

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“MEJORA DE LA EFICIENCIA DE UNA LÍNEA DE ENVASADO DE
CAMELO EN LA EMPRESA MOLITALIA S.A. APLICANDO LA
METODOLOGÍA TPM”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

ANDREA CAROLINA PINTO PAREJA

LIMA - PERÚ

2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**“MEJORA DE LA EFICIENCIA DE UNA LÍNEA DE ENVASADO DE
CAMELO EN LA EMPRESA MOLITALIA S.A. APLICANDO LA
METODOLOGÍA TPM”**

Presentado por:

ANDREA CAROLINA PINTO PAREJA

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Dr. Milber O. Ureña Peralta
PRESIDENTE

Dra. Laura Linares García
MIEMBRO

Mg. Sc. Diana M. Nolazco
Cama
MIEMBRO

Dr. Luis F. Vargas Delgado
ASESOR

Lima - Perú

2022

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. OEE: EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS	3
2.1.1. DISPONIBILIDAD	3
2.1.2. RENDIMIENTO.....	4
2.1.3. CALIDAD	5
2.2. METODOLOGÍA TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)	5
2.2.1. PILARES DE TPM.....	6
2.3. FILOSOFÍA 5S.....	15
2.3.1. SEIRI – CLASIFICAR/SELECCIONAR	16
2.3.2. SEITON – ORDENAR.....	16
2.3.3. SEISO – LIMPIAR.....	17
2.3.4. SEIKETSU – ESTANDARIZAR.....	17
2.3.5. SHITSUKE - DISCIPLINA Y HÁBITO	17
III. METODOLOGÍA	19
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	19
3.2. MATERIALES	19
3.2.1. CARAMELO DE MENTA	19
3.2.2. ENVASE.....	19
3.2.3. EMBALAJE	20
3.3. EQUIPOS	21
3.4. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE ENVASADO	27
3.5. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE TPM.....	27
3.5.1. ETAPA 1	29
3.5.2. ETAPA 2	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. DIAGNÓSTICO	45
4.1.1. DISPONIBILIDAD	46
4.1.2. RENDIMIENTO.....	46
4.1.3. CALIDAD	47
4.2. EVALUACIÓN DE MATERIAL DE ENVASE	53
4.2.1. ESTRUCTURA REFERENCIAL	55

4.2.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	55
4.2.3. CONTROL DE CALIDAD	57
4.2.4. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE EMBALAJE.....	58
4.2.5. ROTULACIÓN	58
4.3. EVALUACIÓN DEL PRODUCTO	58
4.3.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	59
4.3.2. CONTROL DE CALIDAD	60
4.4. RESULTADOS DE LAS CAPACITACIONES	60
4.5. OEE.....	62
4.5.1. DISPONIBILIDAD	63
4.5.2. RENDIMIENTO.....	63
4.5.3. CALIDAD	64
4.6. COMPETENCIAS PROFESIONALES	67
V. CONCLUSIONES	69
VI. RECOMENDACIONES	71
VII. BIBLIOGRAFÍA	72
VIII. ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pilares de la metodología TPM.....	7
Figura 2: Seleccionador	22
Figura 3: Detector de metales.....	22
Figura 4: Elevador	23
Figura 5: Pesadora	23
Figura 6: Componentes principales de la pesadora	24
Figura 7: Envasadora.....	24
Figura 8: Componentes principales de la envasadora	25
Figura 9: Faja transportadora.....	25
Figura 10: Mesa de empaqueo	26
Figura 11: Encajadora.....	26
Figura 12: Organigrama inicial del área de TPM	28
Figura 13: Organigrama final del área de TPM.....	28
Figura 14: Organigrama de los pilares de TPM	32
Figura 15: Pasos para la implementación del pilar de Mejora Enfocada	34
Figura 16: Pasos para la implementación del pilar de Mantenimiento Autónomo	36
Figura 17: Pasos para la implementación del pilar de Mantenimiento Planificado	41
Figura 18: Pasos para la implementación del pilar de Formación y Entrenamiento	43
Figura 19: Porcentaje de bobinas defectuosas	53
Figura 20: Variación del gramaje del material de envase en Abril 2016	54
Figura 21: Variación del gramaje del material de envase en Abril 2019	54
Figura 22: Proporción de producto con diámetro entre 11,1 y 12 mm.....	59
Figura 23: Tiempo medio para reparar	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Pasos del pilar de mejora enfocada	8
Tabla 2: Pasos del pilar de mantenimiento autónomo.....	10
Tabla 3: Pasos del pilar de mantenimiento planificado.....	12
Tabla 4: Pasos del pilar de formación y entrenamiento.....	13
Tabla 5: Información para el cálculo del OEE en Abril del año 2016	45
Tabla 6: Detenciones registradas en Abril del año 2016.....	45
Tabla 7: Distribución de pérdidas de la línea Volpak en Abril del año 2016.....	48
Tabla 8: Planes de acción de la pérdida por rendimiento	49
Tabla 9: Planes de acción de la pérdida por limpieza.....	50
Tabla 10: Planes de acción de la pérdida por ajustes/regulaciones	51
Tabla 11: Planes de acción de la pérdida por cambio de bobina.....	52
Tabla 12: Estructura del envase.....	55
Tabla 13: Especificaciones técnicas del envase	56
Tabla 14: Frecuencia de control de las especificaciones técnicas	57
Tabla 15: Especificaciones técnicas del producto	59
Tabla 16: Frecuencia de control de las especificaciones técnicas	60
Tabla 17: Información para el cálculo del OEE en Abril del año 2019	62
Tabla 18: Detenciones registradas en Abril del año 2019.....	62
Tabla 19: Distribución de pérdidas de la línea Volpak en el año 2019.....	65
Tabla 20: Clasificación del OEE	65
Tabla 21: Competencias técnicas	68
Tabla 22: Competencias transversales.....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: PLAN MAESTRO DE IMPLEMENTACIÓN	76
ANEXO 2: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN TPM.....	78
ANEXO 3: RESPONSABILIDADES DE LOS LÍDERES Y FACILITADORES DE PILARES DE TPM	79
ANEXO 4: FORMATO DE MINUTA DE REUNIONES	83
ANEXO 5: PLAN DE MANTENIMIENTO	84

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional muestra la mejora de la eficiencia de la línea de envasado de caramelo de menta (21 gramos) en la empresa Molitalia S.A. mediante la implementación de la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM). En Abril del 2016 la línea contaba con una eficiencia global del equipo (OEE, por sus siglas en inglés) de 67 por ciento; siendo las principales pérdidas debido a las fallas mecánicas y eléctricas, detenciones por limpieza, regulaciones y cambio de bobina, bajo rendimiento de la línea, entre otras causas. Se trazó la meta de alcanzar un valor de OEE de 90 por ciento después de tres años. La implementación tuvo dos etapas, en la primera se buscó el compromiso de la gerencia y de todos los miembros del área y, en la etapa 2, se procedió a implementar los cuatro pilares seleccionados de la Metodología de TPM: Mejora Enfocada, Mantenimiento Planeado, Mantenimiento Autónomo y, Formación y Entrenamiento; además, adicional a los pilares, se trabajó también con la Filosofía 5 “S”. Al implementar el pilar de Formación y Entrenamiento se brindaron capacitaciones al personal con el objetivo de mejorar sus habilidades y conocimientos, con lo cual, se logró reducir el tiempo de reparación de los equipos por parte del personal técnico de 70 minutos a 46 minutos. Como parte de la implementación del pilar de Mantenimiento Planificado se analizaron las fallas y se elaboró el plan de mantenimiento preventivo, lo cual permitió reducir la pérdida por fallas mecánicas y eléctricas de 5,2 por ciento a 1,1 por ciento. El pilar de Mejora Enfocada trabajó sobre las principales pérdidas de la línea por medio del trabajo en grupos, los cuales utilizaron diversas herramientas de análisis como el ciclo CAPDo, las cuales permitieron reducir las pérdidas por limpieza de 4,6 por ciento a 1,6 por ciento; la pérdida por regulaciones de 2,9 por ciento a 1,6 por ciento; la pérdida por cambio de bobina de 3,9 por ciento a 2,1 por ciento y la pérdida por rendimiento de 13,4 por ciento a 2,2 por ciento. Luego del período establecido, el OEE de la línea aumentó de 67,3 por ciento a 90,5 por ciento, logrando así la meta establecida.

Palabras claves: TPM, Filosofía 5 “S”, OEE, Mejora Enfocada, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planificado, Formación y Entrenamiento.

ABSTRACT

The present work of professional sufficiency shows the improvement in the efficiency of the mint candy packaging line (21 grams) in the company Molitalia S.A. through the implementation of the Total Productive Maintenance methodology (TPM). In April 2016 the line had an overall equipment efficiency (OEE) of 67 percent; being the main losses due to mechanical and electrical failures, stoppages due to cleaning, regulations and coil change, poor line performance, among other causes. A goal was set to achieve an OEE value of 90 percent after three years. The implementation had two stages, the first sought the commitment of management and all members of the area and, in stage 2, the four selected pillars of the TPM methodology were implemented: Focused Improvement, Planned Maintenance, Autonomous Maintenance and, Education and Training; furthermore, in addition to the pillars, the 5 “S” Philosophy was also used. By implementing the Education and Training pillar, training was provided to personnel in order to improve their skills and knowledge, thereby reducing equipment repair time by technical staff from 70 minutes to 46 minutes. As part of the implementation of the Planned Maintenance pillar, the failures were analyzed and the preventive maintenance plan was drawn up, which made it possible to reduce the loss due to mechanical and electrical failures from 5.2 percent to 1.1 percent. The Pillar of Focused Improvement worked on the main losses of the line through work in groups, which used various analysis tools such as the CAPDo cycle, which allowed reducing losses due to cleaning from 4.6 percent to 1.6 percent; the loss due to regulations from 2.9 percent to 1.6 percent; the coil change loss from 3.9 percent to 2.1 percent and the performance loss from 13.4 percent to 2.2 percent. After the established period, the line's OEE increased from 67.3 percent to 90.5 percent, thus achieving the established goal.

Keywords: TPM, 5 “S” Philosophy, OEE, Focused Improvement, Autonomous Maintenance, Planned Maintenance, Education and Training.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, en una sociedad industrializada y globalizada, la principal preocupación de las empresas es mantenerse en el mercado de forma rentable a través de la competitividad que puedan alcanzar (García, 2018). En relación a esto, Cuatrecasas y Torrell (2010) mencionan que los sistemas productivos, que durante varias décadas concentraron sus esfuerzos en el incremento de su capacidad de producción, están migrando cada vez más hacia la mejora de su eficiencia, que conduce a la producción necesaria en el momento justo con el mínimo empleo de recursos, es decir, sin desperdicios, buscando la satisfacción de los consumidores y de los trabajadores de la empresa. En consecuencia, se hace necesario implementar una metodología como TPM (Mantenimiento Productivo Total) que permita incrementar y mantener la eficiencia en los más altos niveles y ser más competitivos.

En Molitalia S.A., la planta de caramelos cuenta con un total de 36 líneas de producción que abarcan la elaboración de varios productos (caramelos duros, caramelos blandos, gomas, marshmallows, entre otros); de los cuales, el caramelo de menta (presentación de 21 gramos) es uno de los que cuenta con mayor demanda y, por lo tanto, se requería que los equipos involucrados en su elaboración tuvieran mayor eficiencia. En el primer trimestre del 2016, se evidenció una oportunidad de mejora en el área de envasado, ya que el equipo contaba con una eficiencia global del equipo (OEE, por sus siglas en inglés) de 67 por ciento; siendo las principales pérdidas debido a las fallas mecánicas y eléctricas, detenciones por limpieza, regulaciones y cambio de material de envase, paradas administrativas, y al bajo rendimiento de la línea.

Estas pérdidas ocasionaban: el incremento del stock de producto en proceso proveniente del área de elaboración al no tener capacidad de envasarlo en el tiempo requerido; incremento de los problemas de calidad e inocuidad por el almacenamiento del producto en espera en condiciones inadecuadas y por los constantes ajustes y regulaciones; el incumplimiento del plan de producción; la ocurrencia de accidentes debido al desconocimiento del maquinista en el manejo de algunos sistemas del equipo, entre otros. Además, algunas actividades como regulaciones, limpieza y cambios de material de envase, se desarrollaban en tiempos por encima de los establecidos debido a la falta de conocimiento del maquinista, falta de herramientas, defectos o deficiencias del equipo, etc.

Para lograr el incremento de la eficiencia, reducción de desperdicios y la mejora de la habilidad de los maquinistas, la empresa decidió implementar la metodología de TPM (Mantenimiento Productivo Total), la cual lleva a una empresa a ser de clase mundial por medio de la optimización de recursos, reducción significativa de los costos de producción, mejora en los tiempos de respuesta, obtención de productos y servicios de alta calidad, y mejora de los conocimientos y habilidades de los trabajadores. García (2011) afirma que la implementación de esta metodología permite el aumento de la disponibilidad y eficiencia del equipo, así como la reducción del número de fallas, defectos de producción y accidentes; integrando a cada persona de la organización. Además, a medida que aumenta la participación del personal, mejora la moral de éstos y; ya que los maquinistas se familiarizan con las herramientas y técnicas utilizadas en el proceso de resolución de problemas, la velocidad a la que se resuelven otro tipo de problemas aumenta. Adicional a ello, como la calidad del producto mejora, también lo hace la satisfacción del cliente.

Es por ello, que el presente trabajo se enfoca en incrementar la eficiencia de la línea de envasado de caramelo de menta (21 gramos) de la empresa Molitalia S.A. mediante la implementación de la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM). A fin de alcanzar lo antes mencionado, se requirió: evaluar el estado actual del equipo, diagnosticar y corregir las fallas estandarizando la operación; asegurar que las características del material de envase estén dentro de las especificaciones requeridas (de acuerdo a la ficha técnica); asegurar que las características del producto estén dentro de las especificaciones establecidas (de acuerdo a la ficha técnica); y definir un plan de capacitaciones orientadas a mejorar los conocimientos, habilidades y actitudes del personal vinculado al proceso.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. OEE: EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS

El OEE es un indicador que mide, en forma porcentual, la eficiencia global productiva con la que trabaja una máquina, planta industrial o proceso. El OEE es un estándar reconocido mundialmente y su implementación genera grandes ventajas en el proceso productivo ya que influye directamente en el rendimiento que se va a lograr. Gracias a él, se pueden reducir las paradas de las máquinas, identificar las causas por las que hay pérdidas de rendimiento (cuellos de botella y velocidades reducidas) y aumentar el índice de calidad del producto, minimizando la elaboración de productos defectuosos (Rodríguez, 2019).

Según Catari-Vargas et al. (2020) el OEE integra datos tales como la disponibilidad del equipamiento, el rendimiento y la tasa de calidad, siendo calculado con la fórmula siguiente:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad} \quad (1)$$

donde la explicación y cálculo de cada uno de sus componentes en una máquina es:

2.1.1. DISPONIBILIDAD

Proporción de tiempo que la máquina estuvo lista para operar o producir respecto al tiempo planificado de producción, es decir, mide el tiempo realmente productivo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TPdP} - \text{paradas no planificadas}}{\text{TPdP}} \quad (2)$$

donde TPdP: tiempo planificado de producción. Según Cruelles (2010), el TPdP es el tiempo total menos los períodos en los que no estaba planificado producir por razones legales, festivos, almuerzos, mantenimientos programados, etc., lo que se denominan paradas planificadas.

Según Rodríguez (2019) las paradas pueden ser de dos tipos:

- Planificadas. Las paradas planificadas son aquellos periodos en los que las máquinas no están produciendo porque se ha decidido que en esos periodos no se produzca. Por ejemplo: tareas de mantenimiento predictivo, verificaciones de calidad, descansos, ajustes, limpieza de la maquinaria, etc.
- No planificadas. Corresponden a los periodos en los que las máquinas no están trabajando por causas que no estaban previstas. Por ejemplo: falta de los materiales necesarios para que la máquina realice su trabajo, averías en las máquinas, falta de energía que la máquina necesita para funcionar, falta de personal que accione y controle dicha máquina.

2.1.2. RENDIMIENTO

Muestra el correcto aprovechamiento de la capacidad de la máquina en el tiempo que estuvo operativa. Las disminuciones del rendimiento son provocadas generalmente por pequeñas paradas o por variaciones de la velocidad, a valores menores que la capacidad nominal de la máquina (Catari-Vargas et al., 2020). La relación entre lo que se ha producido realmente y lo que se podría haber producido es el rendimiento (Rodríguez, 2019):

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Total de unidades producidas}}{\text{TdO} \times \text{Cn}} \quad (3)$$

donde Total de unidades producidas = (TdOxCn – unidades no producidas), siendo TdO: tiempo de operación y Cn: capacidad nominal. La capacidad nominal de la máquina es la que brinda el fabricante expresado en unidades producidas/unidad de tiempo (Catari-Vargas et al., 2020).

2.1.3. CALIDAD

La calidad mide la cantidad de unidades conformes (no defectuosas) que se producen con respecto a todas las que se han producido (Rodríguez, 2019). La calidad resulta de dividir las piezas buenas producidas por el total de piezas producidas (Catari-Vargas et al., 2020):

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Total de unidades buenas}}{\text{Total de unidades producidas}} \quad (4)$$

Tanto la Disponibilidad, el Rendimiento y la Calidad son valores entre 0 y 1, por lo tanto, el OEE también se encuentra en el rango [0; 1] pero se suele expresar en porcentaje (Catari-Vargas et al., 2020).

2.2. METODOLOGÍA TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)

El TPM surgió en Japón por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) en el año 1971 como respuesta a la necesidad de las empresas de disminuir sus costos de producción y aumentar la eficiencia de sus equipos. Este modelo toma el mantenimiento preventivo que se estaba desarrollando en Estados Unidos incorporando el concepto de participación de los operarios como responsables del estado de sus equipos (Rodríguez y Roncallo, 2013).

Este surgió y se desarrolló inicialmente en la industria automovilística y pronto pasó a formar parte de la cultura corporativa de empresas de otra corriente industrial que buscaban la implantación de este modelo. Las automotrices Toyota, Nissan y Mazda fueron las pioneras de esta filosofía (Suzuki, 1995). En los últimos años han estado incorporando el TPM un creciente número de plantas de industrias de alimentación, caucho, químicas, refinerías de petróleo, etc.

La definición del TPM por el JIPM es la siguiente: “El TPM se orienta a maximizar la eficacia del equipo “mejorar la eficiencia global” estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de amplio alcance que cubre la vida entera del equipo, involucrando a todas las áreas relacionadas con el equipo (planificación, mantenimiento, producción, etc.), con la

participación de todos desde la alta dirección hasta los operarios, para promover el mantenimiento productivo a través de la gestión de la motivación, o actividades de pequeños grupos voluntarios” (Rodríguez y Roncallo, 2013).

Esta definición incluye los siguientes componentes estratégicos (Suzuki, 1995):

- Crear una organización que maximice la eficacia de los sistemas productivos.
- Gestionar la planta como una organización que evite todo tipo de pérdidas (asegurando los cero accidentes, defectos y averías) en la vida entera del sistema de producción.
- Involucrar a todas las áreas en la implementación de TPM.
- Involucrar a todos en el proyecto, desde la alta dirección hasta los operarios de la planta.
- Direccionar todas las acciones hacia las “Cero-pérdidas”, apoyándose en las actividades de los pequeños grupos.

2.2.1. PILARES DE TPM

La estructura del TPM se sustenta en una estrategia organizacional iniciando desde la implementación de la filosofía de las 5 “S” para, por medio de los pilares, alcanzar los objetivos del TPM (Fernández y Rumi, 2014).

En la Figura 1 se muestran los ocho pilares de la metodología, los cuales se enfocan en la productividad, calidad y seguridad. A continuación, se describe cada uno de ellos:

a. MEJORA ENFOCADA (KOBETSU KAIZEN)

Tiene como propósito eliminar las pérdidas que se generan en un proceso productivo por medio de estrategias y actividades que estén correctamente direccionadas para atacar directamente la causa raíz de dichas pérdidas. El uso de herramientas de análisis que ayuden a identificar la causa raíz de las pérdidas es de vital importancia para el correcto desarrollo del pilar (Marulanda y Echandía, 2019).

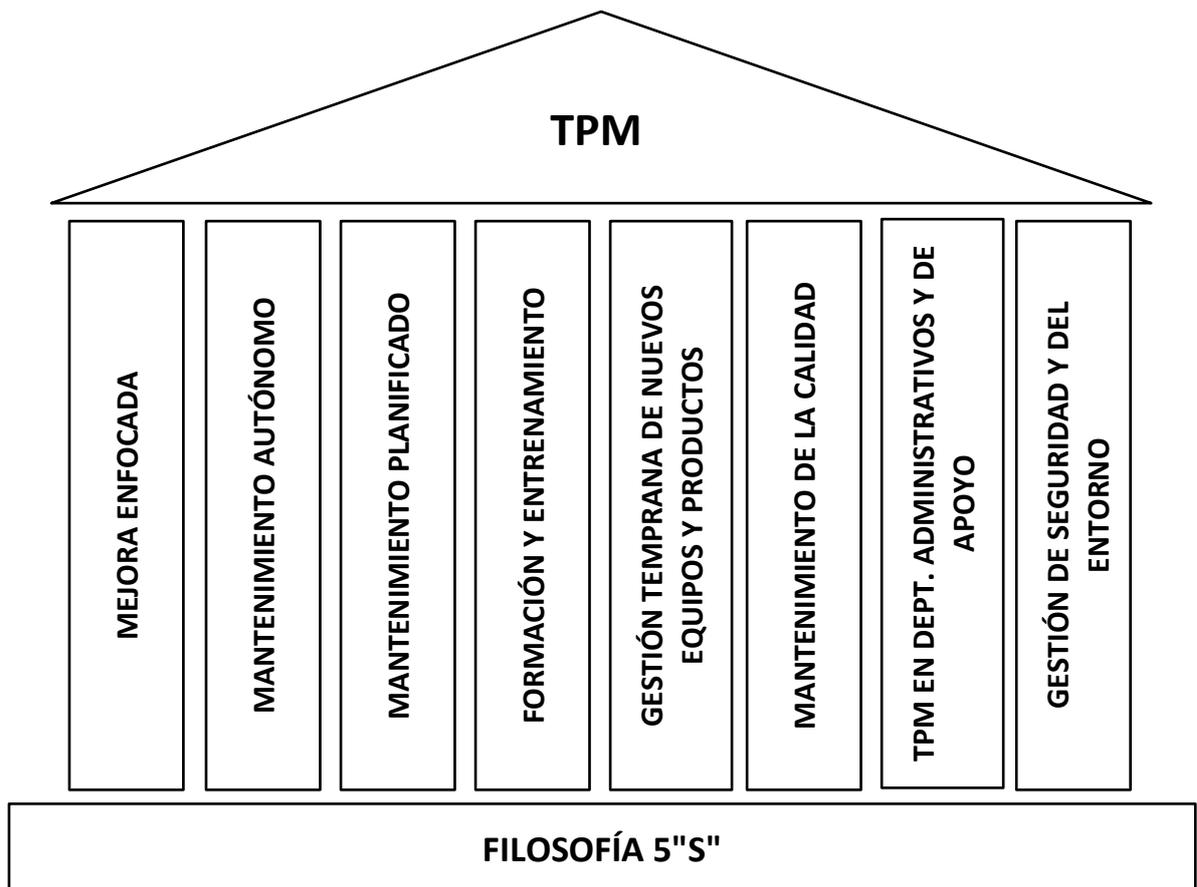


Figura 1: Pilares de la metodología TPM

FUENTE: Suzuki (1995)

Para hacer uso de estas herramientas de análisis, es necesario conocer previamente las pérdidas de la compañía, de forma organizada, con el fin de realizar un análisis detallado de cada una de ellas y así poder identificar sus causas y atacarlas. Es por ello que el árbol de pérdidas es una herramienta ampliamente utilizada y de gran importancia en el pilar de mejoras enfocadas, puesto que permite identificar, cuantificar, priorizar y gestionar las pérdidas en una compañía por medio de un análisis estructurado que resulte en la generación de estrategias (mejoras enfocadas) que permitan la eliminación desde la causa raíz de las pérdidas identificadas (Marulanda y Echandía, 2019).

Una vez calculadas las pérdidas, es necesario realizar una priorización con el objetivo de determinar cuáles son las de mayor impacto y comenzar a definir herramientas que ataquen sus causas (Mejoras Enfocadas) para eliminarlas parcial o completamente (Marulanda y Echandía, 2019).

Asimismo, es necesario desarrollar un indicador que no sólo permita medir el estado actual de los procesos y del pilar sino también identificar oportunidades de mejora, idear planes de acción para potenciar dicho indicador y generar conciencia. Es por esto que se propone el cálculo del OEE (Eficiencia Global de los Equipos), el cual permite identificar elementos claves que afectan la disponibilidad, la eficiencia o la calidad en un proceso, lo que puede traducirse directamente en una pérdida y así, plantear estrategias enfocadas en la eliminación de la causa raíz de las pérdidas identificadas (Marulanda y Echandía, 2019).

Según Suzuki (1995), todo este proceso se alcanza aplicando los ocho pasos de mejora enfocada los cuales se explican en la Tabla 1.

Tabla 1: Pasos del pilar de mejora enfocada

Paso	Actividades
Paso 1. Selección del tema o problema sujeto a estudio	1. Seleccionar el tema de mejora 2. Formar un equipo de trabajo
Paso 2. Comprender la situación	1. Identificar los procesos cuello de botella 2. Medir las fallas y otras pérdidas 3. Definir objetivos
Paso 3. Descubrir y eliminar anomalías	1. Identificar las anomalías. 2. Restaurar el deterioro del equipo y corregir las deficiencias. 3. Establecer las condiciones básicas del equipo.
Paso 4. Analizar causas	1. Estratificar y analizar las pérdidas. 2. Aplicar herramientas de análisis.
Paso 5. Plan de mejora	1. Diseñar ideas y propuestas de mejora
Paso 6. Implementar mejoras	1. Ejecutar el plan de mejora. 2. Estandarizar procedimientos de trabajo para la situación mejorada.
Paso 7. Evaluar resultados	1. Evaluar los resultados en el tiempo conforme avanza el proyecto de mejora. 2. Verificar si se han logrado los objetivos. 3. Si no es así, empezar de nuevo en el paso 3 (análisis de causas).
Paso 8. Consolidar beneficios	1. Definir estándares de control para sostener resultados. 2. Formular estándares de trabajo y manuales. 3. Retroalimentar información al pilar de mantenimiento planificado

FUENTE: Suzuki (1995)

b. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO (JISHU HOZEN)

Es aquel realizado por parte del departamento de producción u operación, es decir por los operarios y consiste en enseñarle como mantener sus equipos por medio de la realización de chequeos diarios, lubricación, reposición de elementos, reparaciones, chequeos de precisión y otras tareas de mantenimiento incluyendo la detección temprana de anomalías (Muñoz, 2009).

Una de las actividades más importante del sistema TPM, es la participación del personal de producción en las actividades del área de mantenimiento. Su objetivo es involucrar al maquinista en el cuidado de su equipo a través de un alto nivel de formación y preparación profesional, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden, respeto de las condiciones de operación (Fernández, 2018).

El mantenimiento autónomo se basa en el conocimiento que el maquinista tiene para dominar las condiciones del equipo, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc. Con este conocimiento los maquinistas podrán entender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas (Fernández, 2018).

Según Suzuki (1995), todo este proceso se alcanza aplicando los siete pasos de mantenimiento autónomo, los cuales se explican en la Tabla 2.

c. MANTENIMIENTO PLANIFICADO O PROGRESIVO (KEIKAKU HOZEN)

El mantenimiento planificado es el conjunto sistemático de actividades programadas de mantenimiento cuyo fin es acercar progresivamente a los objetivos que pretende el TPM: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes; llevado a cabo por el personal específicamente cualificado en tareas de mantenimiento y con avanzadas técnicas de diagnóstico de equipo (Mallía, 2019).

Tabla 2: Pasos del pilar de mantenimiento autónomo

Paso	Actividades
Paso 1. Realizar la limpieza inicial	<ol style="list-style-type: none">1. Eliminar la suciedad y el polvo del equipo.2. Descubrir las anomalías tales como ligeras deficiencias, fuentes de contaminación, lugares inaccesibles, entre otros.3. Eliminar los elementos innecesarios y raramente usados, y simplificar el equipo.
Paso 2. Eliminar las fuentes de contaminación y mejorar los lugares inaccesibles	<ol style="list-style-type: none">1. Eliminar las fuentes de contaminación, evitando la dispersión, y mejorando las partes inaccesibles ya sean de limpieza, chequeo, lubricación, reapriete de pernos y tuercas o manipulación difíciles
Paso 3. Establecer estándares de limpieza y lubricación	<ol style="list-style-type: none">1. Elaborar estándares de trabajo que ayuden a mantener la limpieza, reapriete de pernos y lubricación a niveles adecuados con mínimo tiempo y esfuerzo.2. Mejorar la eficiencia de la actividad de inspección por medio de los controles visuales.
Paso 4. Inspección general	<ol style="list-style-type: none">1. Facilitar entrenamiento sobre técnicas de inspección.2. Poner en condición ideal los elementos individuales del equipo mediante la inspección general
Paso 5. Inspección autónoma	<ol style="list-style-type: none">1. Facilitar entrenamiento sobre los procesos, operaciones y ajustes, capacitar sobre el manejo y solución de anomalías con el fin de mejorar la confiabilidad operacional y contar con operarios competentes
Paso 6. Mantenimiento autónomo sistemático	<ol style="list-style-type: none">1. Implementar el mantenimiento de calidad y de seguridad estableciendo procedimientos y estándares claros.2. Mejorar los procedimientos de reparación y disminuir el trabajo en proceso3. Establecer un sistema de auto-gestión para optimizar el flujo en el lugar de trabajo.
Paso 7. Control Autónomo total	<ol style="list-style-type: none">1. Desarrollar actividades de mejora.2. Mejorar continuamente los equipos.

FUENTE: Suzuki (1995)

Su objetivo es eliminar los problemas del equipo a través de acciones de mejora, preventivas y predictivas, y su propósito final es el de avanzar gradualmente hacia la meta “cero averías” en la planta. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento, es necesario contar con bases de datos de incidencias y de problemas potenciales más comunes, información externa (respaldo y experiencia de los proveedores de los equipos) e interna (experiencia de los operarios y responsables de mantenimiento), gestión de tecnologías de mantenimiento, capacidad de programación de recursos, y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades (Muñoz, 2009).

Según Suzuki (1995), todo este proceso se alcanza aplicando los seis pasos de mantenimiento planificado, los cuales se explican en la Tabla 3.

d. FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Según Mallía (2019), este pilar se aplica para fortalecer las capacidades y habilidades del personal, mediante programas de capacitaciones internas o externas de la empresa, en los cuales se brinde conocimiento sobre el uso de herramientas y técnicas de TPM. Para aplicar correctamente la metodología TPM el personal involucrado debe tener conocimientos y habilidades como:

- Conocimiento técnico para detectar e identificar problemas en los equipos
- Entender el funcionamiento de los equipos
- Conocimiento del proceso productivo y resolución de problemas del mismo
- Transmisión del conocimiento obtenido a otros compañeros
- Habilidad para trabajar en equipo

Según Suzuki (1995), todo este proceso se alcanza aplicando los seis pasos de formación y entrenamiento, los cuales se explican en la Tabla 4.

e. GESTIÓN TEMPRANA DE NUEVOS EQUIPOS Y PRODUCTOS

Busca prevenir problemas en equipos, maquinarias, productos o proyectos desde su desarrollo, instalación y puesta en marcha (Mallía, 2019). Es importante destacar que para la implementación de este pilar es necesario tener una buena base de información sobre averías y fallas que se puedan presentar (Muñoz, 2009).

Tabla 3: Pasos del pilar de mantenimiento planificado

Paso	Actividades
Paso 1. Evaluar situación actual de los equipos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaborar o actualizar los registros de los equipos 2. Evaluar los equipos estableciendo criterios de evaluación, priorizar los equipos y seleccionar equipos y componentes para PM (mantenimiento preventivo). 3. Comprender la situación actual: medir el número, frecuencia y gravedad de las fallas y pequeñas paradas: costos de mantenimiento, TMEF, etc. 5. Establecer objetivos de mantenimiento (indicadores)
Paso 2. Restaurar el deterioro y corregir debilidades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer condiciones básicas, revertir el deterioro y eliminar las anomalías que causan deterioro acelerado. 2. Poner en práctica actividades de mejora enfocada para corregir las debilidades y ampliar ciclo de vida 3. Tomar acciones para evitar la ocurrencia de fallas 4. Implementar mejoras para reducir las fallas
Paso 3. Crear un sistema de gestión de mantenimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crear un sistema de gestión de datos de fallas. 2. Crear un sistema de gestión de mantenimiento de equipos 3. Crear un sistema de gestión de presupuestos de equipos 4. Crear sistemas para controlar piezas de repuesto, planos, datos técnicos, etc.
Paso 4. Crear un sistema de mantenimiento periódico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparación del mantenimiento preventivo (control de unidades de reserva, piezas de repuesto, instrumentos de medida, lubricantes, planos, datos técnicos, etc.) 2. Preparar diagrama de flujo del sistema de mantenimiento preventivo. 3. Seleccionar equipos y componentes a mantener, y formular un plan de mantenimiento preventivo. 4. Preparar o actualizar estándares (estándares de materiales de trabajo de inspección de aceptación, etc.) 5. Mejorar la eficiencia del mantenimiento con parada general y reforzar el control del trabajo subcontratado
Paso 5. Crear un sistema de mantenimiento predictivo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducir técnicas de diagnóstico de equipos (formar a diagnosticadores, comprar equipo de diagnóstico, etc.). 2. Preparar diagrama de flujo del sistema de mantenimiento predictivo. 3. Seleccionar equipo y componentes para mantenimiento predictivo, y ampliar gradualmente el sistema. 4. Desarrollar equipos y tecnologías de diagnóstico.
Paso 6. Consolidación del mantenimiento planificado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar el sistema de mantenimiento planificado 2. Evaluar la mejora de la fiabilidad: número de fallos y pequeñas paradas, TMEF, frecuencia de fallos, etc. 3. Evaluar la mejora de la mantenibilidad: mantenimiento planificado, tasa de mantenimiento predictivo, TMPR, etc. 4. Evaluar los ahorros de costes: reducción en los gastos de mantenimiento.

FUENTE: Suzuki (1995)

Tabla 4: Pasos del pilar de formación y entrenamiento

Paso	Actividades
Paso 1. Evaluar el programa de formación vigente y establecer estrategias y políticas prioritarias	<ol style="list-style-type: none">1. Revisión profunda del programa de formación actual y comprobar su efecto en la mejora de la capacidad y habilidades de las personas.2. Perfilar políticas, metas y prioridades claras para un programa de formación.
Paso 2. Elaborar el plan maestro de formación para mejorar las capacidades de operación y mantenimiento	<ol style="list-style-type: none">1. Elaborar un programa de formación
Paso 3. Poner en práctica la formación recibida sobre operaciones y mantenimiento	<ol style="list-style-type: none">1. Desarrollar un currículo. Determinar los niveles de capacidad que se requieren, y decidir los temas específicos a enseñar y el tiempo a invertir en ello.2. Los entornos de las clases deben ser estimulantes para el aprendizaje y estar equipados con materiales de ayuda para la formación práctica.3. La formación debe conectarse hasta el mayor grado posible con las actividades reales de los lugares de trabajo.
Paso 4. Proyectar y desarrollar un sistema de formación permanente	<ol style="list-style-type: none">1. Elaborar un programa de desarrollo de capacidades a largo plazo.
Paso 5. Crear un entorno que estimule el autodesarrollo	<ol style="list-style-type: none">1. Facilitar planes de auto-desarrollo
Paso 6. Evaluar las actividades	<ol style="list-style-type: none">1. Evaluar periódicamente y comprobar el progreso que hacen los individuos hacia los objetivos de desarrollo de capacidades y especializaciones y los grados de maestría alcanzados.

FUENTE: Suzuki (1995)

f. MANTENIMIENTO DE CALIDAD

El TPM tiene como propósito mejorar la calidad del producto por medio del control de las condiciones del equipo que tienen impacto directo en la calidad del producto. A menudo se entiende que los equipos ocasionan problemas cuando fallan y se detienen; sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo, pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final (Fernández, 2018).

Según Fernández (2018), para conseguir este pilar, se pueden realizar las siguientes medidas:

- Realizar acciones de mantenimiento enfocadas en el cuidado del equipo para que este no ocasione defectos de calidad.
- Prevenir defectos de calidad asegurando que la maquinaria cumple las condiciones para “cero defectos” y que estas se encuentran dentro de los estándares definidos.
- Identificar los elementos/componentes del equipo que tienen una alta incidencia en la calidad final del producto y realizar el control sobre éstos.
- Monitorear las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anormalidad potencial.

g. TPM EN DEPARTAMENTOS ADMINISTRATIVOS Y DE APOYO

Busca eliminar las pérdidas en los procesos de las áreas administrativas, tales como evitar pérdidas de información, coordinación, precisión de la información, etc.; con el propósito de aumentar la eficiencia (Mallía, 2019).

Su objetivo es lograr que las mejoras también sean alcanzadas por los departamentos administrativos y de soporte y que no solo sean actividades realizadas en la planta de producción. Estas mejoras buscan un fortalecimiento de estas áreas, al lograr un equilibrio entre las actividades primarias de la cadena de valor y las actividades de soporte (Fernández, 2018).

h. GESTIÓN DE SEGURIDAD Y DEL ENTORNO

Este pilar busca que las condiciones de trabajo sean confortables y seguras, cuando un equipo tiene un mal funcionamiento, muchas veces produce contaminación al ambiente de trabajo produciendo accidentes laborales (Mallía, 2019).

Según Fernández (2018), las acciones a realizar para llegar a conseguir este pilar son:

- Establecer medidas de seguridad de la instalación/equipo.
- Cuidar la salud de los trabajadores.
- Promover actividades de higiene y limpieza.
- Mejorar el medio ambiente laboral (vibraciones, ruidos, suciedad, etc.).
- Lograr condiciones laborales más seguras.

2.3. FILOSOFÍA 5S

Antes de dar inicio con la implementación de alguna metodología de mejora continua en una organización, es importante tener claro los objetivos y la disposición del personal. El paso inicial que se puede considerar como la “fase cero” es desarrollar un ambiente laboral dispuesto a adoptar la metodología en sus actividades y puestos de trabajo, para esto es necesario que se tengan las áreas de trabajo organizadas. Se recomienda realizar una evaluación del orden y la limpieza para después poder trabajar con mayor eficiencia y comodidad, para esto, una de las herramientas que utiliza el TPM es la filosofía de las 5 “S” (Rodríguez y Roncallo, 2013).

Esta filosofía fue desarrollada en la década de los 80 en Japón y permite desarrollar un plan sistemático para mantener continuamente la clasificación, el orden y la limpieza, lo que permite de forma inmediata una mayor productividad, mejorar la seguridad, el clima laboral, la motivación del personal, la calidad, la eficiencia y, en consecuencia, la competitividad de la organización (Espejo, 2011). Asimismo, contribuye a crear una cultura organizacional en donde el empleado tiene sentido de pertenencia por su puesto de trabajo, por lo cual contribuye a la mejora continua de los procesos (Rodríguez y Roncallo, 2013). Si los empleados han aplicado con éxito esta filosofía, es muy probable que también se pueda tener éxito con la implementación del TPM (López, 2009).

Las 5 S son cinco principios japoneses cuyos nombres empiezan con “S” (Seiri: Clasificar/Seleccionar, Seiton: Orden/Organizar, Seiso: Limpiar, Seiketsu: Estandarizar, y Shitsuke: Autodisciplina). Las 3 primeras S están orientadas a las cosas; como las condiciones de trabajo y al entorno laboral y la 4ª y 5ª S están orientadas a la persona (Gómez et al., 2012).

A continuación, se describe el detalle de cada “S”:

2.3.1. SEIRI – CLASIFICAR/SELECCIONAR

La primera S significa clasificar/seleccionar y eliminar del área todos los elementos que no son necesarios. Por lo tanto, consiste en identificar y separar lo que se necesita de lo que no se necesita, y controlar el flujo de cosas. Al clasificar se preparan los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos (Pérez y Quintero; 2017).

El impacto más directo de la implementación está relacionado con la seguridad. Ante la presencia de elementos innecesarios, se impide la visión completa de las áreas de trabajo, se dificulta observar el funcionamiento de los equipos, y las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo que el área de trabajo sea más insegura (Pérez y Quintero; 2017).

2.3.2. SEITON – ORDENAR

Consiste en ordenar los elementos identificados como necesarios, de manera que se puedan encontrar fácilmente. Para esto se ha de definir el lugar de ubicación de estos elementos necesarios e identificarlos para facilitar la búsqueda y el retorno a su posición (Pérez y Quintero; 2017).

Gómez et al. (2012) mencionan que para organizar los materiales se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Seguridad: Que no se puedan mover o caer. Minimizar accidentes y actos inseguros.
- Calidad: Que no se puedan mezclar, deteriorar, golpear, oxidar.
- Eficacia: Minimizar el tiempo perdido, así como en su búsqueda.

La implementación de esta S facilita encontrar los documentos u objetos de trabajo, identificar algún faltante y dar una mejor apariencia al lugar de trabajo (Gómez et al., 2012).

2.3.3. SEISO – LIMPIAR

Según Pérez y Quintero (2017), la limpieza implica identificar y eliminar las fuentes de suciedad, los lugares difíciles de limpiar, para lo que se deben establecer y aplicar procedimientos de limpieza.

La aplicación del seiso implica:

- Incluir la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una actividad necesaria.
- Focalizarse en la eliminación de las causas de la suciedad.

2.3.4. SEIKETSU – ESTANDARIZAR

Seiketsu es la metodología que permite consolidar las metas alcanzadas en las tres primeras “S”, ya que sistematizar lo realizado en los tres pasos anteriores es básico para asegurar las mejoras en el tiempo. Estandarizar supone seguir un método para aplicar un procedimiento o una tarea de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales (Pérez y Quintero, 2017).

Para generar esta cultura se pueden utilizar diversas herramientas, una de ellas es la ubicación de fotografías del lugar de trabajo en condiciones óptimas, para que pueda ser visto por todos y así hacerles recordar que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su función en el área de trabajo (Pérez y Quintero, 2017).

2.3.5. SHITSUKE - DISCIPLINA Y HÁBITO

Shitsuke se puede traducir como disciplina o normalización, y tiene como objetivo convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados. Uno de los elementos básicos, relacionados a esta S, es el desarrollo de una cultura de autocontrol (Pérez y Quintero, 2017).

El que los miembros de la organización apliquen la autodisciplina, para hacer perdurable el proyecto de las 5'S, es la fase más fácil y difícil de las tareas a la vez; la más fácil porque consiste en continuar aplicando las normas establecidas y mantener el estado óptimo de las cosas, y la más difícil porque su aplicación depende del grado de interiorización del espíritu de las 5'S a lo largo del proyecto de implementación (Pérez y Quintero, 2017).

III. METODOLOGÍA

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo se llevó a cabo en la línea de envasado de caramelo de menta (21 gramos) de la planta de caramelos de la empresa MOLITALIA S.A.

3.2. MATERIALES

3.2.1. CAMELO DE MENTA

El caramelo de menta es un caramelo grajeado duro, obtenido por el roseado y secado continuo de un jarabe y otros insumos a un centro duro de azúcar el cual va creciendo hasta lograr el diámetro requerido de 11 mm. Presenta un color blanco, olor y sabor característico a menta, °Brix del jarabe: 76°, humedad: máxima: 4 por ciento, pH: 4,6.

3.2.2. ENVASE

El producto caramelo de menta 21 gramos cuenta con un envase trilaminado tipo almohada con tres sellos (superior, inferior y uno en la zona central de la parte posterior). El material trilaminado está compuesto por lo siguiente:

- Lámina 1 (exterior): Polipropileno Biorientado Cristal (BOPP Cr)
- Lámina 2: Aluminio (Al)
- Lámina 3 (interior): Polipropileno Cast (PP Cast)

El envase es proporcionado por dos proveedores:

- **EMUSA:**

Es una compañía con más de 30 años de experiencia que ofrece soluciones de empaques flexibles en los sectores Food, Non Food y Agro con altos estándares de calidad. Cuenta con operaciones en Brasil, Perú y Guatemala, y con un alcance a más de 22 países. Posee un sistema de control de calidad basado en la norma ISO 9001:2000, GMP y HACCP (EMUSA, 2020).

- **AMCOR:**

Es una compañía líder a nivel mundial en el desarrollo y producción de envases para productos de alimentación, bebida, farmacéuticos, médicos, del hogar y para el cuidado personal, entre otros. Cuenta con una trayectoria de 56 años en el mercado y pertenece al líder mundial Amcor, una empresa global con presencia en más de 40 países. Cuenta con certificación AI8 (AMERICAN INSTITUTE OF BAKING), la cual los posiciona a nivel internacional como fabricante calificado de envases flexibles para alimentos (AMCOR, 2020).

3.2.3. EMBALAJE

El producto cuenta con dos tipos de embalajes, el display y la caja. A continuación se describe cada uno.

- **Display:** Es un estuche de cartoncillo (gramaje 180 g/m^2) con dimensiones $17 \times 23 \times 10 \text{ cm}$, el cual cuenta con una línea de precortado que permite retirar parte del estuche y dejar visible el producto, de esta manera se puede utilizar la misma caja en el punto de venta.
- **Caja:** Es un recipiente de cartón corrugado doble cara (gramaje 405 g/m^2), el cual cuenta con dos capas de papel liso y una lámina ondulada entre ambas capas. Las dimensiones utilizadas son $35 \times 25 \times 32 \text{ cm}$.

3.3. EQUIPOS

El producto caramelos de menta se elabora en un bombo de grajeado, en el cual un centro duro de azúcar es recubierto por varias capas de jarabe por medio de movimientos rotativos. La gragea se obtiene debido a la cristalización del jarabe de azúcar por evaporación al adicionarse aire seco caliente. Una vez que las grageas de menta alcanzan el diámetro de 11 mm, son almacenadas en bandejas y estas son colocadas en pallets. Posteriormente, los pallets son trasladados al área de envasado por medio de una carretilla hidráulica y colocados en la ubicación designada cercana a la línea.

La línea de envasado de caramelos de menta se encarga del embolsado del producto “Mentas” en la presentación de 21 gramos y cuenta con los siguientes equipos: (1) seleccionador, (2) detector de metales, (3) elevador, (4) pesadora, (5) envasadora, (6) faja transportadora, (7) mesa de empacado y (8) encajadora. En las Figuras 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10 y 11 se muestran los equipos mencionados anteriormente. La pesadora es marca Yamato y modelo Omega, y la envasadora es marca Volpak y modelo v-250. La dotación de personal considera 4 personas: 1 maquinista (encargado de operar la máquina) y 3 auxiliares de producción (quienes realizan las labores complementarias como limpieza).

El proceso de envasado inicia con el ingreso del producto al seleccionador, lo cual es realizado de manera manual. Luego, el producto es trasladado hacia el detector de metales y posteriormente hacia el elevador. Este último se encarga de llevar el producto hacia la pesadora, cuyo sistema detecta el peso del producto en cada tolva de pesaje y selecciona la mejor combinación para conseguir el peso ideal del sobre. Posteriormente, el producto ingresa a la envasadora en donde el material de envase se desenrolla de la bobina y es conducido por los rodillos o polines hacia el cuello formador, en el cual, el material de envase forma un tubo continuo en el que se suelda longitudinalmente un pliegue (parte posterior del sobre) por medio del soldador vertical. El tubo ya formado, es arrastrado hasta los soldadores horizontales en donde se produce el sellado transversal y corte de los sobres. Mientras se está sellando (fondo del sobre) se introduce el producto y una vez hecha la dosificación, la máquina vuelve a arrastrar el material para formar otro sobre. Después, los sobres son llevados a la mesa de empacado para ser colocados en displays (20 sobres en cada display) y finalmente se procede al encajado (6 displays en cada caja).

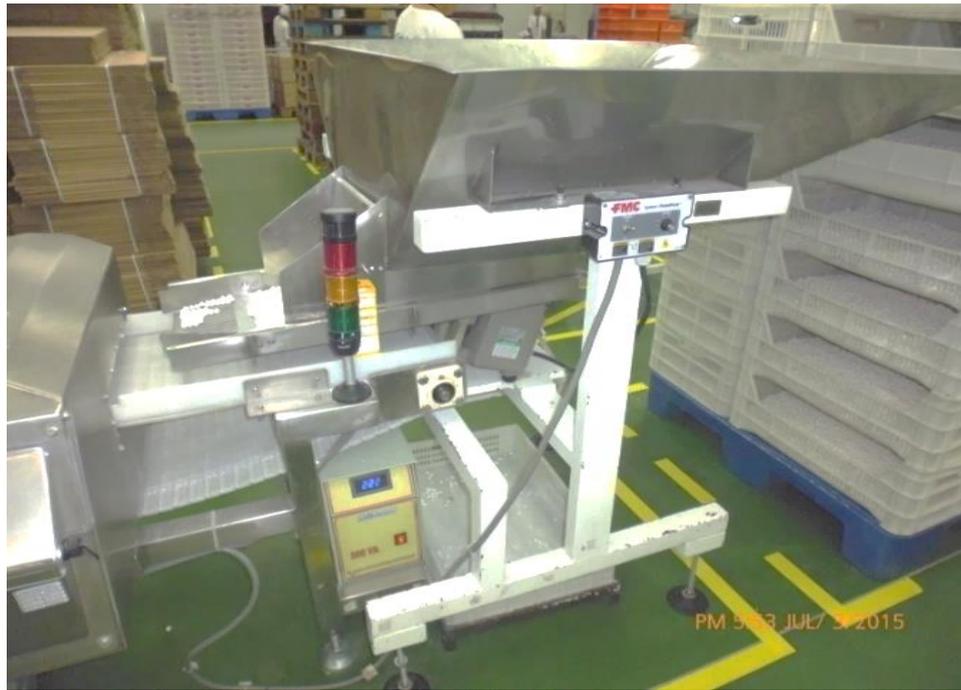


Figura 2: Seleccionador



Figura 3: Detector de metales



Figura 4: Elevador

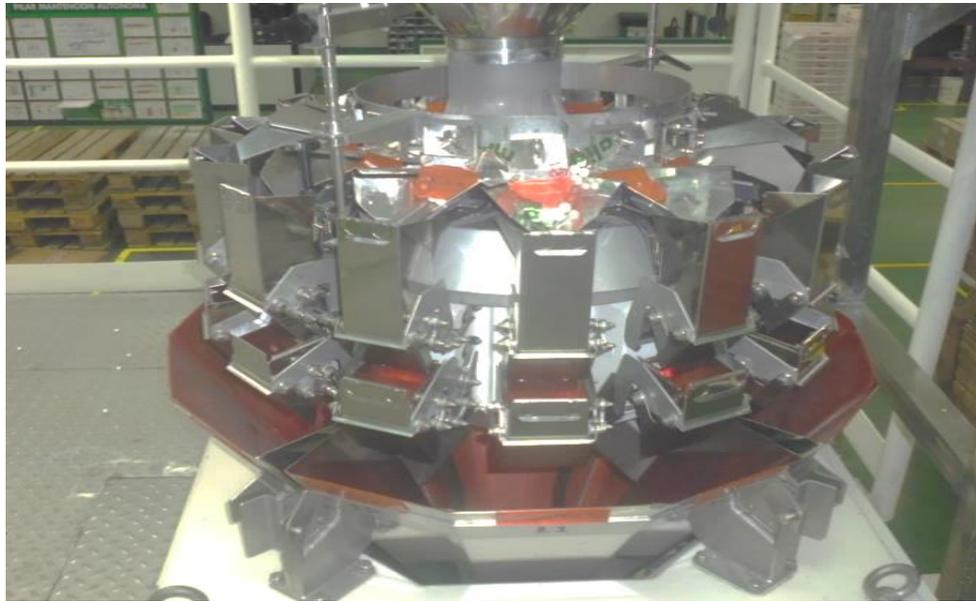


Figura 5: Pesadora

En la Figura 6 se muestran los principales componentes de la pesadora:

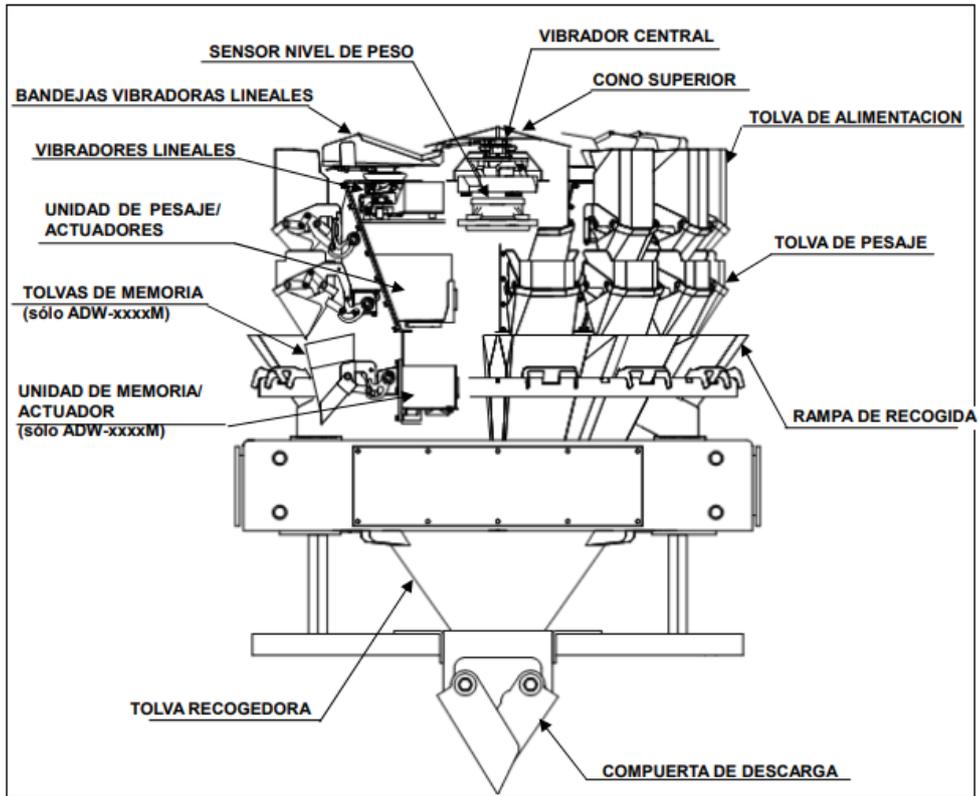


Figura 6: Componentes principales de la pesadora

FUENTE: YAMATO (2011)



Figura 7: Envasadora

En la Figura 8 se muestran los principales componentes de la envasadora:

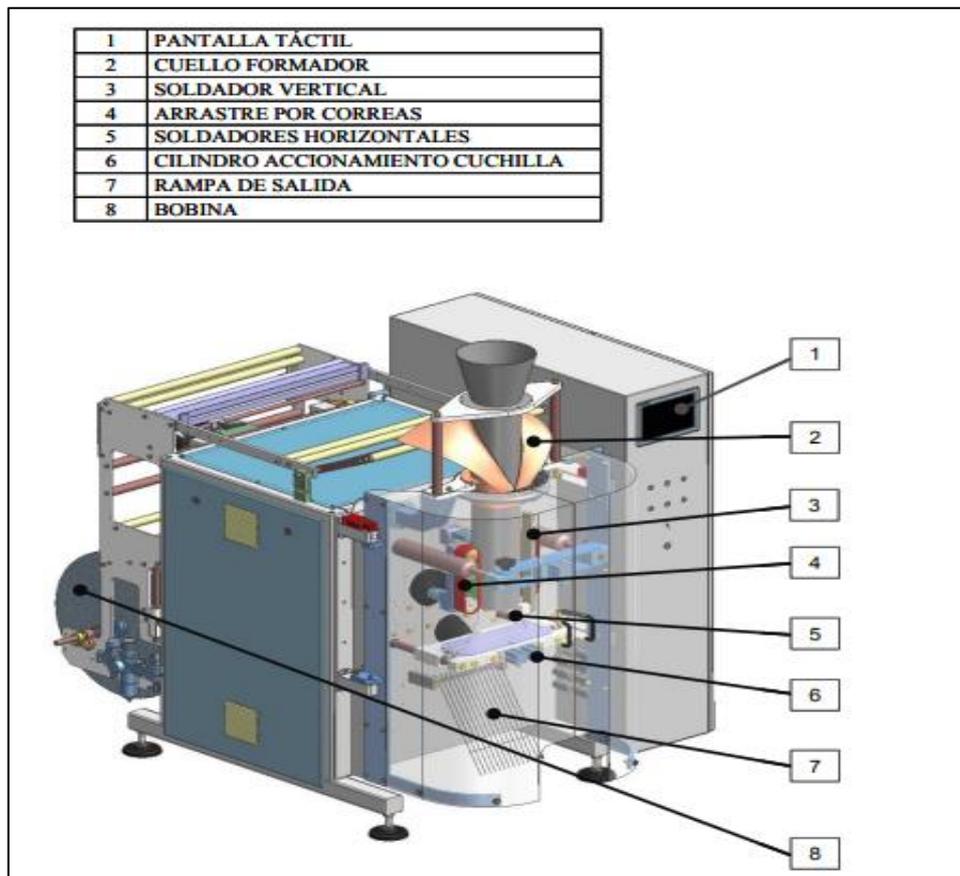


Figura 8: Componentes principales de la envasadora

FUENTE: VOLPAK (2013)



Figura 9: Faja transportadora



Figura 10: Mesa de empacado



Figura 11: Encajadora

La implementación de la metodología de TPM se centró en la pesadora y en la envasadora, ya que eran los equipos críticos del proceso de envasado.

3.4. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE ENVASADO

Como indicador fundamental de la metodología, se tiene al OEE, el cual sirve para medir la eficiencia de la línea. Es por ello, que se procedió a su cálculo utilizando como fuente de información:

- Los reportes de producción, los cuales son completados por el maquinista en cada turno. Estos reportes contienen la información del maquinista, auxiliares de producción, producto elaborado, tiempos de detenciones y mermas.
- Velocidad nominal del equipo (gpm), la cual fue brindada por el fabricante.

El cálculo del OEE de la línea fue realizado por el facilitador de TPM de manera diaria por medio del cálculo de los tres componentes: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad, utilizando las Ecuaciones 1, 2, 3 y 4. Como se mencionó anteriormente, la principal fuente de información para la medición del OEE fueron los reportes de producción, por lo cual, como actividad previa se procedió a capacitar a los maquinistas en el correcto llenado del formato de dicho reporte.

3.5. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE TPM

La metodología de TPM comenzó a implementarse en la Planta Caramelos en el año 2015, teniendo como punto de partida la Filosofía de 5 “S”. Esta implementación se llevó a cabo en función al plan maestro de TPM definido por la gerencia, el cual se muestra en el Anexo 1. En él se observa que la planta cuenta con un total de 36 líneas (que abarca desde la elaboración hasta el proceso de envasado), en las cuales se implementa la metodología de manera progresiva.

Con el objetivo de desarrollar de manera adecuada la implementación, la gerencia de operaciones detectó la necesidad de crear un área responsable de la orientación, seguimiento y control durante el proceso de implementación, por lo cual se creó el área de TPM, la cual tenía la estructura mostrada en la Figura 12:

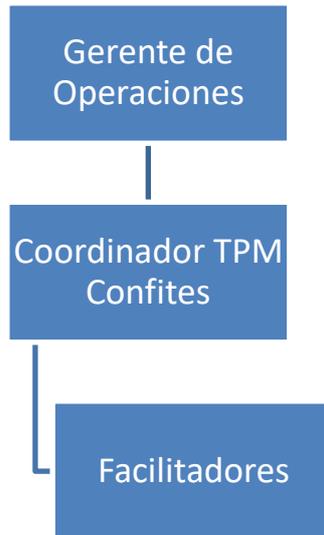


Figura 12: Organigrama inicial del área de TPM

Conforme fue avanzando la implementación de la metodología en la empresa, fue necesario modificar la estructura definida inicialmente, creándose el puesto de Jefe de TPM en Abril del año 2018. El organigrama final se muestra en la Figura 13:

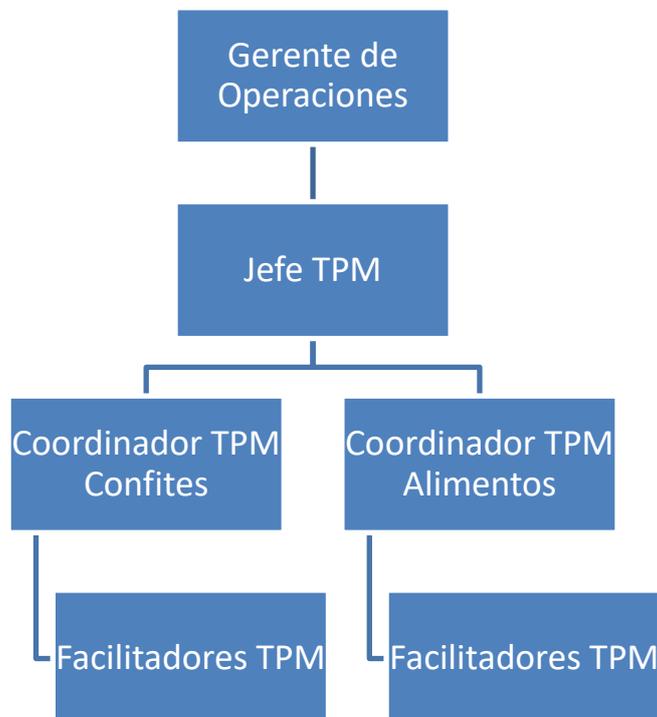


Figura 13: Organigrama final del área de TPM

El seguimiento y control de la implementación está a cargo del Facilitador TPM designado a la planta, siendo responsabilidad del Coordinador de TPM el de validar que se esté desarrollando de la manera correcta y siguiendo los lineamientos establecidos. El jefe de TPM brinda una mirada global a la implementación del programa en toda la organización, ya que supervisa el avance en todas las sedes; asimismo, se encarga de elaborar el plan maestro junto con la gerencia de operaciones.

Acorde a lo planificado, la metodología de TPM se comenzó a implementar en la línea Volpak en el primer trimestre del año 2016. La secuencia metodológica seguida constó de dos etapas:

3.5.1. ETAPA 1

Como parte de esta etapa se llevaron a cabo las siguientes actividades:

a. CAPACITACIÓN A TODOS LOS MIEMBROS DEL ÁREA, A FIN DE QUE TENGAN CLARO LOS OBJETIVOS Y BENEFICIOS DE LA METODOLOGÍA.

En primer lugar se realizó una capacitación a los responsables de la implementación, entre ellos se encontraban el gerente de operaciones, sub gerente de producción, coordinador de TPM y jefe de planta. Esta capacitación fue desarrollada por una empresa consultora externa en Chile, siendo realizada en varias jordanas y con carácter teórico-práctico según como se muestra en el Anexo 2.

La capacitación abarcó los siguientes tópicos:

1. Conceptos básicos de TPM
 - 1.1. Aspectos generales de TPM
 - 1.2. Visión general de TPM
 - 1.3. Principios básicos de TPM
 - 1.4. Alineación con los procesos del negocio

- 1.5. Gestión a través de TPM
- 1.6. Implantación en etapas como factor de éxito

2. Pilar Mejora Enfocada
 - 2.1. Gestión de pérdidas - conceptos básicos
 - 2.2. Estructura de la Eficiencia Global del Equipo - OEE
 - 2.3. Cálculo de la Eficiencia Global del Equipo - OEE
 - 2.4. Las grandes pérdidas del equipo
 - 2.5. Etapas para el desarrollo de las mejoras y el ciclo de mejora

3. Pilar Mantenimiento Autónomo
 - 3.1. Conceptos y definiciones de Mantenimiento Autónomo
 - 3.2. Desarrollo del maquinista
 - 3.3. Habilidades esperadas del maquinista
 - 3.4. Cambio de actitud del maquinista
 - 3.5. Mantenimiento Autónomo en 7 etapas

4. Pilar Mantenimiento Planificado
 - 4.1. Implantación del sistema de mantenimiento planificado
 - 4.2. Políticas de Mantenimiento Planificado
 - 4.3. 4 fases para la cero avería
 - 4.4. Mantenimiento Planificado en 6 etapas

5. Pilar Formación y Entrenamiento
 - 5.1. Importancia de la Educación y formación
 - 5.2. Etapas de desarrollo de educación y formación

6. Otros Pilares de Apoyo a la Gestión empresarial
 - 6.1. Pilar Gestión Temprana
 - 6.1.1. Conceptos generales de la Gestión Temprana
 - 6.1.2. El porqué de la Gestión Temprana
 - 6.1.3. LCC – Life Cycle Cost (Costo del Ciclo de Vida)

- 6.1.4. Inicio de nuevos proyectos
- 6.1.5. Etapas de desarrollo de la Gestión Temprana
- 6.2. Pilar Mantenimiento de la Calidad
 - 6.2.1. Objetivos del pilar de Mantenimiento de la Calidad
 - 6.2.2. Matriz QA y Matriz de Verificación de los Puntos Q
- 6.3. Pilar TPM en las áreas administrativas
 - 6.3.1. Etapas de desarrollo de TPM en las áreas administrativas
- 6.4. Pilar Seguridad, Higiene y Medio Ambiente
 - 6.4.1. Objetivo del pilar de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente
 - 6.4.2. Etapas de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente con MA y MP

Una vez culminado el entrenamiento externo, fue responsabilidad del coordinador TPM el replicar los conocimientos adquiridos a los facilitadores TPM y al personal operativo y de mantenimiento de planta. Cabe mencionar que toda capacitación que se brindó en el marco de la implementación, contó con un registro de asistencia.

b. ESTABLECIMIENTO DE UN ORGANIGRAMA PARA CADA PILAR, EL CUAL DEBE SER CONFORMADO POR UN LÍDER Y FACILITADORES.

Según Aranguren (2015), el éxito o fracaso de un programa como TPM, depende de la creación de una organización bien estructurada, lo cual es una labor delicada, que se fundamenta en el tipo de personas que la conforman, la cultura de la empresa y las características personales de sus miembros. El JIPM propone una alternativa de organización que consiste en asignar cada pilar de TPM a un directivo de alto nivel, quienes son los encargados de liderar cada pilar, coordinando las acciones de estos en reuniones periódicas. Un ejemplo de este tipo de organización es que el jefe de producción se encargue de liderar el pilar de mantenimiento autónomo, mientras que el jefe de mantenimiento se encarga del mantenimiento planificado, esta es una de las mejores estructuras dictadas por el TPM ya que involucra con igual grado de responsabilidad a los líderes de planta.

En la planta caramelos la designación de las personas idóneas para liderar cada pilar estuvo bajo la responsabilidad del jefe de planta; siendo luego validado por el subgerente de producción. Una vez definidas las personas, se procedió a la capacitación a cada una de ellas en sus funciones. Las funciones de cada cargo se muestran en el Anexo 3. En la Figura 14 se muestra el organigrama de los pilares de TPM, así como la función que desempeña cada uno de los líderes en planta.

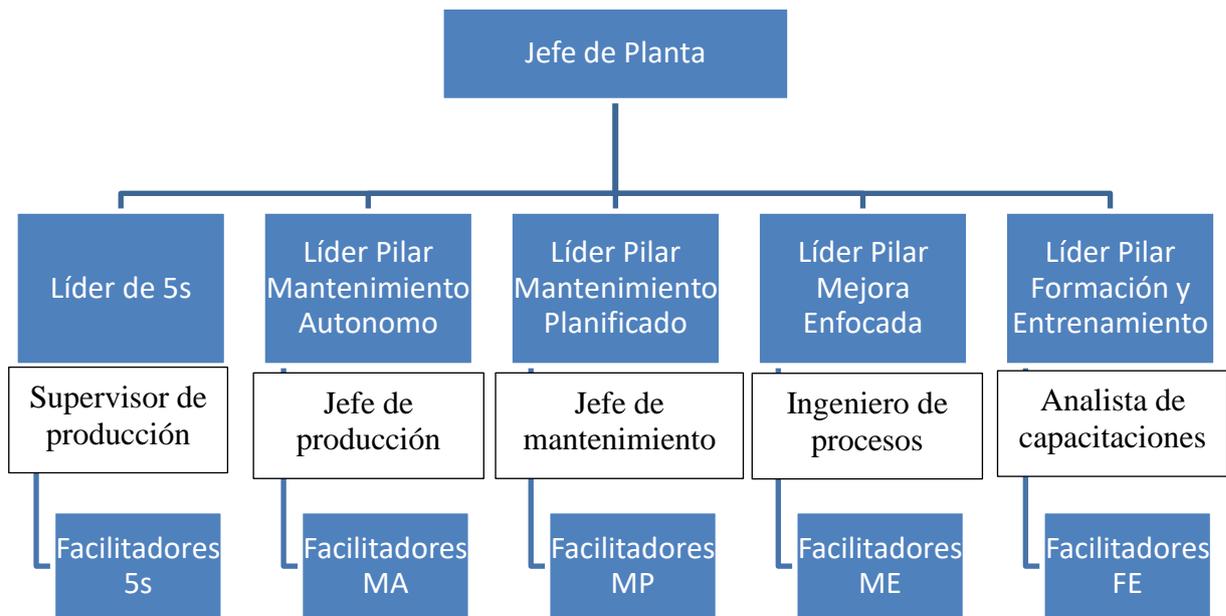


Figura 14: Organigrama de los pilares de TPM

c. ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE REUNIONES SEMANALES CON CADA LÍDER DE PILAR.

Ya que se debe tener un control sobre la implementación, se definió tener una reunión semanal con el líder y facilitador/es para poder monitorear el avance y dar aviso oportuno en caso se detecte alguna desviación con los objetivos. El horario de las reuniones fue establecido con cada líder y una vez definido fue comunicado al jefe de planta y coordinador de TPM. Los acuerdos de las reuniones fueron registrados en una minuta (Anexo 4).

3.5.2. ETAPA 2

Una vez realizadas las actividades de la etapa 1, se procedió a implementar los pilares de la metodología. Resaltar que se trabajó con cuatro de los ocho pilares, los cuales fueron: Mejora Enfocada, Mantenimiento Planificado, Mantenimiento Autónomo y, Formación y Entrenamiento. La implementación de cada pilar se llevó a cabo siguiendo la secuencia de actividades descritas en el cronograma establecido. A continuación, se detalla los pasos a seguir para la implementación de cada pilar:

a. MEJORA ENFOCADA (KOBETSU KAIZEN)

Para implementar el pilar de “Mejora enfocada”, se siguieron los 8 pasos mostrados en la Figura 15.

Una vez iniciada la medición del OEE, se realizó el seguimiento durante tres meses, luego de los cuales, el coordinador de TPM junto con la jefatura de planta analizaron cuáles eran las pérdidas que afectaban más la eficiencia de la línea y sobre las cuales se debía tomar acción (Paso 1); asimismo, se estableció como meta alcanzar un OEE de 90 por ciento en el lapso de 3 años.

Una vez definidas las pérdidas más importantes, se procedió a dar inicio al proceso de mejora. Para el análisis y reducción de las pérdidas de la línea se utilizaron diversas herramientas como el ciclo CAPDo, lluvia de ideas, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, 5 por qué, entre otras, las cuales permiten identificar la causa raíz del problema y tomar acciones sobre éstas para poder eliminar las pérdidas. Marulanda y Echandía (2019) afirman que es de vital importancia utilizar herramientas de análisis que ayuden a encontrar la causa raíz de las pérdidas, es por ello que muchas compañías realizan capacitaciones a su personal en estrategias de análisis y solución de problemas.

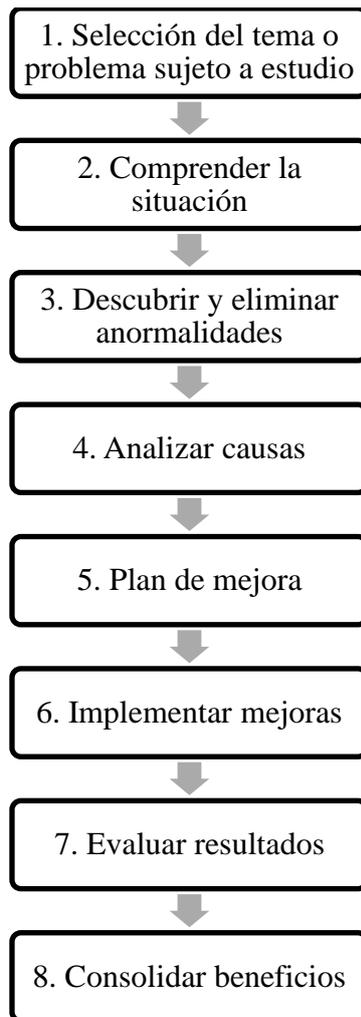


Figura 15: Pasos para la implementación del pilar de Mejora Enfocada

FUENTE: Suzuki (1995)

El ciclo CAPDo es una herramienta de calidad derivada del PDCA utilizada para la resolución de problemas de un proceso. La principal diferencia con el PDCA es que el uso de la herramienta CAPDo inicia con la verificación (C) o estudio de los resultados actuales, comparándolos con los resultados esperados y a partir de ahí inicia el trabajo de análisis y resolución del problema (Saavedra, 2010).

Según Cadavid y Hoyos (2011), el ciclo de mejoramiento CAPDo, es estructurado a través de las siguientes etapas:

- Chequear: el objetivo de esta etapa es conocer la situación o estado inicial del problema seleccionado a través la identificación de los fenómenos que se presentan en los procesos de producción.
- Analizar: en esta fase se analizan los fenómenos identificados en la fase anterior por medio del uso de herramientas y métodos que permitan encontrar las causas raíces que los ocasionan.
- Planear: esta etapa tiene como objetivo la elaboración de un plan de acción (plan de mejora) y la determinación de los recursos que se requerirán para ejecutar las actividades planeadas.
- Hacer: esta etapa se basa en la implementación del plan de acción definido en la etapa anterior y en la verificación de que se alcancen los objetivos planteados con las acciones implementadas.

Esta herramienta fue implementada como parte del pilar de mejora enfocada abarcando los pasos 2 al 8 a través de sus etapas. Para la aplicación del ciclo CAPDo sobre las pérdidas identificadas, primero se designó a un grupo de trabajo quien sería el responsable de todo el proceso de análisis de la pérdida designada. Este grupo estuvo conformado por personal del área de producción y mantenimiento, siendo liderado por el área de producción. Luego, se procedió a capacitar a todos los integrantes en la herramienta a utilizar y se les informó la metodología de trabajo. Esta consistía en tener reuniones semanales y a llevar el registro de todos los acuerdos por medio de una minuta. Además, reportarían sus avances al facilitador del pilar, cuya responsabilidad era la de hacer seguimiento al avance de los grupos.

Finalmente, cuando todos los integrantes del grupo estuvieron capacitados y comprendían sus funciones y responsabilidades, se dio inicio con las reuniones. Para lo cual, el facilitador del pilar se encargaba de coordinar con el supervisor de mantenimiento y producción los espacios para llevarlas a cabo sin perjudicar el cumplimiento del programa de producción.

b. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO (JISHU HOZEN)

Para implementar el pilar de “Mantenimiento autónomo”, se siguieron los 7 pasos mostrados en la Figura 16.

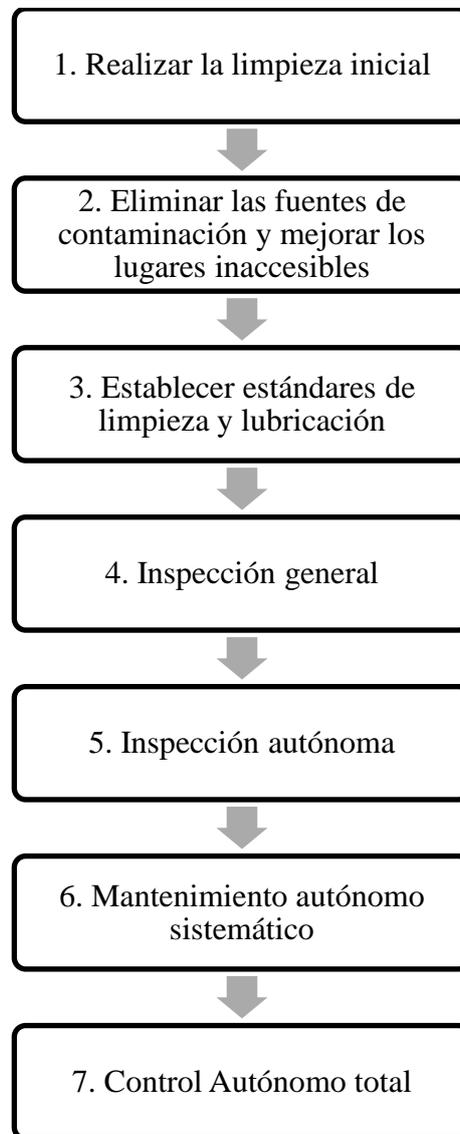


Figura 16: Pasos para la implementación del pilar de Mantenimiento Autónomo

FUENTE: Suzuki (1995)

Como actividad inicial del pilar se procedió a la planificación del Día de la Gran Limpieza (Limpieza inicial), la cual es una actividad que busca que el maquinista comprenda la importancia de realizar una limpieza correctamente, la cual le permita identificar fácilmente

las anomalías de su equipo. De encontrarse anomalías en el equipo, se deben utilizar tarjetas para su identificación ya que son una manera de hacer seguimiento a las anomalías hasta resolverlas. Se trabajó con tres tipos de tarjetas:

- Tarjeta azul: Se usa la tarjeta de color azul para situaciones anormales en los equipos, cuya complejidad no pueda ser resuelta por los maquinistas. Esta tarjeta es validada por el Supervisor de Mantenimiento quien determinará qué mantenedor (mecánico o eléctrico) será el responsable de resolverlo y la fecha estimada para realizarlo.
- Tarjeta blanca: Se usa la tarjeta de color blanca para situaciones anormales en los equipos, cuya complejidad puede ser resuelta por los maquinistas. Esta tarjeta es validada por el Jefe de Producción, ellos deben designar quien lo resuelve y estiman un tiempo límite para su solución. La finalidad es que todos los maquinistas de la línea estén involucrados en la resolución de este tipo de tarjetas.
- Tarjeta roja: Se usa la tarjeta de color roja para situaciones anormales, que representen peligro para la integridad de los trabajadores en los equipos, siendo su resolución prioritaria. Esta tarjeta es validada por la Jefa de Seguridad y el Supervisor de Mantenimiento, ellos deben designar quien lo resuelve y estiman un tiempo límite para su solución, siendo considerado corporativamente un máximo de 15 días.

Una vez finalizada la actividad de limpieza, el responsable (facilitador del pilar) se encargó de recolectar la información sobre las tarjetas colocadas para luego coordinar con los responsables la validación y solución de las mismas. Luego, el área de producción en conjunto con el área de mantenimiento y seguridad, procedió a elaborar el plan de limpieza con la información recolectada durante la actividad. La información considerada en el plan fue: Listado de puntos de limpieza del equipo, detalle de cómo se debe realizar la limpieza, utensilios a utilizar para realizar la limpieza, aspectos de seguridad a tener en cuenta para evitar accidentes, tiempo para ejecutar la limpieza, responsable de realizarlo (ya que hay ítems que por seguridad sólo lo puede desarrollar el mantenedor) y finalmente la frecuencia con la cual se debe realizar la limpieza, para asegurar que la línea mantenga el estándar esperado.

Una vez culminada la elaboración del plan de limpieza, éste fue revisado y aprobado por el jefe de producción, seguridad y mantenimiento; luego, se procedió a publicarlo en el área de

trabajo y dar inicio a su implementación. Para ello, se programó una capacitación con todo el personal para explicarles la nueva forma de trabajo y entregarles oficialmente esta responsabilidad.

Asimismo, se construyó el plan de reapriete de pernos y tuercas, el cual fue elaborado por el área de mantenimiento. La información contenida en el plan fue: Listado de pernos y tuercas por cada sector del equipo, herramienta a utilizar para realizar el apriete, tiempo, frecuencia de apriete y responsable. Una vez culminada su elaboración, éste fue revisado y aprobado por el jefe de mantenimiento; luego se procedió a llevar a cabo su ejecución por parte del área de mantenimiento, tomando en cuenta además que se debía realizar el control visual del reapriete en cada uno de los puntos.

Posteriormente, se procedió a publicarlo en el área de trabajo y a capacitar a los maquinistas en este estándar. Luego de realizada la capacitación por parte de mantenimiento, el mantenedor asignado realizó la evaluación a cada maquinista para corroborar que podía realizar la actividad de manera autónoma, si el resultado de la evaluación era satisfactorio según los criterios que se habían establecido, se procedía a hacer la entrega oficial de esta actividad por medio de un acta firmada por ambas partes; en caso el resultado no fuera el esperado, se procedía a una retroalimentación por parte del mantenedor.

Luego, se elaboró el listado de los FDC y LDA, que fueron identificados desde la ejecución del día de la gran limpieza. Según Gutiérrez y Velázquez (2014), las fuentes de contaminación (FDC) son todos los elementos que generan sustancias extrañas o residuos con una determinada frecuencia en los equipos llegando a afectar los tiempos de limpieza. Los lugares de difícil acceso (LDA) son las áreas de la máquina en las cuales se les dificulta a los operarios y técnicos realizar tareas de limpieza, apriete, inspección, operación, lubricación o mantenimiento.

Para llevar a cabo el análisis de las FDC y LDA, se procedió a formar un grupo de trabajo conformado por los maquinistas de línea y mantenedores, quienes llevaron a cabo reuniones con el apoyo del facilitador del pilar y de TPM, con el objetivo de analizar las causas de dichas anomalías y establecer los planes de acción a ejecutar.

En este paso, también se construyó el plan de inspección, el cual fue elaborado por el área de mantenimiento. La información contenida en el plan fue: Listado de puntos de inspección del equipo, detalle de cómo se debe realizar la inspección, herramientas a utilizar, tiempo para ejecutar la inspección, responsable de realizarlo y finalmente la frecuencia con la cual se debe realizar. Una vez culminada la elaboración del plan de inspección, éste fue revisado y aprobado por el jefe de mantenimiento; luego, se dio inicio a su ejecución por parte del área de mantenimiento.

Posteriormente, se coordinó con el área de mantenimiento la creación del plan de lubricación; para lo cual, el supervisor de mantenimiento designó a un responsable (el lubricador), quien realizó las siguientes actividades:

- Primero, realizó el listado de los puntos de lubricación y definió la frecuencia para realizar dicha actividad, tomando como base el manual del fabricante y la experiencia de trabajo en planta.
- Luego, realizó el levantamiento de los tipos de lubricantes utilizados en la línea.
- Después, definió la ruta (circuito) para realizar la actividad, tomando en cuenta que debe ser la que logre optimizar el tiempo de ejecución.
- También, se implementó un sistema de traslado de lubricantes (coche de lubricación), para poder movilizar los implementos necesarios (lubricantes, balanza, paños de limpieza, etc.) a la línea de manera rápida y ordenada cuando sea necesario.
- Junto con el área de seguridad y calidad, se definió un flujo para evitar la contaminación cruzada con los lubricantes.
- Se estableció un control del costo de lubricación basándose en el pesaje de la cantidad de lubricante utilizado y el costo del lubricante.
- Finalmente, en conjunto con el coordinador de TPM y la jefatura de mantenimiento, se designó el estándar para la identificación de los puntos de lubricación de acuerdo a los tipos de lubricantes, por medio de controles visuales.

Habiendo desarrollado las actividades previamente descritas, el responsable procedió a elaborar el plan de lubricación, el cual contenía la siguiente información: Listado de puntos de lubricación del equipo, detalle de cómo se debe realizar la lubricación,

herramientas/utensilios a utilizar, tiempo para ejecutar la lubricación, cantidad de lubricante a utilizar en cada punto, tiempo de lubricante, responsable y finalmente la frecuencia. Una vez culminada la elaboración del plan, éste fue revisado y aprobado por el jefe de mantenimiento; luego, se dio inicio a su ejecución por parte del área de mantenimiento y a la colocación de los controles visuales definidos.

Como una actividad central, se capacitó a los maquinistas en los conceptos básicos de lubricación, dicha capacitación fue dictada por el responsable de dicha actividad, el lubricador. Asimismo, se realizó la capacitación en cómo realizar la lubricación utilizando como guía el plan; mencionar que esta capacitación fue realizada in situ para lograr mejor aprendizaje. Una vez culminada la capacitación al maquinista, se procedió a publicar el plan de lubricación en el área de trabajo y se realizó la evaluación a cada maquinista para corroborar que podía realizar la actividad de manera autónoma, si el resultado de la evaluación era satisfactorio según los criterios que se habían establecido, se procedía a hacer la entrega oficial de esta actividad por medio de un acta firmada por ambas partes; en caso el resultado no fuera el esperado, se procedía a una retroalimentación por parte del mantenedor.

Finalmente, se procedió a capacitar a los maquinistas en los puntos de inspección, dicha capacitación fue dictada por parte de mantenimiento. Una vez culminada la capacitación al maquinista, se procedió a publicar el plan de inspección en el área de trabajo y se realizó la evaluación a cada maquinista para corroborar que podía realizar la actividad de manera autónoma, si el resultado de la evaluación era satisfactorio según los criterios que se habían establecido, se procedía a hacer la entrega oficial de esta actividad por medio de un acta firmada por ambas partes; en caso el resultado no fuera el esperado, se procedía a una retroalimentación por parte del mantenedor.

Una vez que el maquinista logró autonomía en el desarrollo de las actividades de limpieza, reapriete de pernos y tuercas, lubricación e inspección del equipo; se procedió a asegurar que comprenda la importancia de las variables del proceso en la mantención del buen estado del equipo, para lo cual se revisó y estandarizó parámetros de proceso, materia prima y envase.

c. **MANTENIMIENTO PLANIFICADO O PROGRESIVO (KEIKAKU HOZEN)**

Para implementar el pilar de “Mantenimiento planificado”, se siguieron los 6 pasos mostrados en la Figura 17.

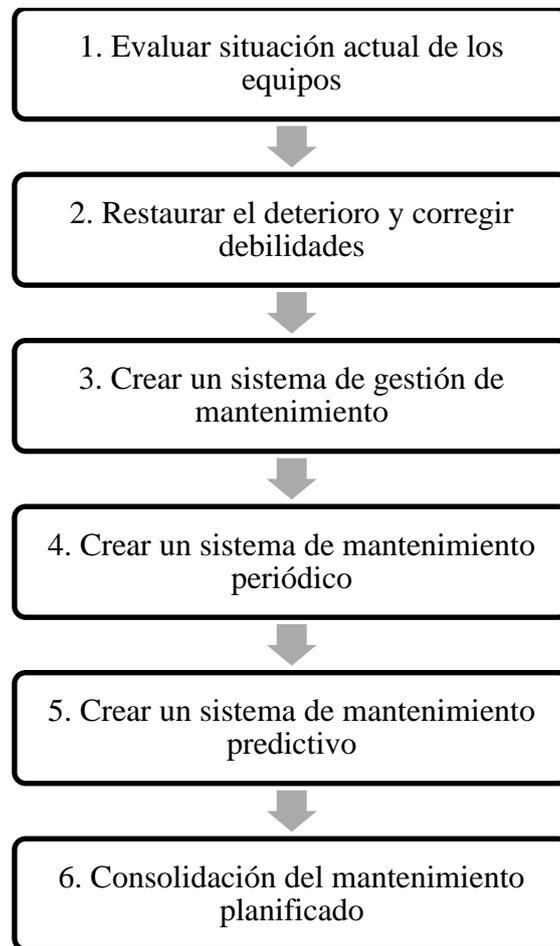


Figura 17: Pasos para la implementación del pilar de Mantenimiento Planificado

FUENTE: Suzuki (1995)

Como actividad inicial del pilar se procedió al levantamiento de información sobre la línea como el número de equipos que la conformaban y el historial de fallas. Posteriormente, se identificaron las actividades de los mantenimientos a realizar por equipo, determinando la frecuencia y duración para realizar cada mantenimiento. Con esta información, se elaboró el programa de mantenimiento provisorio y se dio inicio a su ejecución y control.

Ya que se contaba con la información de las fallas registrada, se procedió a definir la herramienta a utilizar para su análisis y así evitar su recurrencia. Esta herramienta fue el ADF (Análisis de falla), para lo cual se construyó una planilla que facilitara el proceso de identificación de la causa raíz del problema y el establecimiento de los planes de acción; finalmente se procedió a capacitar al personal. Luego, se definió un equipo de trabajo responsable de dicha actividad, el cual debía reunirse de manera semanal; y, junto con el maquinista, identificar las causas raíces y proponer los planes a acción a ejecutar para evitar su recurrencia.

Como parte del pilar se realizó el establecimiento de las condiciones básicas por medio de la eliminación de las tarjetas colocadas como parte del pilar de mantenimiento autónomo. Se determinó los responsables de resolver la tarjeta y la fecha estimada para realizarlo. Una vez determinados los responsables y las fechas, se realizó el seguimiento para garantizar el cumplimiento y la resolución de tarjetas.

Ya que el área de mantenimiento fue el responsable de la elaboración del plan de reapriete de pernos y tuercas, inspección y lubricación, se les brindó una capacitación de las consideraciones a tener cuenta. Posteriormente, se realizó el levantamiento de los puntos y se procedió a su elaboración, revisión, aprobación y ejecución, tal como se describió en el pilar de mantenimiento autónomo. Además, se llevó a cabo la capacitación y traslado de los planes al maquinista.

Luego, se estructuró un sistema para el control de los repuestos, definiendo el lugar su almacenamiento, el criterio de compra, cantidad y reposición de cada uno. Con toda la información recolectada previamente, se procedió a la revisión y construcción del plan de mantenimiento periódico (preventivo) y a su posterior control por medio del sistema SAP.

d. FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Para implementar el pilar de “Formación y entrenamiento”, se siguieron los 6 pasos mostrados en la Figura 18.

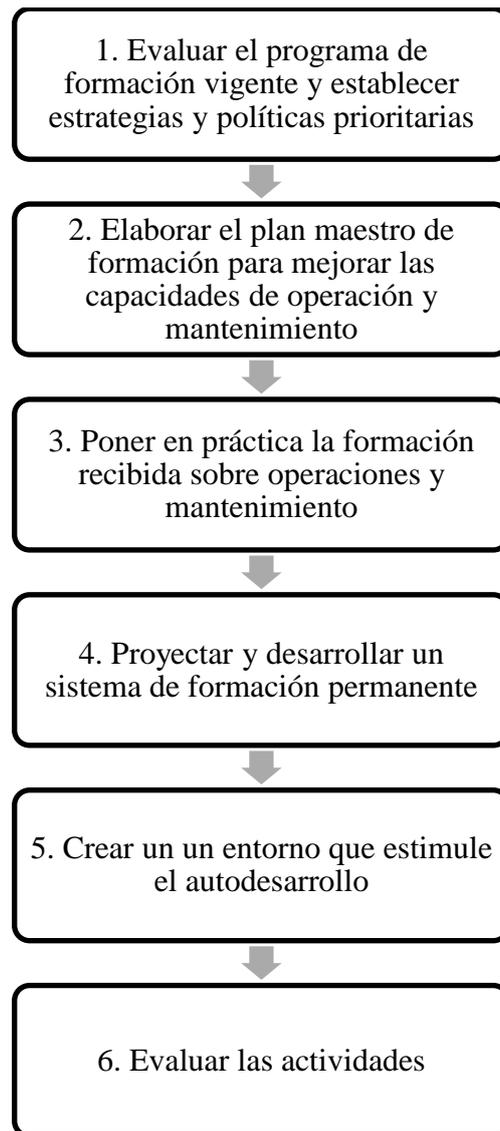


Figura 18: Pasos para la implementación del pilar de Formación y Entrenamiento

FUENTE: Suzuki (1995)

Como primera actividad de este pilar se procedió a realizar un levantamiento de las necesidades de capacitación del personal, basado en los conocimientos y habilidades que necesitan para desempeñar su función. En función a ello, se construyó la matriz de habilidades, la cual, es una herramienta de gestión que permite visualizar las competencias necesarias para el período o paso que se está transcurriendo, el nivel que se desea alcanzar y, el estado y evolución de las competencias de los colaboradores en el tiempo. La matriz de habilidades utilizada en la planta contiene la información básica sobre los trabajadores de la

línea, con sus respectivos códigos y el puesto de trabajo que desempeña (maquinista o auxiliar de producción); además, hace una apertura del nivel ideal de aprendizaje que deben alcanzar en los conocimientos necesarios según su perfil.

Este pilar se encargó de la gestión de todas las capacitaciones que se brindaron como parte de la metodología. Para lo cual, se elaboró el plan de entrenamiento (cronograma de capacitaciones), en el cual se detallaron los temas a dictarse, tiempo de duración, el horario y lugar de capacitación. En cuanto a esto, mencionar que el facilitador del pilar fue el encargado de dar aviso a los participantes de las capacitaciones a las cuales debía asistir, por medio de la publicación del plan de entrenamiento semanal en la pizarra informativa de planta. Adicional a ello, se encargó de reservar el lugar de entrenamiento, tener listo el material a utilizar y coordinar con los supervisores de producción los relevos del personal (cuando la capacitación se llevaba a cabo dentro del horario de trabajo).

Para controlar la asistencia del personal a cada capacitación se utilizó un formato de registro de asistencia, con el cual se iba registrando en la matriz educativa el nivel alcanzado por el personal, para posteriormente evaluar el avance logrado según el plan de entrenamiento definido. Asimismo, al finalizar cada capacitación, se llevó a cabo una encuesta, la cual fue anónima y consideró aspectos como la infraestructura, calidad del material entregado, importancia del tema impartido, calidad del expositor, entre otros. Mensualmente, se evaluaron los resultados de las encuestas y se tomaron acciones en los ítems en los cuales se obtuvo baja puntuación.

Una de las actividades principales del pilar fue la implementación de actividades que estimularan el autodesarrollo, para lo cual se habilitó una sala de entrenamiento. Este ambiente contaba con libros, manuales técnicos, material audiovisual, maquetas para el aprendizaje práctico, así como también de un proyector para el desarrollo de las capacitaciones. El objetivo de este ambiente fue el de brindarle al personal un espacio y recursos para que pudiera adquirir conocimientos de manera autónoma. Finalmente se desarrollaron evaluaciones de los resultados obtenidos de las capacitaciones realizadas para corroborar si éstas cumplieron con los objetivos establecidos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIAGNÓSTICO

En el mes de Abril la línea trabajó en promedio 23,2 horas/día durante 21 días. Para el cálculo del OEE se utilizó la información mostrada en la Tabla 5:

Tabla 5: Información para el cálculo del OEE en Abril del año 2016

Información	Resultado
Tiempo planificado de producción (minutos)	29280
Capacidad nominal (unidades/minuto)	100
Total de unidades producidas	1970544
Total de unidades buenas	1970251
Paradas no planificadas/Detenciones totales (minutos)	5651

Tener en cuenta que las “unidades buenas” son las unidades aptas para la venta al consumidor ya que cumplen con todos los requerimientos de calidad e inocuidad. El detalle de las detenciones registradas se muestra en la Tabla 6:

Tabla 6: Detenciones registradas en Abril del año 2016

Detenciones	Minutos
Mantenimiento Programada	0,00
Pruebas de Desarrollo	87,84
Falta de Materia Prima	409,92
Capacitación	146,40
Falta de Personal	58,56
Cambio de Programación	0,00
Falla Mecánica	1405,44
Falla Eléctrica	117,12
Falla Operacional	0,00
Falla de Servicios	0,00
Falta Mat.Env.Emb.	0,00
Aseo General	1346,88
Ajuste de Equipo	849,12
Refrigerio	58,56
Cambio de Bobina Envase	1141,92
Cambio de Formato	0,00
Inicio y Término de Producción	29,28
Total detenciones	5651,04

El cálculo de cada uno de los factores del OEE se realizó de la siguiente manera:

4.1.1. DISPONIBILIDAD

El cálculo de este factor se realizó por medio de la Ecuación 2:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{29280 - 5651}{29280}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{23629}{29280}$$

$$\text{Disponibilidad} = 80,7\%$$

4.1.2. RENDIMIENTO

El cálculo de este factor se realizó por medio de la Ecuación 3:

$$\text{Tiempo de operación} = 29280 - 5651$$

$$\text{Tiempo de operación} = 23629$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{1970544}{23629 \times 100}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{1970544}{2362900}$$

$$\text{Rendimiento} = 83.4\%$$

Para el cálculo de la pérdida de Rendimiento (pérdida de velocidad y tiempo no informado), se utilizó la fórmula siguiente:

$$\text{Pérdida por rendimiento} = \frac{100\% - \% \text{ rendimiento}}{\text{TPdP}} \times \text{TdO} \quad (5)$$

donde TPdP: tiempo planificado de producción y TDo: tiempo de operación.

$$\text{Pérdida por rendimiento} = \frac{100\% - 83.4\%}{29280} \times 23629$$

$$\text{Pérdida por rendimiento} = \frac{100\% - 83.4\%}{29280} \times 23629$$

$$\text{Pérdida por rendimiento} = \frac{16,6\%}{29280} \times 23629$$

$$\text{Pérdida por rendimiento} = \frac{3923,5}{29280}$$

$$\text{Pérdida por rendimiento} = 13,4\%$$

4.1.3. CALIDAD

El cálculo de este factor se realizó por medio de la Ecuación 4:

$$\text{Calidad} = \frac{1970251}{1970544}$$

$$\text{Calidad} = 99,9\%$$

Una vez calculados los tres factores, se procedió al cálculo del OEE por medio de la Ecuación 1:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

$$\text{OEE} = 80,7\% \times 83,4\% \times 99,9\%$$

$$\text{OEE} = 67,3\%$$

En la Tabla 7 se muestran los resultados del diagnóstico inicial:

Tabla 7: Distribución de pérdidas de la línea Volpak en Abril del año 2016

Volpak			
Familia	Descripción	Abril	
		Min	%
Pérdidas por parada administrativa	Mantenimiento Programada	0,00	0,0%
	Pruebas de Desarrollo	87,8	0,3%
	Falta de Materia Prima	409,9	1,4%
	Capacitación	146,4	0,5%
Pérdidas por ajustes de plan de producción	Falta de Personal	58,6	0,2%
	Cambio de Programación	0,0	0,0%
Pérdidas por falla de equipos	Falla Mecánica	1405,4	4,8%
	Falla Eléctrica	117,1	0,4%
Pérdidas por falla de proceso	Falla Operacional	0,0	0,0%
	Falla de Servicios	0,0	0,0%
	Falta Mat.Env.Emb.	0,0	0,0%
Pérdidas por producciones estándar	Aseo General	1346,9	4,6%
	Ajuste de Equipo	849,1	2,9%
	Refrigerio	58,6	0,2%
	Cambio de Bobina Envase	1141,9	3,9%
	Cambio de Formato	0,0	0,0%
Rendimiento	Inicio y Término de Producción	29,3	0,1%
	Velocidad y Tiempo no informado	3923,5	13,4%
Calidad	Productos con defecto	2,9	0,0%
Total de pérdidas		9577,5	32,7%
		OEE (%)	67,3%

En abril del 2016 la línea presentaba un OEE de 67,3 por ciento y un total de pérdidas del 32,7 por ciento; siendo un 13,4 por ciento debido al bajo rendimiento de la línea, 11,7 por ciento debido a detenciones por limpieza, regulaciones y cambio de material de envase, 5,2 por ciento debido a las fallas mecánicas y eléctricas, 1,4 por ciento debido a falta de materia prima y 1 por ciento debido a pruebas de desarrollo, capacitaciones y falta de personal.

Cuatrecasas y Torrell (2010) mencionan que lo normal en la mayor parte de las organizaciones es contar con un OEE entre niveles de 40 por ciento a 60 por ciento y que lograr niveles entre 80 por ciento y 90 por ciento es difícil, pero alcanzable en base a la implementación de la metodología TPM. Asimismo, el control del OEE permite identificar el tipo de pérdida que afecta la eficiencia de las máquinas, permitiendo atacar las causas y resolver los problemas, aumentando así la productividad. En las Tablas 8, 9, 10 y 11, se muestran los resultados del análisis de las causas y planes de acción de cada pérdida:

Tabla 8: Planes de acción de la pérdida por rendimiento

PROPÓSITO	CAUSA	CAUSAS QUE GENERAN EL EFECTO	ACTIVIDADES DE ACCIÓN	RESPONSABLE	FECHA DE PLAZO	FECHA DE EJECUCIÓN	
Disminuir Pérdida por rendimiento	Reducción de Velocidad	La regulación de la celda de descarga no está incluida en el plan de mantenimiento preventivo	Incluir en el plan de mantenimiento preventivo la regulación de la celda de descarga	Planificador mantenimiento	16/05/2016	15/05/2016	
		No se evaluó adecuadamente la frecuencia de cambio de correas	Definir frecuencia de cambio de correas de arrastre	Mantenedor mecánico	16/05/2016	16/05/2016	
			Modificar la frecuencia de cambio en el plan de mantenimiento preventivo	Planificador mantenimiento	25/05/2016	23/05/2016	
		Producto defectuoso		Establecer parámetros y procedimiento del proceso de grageado	Inspector de procesos	18/05/2016	19/05/2016
				Establecer parámetros y procedimiento del proceso de tamizado	Inspector de procesos	20/05/2016	21/05/2016
				Establecer parámetros de trabajo	Inspector de procesos	18/05/2016	19/05/2016
		Velocidad en el panel no corresponde con el nominal del fabricante		Capacitar a los maquinistas	Inspector de procesos	28/05/2016	26/05/2016
				Falta de capacitación en Tiempos no informados/microparadas	Capacitar a los maquinistas	Inspector de procesos	30/05/2016
		Microparadas					

Tabla 9: Planes de acción de la pérdida por limpieza

PROPÓSITO	CAUSAS QUE GENERAN EL EFECTO	ACTIVIDADES DE ACCIÓN	RESPONSABLE	FECHA DE PLAZO	FECHA DE EJECUCIÓN
Disminuir Pérdida por limpieza	Falta de implementos de limpieza en la zona	Realizar listado de implementos de limpieza necesarios	Inspector de procesos	25/08/2016	23/08/2016
		Ubicar los implementos de limpieza en un lugar accesible	Supervisor de producción	16/09/2016	15/09/2016
	Falta de estandarización de las actividades de limpieza	Realizar listado de las actividades de limpieza	Inspector de procesos/maquinista de producción	24/08/2016	24/08/2016
		Separar actividades externas e internas	Inspector de procesos/maquinista de producción	26/08/2016	28/08/2016
		Eliminar actividades externas de limpieza	Inspector de procesos/Supervisor de producción	15/09/2016	16/09/2016
		Elaborar procedimiento de limpieza	Inspector de procesos	25/09/2016	23/09/2016
		Capacitar al personal en el nuevo procedimiento de limpieza	Inspector de procesos	01/10/2016	01/10/2016
		Caída de producto al piso por rotura de capuchones de la faja transportadora	Reparar la faja transportadora	Mantenedor mecánico	30/09/2016

Tabla 10: Planes de acción de la pérdida por ajustes/regulaciones

PROPÓSITO	CAUSAS QUE GENERAN EL EFECTO	ACTIVIDADES DE ACCIÓN	RESPONSABLE	FECHA DE PLAZO	FECHA DE EJECUCIÓN
Disminuir Pérdida por ajuste/regulaciones	Incorrecto diseño de guía del clasificador	Modificar guía del clasificador	Mantenedor mecánico	25/02/2017	28/02/2017
	Gramaje de lámina variable	Revisar estándar y ajustar tolerancia	Inspector de procesos	30/01/2017	20/02/2017
	Incorrecta manipulación de bobina por parte del abastecedor	Realizar procedimiento de manipulación de bobina para el traslado del almacén de despacho a las embolsadora	Inspector de procesos	30/01/2017	29/01/2017
	Producto realiza tirabuzón en hombro formador	Implementar jebe del cono de la corbata	Mantenedor mecánico	28/01/2017	28/01/2017
	Incorrecto montaje de pesadoras	Capacitar a los auxiliares nuevos en el correcto de montaje de pesadoras	Inspector de procesos	15/02/2017	13/02/2017
		Enumerar las alimentadoras y pesadoras	Mantenedor mecánico	13/02/2017	09/02/2017
	No se realizó la regulación de correas	Colocar manómetro para control de presión de pistón de soporte y platina (Sellado Mordaza Vertical).	Mantenedor mecánico	23/02/2017	28/02/2017
	Desgaste de jebes de cortinas de los vibradores lineales	Cambio del jebe de las cortinas de vibradores lineales (mejor material)	Mantenedor mecánico	17/02/2017	16/02/2017
	Descentrado de lámina	Realizar ajuste de pernos y reparación del cono de portabobina	Mantenedor mecánico	30/01/2017	27/01/2017
		Realizar ajuste de polín de hombro formador	Mantenedor mecánico	05/02/2017	04/02/2017
		Habilitar la llave hexagonal #5 para ajuste de polín	Supervisor de producción	13/02/2017	15/02/2017

Tabla 11: Planes de acción de la pérdida por cambio de bobina

PROPÓSITO	CAUSAS QUE GENERAN EL EFECTO	ACTIVIDADES DE ACCIÓN	RESPONSABLE	FECHA DE PLAZO	FECHA DE EJECUCIÓN
Disminuir Pérdida por cambio de bobina	Peso de la bobina limita la cantidad de cambios a realizar en el turno	Aumentar el peso de la bobina	Ingeniero de procesos/Ingeniero de desarrollo	25/11/2017	24/11/2017
		Habilitar un coche para el transporte de la bobina desde el estante	Jefe de producción/Ingeniero de procesos	05/12/2017	07/12/2017
	Falta de estandarización de las actividades de cambio de bobina	Realizar listado de las actividades de cambio de bobina	Inspector de procesos/maquinista de producción	23/11/2017	20/11/2017
		Separar actividades externas e internas	Inspector de procesos/maquinista de producción	30/11/2017	27/11/2017
		Eliminar actividades externas del cambio de bobina	Inspector de procesos/Supervisor de producción	06/12/2017	08/12/2017
		Elaborar procedimiento de cambio de bobina	Inspector de procesos	16/12/2017	14/12/2017
		Capacitar al personal en el nuevo procedimiento de cambio de bobina	Inspector de procesos	30/12/2017	29/12/2017

4.2. EVALUACIÓN DE MATERIAL DE ENVASE

Como problemática en la línea se tenía la presencia de bobinas dañadas (con golpes en la parte interna del tuco) y con pliegues en la parte externa en la cual se encuentra la taca; esto generaba detenciones por regulaciones del recorrido de lámina y ajustes de parámetros de trabajo del equipo fechador debido a la incorrecta lectura del sensor de taca. Es por ello que, como parte de la implementación, se establecieron planes de acción para reducir estos defectos. En la Figura 19 se muestra la variación del porcentaje de bobinas defectuosas, la cual disminuyó de 6,25 por ciento a 1,25 por ciento.

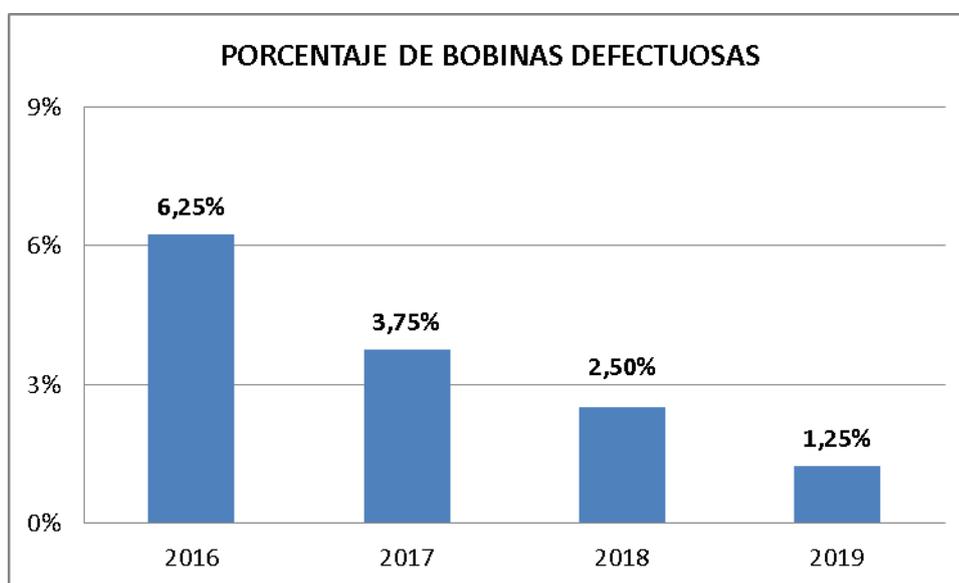


Figura 19: Porcentaje de bobinas defectuosas

La variación del gramaje del material de envase también fue un factor que influyó en la eficiencia de la línea, ya que al ser mayor la diferencia, se generaban detenciones por el ajuste de los parámetros de sellado (temperatura y presión). Según Illanes (2004), para lograr la hermeticidad del sello de la bolsa es muy importante conocer la temperatura de sellado, la presión de sellado, el tiempo de residencia del material en las mordazas y, el tipo y espesor de la lámina. Cuando existe control sobre estos parámetros se evitará un mal sellado; es por ello que, en conjunto con las áreas de Calidad y Desarrollo de productos, se coordinó reducir la tolerancia permitida de ± 5 por ciento ($\pm 3,46 \text{ g/cm}^2$) a ± 3 por ciento ($\pm 2,08 \text{ g/cm}^2$).

En las Figuras 20 y 21 se muestra la variación del gramaje del material de envase en Abril del año 2016 y 2019 respectivamente.

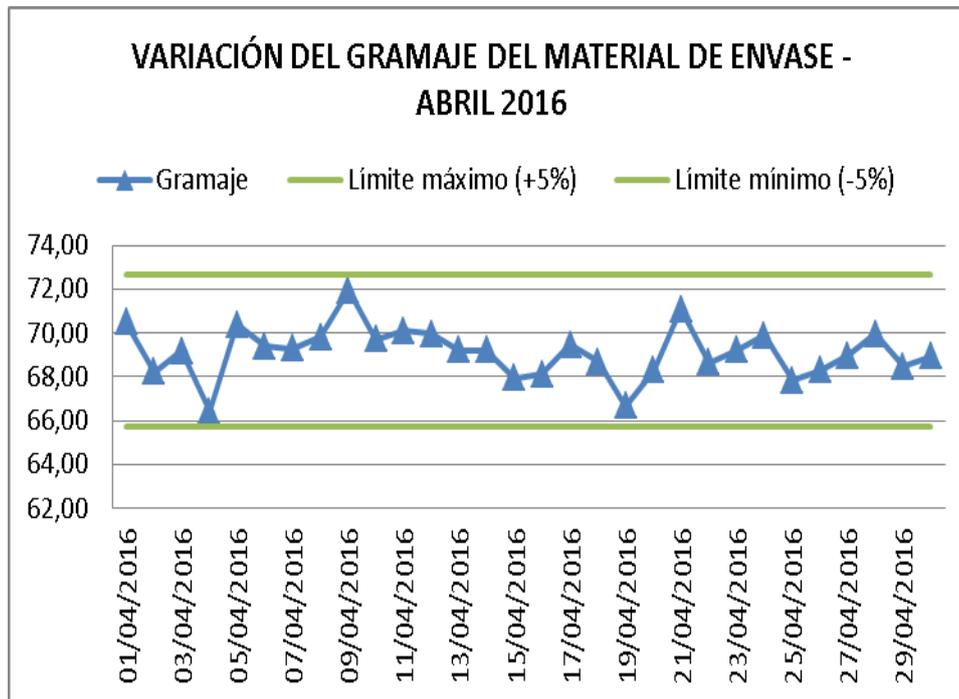


Figura 20: Variación del gramaje del material de envase en Abril 2016

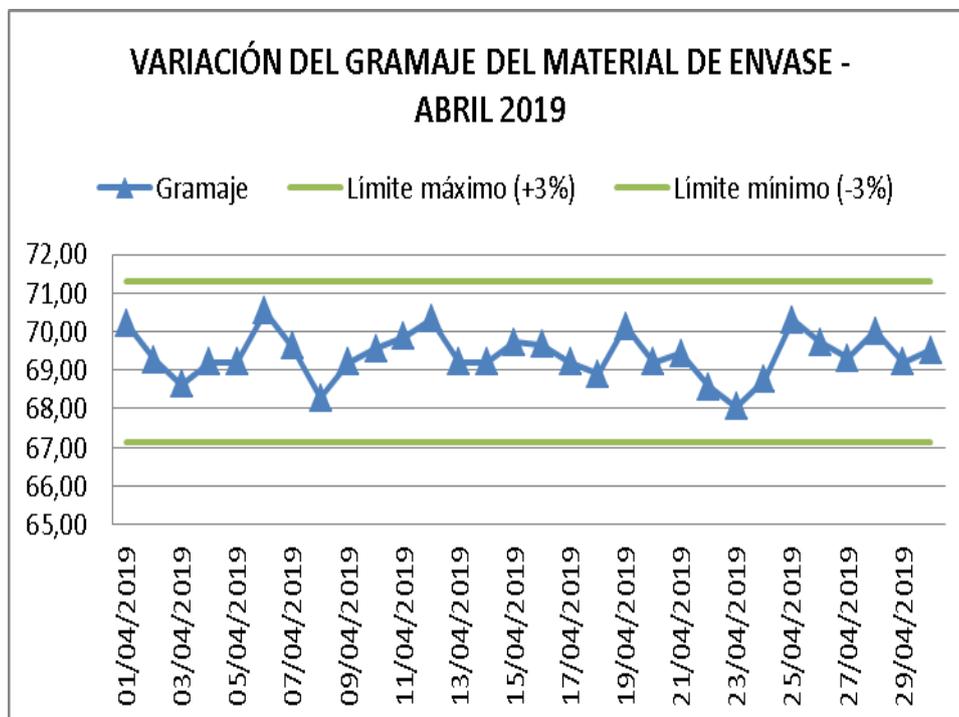


Figura 21: Variación del gramaje del material de envase en Abril 2019

A continuación de muestra el estándar del material de envase:

4.2.1. ESTRUCTURA REFERENCIAL

En la Tabla 12 se muestra la estructura del envase:

Tabla 12: Estructura del envase

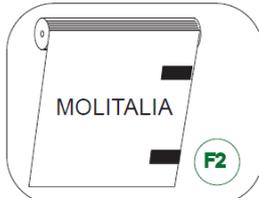
Sustrato	Espesor (micras)	Gramaje (g/m²)
BOPP Cr (Lámina 1)	15	13,50
*TINTA	---	1,91
*ADHESIVO	---	2,50
Al (Lámina 2)	10	26,30
*ADHESIVO	---	2,50
PP Cast (Lámina 3)	25	22,50
TOTAL	50	69,21

4.2.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En la Tabla 13 se muestra las especificaciones técnicas del envase:

Tabla 13: Especificaciones técnicas del envase

Características del Material:	Unidades	Valor estándar	Tolerancia
Gramaje	g/m ²	69,21	± 3%
Fuerza de laminación I (BOPP CR/ AL)	g-f/25mm	Mín. 240	-
Fuerza de laminación II (AL/ PPCAST)	g-f/25mm	Mín. 340	-
Sellabilidad	g-f/25mm	Mín. 1150	-
Coefficiente de fricción dinámico:			
Cara interno / metal	-	0.10 - 0.30	-
Cara externo / metal	-	0.10 - 0.30	-
Estática	--	LIBRE	--
Características dimensionales:	Unidades	Valor estándar	Tolerancia
Ancho de lámina	Mm	160	± 1
Frecuencia o largo de lámina	Mm	100	± 1
Sentido de embobinado	-	F2	-



Empalmes:	Unidades	Valor estándar	Tolerancia
0 empalme		Mínimo el 65% del lote ingresado	
1 empalme		Máximo el 15% del lote ingresado	
2 empalmes		Máximo el 12% del lote ingresado	
3 empalmes		Máximo el 8% del lote ingresado	
Diámetro interno de bobina	Mm	76	± 2 Solo se aceptarán bobinas CON MENOR DIAMETRO que corresponden a la última bajada de impresión, que tengan 0 empalmes
Diámetro externo de bobina	Mm	400	± 10

4.2.3. CONTROL DE CALIDAD

Cada especificación técnica del material debe ser evaluada según la frecuencia indicada en la Tabla 14:

Tabla 14: Frecuencia de control de las especificaciones técnicas

Características del Material:	Frecuencia Control
Gramaje	QC/QA
Fuerza de laminación I (BOPP Cr/ Al)	QA/MB
Fuerza de laminación II (Al/ PPCast)	QA/MB
Sellabilidad	QA/MB
Coeficiente de fricción dinámico:	
Cara interno / metal	QA/MB
Cara externo / metal	QA/MB
Estática	--
Características Dimensionales:	Frecuencia Control
Ancho de lámina	QC/QA/MB
Frecuencia o largo de lámina	QC/QA/MB
Sentido de embobinado	QC/MB
Empalmes:	Frecuencia Control
0 empalme	QC/MB
1 empalme	Debe tener una cinta de color diferente al material, de manera que el operario pueda identificar y un espesor muy delgado que no se atasque en el formador de la envasadora. El empalme realizado debe coincidir en el diseño para no tener diferencias de regulación en máquina.
2 empalmes	
3 empalmes	
Diámetro interno de bobina	QC/MB
Diámetro externo de bobina	QC/MB

Siendo:

- **QC:** Sometido a control de calidad cada vez que se recepcione.
- **QA:** Debe presentar certificado de calidad cada vez que se recepcione.
- **QCE:** Debe presentar certificado de análisis realizado en laboratorio externo certificado con la frecuencia de una vez al año.
- **MB:** Motivo de bloqueo.

Además, el proveedor debe presentar todos los análisis indicados en la especificación técnica (QA, QC y QCE) en el primer ingreso del material y de allí en adelante de acuerdo a la frecuencia indicada.

4.2.4. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE EMBALAJE

- Deben venir forradas con cartón en el contorno y las bases para evitar que se dañe el aluminio
- Deben venir envueltas dentro de bolsas de polietileno en óptimas condiciones sanitarias.
- Las bobinas deben descargarse en su propio pallet de despacho para realizar el traspaso a otro similar
- Las bobinas no deben presentar golpes en la parte interna de los tucos
- El tuco de cada bobina debe cumplir con las medidas indicadas en las características dimensionales.
- La parte externa en los bordes de las bobinas no deben presentar desniveles u ondas por motivo de golpes, mal bobinado o por tensión

4.2.5. ROTULACIÓN

- Cada bolsa y tuco de la bobina debe traer adherida una etiqueta que indique lo siguiente: Fabricante, Fecha, N° lote, Código SAP del material

4.3. EVALUACIÓN DEL PRODUCTO

El producto presentaba la variación de su diámetro a un valor por encima del establecido (11 mm), lo cual originaba la variación de la velocidad de caída de éste durante el proceso de dosificación; y como consecuencia, se originaban detenciones debido al sellado defectuoso. Ya que se contaba con una tolerancia máxima de 15 por ciento para el producto con mayor diámetro (de 11,1 mm a 12 mm), se coordinó en conjunto con las áreas de Calidad y Desarrollo de productos, reducir la tolerancia permitida de 15 por ciento a 8 por ciento; asimismo, se llevó a cabo una capacitación al personal de producción para el cumplimiento

de los parámetros de trabajo y así obtener producto con el diámetro óptimo. En la Figura 22 se muestra la variación de la proporción de producto con diámetro entre 11,1 y 12 mm, el disminuyó de 13,50 por ciento a 7,35 por ciento.

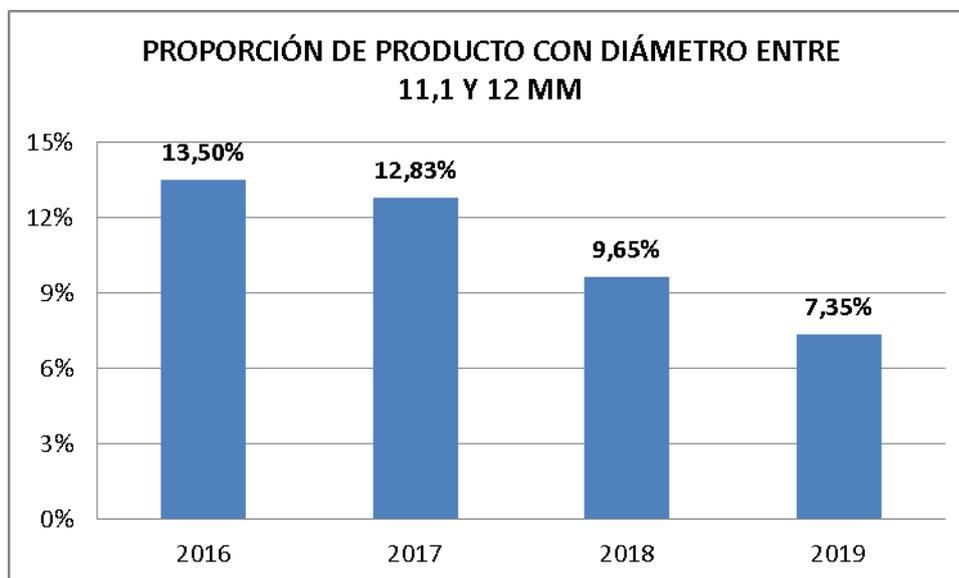


Figura 22: Proporción de producto con diámetro entre 11,1 y 12 mm

A continuación de muestra el estándar del producto:

4.3.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En la Tabla 15 se muestra las especificaciones técnicas del caramelo de menta:

Tabla 15: Especificaciones técnicas del producto

<u>Parámetros durante el proceso</u>	Características
Temperatura de cocción	106 +/-1 °C
Temperatura aire secado	Min.85°C
° brix del jarabe	76 +/- 1°C
%Defectuoso (después del brillado)	Máx.. 3 %
% Producto con diámetro 11.1 - 12mm por lote	Máx. 8%
<u>Parámetros producto terminado</u>	Características
% Humedad	Máx. 4%
Peso neto sobre (g)	21.0 g (mín.20.69 g - máx. 21.32 g). Peso promedio del lote: 21 g

4.3.2. CONTROL DE CALIDAD

Cada especificación técnica del producto es evaluada según la frecuencia indicada en la Tabla 16:

Tabla 16: Frecuencia de control de las especificaciones técnicas

<u>Parámetros durante el proceso</u>	Características
Temperatura de cocción	Min 1 vez / turno
Temperatura aire secado	Min 1 vez / turno
° brix del jarabe	Min 1 vez / turno
% Defectuoso (después del brillado)	Min 1 vez / turno
% Producto con diámetro 11.1 - 12mm por lote	Min 1 vez / lote
<u>Parámetros producto terminado</u>	Características
% Humedad	Una vez / 7 días
Peso neto sobre (g)	Min 1 vez / 1 hora

4.4. RESULTADOS DE LAS CAPACITACIONES

La determinación de los requerimientos de capacitación permite identificar las diferencias en el desempeño, deficiencias o las carencias de habilidades, conocimientos, y actitudes que impiden que los trabajadores desarrollen sus funciones de manera efectiva. Detectar estas necesidades de capacitación asegura que las actividades de entrenamiento obedezcan a necesidades reales, facilita la identificación de los cursos de capacitación y elimina la tendencia de capacitar por capacitar (Mesías, 2017).

El pilar de formación y entrenamiento gestionó todas las capacitaciones que se brindaron como parte de la metodología, las cuales ayudaron a estandarizar las actividades que se realizaron y a reducir las pérdidas relacionadas a la falta de conocimiento y habilidades de los maquinistas y técnicos. En la Figura 23 se puede observar que, como resultado de las capacitaciones brindadas al área de mantenimiento, se logró una reducción en los tiempos de reparación de las fallas de 70 minutos a 46 minutos.

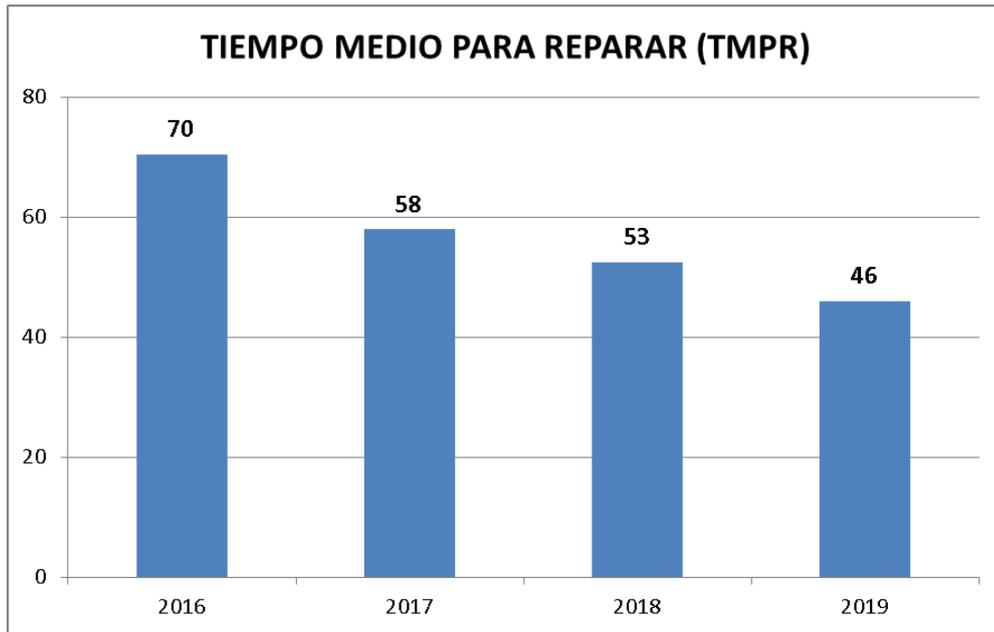


Figura 23: Tiempo medio para reparar

Según Zegarra (2016) el tiempo para reparar muestra el tiempo promedio que demoran las reparaciones o intervenciones a la máquina, es decir, es el tiempo que la máquina se encuentra inoperativa. Un elevado tiempo indica que se invierten muchas horas en reparar la máquina debido a alguna deficiencia. En relación a esto, Aribowo y Kurniati (2019) mencionan que el tiempo de reparación se ve afectado por la capacidad de las personas que realizan las reparaciones, la disponibilidad de los repuestos y también las técnicas de reparación. Es por ello que, la mejora de la habilidad del personal de mantenimiento a través de la mejora intensiva y detallada del conocimiento en equipos y técnicas de Mantenimiento contribuye en la reducción de los tiempos de reparación. Asimismo, Espinoza (2017) afirma que para garantizar el éxito de la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento se debe contar con las herramientas e instrumentos necesarios, así como el personal capacitado para realizar el mantenimiento.

4.5. OEE

En el mes de Abril la línea trabajó en promedio 23 horas/día durante 16 días. Para el cálculo del OEE, se utilizó la información mostrada en la Tabla 17:

Tabla 17: Información para el cálculo del OEE en Abril del año 2019

Información	Resultado
Tiempo planificado de producción (minutos)	22080
Capacidad nominal (unidades/minuto)	100
Total de unidades producidas	1998660
Total de unidades buenas	1998660
Paradas no planificadas/Detenciones totales (minutos)	1607,64

Tener en cuenta que las “unidades buenas” son las unidades aptas para la venta al consumidor ya que cumplen con todos los requerimientos de calidad e inocuidad. El detalle de las detenciones registradas se muestra en la Tabla 18:

Tabla 18: Detenciones registradas en Abril del año 2019

Detenciones	Minutos
Mantenimiento Programada	0,00
Pruebas de Desarrollo	0,00
Falta de Materia Prima	0,00
Capacitación	33,00
Falta de Personal	22,08
Cambio de Programación	0,00
Falla Mecánica	0,00
Falla Eléctrica	88,32
Falla Operacional	144,00
Falla de Servicios	75,00
Falta Mat.Env.Emb.	17,00
Aseo General	353,28
Ajuste de Equipo	353,28
Refrigerio	0,00
Cambio de Bobina Envase	463,68
Cambio de Formato	0,00
Inicio y Término de Producción	58,00
Total detenciones	1607,64

El cálculo de cada uno de los factores del OEE se realizó de la siguiente manera:

4.5.1. DISPONIBILIDAD

El cálculo de este factor se realizó por medio de la Ecuación 2:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{22080 - 1607,6}{22080}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{20472,4}{22080}$$

$$\text{Disponibilidad} = 92,7\%$$

4.5.2. RENDIMIENTO

El cálculo de este factor se realizó por medio de la Ecuación 3:

$$\text{Tiempo de operación} = 22080 - 1607,6$$

$$\text{Tiempo de operación} = 20472,4$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{1998660}{20472 \times 100}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{1998660}{2047236}$$

$$\text{Rendimiento} = 97,6\%$$

Para el cálculo de la pérdida de Rendimiento (pérdida de velocidad y tiempo no informado), se utilizó la Ecuación 5:

$$\text{Pérdida por rendimiento} = \frac{100\% - 97,6\%}{22080} \times 20472,4$$

$$\text{Pérdida por rendimiento} = \frac{100\% - 97,6\%}{22080} \times 20472,4$$

$$\text{Pérdida por rendimiento} = \frac{2,4\%}{22080} \times 20472,4$$

$$\text{Pérdida por rendimiento} = \frac{485,8}{22080}$$

$$\text{Pérdida por rendimiento} = 2,2\%$$

4.5.3. CALIDAD

El cálculo de este factor se realizó por medio de la Ecuación 4:

$$\text{Calidad} = \frac{1998660}{1998660}$$

$$\text{Calidad} = 100\%$$

Una vez calculados los tres factores, se procedió al cálculo del OEE por medio de la Ecuación 1:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

$$\text{OEE} = 92,7\% \times 97,6\% \times 100\%$$

$$\text{OEE} = 90,5\%$$

En la Tabla 19 se observa que desde el mes de Marzo del 2019 el OEE alcanzó un valor de 90 por ciento, por medio de la reducción significativa de las pérdidas.

Tabla 19: Distribución de pérdidas de la línea Volpak en el año 2019

Volpak		2019			
		Enero	Febrero	Marzo	Abril
Familia	Descripción	%	%	%	%
Pérdidas por parada administrativa	Mantenimiento Programada	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Pruebas de Desarrollo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Falta de Materia Prima	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
	Capacitación	0,2%	0,0%	0,0%	0,1%
	Falta Mat.Env.Emb.	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Pérdidas por ajustes de plan de producción	Falta de Personal	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Cambio de Programación	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pérdidas por falla de equipos	Falla Mecánica	1,4%	0,1%	0,0%	0,4%
	Falla Eléctrica	0,2%	0,4%	0,0%	0,7%
Pérdidas por falla de proceso	Falla Operacional	0,1%	0,0%	0,0%	0,3%
	Falla de Servicios	0,0%	0,4%	0,0%	0,1%
Pérdidas por producciones estándar	Aseo General	2,2%	1,7%	1,6%	1,6%
	Ajuste de Equipo	5,5%	4,5%	3,4%	1,6%
	Refrigerio	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Cambio de Bobina Envase	2,2%	2,3%	2,5%	2,1%
	Cambio de Formato	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%
	Inicio y Término de Producción	0,1%	0,0%	0,0%	0,3%
Rendimiento	Velocidad TNI	3,6%	3,6%	2,1%	2,2%
Calidad	Productos con defecto	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pérdidas totales		17%	13%	10%	9,5%
OEE (%)		82,9%	86,7%	90,3%	90,5%

Según la clasificación de OEE mostrada en la Tabla 20, después del período evaluado, la línea alcanzó el rango de “Buena”.

Tabla 20: Clasificación del OEE

OEE	Clasificación	Características
OEE < 65%	Inaceptable	Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad
65% ≤ OEE < 75%	Regular	Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad
75% ≤ OEE < 85%	Aceptable	Continuar la mejora para superar el 85 por ciento y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% ≤ OEE < 95%	Buena	Entra en Valores World Class. Buena competitividad.
OEE ≥ 95%	Excelencia	Valores World Class. Excelente competitividad.

FUENTE: Cruelles (2010)

Las pérdidas administrativas estuvieron relacionadas a la falta de material de envase y de materia prima, principalmente debido a la falta de abastecimiento oportuno de ambos. Para dar solución a esta pérdida se procedió a coordinar con el planificador de producción y el jefe de producción la implementación de acciones que permitieran asegurar el abastecimiento. Por medio de estas acciones, esta pérdida se redujo a 0 por ciento.

La pérdida relacionada a los tiempos de limpieza se trabajó por medio del ciclo CAPDo mostrado anteriormente, cuyos planes de acción generados lograron reducir esta pérdida de 4,6 por ciento a 1,6 por ciento. De igual forma la pérdida por ajustes y regulaciones logró una reducción de 2,9 por ciento a 1,6 por ciento y la pérdida por cambio de bobina se redujo de 3,9 por ciento a 2,1 por ciento. La pérdida por rendimiento, la cual tenía un valor inicial del 13,4 por ciento, logró reducirse hasta alcanzar un valor de 2,2 por ciento. Finalmente, la pérdida relacionada a las fallas mecánicas y eléctricas, las cuales fueron trabajadas por medio del análisis de fallas, logró reducirse de 5,2 por ciento a 1,1 por ciento.

Estos resultados fueron obtenidos gracias a la implementación correcta de los pilares de la metodología de TPM. Como se mencionó anteriormente, como parte del pilar de mejora enfocada se utilizó la herramienta CAPDo para el análisis y reducción de las pérdidas. El pilar de mantenimiento autónomo fue importante ya que por medio de este pilar se trabajó en la restauración del equipo por medio de la identificación de las anomalías por parte de los maquinistas. Asimismo, se generaron estándares de limpieza, apriete de pernos y tuercas, inspección y lubricación; los cuales también influyeron en que el equipo reduzca significativamente las fallas y se mantenga en condición de trabajo ideal.

Como parte del pilar de mantenimiento planificado se analizaron las fallas con el objetivo de identificar y eliminar su causa raíz, de tal manera que éstas ya no se vuelvan a presentar, adicional a ello se creó el plan de mantenimiento del equipo para asegurar su buen funcionamiento. Según González (2016), el plan de mantenimiento preventivo se desarrolla antes de que ocurra la falla y consiste en actividades de control, inspección, conservación y restauración de un elemento con el propósito de detectar, prevenir o corregir defectos tratando de evitar fallas. Es un programa planificado, destinado a asegurar el mínimo tiempo de paros no previstos y un máximo de tiempo de funcionamiento productivo, eficaz y eficiente para equipos maquinarias y por supuesto los procesos de producción. En el Anexo

5 se muestra el programa de mantenimiento generado para la línea como parte del pilar de mantenimiento planificado.

4.6. COMPETENCIAS PROFESIONALES

Durante el período de permanencia en la empresa Molitalia S.A., desde febrero del 2015 hasta la actualidad, se desempeñaron dos cargos: el de Facilitador TPM en la Planta de Caramelos y posteriormente el de Coordinador TPM de la categoría Confites, la cual incluye las Plantas de Caramelos, Chocolates, Galletas, Tomates y Mermeladas.

Las principales funciones como Facilitador TPM fueron: el control sobre la implementación de la metodología TPM; identificación y cuantificación del árbol de Pérdidas de las líneas; actualización de los indicadores TPM; apoyo y participación en las reuniones de los equipos de mejora; y capacitación a los colaboradores. Como Coordinador TPM las principales funciones desempeñadas fueron: coordinar la implementación de la metodología TPM con el fin de asegurar el cumplimiento del plan maestro definido de manera corporativa; y llevar a cabo reuniones con la jefatura y gerencia con el fin de informar los resultados de los indicadores y los avances de la implementación.

Lo aprendido dentro de la formación como Ingeniero en Industrias Alimentarias ha permitido que se entienda la necesidad de promover la mejora continua en los procesos, poniendo en práctica las competencias técnicas mostradas en la Tabla 21:

Tabla 21: Competencias técnicas

Competencia	Asignatura
Conocimientos en gestión de la producción y del mantenimiento de planta	Ingeniería de la Producción en la Industria Alimentaria
Conocimientos en herramientas de mejora continua y calidad (diagrama de Ishikawa, 5 porqués, diagrama de Pareto, Kaizen, ciclo PHVA, entre otros.	Gestión de la Calidad
Conocimientos en maquinaria y mecanismos	Maquinaria y Equipos en la Industria Alimentaria
Conocimientos en tipos de envases y su aplicación	Envases y Embalajes en la Industria Alimentaria
Conocimientos en medios para el transporte de fluidos y materiales (bombas y fajas transportadoras)	Ingeniería de Alimentos I
Conocimientos en componentes para un sistema de control automático (sensores, actuadores y controladores)	Control y Automatización de Procesos Agroindustriales
Conocimientos en procesamiento y técnicas de conservación de alimentos	Tecnología de Alimentos I

Asimismo, como parte de la formación se desarrollaron las competencias transversales o habilidades blandas mostradas en la Tabla 22, las cuales aportaron en el desarrollo de las funciones establecidas.

Tabla 22: Competencias transversales

Competencias
Toma de decisiones
Trabajo en equipo
Organización y planificación
Capacidad analítica
Resolución de problemas

V. CONCLUSIONES

1. Se implementó la metodología de TPM de acuerdo a los lineamientos de la compañía en los pilares de (1) Mejora Enfocada, (2) Mantenimiento Autónomo, (3) Mantenimiento Planificado y, (4) Formación y Entrenamiento.
2. El OEE es el mejor indicador para optimizar los procesos productivos ya que hace visible las pérdidas del proceso, lo cual permite identificar y tomar acciones sobre las principales pérdidas para lograr mejoras en la eficiencia. Luego del período establecido, el OEE de la línea Volpak aumentó de 67,3 por ciento a 90,5 por ciento, producto del aumento del porcentaje de disponibilidad y rendimiento, alcanzando así la meta establecida y la clasificación de “Buena”.
3. Se realizó el diagnóstico de los equipos de la línea de caramelo de menta encontrándose que las principales pérdidas eran por fallas mecánicas y eléctricas; detenciones por limpieza; ajuste y regulaciones; cambio de bobina y bajo rendimiento.
4. Luego de la implementación de TPM, se logró la reducción de la pérdida por fallas mecánicas y eléctricas de 5,2 por ciento a 1,1 por ciento; la pérdida de limpieza se redujo de 4,6 por ciento a 1,6 por ciento; la pérdida por ajustes y regulaciones logró una reducción de 2,9 por ciento a 1,6 por ciento y la pérdida por cambio de bobina se redujo de 3,9 por ciento a 2,1 por ciento. La pérdida por rendimiento, la cual tenía un valor inicial del 13,4 por ciento, logró reducirse hasta alcanzar un valor de 2,2 por ciento.

5. El pilar de Mejora Enfocada trabajó sobre las principales pérdidas de la línea por medio del trabajo en grupos, los cuales utilizaron diversas herramientas de análisis que permitieron reducirlas y así aumentar el OEE. Asimismo, se pudo presenciar cómo cada uno de los involucrados generaba ideas y se comprometía con el seguimiento de las acciones planteadas.
6. Al implementar el pilar de Mantenimiento Autónomo, se logró que el maquinista conozca mejor su equipo y se responsabilizara más de él al realizar actividades como limpieza, reapriete de pernos y tuercas, inspección y lubricación. Estas actividades ayudaron a que el equipo se mantuviera en condiciones ideales.
7. Como parte de la implementación del pilar de Mantenimiento Planificado se analizaron las fallas encontrando su causa raíz y tomando acciones para evitar su recurrencia. Adicional a ello, se elaboró el plan de mantenimiento preventivo lo cual permitió reducir la pérdida por fallas mecánicas y eléctricas.
8. Al implementar el pilar de Formación y Entrenamiento, se definió un plan de capacitaciones orientadas a mejorar los conocimientos, habilidades y actitudes del personal. Como resultado de la implementación, se logró reducir el tiempo de reparación de los equipos por parte del personal técnico de 70 minutos a 46 minutos.
9. Debido de la importancia de las características del material de envase y del producto en la eficiencia de la línea, el personal se aseguró que éstas estuvieran dentro de las especificaciones establecidas en la ficha técnica, por medio de la revisión de los envases y del proceso productivo en conjunto con el área de Desarrollo de productos y Calidad.

VI. RECOMENDACIONES

- La participación e involucramiento de las jefaturas es primordial durante la implementación, no sólo en la asignación de recursos sino también en su seguimiento y presencia en actividades, por lo que se sugiere programar instancias en las cuales participen en conjunto con el personal de planta.
- El empoderamiento de los colaboradores es un factor decisivo en la implementación, por lo que, se sugiere programar capacitaciones y talleres relacionados al trabajo en equipo y liderazgo.
- Invertir en capacitaciones tercerizadas para desarrollar capacidades y habilidades en los colaboradores del área de mantenimiento y producción.
- Para tener mejores resultados en el pilar de Mejora Enfocada, se recomienda aplicar el ciclo CAPDo una y otra vez para conseguir reducir al máximo las pérdidas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- AMCOR (2020). Amcor around the world. Recuperado de: <https://www.amcor.com/>
- Aranguren, J. (2015). Implantación exitosa de TPM en la industria colombiana. (Tesis de pregrado, Universidad EAFIT). Recuperada de: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/7292/JaimeAndres_ArangurenMedina_2015.pdf?sequence=2
- Aribowo, A y Kurniati, N. (2019). Program Designing the Improvement of Excavator's Maintenance Team Competencies (Case Study in a Sandstone Mine Company PT XYZ). IPTEK Journal of Proceedings, Series No. 5: 16 – 23. Recuperado de: <https://iptek.its.ac.id/index.php/jps/article/download/6190/4079>
- Cadavid, P. y Hoyos, K. (2011). Reducción del nivel de desperdicio del proceso de producción de la galleta sultana bolsa en compañía de galletas NOEL S.A.S. (Tesis de pregrado, Universidad EAFIT). Recuperada de: <https://core.ac.uk/download/pdf/47251385.pdf>
- Catari-Vargas, D.; Díaz-Contreras, C.; Díaz-Vidal, G.; Murga-Villanueva, C.; y Quezada-Lara, V. (2020). Efectividad general de equipos (OEE) ajustado por costos. Revista Interciencia, 45 (3):158-163. Recuperado de https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2020/03/05_6662_Com_Diaz_Contreras_v45n3_6.pdf
- Cevallos, J. (2016). Diseño de un sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la maquinaria de la Mina Blanca V. (Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Equinoccial). Recuperada de: <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/14487>
- Cruelles, J. (2010). La Teoría de la Medición del Despilfarro. Toledo, España: Editorial Artec.
- Cuatrecasas, L. y Torrell, F. (2010). TPM en un entorno Lean management: estrategia competitiva. Barcelona, España: Editorial PROFIT.
- EMUSA. (2021). Estándares de calidad. Recuperado de: <http://www.emusa.com.pe/>

- Espejo, L. (2011). Aplicación de herramientas y técnicas de mejora de la productividad en una planta de fabricación de artículos de escritura. (Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Catalunya). Recuperada de: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/11140/Volum_I.pdf
- Espinoza, J. (2017). Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A. (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo). Recuperada de: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/2915/Mesias%20Cordova_TESIS_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fernández, E. (2018). Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM. (Tesis de postgrado, Universidad de Oviedo). Recuperada de: <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/47868/Gesti%F3n%20de%20Mantenimiento.%20Lean%20Maintenance%20y%20TPM.pdf;jsessionid=EFF04D556AB1A53F126D03CA881A7EF3?sequence=1>
- Fernández, M. y Rumi, F. (2014). Implementación de la filosofía TPM (Total Productive Maintenance) en una empresa local. (Tesis de pregrado, Universidad Argentina de la Empresa). Recuperada de: <https://repositorio.uade.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/3967/Fernandez%20Negueruela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez, L.; Giraldo, H. y Pulgarin C. (2012). Implementación de la metodología 5s en el área de carpintería en la Universidad de San Buenaventura. (Tesis de pregrado, Universidad de San Buenaventura.). Recuperada de: http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1038/1/Implementacion_Metodologia_Carpinteria_Giraldo_2012.pdf
- González, J. (2016). Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C. (Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo). Recuperada de: <https://core.ac.uk/download/pdf/94867568.pdf>
- Gutiérrez, M. y Velázquez, T. (2014). Alternativas de mejoramiento para MIPYMES del sector textil bajo los lineamientos del pilar mantenimiento autónomo de TPM. . (Tesis de pregrado, Escuela de Ingeniería de Antioquía). Recuperada de: https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2119/GutierrezMaria_2014_AI

ternativasMejoramientoMipymes.pdf;jsessionid=31DB3A2F42A96D99234DDC161802C3C3?sequence=1

- Illanes, E. (2004). Envases flexibles plásticos: Uso y aplicación en la industria alimentaria. (Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile). Recuperada de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fai.29e/pdf/fai.29e-TH.3.pdf>.
- Japan Institute of Plant Maintenance. (1991). Programa de desarrollo del TPM. Implantación del Mantenimiento Productivo Total. Madrid, España: Editorial Productivity Press.
- Mallía, J. (2019). Propuesta de mejora del plan de mantenimiento de la planta de producción de agua potable de Guayaquil identificando la criticidad de los equipos del proceso productivo y enfocado en la técnica T.P.M. (Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil). Recuperada de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/41721/1/PROYECTO%20TITULACION%20JOHNNY%20MALLIA.pdf>
- Marulanda, A. y Echandía, L. (2019). Estrategias para la implementación del pilar de mejoras enfocadas en un proceso industrial. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de http://www.educacion.aciem.org/CIMGA/2019/Trabajos/19028_TRA_COL_A_MARULANDA_CIMGA2019.pdf.
- Mesías, V. (2017). Mejorar la gestión de mantenimiento en la planta de procesados cárnicos San Carlos aplicando mantenimiento productivo total TPM. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Callao). Recuperada de: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/2915>
- Muñoz, B. (2009). Implantación de la dinámica TPM en una línea de pintura de fabricación de vehículos. (Tesis de pregrado, Universidad Carlos III de Madrid). Recuperada de: <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/8049>
- Pérez, V. y Quintero, L. (2017). Metodología dinámica para la implementación de 5's en el área de producción de las organizaciones. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(38): 411-423. doi: <http://dx.doi.org/rces.v25n38.a9>
- Rodríguez, J. (2019). Nuevo sistema de Gestión de Eficiencia Global (OEE) en tiempo real para industria. (Tesis de postgrado, Universidad Politécnica de Valencia). Recuperada de: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/127853/Rodr%C3%ADguez%20-%20Sistema%20de%20Gesti%C3%B3n%20de%20Eficiencia%20Global%20\(Overall%20Equipment%20Effectiveness,%20OEE\)%20en%20tie....pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/127853/Rodr%C3%ADguez%20-%20Sistema%20de%20Gesti%C3%B3n%20de%20Eficiencia%20Global%20(Overall%20Equipment%20Effectiveness,%20OEE)%20en%20tie....pdf?sequence=1)

- Saavedra, M. (2010). Uso de la herramienta de calidad CAPDO en una empresa de bebidas. (Tesis de postgrado, Universidad Federal de Pernambuco). Recuperada de: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5426/1/arquivo517_1.pdf
- Suzuki, T. (1995). TPM en Industrias de Procesos. Madrid, España: TGP Hoshin.
- Vera, H. (2011). Aplicación de la metodología de análisis causa raíz para la eliminación de un mal actor en equipos críticos de la SOM-ECOPETROL S.A. (Tesis de pregrado, Universidad Industrial de Santander). Recuperada de: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/138036.pdf>
- VOLPAK. (2013). Manual de instrucciones de servicio y mantenimiento. Barcelona, España: VOLPAK S.A.U.
- YAMATO. (2011). Manual de instrucciones. Akashi, Japón: Yamato Scale Co., Ltd.
- Zegarra, M. (2016). Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados. Revista Ciencia y Desarrollo 19 (1): 25-37. doi: <http://dx.doi.org/10.21503/cyd.v19i1.1219>

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: PLAN MAESTRO DE IMPLEMENTACIÓN

Planta Caramelos								
Planta Caramelos		Proceso						
Nº	Línea o Máquina	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	BOMBO MENTITAS 1 GRAGEADO							
2	BOMBO MENTITAS 2 GRAGEADO							
3	BOMBO MENTITAS 3 GRAGEADO							
4	LÍNEA CHUPETE PLANO LATINI 2							
5	LINEA DE CARAMELOS EUROMEC							
6	ENVOLVEDORA THEEGARTEN U1							
7	ENVOLVEDORA TOFFO GD 2650							
8	ENVOLVEDORA TRIFRUNAS AMP ROSE							
9	ENVOLVEDORA FRUNAS AMPROSE							
10	ENVOLVEDORA FRUNA GD 1							
11	LINEA MASTICABLES GRAGEADO							
12	LÍNEA MOGUL MASTRA							
13	LÍNEA MOGUL NID							

LEYENDA	
	IMPLEMENTACIÓN TPM REALIZADA
	IMPLEMENTACIÓN TPM PLANIFICADA

<<Continuación>>

Planta Caramelos								
Planta Caramelos		Envasado						
N°	Línea o Máquina	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
14	ENVOLVEDORA ECCO PACK 1							
15	ENVOLVEDORA ECCO PACK 2							
16	ENVOLVEDORA THEEGARTEN EK3 DOBLE TWIST							
17	ENVOLVEDORA BOSCH							
18	ENVOLVEDORA MINIWRAP 1							
19	ENVOLVEDORA MINIWRAP 2							
20	ENVOLVEDORA MINIWRAP 3							
21	ENVOLVEDORA ST CARLE MONTANARI 1							
22	ENVOLVEDORA ST CARLE MONTANARI 2							
23	ENVOLVEDORA ST CARLE MONTANARI 3							
24	ENVOLVEDORA SINGLE TWIST FND							
25	ENVOLVEDORA DOBLE TWIST PACTEC 1							
26	ENVOLVEDORA DOBLE TWIST PACTEC 2							
27	ENVOLVEDORA TENCHI 1							
28	ENVOLVEDORA TENCHI 2							
29	ENVOLVEDORA TENCHI 3							
30	ENVOLVEDORA TENCHI 4							
31	EMBOLSADORA HAYSEN 2							
32	EMBOLSADORA CAMELOS KLIKLOK 3							
33	EMBOLSADORA CAMELOS VOLPAK							
34	EMBOLSADORA CAMELOS KLIKLOK 1							
35	EMBOLSADORA CAMELOS KLIKLOK 2							
36	EMBOLSADORA ENSAPAC 2000							

LEYENDA	
	IMPLEMENTACIÓN TPM REALIZADA
	IMPLEMENTACIÓN TPM PLANIFICADA

ANEXO 2: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN TPM

Dic-15					
Día	Horarios				
Lunes 7	Exposición Dialogada	Intervalo 30 min	Exposición Dialogada		
	08h00 - 10h00		10h30 - 12h30		
	Mód. 1 - Consideraciones Generales		Mód. 2 - Gestión de Pérdidas y		
Martes 8	Exposición Dialogada	Intervalo 30 min	Exposición Dialogada		
	08h00 - 10h00		10h30 - 12h30		
	Mód. 3 - Gestión de Pérdidas y Mejora Específica		Mód. 4 - Mejora Específica		
Miércoles 9	Exposición Dialogada	Intervalo 30 min	Exposición Dialogada		
	08h00 - 10h00		10h30 - 12h30		
	Mód. 5 - Mantenimiento Autónoma		Mód. 6 - Mantenimiento Autónoma		
Jueves 10	Exposición Dialogada	Intervalo 30 min	Exposición Dialogada	Orientación para ejercicio práctico	
	08h00 - 10h00		10h30 - 12h30	12h30 - 13h30	
	Mód. 7 - Mantenimiento Planeada		Mód. 8 - Mantenimiento Planeada		
Viernes 11 Día de Fábrica	Exposición Dialogada	Intervalo 15 min	Ejercicio de línea	Intervalo	Exposición Dialogada
	08h00 - 09h15		09h30 - 11h30	15 min	11h45 - 12h30
	Mód. 9 - Fábrica		Mód. 9 - Fábrica	Mód. 9 - Fábrica	
Lunes 14	Exposición Dialogada	Intervalo 30 min	Exposición Dialogada		
	08h00 - 10h00		10h30 - 12h30		
	Mód.10 - Educación y Entrenamiento		Mód.11 - Control Inicial		
Martes 15	Exposición Dialogada		Ejercicio CAP-Do	Presentaciones	
	08h00 - 09h00		09h00 - 11h15	11h15 - 12h30	
	Mód. 12 - Ejercicios		Mód. 12 - Ejercicios	Mód. 12 - Ejercicios	
Miércoles 16	Exposición Dialogada	Intervalo 30 min	Exposición Dialogada		
	08h00 - 10h00		10h30 - 12h30		
	Mód. 13 - Pilares de Apoyo		Mód. 14 - Pilares de Apoyo		
Jueves 17	Exposición Dialogada		Integração Pilares	Intervalo	Presentaciones
	08h00 - 08h30		08h30 - 10h30	15 min	10h45 - 12h15
	Mód. 15 - Ejercicios		Mód. 15 - Ejercicios	Mód. 15 - Ejercicios	

ANEXO 3: RESPONSABILIDADES DE LOS LÍDERES Y FACILITADORES DE PILARES DE TPM

Responsable	Funciones y responsabilidades - 5S	Fecha de aprobación: 18/12/15
Líder 5S	<ul style="list-style-type: none"> * Coordinar las actividades que se desarrollaran en todas las zonas implementadas * Asistir a reuniones con secretaria de TPM y cumplimiento de las actividades asignadas * Realizar las reuniones con el equipo de 5S y los equipos de FDC y LDA asignar tareas y verificar el cumplimiento de las tareas asignadas * Realizar las capacitaciones del programa de 5S * Revisar la planilla de postura de tarjetas de 5S y asignar la fecha de resolución y personal responsable para la resolución. * Fomentar que el personal operario realice la postura de tarjetas de 5S (cumplimiento de meta 1 tarjeta mínimo por mes) * Verificar la planilla de verificaciones y comparar los indicadores de cumplimiento de verificación y cumplimiento de mantención del programa de 5S * Elaboración de procedimientos del programa de 5S * Hacer requerimiento de materiales faltantes para la implementación con almacén y área de compras * Actualización de la planilla de Nivel - 3 por maquinista y supervisores * Establecer planes de acción para mejorar el % de maquinistas que alcancen el nivel 3 en planta * Realizar las cotizaciones para trabajos de mejoras para la implementación del programa de 5S * Recepción de los trabajos solicitados verificando lo requerido * Verificar la actualización de los planes de limpieza * Elaborar los planes de acción en base a las verificaciones y momentos de 5S * Participar en las pre auditorias y programar los planes de acción para el levantamiento de los hallazgos * Velar por la aprobación de las auditorias de 5S que se tienen programadas según el cronograma * Actualizar el archivo de reconocimiento del personal de planta * Coordinar y fomentar con los supervisores la elaboren LUP'S - programa de 5S (1 LUP'S por zona mensual) * Revisar y aprobar las LUP'S de 5S, así como establecer y verificar el cumplimiento de las réplicas de las LUP'S que sea necesario en la zona 	
Facilitador	<ul style="list-style-type: none"> * Lidera el equipo de Comunicación * Validar las tarjetas puestas en todas las zonas implementadas con 5S * Coordina con el Líder las fechas de resolución y asigna responsables para la resolución de las tarjetas * Realiza la actualización de la planilla de postura de tarjetas de 5S, envía los indicadores al líder de 5s * Realiza el seguimiento de las tarjetas verificando la resolución para su levantamiento, en la planilla * Revisar la planilla de tarjetas de 5S verificar si las fechas de compromiso están dentro de los establecido de lo contrario actualizar * Mantener la pizarra abastecido con tarjetas amarillas, cintillo y planilla para que los maquinistas puedan realizar la pastura * Realizar la actualización de la pizarra del programa de 5S, enviar a secretaria de TPM para su revisión e impresión. * Realiza la entrega de formato de verificaciones y momento de 5S a los verificadores de cada zona (supervisores y responsable de zona) * Ejecuta las actividades asignadas en las reuniones con secretaria de TPM * Facilitar de materiales a los maquinistas para mantener la implementación en cada área. * Realizar verificación en la zona asignada * Verificar el abastecimiento de materiales utilizados en el programa 5S * Participa de las reuniones con secretaria de TPM, reunión de equipo de 5S y equipo de FDC y LDA * Realizar la entrega de materiales a los maquinistas (previa firma de cargo de entrega) 	

<<Continuación>>

Responsable	Funciones y responsabilidades - Pilar Mantenimiento Autónomo	Fecha de aprobación: 18/12/15
Líder	<ul style="list-style-type: none"> * Coordinar las actividades que se desarrollaran en todas las líneas implementadas * Asistir a reuniones con secretaria de TPM y cumplimiento de las actividades asignadas * Realizar reuniones con los integrantes del pilar MA para revisar el cumplimiento de las actividades * Realizar reuniones MA y MP * Participar en las reuniones del equipo multidisciplinario del pilar de calidad *Garantizar los recursos para implementación de la metodología. *Evaluar los recursos necesarios para asegurar el alcance de las metas. * Coordinar y fomentar con los supervisores la elaboración de LUP'S (1 LUP'S por maquinista al mes) * Revisar y aprobar las LUP'S, así como establecer y verificar el cumplimiento de las réplicas de las LUP'S * Revisar, validar y dar aprobación en caso aplique a las sugerencias de mejora * Revisar las lups y definir la mejor lup por mes por línea * Establecer metas de los indicadores de LILA * Presentar a jefatura y subgerencia los resultados del pilar de manera mensual * Participar en las pre auditorias y auditorías; y programar los planes de acción para el levantamiento de los hallazgos 	
Facilitador	<ul style="list-style-type: none"> * Ejecuta las actividades asignadas en las reuniones con secretaria de TPM * Participa de las reuniones con secretaria de TPM * Participa de las reuniones internas del pilar MA * Participa de las reuniones MA – MP * Participa de las reuniones Equipo de sugerencias * Promover la postura de tarjetas * Elaborar mapeo de las tarjetas MA / FDC / LDA * Validar y asignar los responsables y la fecha de resolución de las tarjetas blancas. * Coordina con mantenimiento la validación, fechas de resolución de las tarjetas azules y rojas. Asigna responsables para la resolución de las tarjetas * Realiza la actualización de la planilla de tarjetas * Realiza el seguimiento de la resolución de las tarjetas * Verificar si las fechas de compromiso están dentro de los establecido de lo contrario coordinar con el responsable y actualizar * Mantener la pizarra abastecida con tarjetas, cintillo y planilla para que los maquinistas puedan realizar la pastura * Elaboración de la presentación de cierre mensual *Elaboración y actualización del procedimiento/manual del pilar MA * Gestionar con mantenimiento y el pilar EE la elaboración del material para las capacitaciones * Coordinar la ejecución de capacitaciones internas con el pilar EE (LILA, sistemas, etc.) * Realizar seguimiento al cumplimiento de la elaboración de las lups. Actualizar archivo control * Realizar seguimiento al cumplimiento de las réplicas de las lups. Actualizar archivo control * Actualizar archivo de premiación de mejor lup * Asegurar que el material (planillas/colores/etc.) para la elaboración de lups estén disponibles en el área 	

<<Continuación>>

Responsable	Funciones y responsabilidades - Pilar Mejora Enfocada	Fecha de aprobación: 18/12/15
Líder	<ul style="list-style-type: none"> * Coordinar las actividades que se desarrollaran en todas las líneas implementadas * Asistir a reuniones con secretaria de TPM y cumplimiento de las actividades asignadas * Realizar reuniones con los integrantes del pilar MF para revisar el cumplimiento de las actividades * Participar en las reuniones del equipo multidisciplinario del pilar de calidad * Participar en las reuniones Kaizen * Evaluar junto con jefatura TPM los nuevos grupos a aperturar * Garantizar los recursos para implementación de la metodología. * Evaluar los recursos necesarios para asegurar el alcance de las metas. * Gestionar las oportunidades de mejora continua * Seguimiento del avance del CAPDo de cada grupo de mejora * Implementar proyectos para eliminar las pérdidas ligadas a la tabla Kaisen * Involucrar a los supervisores y maquinistas en las decisiones tomadas en las reuniones de MF * Designar a los maquinistas que liderarán los grupos de mejora * Entrenar a los maquinistas que liderarán los grupos de mejora * Entrenar a los miembros de los grupos de mejora que expondrán sus resultados ante subgerencia * Acompañar en las etapas iniciales y según necesidad en las reuniones de los grupos de mejora * Evaluar junto con mantenimiento las réplicas horizontales de las mejoras realizadas. * Presentar a jefatura y subgerencia los resultados del pilar de manera mensual 	
Facilitador	<ul style="list-style-type: none"> * Ejecuta las actividades asignadas en las reuniones con secretaria de TPM * Participa de las reuniones con secretaria de TPM * Acompañar en las etapas iniciales y según necesidad en las reuniones de los grupos de mejora * Elaboración y actualización del procedimiento/manual del pilar MF * Elaboración de la presentación de cierre mensual * Elaboración de la presentación de cierre de grupo de mejora * Realizar la actualización de la pizarra del pilar * Actualización de seguimientos de pérdidas e indicadores del pilar * Actualización de minuta de reuniones (digital) * Seguimiento al cumplimiento de las reuniones de los equipos de pérdida * Entrega de material para llevar a cabo las reuniones (minuta, cronogramas, indicadores, etc.) * Coordinar la ejecución de capacitaciones internas con el pilar EE * Apoyar en la coordinación de la ejecución de las actividades resultantes de los planes de acción * Garantizar que todo el personal comprenda la importancia del registro correcto de las detenciones y cálculo del EGE * Seguimiento del avance del CAPDo de cada grupo de mejora * Actualizar formatos FOM con las mejoras realizadas * Llevar control de las sugerencias de mejoras presentadas y su estatus. 	

<<Continuación>>

Responsable	Funciones y responsabilidades - Pilar Mantenimiento Planificado	Fecha de aprobación: 18/12/15
Líder	<ul style="list-style-type: none"> * Coordinar las actividades que se desarrollaran en todas las líneas implementadas * Asistir a reuniones con secretaria de TPM y cumplimiento de las actividades asignadas * Realizar reuniones con los integrantes del pilar MP para revisar el cumplimiento de las actividades * Realizar reuniones MA y MP * Participar en las reuniones del equipo multidisciplinario del pilar de calidad * Participar en las reuniones Kaizen *Garantizar los recursos para implementación de la metodología. *Evaluar los recursos necesarios para asegurar el alcance de las metas. * Coordinar y fomentar con los mantenedores la elaboración de LUP'S (1 LUP'S por mantenedor al mes) * Revisar y aprobar las LUP'S, así como establecer y verificar el cumplimiento de las réplicas de las LUP'S * Revisar, validar y dar aprobación en caso aplique a las sugerencias de mejora * Validar al monitor de cada línea (capacitación de sistemas paso 4 MA) * Establecer metas para los indicadores MP * Actualizar archivo de evaluación del desempeño por mantenedor mensual * Presentar a jefatura y subgerencia los resultados del pilar de manera mensual * Participar en las pre auditorias y auditorías; y programar los planes de acción para el levantamiento de los hallazgos 	
Facilitador	<ul style="list-style-type: none"> * Participa de las reuniones con secretaria de TPM * Participa de las reuniones internas del pilar MP * Participa de las reuniones MA – MP * Participa de las reuniones Equipo de sugerencias * Participar en las reuniones Kaizen * Designar las actividades del cronograma de MP a los mecánicos responsables de línea. * Actualización de indicadores del pilar (n° de fallas, Tmpr, TMEF, Disponibilidad y costos) * Actualización de back log mensual * Elaboración de la presentación de cierre mensual * Realizar la actualización de la pizarra del pilar * Realizar seguimiento al cumplimiento de la elaboración de las lups. * Realizar seguimiento al cumplimiento de las réplicas de las lups. * Asegurar que el material (planillas/colores/etc.) para la elaboración de lups estén disponibles en el área * Designar al mantenedor responsable de archivar las lups (digitalmente y físicamente) según procedimiento establecido * Verificar el cumplimiento de los Análisis de Fallas (ADF) * Verificar el cumplimiento de los Análisis de Modo Falla Efecto (AMEF) * Designar al mantenedor responsable para el cumplimiento del LILA. * Garantizar que todo el personal comprenda la importancia del LILA * Asignar mantenedor responsable para el traspaso del LILA al maquinista * Seguimiento al traspaso del LILA * Promover la postura de tarjetas * Designar responsables para el seguimiento de la resolución de las tarjetas por línea 	

<<Continuación>>

Responsable	Funciones y responsabilidades - Pilar Formación y Entrenamiento	Fecha de aprobación: 18/12/15
Líder	<ul style="list-style-type: none"> * Coordinar las actividades que se desarrollaran en todas las líneas implementadas * Asistir a reuniones con secretaria de TPM y cumplimiento de las actividades asignadas * Participar en las reuniones Kaizen * Realizar el control sobre la implementación de la metodología TPM, apoyando permanentemente a los líderes de los pilares de Mantenimiento Autónomo, Planeado, Mejora Focalizada y Programa 5S * Realizar el seguimiento de los indicadores semanales y mensuales. * Realizar la coordinación de los requerimientos de capacitación sobre la metodología, en los canales correspondientes. * Elaboración de la presentación de cierre mensual * Presentar a jefatura y subgerencia los resultados del pilar de manera mensual 	
Facilitador	<ul style="list-style-type: none"> * Ejecuta las actividades asignadas en las reuniones con secretaria de TPM * Participa de las reuniones con secretaria de TPM * Realizar la actualización de los indicadores semanales y mensuales * Actualización de la Matriz de Habilidades * Realizar la programación de las capacitaciones de los pilares de Mantenimiento Autónomo, Planeado, Mejora Focalizada y Programa 5S de manera semanal * Realizar el consolidado de las capacitaciones de manera mensual * Realizar y actualizar las encuestas de los diferentes expositores (Monitores, Mantenedores, Facilitadores TPM y Líder de 5 S). * Actualización de la pizarra de educación y entrenamiento de manera semanal y mensual * Realizar el coffee break en las capacitaciones 	

ANEXO 4: FORMATO DE MINUTA DE REUNIONES

Formato Minuta de reuniones														
REVISIÓN ASISTENCIA														VERIFICACIÓN CRONOGRAMA
MINUTA ANTERIOR														REVISIÓN AVANCES
ACTIVIDADES PENDIENTES														PROPUESAS DE MEJORA
VERIFICACIÓN INDICADORES														PLAN DE ACCIÓN
PARTICIPANTES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total	
														o
														o
														o
Nombre nclatura:	P PRESENTE	J JUSTIFICADO	A AUSENTE	Terminado	Atrasado	En proceso								
Nº	Actividad	Descripción						Responsable	Fecha de Acuerdo	Fecha de plazo	Fecha de ejecución	Estado	Observación	

ANEXO 5: PLAN DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	MECANISMO GENERAL	MECANISMO ESPECIFICO	FRECUENCIA				TIEMPO DE EJECUCION (HRS. REALES)	N° DE MANTENEDORES
			M	T	S	A		
Elevador	Sistema faja transportadora	Banda modular					4H	2
		Motor reductor					2H	1
Pesadora	Sistema vibrador	Vibrador Central					8H	1
		Vibrador Lineal					8H	1
	Sistema Basculas	Basculas Alimentadoras					3H	1
		Basculas Pesaje					3H	1
		Basculas Amortiguador					3H	1
Envasadora	Sistema alimentador de lamina	Porta bobina					2H	1
		Conjunto de polines					2H	1
		Carril de sensor lamina					2H	1
	Sistema Neumático	Unidad de mantenimiento					2H	1
		Manifould					2H	1
	Sistema correas de arrastre	Bomba de Vacío					2H	1
		Base de poleas de arrastre					2H	1
	Sistema sellado / corte	Sellado Vertical					2H	1
		Sellado Horizontal					2H	1
		Accionamiento cuchilla					2H	1
	Sistema eléctrico / electrónico	Tablero General					6H	1