0	0	N	N
8	3000	0	0	N	N
Promedio	2894,13	105,88	0,50	2339,33	160,67

Los valores de **N** indican que no se han producido paradas no planificadas.

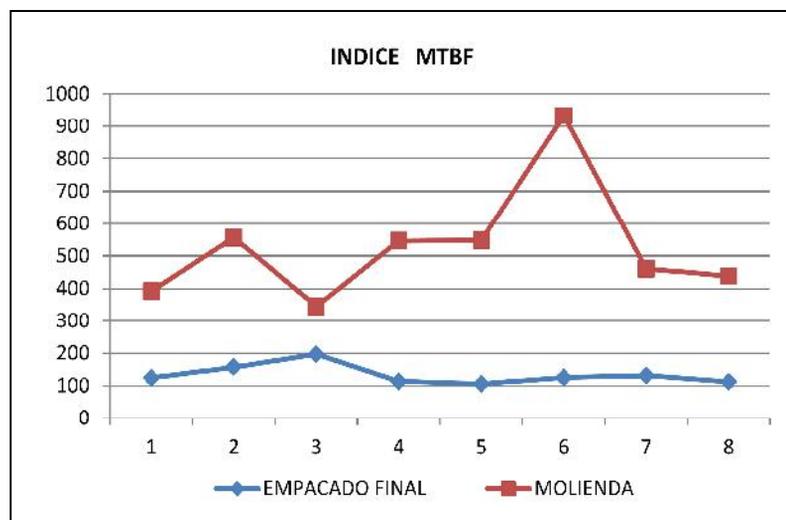


FIGURA 3.8. INDICE DEL MTBF

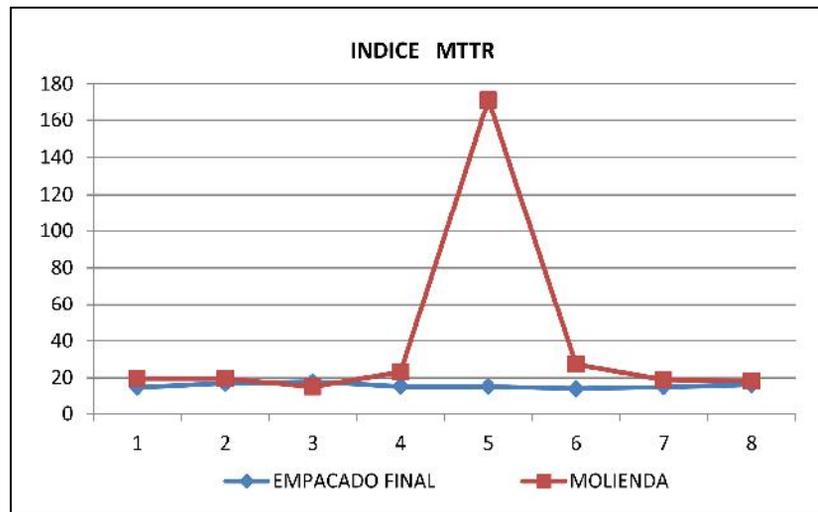


FIGURA 3.9. INDICE DEL MTTR

3.3 Situación Actual de los Equipos

En la presente sección se describen los equipos que conforman las líneas de molienda y empaclado de avena, adicionalmente se detalla la situación actual de los montacargas que posee la empresa.

a) Molienda de Avena

La línea de molienda cuenta con una edad aproximada de 11 años, el diseño y construcción de la misma corresponde a ingeniería y mano de obra ecuatoriana, los equipos que conforman este sistema son:

- Molino de martillos

- Tornillo sin fin
- Ventilador centrífugo de aspiración
- 3 Motores eléctricos (molino, tornillo sin fin, y ventilador)
- Tolva
- Filtro de mangas
- Estructura de apoyo



FIGURA 3.10. LÍNEA DE MOLIENDA DE AVENA

Los equipos y elementos de esta línea poseen baja tecnología (sistemas básicamente mecánicos) lo que facilita la actividad de

mantenimiento, estos se pueden conseguir en el mercado local sin mucha dificultad.

La línea de molienda se encuentra en buenas condiciones, esporádicamente se suelen presentar problemas, la mayoría de paradas no planificadas corresponden a una mala planificación, y no a fallas de los equipos.

b) Empacado de Avena

La línea de empacado está conformada principalmente por una empacadora vertical doble (marca: DISCOVERY, modelo: SSA 3000) la cual cuenta con una edad aproximada de 9 años. Este equipo trabaja automáticamente y funciona con un sistema de PLC (Controlador Lógico Programable).



FIGURA 3.11. EMPACADORA DISCOVERY

Como se muestra en las imágenes la maquina DISCOVERY-SSA 3000 se encuentra en buen estado. Adicionalmente esta línea consta de los siguientes equipos:

- Compresor (sistema de aire comprimido)
- Sistema de enfriamiento
- Cinta transportadora (rampa)
- Selladora de cajas (actualmente averiada y sin utilizar)
- Tornillo sin fin
- Motor eléctrico (tornillo sin fin)
- Tolva



FIGURA 3.12. CONTROLES DE EMPACADORA

A diferencia de la empacadora, el estado en el que se encuentran estos equipos no es muy bueno. Las siguientes imágenes muestran lo que se menciona:



FIGURA 3.13. COMPRESOR



FIGURA 3.14. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO



FIGURA 3.15. CINTA TRANSPORTADORA



FIGURA 3.16. SELLADORA DE CAJAS

En la actualidad en la línea de empackado se presentan una gran cantidad de paradas no programadas (de corta duración) debidas

a varios factores entre los cuales están: empaques mal sellados, mala impresión de fechas de elaboración y caducidad, perforación defectuosa de los empaque de avena, cambio de bobina de fundas.

c) Montacargas

La empresa en estudio posee un montacargas eléctrico marca YALE con una edad aproximada de 6 años (Adicionalmente existe otro montacargas pero este es alquilado). Este equipo al ser el único de su clase que posee la fábrica sufre del desgaste acelerado de sus partes al ser usado durante largos periodos de tiempo (toda la jornada laboral y prácticamente sin recesos).



FIGURA 3.17. MONTACARGAS

Actualmente el montacargas presenta algunos problemas como el mal estado del pito, cinturón de seguridad, asiendo del operador, y eventuales problemas con el sistema de dirección.

3.4 Situación Actual del Mantenimiento

3.4.1 Actividades Actuales de Mantenimiento

Actualmente el departamento de mantenimiento está constituido por un Jefe y dos mecánicos-electricistas, estos se encargan de gestionar todas las actividades preventivas y correctivas de mantenimiento, incluyendo los trabajos que se realizan por medio de contratistas. Todo el personal de esta área es calificado, el Jefe del departamento es un Ingeniero Mecánico y los mecánicos-electricistas son bachilleres técnicos los cuales se capacitan periódicamente.

El Jefe de mantenimiento es el responsable del buen desempeño de los equipos e instalaciones de la planta, al atender los requerimientos y problemas que se presentan. También se encarga de desarrollar un plan anual, en el cual se establecen las actividades de mantenimiento a realizar con sus respectivas fechas. Esta planificación está basada en la experiencia y en los resultados obtenidos en años anteriores.

Debido a que las tareas de producción se consideran de mayor prioridad difícilmente se cumple la planificación del mantenimiento preventivo lo que ocasiona que la mayoría de las actividades sean de carácter correctivo. A continuación se detalla el alcance de las actividades que realizan los técnicos de la planta:

a) *Molino y Empacado de Avena*

En estas líneas está permitido que el personal de mantenimiento realice las siguientes tareas:

- Desmontaje y limpieza de las partes que se encuentran en contacto directo con los alimentos: tornillos sin fin, molino martillo, las mangas del filtro, tolvas, etc.
- Evaluación (no reparación) de los equipos electro-mecánicos que posiblemente se encuentren dañados.
- Mantenimiento preventivo (básicamente limpieza) de los dispositivos electrónicos de la empacadora de avena. Por ningún motivo modificaciones significativas como el remplazo de memorias, tarjetas o elementos integrados.

- Programación de la maquina empacadora de avena (velocidades, temperaturas, peso del producto). Existen diferentes niveles de programación, cada uno de estos tiene una clave de acceso. Los niveles avanzados de programación y configuración solos los puede realizar el proveedor del equipo.

b) Montacargas

Las únicas actividades realizadas por el personal de la empresa son: ajustes, lubricaciones, cambio de llantas, recarga y cambio de baterías, limpieza del equipo, modificación de algunos parámetros como la velocidad y aceleración del montacargas.

Cualquier otra actividad de mantenimiento que se requiera realizar es atendida por algún proveedor especializado.

3.4.2 Información y Registros Disponibles

Existe muy poca información sobre los equipos que posee la empresa, la mayoría de las maquinas no dispone de los manuales del fabricante (estos ya no existen o están

considerablemente destruidos), únicamente el montacargas cuenta con todos los folletos entregados por el proveedor.

Con respecto a los registros, existen costos históricos de mantenimiento, pero no existe información relacionada al historial de los equipos como: estadísticas de fallas, piezas con mayor probabilidad de averiarse (las que más se reemplazan por daños), disponibilidad de equipos, tiempo de respuesta del servicio de mantenimiento, etc.

3.5 Condiciones de Seguridad y Salud Laboral

El desarrollo de este punto toma como marco legal la normativa técnico legal en Seguridad y Salud laboral que actualmente rige en el país, principalmente el Reglamento del seguro General de Riesgos del Trabajo, Resolución CD. 390 del IESS.

Para evaluar las condiciones de seguridad y salud laboral se consideran los puntos que se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 18
ACTIVIDADES DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

FACTOR EVALUADO	CHECK
Política de Seguridad	Si
Organización de Seguridad	No
Planificación de Seguridad	No
Gestión Integral de Riesgos	No
Programa de Capacitación	Si
Investigación de Accidentes	No
Gestión de EPP	No
Plan de Emergencia	No
Indicadores de Gestión	No

Actualmente la empresa cuenta con una política de Seguridad y Salud en el trabajo aprobada por la gerencia, esta se ha dado a conocer a todos los trabajadores mediante inducciones, y se encuentra publicada al ingreso de las instalaciones por lo que todas las partes interesadas tienen acceso a la misma.

Por la cantidad de trabajadores con los que cuenta la empresa (mayor a 100) es necesario que la misma cuente con una Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo dirigida por un técnico que conozca la materia, pero actualmente la organización no cumple con este requisito debido a que no existe un Jefe o técnico de seguridad.

Adicionalmente no existen los servicios médicos de empresa. Otro requisito que no se cumple es el de tener conformado un comité paritario de seguridad el cual se reúna mensualmente, el comité actual a pesar de estar registrado en el MRL no cuenta con las debidas actas que evidencien le ejecución de las reuniones.

Un requisito importante a considerar es la planificación, la empresa en estudio no cuenta con una planificación que le permita en una fecha determinada cumplir con todas las exigencias legales y sobre todo gestionar adecuadamente los riesgos presentes.

Es importante resaltar la falta de gestión para poder eliminar o controlar los riesgos, no se ha desarrollado el proceso de Identificación, Medición (Valoración), Evaluación, y Control de los factores de riesgos presente en la empresa.

Tal como se indica en la tabla 18, se han realizado algunas capacitaciones de seguridad, el departamento RRHH mantiene todas la evidencias de esta actividad; pero no se cuenta con un procedimiento para la investigación de accidentes, gestión de EPP (todos los trabajadores no cuentan con EPP), existe un plan de

emergencias pero el mismo no ha sido difundido por lo que los trabajadores desconocen del mismo.

La falta de un sistema de indicadores no ha permitido determinar la situación actual con respecto a la gestión preventiva de la organización.

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

El presente sistema de mantenimiento es de carácter estratégico y está diseñado para implementar la filosofía TPM en las líneas procesadoras de avena de la empresa en estudio. En esta parte se desarrollan los objetivos, las políticas y los pasos a seguir para hacer realidad un sistema de mantenimiento, el cual permita mejorar continuamente la eficiencia global de las líneas de producción.

4.1 Plan Maestro del Sistema TPM

a) Objetivo General del Sistema TPM

Mejorar continuamente la eficiencia global de las líneas procesadoras de avena.

b) Objetivos Específicos del Sistema TPM

- Aumentar los índices de disponibilidad, rendimiento y calidad de las líneas procesadoras de avena.
- Capacitar a los operadores de las líneas de producción en actividades de mantenimiento Autónomo.
- Capacitar a los mecánicos-electricistas en actividades de mantenimiento planificado.
- Implementar los seis pilares del mantenimiento productivo total.
- Eliminar toda clase de pérdida, y mejorar el ambiente laboral fortaleciendo el trabajo en equipo.
- Mejorar las condiciones de seguridad e Higiene Ocupacional.

En la siguiente tabla se resume la situación actual de los indicadores y los objetivos estratégicos a alcanzar:

TABLA 19
OBJETIVOS ESTRATEGICOS DEL TPM

		LÍNEA DE:			
		MOLIENDA		EMPACADO	
INDICE DE:	UNIDAD	ACTUAL	OBJETIVO	ACTUAL	OBJETIVO
Disponibilidad	%	93,62%	96,00%	89,20%	94,00%
Rendimiento	%	53,95%	75,00%	78,00%	90,00%
Calidad	%	98,50%	99,00%	92,00%	95,00%
OEE	%	49,75%	71,28%	64,01%	80,37%
# de Pilares	Unidades	-	6	-	6

El valor actual que se muestra en la tabla 19 es el valor promedio semanal de cada índice, y los valores objetivos se establecen considerando el criterio de los jefes de Mantenimiento y producción, y del personal operativo de las líneas procesadoras. El periodo establecido para alcanzar los objetivos planteados es de **36 meses**.

c) Política del Sistema TPM

A continuación se plantea la siguiente política para el sistema TPM:

Somos una empresa dedicada a la elaboración de harinas para el consumo hogareño e industrial, la cual se encuentra comprometida con mejorar continuamente la eficiencia de sus procesos mediante la implementación de un sistema de mantenimiento, el cual contemple:

- *Fomentar la participación de todo el personal de la organización*
- *Mejorar las habilidades de su personal mediante formación y capacitación*
- *Implementar los pilares del Mantenimiento Productivo Total “TPM”*
- *Mejorar las condiciones de seguridad y salud laboral, así como disminuir el impacto medio ambiental*
- *Asignar los recursos suficientes para garantizar la adecuada implementación del sistema de mantenimiento*

d) Diagrama Estratégico del Sistema TPM

El siguiente diagrama muestra cómo se estructura el sistema TPM, este indica la necesidad de una base sólida que sustente a cada uno de los pilares del TPM, es decir se requiere de una eficiente y eficaz gestión de la seguridad ocupacional y medio ambiental, comunicación, planificación; así como del orden (5S), y la participación y compromiso de todo el personal.

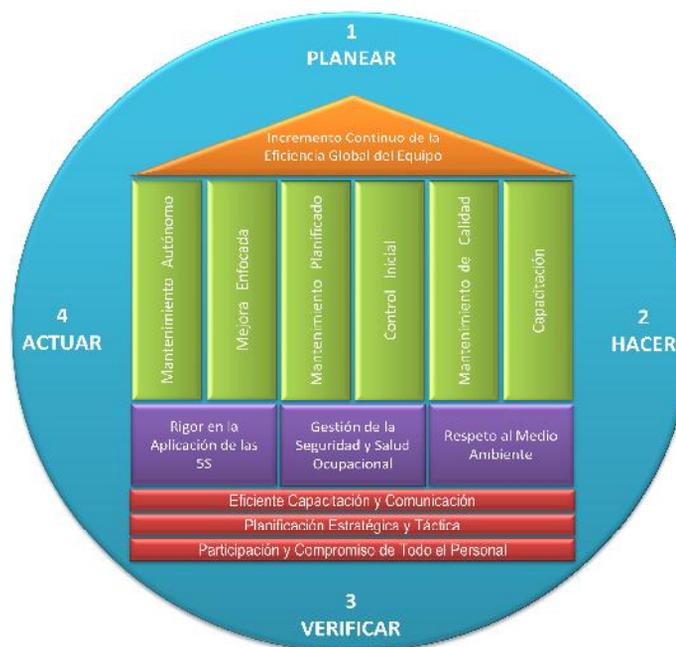


FIGURA 4.1. DIAGRAMA ESTRATEGICO PARA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM

Adicionalmente se considera necesario la mejora continua de los procesos “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar”, lo que deja la puerta

abierta para que este sistema se implemente progresivamente en toda la empresa.

e) Cronograma del Sistema TPM

El cronograma de actividades está conformado por cuatro etapas bien definidas: preparación, inducción, implementación y estabilización.

El periodo para desarrollar el sistema de mantenimiento TPM en las líneas procesadoras de avena es aproximadamente de 3 años, pero este programa puede comenzar a ser desarrollado en otras áreas durante este periodo de tiempo.

Al final se anexa el cronograma de trabajo para los 3 años, en este se encuentran las actividades a desarrollar, responsables, y el tiempo asignado para el cumplimiento de cada una de estas.

f) Conformación del Comité TPM

A continuación se nombra el cargo de las personas que se considera que pueden integrar el comité TPM:

TABLA 20**LIDERES DEL PROGRAMA TPM**

PILAR TPM:	CARGO
Líder TPM	Jefe de Mantenimiento
Mantenimiento Planificado	Asistente de Mantenimiento
Control Inicial	Jefe de Procesos
Mejoras Enfocadas	Jefe de Producción
Mantenimiento Autónomo	Analista de Producción
Mantenimiento de Calidad	Analista de Calidad
Capacitación	Jefe de RRHH

El líder del programa TPM debe ser un profesional que conozca la filosofía a implementar, actualmente ningún colaborador de la empresa cumple con esta característica y mucho menos tiene experiencia en el manejo de proyectos similares, por este motivo se recomienda capacitar adecuadamente al Jefe de Mantenimiento; se plantea como alternativa contratar a un asesor el cual guíe al responsable del proyecto durante su implementación.

g) Declaración Inicial por Parte de la Gerencia

El objetivo de este punto es dar a conocer el compromiso que tiene la gerencia con el proyecto, por lo cual se considera necesario cumplir las siguientes actividades en un acto en el cual participe todo el personal de la empresa:

- Lanzamiento oficial del Sistema de Mantenimiento Productivo Total “TPM” por parte del gerente general.
- Presentación del líder TPM y exposición del objetivo del proyecto a toda la organización.
- Lectura y firma de la política TPM por parte de la gerencia como compromiso al cumplimiento de la misma.
- Difundir el lanzamiento del sistema de mantenimiento y política TPM a toda la empresa a través de los medios escritos y electrónicos disponibles (cartelera de RRHH, boletines, intranet, etc.).

h) Sistema de Comunicación TPM

El objetivo del sistema de comunicación es mantener informada a toda la organización sobre los avances y el estado actual del proyecto TPM. Los puntos a dar a conocer periódicamente son:

- Objetivos alcanzados (trimestralmente)
- Nuevos objetivos por alcanzar (trimestralmente)
- Nuevos conocimientos y capacidades adquiridas por el personal (trimestralmente)
- Problemas existentes y las respectivas soluciones, así como el tiempo para la implementación de la misma (mensualmente)

- Cronograma de capacitación (trimestralmente)
- Publicación y actualización de los indicadores TPM (mensualmente)
- Cambio de algún integrante del comité TPM (inmediatamente).

Para la publicación de esta información se utilizaran tres medios:

- Un cuadro mural el cual debe ser actualizado mensualmente, en este mural se debe publicar: la política TPM, indicadores de eficiencia, cronograma general del proyecto, objetivos alcanzados y por alcanzar, los integrantes de cada pilar, nuevas capacidades del personal, etc. Se recomienda que el tamaño del cuadro mural sea al menos de 1 x 1,5 metros.
- Medios electrónicos como el correo y la intranet de la empresa. A través de este recurso se recomienda publicar solo información actualizada: logro de algún objetivo, fechas de reuniones, cambio de algún integrante del equipo TPM, disponibilidad de nuevos recursos, etc.
- Un informativo escrito en el cual se muestre información referente al TPM, adicionalmente puede incluir temas relacionados a la seguridad industrial y medio ambiental. Se recomienda realizar una publicación mensual o trimestral.

4.2 Mantenimiento Autónomo

En esta sección se desarrollan los objetivos, cronograma de trabajo y la estructura del pilar MA como parte del plan maestro; adicionalmente y en base a la filosofía 5'S se muestran las actividades y herramientas a utilizar para hacer realidad los objetivos establecidos.

a. Objetivo General

Determinar de forma temprana los posibles problemas que se puedan presentar en las líneas procesadoras de avena para que estos sean corregidos en el momento más oportuno.

b. Objetivos Específicos

El mantenimiento autónomo específicamente busca hacer realidad los siguientes aspectos:

- Conservar el orden y la limpieza en las diferentes áreas de trabajo.
- Responsabilizar al personal de producción del estado de los equipos que conforman las líneas procesadoras de avena.
- Involucrar al personal de producción en actividades básicas de mantenimiento.

- Estandarizar los procedimientos, herramientas, suministros y formatos a ser utilizados por los operadores de las líneas de procesamiento.

c. Estructura del Pilar MA

El mantenimiento autónomo se encuentra estructurado por las etapas que conforman la filosofía 5'S, la figura 4.2. representa de manera integrada los elementos que forman parte de este pilar.

A diferencia de las 5'S, el mantenimiento autónomo prioriza el clasificar, ordenar, limpiar (mejorar, filtrar, etc.), y estandarizar las **actividades** que realizan los operadores de las líneas procesadoras de avena con el objetivo de mejorar la eficiencia global de los equipos y sistemas, e incluir al personal de producción en actividades de mantenimiento.

Para el desarrollo de este pilar el analista de producción cuenta con la colaboración de los encargados de las líneas de molienda y envasado de avena (Equipo de Trabajo MA).



FIGURA 4.2. DIAGRAMA ESTRATEGICO PARA EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

d. Cronograma de Actividades

Este pilar consta de siete actividades, estas tienen un tiempo de implantación aproximado de 18 meses, es decir del quinto al décimo trimestre del periodo total asignado para la realización del presente proyecto. Al final se anexa el cronograma de actividades para la implantación del mantenimiento autónomo en las líneas procesadoras de avena.

e. Clasificación de los Recursos

El objetivo de la clasificación es eliminar los recursos innecesarios que se encuentren dentro de la empresa. La metodología a seguir es:

Paso 1: Identificar los recursos del área de trabajo que no son utilizados, o que tienen muy poca frecuencia de utilización.

Paso 2: Clasificar los recursos identificados en el paso 1 como Averiado, necesario para otra área, de uso poco frecuente, o innecesario.

Paso 3: Eliminar todos los recursos clasificados como *innecesarios*.

Paso 4: Reparar todos los recursos identificados como *averiados*.

Paso 5: Reubicar o almacenar en un lugar adecuado los recursos clasificados como *necesarios para otra área y de uso poco frecuente*.

La identificación de los recursos innecesarios de cada área se debe realizar utilizando la herramienta denominada **Tarjeta Roja** a la cual todo el personal de la empresa debe tener acceso, a continuación se muestra el diseño de esta tarjeta:

TARJETA ROJA	
FECHA: __/__/20__	TARJETA # : 000 - 001
AREA: _____	
NOMBRE DEL ARTICULO (CANTIDAD): _____ _____	
RAZÓN: Averiado () Util para Otra Área () Uso Poco Frecuente () Innecesario ()	
SOLUCION PROPUESTA: _____ _____ _____	
ELABORADO POR: _____	

FIGURA 4.3. TARJETA ROJA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS INNECESARIOS

Para la eliminación de los recursos identificados como innecesarios (utilizando la tarjeta roja), el equipo de trabajo MA debe recoger las tarjetas rojas diariamente y realizar un análisis semanal con el objetivo de definir el destino final de estos recursos. En la tabla 21 se muestran los equipos identificados como innecesarios en las líneas de molienda y empackado, así como la gestión a realizar con los mismos.

Esta tabla resulta del análisis que realiza el equipo de trabajo MA, adicionalmente debe incluir la fecha límite para ejecutar las soluciones planteadas.

TABLA 21
CLASIFICACIÓN DE LOS RECURSOS

SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RECURSOS					
ÁREA	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO	CANTIDAD	CATEGORIA	SOLUCIÓN	RESPONSABLE
Molienda	Balanzas	3	3	Almacenar	Producción
Molienda	Reja Metalica	1	4	Eliminar	Mantenimiento
Molienda	Pallet Averiado	9	1	Reparar	Mantenimiento
Empacado	Extensión Eléctrica	2	3	Almacenar	Mantenimiento
Empacado	Sillas Plasticas	1	2	Reubicar	Producción
Empacado	Tacho	1	2	Reubicar	Limpieza
Empacado	Cascos de Seguridad	5	2	Reubicar	Seguridad
Empacado	Maquina Selladora	1	1	Reparar	Mantenimiento

CATEGORIA	DESCRIPCIÓN DE CATEGORIA
1	Recurso Averiado
2	Recurso Necesario para Otra Área
3	Recurso de Uso Poco Frecuente
4	Recursos Innecesario

f. Establecimiento del Orden en las Líneas de Producción

El objetivo de este punto es determinar un lugar específico para cada artículo e identificarlo con la respectiva señalización, los pasos a seguir son:

Paso 1: Asignar un lugar específico a cada elemento que forme parte de las líneas de molienda y empacado.

Paso 2: Determinar la cantidad mínima necesaria de cada uno de los artículos.

Paso 3: Establecer las personas encargadas de mantener el orden establecido.

Paso 4: Registrar el orden establecido a través de medios físicos, digitales y señalización.

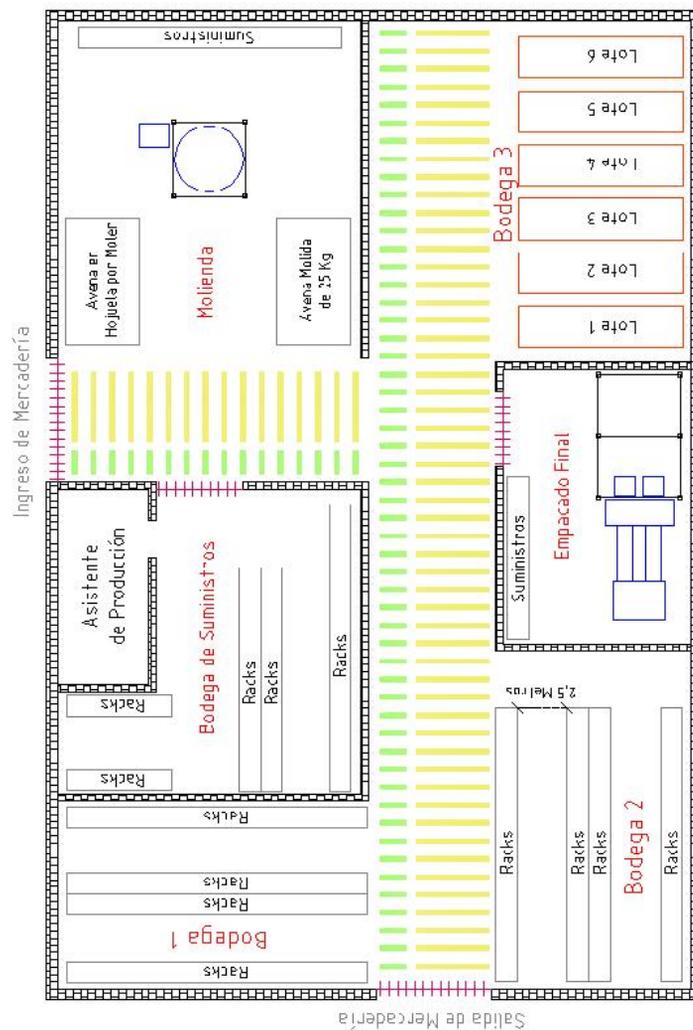


FIGURA 4.4. LAYOUT PROPUESTO PARA LA PLANTA

Actualmente solo se diferencian en la planta de producción las áreas de Molienda, Empacado Final, y Almacenamiento. El sector de almacenamiento consta de cuatro bodegas, tres para avena en hojuelas y molida, y otra para los suministros. En ninguna de estas áreas se encuentra establecido un lugar específico para cada artículo. Al final se anexa el layout actual de la planta de producción. En la figura 4.4 se muestra el layout propuesto para las áreas de molienda y empacado de avena.

Las bodegas uno y dos están destinadas al almacenamiento de avena molida en presentaciones menores de 25 Kg., y la bodega tres es únicamente para avena molida de 25 Kg.

Otra área que se considera es el taller de mantenimiento (Figura 4.11), como se menciona en capítulos anteriores existe mucho desorden, esto ha generado la pérdida continua de herramientas o que las mismas no se las encuentre en el momento en que se las necesite. Para poder solucionar este problema el *Jefe de Taller* será el responsable de establecer para cada herramienta un lugar específico y realizar periódicamente un inventario el cual debe ser revisado y aprobado por el Jefe/Analista de Mantenimiento. Adicionalmente toda persona del área de mantenimiento que

requiere algún equipo o herramienta debe firmar una hoja de control en la que se registre la salida e ingreso de estos recursos.

INFORMACIÓN DEL RECURSO		DATOS DE SALIDA			DATOS DE ENTREGA	
EQUIPO	DESCRIPCIÓN	ENTREGADO A:	FECHA	FIRMA	FECHA	FIRMA JEFE DE TALLER
Desarmador	Estrella	Ricardo Lindao	08/04/2012	Ricardo Lindao	08/04/2012	Leonardo Zumba

FIGURA 4.5. REGISTRO DE SALIDA / INGRESO DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

En la siguiente tabla se detalla para cada una de las áreas identificadas en el Layout anexado el cargo de las personas responsables de mantener el orden planteado:

TABLA 22

RESPONSABLES DEL ORDEN POR ÁREA

ÁREA	CARGO DEL RESPONSABLE
Molienda	Auxiliar de Molienda 1
Empacado Final	Auxiliar de Empacado 1
Bodega de Suministros	Auxiliar de Producción
Bodega 1 (Molida Menor de 25 Kg)	Operador de Montacargas 1
Bodega 2 (Hojuelas Menor de 25 Kg)	Operador de Montacargas 1
Bodega 3 (Avena Molida de 25 Kg)	Operador de Montacargas 2
Pasillos Principales	Encargado de Limpieza
Taller de Mantenimiento	Jefe de Taller

g. Limpieza de las Áreas de Trabajo

El objetivo de la limpieza es establecer un sistema que permita identificar y eliminar continuamente las fuentes generadoras de suciedad. Los pasos a desarrollar son:

Paso 1: Revisar las instalaciones y determinar las fuentes generadoras de suciedad.

Paso 2: Establecer las metas de limpieza y los recursos necesarios para el desarrollo de la misma.

Paso 3: Establecer las políticas y procedimientos de limpieza.

Paso 4: Determinar los responsables para la ejecución de la limpieza.

El determinar las fuentes generadoras de suciedad lo debe realizar todo el personal de la fábrica, para esto cada persona debe mantener la limpieza de su área de trabajo y realizar inspecciones diarias que permitan detectar cualquier tipo de anomalía.

La lista de verificación de la figura 4.6 debe ser llenada diariamente por los encargados de las líneas de molienda y empaçado, serán estos los responsable de gestionar la solución de alguna no conformidad con respecto a la limpieza. Adicionalmente se debe archivar este documento durante un periodo de 30 días con el objetivo de poder realizar el seguimiento respectivo de esta actividad.

INSPECCIÓN DIARIA DE LIMPIEZA		
AREA: Molienda <input type="checkbox"/> Empacado <input type="checkbox"/> Mantenimiento <input type="checkbox"/>	FECHA:	
Factor Evaluado	SI	NO
¿Existe presencia de fundas, sacos o desechos en lugares no apropiados?		
¿Existe algún tipo de fluidos derramado sobre: piso, mesas, etc.?		
¿Existen depósitos para la recolección de basura?		
¿Los depósitos de desechos están en buen estado?		
¿Los depósitos de desechos poseen tapa?		
¿Los desechos son desalojados oportunamente?		
¿Están a la mano los recursos necesarios para mantener la limpieza?		
¿Existe tela de araña en el área de trabajo?		
¿Se encuentran los equipos de producción limpios?		
¿Se limpia el área de trabajo al inicio y final de la jornada laboral?		
¿Se mantiene limpia el área de trabajo?		
¿La patrulla 5'S realiza inspecciones periódicas?		
¿Se mantiene el orden establecido según las 5'S?		
¿Existen equipos sin utilizar en el área de trabajo?		
¿Permanecen cerradas las tolvas de las líneas de producción?		
¿Existe presencia anormal de polvo en el piso y/o aire?		

FIGURA 4.6 CHECK LIST DIARIO DE LIMPIEZA

Cuando se determinen áreas en donde se generen desechos de forma descontrolada, el equipo MA y el personal de sector en mención deberán establecer los niveles de limpieza deseados con el

objetivo de planificar las actividades necesarias para alcanzar las metas planteadas.

Las políticas y procedimientos de limpieza se deben establecer considerando los criterios del personal de cada área, equipo MA, y sobre todo respetando las recomendaciones realizadas por los fabricantes de las máquinas de producción.

Como se menciona en capítulos anteriores, cada persona es responsable de su lugar de trabajo, es decir, cada trabajador debe gestionar el nivel de limpieza adecuado, para esto se cuenta con la colaboración del personal de limpieza y mantenimiento, en caso de ser necesario.

h. Estandarización de los Cambios Planteados

El principal objetivo de la estandarización es conservar las condiciones y metas alcanzadas con la implantación de las primeras 3's. Las actividades a realizar son:

Paso 1: Estandarizar las nuevas condiciones logradas, y los procedimientos desarrollados.

Paso 2: Documentar los estándares alcanzados (Gráficos, procesos, etc.).

Paso 3: Facilitar a todo el personal la información necesaria para el cumplimiento de los estándares planteados.

Para realizar la estandarización de las condiciones planteadas primero se divide la planta de producción en varios sectores a los cuales se les asigna un responsable.

En la siguiente tabla se muestra para los sectores indicados en la figura 4.7 los responsables de mantener los logros alcanzados en las primeras 3's:

TABLA 23
RESPONSABLES DE LOS SECTORES DE LA PLANTA

SECTOR	ÁREA EN PLANTA	CARGO RESPONSABLE
A	Molienda de Avena	Auxiliar de Molienda
B	Empacado Final	Auxiliar de Empacado 1
C	Almacén de Avena Molida (25 Kg.)	Operador de Montacargas 2
D	Almacén de Avena hojuela (Menor a 25 Kg.)	Operador de Montacargas 1
E	Almacén de Avena Molida (Menor a 25 Kg.)	Operador de Montacargas 1
F	Bodega de Suministro y Oficina de Asistente	Auxiliar de Producción
G	Taller de Mantenimiento	Jefe de Taller

Entre estas áreas, los sectores B (empacado final) y G (taller de mantenimiento) son los únicos que cuenta con más de un trabajador que laboran simultáneamente, para este caso a cada operador se le

asigna un área o responsabilidad específica, esto se describe en la siguiente tabla:

TABLA 24
RESPONSABLES DEL SECTOR B Y G

SECTOR	ÁREA EN PLANTA	CARGO RESPONSABLE
B1	Máquina de Empacado	Auxiliar de Empacado 1
B2	Tolva y plataforma de alimentación	Auxiliar de Empacado 2
B3	Suministros y área libre	Auxiliar de Empacado 3
G1	Cuarto de herramientas	Jefe de Taller
G2	Área de reparaciones	Auxiliar de Mantenimiento

En cada uno de los sectores mencionados solo se debe mantener los siguientes artículos:

- Sector A (Molienda de Avena)
 - Línea de molienda (Molino, tolva, filtro de mangas)
 - Cosedora de sacos
 - Percha para suministros (Sacos, piola para coser sacos, fundas plásticas para recipiente contenedor de basura)
 - Contendor plástico para basura
 - Pallets con avena por moler (Máximo 12 pallets)
 - Pallets con avena molida (Máximo 12 pallets)

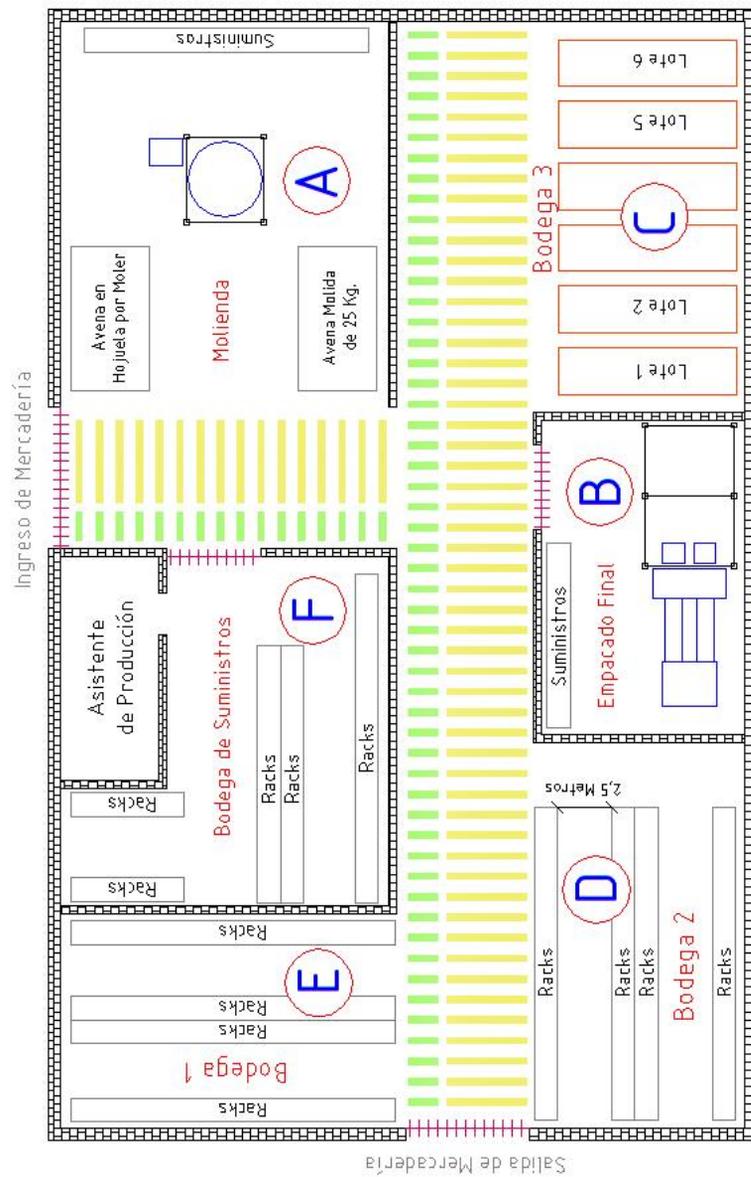


FIGURA 4.7. SECTORIZACIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE AVENA

En el siguiente gráfico se detalla la distribución de los pallets tanto para avena en hojuelas como molida.

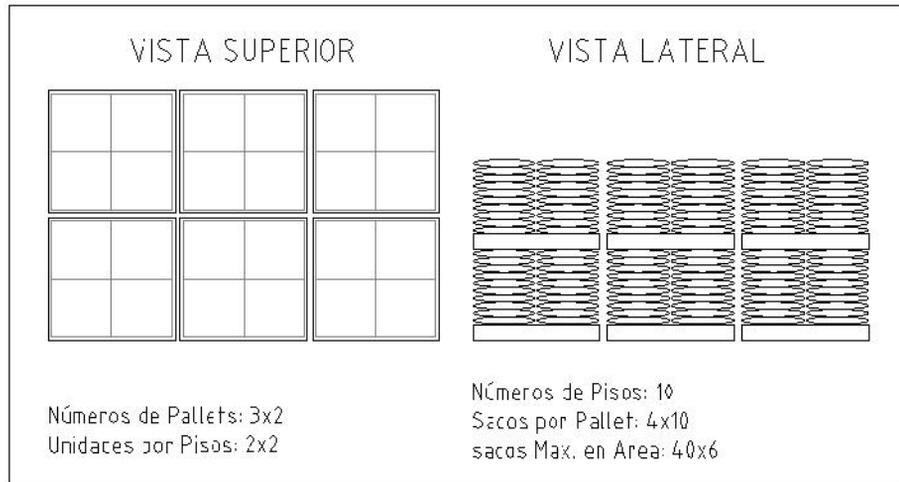


FIGURA 4.8 DISTRIBUCIÓN DE PALLETS PARA EL ÁREA DE MOLIENDA DE AVENA

- Sector B (Empacado de Avena)
 - Línea de Empacado (Maquina Discovery, Plataforma metálica, tolva, compresor de aire)
 - Percha para suministros (Lubricantes, Cinta para cerrar cartón, fundas para basura, un juego de llaves y desarmadores, teflón para mordaza horizontal, bobina de fundas)
 - Selladora de cartón (colocación de cinta adhesiva)
 - Contendor plástico para basura
 - Mesa de acero inoxidable
 - Banda transportadora
 - Pallets con avena por empacar (Máximo 4 pallets)
 - Pallets con avena empacada (Máximo 2 pallets)

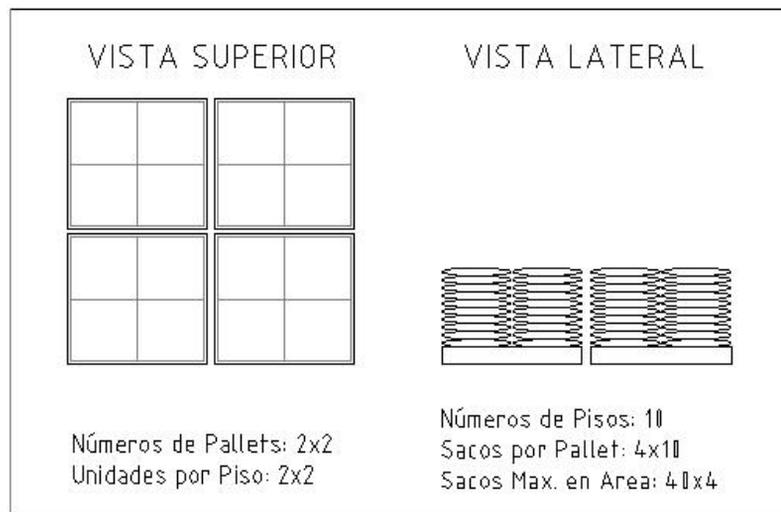


FIGURA 4.9. DISTRIBUCIÓN DE PALLETS PARA EL ÁREA AVENA POR EMPACAR

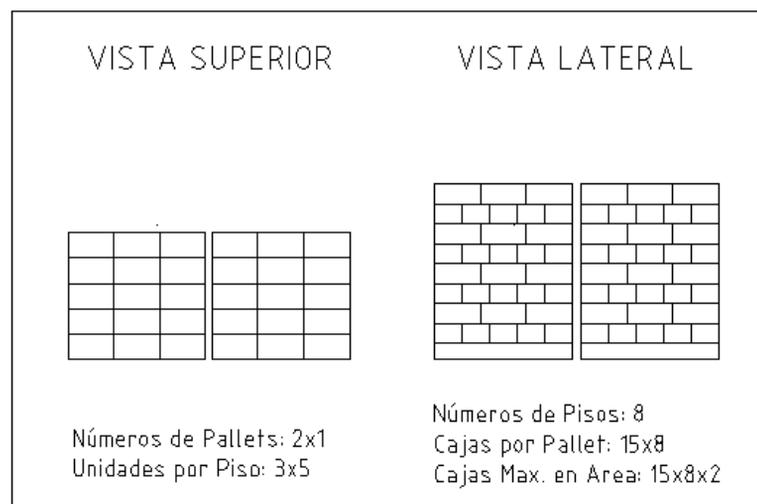


FIGURA 4.10. DISTRIBUCIÓN DE PALLETS PARA EL ÁREA DE AVENA EMPACADA

- Sectores C, D y E (Almacenamiento de Avena)

Estas áreas están destinadas únicamente para el almacenamiento de avena, adicionalmente cada una debe contar con un contenedor plástico para la recolección de basura.

- Sector F (Bodega de Suministro y Oficina)
 - Oficina del asistente de producción
 - Suministros: Bobinas de funda, sacos, cinta adhesiva, rollos de piola, lubricante WD 40. Estos suministros deben permanecer en todo momento sobre pallets y estos a su vez deben estar almacenados en los racks disponibles.
 - Contenedor plástico para basura.

- Sector G (Taller de Mantenimiento)
 - Dos cargadores de Baterías (Montacargas)
 - Un teclc (levantamiento de baterías, y elementos pesados)
 - Área para el parqueo del montacargas
 - Contenedor plástica para basura
 - Contenedor para agua destilada (para baterías)
 - Herramientas (Únicamente en el cuarto de herramientas): Taladro, amoladora, juego de desarmadores, playos, gata hidráulica, llaves milimétricas, llave para tubos, soldadora eléctrica, martillos, voltímetro digital, etc.

- Suministros (Cuarto de herramientas): Tornillos, pernos, tuercas, clavos, fusibles, cables, lubricante, electrodos, cinta aislante, discos para moledoras (corte y pulido), EPP (guantes, máscaras, polainas, gafas, etc.)
- Llantas y repuesto del montacargas (cuarto de herramientas)
- Escritorio para el jefe de taller

Al inicio de este programa los operadores de los equipos únicamente podrán desarrollar las siguientes actividades:

- Inspección general del área de trabajo
- Organización y limpieza diaria del puesto de trabajo
- Inspección y limpieza diaria de las maquinas (Molino/Empacadora)
- Lubricación de los equipos (Molino/Empacadora)
- Reajustes de dispositivos externos (pernos, tuercas, remaches, etc.), pero sin la necesidad de realizar ningún tipo de desmontaje.

Para llegar a esta instancia el personal operativo debe pasar por un proceso de capacitación el cual le brinde las competencias necesarias para poder cumplir adecuadamente con estas

actividades. El departamento de mantenimiento en conjunto con el de recursos humanos debe desarrollar el programa necesario de capacitación.

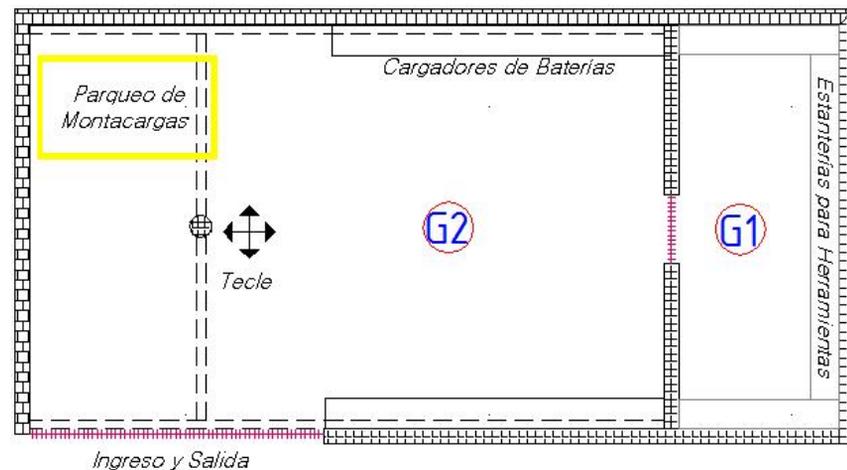


FIGURA 4.11. LAYOUT DEL TALLER DE MANTENIMIENTO

i. Conservación de las Mejoras Alcanzadas Mediante la Disciplina

El principal objetivo de la *Disciplina* es que las primeras 3'S sean parte activa de la cultura organizacional. Para lograr esto se debe trabajar en el control de las responsabilidades asignadas, y sobre todo en la motivación de los integrantes de toda la organización (proveedores, empleados, y clientes). Las herramientas consideradas son:

Patrulla 5'S: La patrulla es un grupo conformada por tres personas las cuales deben realizar inspecciones aleatorias de forma permanente. El principal objetivo de este grupo es el de realizar observadores de las no conformidades en todo momento y lugar, así como resaltar el buen desempeño de las áreas en donde se encuentre bien implementado el sistema.

Quincenalmente la patrulla 5'S debe presentar un informe en el que se detallen las novedades encontradas.

Inspecciones Gerenciales: El objetivo de estas inspecciones es dar a conocer a todo el personal de la compañía el compromiso de la gerencia con el proyecto. Esta actividad debe realizarse al menos tres veces al año o cuando la gerencia lo considere necesario. De igual forma que en el punto anterior se deben señalar las no conformidades y sobre todo resaltar los puntos más sobresalientes que se determinen.

Auditoria 5'S: El equipo de trabajo MA debe realizar esta actividad dos veces al año, para esto debe enviar una notificación (15 días antes de la auditoria) a todas las jefaturas de los diferentes departamentos de la compañía indicando la fecha en la cual se va ejecutar la auditoria.

Al final se adjunta el Check List para ejecutar esta actividad. La auditoría finaliza con un informe, el cual debe ser entregado a la gerencia general.

INFORME DE PATRULLA 5'S		
Integrantes de la Patrulla:		
Área Visitada:		
Existe algun(a)	No Conformidad <input type="checkbox"/>	Punto a Resaltar <input type="checkbox"/>
Detalle de la nc conformidad:		
.....		
Detalle del Punto a Resaltar:		
.....		
Área Visitada:		
Existe algun(a)	No Conformidad <input type="checkbox"/>	Punto a Resaltar <input type="checkbox"/>
Detalle de la nc conformidad:		
.....		
Detalle del Punto a Resaltar:		
.....		
Firmas de los Integrantes de la Patrulla:		
.....		

FIGURA 4.12. REPORTE DE PATRULLA 5'S

La auditoría 5'S no solo refleja la situación actual de la implementación del sistema 5'S, este además nos brinda información parcial del sistema de mantenimiento TPM.

Charlas 5'S: Al inicio de cada semana el encargado de cada área debe dirigir una charla referente a las 5'S y el TPM. El objetivo de

esta es repasar las metas del Sistema de Mantenimiento “TPM”, resaltar los logros alcanzados, y los puntos débiles que se necesitan mejorar.

Áreas de Trabajo 5’S: Este es un reconocimiento a los sectores de la compañía que han alcanzado el mejor desempeño en la implantación de la filosofía 5’S durante un periodo de cuatro meses. El comité TPM es el encargado de seleccionar a las tres mejores áreas de la compañía las cuales serán calificadas como Oro, Plata, y Bronce.

Premio 5’S: Este es un reconocimiento de carácter anual. El área que muestre durante todo el año el mejor desempeño, y sobre todo alcance los mejores resultados, debe ser reconocida mediante este premio. El comité TPM es quien selecciona el área acreedora de este nombramiento, para esto debe considerar el resultado de las auditorias, las visitas realizadas por las Patrulla 5’S, y los comentarios que la gerencia emita durante sus inspecciones.

4.3 Mantenimiento Planificado

En la presente sección se desarrolla cada uno de los tipos de mantenimiento que conforman la actividad planificada, es decir, los

mantenimientos: preventivo, predictivo y correctivo. A continuación se da a conocer los objetivos y la estrategia para desarrollar este pilar.

a. Objetivo General

Evitar la ocurrencia de paradas no planificadas y la pérdida de eficiencia mediante el desarrollo de actividades programadas de mantenimiento.

b. Objetivos Específicos

Entre los objetivos específicos que se pretenden alcanzar con la implementación del mantenimiento planificado están:

- Mejorar continuamente los índices de disponibilidad, rendimiento, y calidad.
- Aumentar la vida útil de los equipos.
- Mejorar la eficiencia de la actividad de mantenimiento.

c. Cronograma de Implementación

Para el desarrollo del mantenimiento planificado se plantea la ejecución de nueve actividades, estas incluyen desde la conformación del equipo de trabajo y capacitación, hasta la

elaboración de cronogramas de mantenimientos, estandarización de procesos correctivos, y la selección y desarrollo de técnicas predictivas. Al final se adjuntó el cronograma de implementación para el MP.

d. Diagrama Estratégico del Mantenimiento Planificado

Este diagrama establece breve y claramente los objetivos específicos que persigue el mantenimiento planificado, esto es, aumento continuo de la calidad, rendimiento y disponibilidad.

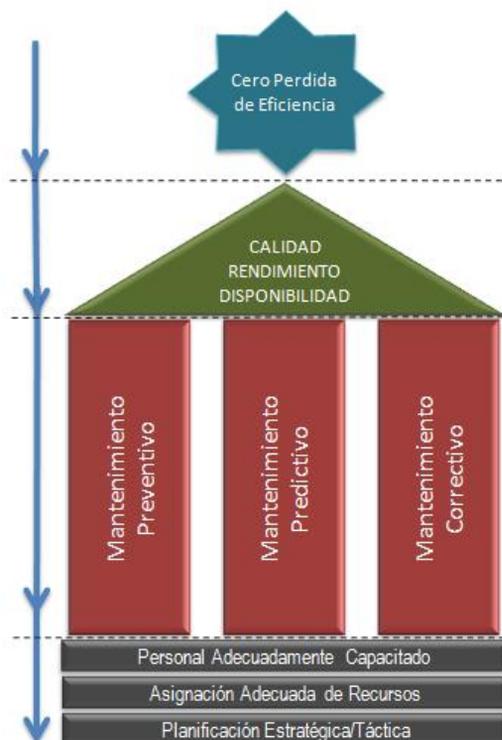


FIGURA 4.13. DIAGRAMA ESTRATEGICO DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO

El alcanzar los objetivos planteados depende del correcto desarrollo de los mantenimientos preventivo, predictivo y correctivo. Todo esto solo es viable si se cuenta con una estructura de apoyo basado en el talento humano, recursos apropiados y la planificación adecuada.

4.3.1 Mantenimiento Preventivo

a) Objetivo General

Evitar la ocurrencia de paradas no planificadas y la avería de los equipos que conforman las líneas de producción.

b) Objetivos Específicos

- Establecer un procedimiento para determinar la criticidad de los equipos y maquinas que conforman las líneas de producción.
- Definir el tipo de mantenimiento a desarrollar en los equipos según la criticidad de los mismos.
- Establecer un cronograma de mantenimiento preventivo para los equipos críticos.
- Elaborar las fichas técnicas, y llevar un archivo de toda la información técnica de los equipos.

c) Cálculo de la Criticidad de los Equipos

Para determinar la criticidad de los equipos se debe seguir el proceso que se adjunta en los anexos, a continuación se describe como se debe desarrollar cada uno de los pasos de este proceso:

Selección de los Sistemas a Evaluar

La selección de los sistemas a evaluar depende de los objetivos estratégicos de la gerencia, pero esto solo define el orden en que se realizara la evaluación de criticidad, es importante tener presente que ha mediado o a corto plazo toda la compañía debe pasar por este proceso. El OEE puede facilitar la realización de esta actividad. El presente trabajo se enfoca en la **Línea de Producción de Avena Molida**, por tal motivo el análisis de criticidad se dirige a la misma.

Descripción de los Sistemas Seleccionados

El objetivo de esta actividad es determinar de qué se trata el sistema del cual se desea definir la criticidad de sus componentes. Como resultado se debe obtener:

- Un detalle escrito del proceso seleccionado
- Diagramas o esquemas del proceso
- Diagramas de proceso de flujo

Toda esta información debe incluir y describir claramente los equipos utilizados, cantidad de personal, secuencia del proceso, y si los mismos son manuales, semi – automáticos, o automáticos.

Para la realización del presente estudio, toda la información requerida en este punto se encuentra adecuadamente desarrollada en el capítulo 3.

Identificación de Sub-Sistemas

En esta parte se debe identificar los sub – sistemas que incluyan únicamente operaciones semi – automáticas u automáticas.

En el sistema de producción de avena molida existen dos procesos o sub – sistemas, el de **molienda** y el de **empacado final**, ambos son procesos semi – automáticos.

Definición del Tipo de Estructura de Cada Sistema

Esta parte del análisis consiste en determinar si el proceso o la estructura del mismo se encuentran en una de las tres alternativas:

- **Serie:** Los sub – sistemas que conforman el proceso (sistema) se encuentran uno a continuación del otro, es decir, que ante la falla de uno de los componentes, falla todo el sistema. Esto se debe a

que el elemento que falla es el único que puede cumplir con una determinada función.

- **Paralelo:** Es aquel sistema que cuenta con al menos dos sub – sistemas, y para que exista una falla del sistema deben fallar todos los sub – sistemas que conforman el mismo.

- **Combinada:** Este tipo de sistema presenta una combinación de estructuras, es decir se presentan los diseños en serie y paralelo. De acuerdo a la figura 3.1 que se muestra en el capítulo 3, el sistema de producción de avena molida presenta una estructura en serie conformado por los sub – sistemas de molienda y empacado.

Cálculo de la Frecuencia y Consecuencia de Fallas

Para calcular la Criticidad Total de un equipo se requiere conocer la Frecuencia y Consecuencia de Fallas, dado que la Criticidad es el resultado del producto entre ambas variables [19].

$$\textit{Criticidad Total} = \textit{Frecuencia} \times \textit{Consecuencia}$$

Los criterios y la cuantificación para determinar la Frecuencia y Consecuencia de Falla se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 25
CRITERIOS Y CUANTIFICACIÓN DE LA CRITICIDAD

1	FRECUENCIA DE FALLAS	CUANTIFICACIÓN
1.1	Mayor o igual a tres fallas por año	4
1.2	Entre dos y menor a tres fallas por año	3
1.3	Entre una y menor a dos fallas por año	2
1.4	Menor a una falla por año	1
2	IMPACTO OPERACIONAL	CUANTIFICACIÓN
2.1	Parada de toda la planta	10
2.2	Parada de toda la línea de producción	6
2.3	Impacto a niveles de producción o calidad	4
2.4	Repercute a costos operacionales adicionales	2
2.5	No genera ningún efecto significativo sobre las demás operaciones	1
3	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	CUANTIFICACIÓN
3.1	No existe opción de producción y no hay forma de recuperarlo	4
3.2	Hay opción de repuesto compartido	2
3.3	Función de repuesto disponible	1
4	COSTOS DE MANTENIMIENTO	CUANTIFICACIÓN
4.1	Mayor o igual a \$ 1500	2
4.2	Menor a \$ 1500	1
5	IMPACTO A LA SEGURIDAD AMBIENTAL Y HUMANA	CUANTIFICACIÓN
5.1	Afecta a la seguridad humana tanto interna como externa	8
5.2	Afecta al ambiente produciendo daños irreversibles	6
5.3	Afecta las instalaciones causando daños severos	4
5.4	Provoca daños menores (accidentes o incidentes)	2
5.5	Provoca un impacto ambiental cuyos efectos no violan las normas	1
5.6	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o ambientes.	0

En donde la consecuencia se determina con la siguiente expresión:

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto O.} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costo de M.} + \text{Impacto SAH}$$

En las siguientes tablas se muestran para cada uno de los equipos considerados en el presente estudio los valores necesarios para el cálculo de la criticidad:

TABLA 26
FRECUENCIA DE FALLAS DE LOS EQUIPOS

	SUB-SISTEMA/EQUIPOS	FRECUENCIA DE FALLA ANUAL	CUANTIFICACIÓN
1	MOLIENDA		
1.1	Sistema de Alimentación	2	3
1.2	Molino de martillos	3	4
1.3	Filtro de mangas	3	4
1.4	Maquina de coser sacos	3	4
2	EMPACADO		
2.1	Sistema de Alimentación	1	2
2.2	Empacadora vertical doble	Mayor a 3	4
2.3	Banda transportadora 1	2	3
2.4	Banda transportadora 2	2	3
2.5	Sellador de cajas	Mayor a 3	4
2.6	Compresor	Mayor a 3	4
2.7	Sistema de enfriamiento	2	3
3	MONTACARGAS	Mayor a 3	4

* Sistema de Alimentación: Tolva + Tornillo sin Fin

TABLA 27
IMPACTO OPERACIONAL DE LOS EQUIPOS

	SUB-SISTEMA/EQUIPOS	IMPACTO OPERACIONAL	CUANTIFICACIÓN
1	MOLIENDA		
1.1	Sistema de Alimentación	Parada de toda la linea de producción	6
1.2	Molino de martillos	Parada de toda la linea de producción	6
1.3	Filtro de mangas	Parada de toda la linea de producción	6
1.4	Maquina de coser sacos	Repercute a costos operacionales adicionales	2
2	EMPACADO		
2.1	Sistema de Alimentación	Parada de toda la linea de producción	6
2.2	Empacadora vertical doble	Parada de toda la linea de producción	6
2.3	Banda transportadora 1	Impacto a niveles de producción o calidad	4
2.4	Banda transportadora 2	Impacto a niveles de producción o calidad	4
2.5	Sellador de cajas	Repercute a costos operacionales adicionales	2
2.6	Compresor	Parada de toda la linea de producción	6
2.7	Sistema de enfriamiento	Parada de toda la linea de producción	6
3	MONTACARGAS	Parada de toda la linea de producción	6

* Sistema de Alimentación: Tolva + Tornillo sin Fin

TABLA 28
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL DE LOS EQUIPOS

	SUB-SISTEMA/EQUIPOS	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	CUANTIFICACIÓN
1	MOLIENDA		
1.1	Sistema de Alimentación	Función de repuesto disponible	1
1.2	Molino de martillos	Función de repuesto disponible	1
1.3	Filtro de mangas	Función de repuesto disponible	1
1.4	Maquina de coser sacos	Función de repuesto disponible	1
2	EMPACADO		
2.1	Sistema de Alimentación	Función de repuesto disponible	1
2.2	Empacadora vertical doble	Hay opción de repuesto compartido	2
2.3	Banda transportadora 1	Hay opción de repuesto compartido	2
2.4	Banda transportadora 2	Hay opción de repuesto compartido	2
2.5	Sellador de cajas	Hay opción de repuesto compartido	2
2.6	Compresor	Función de repuesto disponible	1
2.7	Sistema de enfriamiento	Función de repuesto disponible	1
3	MONTACARGAS	Hay opción de repuesto compartido	2

* Sistema de Alimentación: Tolva + Tornillo sin Fin

TABLA 29
COSTO DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

	SUB-SISTEMA/EQUIPOS	COSTO DE MANTENIMIENTO	CUANTIFICACIÓN
1	MOLIENDA		
1.1	Sistema de Alimentación	Menor a \$ 1500	1
1.2	Molino de martillos	Menor a \$ 1500	1
1.3	Filtro de mangas	Menor a \$ 1500	1
1.4	Maquina de coser sacos	Menor a \$ 1500	1
2	EMPACADO		
2.1	Sistema de Alimentación	Menor a \$ 1500	1
2.2	Empacadora vertical doble	Mayor o igual a \$ 1500	2
2.3	Banda transportadora 1	Menor a \$ 1500	1
2.4	Banda transportadora 2	Menor a \$ 1500	1
2.5	Sellador de cajas	Menor a \$ 1500	1
2.6	Compresor	Menor a \$ 1500	1
2.7	Sistema de enfriamiento	Menor a \$ 1500	1
3	MONTACARGAS	Menor a \$ 1500	1

* Sistema de Alimentación: Tolva + Tornillo sin Fin

TABLA 30
IMPACTO EN LA SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

	SUB-SISTEMA/EQUIPOS	IMPACTO A LA SEGURIDAD AMBIENTAL Y HUMANA	CUANTIFICACIÓN
1	MOLIENDA		
1.1	Sistema de Alimentación	No provoca ningún tipo de daño	0
1.2	Molino de martillos	No provoca ningún tipo de daño	0
1.3	Filtro de mangas	No provoca ningún tipo de daño	0
1.4	Maquina de coser sacos	No provoca ningún tipo de daño	0
2	EMPACADO		
2.1	Sistema de Alimentación	No provoca ningún tipo de daño	0
2.2	Empacadora vertical doble	No provoca ningún tipo de daño	0
2.3	Banda transportadora 1	No provoca ningún tipo de daño	0
2.4	Banda transportadora 2	No provoca ningún tipo de daño	0
2.5	Sellador de cajas	No provoca ningún tipo de daño	0
2.6	Compresor	No provoca ningún tipo de daño	0
2.7	Sistema de enfriamiento	No provoca ningún tipo de daño	0
3	MONTACARGAS	Afecta a la seguridad humana	8

* Sistema de Alimentación: Tolva + Tornillo sin Fin

TABLA 31
CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

	SUB-SISTEMA/EQUIPOS	FRECUENCIA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL
1	MOLIENDA			
1.1	Sistema de Alimentación	3	7	21
1.2	Molino de martillos	4	7	28
1.3	Filtro de mangas	4	7	28
1.4	Maquina de coser sacos	4	3	12
2	EMPACADO			
2.1	Sistema de Alimentación	2	7	14
2.2	Empacadora vertical doble	4	14	56
2.3	Banda transportadora 1	3	9	27
2.4	Banda transportadora 2	3	9	27
2.5	Sellador de cajas	4	5	20
2.6	Compresor	4	7	28
2.7	Sistema de enfriamiento	3	7	21
3	MONTACARGAS	4	21	84

* Sistema de Alimentación: Tolva + Tornillo sin Fin

En la tabla 31 se muestra la Criticidad Total de los equipos lo cual es el producto entre la frecuencia de falla y la consecuencia de las mismas.

Elaboración de la Matriz de Criticidad

La matriz de criticidad se utiliza para definir según la Frecuencia de Falla y las Consecuencias de las mismas el nivel de Criticidad Total para cada uno de los equipos, estos pueden ser, **No Crítico**, **Semi Crítico**, **Crítico** y **Muy Crítico**, dependiendo de esto se planifican las acciones de mantenimiento a desarrollar. La siguiente figura muestra la matriz de criticidad que se emplea en el presente trabajo:

		No Crítico	Semi Crítico	Crítico	Muy Crítico
FRECUENCIA	4				
	3				
	2				
	1				
		0-10	11-20	21-30	31-40
CONSECUENCIA					

FIGURA 4.14. MATRIZ DE CRITICIDAD

De acuerdo a la matriz de criticidad, en la siguiente tabla se muestra para cada uno de los equipos, el color correspondiente a la Criticidad Total.

TABLA 32
CRITICIDAD TOTAL DE LOS EQUIPOS

	SUB-SISTEMA/EQUIPOS	FRECUENCIA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL
1	MOLIENDA			
1.1	Sistema de Alimentación	3	7	21
1.2	Molino de martillos	4	7	28
1.3	Filtro de mangas	4	7	28
1.4	Maquina de coser sacos	4	3	12
2	EMPACADO			
2.1	Sistema de Alimentación	2	7	14
2.2	Empacadora vertical doble	4	14	56
2.3	Banda transportadora 1	3	9	27
2.4	Banda transportadora 2	3	9	27
2.5	Sellador de cajas	4	5	20
2.6	Compresor	4	7	28
2.7	Sistema de enfriamiento	3	7	21
3	MONTACARGAS	4	21	84

* Sistema de Alimentación: Tolva + Tornillo sin Fin

En resumen se tienen diez (10) equipos semi críticos, y dos (2) críticos.

d) Tipo de Mantenimiento Según la Criticidad

La estrategia o tipo de mantenimiento que se adopte para cada uno de los equipos depende de la criticidad total de los mismos. En la siguiente gráfica se muestra el criterio a utilizar para determinar el

tipo de mantenimiento que se debe implantar en los equipos que se consideran en el presente trabajo:

TIPO DE MANTENIMIENTO	CRITICIDAD TOTAL DEL EQUIPO			
	No Crítico	Semi-Crítico	Crítico	Muy Crítico
Correctivo	x	x	x	x
Preventivo	x	x	x	x
Predictivo			x	x

FIGURA 4.15. CRITERIO PARA LA SELECCIÓN TIPO DE MANTENIMIENTO

TABLA 33

TIPO DE MANTENIMIENTO SEGÚN LA CRITICIDAD

	SUB-SISTEMA/EQUIPOS	CRITICIDAD TOTAL	TIPO DE MANTENIMIENTO SEGÚN LA CRITICIDAD TOTAL		
			Correctivo	Preventivo	Predictivo
1	MOLIENDA				
	1.1 Sistema de Alimentación	21	x	x	
	1.2 Molino de martillos	28	x	x	
	1.3 Filtro de mangas	28	x	x	
	1.4 Maquina de coser sacos	12	x	x	
2	EMPACADO				
	2.1 Sistema de Alimentación	14	x	x	
	2.2 Empacadora vertical doble	56	x	x	x
	2.3 Banda transportadora 1	27	x	x	
	2.4 Banda transportadora 2	27	x	x	
	2.5 Sellador de cajas	20	x	x	
	2.6 Compresor	28	x	x	
	2.7 Sistema de enfriamiento	21	x	x	
3	MONTACARGAS	84	x	x	x

* Sistema de Alimentación: Tolva + Tornillo sin Fin

Considerando la criticidad total de cada uno de los equipos, y el criterio que se estable en la figura 4.15, en la tabla 33 se muestra para cada uno de los equipos que conforman las líneas de producción estudiadas, el tipo de mantenimiento a implantar.

e) Codificación, fichas técnicas, y archivo de la documentación de los equipos.

Con el objeto de facilitar la identificación y ubicación de los equipos, se plantea asignarle a cada uno de ellos un código alfanumérico. Dicha codificación está conformada por ocho (8) dígitos. Los dos primeros digito hacen referencia a la planta en donde se encuentra ubicada la maquina o equipo, los segundos dos dígitos indican en que área de la planta se encuentra el equipo, los terceros dos dígitos o letras, representan la abreviatura de los equipos, y los últimos dos, indican para una misma clase de equipos, la secuencia del mismo. Lo mencionado se detalla en las siguientes tablas:

TABLA 34
ESTANDAR PARA LA CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

PLANTA		AREA	
Guayaquil	01	MOLIENDA	01
Manta	02	EMPACADO	02
		LOGISTICA	03
		ADMINISTRACIÓN	04

TIPO	
Sistema de Alimentación	SA
Filtro de mangas	FM
Máquina de coser sacos	MC
Molino de martillos	MM
Empacadora vertical doble	EV
Banda transportadora	BT
Sellador de cajas	SC
Compresor de aire	CA
Sistema de enfriamiento	SE
Montacargas Eléctrico	ME

SECUENCIA	
Equipo Unico	00
Equipos de un mismo tipo	01, 02, 03,,99

En la tabla 35 el primer código que se muestra es el 0101SA01, esto significa que el equipo se encuentra en la planta de Guayaquil, en el área de molienda, que se trata de un sistema de alimentación, y que existe más de un equipo de este tipo, siendo este el primero. Todos los códigos que se encuentran en la tabla 35 inician con los dígitos 01, esto se debe a que el presente trabajo solo considera la planta de Guayaquil.

TABLA 35
CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

EQUIPO	CODIGO
Sistema de Alimentación Molienda	0101SA01
Molino de martillos	0101MM00
Filtro de mangas	0101FM00
Máquina de coser sacos	0101MC00
Sistema de Alimentación Empacado	0102SA02
Empacadora vertical doble	0102EV00
Banda transportadora 1	0102BT01
Banda transportadora 2	0102BT02
Sellador de cajas	0102SC00
Compresor	0102CA00
Sistema de enfriamiento	0102SE00
Montacargas	0103ME00

En los anexos se muestran las fichas técnicas para cada uno de los equipos. Toda esta información, así como los manuales e información relacionada a los equipos debe ser archivada en carpetas (FOLDERS), las cuales deben estar claramente identificadas con el código alfanumérico asignado a cada uno de estos. De forma similar, todos los folders con la información técnica deben reposar o estar bajo la custodia y responsabilidad del gerente de mantenimiento.

f) Cronograma de Mantenimiento Preventivo

El cronograma de mantenimiento preventivo que se plantea es el resultado de la información de los manuales disponibles, manuales

de equipos similares y de la experiencia del equipo de mantenimiento de la empresa considerada en el presente estudio. Es importante considerar que este es un punto de partida lo que deja la puerta abierta para ir incorporando mejoras según los resultados obtenidos e información disponibles.

El cronograma que se adjunta en los anexos considera las actividades a realizar, breve descripción de las mismas, responsables, periodo y mes de ejecución.

4.3.2 Mantenimiento Correctivo

a) Objetivo General

Mejorar el tiempo de recuperación de los equipos y líneas de producción ante la ocurrencia de averías y paradas no planificadas.

b) Objetivos Específicos

- Recuperar los equipos y máquinas de producción que se encuentren en mal estado o averiados.
- Estandarizar el proceso de mantenimiento correctivo.
- Disminuir el tiempo promedio de recuperación de los equipos.

c) Recuperación de los Equipos Averiados

Existen dos equipos que necesitan ser intervenidos de forma urgente dado que los mismos no se encuentran operando adecuadamente. En primer lugar está el sistema de enfriamiento el cual presenta dificultades cada vez que se lo comienza a utilizar, el sistema de bombeo (bomba) no suministra el caudal mínimo deseado, pero este con el transcurso de varios minutos (30 min. aproximadamente) mejora. Adicionalmente hace falta uno de rociadores de agua, y el sistema de circulación del agua está conformado por mangueras de poca resistencia lo que ha ocasionado que las mismas presenten perforaciones de forma frecuente (al menos cuatro veces al año, según comentario de los operadores del equipo).

Otro equipo en mal estado es la maquina selladora de cajas, esta ha permanecido averiado durante un periodo aproximado de tres meses, por lo cual no ha sido utilizada durante este tiempo. Esto ha ocasionado la necesidad de que la línea de empaclado final trabaje perennemente con tres operadores (Solución parche que aún sigue vigente).

Lamentable no existen estadísticas formales que nos permitan verificar si los tiempos y periodos indicados en este punto son reales, todo se basa en los comentarios de operadores y la jefatura.

Se plantea realizar los mantenimientos correctivos de los equipos señalado en el primer trimestre de la implementación del presente programa o la más pronto posible, entre las actividades a realizar están:

Sistema de Enfriamiento: Evaluación del estado de la bomba y según el resultado, la reparación o cambio de la misma; instalación del rociador faltante; y cambio de las mangueras por donde circula el agua por unas de mayor espesor y resistencia a la presión.

Selladora de Cajas: Evaluación del estado actual del equipo y según el resultado, la reparación o cambio del mismo por una nueva unidad.

d) Proceso para el Mantenimiento Correctivo

Con el objetivo de mejorar y controlar la gestión del mantenimiento correctivo se propone estandarizar este proceso, para esto al final se adjunta el diagrama de proceso de flujo para poder cumplir con el mismo.

REPORTE DE AVERIA Y DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO			
REPORTE INICIAL DEL DAÑO			
Reportado por:	Fecha:	Hora:	
Equipo afectado:	Código:		
Daño:			
Área:	Recibido por:		
ASIGNACIÓN DE TÉCNICO RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO			
Fecha:	Hora:	Nombre del Técnico Asignado:	Firma de Técnico Asignado:
RESULTADO DEL MANTENIMIENTO			
Fue necesario la contratación de mano de obra especializada:	SI		No
Parte(s) del equipo averiada(s) o afectada(s):			
Descripción del Daño:			
Posibles motivos del Daño:			
Acción Correctiva Ejecutada:			
Recomendaciones Preventivas:			
ENTREGA DE EQUIPO REPARADO			
Fecha:	Hora:	Nombre del Técnico Asignado:	Firma de Técnico Asignado:
_____ Firma de Contratista		_____ Firma del Operador del Equipo	

FIGURA 4.16. FORMATO - REPORTE DE AVERIAS Y MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Adicionalmente en la figura 4.16. se muestra el formato a utilizar cada vez que se origina una falla en los equipos y la misma requiere de la intervención del área de mantenimiento. El objetivo es contar con toda la información necesaria para evaluar adecuadamente la respuesta que se brinde ante una avería o parada no planificada y contar con estadísticas de fallas y rotación de repuestos.

4.3.3 Mantenimiento Predictivo

a) Objetivo General

Mejorar la eficiencia del Mantenimiento Preventivo mediante la utilización de técnicas predictivas de mantenimiento.

b) Objetivo Especifico

- Determinar de forma previsible la situación de los equipos y máquinas de producción.
- Disminuir los recursos utilizados en la actividad preventiva de mantenimiento.

c) Técnicas de Mantenimiento Predictivo a Desarrollar

Entre las técnicas predictivas más utilizadas están los análisis de vibraciones, termografía, ultrasonido, y aceite. Es importante mencionar que los altos costo en los que se necesita incurrir para llevar a cabo este tipo de mantenimiento representan una dificultad significativa debido a que es importante justificar mediante los posibles beneficios a obtener los recursos a invertir. Actualmente esta actividad suele ser sub-contratada por algunas compañías, por lo que se recomienda considerar esta opción en caso de que sea necesario o se decida implementar alguna técnica predictiva.

En la siguiente figura se muestran algunos beneficios o problemas que nos permiten detectar estas técnicas:

	Análisis de:			
	Vibraciones	Termografía	Ultrasonido	Aceite
Los análisis predictivos permiten detectar:				
Desalineamiento	x			
Desbalance	x			
Solturas mecánicas	x			
Rodamientos y cojinetes dañados	x			
Problemas en bombas	x			
Anormalidades en engranajes	x			
Problemas de bandas y correas	x			
Problemas eléctricos asociados con motores	x			
Falta de lubricación	x			
Problemas en instalaciones eléctricas		x		
Problemas en equipamientos mecánicos		x		
Problemas en estructuras refractarias		x		
Fricción en máquinas rotativas			x	
Fallas y fugas en válvulas			x	
Pérdidas de vacío			x	
Arco eléctrico			x	
Verificar la integridad de juntas			x	
Partículas contaminantes debido a desgastes				x
El grado de degradación del lubricante				x

FIGURA 4.17 TECNICAS PREDICTIVAS DE MANTENIMIENTO

Como se muestra en la tabla 33, los equipos a los cuales se les puede tratar con técnicas predictivas deben ser la empacadora vertical doble y el montacargas, esto según la criticidad total de los equipos.

d) Análisis Estadísticos a Implementar

Para los análisis estadísticos se plantea como objetivo principal el determinar “*El Tiempo Promedio Real*” hasta que se produzca el primer fallo, para esto se puede utilizar una de las siguientes metodologías:

- Técnicas de regresión
- Análisis de Weibull

4.4 Mejoras Enfocadas

En esta sección se desarrollan los puntos necesarios para poder implementar el pilar de “Mejoras Enfocadas”, así como la estructura necesaria para el mejoramiento continuo del mismo.

a. Objetivo General

Determinar y cuantificar continuamente las fuentes generadoras de desperdicio con el objetivo de eliminar, o minimizar las pérdidas producidas por las mismas.

b. Objetivos Específicos

Con la implementación de este pilar se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Eliminar continuamente las mayores fuentes de desperdicio.
- Mejorar el conocimiento de los procesos mediante el estudio y análisis de los problemas que se presenten en los mismos.
- Involucrar activamente a todo el personal de la empresa.
- Mejorar la eficiencia global del equipo, OEE.

c. Estructura del Pilar Mejoras Enfocadas

Este diagrama no establece las herramientas a utilizar para alcanzar el objetivo del pilar, el mismo es una representación general de cómo aterrizar las metas planteadas.

Entre los puntos más importantes que se indican o se consideran en esta estructura esta la necesidad de establecer indicadores confiables los cuales permitan cuantificar el estado actual de los procesos.

Para poder alcanzar un valor específico de algún indicador es necesario utilizar varias técnicas, entre estas se encuentran las del TPM, calidad total, etc. Pero independientemente de la técnica o filosofía seleccionada es muy importante realizar análisis de tipo multidisciplinarios, en los cuales se considere la experiencia del personal que labora diariamente en las líneas de producción.

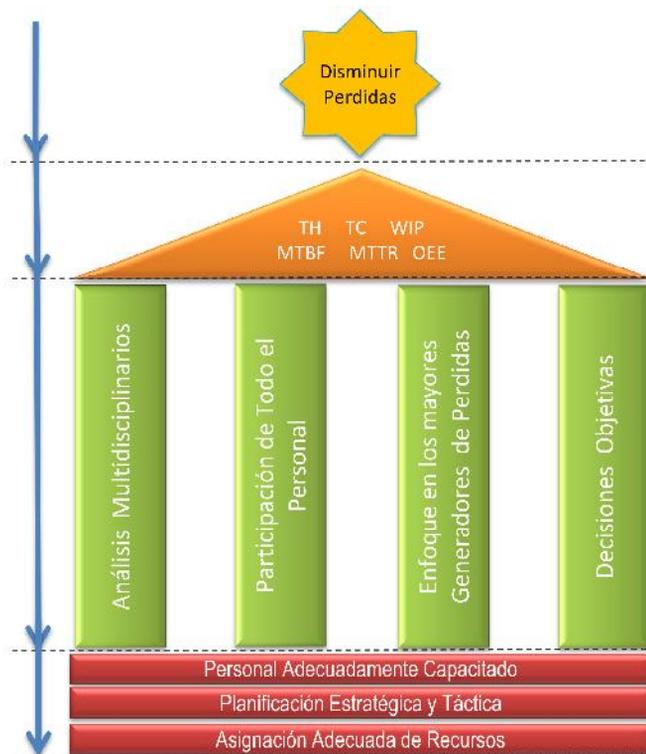


FIGURA 4.18 DIAGRAMA ESTRATEGICO PARA LAS MEJORAS ENFOCADAS

Una vez determinadas las fuentes de desperdicio, es necesario enfocarnos en las que más pérdidas generan, y tomar decisiones basadas en hechos y no en supuestos, lo cual puede generar pérdidas adicionales de recursos.

d. Cronograma de Actividades

El cronograma para implantar el pilar de mejoras enfocadas consta de cinco actividades, estas abarcan la integración del equipo de trabajo, capacitación, determinación de la situación actual, y la

puesta en marcha de las primeras tareas de mejora continua. La capacitación incluye, determinar las competencias que poseen las personas que conforman el equipo de Mejoras Enfocadas, y desarrollar las faltantes.

Al final se adjunta el cronograma de actividades de las mejoras enfocadas.

e. Metodología para la Solución de Problemas

Con el objetivo de estandarizar el proceso para el análisis y solución de los problemas, se establece un procedimiento que consta de ocho pasos, el cual está basado en el círculo de mejora continua PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar). En la figura 4.19., se muestra el diagrama de flujo para el desarrollo de este proceso.

En la ***Definición del Problema*** se debe seleccionar el tema del proyecto y establecer el alcance del mismo. Como se desea eliminar las mayores fuentes de desperdicio es necesario realizar un análisis continuo de los procesos para poder determinar en donde se generan las mayores pérdidas.

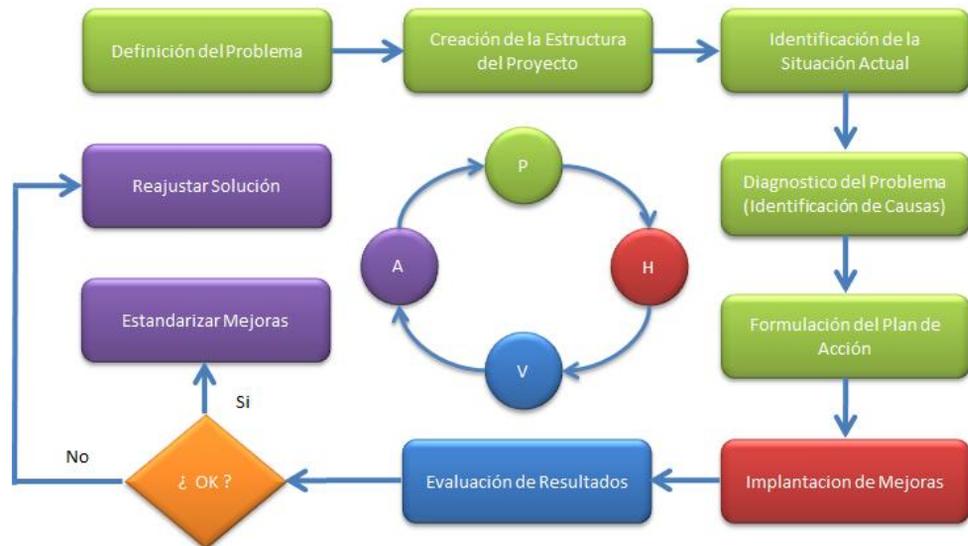


FIGURA 4.19. PROCESO PHVA

La **Identificación de la Situación Actual** es una actividad en la cual se determinan y analizan las pérdidas generadas, se recogen y procesan los datos sobre paradas no planificadas, calidad, capacidad de los procesos, setups, etc. Esta información debe ser analizada utilizando métodos estadísticos y finalmente graficada con el objetivo de facilitar el diagnóstico de la situación.

El **Diagnostico del Problema** tiene como objetivo determinar las causas que originan la situación actual para que las mismas puedan ser tratadas de tal forma que se eliminen los generadores de pérdida.

La **Formulación del Plan de Acción** consiste en elaborar un conjunto de soluciones orientadas a eliminar las causas determinadas en el diagnóstico del problema, cada una de estas debe tener un responsable directo y un tiempo máximo para la **Implantación de las Mejoras**.

Una vez **implantadas las mejoras** es necesario realizar la **Evaluación de Resultados** y dependiendo de estos se procederá a la **Estandarización de las Soluciones** en caso de obtener resultados satisfactorios, o al **Reajuste de las Soluciones Planteadas** si no se alcanzan los objetivos trazados.

f. Solución de la Problemática Inicial

En esta sección se utiliza la metodología para la solución de problemas que se detalla en el punto anterior. Adicionalmente se muestran algunas de las herramientas disponibles y los formatos a considerar para el análisis de los problemas.

Para la **Definición del problema** se considera la información que se encuentra en el anexo, adicionalmente en este se da a conocer el formato para el levantamiento de datos (paradas planificadas y no planificadas).

La actividad que más pérdidas genera es el cambio de rollo o bobina de fundas en donde se empaqa el producto final (Setup 2), está pérdida afecta directamente sobre la Eficiencia Global del Equipo al ser considerada como una parada no planificada. El Setup 1 es el siguiente problema más considerable, pero este no afecta al OEE debido a que se encuentra clasificado como una parada planificada.

TABLA 36
RESUMEN DE DATOS CONSIDERADOS

#	VARIABLE	FRECUENCIA	TOTAL (Minutos)	PROMEDIO (Minutos)	%	% ACUM
1	SETUP 2	36	419	11,64	30%	30%
2	SETUP 1	5	315	63,00	23%	53%
3	AJUSTE 2	10	187	18,70	13%	66%
4	AJUSTE 3	22	164	7,45	12%	78%
5	AJUSTE 4	7	149	21,29	11%	89%
6	AJUSTE 1	8	77	9,63	6%	94%
7	ABASTECIMIENTO	1	40	40,00	3%	97%
8	MANTENIMIENTO 1	1	20	20,00	1%	99%
9	AJUSTE 5	1	17	17,00	1%	100%
	TOTAL	91	1388	208,70	1	

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
SETUP 1	Configuración de presentación de Avena (Peso diferente)
SETUP 2	Cambio de rollo o bobina (Funda o Empaque)
AJUSTE 1	Configuración de agujas mordaza horizontal (Perforaciones Grandes)
AJUSTE 2	Limpieza del cabezal de maquina impresora de códigos (Mala impresión)
AJUSTE 3	Limpieza del sistema de manos (Por arraste de plastico)
AJUSTE 4	Cambio de teflon de mordaza horizontal (Mal sellado)
AJUSTE 5	Obstrucción del transportador de harina
Mantenimiento 1	Cambio de maquina impresora de códigos (Mala codificación)
Abastecimiento	Abastecimiento de insumos

Como se muestra en el gráfico, los setup 1 y 2 (22.22 % de las causas) generan el 53 % del tiempo total consumido en paradas. Esta estadística muestra que las mayores fuentes generadoras de desperdicio a las cuales se debe intervenir son los setup 1 y 2.

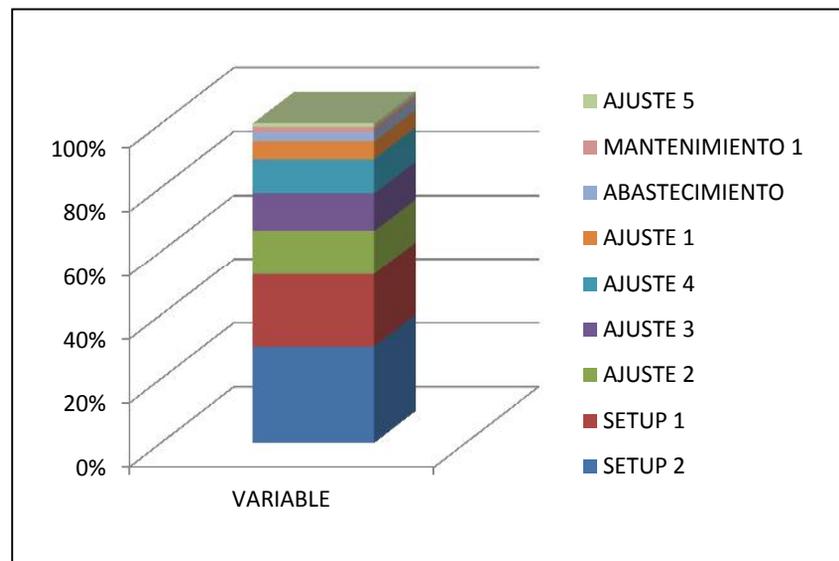


FIGURA 4.20. PARTICIPACIÓN PORCENTUAL ACUMULADA DE PARADAS

Los proyectos de mejora a considerar son:

Proyecto de Mejora 1.- Disminución del tiempo promedio para realizar el Setup 2.

El Setup 2 consiste en cambiar el rollo o bobina de fundas en donde se empaca el producto final cada vez que la máquina de empacado se queda sin este suministro.

Proyecto de Mejora 2.- Disminución del tiempo promedio para realizar el Setup 1.

El Setup 1 consiste en configurar la maquina empacadora con el objetivo de que esta trabaje con una presentación diferente del producto.

Para el desarrollo de los proyectos de mejora 1 y 2 se plantea la siguiente **Estructura de Trabajo o Proyecto:**

- Jefe de Procesos (Líder de los proyectos de mejora)
- Analista de Procesos
- Analista de Producción
- Asistente de Mantenimiento
- Auxiliar de Empacado 1

Las personas que ejercen los cargos considerados en el punto anterior deben participar activamente con el objetivo de disminuir los tiempos de los Setups 1 y 2. Cada miembro de esta estructura debe aportar soluciones según su área de trabajo y experiencia. El jefe de procesos será la persona encargada de integrar toda la información generada y dirigir los proyectos hacia una solución viable.

La **Identificación de la Situación Actual** para cada uno de los proyectos de mejora se determina mediante los indicadores estadísticos considerados a continuación:

TABLA 37
INDICADORES DE SETUPS 1 Y 2

	SETUP 1	SETUP 2
Frecuencia (56 Días)	5	36
Mínimo (min)	20	3
Máximo (min)	95	21
Media (min)	63	11,64
Varianza (min ²)	1282,5	24,75

El setup 1 es una actividad poco frecuente (5 eventos en 56 días), pero el mismo tiene una media de 63 minutos con valores mínimos y máximos muy distantes del valor promedio. La varianza de este proceso es muy elevada lo que permite decir que el mismo puede estar fuera de control.

Por lo contrario el setup 2 presenta una frecuencia mucho mayor al setup 1 (36 eventos en 56 días), la media de este es de 11,64 minutos. Los valores mínimos y máximos así como la varianza del setup 2 nos permiten pensar que este proceso también cuenta con poco control.

En la figura 4.21 se evidencia gráficamente el considerable grado de dispersión de los setup 1 y 2 con respecto a la media.

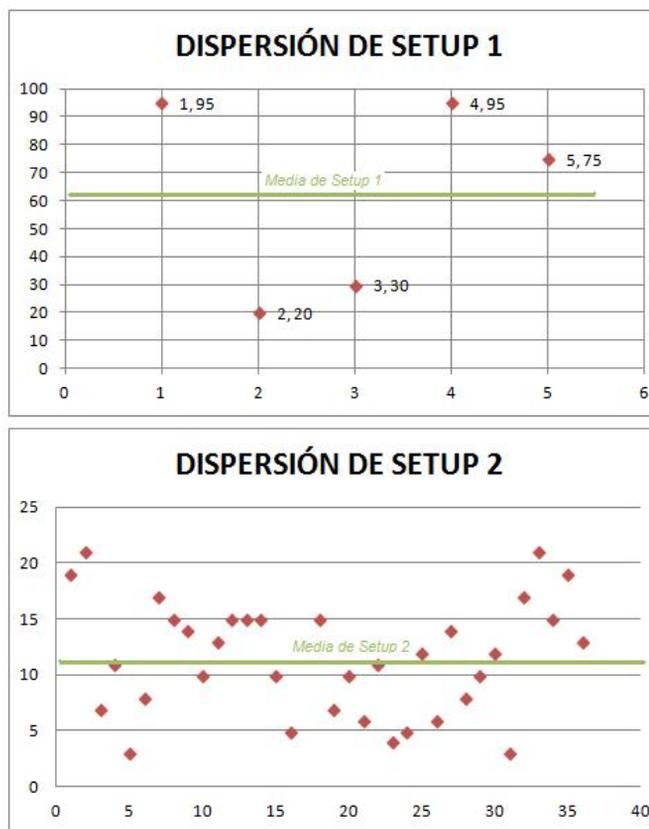


FIGURA 4.21 DISPERSIÓN DE SETUP 1 Y 2

Como parte del **Diagnóstico de la Situación Actual** se procedió a determinar las actividades que involucra cada Setup, en conclusión se pudieron identificar las siguientes actividades:

- SETUP 1
 - Apagar y desconectar la máquina de empaçado
 - Conseguir las herramientas necesarias para el trabajo
 - Desmontar matriz de presentación (1) de la maquina empacadora
 - Limpiar matriz de presentación (2) a instalar
 - Instalar matriz de presentación (2) en la maquina empacadora
 - Conectar y encender maquina empacadora
 - Realizar pruebas de funcionamiento
 - Devolver herramienta utilizadas
 - Guardar matriz de presentación (1) en el área correspondiente.

- SETUP 2
 - Apagar y desconectar la máquina de empaçado
 - Conseguir las herramientas necesarias para el trabajo
 - Desmontar soporte de material de empaque (rollos de fundas)
 - Retirar material de empaque residual y rollo
 - Solicitar rollo con material de empaque (fundas)
 - Instalar rollo con material de empaque
 - Conectar y encender maquina empacadora

- Realizar pruebas de funcionamiento
- Devolver herramienta utilizadas

Tanto en el Setup uno como en el dos se puede identificar una actividad innecesaria, “**Conseguir las herramientas necesarias para el trabajo**”, esto implica que el operador encargado de realizar los Setup se movilice al área de mantenimiento u otras líneas de producción en busca de las herramientas que le puedan hacer falta. Adicionalmente se identifica la pérdida de tiempo por parte de los operadores al no concentrarse en la realización de los Setups, y en su lugar se distraen en actividades totalmente ajenas a la labor productiva.

En conclusión se puede indicar la falta de control y estandarización en la ejecución de los Setup 1 y 2, y la realización de una actividad innecesaria.

Dentro de la **Formulación del Plan de acción** se plantea la realización de las siguientes actividades:

- Proveer de las herramientas necesarias a los operadores de la línea de empaqueo final.

- Mediante un estudio de Tiempos y Movimientos determinar el procedimiento y tiempo promedio estandar para la ejecución eficiente de cada Setup.

En el anexo se encuentra adjunto el formato que se debe utilizar para realizar el control periódico del avance de cada uno de los proyectos de mejora.

Una vez que se realicen todas las actividades señaladas en los puntos anteriores, el grupo de Mejoras Enfocadas debe asegurar la correcta **implementación de las medidas adoptadas**, y **evaluar los resultados** obtenidos con el objetivo de **estandarizar definitivamente o redefinir** dichas medidas.

4.5 Control Inicial

En esta sección se desarrollan los puntos necesarios para poder implementar el pilar “Control Inicial”, adicionalmente se plantea un procedimiento orientado a mejorar la selección de equipos y el diseño de sistemas productivos.

a. Objetivo General

Maximizar la eficiencia y confiabilidad de los equipos y sistemas productivos desde la etapa de diseño, y disminuir los tiempos para que los mismos estén completamente disponibles.

b. Objetivos Específicos

Con la implementación del pilar “Control Inicial” se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Identificar y prevenir problemas potenciales que puedan presentarse en nuevos equipos y sistema productivos.
- Aumentar la eficiencia en la selección y adquisición de nuevos equipos y maquinarias de producción.
- Estandarizar el proceso para la adquisición de nuevos equipos y maquinarias.

c. Estructura del Pilar Control Inicial

El Control Inicial se basa en tres aspectos los cuales se muestran en la gráfica 4.16, los mismos se describen a continuación:

Desarrollo de Sistemas con Profesionales Propios. El objetivo de este punto es el que la selección de equipos, diseños de sistemas

productivos, etc. se realice con personal capacitado de la empresa, con esto se pretende conocer detalladamente el funcionamiento de los recursos de la organización, falencias de los mismos, acumulación de experiencia e información, mayor velocidad en la búsqueda de soluciones de los posibles problemas. Cuando el caso amerite la contratación de profesionales externos, se debe priorizar asesoría de empresas nacionales.

Gestión de los Conocimientos Generados. Cada uno de los proyectos que maneje el grupo encargado del Control Inicial debe ser adecuadamente documentado y archivado. Adicionalmente se deben llevar las estadísticas de fallas y de los indicadores de gestión que se detallan en el capítulo dos de este trabajo. Toda esta información debe estar documentada tanto física como digitalmente, la misma debe guardar el suficiente orden con el objetivo de facilitar la búsqueda de datos e información que faciliten la gestión de nuevos proyectos.

Integración Interdepartamental. El objetivo de involucrar a varios departamentos es aprovechar la experiencia que se ha generado en casos similares y desde diferentes enfoques como son la producción,

mantenimiento, ergonomía, seguridad, medio ambiente, mercadeo (satisfacción del cliente), etc.

Con el cumplimiento de cada uno de los elementos descritos se busca mejorar continuamente la confiabilidad y la eficiencia de los equipos, lo que se debe reflejar en los indicadores y estadísticos, para esto se debe contar con los recursos y el personal profesional calificado, y una adecuada planificación.

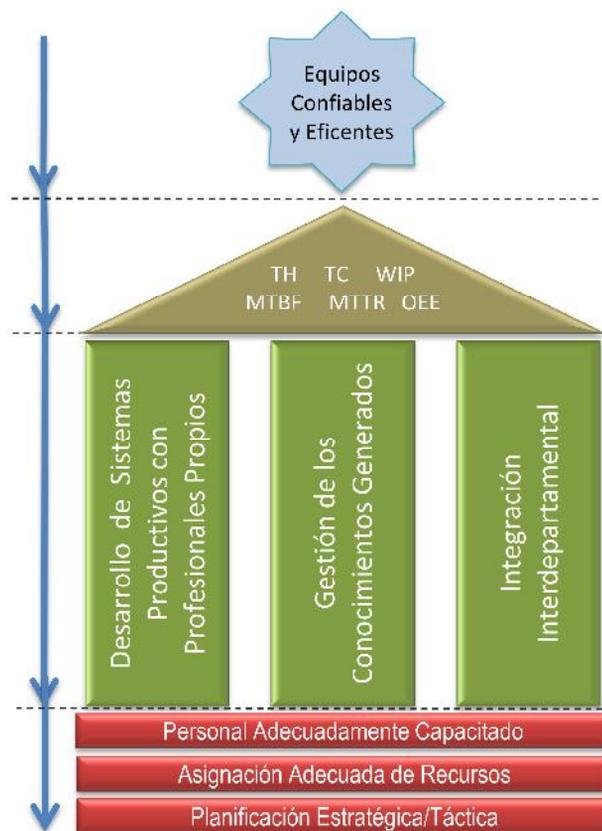


FIGURA 4.22. DIAGRAMA ESTRATEGICO DE CONTROL INICIAL

d. Cronograma de Actividades

Este cronograma presenta las actividades a cumplir con el objetivo de formar adecuadamente el grupo de trabajo del pilar “Control Inicial”, y analizar los equipos y sistemas ya existentes. Pero es necesario tener presente que el CI está orientado principalmente al desarrollo o adquisición de sistemas y equipos nuevos. En los anexos se adjunta el cronograma de actividades.

e. Metodología para el Control Inicial

Para el Control Inicial se establecen nueve pasos o eventos a desarrollar:

Definición del Proyecto: En este primer paso se debe establecer específicamente cual es el objetivo del proyecto, adquisición de algún equipo, desarrollo o mejoramiento de un sistema productivo, y el alcance del mismo. Es importante que esta actividad se realice adecuadamente, si se realiza una definición inadecuada, los resultados alcanzados serán similares.

Creación del Grupo de Análisis: El grupo de trabajo estará conformado por los integrantes del Pilar “Control Inicial”, además se debe incluir a los Jefes de Producción, Mantenimiento, y Procesos;

cuando se trate del desarrollo de nuevos productos o modificación de los actuales, se debe considerar el área de Ventas y Mercadeo.

Análisis de Información Histórica: Cada uno de los integrantes del grupo de análisis debe estudiar la información disponible, entre esta se encuentran: proyectos desarrollados anteriormente, problemas que actualmente se presentan en los procesos, estadísticas e indicadores de rendimiento y fallas, entre otros.

Definición de Requerimientos Actuales: En esta parte se debe revisar la definición del proyecto y realizar los cambios que sean necesarios. Adicionalmente se deben detallar los requerimientos específicos de los sistemas y equipos, entre estos están: capacidades mínimas y máximas de los sistemas y equipos, duración de los Setups, tipo de energía eléctrica a utilizar, medidas de seguridad, índices mínimos de Calidad, tipo y alcance del servicio post-venta, etc. Para esto se debe considerar la información que se genera en el punto anterior (Análisis de Información Histórica), con el objetivo de evitar la ocurrencia de errores y problemas ya conocidos.

Elaboración de Propuestas: Con todos los datos e información generada en los puntos anteriores se debe elaborar layouts

detallados, seleccionar equipos y proveedores, determinar costo de mantenimientos, cantidad y costo de suministros, consumo de energía, etc., como resultado final se espera obtener al menos dos propuestas que respondan adecuadamente a todos los requerimientos establecidos.

Evaluación y Selección del Diseño Final: En este punto se selecciona una de las alternativas generadas en “Elaboración de Propuestas”, para esto el grupo de trabajo del pilar “Control Inicial” debe evaluar las opciones, y presentar a la gerencia la propuesta que más se ajuste a los requerimientos de la compañía.

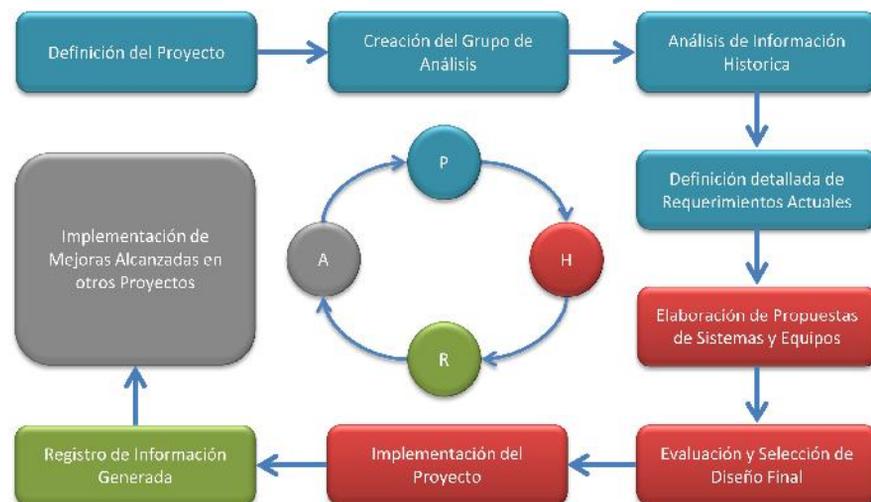


FIGURA 4.23. PROCESO DE CONTROL INICIAL

Implementación del Proyecto: Con el visto bueno de la gerencia, el siguiente paso es la adquisición y construcción de equipos y sistema según el layout seleccionado.

Registro de Información Generada: Toda la información que se genere con la puesta en marcha de nuevos proyectos debe ser archivada física y digitalmente, el objetivo de esto es contar con una base de datos históricos.

Implementación de Mejoras Alcanzadas en Otros Proyectos: La base de datos históricos debe ser considerada como una herramienta para el mejoramiento continuo de los procesos, así como para la implementación de nuevos proyectos.

Como se indica en el pilar “Mejoras Enfocadas”, los Setups 1 y 2 son las causas que más paradas generan, indudablemente los Setup Times son aspecto que se deben considerar como importantes al momento de seleccionar y diseñar equipos y sistemas productivos.

4.6 Mantenimiento de Calidad

Los puntos que se desarrollan en esta parte representan la base para llevar a cabo el mantenimiento orientada a garantizar la calidad de

los productos. El grupo de trabajo encargado de implementar el presente pilar debe estar conformado por tres integrantes, un líder “Asistente de Mantenimiento” y dos colaboradores más los cuales deben ser seleccionados por el Comité TPM.

a. Objetivo General

Crear una cultura preventiva de Calidad, incorporando a la función de mantenimiento el objetivo de producir sin defectos.

b. Objetivo Específicos

Con la adecuada implementación de este pilar se pueden alcanzar los siguientes objetivos:

- Identificar y establecer las condiciones de los sistemas productivos para que los mismos puedan producir sin defectos de calidad.
- Establecer un procedimiento de control el cual permita garantizar el que los equipos funcionen bajo los estándares establecidos.
- Integrar objetivamente las áreas de Mantenimiento, producción y Calidad.

c. Estructura del Pilar Mantenimiento de Calidad

Como se muestra en la figura 4.24. el objetivo de este pilar es alcanzar “Cero Defectos por Calidad”, en otras palabras, mejorar la Eficiencia Global del Equipo y/o maximizar el Índice de Calidad. Para conseguir esto se establecen los tres siguientes pilares:

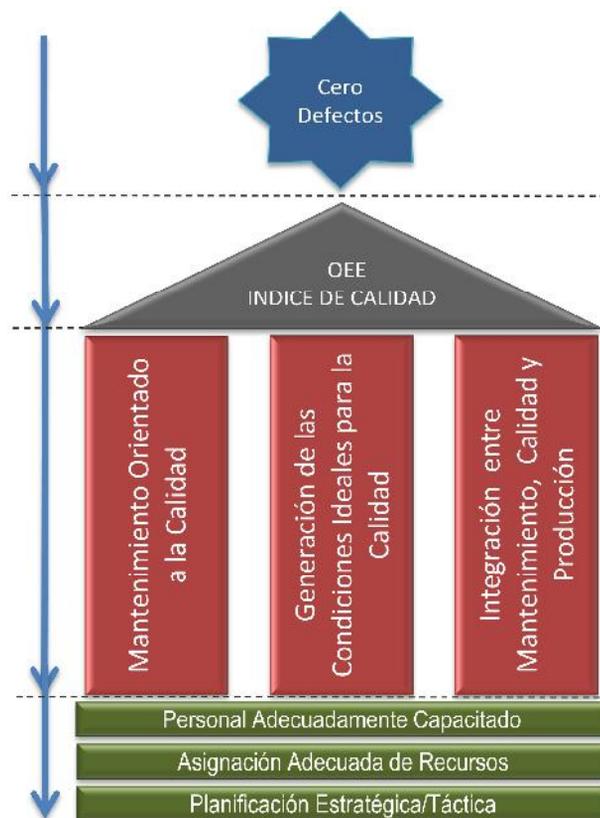


FIGURA 4.24 DIAGRAMA ESTRATEGICO PARA MANTENIMIENTO DE CALIDAD

Orientación a la Calidad: Con la puesta en marcha del TPM la responsabilidad de los técnicos de mantenimiento no es únicamente

el que los equipos estén operativos, a esto se le suma el que los equipos y sistemas productivos guarden las condiciones necesarias para elaborar bienes sin defectos.

Generación de las Condiciones Ideales para la Calidad: Este pilar busca determinar bajo qué condiciones los equipos y sistemas productivos deben operar con la misión de maximizar los índices de calidad. Una vez determinadas las condiciones ideales de operación es necesario establecer mecanismo y procedimientos de control los cuales ayuden a determinar las desviaciones de acuerdo a los estándares establecidos.

Integración Interdepartamental: Este pilar establece la necesidad de desarrollar mejoras en las cuales participen las áreas de Producción, Calidad y Mantenimiento. Calidad debe definir las características del producto ideal y desarrollar procedimientos que permitan determinar oportunamente el no cumplimiento de los estándares establecidos. Mantenimiento es el responsable de ajustar los equipos (maquinas) según los requerimientos de Calidad y Producción, adicionalmente debe capacitar adecuadamente al personal de Producción para que este verifique continuamente el estado de los sistemas productivos.

Igual que en los demás pilares del TPM, es necesario una adecuada planificación estratégica y capacitación del personal, lo cual solo se puede lograr si se cuenta con los recursos adecuados.

d. Cronograma de Actividades

La implementación del pilar MANTENIMIENTO DE CALIDAD se debe desarrollar en un periodo de dieciocho meses, esto incluye: conformación del equipo MC, capacitación, determinación de la situación actual, y principalmente, establecimiento de las condiciones ideales de los equipos y desarrollo de procedimientos de control. De acuerdo al cronograma que se adjunta en los anexos el responsable de cumplir con todo este programa es el líder del pilar MC. En otras actividades como la capacitación y estabilización del pilar se debe contar con colaboración de los líderes de Capacitación y el programa TPM.

e. Metodología para el Mantenimiento de Calidad

El procedimiento a desarrollar en los proyectos del pilar "MANTENIMIENTO DE CALIDAD" consta de cuatro etapas: Planificar, Implementar (Hacer), Evaluar (Revisar), y Mejorar (Actuar). El siguiente diagrama muestra los pasos de cada una de estas etapas:

En la **Definición del Proyecto** se determina que proceso se debe intervenir, y se plantean los objetivos de mejora. Adicionalmente se conforma el grupo de trabajo en el cual se puede incluir personas ajenas al pilar “Mantenimiento de Calidad”.

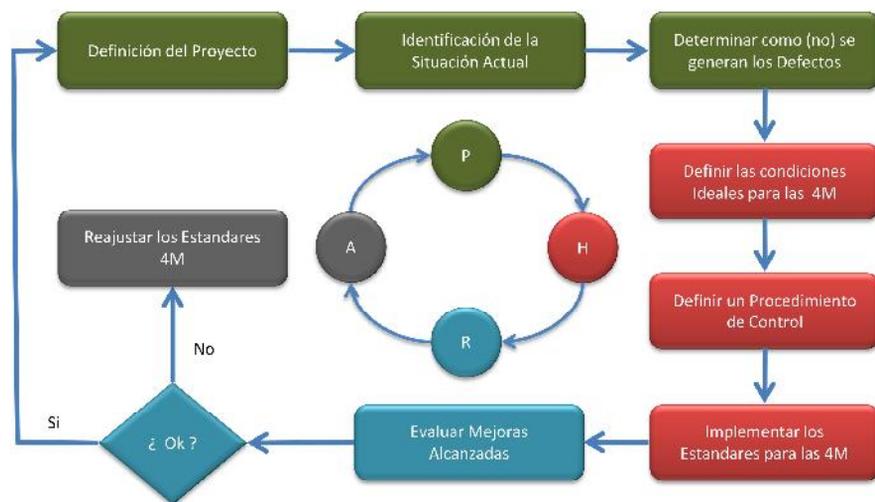


FIGURA 4.25. PROCESO PARA EL MANTENIMIENTO DE CALIDAD

La **Identificación de la Situación Actual** consiste en realizar una descripción detallada del proceso seleccionado y determinar el valor de los indicadores que se consideran en el capítulo dos del presente trabajo.

En el anexo se adjunta el formato que se debe utilizar para registrar la definición de cada proyecto de mejora, este incluye una descripción resumida del proceso.

El **Determinar cómo (no) se Generan los Defectos** es una actividad en la cual el grupo de trabajo debe establecer bajo qué condiciones normalmente se generan los defectos de calidad y en que otras no se generan. Para esto se debe considerar las denominadas 4M (Maquinaria, Método, Mano de Obra, y Material).

En la **Definición de las Condiciones Ideales para las 4M** se deben establecer los estándares bajos los cuales la Maquinaria, Método de Trabajo, Mano de Obra, y Material deben permanecer, con el objetivo de garantizar las condiciones ideales para evitar cualquier defecto por calidad. Adicionalmente se debe definir un **Procedimiento de Control** el cual permita validar el que los estándares establecidos se cumplan, y en el caso de que se genere alguna desviación, se puedan tomar las medidas correctivas correspondientes de forma oportuna.

Todo procedimiento de control debe ser visual o auditivo, esto facilita el cumplimiento del mismo.

En el anexo se adjunta el formato en donde se deben registrar las condiciones ideales para las 4M, este debe estar disponible para todo el personal involucrado en la función productiva.

Una vez se encuentren implementados los estándares para las 4M y los procedimientos visuales de control, se debe realizar evaluaciones para determinar si se logra alcanzar los objetivos planteados, en el caso de que esto no se dé, necesariamente se tiene que reajustar los estándares para las 4M.

4.7 Capacitación y Entrenamiento

En esta sección se desarrollan los objetivos del presente pilar, y se establece un programa de capacitación el cual busca dotar del conocimiento necesario al personal encargado de implementar la filosofía TPM. Adicionalmente se plantea un proceso de capacitación y entrenamiento considerando la necesidad de mejorar continuamente.

a. Objetivo General

Brindar el soporte necesario al personal encargado de implementar la filosofía TPM facilitándole los conocimientos teóricos y prácticos que demanden el correcto desarrollo del presente proyecto.

b. Objetivos Específicos

Específicamente con la implementación de este pilar se pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

- Dar a conocer a todo el personal de la compañía los objetivos y principios de la filosofía TPM.
- Establecer un programa de entrenamiento orientado a fortalecer las capacidades actuales del personal encargado de implementar el sistema de mantenimiento
- Estandarizar el proceso de capacitación y entrenamiento relacionado al programa de mantenimiento “TPM”.

c. Proceso de Capacitación

En la figura 4.26. se establece el proceso básico que se debe desarrollar con el objeto de mejorar continuamente las competencias del personal encargado de implementar y mantener adecuadamente el programa de mantenimiento productivo TPM.

Como se menciona en los objetivos específicos de este pilar lo que se pretende alcanzar con los primeros cursos a desarrollar es que todo el personal conozca y se familiarice con la filosofía TPM.

Adicionalmente se busca dotar de los conocimientos necesarios al personal encargado se implementar el plan de mantenimiento.

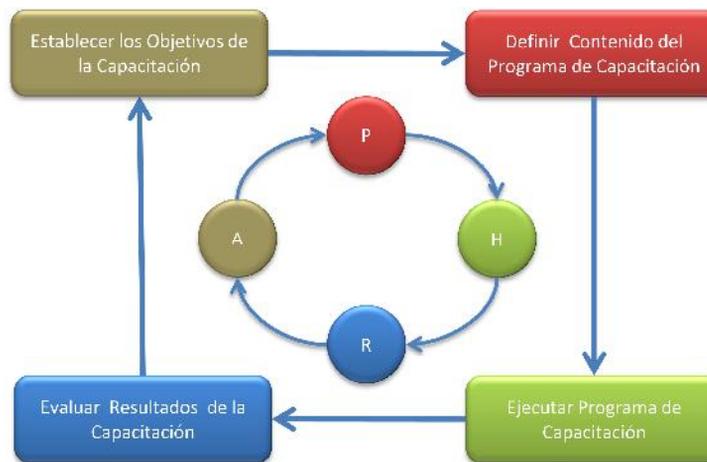


FIGURA 4.26. PROCESO PARA CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Para alcanzar los objetivos planteados se propone desarrollar el programa de capacitación que se adjunta en el anexo. El responsable de realizar la gestión para el cumplimiento del mismo es el líder del pilar Capacitación “Jefe de Recursos Humanos”.

El programa de capacitación planteado tiene un periodo de duración de doce meses, una vez finalizado se deben establecer nuevos objetivos los cuales dependen de los resultados de las evaluaciones de cada uno de los cursos desarrollados y las nuevas necesidades del proyecto TPM.

4.8 Medidas Preventivas de Seguridad que aportan al TPM

Las medidas de seguridad que se recomienda en la presente sección son de carácter preventivo o de mitigación, esto con el objetivo de que en el caso de que se genere algún evento no deseado (accidente o incidente) los resultados del mismo no ocasionen efectos que impacten a las personas o sistemas productivos. Es importante mencionar que estas medidas son básicas y que las mismas no son un sistema de gestión para la prevención de riesgos ocupacionales.

Para este análisis se subdivide el layout de la planta en las siguientes áreas: línea de molienda, línea de empacado, bodegas 1, 2 y 3, bodega de suministros, y sectores en donde se han generado incidentes de atropellamiento con el montacargas (Sectores encerrados en un círculo rojo). Esto se muestra en la figura 4.29.

Equipo de Protección Individual a Utilizar. Entre los EPI a utilizar están calzado punta de acero, casco de seguridad industrial, mascarilla de protección respiratorio. Cada uno de estos deben contar con la certificación correspondiente al país donde fueron fabricados (ANSI, INEN, IRAN, CEN, etc.). Los EPI mencionados deben ser utilizados obligatoriamente en todos los sectores de la

planta. Las mascarillas de protección respiratoria deben ser utilizadas exclusivamente en las áreas de molienda y empaçado.

Señalización de Seguridad. La Señalética a implementar debe ser diseñada bajo la norma técnica INEN – ISO 3864-1 la cual establece los colores, símbolos, y señales de seguridad. A continuación se muestra la combinación de los colores de seguridad con su respectivo significado:

Uso Obligatorio
Indicación de Peligro
Lucha Contra Incendio
Rutas de Evacuación y Primeros Auxilios

FIGURA 4.27. COLORES DE SEGURIDAD

En la tabla 38 se indica el tipo de Señalética de seguridad a instalar en cada una de las áreas que se señala en el layout que se muestra en la figura 4.29. Adicionalmente es necesario señalar con franjas de seguridad (amarillo-negro) las intersecciones Peatón-Montacargas (indicadas en el layout con un círculo rojo).



FIGURA 4.28. FRANJA DE SEGURIDAD

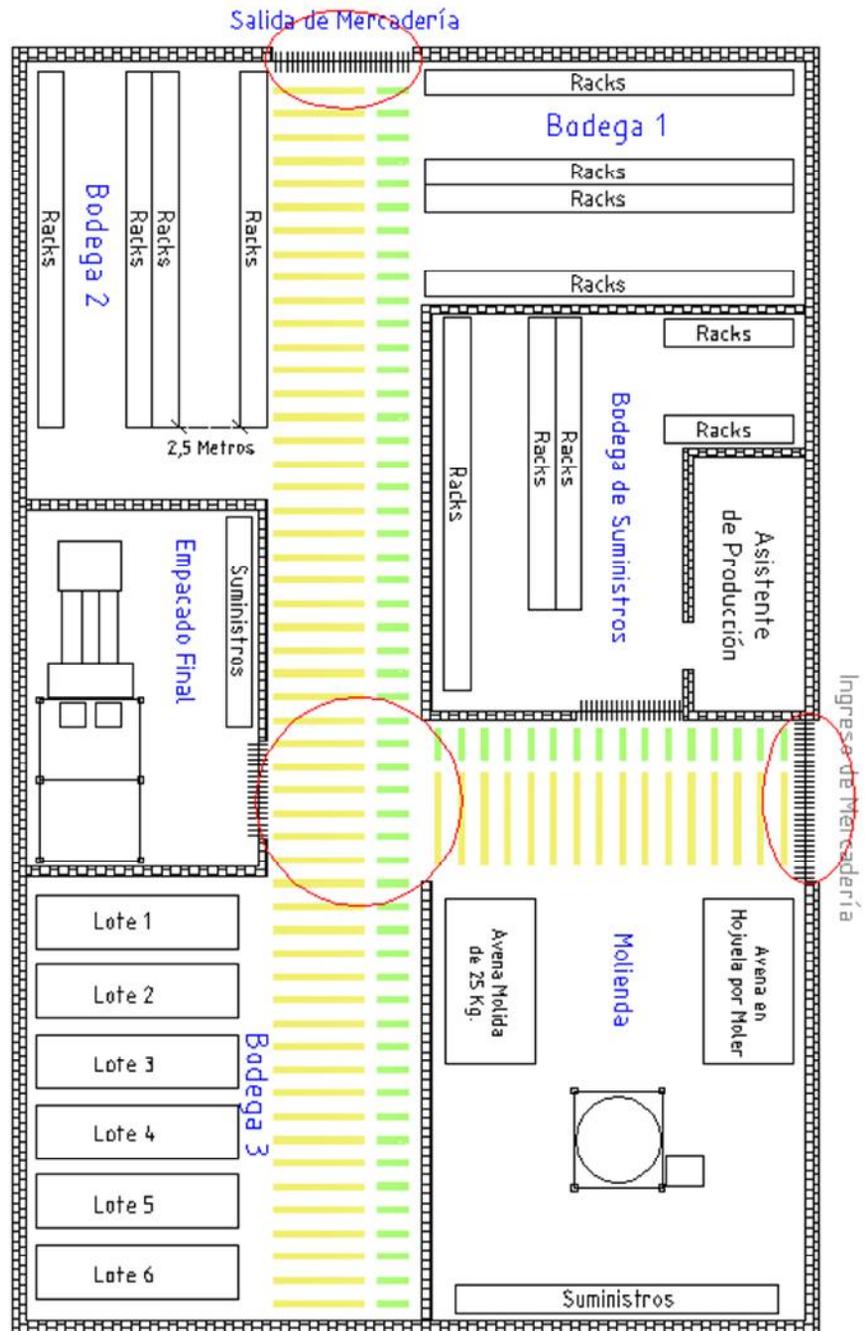


FIGURA 4.29. LAYOUT - AREAS DE PELIGRO

TABLA 38
SEÑALETICA DE SEGURIDAD A IMPLEMENTAR

AREA	TIPO DE SEÑALETICA						
	Uso Obligatorio de:			Transito de Montacargas	Rutas de Evacuación	Manejo de Montacargas	Manejo de Cargas
	Botas	Casco	Mascarilla				
Ingreso de Mercadería	X	X		X	X		
Salida de Mercadería	X	X		X	X		
Eodega 1					X		
Eodega 2					X		
Eodega 3					X		
Eodega de Suministros					X		X
Área de Molienda			X		X		X
Área de Empacado			X		X		X
Intersección Peaton-Montacargas				X	X		
Taller de Mantenimiento					X	X	X

TABLA 39
NORMAS PARA LA MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGA

NORMAS PARA LA MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS
Manipular cargas con un peso máximo de 25 Kg. (15 Kg. para mujeres)
Seguir las instrucciones del embalaje acerca de los posibles riesgos de la carga
Utilizar las ayudas mecánicas precisas siempre que sea posible.
Solicitar ayuda si el peso de la carga es excesivo
Usar la vestimenta, el calzado y los equipos adecuados
Separar los pies para conseguir una postura estable
Doblar las piernas manteniendo la espalda derecha
Sujetar firmemente la carga con las dos manos
No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas
Mantener la carga pegada al cuerpo durante todo el levantamiento

Manipulación Manual de Carga. Otra actividad que se realiza de forma constante en los procesos de molienda y empacado final es la manipulación manual de cargas, por este motivo en la tabla 39 se

detallan las normas y recomendaciones a considerar al momento de ejecutar algún movimiento de carga.

Otras Medidas Preventivas de Seguridad. Como las actividades de producción se ejecutan con la ayuda de equipos mecánicos y los mismos están asociados a cierto tipo de peligros y riesgos es necesario seguir las normas indicadas en la tabla 40.

Tanto las instrucciones para la manipulación manual de cargas como las normas generales de seguridad pueden ser publicadas mediante carteles los cuales se encuentren en los lugares en donde la aplicación de las mismas sea de carácter obligatorio, en este caso las áreas de molienda y empaclado final.

TABLA 40

NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD

NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD
No utilizar ropa holgada o muy suelta. Se recomiendan las mangas cortas.
Utilizar ropa de algodón.
Es preferible llevar el pelo corto. Si es largo no debe estar suelto sino recogido.
No vestir joyería, como collares, pulseras o anillos.
Se debe conocer como detener los equipos.

4.9 Indicadores de Gestión

Con el objeto de contar con indicadores y estadísticos que nos permitan evaluar el rendimiento de las líneas y equipos de producción, así como la gestión realizada por la función de mantenimiento, se deben adoptar los indicadores desarrollados en el capítulo dos del presente proyecto de grado, los mismos se encuentran significativamente difundidos y nos brindan un panorama real de la situación de los sistemas evaluados.

En la siguiente tabla se muestran los responsables de determinar y actualizar continuamente el valor de cada uno de estos:

TABLA 41
RESPONSABLES DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN

	INDICADORES DE GESTIÓN	RESPONSABLES
1	Eficiencia Global del Equipo	Líder TPM
	1,1 Índice de Disponibilidad	Líder Mantenimiento Planificado
	1,2 Índice de Rendimiento	Líder Mantenimiento Planificado
	1,3 Índice de Calidad	Líder Mantenimiento de Calidad
2	Tiempo Medio Entre Fallas	Líder Mejoras Enfocadas
3	Tiempo Medio Entre Reparaciones	Líder Mantenimiento Planificado

Todos los índices deben ser calculados cada quince días con el objetivo de controlar de forma continua el avance del proyecto, de forma similar estos indicadores deben ser publicados y actualizados

según la frecuencia que se establece en el Plan Maestro de Sistema de Mantenimiento TPM.

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Beneficios Obtenidos

Después de un periodo de trabajo aproximado de cuatro meses en la implementación del Sistema de Mantenimiento en las líneas piloto, se inició con la medición de los indicadores de eficiencia. En las siguientes tablas se muestra los resultados alcanzados:

TABLA 42

INDICE DE DISPONIBILIDAD EMPACADO

<i>Semana</i>	<i>Tiempo de Carga (min)</i>	<i>Tiempo Parado (min)</i>	<i>Disponibilidad</i>
1	2790	253	90,93%
2	2790	272	90,25%
3	2790	261	90,65%
4	2190	254	88,40%
5	2790	275	90,14%
6	2790	283	89,86%
7	2790	271	90,29%
8	2190	252	88,49%

TABLA 43

INDICE DE DISPONIBILIDAD - MOLIENDA

<i>Semana</i>	<i>Tiempo de Carga (min)</i>	<i>Tiempo Parado (min)</i>	<i>Disponibilidad</i>
1	2880	96	96,67%
2	2880	101	96,49%
3	2880	98	96,60%
4	2280	85	96,27%
5	2880	113	96,08%
6	2880	91	96,84%
7	2880	112	96,11%
8	2280	93	95,92%

TABLA 44

INDICES DE RENDIMIENTO

EMPACADO			
Semana	VO	TON	Índice de Rendimiento
1	0,89	0,87	77,06%
2	0,89	0,89	79,18%
3	0,89	0,89	79,39%
4	0,89	0,86	77,07%
5	0,89	0,86	76,28%
6	0,89	0,90	80,10%
7	0,89	0,89	79,02%
8	0,89	0,86	76,51%
MOLIENDA			
Semana	VO	TON	Índice de Rendimiento
1	0,73	0,78	56,99%
2	0,73	0,76	55,50%
3	0,73	0,71	52,32%
4	0,73	0,73	53,86%
5	0,73	0,79	58,07%
6	0,73	0,75	55,22%
7	0,73	0,75	54,99%
8	0,73	0,79	57,71%

TABLA 45**INDICES DE CALIDAD - EMPACADO**

Semana	Unidades Conformes	Unidades Producidas	Índice de Calidad
1	32585	35190	92,60%
2	51699	55824	92,61%
3	33850	36142	93,66%
4	39298	41780	94,06%
5	31360	34530	90,82%
6	51290	56230	91,21%
7	32590	35830	90,96%
8	39280	41516	94,61%

TABLA 46**INDICES DE CALIDAD - MOLIENDA**

Semana	Unidades Conformes	Unidades Producidas	Índice de Calidad
1	705	714	98,74%
2	685	694	98,70%
3	645	655	98,47%
4	526	532	98,87%
5	709	723	98,06%
6	682	693	98,41%
7	683	685	99,71%
8	556	568	97,89%

Considerandos los valores que se muestran en las tablas anteriores, a continuación se presentan los índices de Eficiencia Global del Equipo, tiempos medios entre fallas “MTBF”, y tiempo medio entre reparaciones “MTTR”.

TABLA 47
INDICE DE OEE - EMPACADO

<i>Semana</i>	<i>Disponibilidad</i>	<i>Ind. De Rendimiento</i>	<i>Ind. De Calidad</i>	OEE
1	0,91	0,77	0,93	64,88%
2	0,90	0,79	0,93	66,18%
3	0,91	0,79	0,94	67,40%
4	0,88	0,77	0,94	64,09%
5	0,90	0,76	0,91	62,45%
6	0,90	0,80	0,91	65,66%
7	0,90	0,79	0,91	64,89%
8	0,88	0,77	0,95	64,06%
Promedio	0,90	0,78	0,93	64,96%

TABLA 48
INDICE DE OEE - MOLIENDA

<i>Semana</i>	<i>Disponibilidad</i>	<i>Ind. De Rendimiento</i>	<i>Ind. De Calidad</i>	OEE
1	0,97	0,57	0,99	54,40%
2	0,96	0,55	0,99	52,85%
3	0,97	0,52	0,98	49,77%
4	0,96	0,54	0,99	51,27%
5	0,96	0,58	0,98	54,71%
6	0,97	0,55	0,98	52,62%
7	0,96	0,55	1,00	52,70%
8	0,96	0,58	0,98	54,19%
Promedio	0,96	0,56	0,99	52,82%

TABLA 49
INDICE MTBF – MTTR “EMPACADO”

<i>Semana</i>	<i>Tiempo de Operación (min)</i>	<i>Tiempo Total de Paradas (min)</i>	<i>Número de Paradas</i>	<i>MTBF</i>	<i>MTTR</i>
1	2537	253	11	230,64	23,00
2	2518	272	15	167,87	18,13
3	2529	261	17	148,76	15,35
4	1936	254	16	121,00	15,88
5	2515	275	19	132,37	14,47
6	2507	283	14	179,07	20,21
7	2519	271	19	132,58	14,26
8	1938	252	18	107,67	14,00
Promedio	2375	265,125	16,13	152,49	16,91

TABLA 50
INDICE MTBF – MTTR “MOLIENDA”

<i>Semana</i>	<i>Tiempo de Operación (min)</i>	<i>Tiempo Total de Paradas (min)</i>	<i>Número de Paradas</i>	<i>MTBF</i>	<i>MTTR</i>
1	2784	96	5	556,80	19,20
2	2779	101	6	463,17	16,83
3	2782	98	4	695,50	24,50
4	2195	85	6	365,83	14,17
5	2767	113	7	395,29	16,14
6	2789	91	5	557,80	18,20
7	2768	112	4	692,00	28,00
8	2187	93	3	729,00	31,00
Promedio	2631,38	98,63	5,00	556,92	21,01

Para determinar los beneficios obtenidos o mejoras alcanzadas, a continuación se procede a comparar los valores de los indicadores

que se definen en el capítulo 3 (eficiencia inicial), con los del presente capítulo (eficiencia alcanzada).

TABLA 51
COMPARATIVO INDICE DE DISPONIBILIDAD

DISPONIBILIDAD	EMPACADO		MOLIENDA	
	Semana	Inicial	Alcanzada	Inicial
1	89,28%	90,93%	95,24%	96,67%
2	90,22%	90,25%	96,60%	96,49%
3	91,65%	90,65%	95,80%	96,60%
4	88,08%	88,40%	95,92%	96,27%
5	87,42%	90,14%	76,22%	96,08%
6	89,86%	89,86%	97,15%	96,84%
7	89,71%	90,29%	96,04%	96,11%
8	87,35%	88,49%	96,01%	95,92%
PROMEDIO	89,20%	89,88%	93,62%	96,37%

TABLA 52
COMPARATIVO INDICE DE RENDIMIENTO

RENDIMIENTO	EMPACADO		MOLIENDA	
	Semana	Inicial	Alcanzada	Inicial
1	78,39%	77,06%	53,63%	56,99%
2	79,09%	79,18%	50,16%	55,50%
3	78,54%	79,39%	55,01%	52,32%
4	76,87%	77,07%	56,29%	53,86%
5	74,78%	76,28%	52,54%	58,07%
6	80,25%	80,10%	53,93%	55,22%
7	79,53%	79,02%	55,52%	54,99%
8	77,51%	76,51%	54,51%	57,71%
PROMEDIO	78,12%	78,08%	53,95%	55,58%

TABLA 53
COMPARATIVO INDICE DE CALIDAD
“MOLIENDA Y EMPACADO”

CALIDAD Semana	EMPACADO		MOLIENDA	
	Inicial	Alcanzada	Inicial	Alcanzada
1	93,57%	92,60%	99,09%	98,74%
2	92,74%	92,61%	98,25%	98,70%
3	90,51%	93,66%	98,98%	98,47%
4	92,94%	94,06%	97,83%	98,87%
5	92,17%	90,82%	98,84%	98,06%
6	91,03%	91,21%	97,94%	98,41%
7	91,40%	90,96%	99,13%	99,71%
8	94,49%	94,61%	97,95%	97,89%
PROMEDIO	92,36%	92,57%	98,50%	98,61%

TABLA 54
COMPARATIVO INDICE DE OEE
“MOLIENDA Y EMPACADO”

OEE Semana	EMPACADO		MOLIENDA	
	Inicial	Alcanzada	Inicial	Alcanzada
1	65,49%	64,88%	50,62%	54,40%
2	66,17%	66,18%	47,61%	52,85%
3	65,15%	67,40%	52,16%	49,77%
4	62,93%	64,09%	52,83%	51,27%
5	60,25%	62,45%	39,58%	54,71%
6	65,64%	65,66%	51,31%	52,62%
7	65,21%	64,89%	52,85%	52,70%
8	63,98%	64,06%	51,27%	54,19%
PROMEDIO	64,35%	64,96%	49,78%	52,81%

En la mayoría de los indicadores tanto para la línea de Empacado y Molienda se evidencia una mejoría, esto únicamente no ocurre en el Índice de Rendimiento de la Línea de Empacado la cual experimenta una disminución del 0,04%.

En resumen se puede evidenciar que la Eficiencia Global para las líneas de empacado y molienda se incrementó en el 0,61% y 3,03% respectivamente.

TABLA 55
COMPARATIVO INDICES MTBF - MTTR
“EMPACADO”

EMPACADO				
MTBF	INICIAL		ALCANZADO	
Semana	MTBF	MTTR	MTBF	MTTR
1	124,55	14,95	230,64	23,00
2	157,31	17,06	167,87	18,13
3	196,69	17,92	148,76	15,35
4	113,47	15,35	121,00	15,88
5	106,04	15,26	132,37	14,47
6	125,35	14,15	179,07	20,21
7	131,74	15,11	132,58	14,26
8	112,53	16,29	107,67	14,00
PROMEDIO	133,46	15,76	152,49	16,91

TABLA 56
COMPARATIVO INDICES MTBF - MTTR
“MOLIENDA”

MOLIENDA				
MTBF	INICIAL		ALCANZADO	
Semana	MTBF	MTTR	MTBF	MTTR
1	391,86	19,57	556,80	19,20
2	556,40	19,60	463,17	16,83
3	344,88	15,13	695,50	24,50
4	546,75	23,25	365,83	14,17
5	548,75	171,25	395,29	16,14
6	932,67	27,33	557,80	18,20
7	461,00	19,00	692,00	28,00
8	437,80	18,20	729,00	31,00
PROMEDIO	527,51	39,17	556,92	21,01

Para la línea de empackado existe un incremento de 19,03 minutos en el tiempo medio entre fallas “MTBF” (14,26% de mejora), con respecto al tiempo medio para reparaciones “MTTR” este experimento un incremento de 1,15 minutos, es decir 7,30% de pérdida de eficiencia.

Al analizar la línea de molienda, se evidencia un incremento de 29,41 minutos en el tiempo medio entre fallas “MTBF” (5,58% de mejora), con respecto al tiempo medio para reparaciones “MTTR” este experimento una disminución de 18,16 minutos, es decir 46,36% de aumento de eficiencia.

5.2 Análisis Costo – Beneficio

En este punto se definen los costos a incurrir para poder trabajar en la implementación del Sistema de Mantenimiento, adicionalmente se determina el incremento del presupuesto anual del área de mantenimiento que este proyecto ocasiona.

Considerando que no se cuenta con los costos de producción, el análisis costo-beneficio se realiza comparando el incremento anual del presupuesto de mantenimiento con el incremento que se espera alcanzar en los indicadores de producción. En la siguiente tabla se detallan los costos a incurrir:

TABLA 57
PRESUPUESTO PROPUESTO DE MANTENIMIENTO

Publicación de la Política (Letrero)	\$ 15,00
Cuadro mural (Mantenimiento de uno existente)	\$ 20,00
Informativo escrito (Trimestral)	\$ 1.000,00
Elaboración de tarjetas Rojas	\$ 100,00
Señalización del piso (Líneas Zebras, y áreas de almacenamiento)	\$ 1.800,00
Elaboración de Check List y papelería	\$ 80,00
Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos	\$ 240.000,00
Mantenimiento predictivo de equipo (Líneas Pilotos)	\$ 1.000,00
Herramientas para las áreas de molienda y empaçado	\$ 120,00
Equipos de protección personal	\$ 7.880,00
Señalización de Seguridad (Letreros)	\$ 800,00
Programa de capacitación (\$ 2500 menos el Subsidio de la SETEC)	\$ 500,00
TOTAL	\$ 253.315,00

Los ítems de la tabla 57 que se muestran con fondo gris no representan gastos adicionales o que se generen por la implementación del sistema de mantenimiento, estos son costos en los que se incurren actualmente o que alguna autoridad o ente de control los está exigiendo. La señalización del piso y de seguridad son requisitos dispuesto por el Cuerpo de Bomberos en la última inspección que realizada, los equipos de protección personal deben ser dotados por el empleador de forma obligatoria y gratuita, y los costos por mantenimiento preventivo y correctivo ya tienen un presupuesto asignado. Los ítems con fondo blanco son los costos nuevos y que no representan una obligación, por esto se debe justificar su inversión.

Los dos mil ochocientos treinta y cinco dólares (\$ 2835,00) que se requieren para gastos no contemplados en el área de mantenimiento y que son necesarios para implementar el Sistema, representan el 1,13% del presupuesto total actual (\$ 250.480,00).

Si consideramos las mejoras que se indican en **Los Beneficios Obtenidos** (5.1), para lo cual no se incurrió en un incremento del presupuesto, si no la utilización de los recursos ya existente, se puede decir que el Sistema de Mantenimiento ya está justificando el

incremento del 1,13% del presupuesto del área de mantenimiento. Este incremento no solo serviría para las líneas pilotos, el mismo proporcionaría en un alto porcentaje las herramientas necesarias para poder implementar TPM en toda la organización.

TABLA 58
INCREMENTO PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO

GASTO DEBIDOS A LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO	
Publicación de la Política (Letrero)	\$ 15,00
Cuadro mural (Mantenimiento de uno existente)	\$ 20,00
Informativo escrito (Trimestral)	\$ 1.000,00
Elaboración de tarjetas Rojas	\$ 100,00
Elaboración de Check List y papelería	\$ 80,00
Mantenimiento predictivo de equipo (Líneas Pilotos)	\$ 1.000,00
Herramientas para las áreas de molienda y empaçado	\$ 120,00
Programa de capacitación (\$ 2500 menos el Subsidio de la SETEC)	\$ 500,00
TOTAL GASTOS POR JUSTIFICAR	\$ 2.835,00
GASTOS OBLIGATORIOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	
Señalización del piso (Líneas Zebra, y áreas de almacenamiento)	\$ 1.800,00
Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos	\$ 240.000,00
Equipos de protección personal	\$ 7.880,00
Señalización de Seguridad (Letreros)	\$ 800,00
TOTAL GASTOS JUSTIFICADOS	\$ 250.480,00
INCREMENTO POR IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	1,13%

5.3 Resultados

En la presente sección se detalla cualitativamente los beneficios alcanzados después de un periodo aproximado de seis meses de haber iniciado el proceso de implementación del Sistema de

Mantenimiento Planificado basado en el TPM. Entre los beneficios alcanzados están:

- Asignar actividades de mantenimiento autónomo al personal de producción, esto ha permitido mejorar el orden y la limpieza de las diferentes áreas consideradas.
- Identificar claramente y estandarizar las actividades realizadas en los procesos de molienda y empaçado.
- Involucrar y comprometer significativamente a varios sectores de la empresa (especialmente producción y mantenimiento) en el proceso de implementación del Sistema de mantenimiento.
- Desarrollar inspecciones periódicas (mensualmente) con el objeto de identificar cualquier tipo de desviación con respecto a los avances logrados y determinar oportunidades de mejora.
- Desarrollar pequeñas charlas (una semanal, aproximadamente diez minutos) abordando temas relacionados al TPM y la Seguridad y Salud Laboral.
- Identificar la criticidad de los equipos, y según esta definir el tipo de mantenimiento a realizar.
- Codificar los equipos, y comenzar a recuperar toda la información técnica de los mismos.

- Establecer un cronograma de mantenimiento preventivo el cual se ha desarrollado de manera aceptable.
- Definir un proceso para el Control Inicial de los Equipos
- Definir un proceso con el objetivo de identificar y establecer las condiciones de los sistemas productivos para que los mismos pueden disminuir su porcentaje de defectos.
- Diseñar un programa de capacitación, el cual pueda proveer de las competencias necesarias a los involucrados del proyecto.
- Identificar las debilidades relacionadas a la Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Definir los indicadores de gestión, y determinar los valores iniciales de los mismos, así como el establecer los medios para que estos sean actualizados frecuentemente.
- Mejorar la mayoría de los indicadores utilizados en el Sistema de gestión para el Mantenimiento.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la implementación parcial del Sistema de mantenimiento basado en la filosofía TPM se logró establecer los pilares necesarios para poder mejorar continuamente la eficiencia de las líneas pilotes (molienda y empacado de avena), esto sin incurrir en el aumento del presupuesto de mantenimiento.

Es importante recordar que el tiempo de implementación de este tipo de sistema toma periodos de tiempo considerables, y a pesar de esto se pudieron observar resultados positivos los cuales justifican la inversión o incremento del presupuesto de mantenimiento para poder implementar el TPM de forma integral a lo largo de toda la organización.

En el presente capítulo se detallan las conclusiones que nos deja el presente trabajo, y se plantean las recomendaciones necesarias para

poder mejorar los resultados alcanzados y facilitar la implementación del Sistema de Mantenimiento.

6.1 Conclusiones

1. Se diseñó un sistema de mantenimiento basado en la filosofía Mantenimiento Productivo Total (TPM), el cual permitió en los primeros meses de su implementación mejorar la eficiencia de la línea procesadora de avena.
2. Se determinó y analizó la situación actual de las líneas procesadora de avena.
3. Se determinó la criticidad de las máquinas que conforman las líneas procesadoras de avena.
4. Se inició la implementación del Sistema de Mantenimiento TPM en las líneas pilotos seleccionadas, dejando establecido un cronograma de trabajo para alcanzar la implementación del Sistema en toda la organización.
5. Se logró mejorar la Eficiencia Global de las líneas de molienda y empacado, 3.03% y 0.61% respectivamente.

6. Se logró mejorar el Tiempo Medio entre Fallas “MTBF” en las líneas de molienda y empacado, 5.58% y 14.26% respectivamente.
7. Se logró mejorar el Tiempo Medio de Reparaciones para la línea de molienda (46.36%), pero esto no ocurrió en la línea de empacado final (7.3% de pérdida de eficiencia).
8. Se orientó la función de mantenimiento hacia el objetivo de mejorar la eficiencia y productividad de los recursos disponibles.
9. Se involucró activamente a un porcentaje importante de trabajadores a la realización de actividades preventivas de mantenimiento.
10. Se establecieron los indicadores de gestión para medir la eficiencia del área de mantenimiento.
11. Se realizó un análisis de costo - beneficio, en el cual se determinó la viabilidad para implementar el Sistema de Mantenimiento TPM. Sin aumentar los recursos actuales se logró mejorar considerablemente algunos indicadores.

6.2 Recomendaciones

Como se menciona en los capítulos anteriores el TPM brinda beneficios que pueden afectar positivamente la eficiencia de toda la organización. El presente trabajo se orienta únicamente a dos líneas productivas, para poder mejorar los resultados alcanzados se establecen las siguientes recomendaciones:

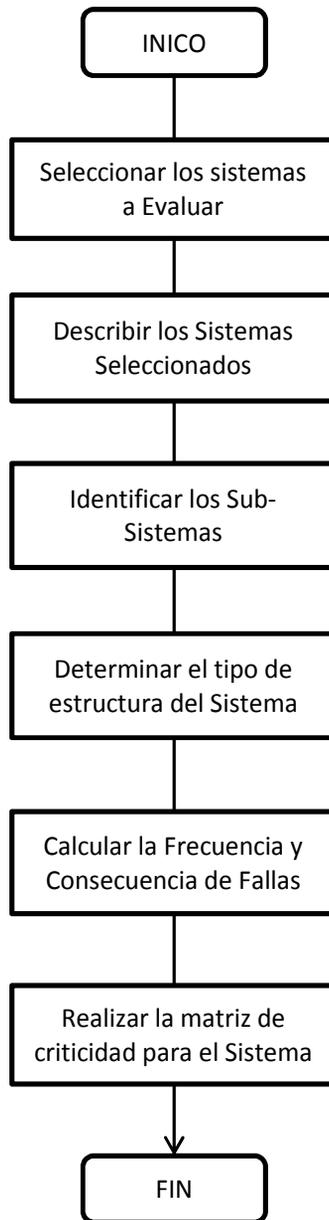
1. Implementar progresivamente la filosofía TPM en toda la organización con el objetivo de establecer una cultura de manteniendo preventivo.
2. Capacitar a los integrantes del Comité TPM, para que los mismos cuenten con las competencias necesarias para poder implementar e integral el Sistema de Mantenimiento TPM en toda la empresa.
3. Responsabilizar a todos los trabajadores de las condiciones de los equipos y herramientas con los que laboran (Mantenimiento Autónomo - “Yo Soy Responsable de Mi Propio Equipo”).
4. Implementar e integrar un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo según los requisitos técnicos aplicables.

5. Actualizar mensualmente los indicadores de gestión del Sistema de Mantenimiento, esto con el objeto de identificar oportunamente las desviaciones con respecto a la planificación de trabajo.

6. Asignar los recursos necesarios para poder implementar adecuadamente cada uno de los pilares de TPM.

APÉNDICES

ANEXO 1. PROCESO PARA DETERMINAR LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS



ANEXO 3. CRONOGRAMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TRIMESTRE											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Conformación del equipo de mantenimiento autónomo	Líder MA												
Determinación de las necesidades de capacitación	Líder MA - RRHH												
Capacitación	Líder pilar de Capacitación												
Determinación de la Situación Actual	Líder MA												
Estandarización de herramientas, suministros y formatos	Líder MA												
Establecimiento de responsabilidades de los operadores	Líder MA												
Implementación formal de las 5s	Líder MA												
Estabilización	Líder TPM y MA												

ANEXO 4. CRONOGRAMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS ENFOCADAS

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TRIMESTRE											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Conformación del equipo de mejoras enfocadas	Líder ME												
Determinación de las necesidades de capacitación	Líder ME - RRHH												
Capacitación	Líder pilar de Capacitación												
Determinación de la situación actual de los procesos	Líder ME												
Desarrollo de las primeras propuestas de mejora	Líder ME												
Estabilización	Líder TPM y ME												

ANEXO 5. CRONOGRAMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL INICIAL

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TRIMESTRE											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Conformación del equipo de Control Inicial	Líder CI												
Determinación de las necesidades de capacitación	Líder CI - RRHH												
Capacitación	Líder pilar de Capacitación												
Elaboración de Base de Datos CI	Líder CI												
Análisis de Equipos y Procesos Actuales	Líder CI												
Estabilización	Líder TPM y CI												

ANEXO 6. CRONOGRAMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE CALIDAD

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TRIMESTRE											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Conformación del equipo de Mantenimiento de Calidad	Líder MC												
Determinación de las necesidades de capacitación	Líder MC - RRHH												
Capacitación	Líder pilar de Capacitación												
Análisis de Equipos y Procesos Actuales	Líder MC												
Establecimiento de las Condiciones Ideales de los Equipos	Líder TPM y MC												
Definición de Procedimientos de Control	Líder MC												
Estabilización	Líder TPM y MC												

ANEXO 7. CRONOGRAMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO

	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TRIMESTRE												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Conformación del equipo de mantenimiento planificado	Líder MP													
2	Determinación de las necesidades de capacitación	Líder MP - RRHH													
3	Capacitación	Líder pilar de Capacitación													
3.1	Herramientas para el mantenimiento Preventivo														
3.2	Técnicas de mantenimiento Predictivo														
3.3	Proceso y objetivos del mantenimiento correctivo														
4	Determinación de la Situación Actual del MP	Líder MP													
5	Recuperación de los equipos que se encuentren averiados	Líder MP													
6	Elaboración de cronogramas de mantenimiento preventivo	Líder MP													
7	Selección de técnicas predictivas a utilizar	Líder MP													
8	Estandarización de los procesos correctivos	Líder MP													
9	Estabilización	Líder TPM y MP													

ANEXO 8. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN TPM

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN TPM		RESPONSABLE: RRHH	TRIMESTRE				
TEMARIO		DIRIGIDO A:	1	2	3	4	5
1	Inducción General de TPM	Todo el Personal de la Compañía					
	1,1 Que es el TPM?	Líder TPM					
	1,2 Objetivos del TPM						
	1,3 Pilares TPM						
	1,4 Proceso de Implementación del TPM (Proceso de Motivación)						
2	Mantenimiento Autónomo	Integrantes del Pilar MA					
	2,1 Que es el MA?	Operadores de Equipos y Maquinarias					
	2,2 Filosofía 5 S	Líder TPM					
	2,3 Actividades Básicas de Mantenimiento						
	2,3,1 Lubricación de Maquinarias						
	2,3,2 Reconocimiento de las condiciones ideales de los equipos						
	2,3,3 Cambio de plantillas (SETUPS)						
	2,3,4 Limpieza básica de los equipos						
	2,3,5 Ajustes y mantenimientos básicos						

3	Mejoras Enfocadas	Integrantes del Pilar Mejoras Enfocadas					
	3,1 Objetivos de la Mejoras Enfocadas	Líder TPM					
	3,2 Procesos de Mejora Continua						
	3,3 Ciclo DEMING (PHVA)						
	3,4 Herramientas para las Mejoras Enfocadas						
	3,4,1 Diagrama de Pareto						
	3,4,2 Histogramas						
	3,4,3 Diagramas de Dispersión						
	3,4,4 Diagrama Causa-Efecto						
	3,4,5 Graficas de Control						
	3,4,6 Diagramas Estratificados						
4	Mantenimiento Planificado	Integrantes del Pilar M. Planificado					
	4,1 Objetivos del Mantenimiento Planificado	Líder TPM					
	4,2 Mantenimiento Correctivo						
	4,2,1 Objetivos del Mantenimiento Correctivo						
	4,2,2 Como Mejorar el Tiempo de Respuesta en Actividades Correctivas?						
	4,3 Mantenimiento Preventivo						
	4,3,1 Objetivos del Mantenimiento Preventivo						
	4,3,2 Actividades del Mantenimiento Preventivo						
	4,4 Mantenimiento Predictivo						
	4,4,1 Objetivos del Mantenimiento Predictivo						
	4,4,2 Técnicas de Mantenimiento Predictivo						
	4,4,3 Integración entre la actividad Preventiva y Predictiva						

5	Control Inicial	Integrantes del Pilar Control Inicial				
	5,1 Objetivos del Control Inicial	Líder TPM				
	5,2 Herramientas para la Gestión Temprana de Equipos					
6	Mantenimiento de Calidad	Integrantes del M. de Calidad				
	6,1 Objetivos del Mantenimiento de Calidad	Líder TPM				
	6,2 Definición de las 4M					
	6,3 Condición Ideal de las 4M					
	6,4 Herramientas para el Mantenimiento de Calidad					
7	Indicadores de Gestión	Integrantes del Comité TPM				
	7,1 Eficiencia Global del Equipo	Integrantes de los Pilares del TPM				
	7,1,1 Índice de Disponibilidad	Líder TPM				
	7,1,2 Índice de Rendimiento					
	7,1,3 Índice de Calidad					
	7,2 Tiempo Promedio Entre Fallas					
	7,3 Tiempo Promedio Entre Reparaciones					

ANEXO 9. SISTEMA DE ALIMENTACION DE MOLINO

FICHA TECNICA DE EQUIPO			
SISTEMA DE ALIMENTACION MOLINO		MOLINERA TESIS	
TORNILLO SIN FIN		CODIGO:	0101SA01
		IMAGEN	
PROVEEDOR:	MOLINERA TESIS		
PROCEDENCIA:	ECUATORIANA		
DESCRIPCIÓN:	ALIMENTACION DE LINEA		
MARCA:	NA		
MODELO:	NA		
DIMENSIONES	4" X 38"		
MATERIAL	ACERO INOXIDABLE		
AÑO INSTALAC:	2002		
COLOR:	AZUL Y BLANCO		
# DE SERIE:	NA		
MOTOR ELECTRICO		TOLVA	
MARCA:	WEG	PROCEDENCIA:	ECUATORIANA
MODELO:	CERRADO W21 ALTA EFI.	MARCA:	NA
VOLTAJE:	220 TRIFASICO	MATERIAL:	ACERO INOXIDABLE
FRECUENCIA:	0,37 KW	COLOR:	AZUL
POTENCIA:	1,5 HP	DIMENSIONES:	30" X 30" X 35"
PESO	10,5 KG	MODELO:	NA
# DE SERIE:		# DE SERIE:	NA
CRITICIDAD:	SEMI - CRITICO	TIPO DE MANT.	CORRECTIVO, Y PREVENTIVO
OBSERVACIONES:			
SISTEMA DISEÑADO Y CONSTRUIDO BAJO LA DIRECCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y - MANTENIMIENTO			

ANEXO 10. MOLINO DE MARTILLOS

FICHA TECNICA DE EQUIPO			
MOLINO WEG 30X44		MOLINERA TESIS	
DATOS DEL EQUIPO		CODIGO:	0101MM00
		IMAGEN	
PROVEEDOR:	INNOVA INGENIERIA		
PROCEDENCIA:	ARGENTINO		
DESCRIPCIÓN:	MOLINO DE MARTILLOS		
MARCA:	TSM		
MODELO:	30X44		
AÑO DE FABRIC.	1998		
POSEE MANUAL:	NO		
AÑO INSTALAC:	2002		
COLOR:	GRIS		
# DE SERIE:	121416-B		
DIMENSIONES:	30 x 44 Pulgadas	FUNCIONES	
MOTOR ELECTRICO		MAQUINA EDECUADA PARA PARTIR Y PULVERIZAR TODO TIPO DE GRANOS (CEBADA, TRIGO, MAIZ, ETC,) FIBRAS (UÑA DE GATO, CANELA, ETC), HIERBAS Y FRUTAS DESHIDRATADAS (OREGANO, MANZANILLA, FRESAS, LUCUMA, ETC).	
MARCA:	WEG		
VOLTAJE:	220 TRIFASICO		
FRECUENCIA:	60 HZ		
POTENCIA:	25 HP		
RPM	1760		
CAPACIDAD:	HASTA 800 Kg/HORA		
CRITICIDAD:	SEMI-CRITICO	TIPO DE MANT.	CORRECTIVO, Y PREVENTIVO
OBSERVACIONES:			

ANEXO 11. FILTRO DE MANGAS

FICHA TECNICA DE EQUIPO			
FILTRO DE MANGAS		MOLINERA TESIS	
DATOS DEL EQUIPO		CODIGO:	0101FM00
		IMAGEN	
PROVEEDOR:	MOLINERA TESIS		
PROCEDENCIA:	ECUATORIANA		
DESCRIPCIÓN:	FILTRO DE MANGAS		
MARCA:	NA		
MODELO:	NA		
AÑO DE FABRIC.	2002		
POSEE MANUAL:	NO		
AÑO INSTALAC:	2002		
COLOR:	AZUL		
# DE SERIE:	NA		
DIMENSIONES:	2,0 x 2,0 x 4,5 m		
MOTOR DEL VENTILADOR			
MARCA:	WEG		
VOLTAJE:	220 TRIFASICO		
FRECUENCIA:	50 HZ		
POTENCIA:	100 HP		
RPM	3000		
CAPACIDAD:	HASTA 675 Kg/HORA		
CRITICIDAD:	SEMI-CRITICO	TIPO DE MANT.	CORRECTIVO, Y PREVENTIVO
OBSERVACIONES:			
EQUIPO DISEÑADO Y CONSTRUIDO EN ECUADOR BAJO LA DIRECCION DE INGENIEROS DE LA MOLINERA EN ESTUDIO			

ANEXO 12. COSEDORA DE SACOS

FICHA TECNICA DE EQUIPO			
COSEDORA SEMI-INDUSTRIAL		MOLINERA TESIS	
DATOS DEL EQUIPO		CODIGO:	0101MC00
		IMAGEN	
PROVEEDOR:	GEMSY ECUADOR		
PROCEDENCIA:	COLOMBIA		
DESCRIPCIÓN:	COSEDORA DE SACOS		
MARCA:	GEMSY		
MODELO:	GK261A		
AÑO DE INSTAL.	2010		
POSEE MANUAL:	SI		
COLOR:	GRIS - NEGRO		
PESO	4,5 KG		
# DE SERIE:	GM82009032		
DIMENSIONES:	27.5 x 37.0 x 30.5cm		
MOTOR ELECTRICO		MATERIAL A COSER	
VOLTAJE:	110 V	SACOS DE PAPEL, ALGODÓN, PAPEL KRAFT, TELA TEJIDA, YUTE, ETC.	
FRECUENCIA:	50 HZ		
VELOCIDAD:	1700 RPM		
CRITICIDAD:	SEMI - CRITICO	TIPO DE MANT.	CORRECTIVO, Y PREVENTIVO
OBSERVACIONES:			

ANEXO 13. ALIMENTACION DE LINEA DE EMPACADO

FICHA TECNICA DE EQUIPO			
SISTEMA DE ALIMENTACION EMPACADO		MOLINERA TESIS	
TORNILLO SIN FIN		CODIGO:	0102SA02
		IMAGEN	
PROVEEDOR:	MOLINERA TESIS		
PROCEDENCIA:	ECUATORIANA		
DESCRIPCIÓN:	ALIMENTACION DE LINEA		
MARCA:	NA		
MODELO:	NA		
DIMENSIONES	4" X 36"		
MATERIAL	ACERO INOXIDABLE		
AÑO INSTALAC:	2004		
COLOR:	AZUL Y BLANCO		
# DE SERIE:	NA		
MOTOR ELECTRICO		TOLVA	
MARCA:	WEG	PROCEDENCIA:	ECUATORIANA
MODELO:	CERRADO W21 ALTA EFI.	MARCA:	NA
VOLTAJE:	220 TRIFASICO	MATERIAL:	ACERO INOXIDABLE
FRECUENCIA:	0,37 KW	COLOR:	AZUL
CONSUMO:	1,5 HP	DIMENSIONES:	30" X 30" X 35"
PESO	10,5 KG	MODELO:	NA
# DE SERIE:		# DE SERIE:	NA
CRITICIDAD:	SEMI - CRITICO	TIPO DE MANT.	CORRECTIVO, Y PREVENTIVO
OBSERVACIONES:			
SISTEMA DISEÑADO Y CONSTRUIDO BAJO LA DIRECCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y - MANTENIMIENTO			

ANEXO 14. EMPACADORA VERTICAL

FICHA TECNICA DE EQUIPO			
EMPACADORA DISCOVERY SSA-3000		MOLINERA TESIS	
DATOS DEL EQUIPO		CODIGO:	0102EV00
		IMAGEN	
PROVEEDOR:	SYNERGY PACK S.A.		
PROCEDENCIA:	COLOMBIANA		
DESCRIPCIÓN:	EMPACADORA VERTICAL		
MARCA:	DISCOVERY		
MODELO:	SSA-3000		
AÑO DE FABRIC.	2002		
POSEE MANUAL:	NO		
AÑO INSTALAC:	2004		
COLOR:	PLATEADO		
# DE SERIE:	14121209		
DIMENSIONES:	1,51 x 2,95 x 1,36 m.	AIRE COMPRIMIDO	
INSTALACION ELECTRICA		PRESION:	90 PSI
VOLTAJE:	220 V AC	CONSUMO:	12 CFM
FRECUENCIA:	60 HZ TRIFASICO	MATERIAL DE EMPAQUE	
CONSUMO:	3,0 kw.	CELOFAN, PROLIPOPILENO, LAMINADO, PROLIPOPILE- NO + POLIESTER, PVDC, POLIETILENO, Y CUALUIER TIPO DE MATERIAL TERMOSOLDABLE.	
RESISTENCIA E.	24 V AC		
CONTROLES:	24 V DC		
CAPACIDAD:	HASTA 80 BOLSAS POR MINUTO, DEPENDIENDO DE LOS MATERIALES		
CRITICIDAD:	CRITICO	TIPO DE MANT.	CORRECT., PREVENT., Y PREDICT.
OBSERVACIONES:			

ANEXO 15. BANDA TRANSPORTADORA 1

FICHA TECNICA DE EQUIPO			
BANDA TRANSPORTADORA		MOLINERA TESIS	
DATOS DEL EQUIPO		CODIGO:	0102BT01
		IMAGEN	
PROVEEDOR:	ODECO ECUADOR		
PROCEDENCIA:	ECUADOR		
DESCRIPCIÓN:	TRANSPORTE DE PROD.		
MARCA:	ODECO		
MATERIAL:	ACERO INOXIDABLE		
AÑO DE FABRIC.	2004		
POSEE MANUAL:	NO		
AÑO INSTALAC:	2004		
ANCHO:	35 CM		
LARGO:	150 CM		
ALTO:	DE 50 A 75 CM		
INSTALACION ELECTRICA (MOTOR)		BANDA	
MARCA:	WEG	MATERIAL:	CAUCHO
VOLTAJE:	220 TRIFASICO	DIMENSION:	310 CM
FRECUENCIA:	0,37 KW		
POTENCIA:	1,5 HP		
PESO	10,5 KG		
CAPACIDAD:			
CRITICIDAD:	SEMI - CRITICO	TIPO DE MANT.	CORRECTIVO, Y PREVENTIVO
OBSERVACIONES: EQUIPO DISEÑADO Y CONSTRUIDO SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES DE LA MOLINERA			

ANEXO 16. BANDA TRANSPORTADORA 2

FICHA TECNICA DE EQUIPO			
BANDA TRANSPORTADORA		MOLINERA TESIS	
DATOS DEL EQUIPO		CODIGO:	0102BT02
		IMAGEN	
PROVEEDOR:	ODECO ECUADOR		
PROCEDENCIA:	ECUADOR		
DESCRIPCIÓN:	TRANSPORTE DE PROD.		
MARCA:	ODECO		
MATERIAL:	ACERO INOXIDABLE		
AÑO DE FABRIC.	2004		
POSEE MANUAL:	NO		
AÑO INSTALAC:	2004		
ANCHO:	35 CM		
LARGO:	150 CM		
ALTO:	DE 50 A 75 CM		
INSTALACION ELECTRICA (MOTOR)		BANDA	
MARCA:	WEG	MATERIAL:	CAUCHO
VOLTAJE:	220 TRIFASICO	DIMENSION:	310 CM
FRECUENCIA:	0,37 KW		
POTENCIA:	1,5 HP		
PESO	10,5 KG		
CAPACIDAD:			
CRITICIDAD:	SEMI - CRITICO	TIPO DE MANT.	CORRECTIVO, Y PREVENTIVO
OBSERVACIONES:			
EQUIPO DISEÑADO Y CONSTRUIDO SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES DE LA MOLINERA			

ANEXO 17. SELLADORA DE CAJAS

FICHA TECNICA DE EQUIPO			
SELLADORA MATIC 200A		MOLINERA TESIS	
DATOS DEL EQUIPO		CODIGO:	0102SC00
		IMAGEN	
PROVEEDOR:	3M		
PROCEDENCIA:	COLOMBIA		
DESCRIPCIÓN:	SELLADORA DE CAJAS		
MARCA:	3M		
MODELO:	MATIC 200A		
AÑO DE FABRIC.	2002		
POSEE MANUAL:	SI		
AÑO INSTALAC:	2003		
COLOR:	BLANCO Y GRIS		
# DE SERIE:	SM2A23110214		
PESO:	321 LB		
INSTALACION ELECTRICA		DIMENSIONES DE CAJA	
VOLTAJE:	115 V	LONGITUD:	ENTRE 6" Y SIN LIMITE
FRECUENCIA:	60 HZ	ANCHO:	ENTRE 6" Y 21.5"
CONSUMO:	1.9 A	ALTO:	ENTRE 4.75" Y 24.5"
RESISTENCIA E.		TIPO AJUSTE:	MANUAL
CONTROLES:			
CAPACIDAD:	HASTA 30 CAJAS POR MINUTO		
CRITICIDAD:	SEMI CRITICO	TIPO DE MANT.	CORRECTIVO, Y PREVENTIVO
OBSERVACIONES:			

ANEXO 18. COMPRESOR

FICHA TECNICA DE EQUIPO			
COMPRESOR		MOLINERA TESIS	
DATOS DEL EQUIPO		CODIGO:	0102CA00
		IMAGEN	
PROVEEDOR:	ECUAIRE S.A.		
PROCEDENCIA:	SUECO		
DESCRIPCIÓN:	COMPRESOR DE AIRE		
MARCA:	ATLAS COPCO		
MODELO:	COMP. DE PISTON LF		
AÑO DE FABRIC.	2008		
POSEE MANUAL:	SI		
AÑO INSTALAC:	2009		
COLOR:	AZUL		
# DE SERIE:	C223241LF		
CARACTERISTICAS TECNICAS		MOTOR ELECTRICO	
DESPLAZAMIENTO	15 CFM (425 L/MIN)	POTENCIA	3 HP
PRESION	100 - 140 PSI	VOLTAJE	220 VOLTIOS, DOS POLOS
TANQUE	178 LITROS	RPM	1200
U. COMPRESORA	1 ETAPA, 2 PISTONES	NIVEL SONOR	76 dB. A 1 METRO DE DIST.
PESO:	99 Kg.	SIST. ENCENDIDO	DIRECTA CON SWITCH ON/OFF
ACCIONAMIENTO	POR CORREAS		
CRITICIDAD:	SEMI CRITICO	TIPO DE MANT.	CORRECTIVO, Y PREVENTIVO
OBSERVACIONES:			

ANEXO 19. TORRE DE ENFRIAMIENTO

FICHA TECNICA DE EQUIPO			
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO		MOLINERA TESIS	
DATOS DEL EQUIPO		CODIGO:	0102SE00
		IMAGEN	
PROVEEDOR:	MOLINERA TESIS		
PROCEDENCIA:	ECUATORIANA		
DESCRIPCIÓN:	TORRE ENFRIAMIENTO		
MARCA:	NA		
AÑO DE FABRIC.	2004		
POSEE MANUAL:	NO		
AÑO INSTALAC:	2004		
COLOR:	BLANCO Y PLATA		
# DE SERIE:	NA		
DIMENSIONES:	60 x 40 x 100 Cm		
BOMBA ELECTRICA		VENTILADOR AXIAL	
MARCA:	Pedrollo	DIAMETRO:	250 mm.
MODELO:	CPm 600	CAUDAL:	0.38 m3/S
CAUDAL MAX. :	60 Litros/min.	POTENCIA:	0.050 kW
TEMP. FLUIDO	Hasta + 60 Grados C	VOLTAJE:	110 V. Monofásico
POTENCIA:	0.37 kW	RPM/PESO:	1800 RPM / 5 kg.
VOLTAJE:	110 V. Monofásico	NIVEL DE RUIDO:	62 dB.
OTROS:	Modulo de relleno de PVC, y Dos rociadores de agua de 1/2"		
CRITICIDAD:	SEMI CRITICO	TIPO DE MANT.	CORRECTIVO, Y PREVENTIVO
OBSERVACIONES:			

ANEXO 20. MONTACARGAS ELECTRICO

FICHA TECNICA DE EQUIPO			
MOTACARGAS		MOLINERA TESIS	
DATOS DEL EQUIPO		CODIGO:	0103ME00
		IMAGEN	
PROVEEDOR:	APY		
PROCEDENCIA:	USA		
DESCRIPCIÓN:	MONTACARGAS ELECT.		
MARCA:	YALE		
MODELO:	ERP030-040VT		
AÑO DE FABRIC.	2006		
POSEE MANUAL:	SI		
AÑO INSTALAC:	2007		
COLOR:	AMARILLO Y NEGRO		
# DE SERIE:	2A183397		
CAP. DE CARGA:	4000 LIBRAS		
DIMENSIONES			
ANCHO TOTAL:	43.9 PULGADAS	TIPO:	LEAD ACID
LARGO TOTAL:	74.9 PULGADAS	VOLTAJE:	48 V
ALTURA TOTAL:	81.5 PULGADAS	TIEMPO DE DESCARGA:	6 HORAS
RADIO DE GIRO:	62.1 PULGADAS	PESO:	1650 LIBRAS
CRITICIDAD:	CRITICO	TIPO DE MANT.	CORRECT., PREVENT., Y PREDICT.
OBSERVACIONES:			

ANEXO 21. CHECK LIST DE INSPECCIÓN DIARIA DE LIMPIEZA

INSPECCIÓN DIARIA DE LIMPIEZA		
AREA: Molienda <input type="checkbox"/> Empacado <input type="checkbox"/> Mantenimiento <input type="checkbox"/>	FECHA:	
Factor Evaluado	SI	NO
¿Existe presencia de fundas, sacos o desechos en lugares no apropiados?		
¿Existe algún tipo de fluidos derramado sobre: piso, mesas, etc.?		
¿Existen depósitos para la recolección de basura?		
¿Los depósitos de desechos están en buen estado?		
¿Los depósitos de desechos poseen tapa?		
¿Los desechos son desalojados oportunamente?		
¿Están a la mano los recursos necesarios para mantener la limpieza?		
¿Existe tela de araña en el área de trabajo?		
¿Se encuentran los equipos de producción limpios?		
¿Se limpia el área de trabajo al inicio y final de la jornada laboral?		
¿Se mantiene limpia el área de trabajo?		
¿La patrulla 5S realiza inspecciones periódicas?		
¿Se mantiene el orden establecido según las 5S?		
¿Existen equipos sin utilizar en el área de trabajo?		
¿Permanecen cerradas las tolvas de las líneas de producción?		
¿Existe presencia anormal de polvo en el piso y/o aire?		

ANEXO 22. INFORME DE PATRULLA 5'S

INFORME DE PATRULLA 5'S		
Integrantes de la Patrulla:		
Área Visitada:		
Existe algun(a)	No Conformidad <input type="checkbox"/>	Punto a Resaltar <input type="checkbox"/>
Detalle de la no conformidad: _____		
Detalle del Punto a Resaltar: _____		
Área Visitada:		
Existe algun(a)	No Conformidad <input type="checkbox"/>	Punto a Resaltar <input type="checkbox"/>
Detalle de la no conformidad: _____		
Detalle del Punto a Resaltar: _____		
Firmas de los Integrantes de la Patrulla:		

ANEXO 23. REPORTE DE AVERIA Y DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

REPORTE DE AVERIA Y DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO			
REPORTE INICIAL DEL DAÑO			
Reportado por:		Fecha:	Hora:
Equipo afectado:		Código:	
Daño:			
Área:		Recibido por:	
ASIGNACIÓN DE TÉCNICO RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO			
Fecha:	Hora:	Nombre del Técnico Asignado:	Firma de Técnico Asignado:
RESULTADO DEL MANTENIMIENTO			
Fue necesario la contratación de mano de obra especializada:		SI	No
Parte(s) del equipo averiada(s) o afectada(s):			
Descripción del Daño:			
Posibles motivos del Daño:			
Acción Correctiva Ejecutada:			
Recomendaciones Preventivas:			
ENTREGA DE EQUIPO REPARADO			
Fecha:	Hora:	Nombre del Técnico Asignado:	Firma de Técnico Asignado:
<hr style="width: 100%;"/> Firma de Contratista		<hr style="width: 100%;"/> Firma del Operador del Equipo	

ANEXO 25. PARADAS NO PLANIFICADAS

DATOS DE PARADAS NO PLANIFICADAS (MINUTOS)									
SETUP 1	SETUP 2	AJUSTE 1	AJUSTE 2	AJUSTE 3	AJUSTE 4	AJUSTE 5	MANTENIMIENTO 1	ABASTECIMIENTO	
95	19	15	18	8	30	17	20	40	
20	21	14	24	6	28				
30	7	9	15	5	15				
95	11	3	20	15	15				
75	3	7	12	8	31				
	8	4	24	6	15				
	17	10	15	10	15				
	15	15	28	10					
	14		11	6					
	10		20	3					
	13			5					
	15			6					
	15			5					
	15			10					
	10			12					
	5			11					
	13			10					
	15			4					
	7			3					
	10			5					
	6			8					
	11			8					
	4								
	5								
	12								
	6								
	14								
	8								
	10								
	12								
	3								
	17								
	21								
	15								
	19								
	13								
TOTAL	315	419	77	187	164	149	17	20	40
MEDIA	63,00	11,64	9,63	18,70	7,45	21,29	17,00	20,00	40,00
VARIANZA									

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
SETUP 1	Configuración de presentación de Avena (Peso diferente)
SETUP 2	Cambio de rollo o bobina (Funda o Empaque)
AJUSTE 1	Configuración de agujas mordaza horizontal (Perforaciones Grandes)
AJUSTE 2	Limpieza del cabezal de maquina impresora de códigos (Mala impresión)
AJUSTE 3	Limpieza del sistema de manos (Por arraste de plastico)
AJUSTE 4	Cambio de teflon de mordaza horizontal (Mal sellado)
AJUSTE 5	Obstrucción del transportador de harina
MANTENIMIENTO 1	Cambio de maquina impresora de códigos (Mala codificación)
ABASTECIMIENTO	Abastecimiento de insumos

ANEXO 26. TARJETA ROJA

TARJETA ROJA	
FECHA: __ / __ / 20__	TARJETA # : 000 - 001
AREA: _____	
NOMBRE DEL ARTICULO (CANTIDAD): _____ _____	
RAZÓN: Averiado () Uso Poco Frecuente ()	Útil para Otra Área () Innecesario ()
SOLUCION PROPUESTA: _____ _____ _____	
ELABORADO POR: _____	

ANEXO 27. SEGUIMIENTO DE MEJORAS ENFOCADAS

SEGUIMIENTO DE PROYECTOS DE MEJORA ENFOCADA					Elaborado por:	
					Fecha de Ultimo Seguimiento:	
#	NOMBRE DEL PROYECTO	RESPONSABLE	INICIO	FIN	CUMPLIDO (%)	OBSERVACIÓN
1	Proyecto de Mejora 1					
1.1	Actividad 1					
1.2	Actividad 2					
1.3	Actividad 3					
1.4	Actividad 4					
1.5	Actividad 5					
1.n	Actividad n					
2	Proyecto de Mejora 2					
2.1	Actividad 1					
2.2	Actividad 2					
2.3	Actividad 3					
2.4	Actividad 4					
2.5	Actividad 5					
2.n	Actividad n					
3	Proyecto de Mejora 2					
3.1	Actividad 1					
3.2	Actividad 2					
3.3	Actividad 3					
3.4	Actividad 4					
3.5	Actividad 5					
3.n	Actividad n					

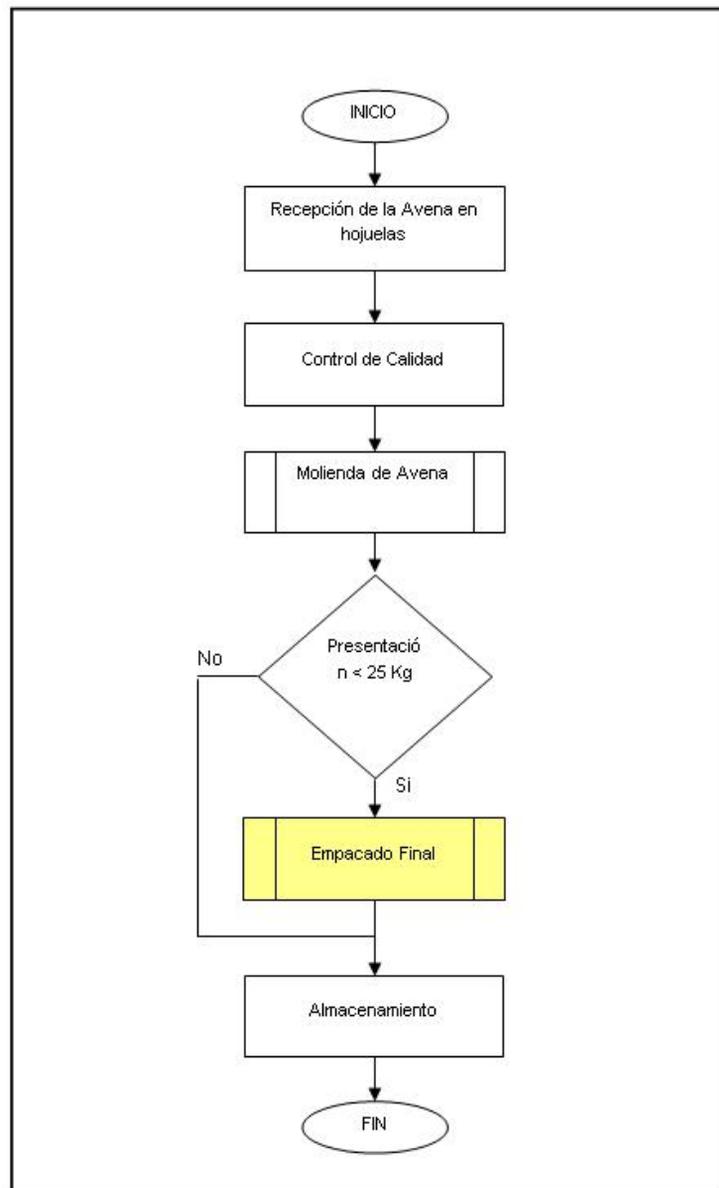
ANEXO 28. PROYECTOS DE MEJORA DE CALIDAD

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO DE MEJORA		
PROCESO:	ÁREA:	
ALCANCE:		
OBJETIVO GENERAL:		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
ACTIVIDADES	EQUIPOS UTILIZADOS	
1.	1.	
2.	2.	
3.	3.	
4.	4.	
5.	5.	
6.	6.	
7.	7.	
8.	INDICADORES	
9.	VALOR ACTUAL	VALOR OBJETIVO
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
MATERIAS PRIMA REQUERIDAS	PERSONAL OPERATIVO DEL PROCESO	
1.	1.	
2.	2.	
3.	3.	
4.	4.	
5.	5.	
EQUIPO DE TRABAJO PARA EL PROYECTO DE MEJORA		
NOMBRE	ÁREA	
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
FECHA DE INICIO:	FECHA DE FIN:	

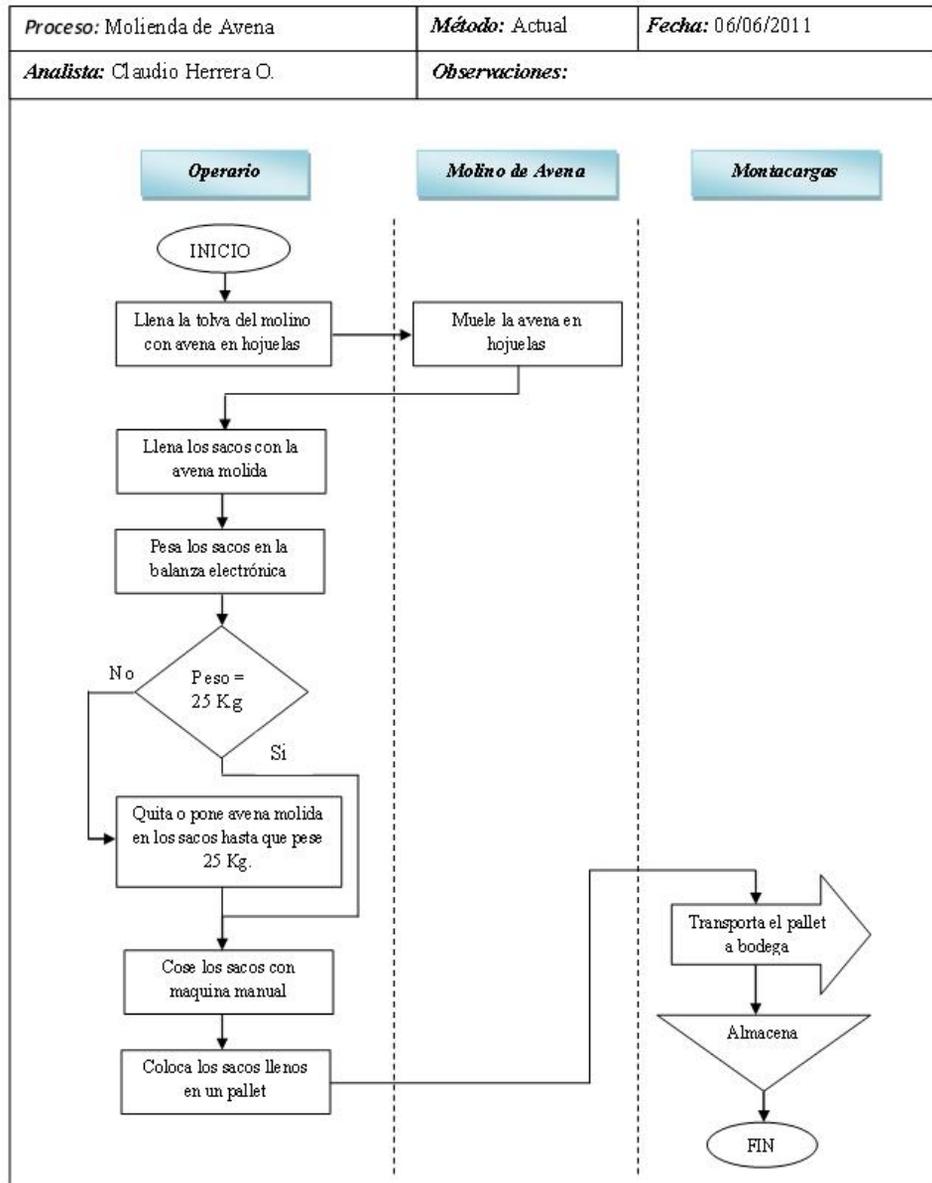
ANEXO 29. CONDICIÓN IDEAL DE LAS 4M

CONDICIÓN IDEAL DE LAS 4M			
PROCESO:		ÁREA:	
ALCANCE:			
OBJETIVO GENERAL:			
APROBADO POR:		FECHA DE ELABORACIÓN:	
METODO (PROCESO)		MAQUINARIA	
1.		FACTOR	MINIMO
2.	1.		
3.	2.		
4.	3.		
5.	4.		
6.	5.		
		MATERIA PRIMA	
7.		FACTOR	MINIMO
8.	1.		
9.	2.		
10.	3.		
11.	4.		
12.	5.		
13.	6.		
14.	7.		
15.			
		MANO DE OBRA	
16.		FACTOR	MINIMO
17.	1.		
18.	2.		
19.	3.		
20.	4.		
21.	5.		
22.	6.		
23.			
EQUIPO MANTENIMIENTO DE CALIDAD			
NOMBRE		FIRMA	
1.			
2.			
3.			

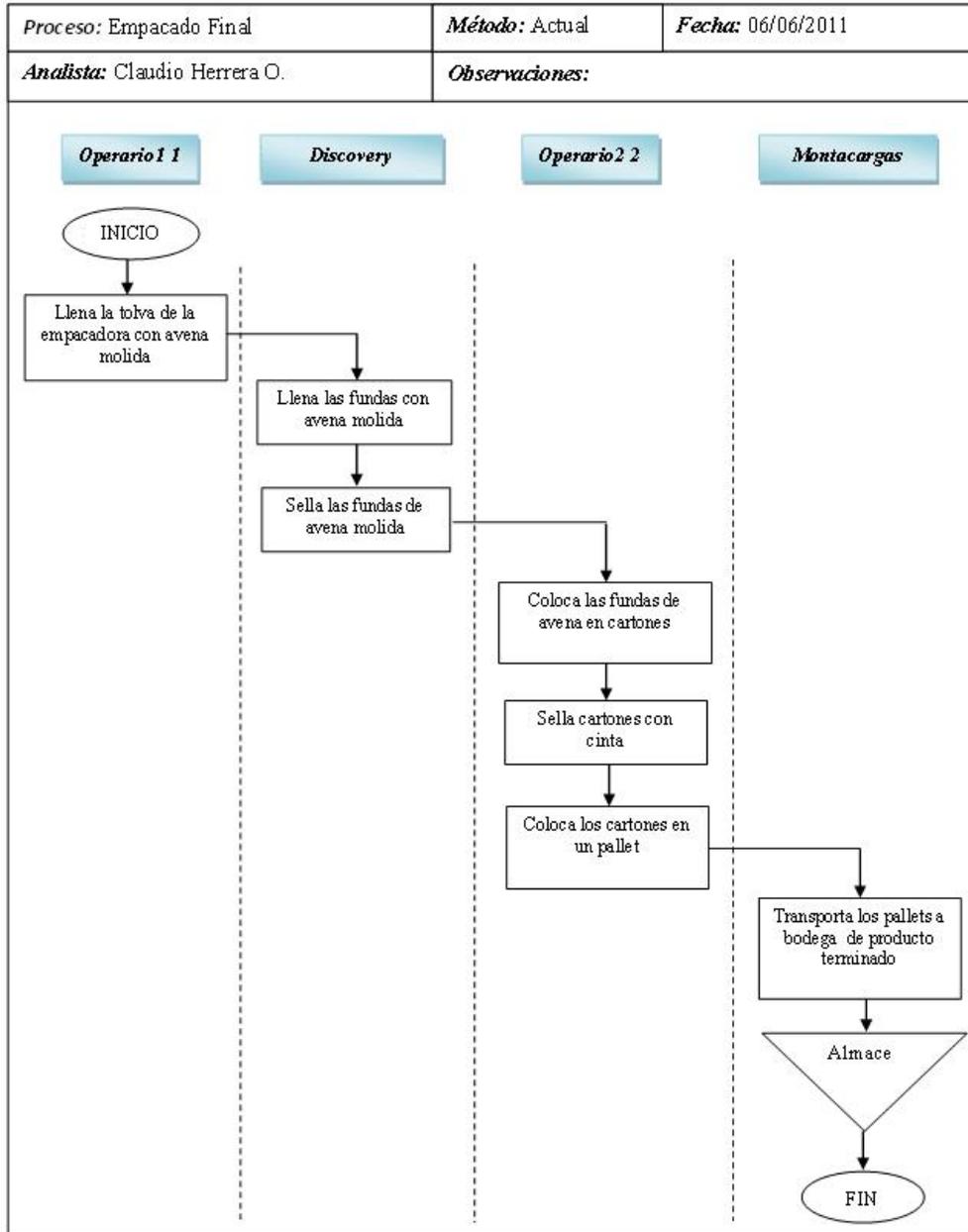
ANEXO 30. ELABORACIÓN DE AVENA MOLINA



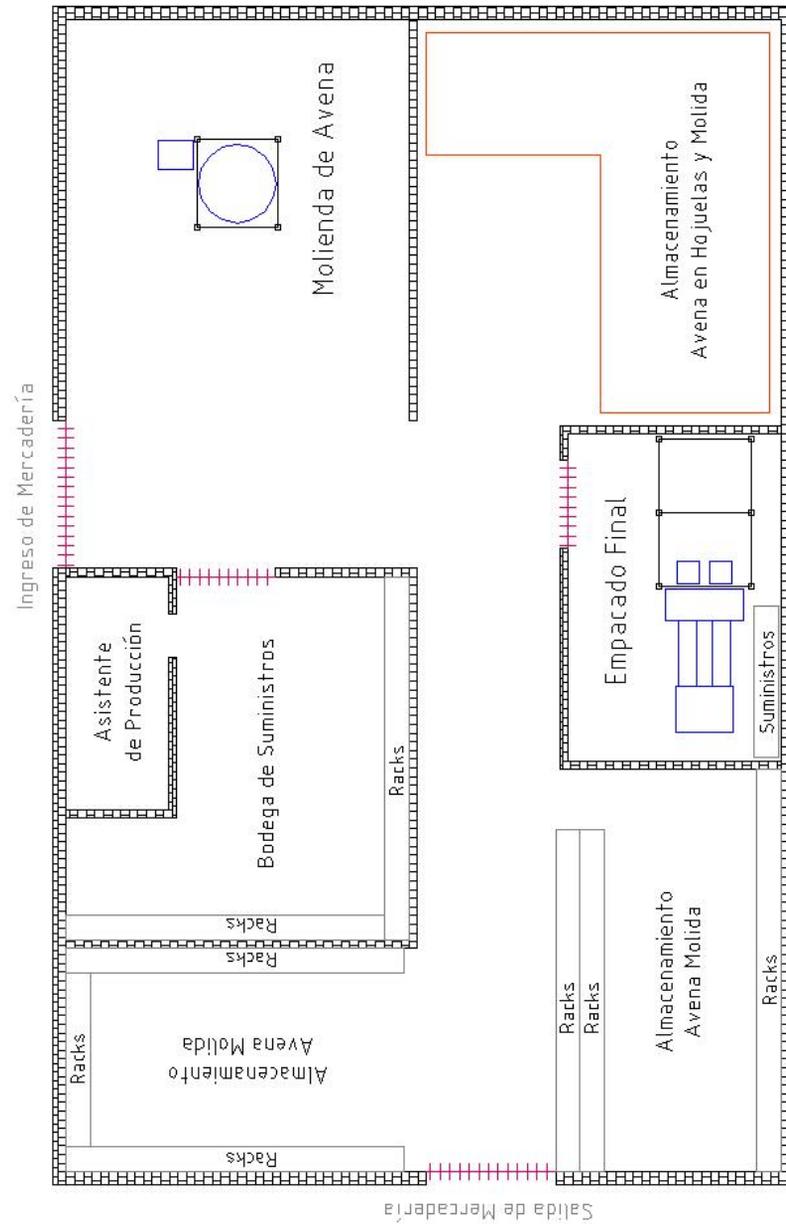
ANEXO 31. PROCESO DE MOLIENDA DE AVENA



ANEXO 32. PROCESO DE EMPACADO DE AVENA



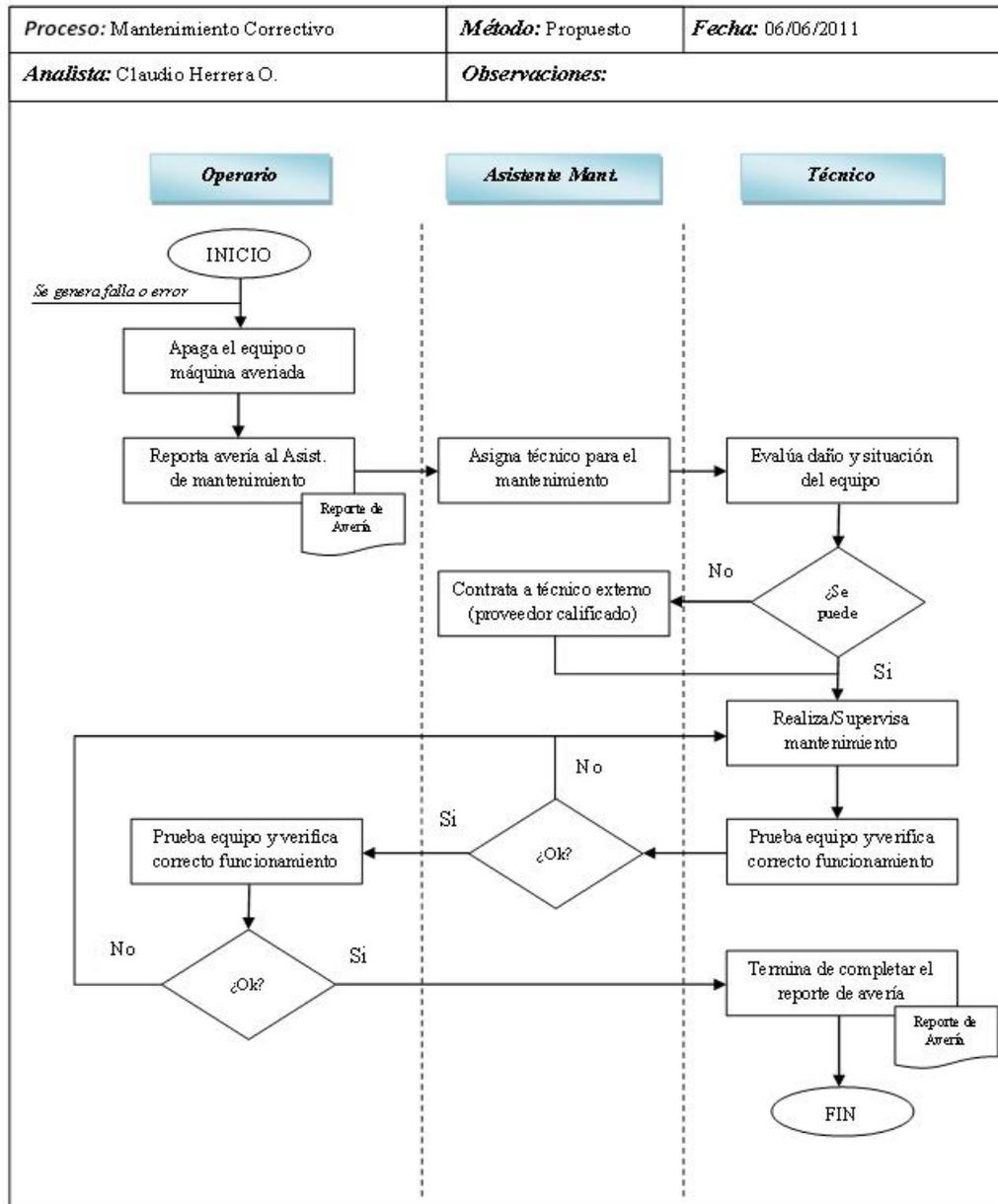
ANEXO 33. LAYOUT ACTUAL DE LAS INSTALACIONES



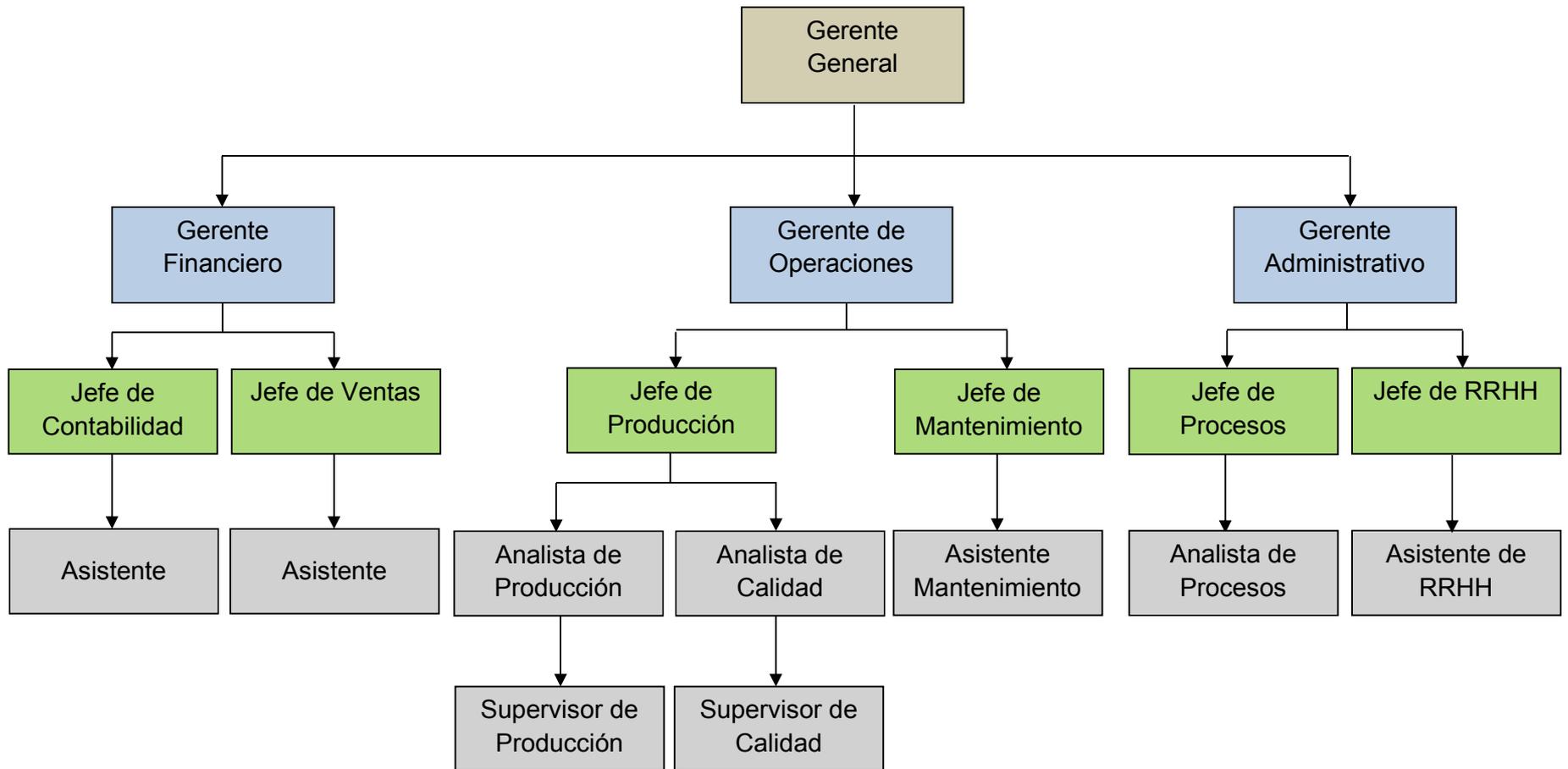
ANEXO 34. CHECK LIST PARA AUDITORIA TPM

AUDITORIA DE IMPLMETACIÓN DEL MA Y TPM					
Auditor:					
Fecha:	Hora de Inicio:	Hora de Fin:			
1 Aspectos Generales			Si	No	P
1.1	El personal del área conoce a los integrantes del Equipo MA				
1.2	El personal del área conoce los objetivos del MA				
1.3	El personal del área conoce la Política de Sistema de Gestión TPM				
1.4	El personal del área conoce a los integrantes del Equipo TPM				
1.5	El personal del área conoce los objetivos del Sistema TPM				
2 Primer S "Clasificar"			Si	No	P
2.1	Se identificaron los elementos innecesarios del área de trabajo				
2.2	Se clasificaron los elementos determinados como innecesarios				
2.3	Se eliminaron los elementos totalmente innecesarios				
2.4	Se repararon los elementos clasificados como averiados				
2.5	Se reubicaron los elementos necesarios para otra área				
3 Segunda S "Ordenar"			Si	No	P
3.1	Se respeta el lugar pre-establecido para cada equipo y herramienta				
3.2	Existe la cantidad mínima necesaria de equipos y herramientas				
3.3	Se mantiene ordenada el área de trabajo				
3.4	Se encuentra disponible el Layout de la distribución física del área				
3.5	Se encuentra visible el Layout de la distribución física del área				
3.6	Se utiliza el registro de Salida/Ingreso de herramientas (Mantenimiento)				
4 Tercer S "Limpieza"			Si	No	P
4.1	Se encuentra limpia el área de trabajo				
4.2	Se han eliminado las fuentes generadoras de suciedad				
4.3	Se han establecido y se conocen las metas de limpieza				
4.4	Existen y están disponible los procedimientos de limpieza				
4.5	El personal del área conoce los procedimientos de limpieza				
4.6	Se está utilizando el Check List Diario de Limpieza				
5 Cuarta S "Estandarización"			Si	No	P
5.1	Se han conservado los logros alcanzados con las 3 primeras S				
5.2	Se respetan los estándares establecidos				
5.3	Se encuentran documentados y disponibles los estándares establecidos				
5.4	El personal del área conoce los estándares establecidos				
6 Quinta S "Disciplina"			Si	No	P
6.1	Existen reportes generados por la Patrulla 5'S				
6.2	La gerencia a realizado alguna inspección en el lugar de trabajo				
6.3	Se realizan charlas semanales referente a las 5'S y TPM				
7 ¿Existe alguna no conformidad adicional?			Si	No	P
				
				
				
8 Firmas de Responsables					
	Auditor				
	Jefe del Área Auditada				

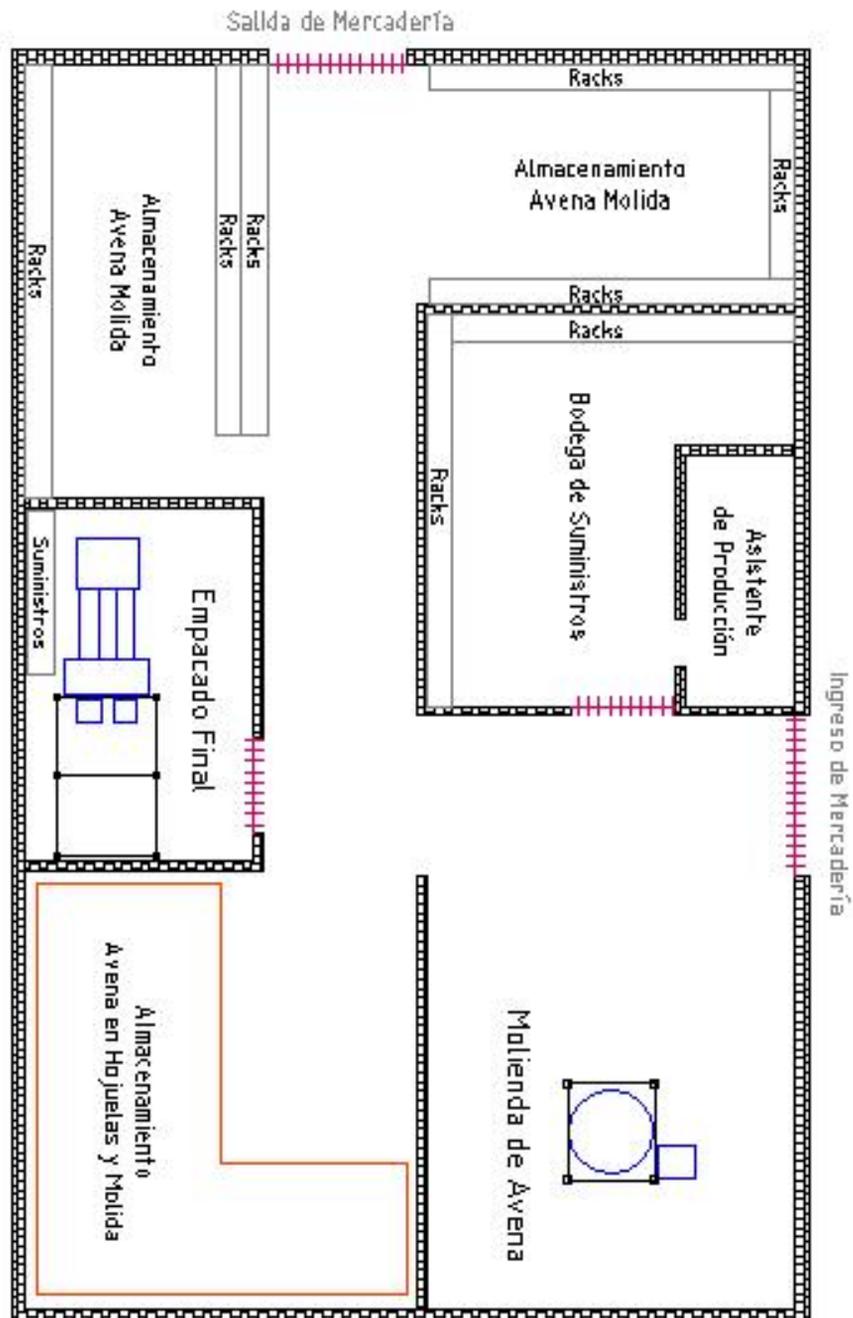
ANEXO 35. PROCESO MANTENIMIENTO CORRECTIVO



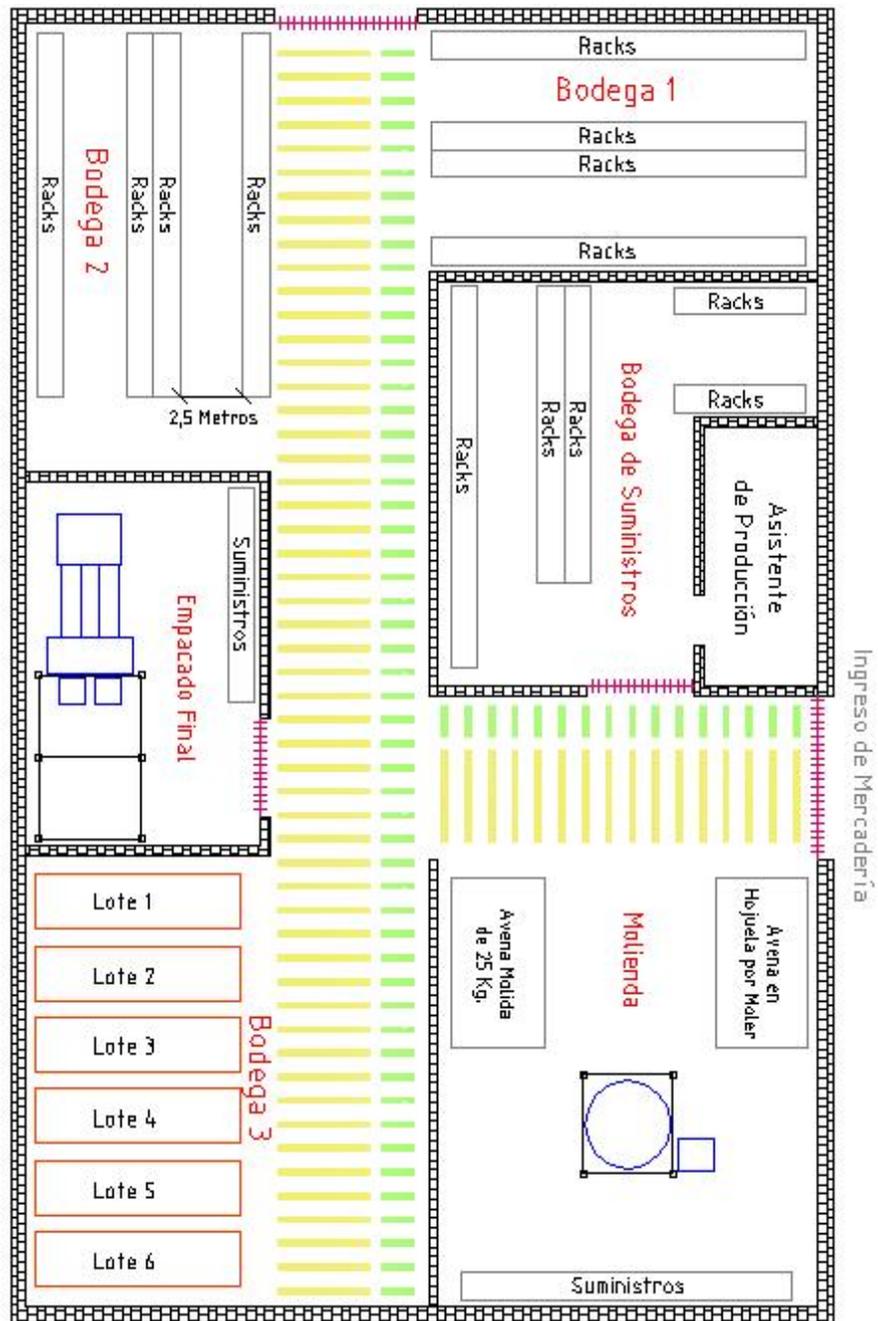
ANEXO 36. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL



ANEXO 38. PLANO 1 - LAYOUT ACTUAL DE LA PLANTA



ANEXO 39. PLANO 2 - LAYOUT PROPUESTO DE LA PLANTA



BIBLIOGRAFÍA

1. GARCÍA P., “Administración y Gerencia de Mantenimiento Industrial”, www.books.google.com, Diciembre, 2008.
2. GARCÍA P., “La Esencia del TPM”, www.books.google.com, Diciembre, 2008.
3. SHIROSE K., *TPM Para Mandos Intermedios*, Segunda Edición, Productivity Press, Inc. Portland, USA, 2000.
4. NAKAJIMA S., “TPM – Development Program Implementing Total Productive Maintenance”, www.books.google.com, Diciembre, 2008.
5. REY F., “TPM Proceso de Implantación y Desarrollo”, www.books.google.com, Enero, 2009.
6. GONZÁLEZ J., “Mantenimiento Industrial Avanzado”, www.books.google.com, Enero, 2009.
7. HORACIO J., “Las 7 Herramientas Básicas de la Calidad”, www.books.google.com, Enero, 2009.

8. CUATRECASAS L., "Organización de la Producción y Dirección de Operaciones". www.books.google.com. Enero, 2009.
9. RODELLAR A., "Seguridad e Higiene en el Trabajo", www.books.google.com, Enero, 2009.
10. GÓMEZ C., www.scribd.com. Enero, 2009.
11. REY F., "Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa", www.books.google.com, Enero, 2009.
12. VARGAS R., "Manual de Implementación del Programa 5S", www.eumed.net, Septiembre, 2011.
13. CAMPANELLA J., "Principios de los Costes de la Calidad", www.books.google.com, Septiembre, 2011.
14. ROMERO R., ZÚNICA L., "Métodos Estadísticos en Ingeniería", www.books.google.com, Septiembre, 2011.
15. CAROT A., "Control Estadístico de la Calidad". www.books.google.com, Septiembre, 2011.
16. NATH B., "Maquinaria para el Procesamiento de Cosechas", www.books.google.com, Septiembre, 2011.
17. www.mikropul.com, Octubre del 2011.

18. MARTÍN S., AYUGA E., GONZALEZ C., MARTÍN A., “Guía Completa de Statgraphics”, www.books.google.com, Noviembre del 2011.
19. MORA L., “Material Proporcionado en Seminario de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad”, Medellín-Colombia, 2002.