



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

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL COMO
HERRAMIENTA PARA IMPLEMENTAR LA GESTIÓN DE CALIDAD EN UNA NUEVA LÍNEA
DE DOSIFICACIÓN DE DULCE EN POLVO**

Miguel Angel Colindres Ramos

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, noviembre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL COMO
HERRAMIENTA PARA IMPLEMENTAR LA GESTIÓN DE CALIDAD EN UNA NUEVA LÍNEA
DE DOSIFICACIÓN DE DULCE EN POLVO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MIGUEL ANGEL COLINDRES RAMOS

ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL COMO
HERRAMIENTA PARA IMPLEMENTAR LA GESTIÓN DE CALIDAD EN UNA NUEVA LÍNEA
DE DOSIFICACIÓN DE DULCE EN POLVO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 8 de abril de 2016.



Miguel Angel Colindres Ramos



Guatemala, agosto 23 de 2016

Ing. Juan José Peralta Dardon
Director Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Estimado Ingeniero Peralta:

Por este medio le informo que, como asesor del estudiante universitario de la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Miguel Angel Colindres Ramos, carné No. 201222720, he finalizado la revisión del trabajo de graduación con título **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL COMO HERRAMIENTA PARA IMPLEMENTAR LA GESTIÓN DE CALIDAD EN UNA NUEVA LÍNEA DE DOSIFICACIÓN DE DULCE EN POLVO**, el cual apruebo por cumplir con los requerimientos solicitados durante el proceso.

Solicitándole darle el tramite respectivo y sin otro particular me es grato suscribirme.

Atentamente,


Carlos Humberto Pérez Rodríguez
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado 3071

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

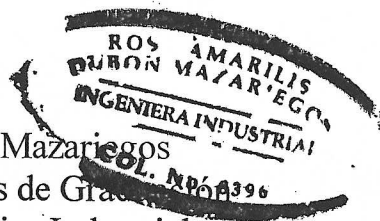
Colegiado No. 3071



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL COMO HERRAMIENTA PARA IMPLEMENTAR LA GESTIÓN DE CALIDAD EN UNA NUEVA LÍNEA DE DOSIFICACIÓN DE DULCE EN POLVO**, presentado por el estudiante universitario Miguel Angel Colindres Ramos, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Rosa Amarilis Dubón Mazariegos
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2016.

/mgp



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.206.016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL COMO HERRAMIENTA PARA IMPLEMENTAR LA GESTIÓN DE CALIDAD EN UNA NUEVA LÍNEA DE DOSIFICACIÓN DE DULCE EN POLVO**, presentado por el estudiante universitario Miguel Angel Colindres Ramos, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2016.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.574-2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, del trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL COMO HERRAMIENTA PARA IMPLEMENTAR LA GESTIÓN DE CALIDAD EN UNA NUEVA LÍNEA DE DOSIFICACIÓN DE DULCE EN POLVO**, presentado por el estudiante universitario: **Miguel Angel Colindres Ramos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
DECANO



Guatemala, noviembre de 2016

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

A la naturaleza, a las leyes universales que dan paso al perfecto estado de la vida, por darme la fortuna de vivir, aprender, conocer y avanzar en mis metas propuestas.

Mi madre

Adelaida Vitalea Ramos Ramírez, quien, con su inquebrantable lucha, paciencia y amor, fue la persona que me animó día a día a seguir adelante y a no dejarme vencer por nada, ni por más grande que pareciera el obstáculo.

Mi padre

Jorge Luis Colindres Ortiz, por ser la voz de la razón, y quien, con su peculiar personalidad y amor a la familia, despertó y apoyó mi inquietud por investigar, conocer e informarme.

Mis hermanos

Dulce Angélica, Luis Fernando, Vivian Adelaida y Jaqueline Alejandra, por ser mis mejores ejemplos de vida, por su amor hacia mí y por ser mis principales puntos de apoyo.

Mi familia

Abuelos, tíos, primos, cuñados, sobrinos, por el afecto mostrado y palabras para seguir adelante.

**Mis amigos y
compañeros de
universidad**

Alberto Quintana, Angel Ixcot, Angel Palacios, Carlos Sánchez, Diane Castro, Edgar Chis, Glenda Castillo, Jorge Corado, Josué Belteton, Luis Aguirre, Samuel Chis, Raúl Chang, Walter Granados, por compartir conmigo cada momento, cada derrota, cada logro, por brindarme ayuda cada vez que lo necesité, por acompañarme en este trayecto de mi vida, sin ustedes no hubiera sido lo mismo.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrir sus puertas ante toda persona y hacer posible mi anhelo de crecimiento académico.
Facultad de Ingeniería	Por inculcar a cada uno de sus alumnos el deseo de mejora continua, ampliar los horizontes de la industria guatemalteca y responsabilidad social.
Empresa COPRINSA	Por brindarme la ayuda, información y la realización de mi trabajo de graduación.
Ing. Carlos Pérez	Por brindarme su asesoría, transmitirme su conocimiento, consejos y guía para la conformación de mi trabajo de graduación.
Familia	Por darme su apoyo incondicional cada día, y confiar en mi idea de alcanzar esta meta.
Amigos y compañeros	Al haberme acompañado en este trayecto que hoy se vuelve una meta alcanzada.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA	1
1.1. Antecedentes de la empresa	1
1.1.1. Breve historia de la empresa	1
1.1.2. Misión	2
1.1.3. Visión.....	2
1.1.4. Objetivos empresariales	3
1.1.5. Política de calidad.....	3
1.2. Recurso humano	3
1.3. Actividades productivas	5
1.3.1. Áreas de producción.....	5
1.3.2. Buenas prácticas de manufactura, BPM´S	6
1.4. Principales productos	6
1.4.1. Certificación de productos	7
1.4.2. Sistema de calidad	8
1.4.3. Lo que el personal debe hacer ante el sistema de calidad	8
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	9
2.1. Línea de dosificación de dulce en polvo	9

2.1.1.	Descripción del proceso	11
2.1.1.1.	Diagrama de flujo de proceso.....	13
2.1.1.2.	Diagrama Layout.....	19
2.1.2.	Presentaciones de sabores de frutas	20
2.1.3.	Materias primas.....	25
2.2.	Producción de dulce en polvo	25
2.2.1.	Consumo de polvo en las presentaciones de frutas	26
2.3.	Condiciones de operarios en la línea de dosificación de dulce en polvo.....	27
2.3.1.	Turnos de trabajo	29
2.3.2.	Equipo de protección personal.....	29
2.3.3.	Normas de higiene y manipulación del producto	31
2.4.	Máquinas y equipo utilizado en la manufactura de dulce en polvo.....	36
2.4.1.	Máquinas accionadas eléctricamente	38
2.4.2.	Máquinas accionadas neumáticamente	39
2.4.3.	Diferencia en el mecanismo de operación.....	40
3.	PROPUESTA, MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	43
3.1.	Historia del mantenimiento productivo total.....	43
3.1.1.	¿Qué es el mantenimiento productivo total?	45
3.1.2.	¿Cómo funciona el mantenimiento productivo total?	45
3.2.	Análisis inicial de la planta	47
3.2.1.	Producción, personal y equipo	48
3.3.	Diagnóstico inicial de la planta	51
3.3.1.	Diagrama causa y efecto de los problemas en la línea de dosificación de dulce en polvo.....	51

3.3.2.	Rendimiento inicial de la línea de dosificación de dulce en polvo.....	56
3.4.	Pilares del mantenimiento productivo total	58
3.4.1.	Mejoras enfocadas	60
3.4.2.	Mantenimiento planificado	60
3.4.3.	Averías	61
3.4.4.	Grupos de trabajo	62
3.5.	Análisis económico del plan de mantenimiento productivo total.....	63
3.5.1.	Análisis costo beneficio	63
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL...	69
4.1.	Introducción al mantenimiento productivo total.....	69
4.2.	Gestión del mantenimiento productivo total como política de la fábrica	70
4.3.	Instalaciones.....	72
4.3.1.	En el aspecto de maquinaria	72
4.3.2.	En el aspecto del personal	73
4.4.	Análisis de pérdidas y averías en producción.....	73
4.4.1.	Fallas crónicas en estaciones de trabajo.....	75
4.4.2.	Pérdidas transitorias	78
4.4.3.	Pérdidas en la calidad del proceso	79
4.5.	Desarrollo del plan maestro para llegar a cero fallas.....	80
4.5.1.	Las cuatro fases para implementar el mantenimiento productivo total	85
4.5.2.	Mantenimiento preventivo, correctivo e inventario de repuestos como soporte de gestión del mantenimiento productivo total	87
4.6.	Seguridad para los grupos de trabajo.....	90

4.7.	Mantenimiento planificado y de calidad.....	92
4.8.	Controles de la producción posterior al mantenimiento productivo total.....	93
4.9.	Teamwork, coaching	94
4.10.	Empoderamiento de grupos operativos.....	95
5.	MEJORA CONTINUA, PLAN DE CAPACITACIÓN	97
5.1.	Evaluación.....	97
5.1.1.	Rendimiento	98
5.1.2.	En busca de los tres ceros del mantenimiento productivo total	99
5.1.3.	Estándares de calidad.....	101
5.2.	Mantenimiento autónomo.....	101
5.2.1.	Control de averías	102
5.2.2.	Apoyo en el mantenimiento preventivo	102
5.3.	Inducción.....	104
5.4.	Necesidad de capacitación	104
5.5.	Plan de capacitación	105
5.5.1.	A quién va dirigido.....	106
5.5.2.	Metodología empleada.....	107
5.6.	Manejo de desechos	107
5.6.1.	Desechos sólidos y líquidos	107
	CONCLUSIONES.....	109
	RECOMENDACIONES	113
	BIBLIOGRAFÍA.....	115
	ANEXOS.....	117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Presentación de dulce en polvo FRUTY	7
2.	Diagrama de flujo de operaciones de proceso, elaboración.....	15
3.	Diagrama de flujo de operaciones de proceso, envasado.....	16
4.	Diagrama de flujo de operaciones de proceso, empacado	17
5.	Distribución física, línea de envasado dulce en polvo	19
6.	Envase sabor fresa	21
7.	Envase sabor uva	21
8.	Envase sabor naranja	22
9.	Envase sabor piña.....	22
10.	Envase sabor limón.....	23
11.	Envase sabor banano	23
12.	Normas por cumplir al ingresar a la planta.....	32
13.	Limpieza correcta de manos	33
14.	Buenas prácticas sanitarias	34
15.	Prácticas prohibidas.....	36
16.	Mezclador de dulce en polvo.....	37
17.	Máquina eléctrica izquierda, máquina neumática derecha.....	41
18.	Diagrama causa efecto de problemas en línea de dosificación de dulce en polvo	52
19.	Gráfico de averías en producción a través del tiempo	74
20.	Tiempos muertos por cada falla crónica.....	77
21.	Círculo de Deming.....	79
22.	Orden de trabajo para mantenimiento preventivo	88

23.	Gráfico control de estabilización de la producción	93
24.	Reporte de averías	103

TABLAS

I.	Cantidad de envases que contiene una caja y tiempo de llenado	18
II.	Distribución de envases por presentación de venta	24
III.	Capacidad máxima de producción de línea de dulce Fruty®.....	25
IV.	Cantidad de componentes para un lote de dulce FRUTY®	26
V.	Cantidad de frutas obtenidas por lote	27
VI.	Cuatro fases de desarrollo del TPM.....	44
VII.	Seis grandes pérdidas que busca eliminar el TPM	47
VIII.	Eficiencia de las dosificadoras de dulce en polvo	57
IX.	Inventario de repuestos necesarios para la línea de dosificación de dulce en polvo.....	64
X.	Cantidad de fardos del programa de producción	65
XI.	Tiempos normales de respuesta por parte del departamento de mantenimiento	76
XII.	Tipos de capacitaciones	105
XIII.	Programa de capacitación	106
XIV.	Desechos sólidos y líquidos.....	108

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
g	Gramo
kg	Kilogramo
m	Metro
Q	Quetzales
%	Porcentaje

GLOSARIO

Asociación	Grupo de personas unidas por un fin común.
Comité	Grupo de personas que tienen la representación de una tarea, para beneficio colectivo.
Confite	Dulce fabricado principalmente con azúcar y otros ingredientes.
Eficiencia	Utilización de los recursos para cumplir con una función con la óptima utilización de los recursos.
Embalaje	Proteger el producto, envolviéndolo para su posterior manipulación y transporte.
EPP	Equipo de protección personal.
Estibar	Colocación adecuada de la carga en cuanto a espacio y peso.
Gestión	Dirección de los recursos de manera eficiente para conseguir una meta.
Inocuidad	Calidad de un proceso que previene la contaminación y garantiza no hacer daño al ingerirse el producto manufacturado.

ISO	Organización internacional de estandarización.
JIPM	Instituto japonés de mantenimiento de plantas.
Mecanismo	Disposición de elementos que conforman una estructura orientada a la realización de un trabajo mediante el uso de energía dinámica.
Método	Modo sistemático empleado en un proceso para realizar un trabajo.
Productividad	Razón entre los productos obtenidos y los esfuerzos empleados para llegar a obtenerlos.
PSI	Libras por pulgada cuadrada.
TPM	Mantenimiento productivo total.
TQM	Gestión total de la calidad.

RESUMEN

El mantenimiento productivo total introducido a la línea de dosificación de dulce en polvo es un sistema de gestión para la línea, con el fin de promover la inocuidad, la calidad, la rentabilidad de la línea, la reducción de costos y ser una nueva filosofía para aplicar a toda la planta, posteriormente.

Dado que la línea de dosificación de dulce en polvo se ha puesto en marcha recientemente, es conveniente iniciar a tomar medidas de gestión para obtener una línea sumamente eficiente con grupos de trabajo enfocados al cumplimiento de metas del sistema, por lo cual se realizó el análisis preliminar en que actualmente opera la línea de dosificado de dulce en polvo. A partir de dicho análisis se encontró con importantes hallazgos de fallos recurrentes y espontáneos que afectan directamente a la eficiencia de la línea. Con el diagnóstico inicial se hizo una propuesta de mantenimiento productivo total basado en el diagnóstico inicial de la planta y los pilares del mantenimiento productivo total. Respetando la filosofía del *TPM* se obtuvo un plan de mejoras puntuales enfocadas a cada falla en particular, con el fin de alcanzar cero fallas en operación.

En conjunto de un plan maestro de operaciones y planes de capacitación se garantiza la prolongación de la vida útil del equipo, y una operación bastante eficiente para cumplir con programas de producción exigentes. Además, se elaboró un programa de difusión y capacitación integral para todo el personal de la empresa relacionado con la línea de dosificación, desde puestos altos de la organización hasta nivel operativo, con la finalidad que todos se relacionen con el sistema del *TPM* y que en un futuro se establezca como filosofía de la planta.

OBJETIVOS

General

Diseñar el mantenimiento preventivo total en la línea de dosificación de dulce en polvo, para la compañía de productos industrializados, siguiendo altos estándares de calidad.

Específicos

1. Identificar los componentes críticos del equipo para brindarles mantenimiento preventivo, conservar la inocuidad y garantizar la calidad del producto.
2. Realizar una propuesta de gestión del mantenimiento de la línea de dosificación de dulce en polvo mediante el diagnóstico de las condiciones iniciales de la planta.
3. Estructurar un plan maestro con los pilares de mantenimiento productivo total para la regulación y gestión de operaciones.
4. Establecer un programa de capacitación para el departamento de mantenimiento.
5. Evaluar que los componentes del sistema de gestión de calidad se cumplan para llegar al límite de errores establecidos.

6. Establecer el control de las operaciones luego de realizado el mantenimiento en la línea de dosificación de dulce en polvo.
7. Elaborar un sistema de grupos operativos para la ejecución del mantenimiento productivo total de la nueva línea de dosificación.

INTRODUCCIÓN

La Compañía de Productos Industrializados, S.A. COPRINSA es una empresa dedicada a la producción de dulces, entre los cuales tiene una línea de dosificación de dulce en polvo, tal actividad se hace gracias a nueve máquinas que realizan la labor de depositar el dulce en polvo, cuatro de ellas con alimentación neumática, las otras con accionamiento eléctrico con más delicada operación. Dicha línea tiene un montaje relativamente nuevo y se considera como una línea no clausurada.

Tanto el departamento de mantenimiento como el de producción deben establecer la gestión para la línea de dosificación de polvo para lo cual la implementación se desarrolla en cinco fases, tal y como se menciona a continuación. Primero se debe tener cierto historial de la empresa, generalidades y antecedentes, se hace mención de políticas de calidad, misión y visión con el objeto de contemplarlos en el sistema de gestión. La fase dos es en donde se hace una evaluación a la situación actual, es en donde se exponen las operaciones y actividades productivas actuales, división de las diferentes líneas de fabricación, descripción y esencia de la problemática, tanto en maquinaria como en dirección del recurso humano en la línea de dosificación del dulce en polvo.

Al disponer de la información anterior se elaboró la propuesta de mantenimiento productivo total, la herramienta principal a la solución del problema de la línea de dosificación de dulce en polvo, según un método estandarizado que se usará para la solución del problema y erradicación de las averías en operación de la maquinaria.

En la fase de implementación se desarrolló un sistema de difusión del *TPM* para que todo el personal esté enterado de los próximos cambios y los beneficios que se obtendrán. Se informará de manera detallada lo que se ha determinado y debe ser trabajado en cuanto a gestión de la línea de dulce en polvo, cuidado siempre de la inocuidad del producto y de preservar al máximo las especificaciones del producto, lo que se traduce en calidad para el consumidor final.

Una última fase establece un plan de capacitación dirigido a todo el personal de la empresa, desde gerencia de planta hasta operación, con los aspectos por considerar en el mantenimiento preventivo y actividades de control del proceso que ayuden a detectar las deficiencias en el intervalo de producción. Con esta información proporcionada a la gerencia de la planta se pretende convencer e implementar el mantenimiento productivo total, no solo a la línea de dosificación de dulce en polvo, sino también a toda la planta.

1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

Compañía de Productos Industrializados, S.A. es una empresa guatemalteca con más de veinte años de experiencia, cuya actividad fabril se centra en la manufactura de producto de confitería, entre los cuales se pueden mencionar: varios tipos de dulce en diferentes presentaciones, gomas de mascar y galletas. Sus productos están garantizados por estrictas normas internas de producción, así como por la certificación ISO 9001-2008. Actualmente, cuenta con varios productos de renombre en el mercado nacional, además de colocar producto en el extranjero, respaldando así la calidad del producto para satisfacer exigencias de mercados internacionales.

1.1. Antecedentes de la empresa

La empresa COPRINSA, está dedicada a la manufactura y mercadeo de producto alimenticio en el área de confitería (gomas de mascar, galletas, dulces, paletas y bombones). Posee una planta con una superficie techada de 5,500 m², actualmente, atiende el mercado local y exporta a Centroamérica, el Caribe, México, Venezuela y, eventualmente, a Estados Unidos, Canadá, España, Holanda y Senegal.

1.1.1. Breve historia de la empresa

NIASA, como también se le conoce a la empresa, fue constituida en 1985 con la idea fundamental por parte de sus fundadores de ofrecer al mercado guatemalteco golosinas de la más alta calidad.

Desde un inicio ha manejado la ideología de extenderse a todo el mundo, con la mira puesta en los mercados de exportación a través de un proceso productivo eficiente. Así se iniciaron operaciones en octubre de 1985 fabricando el chicle Bazooka bajo la licencia de Topps Company. Su exitoso resultado motivó a que la compañía se diversificara en otros tipos de chicles, caramelos duros, paletas y galletas. Es así como se decide lanzar marcas propias que hasta ahora se comercializan en el mercado guatemalteco, además, se ha manufacturado producto con destino hacia otros países, constituyendo así, el maquilado de producto, una actividad fuerte para la empresa, en ciertas temporadas del año puede ser hasta de un 75 % de lo que se produce en la fábrica.

1.1.2. Misión

“Somos una empresa guatemalteca que produce, mercadea, vende y distribuye productos alimenticios, con precio y calidad competitiva para satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

Con el compromiso del mejoramiento continuo, buscamos una rentabilidad adecuada para nuestros accionistas y el bienestar de nuestros empleados.”¹

1.1.3. Visión

“Sabemos que podemos llegar a ser una empresa de las mejores en la rama de la confitería y lo podemos lograr ofreciendo a nuestros clientes productos de alta calidad.”²

¹ Proporcionado por la empresa Compañía de Productos Industrializados, S.A.

² *Ibíd.*

1.1.4. Objetivos empresariales

- “Objetivos relacionados con el cliente:
 - Mejorar la satisfacción del cliente
 - Alcanzar el cumplimiento en los tiempos de entrega a los clientes

- Objetivos relacionados con el producto:
 - Disminuir el porcentaje de rechazo de producto no conforme
 - Disminuir el porcentaje de producto para reciclado
 - Disminuir el porcentaje de mermas
 - Disminuir tiempos improductivos”³

1.1.5. Política de calidad

“Producir y vender productos alimenticios de confitería con la calidad requerida por nuestros clientes a fin de mejorar su satisfacción. Para el efecto todos los empleados de la empresa estarán orientados en el cumplimiento de los procesos en los que participan, apoyándose en el sistema de gestión de la calidad de acuerdo a los requerimientos de la norma ISO 9001, buscando permanentemente la mejora de su eficacia.”⁴

1.2. Recurso humano

La empresa ubicada en 15 calle 22-32 zona 12, tiene en sus instalaciones la planta productiva y el sector de oficinas. En la actualidad, el total de personas dentro de la empresa es de 134 empleados, tanto administrativos como de planta, los cuales se dividen en 97 hombres (72,4 %) y 37 mujeres (27,6 %).

³ Información proporcionada por la empresa compañía de productos industrializados S.A.

⁴ Ibíd.

El porcentaje deseable de participación de la mujer en la empresa es de, por lo menos, 25 % a 35 %, ocupan un selecto espacio en actividades administrativas y de producción. Por experiencia, se ha visto que la mujer tiene una habilidad especial en áreas tales como las de empaque que permite obtener una buena operación y por ello mejora los factores finales de producción.

Lo que se espera de todo colaborador:

- Puntualidad
- Responsabilidad
- Honestidad
- Respeto
- Determinación y disciplina
- Espíritu de superación
- Cuidar y proteger los recursos que brinda la empresa
- Que cumpla con los procedimientos establecidos
- Que ayude a protegerse utilizando el equipo de seguridad proporcionado

Asociación solidarista: los trabajadores integran dicha asociación, la cual está regida por una junta directiva elegida anualmente por voto de los asociados. Actualmente, el 90 % de los trabajadores está asociado voluntariamente. El fin primordial de la Asociación es fomentar el hábito del ahorro entre sus miembros y recibe beneficios económicos a través de anticipos, compras y bono familiar anual, entre otros.

1.3. Actividades productivas

Todas las actividades productivas se concentran en la elaboración en masa de confitería, a partir de la materia prima, transporte de la misma a la estación de transformación, elaboración del tipo de dulce, envasado y, por último, todas las presentaciones de todos los dulces se embalan en cajas y se estiban en la bodega de producto terminado para su posterior distribución.

1.3.1. Áreas de producción

Básicamente, las actividades de producción se dividen en las áreas enlistadas a continuación:

- Chicle
 - Confitado: bola, bola rellena, triturado y pastilla
 - Tableta

- Dulce
 - Dulces: macizo, relleno y polvo
 - Paletas: plana, redonda sin centro y redonda rellena

- Galleta
 - Recubiertas con sabor a chocolate

Como se puede observar en la subdivisión de dulce en polvo, es el segmento objetivo de puesta en marcha del plan de mantenimiento productivo total.

1.3.2. Buenas prácticas de manufactura, BPM'S

Lo que la empresa exige como mínimo para garantizar la inocuidad de sus productos, la higiene y el cumplimiento con la certificación ISO 9001-2008 es lo siguiente:

- Aseo personal.
- Cubrirse el cabello, utilizando cofia.
- No se permite el uso de joyas.
- No se permite el uso de maquillaje/barba.
- Las uñas deben estar bien cortas y limpias.
- Mantener limpia el área de trabajo.
- Evitar el desperdicio de producto.
- Prohibido el uso de celulares dentro de la planta de producción.
- Zapatos tipo industrial (no tenis, no zapatos de tacón, no zapatos destapados o sandalias).
- Siempre usar calcetas y/o calcetines.
- Lavarse las manos cada vez que ingrese a la planta de producción.

1.4. Principales productos

COPRINSA tiene entre su catálogo de productos dulces, goma de mascar, paletas y entre sus productos mayormente distribuidos están:

- Chicle
- Chicle relleno
- Dulces chocomenta
- Galletas cubiertas de chocolate
- Dulce en polvo FRUTY DULCE®

Figura 1. **Presentación de dulce en polvo FRUTY**



Fuente: empresa Niasa.

1.4.1. Certificación de productos

La empresa ha logrado la certificación del sistema de gestión de calidad de acuerdo con la Norma ISO 9001-2000, en octubre de 2006. Las normas ISO 9000 son herramientas de apoyo, las cuales dicen qué elementos deben integrar el sistema de la calidad de la empresa y cómo estos deben funcionar en conjunto para asegurar la calidad y éxito de los productos de la compañía. Dándole continuidad a la certificación la compañía obtiene la certificación ISO 9001-2008 en septiembre de 2009, con lo cual la fábrica garantiza la normalización, estandarización y calidad del producto para satisfacer las necesidades del cliente. Con esto lo que se pretende es organizar de mejor manera el trabajo, facilitándolo, haciéndolo efectivo y eficiente, y también reducir al mínimo posible el desperdicio y la variabilidad de los productos y procesos, es decir, que los productos tengan la misma calidad siempre.

Además, con la certificación se busca mejorar la eficiencia de la planta, evitando paros innecesarios de producción, manteniendo constante en un alto nivel la calidad de producto pues el cliente sabe que el producto que se le está siendo entregado tiene especificaciones que se cumplirán en todo momento.

1.4.2. Sistema de calidad

El sistema de calidad es un método de trabajo por medio del cual se asegura de que los productos de COPRINSA cumplan con lo que el cliente quiere. El sistema de calidad debe garantizar que las cosas se harán siempre de la misma manera, independientemente de quién o del momento en que se haga, si las cosas se hacen siempre de la misma manera, el resultado debe ser siempre el mismo, esto es el principio de estandarización.

1.4.3. Lo que el personal debe hacer ante el sistema de calidad

El departamento de Recursos Humanos de la Compañía de Productos Industrializados S.A.- COPRINSA hace la siguiente recomendación a todos sus colaboradores para que la gestión del sistema de calidad sea un éxito:

- Participar activamente en el cumplimiento de los procedimientos en los que le corresponda participar, haciendo su trabajo bien hecho.
- Llenar de una manera completa y consiente los registros de las variables por medir en el procedimiento que le corresponda.
- Aportar ideas que puedan ayudar a mejorar los procesos.
- Conocer, entender, explicar y aplicar la política de calidad de la empresa.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La empresa cuenta entre sus productos con la elaboración de tres grandes divisiones las cuales son:

- Chicle: confitado y en tableta
- Dulce: paletas, rellenos macizos y en polvo
- Galleta: cubiertas con chocolate y tipo waffle

Las dos mayores actividades productivas son la fabricación de chicle y de dulce, por la demanda tanto del mercado nacional como de los diferentes países a los que se exporta el producto, ya sea de marcas propias como de producto que se maquila bajo la licencia de empresas que mandan a hacer el producto a esta fábrica.

2.1. Línea de dosificación de dulce en polvo

La manufactura del dulce en polvo de diferentes sabores está a cargo de una línea recientemente instalada, por contar con menos de un año de trabajo y no tener definidas todas las actividades de mantenimiento se ha establecido como un mantenimiento no cerrado en el sistema interno de control e internamente se dice que es una línea no clausurada. El sistema de mantenimiento en la línea de envasado de dulce en polvo, hasta ahora ha sido únicamente mantenimiento correctivo pues se presenta a auxiliar cualquier componente mecánico cuando este se ha averiado o cuando empieza a presentar alguna falla en operaciones.

Lo anterior genera tiempos perdidos de producción, mermas de producto y pérdidas; por pruebas para controlar, luego del mantenimiento realizado, las especificaciones de cantidad de producto para preservar la calidad del producto y la política interna de calidad de la compañía.

Idealmente, se ha contemplado que el mantenimiento de la línea sea un mantenimiento preventivo para estar en coherencia con el mantenimiento de todas las líneas de la fábrica. Dejando así el mantenimiento correctivo como un recurso técnico para la resolución fallos mecánicos eventuales. Para lo cual el mantenimiento preventivo total es un sistema adecuado para poder llegar a cero fallas y aumentar la productividad de la línea, tener menos tiempos perdidos, garantizar la inocuidad del producto antes y después de cualquier mantenimiento y, por último, garantizar la calidad del producto.

La línea de dosificación del dulce en polvo de los seis sabores (naranja, uva, fresa, limón, piña y banano) consta de tres áreas específicas en las cuales se divide la elaboración envasado y empaçado del producto, en la elaboración del polvo se hace uso de un mecanismo para el mezclado homogéneo del azúcar y los intermedios para cada tipo de fruta.

En el envasado se dispone de ocho máquinas dosificadoras que subdivididas en dos líneas realizan la labor de trasladar el dulce en polvo desde la tolva hasta el envase con forma de cualquiera de las seis presentaciones de forma de frutas, finalmente en esta área de empaçado de producto se hace uso de una empaçadora para la presentación de frutas en bolsa de 18 unidades cada una.

Cada operación antes descrita la realiza uno o un grupo de operarios entrenados para el área designada, en el mezclado hay un operario que auxilia en varias tareas a las dos otras áreas en cuanto no haya actividad en la elaboración de producto, en el envasado hay una operaria por máquina y en el empaçado, hay tres operarios; dos ingresando el producto en las bolsas o botes y un operario embalando cajas para mandarlas a la bodega.

2.1.1. Descripción del proceso

El proceso de la elaboración envasado y empaçado del dulce en polvo en presentaciones en envases con forma de fruta se divide en tres importantes áreas con actividades establecidas y para lograrlas se recurre al mantenimiento para preservar el equipo en buen estado y al control del proceso para supervisar en todo momento las posibles variaciones que existan.

Son seis presentaciones de frutas que se manufacturan en envases con forma de los siguientes sabores:

- Fresa
- Uva
- Naranja
- Piña
- Limón
- Banano

Las tres áreas que conforman el dosificado y empaçado de envases con polvo de sabor a las frutas antes descritas son:

- Elaboración de dulce en polvo: el proceso en esta área inicia cuando ingresan las materias primas (azúcar y los intermedios) al cuarto de mezclado, luego el operario deposita los insumos en el mezclador para que se vuelva una mezcla prolija. Primero se ingresan al mezclador el azúcar y después los intermedios de la fórmula para cada sabor de fruta. El operador hace dos mezclas al mismo tiempo ya que se cuenta con dos cilindros accionados simultáneamente que conforman el mezclador, luego del tiempo de mezclado, unos diez minutos, se pasa por un cernidor al contenedor donde es almacenado temporalmente para ser distribuido a las tolvas, según sea la producción, a cada máquina dosificadora.
- Dosificación del polvo al envase: este proceso inicia cuando el operador de elaboración deposita la mezcla, según sea el sabor y envase que se esté haciendo, en la tolva de cada máquina, el verificar y llenar la tolva es una actividad continua a lo largo del turno. Posteriormente, cada máquina dosificadora hace la labor de llenar dos frutas simultáneamente ya que la máquina tiene dos boquillas que liberan el producto al mismo tiempo.

Las operarias inspeccionan el peso de las frutas haciendo una prueba de peso cada treinta minutos, después al llenar una caja se lleva a un espacio designado para almacenarlas temporalmente; para posteriormente, ser empacadas. Las máquinas normalmente son operadas por mujeres, pues se ha visto que esta actividad por ser minuciosa la realizan mejor las personas del género femenino por desarrollar mejor la motricidad fina.

- Empacado y embalaje del producto: al tener las cajas llenas de los envases con producto, se llevan a la línea de empacado.

Aquí se dispone de nueve cajas en línea llenas de producto con el siguiente orden: fresa, uva, naranja, piña, limón, banano, naranja, uva y fresa. Como se ve hay dos cajas de los sabores de fresa, uva y naranja pues en se distribuye en una relación de dos a uno respecto de las otras frutas.

- Otras dos operarias son las encargadas de agarrar ya sea un bote o una bolsa y depositar frutas de cada caja manteniendo el mismo número de frutas que agarra de cada sabor, conservando la relación de dos a uno de los sabores, si el producto se distribuye en botes estos son tapados y se ingresan en cajas donde son embaladas y llevadas a la bodega de producto terminado. Si se empaca en bolsas estas son cerradas herméticamente en una selladora y luego se disponen en cajas para ser embaladas y llevadas a la bodega de producto terminado.

2.1.1.1. Diagrama de flujo de proceso

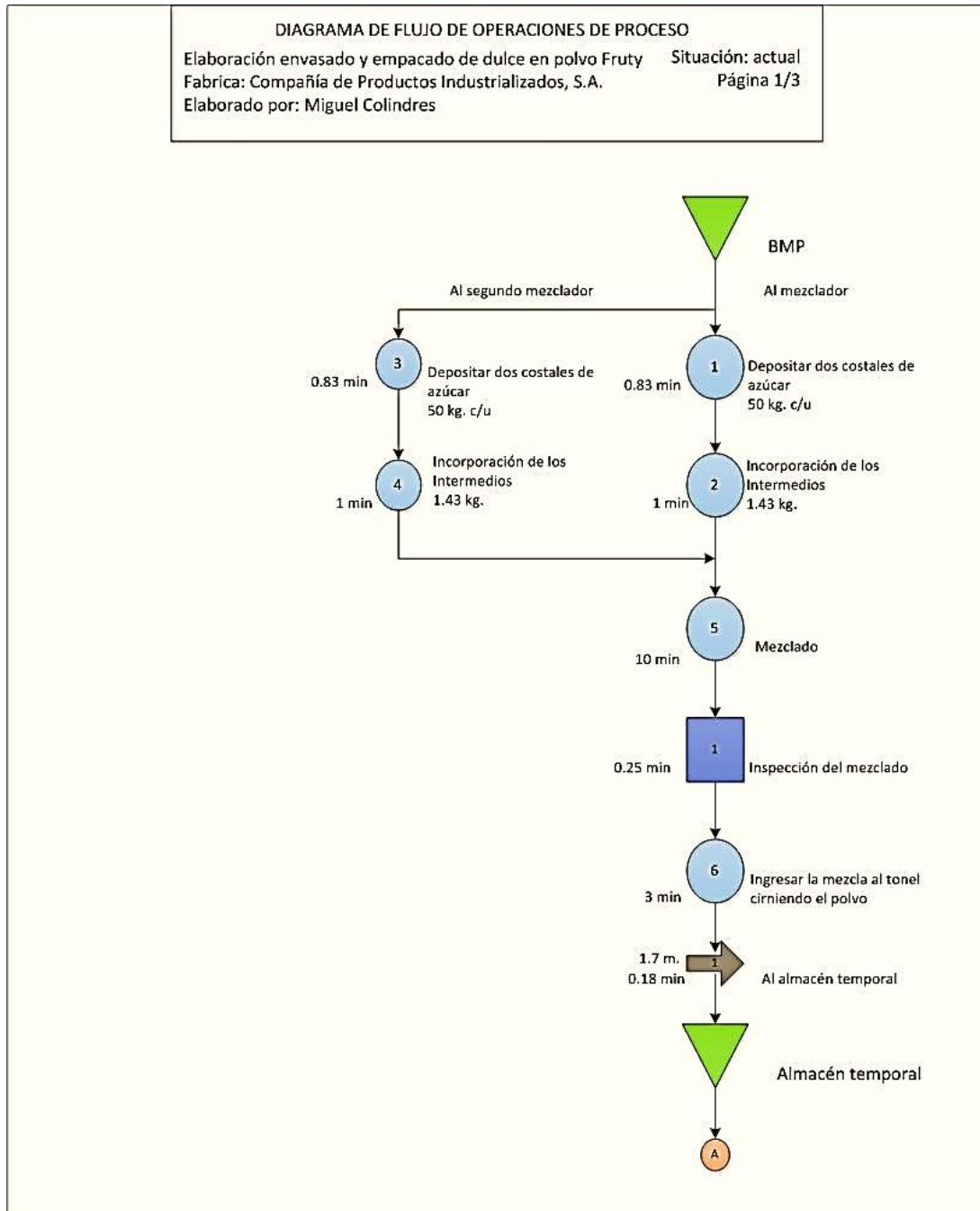
En el diagrama de flujo de proceso se muestran todas las actividades en forma secuencial de la manufactura del dulce en polvo, las actividades cuentan con procesos, inspecciones transportes y bodegas o almacenes, se presenta el flujo de proceso desde la elaboración, pasando por la dosificación a los envases de frutas, hasta pasar, posteriormente, por el empaclado y embalaje del producto en cajas para disposición final en la bodega de producto terminado.

En la figura 2 se describe como se ingresa la materia prima hasta el área designada para el mezclado de azúcar e intermedios para dejar una mezcla con sabor y aroma a las diferentes frutas de la gama de sabores fabricadas.

El operador inicia con el proceso de depositar dos sacos de azúcar de 50 kg en el mezclador y los intermedios que tienen un peso de aproximadamente unos 1,43 kg lo que suma un peso de 101,43 kg. De lo que se obtiene unos 100 kg aproximadamente por mermas en todo el proceso de mezclado y cernido hacia los depósitos para su almacenaje temporal.

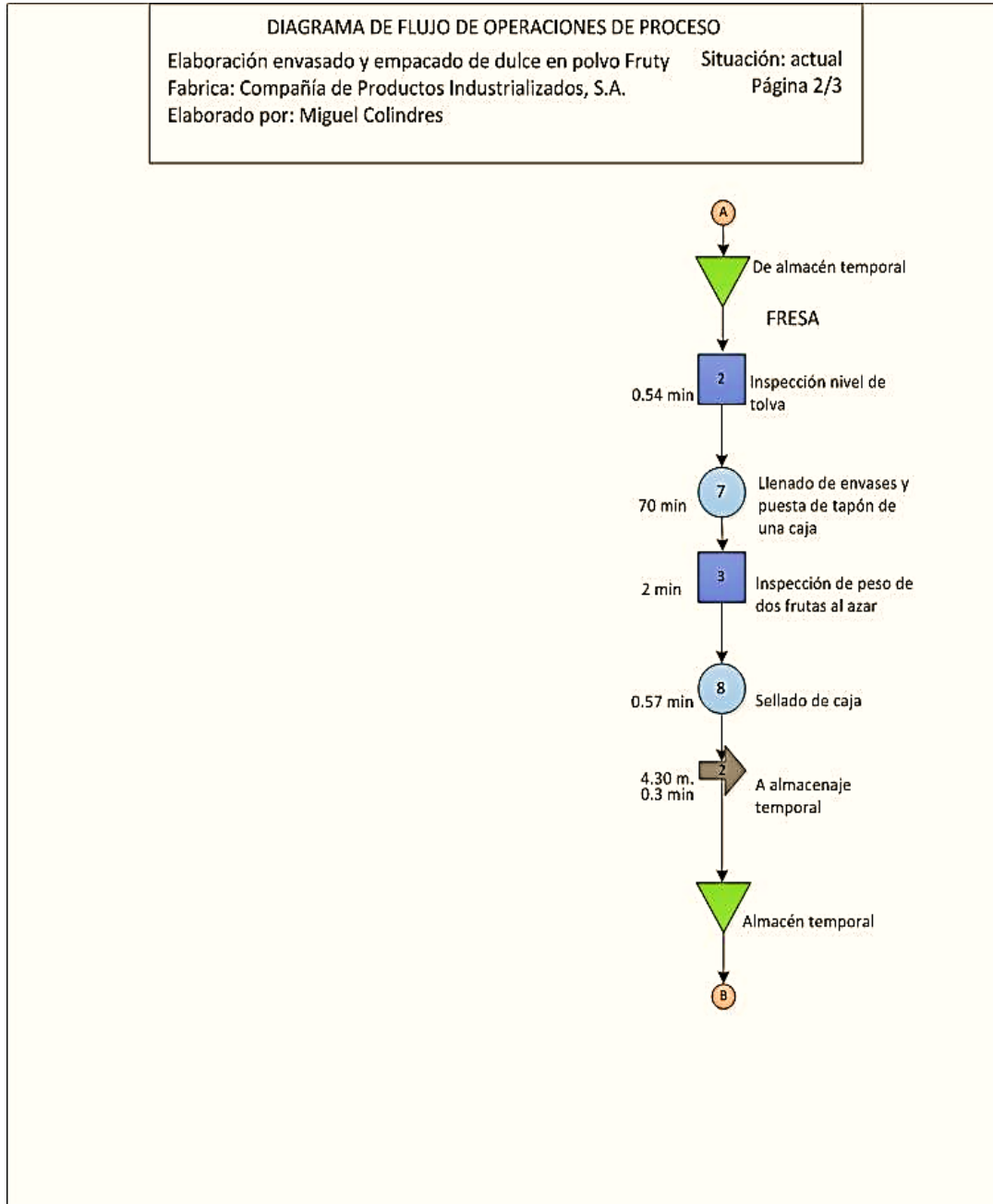
El mecanismo del mezclador está compuesto por un eje que conecta a dos toneles de acero inoxidable, lo que permite al operario realizar dos mezclas simultáneamente, dichas mezclas normalmente se hacen de dos sabores diferentes para mantener abastecido el inventario de los sabores y que sean entregados a las máquinas según sea la demanda de estas. Luego del mezclado por diez minutos el operario hace la labor de inspeccionar el polvo si este está bien, lo cierne ingresándolo a los depósitos temporales para luego ser transportada a las dosificadoras del dulce. Esta labor la realiza el operario durante todo el turno conforme a la demanda interna y al programa de producción.

Figura 2. Diagrama de flujo de operaciones de proceso, elaboración



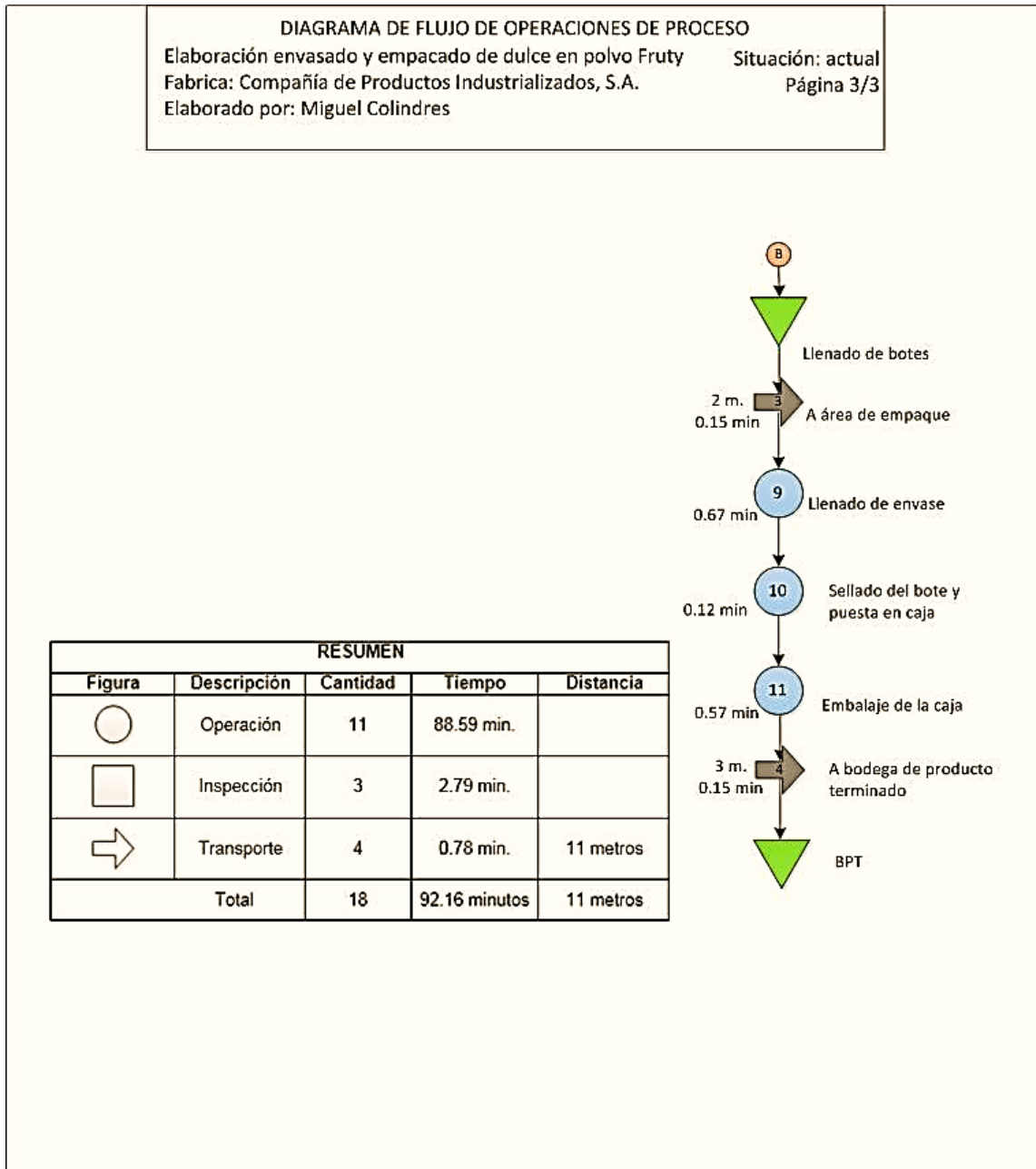
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

Figura 3. Diagrama de flujo de operaciones de proceso, envasado



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

Figura 4. Diagrama de flujo de operaciones de proceso, empackado



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

En la figura 3 se puede apreciar cómo se da el proceso para la dosificación o envasado del dulce en polvo, se muestra el proceso completo para el sabor fresa, para los siguientes cinco sabores queda de la misma manera el proceso, cambiando únicamente el tiempo de la operación de llenado de una caja de envases los cuales se muestran en la tabla I.

Tabla I. **Cantidad de envases que contiene una caja y tiempo de llenado**

Sabor	Cantidad de envases (unidades/caja)	Tiempo (minutos)
Fresa	1 050	70
Uva	1 050	70
Naranja	1 360	91
Piña	1 050	70
Limón	1 360	91
Banano	2 080	139

Fuente: elaboración propia.

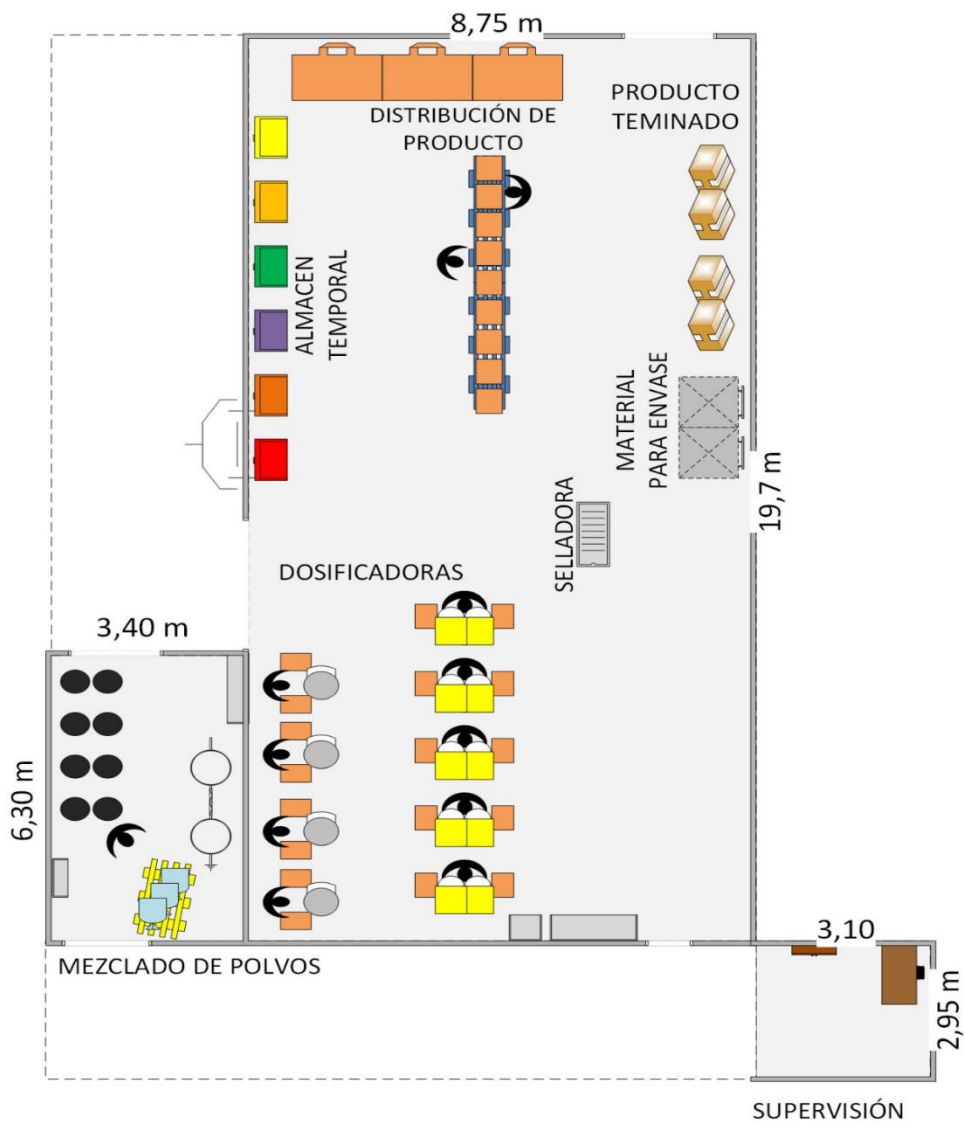
Los sabores de fresa uva y piña tienen menor tiempo de llenado por tener menos envases por caja, la razón es que las dimensiones del envase son mayores que los otros sabores. Los envases sabor a naranja y limón comparten dimensiones y tiempo de llenado, finalmente el envase de banano, por ser más pequeño, permite más unidades y más tiempo de llenado por caja.

En la figura 4 se muestra como luego de estar en el almacén temporal los envases en cajas son dispuestos en una sublínea donde tres operarios hacen la labor de ingresar frutas en los botes donde es distribuido el producto, por último, los botes son acomodados en cajas y estas embaladas para ser llevadas a la bodega de producto terminado. Aquí el producto debe ser esperado para ser puesto a disposición en fletes para llegar a un distribuidor o al cliente final.

2.1.1.2. Diagrama Layout

El diagrama layout del sitio donde se lleva a cabo la operación se muestra en la figura 5, en este se presentan las dimensiones físicas del área de interés.

Figura 5. Distribución física, línea de envasado dulce en polvo



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

En la figura 5 se aprecia la distribución actual de la línea de dosificación de dulce en polvo. Se puede observar que el área de mezclado de polvos (elaboración) está aislada porque esta operación provoca que haya gran cantidad de partículas disueltas de polvo en la atmósfera del lugar, por lo tanto, el operador autorizado a trabajar ahí debe tener un equipo de protección personal más sensible que los demás operarios.

Del mezclado de polvos se va llevando el dulce a las tolvas de las máquinas dosificadoras. Como se ve en la figura 5 estas máquinas tienen una caja a cada costado, una con envase vacío, la otra donde la operaria coloca el envase lleno. Esta caja al ser llenada se lleva al almacén temporal, de allí un operario lleva las cajas a la distribución de producto donde se acomoda en botes o bolsas, según sea la presentación, a las cajas que son selladas y enviadas al producto terminado. Por último, cabe destacar que la supervisión del departamento de dulce está contiguo al cuarto de dosificado pero aislado al ambiente de la línea.

2.1.2. Presentaciones de sabores de frutas

Los envases que contienen el dulce en polvo bajo la marca FRUTY® tienen especificaciones de dimensionamiento las cuales el proveedor debe garantizar para que contenga la cantidad de dulce específica para cada sabor. El envase y el tapón son de material plástico; el tapón se ajusta a la boquilla de la fruta, estos son depositados en dos presentaciones finales para la venta al cliente final: bote con tapa roscada y bolsa sellada.

En la siguiente lista se presenta las especificaciones para cada uno de los seis diferentes sabores y una figura con la presentación final del envase con que cuenta la línea de este tipo de dulce:

- FRUTY®, fresa: 20 gramos por envase.

Figura 6. **Envase sabor fresa**



Fuente: empresa Niasa, derechos reservados.

- FRUTY®, uva: 20 gramos por envase

Figura 7. **Envase sabor uva**



Fuente: empresa Niasa, derechos reservados.

- FRUTY®, naranja: 20 gramos por envase

Figura 8. **Envase sabor naranja**



Fuente: empresa Niasa, derechos reservados.

- FRUTY®, piña: 20 gramos por envase

Figura 9. **Envase sabor piña**



Fuente: empresa Niasa, derechos reservados.

- FRUTY®, limón: 20 gramos por envase

Figura 10. **Envase sabor limón**



Fuente: empresa Niasa, derechos reservados.

- FRUTY®, banano: 14 gramos por envase

Figura 11. **Envase sabor banano**



Fuente: empresa Niasa, derechos reservados.

Las presentaciones que se ponen a disposición del cliente final son: botes con 54 unidades y por bolsa con 18 unidades, ambas presentaciones tienen una distribución tal y como se muestra en la tabla II siguiente distribución:

Tabla II. **Distribución de envases por presentación de venta**

Sabor	Cantidad envases por bote	Cantidad envases por bolsa
Fresa	12	4
Uva	12	4
Naranja	12	4
Piña	6	2
Limón	6	2
Banano	6	2
Total	54	18

Fuente: elaboración propia.

La tabla describe la distribución de los diferentes sabores en las dos presentaciones, además se observa que de las primeras tres frutas del primer grupo de sabores (fresa, uva y naranja) se dispone el doble que del segundo grupo de sabores (piña, limón y banano), ya que por estudios de mercado, hechos previamente, se sabe que estos sabores son de preferencia para el consumidor, con lo cual se dice internamente en la planta que se tiene una relación de 2 a 1 del primer grupo respecto del segundo.

2.1.3. Materias primas

Para la elaboración del dulce, la materia prima se divide en dos: azúcar y los intermedios; a la se agrega un 2 % más de cada agente ya que en toda la manufactura del dulce se pierde cerca de este porcentaje de producto por mermas.

- Azúcar: es el cuerpo del dulce, constituye cerca del 98 % de la mezcla.
- Intermedios: son aditivos tales como ácido fumárico como conservante y estabilizador de acidez, además de los saborizantes dependiendo del tipo de fruta. Constituyen cerca del 2 % de la mezcla final.

2.2. Producción de dulce en polvo

La línea de dulce en polvo trabaja aproximadamente tres o dos semanas al mes, según sea el programa de producción realizado por gerencia de planta, este plan de producción se hace teniendo en cuenta la disponibilidad y limitaciones del equipo. Luego de quitar hora de almuerzo y otros tiempos muertos, quedan unas 10 horas al día, obteniendo una producción de envases tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla III. Capacidad máxima de producción de línea de dulce Fruty®

Sabor	Envases por minuto	Envases por hora	Horas al día	Envases por día	Unidades por caja	Cajas
Fresa	15	900	10	9000	1050	8,5
Uva	15	900	10	9000	1050	8,5
Naranja	15	900	10	9000	1360	6,5
Piña	15	900	10	9000	1050	8,5
Limón	15	900	10	9000	1360	6,5
Banano	15	900	10	9000	2080	4,5

Fuente: elaboración propia.

La tabla III describe la capacidad máxima de las máquinas, estas son condiciones ideales, pues esta cantidad esta fuera de alcance ya que las operarias deben parar frecuentemente las máquinas porque deben hacer otras labores en el turno tales como:

- Inspección cada media hora del peso de un envase tomado al azar.
- Acondicionar y acomodar conforme se de la producción los envases vacíos y los llenos.
- Tener la cantidad necesaria de tapas conforme la demanda de producción.
- Mantener su área de trabajo limpia porque el ambiente, después de unas horas de jornada, se vuelve dificultoso de operar por mucho polvo en las cercanías de las operaciones.

Finalmente, cualquier avería imposibilita que las maquinas estén bajo el rendimiento máximo, para lo cual el programa de producción se ajusta para no prescindir de este rendimiento máximo.

2.2.1. Consumo de polvo en las presentaciones de frutas

El lote de un sabor de frutas consta de 200 kg, en la elaboración se hace un 2 % más, cantidad que se pierde por mermas en elaboración y principalmente en envasado. En la tabla IV se muestra la cantidad de los intermedios que comprende un lote. En la tabla V se muestra las unidades que se obtienen a partir de ese lote.

Tabla IV. Cantidad de componentes para un lote de dulce FRUTY®

Descripción	kg/batch	kg con merma/lote	Merma
Azúcar fruty dulce	197,14	201,0828	2 %
Conservante	1,8	1,8360	2 %

Continuación de la tabla IV.

Estabilizador acidez	0,3	0,3060	2 %
Sabor	0,76	0,7752	2 %
Total	200	204	

Fuente: Compañía de Productos Industrializados, S.A.

Tabla V. **Cantidad de frutas obtenidas por lote**

Sabor	Peso por envase (g)	Lote (g)	Unidades/ lote
Fresa	20	200,000	10,000
Uva	20	200,000	10,000
Naranja	20	200,000	10,000
Piña	20	200,000	10,000
Limón	20	200,000	10,000
Banano	14	200,000	14285,7

Fuente: Compañía de Productos Industrializados, S.A.

2.3. **Condiciones de operarios en la línea de dosificación de dulce en polvo**

Cada área de la línea de dosificado de dulce en polvo debe ser acondicionada físicamente para que el operario de un segmento esté lo más ergonómico posible durante el tiempo en el que lleva a cabo sus labores, esto con la finalidad de que el operador preste atención de su actividad y no se distraiga perdiendo así la precisión de su trabajo, evitando además cualquier descuido que conlleve a un riesgo por accidente.

Las tres áreas en las que se divide la línea de producción de dulce en polvo tienen condiciones físicas distintas dependiendo de la actividad por realizar y de las dimensiones del equipo manejado.

- **Elaboración:** es el área más dinámica, aunque cuenta con un solo operario se tienen varias actividades por lo que esta persona debe estar atenta tanto en su área como en la de las máquinas dosificadoras, ya que a estas máquinas se les debe revisar el nivel en las tolvas para que se mantenga el nivel de producción de cada una. El área debe estar aislada con cortinas industriales para alimentos para evitar la proliferación del polvo hacia áreas aledañas, además, cuenta con suficiente iluminación para que el operario sea eficiente en la actividad de mezclado.
- **Envasado:** es el área que exige mayor precisión por parte de las operarias, por ser una actividad repetitiva y demandante en cuanto a destreza en motricidad fina por trabajar con envases y tapas de dimensiones pequeñas. Las operarias trabajan sentadas a una altura adecuada para la máquina dosificadora con buena iluminación y con un área despejada y delimitada para que cualquier persona intermediaria respete su espacio. Se trabaja en contacto directo con los envases dispuestos en cestos a los costados para tomar envases vacíos de un lado y depositar fácilmente los envases llenos del otro lado.
- **Empacado:** es un área demandante en cuanto a concentración del operario ya que debe ir tomando y contando las unidades para depositarlas en los envases finales, para esta operación se tiene un área despejada ya que el operario se está moviendo constantemente en la disposición de cajas donde toma los envases.

Cuenta con buena iluminación, con cajas de producto cercanas para abastecer de producto cuando estas se vacíen y con los implementos necesarios para sellado de bolsas y de las cajas para mandarlas a producto terminado.

2.3.1. Turnos de trabajo

El turno de trabajo del que se dispone para esta línea es de doce horas en jornada diurna normal, los operarios trabajan en su horario de ocho horas ordinarias y el resto en horario extraordinario lo cual se ve reflejado en su salario.

El turno comienza a las 6:00 horas finalizando a las 18:00 horas, la mitad de los operarios almuerza de 12:00 a 13:00 horas y el otro grupo de 13:00 a 14:00 horas, quedando la línea trabajando con únicamente un grupo de máquinas dosificadoras trabajando, aunque se disminuye en gran medida la producción, se garantiza la continuidad en operaciones, en la primera hora de almuerzo quedan trabajando las máquinas de accionamiento eléctrico; en la segunda hora de almuerzo, trabajan las máquinas de accionamiento neumático.

Media hora antes de finalizado el turno todos los operarios deben limpiar su área de trabajo dejándolo lo más higiénico posible, para que el siguiente día se inicien funciones ágilmente. Esta línea, a diferencia de otras líneas de la planta, no trabaja ni fines de semana ni en turno nocturno.

2.3.2. Equipo de protección personal

El equipo de protección personal, EPP, previene de caer en una condición insegura para los trabajadores, además es indispensable para garantizar la inocuidad del producto ya que los operarios lo manipulan directamente.

Entre lo mínimo que se le proporciona a cada colaborador, en la línea de dulce en polvo para que cumplan sus funciones, está el uniforme y accesorios. El uniforme está compuesto por:

- Camisas tipo filipina y pantalones de color blanco: es el uniforme con que se identifican los operarios de la planta, el color blanco es un buen hábito en industria alimenticia para que se pueda observar la higiene de esta ropa. Este uniforme no está permitido que se use fuera de la planta, por lo que se tiene un área de vestidores donde los trabajadores se pueden cambiar al entrar y al salir de la fábrica.

Los accesorios que se les brindan a los operarios son:

- Cofia de tela color blanco: este accesorio les permite a las operarias que tengan sujeto el pelo, ya que están con máquinas en movimiento, para evitar accidentes con las partes móviles de las máquinas, también son un factor importante de salubridad porque evita que los cabellos tengan contacto con el producto.
- Cubre bocas: conocidas como mascarillas, tienen la función de protegerle a los operarios las vías respiratorias, porque existe polvo en el ambiente, esto es inherente a la actividad de manufactura con este dulce. El operario del área de mezclado cuando realiza la elaboración de producto cuenta con una mascarilla con filtro de alta protección que captura las partículas suspendidas en el ambiente, esto debido que al manipular el mezclador el polvo emana cierta neblina fina.

- Guantes: al operario del área de mezclado de polvos se les brindan guantes para usarlos cuando hace esta actividad, a las operarias de las máquinas dosificadoras se le da guantes, pero estas los usan únicamente cuando deben hacer un ajuste a la máquina, pues se ha visto que por la meticulosidad de la operación de la puesta de tapón es mejor el tacto directo.
- Lentes de protección: por las condiciones de polvo presentes en el lugar para proteger los ojos de los colaboradores, principalmente en la acción de mezclado.
- Zapatos cerrados de cuero y suela antideslizante: ningún tipo de zapatos abiertos o sandalias es permitido, esto para prevenir riesgos, ya que las partículas de polvo en el suelo se vuelven resbaladizas.

El supervisor del área de dulce es el encargado de inspeccionar que los trabajadores cumplan a diario con lo establecido, como que cuenten con el equipo de protección personal para no caer en ningún momento en condición de acto inseguro.

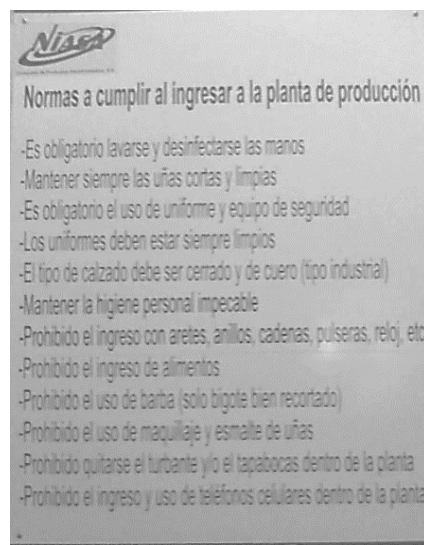
2.3.3. Normas de higiene y manipulación del producto

Internamente, la empresa cuenta con normas de higiene para la manipulación del producto, esto con el fin de garantizar la inocuidad y calidad del producto, así como de proteger la certificación ISO 9001 con la que cuenta la fábrica. Las normas de higiene se dividen en tres: normas que debe cumplir cualquier persona al ingresar a la planta sea trabajador o visitante, buenas prácticas sanitarias y prácticas prohibidas.

Entre las normas que debe cumplir toda persona al ingresar a la planta de producción están:

- Es obligatorio lavarse y desinfectarse las manos
- Mantener siempre las uñas cortas y limpias
- Es obligatorio el uso de uniforme y equipo de seguridad
- Los uniformes deben estar siempre limpios
- El tipo de calzado debe ser cerrado y de cuero (tipo industrial)
- Mantener la higiene personal impecable
- Prohibido el ingreso con aretes, anillos, cadenas, pulseras, reloj
- Prohibido el ingreso de alimentos
- Prohibido el uso de barba
- Prohibido el uso de maquillaje y esmalte de uñas
- Prohibido quitarse el turbante y/o el tapabocas dentro de la planta
- Prohibido el ingreso y uso de teléfonos celulares dentro de la planta

Figura 12. **Normas por cumplir al ingresar a la planta**



Fuente: empresa Niasa.

Además, se cuenta con un lavamanos al ingresar a la planta junto a un cartel que muestra la manera correcta de hacerlo.

Figura 13. Limpieza correcta de manos



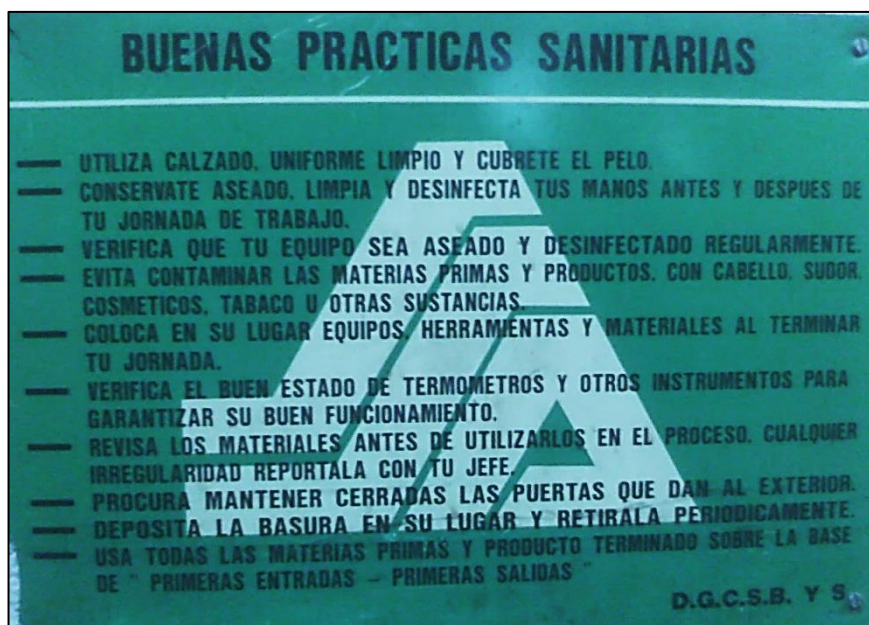
Fuente: empresa Niasa.

Las buenas prácticas sanitarias están remarcadas en rótulos de color verde tal y como se ve en la figura 13, estas prácticas dictan lo siguiente:

- Utiliza calzado adecuado, uniforme limpio y cúbrete el pelo.
- Consérvate aseado. Limpia y desinfecta tus manos antes y después de tu jornada de trabajo.
- Verifica que tu equipo sea aseado y desinfectado regularmente.
- Evita contaminar las materias primas y productos con cabello, sudor, cosméticos, tabaco u otras sustancias.

- Coloca en su lugar equipos, herramientas y materiales al terminar tu jornada.
- Verifica el buen estado de termómetros y otros instrumentos para garantizar su buen funcionamiento.
- Revisa los materiales antes de utilizarlos en el proceso, cualquier irregularidad repórtala a tu jefe.
- Procura mantener cerradas las puertas que dan al exterior.
- Deposita la basura en su lugar y retírala periódicamente.
- Usa todas las materias primas y producto terminado sobre la base de “primeras entradas, primeras salidas”.

Figura 14. **Buenas prácticas sanitarias**

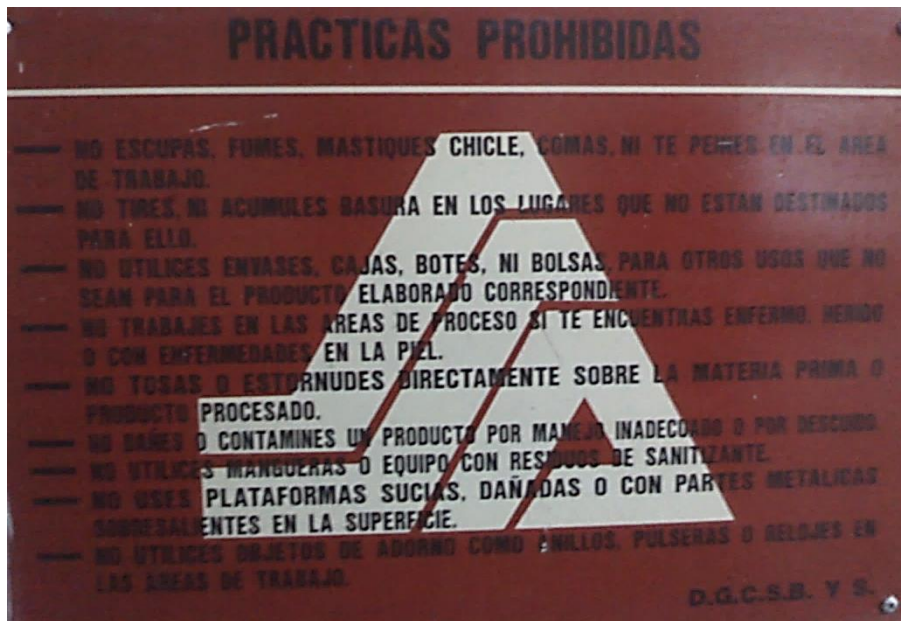


Fuente: empresa Niasa.

Las prácticas prohibidas están remarcadas en rótulos de color rojo tal y como se muestra en la figura 14, estas prácticas hacen el siguiente mandato:

- No escupas, fumes, mastiques chicle, comas, ni te peines en el área de trabajo.
- No tires, ni acumules basura en los lugares que no están destinados para ello.
- No utilices envases, cajas, botes, ni bolsas para otros usos que no sean para el producto elaborado correspondiente.
- No trabajes en las áreas de proceso si te encuentras enfermo herido o con enfermedades de la piel.
- No tosas ni estornudes directamente en el área de trabajo, sobre la materia prima o producto en proceso.
- No dañes o contamines un producto por manejo inadecuado o por descuido.
- No utilices mangueras o equipo con residuos de sanitizante.
- No utilices plataformas sucias, dañadas o con partes metálicas sobresalientes en las superficies.
- No utilices objetos de adorno como anillos, pulseras o relojes en las áreas de trabajo.

Figura 15. Prácticas prohibidas



Fuente: empresa Niasa.

Los carteles vistos en las figuras 13 y 14 están dispuestos en diferentes lugares de la planta para que todos los operarios las tengan a la vista en todo momento y las recuerden siempre.

2.4. Máquinas y equipo utilizado en la manufactura de dulce en polvo

Para la fabricación, envasado y empacado de dulce en polvo se dispone de cuatro tipos de máquinas que interactúan directamente con el producto:

- Mezclador de polvo: se encuentra en el área de elaboración del dulce, básicamente son dos cilindros de acero inoxidable, los cuales son puestos en movimiento en su eje transversal con un mecanismo sencillo, bajo el mando de un interruptor que acciona un motor.

El mismo está conectado por un sistema de sprockets y cadena que mueven un eje conectado a ambos cilindros soportados por dos cojinetes de bancada, chumaceras. Aunque es un sistema mecánico básico se debe supervisar constantemente la lubricación de los cojinetes y la cadena por haber mucho polvo en el ambiente alrededor de estos elementos mecánicos.

Figura 16. **Mezclador de dulce en polvo**



Fuente: empresa Niasa.

- Selladora: es la máquina que deja una bolsa llena de envases de frutas con dulce en polvo cerrada herméticamente, no se pone en funcionamiento a diario, pues sirve únicamente cuando se está haciendo la presentación de bolsa, tiene ciertos rodamientos que se deben preservar en buen estado para no dañar ejes o sobrecargar el motor.

- Dosificadoras de dulce: son las que hacen la labor de llevar el dulce en polvo desde la tolva de cada máquina hacia el envase, además su mecanismo de operación permite que en cierto tiempo dejen el envase con el peso específico para cada tipo de sabor. Existen de dos tipos, con accionamiento eléctrico y con accionamiento neumático. Estas máquinas son las que se describen en los siguientes numerales.

2.4.1. Máquinas accionadas eléctricamente

En la línea de dulce en polvo existen cuatro en funcionamiento. Son máquinas a las que se les cambió el mecanismo de operación pues fueron diseñadas inicialmente para que el operador llenara los envases accionando la máquina con un pedal. Tal sistema se vio que no era eficiente pues no estaban automatizadas y la cantidad de dulce en polvo depositada al envase quedaba a discreción del operador, donde se perdía el control de manejo de materias primas. Cada máquina es capaz de llenar dos envases simultáneamente.

El mecanismo usado por máquina es de dos motores, un motor por boquilla, que mueven dos poleas las cuales hacen funcionar un embrague; un temporizador electrónico ajustable es el que acciona el embrague. El temporizador está programado para que accione el sistema durante ocho segundos, tiempo en el cual el mecanismo es capaz de hacer llegar la cantidad de gramos correcta al envase.

Luego de que el embrague es accionado mueve a un tornillo sin fin que está interno en la tolva de la máquina, este tornillo lleva el producto desde la tolva a cada boquilla donde es liberado el producto. Al inicio de cada tornillo sin fin se encuentra un dispositivo que funciona como válvula para no dejar ir producto hasta que el embrague mueva dicho tornillo sin fin.

El temporizador y el mecanismo se han ajustado para que en los ocho segundos cíclicos en los que opera la máquina se depositen los 20 gramos que lleva cada envase de todos los sabores, excepto el envase sabor a banano el cual lleva 14 gramos por envase. Una de las máquinas se sincronizó al embrague, el tornillo sin fin y el temporizador para que en los ocho segundos deposite los 14 gramos por envase que debe llevar la presentación de sabor banano.

2.4.2. Máquinas accionadas neumáticamente

En la línea de dulce en polvo existen también cuatro máquinas dosificadoras que son accionadas neumáticamente, las cuales son alimentadas por aire comprimido proveniente del banco de compresores de la fábrica. El mecanismo de operación inicia cuando llega el aire comprimido a cada máquina, luego individualmente se dispone de la unidad de mantenimiento. Esta unidad de mantenimiento hace llegar el aire a una válvula con configuración 5/2, esta a la vez, está comandada por un temporizador que al igual que en las máquinas eléctricas hace operar a la válvula cada ocho segundos. Esta válvula al ser accionada manda el aire a un cilindro de doble efecto en el cual al salir el vástago del cilindro coloca un gancho al final de este sobre una rueda tipo trinquete, al ser regresado el vástago hala el trinquete, repitiéndose esta misma acción cada ocho segundos cíclicamente.

El tiempo en el que el vástago regresa de mover al trinquete para volver a accionarlo es el tiempo en el que la tolva deposita el dulce en polvo sobre unas cámaras con un volumen igual al que van a llenar. El disco tipo trinquete tiene ocho cámaras dobles que al mover el disco también se mueven y llegan a una posición única donde entregan el producto hacia las boquillas. En este punto el dulce cae por gravedad y ya en la cantidad que debe ser por sabor.

La tolva antes de entregar el producto cuenta con una rejilla lo que permite filtrar el producto para que no se deposite sobre el mecanismo grandes partículas o grumos, evitando fallos por taponamiento de las cámaras de producto por dosificar.

2.4.3. Diferencia en el mecanismo de operación

Aunque los mecanismos funcionan en los mismos tiempos de operación son muy diferentes en el accionar, pues las máquinas eléctricas cuentan con motores eléctricos que hacen accionar mecanismos como el embrague que, a la vez, está comandado por un temporizador que hace que el embrague conecte y desconecte el movimiento a los tornillos sin fin que entregan el producto. Por otro lado, las máquinas neumáticas tienen un accionar más sencillo, pues cuentan únicamente de elementos neumáticos para mover el mecanismo de trinquete en la base de la tolva, los elementos mecánicos de válvula y el cilindro de doble efecto son los que hacen la labor de mover el mecanismo sincronizado por el temporizador.

De manera que lo único que comparten en el mando estos dos tipos de máquinas es el temporizador, elemento encargado de sincronizar el movimiento del mecanismo para que se entregue la cantidad requerida para cada envase dependiendo del sabor de este.

A lo largo de la operación se ha visto que el mecanismo neumático es más eficiente debido a la sencillez y exactitud de la operación del cilindro neumático comandado por la válvula 5/2. El problema que presenta el mecanismo eléctrico es el ajuste del embrague con el temporizador, ya que al haber una falla se desajusta el tiempo y la cantidad de producto al envase cambia.

Figura 17. Máquina eléctrica izquierda, máquina neumática derecha



Fuente: empresa Niasa.

3. PROPUESTA, MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El mantenimiento productivo total, conocido brevemente como TPM por sus siglas en inglés, es una filosofía de gestión industrial que abarca actividades puramente de mantenimiento de equipo, así como también coordinación del recurso humano, desde personal operativo hasta la alta dirección de la planta industrial; todo ello con el fin de alcanzar el objetivo primordial: llegar a cero averías, cero defectos y cero accidentes, paralelo a ello la optimización de costos.

3.1. Historia del mantenimiento productivo total

Luego de la Segunda Guerra Mundial, Japón queda con una economía fracturada y sus actividades fabriles totalmente inestables, por lo que la visión de recuperarse como economía fue el control de calidad y producción controlada mediante métodos estadísticos. Es así como inicia la era de la gestión de calidad total *TQM*, por sus siglas en inglés.

Para inicio de la década de 1950 se empieza a introducir la filosofía de mantenimiento preventivo, años posteriores es una actividad que es llevada a cabo en varias industrias del planeta, para entonces los precursores del *TQM* se dan cuenta de que no han tomado una variable importante y es precisamente la preservación del equipo de las líneas de ensamble para que prestasen el servicio para los que fueron adquiridos. Aquí es un punto de partida para evitar al máximo el mantenimiento correctivo y fomentar actividades preventivas, para evitar que se dañe un equipo.

Luego, a inicios de la década de 1960 se introduce el concepto de mantenimiento productivo en la fábrica de Toyota con la única finalidad de avanzar en la automatización de sus líneas de producción y fiabilidad de procesos. Posteriormente, en la década de 1970 se introduce en las fábricas de Toyota la idea de mantenimiento productivo total. La dirección de dichas fabricas pretendía que en dicho mantenimiento se tuviera una participación completa de todo el recurso humano, de manera que el mantenimiento productivo total ha sido originado a raíz del mantenimiento preventivo.

Desde 1950 hacia 1980 las industrias japonesas cambiaron en dirección hacia el *TPM* gracias a los estudios promovidos por *JIPM* influyendo de manera positiva a industrias de países desarrollados. La siguiente tabla muestra como en tres años, de 1976 a 1979, datos recogidos de 124 de las mayores plantas japonesas del tiempo evolucionaban hacia el mantenimiento productivo total, lo apreciable de la tabla es como después de tres años más del doble eran las plantas que usaban el mantenimiento productivo total en su fase culminante.

Tabla VI. **Cuatro fases de desarrollo del *TPM***

Fase	Tipo de mantenimiento	1976	1979
Fase 1	Mantenimiento de averías	12,7%	6,7%
Fase 2	Mantenimiento preventivo	37,3%	28,8%
Fase 3	Mantenimiento productivo	39,4%	41,7%
Fase 4	Mantenimiento productivo total	10,6%	22,8%

Fuente: NAKAJIMA, Seiichi. *Programa de desarrollo del TPM*. P. 5.

Se puede llegar a la deducción que el rotundo éxito del mantenimiento productivo total ha sido que no solo depende de paros periódicos como en el preventivo, sino que también deposita la confianza en el personal que está en contacto directo con el equipo para conocer el estado de este a través del tiempo y así evitar fallos que puedan traer perjudiciales efectos sobre la producción.

3.1.1. ¿Qué es el mantenimiento productivo total?

El mantenimiento productivo total es un sistema de preservación de equipo y actividades fabriles apegándose al método de producción ajustada, *lean production*, intentando llegar a los tres ceros: accidentes, averías y defectos. Tal filosofía de actuar a diario fue desarrollada por el *Japan Institute of Plant Maintenance* e introducida inicialmente en las plantas de Toyota. El *TPM* busca primordialmente aumentar las utilidades por medio de reducción de costos, elevación de calidad del producto y reducir al mínimo los paros por fallas de elementos del equipo de líneas de producción.

3.1.2. ¿Cómo funciona el mantenimiento productivo total?

Mantenimiento productivo total funciona en base a los mantenimientos preventivo y productivo. Al fusionarse busca la eficacia total, mantenimiento preventivo (facilitar el mantenimiento preventivo y automatización de la producción) y la participación total del personal que se involucre con el equipo de interés, mediante pequeños grupos de trabajo. Llegan a programar únicamente paros planificados para tener en planta la existencia de mantenimiento preventivo únicamente.

- Maximización de efectividad de equipo, mediante la minimización del *input* y maximización del *output*. Teniendo claro que el *output* comprende productividad, calidad, reducción de costes, logística e higiene industrial.
- Introducción del *TPM* en la fábrica: es una fase crucial por el hecho de la resistencia al cambio.
- Desarrollo del plan maestro: es el que sirve para la planificación detallada de cómo se desarrollara el *TPM*, e introducir fases que ayuden a dosificar la idea en el personal, distribuyendo actividades programadas.
- Promoción del mantenimiento productivo total: conocer el plan desde el inicio sin reserva alguna con el personal, mediante difusión de información en pequeños grupos de trabajo.
- División de carga de trabajo: mediante talleres para pequeños grupos operativos, dirección media para fijar políticas de departamentos y alta dirección para establecer la política de toda la planta.
- Mantenimiento autónomo: todas las actividades por parte de personal operativo orientadas a mantener en buen estado el equipo, dichas actividades son sencillas pero elementales tales como limpieza y lubricación.
- Mantenimiento planificado: corresponde enteramente al departamento de mantenimiento, consiste en controles e inspecciones para tener el equipo en el mejor estado posible, y programar mantenimientos mayores recomendados por el fabricante, como cambios de piezas en el tiempo, y ser capaces de cómo evoluciona el actuar de dicho equipo.

Si se tiene en consideración lo anterior se podrá iniciar el camino para tener un equipo libre de mantenimiento correctivo y se podrá buscar la eliminación de las seis grandes pérdidas las cuales se catalogan como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla VII. **Seis grandes pérdidas que busca eliminar el TPM**

Descripción	Tipo de pérdida
Averías por fallos de equipo	Tiempo muerto
Preparación y ajuste	
Paradas cortas y tiempo en vacío	Pérdida de velocidad
Velocidad disminuida	
Repetición de trabajo y defectos	Defectos en operación
Menor rendimiento entre puesta en marcha y producción estándar	

Fuente: elaboración propia.

3.2. Análisis inicial de la planta

Lo que el sistema de mantenimiento productivo total pretende al realizar un análisis inicial de la planta es tener información antes de iniciar el programa en la planta, para luego tener un punto de comparación en breves lapsos y así establecer qué tanto beneficio ha tenido el implementar el programa en dichos períodos de tiempo. También es bueno tener la impresión inicial que se tiene en la planta para realizar medidas correctivas si en dado caso en cierto período no se ha visto cambio alguno.

La línea que es objeto de estudio es la de dosificación de dulce en polvo. De aquí en adelante se realizará un análisis extenso de la línea y de cómo el personal operativo, de mantenimiento, supervisión, dirección y gerencia afecta al desempeño de esta línea de envasado, la cual por reciente adquisición de más de la mitad del equipo es un área un tanto inestable al no disponer aun con rutinas de mantenimiento.

Además, la operación es un tanto desalineada a causa de que el personal no conoce el equipo en gran medida. Por último, algunos fallos en producción desestabilizan la operación y son un tanto desconcertantes para el personal de mantenimiento ya que no son muy recurrentes y hay ciertos repuestos de los que no se disponen, aun así, son averías fáciles de reparar dada la experiencia del personal de mantenimiento y a la sencillez del mecanismo con que operan las máquinas dosificadoras, especialmente las de accionamiento neumático. Todos estos son problemas que pretende erradicar el mantenimiento productivo total, al informar y capacitar a todo el personal produciendo, de esta manera, gestión de recursos para esta línea de dosificación de dulce.

3.2.1. Producción, personal y equipo

- Producción: son todas las actividades orientadas a transformar la materia prima hasta llegar a un producto final.
 - Producto: por ser una golosina destinada a consumo humano, todas las actividades deben llevar un esfuerzo por que las condiciones de operación sean inocuas, para garantizarle al cliente una golosina que no le cause daños a la salud. Además, es fundamental conocer la distribución de la planta, en este caso es una distribución por producto ya que este se mueve al proceso (producción en línea).
 - Proceso: tomar en cuenta factores de estandarización de la planta y condiciones de ambiente tales como la temperatura y presión de trabajo (la presión de trabajo aplica especialmente para las máquinas con accionamiento neumático).

La temperatura y humedad en el ambiente de la sala de control son factores críticos, pues no puede ser muy húmedo ya que esto provocaría grumos en la mezcla y la calidad del producto se pierde. La presión de operación en las maquinas dosificadoras con accionamiento neumático debe ser la correcta, de 55 a 60 psi, ya que si aumenta las cámaras de llenado pueden quedar con un volumen incorrecto por debajo de la medida, en cambio si la presión cae por debajo de estos valores puede ser depositado mucho polvo hacia las cámaras de llenado, provocando así atascamientos en operación.

- Tiempos de producción: teniendo en cuenta que la operación cuello de botella es el envasado se debe poner atención a los tiempos requeridos en estas estaciones de trabajo. Ya que se sabe que la condición ideal de cada dosificadora es de ocho segundos. Actualmente, se le debe sumar al menos 0,5 segundos por dos razones: primero, el personal es de reciente ingreso y están bajo una curva de aprendizaje, y segundo, algunos imprevistos por fallas en equipo. Además, tener en cuenta que cada dosificadora es capaz de llenar dos frutas al mismo tiempo por lo que la medida es de 15 frutas por minuto, indistintamente del sabor que se envase, ya que el sabor de banano tiene menos peso, pero la dosificadora fue calibrada para llevar los mismos tiempos.
- Personal: el llevar el adecuado recurso humano al proceso es indispensable ya que se trata de una operación minuciosa. En las producciones piloto e iniciales que se han hecho se ha visto que el género femenino es más productivo para estas operaciones.

Esto es porque se requiere de sicomotricidad fina para tener las frutas en par mientras estas se llenan, estar trayendo otras dos frutas para la próxima operación y finalmente el depositarlas en las cajas donde son almacenadas para posteriormente pasar al empaque del producto.

- Equipo: se le debe prestar atención especial a todo el equipo ya que de la condición en que este se encuentre depende que preste el servicio para el que fue adquirido. La gerencia de planta está consciente de ello, lo que facilita el implementar un programa de gestión.
 - Elementos mecánicos: el identificar los elementos que son críticos para la operación es fundamental; en la línea de dosificado de dulce en polvo se puede observar los siguientes elementos: el embrague y elementos rodantes de accionamiento de las dosificadoras accionadas eléctricamente, otro elemento de especial interés son los cojinetes de bancada del mezclador de materia prima por la carga y condición de operación, ya que en el ambiente existen demasiadas partículas que pueden incrustarse dentro de los elementos rodantes.
 - Factores de mantenimiento: el identificar bajo qué régimen de mantenimiento se apega la fábrica actualmente (al menos un 75 % de tareas de mantenimiento son preventivas) para introducir el mantenimiento productivo total e infundir una filosofía de operación diaria para desarrollar tareas fundamentales como la limpieza y lubricación, coherentes con la inocuidad y las certificaciones con las que cuenta la fábrica.

3.3. Diagnóstico inicial de la planta

La línea de dosificación de dulce en polvo no tiene una rutina de mantenimiento preventivo establecida, no se tienen grupos de trabajo identificados orientados a identificar problemas. Las máquinas accionadas neumáticamente, actualmente, presentan menos fallos por su mecanismo sencillo y reciente adquisición, las máquinas accionadas con motor eléctrico, en cambio, son un poco más complejas y son un tanto más antiguas de operar.

Lo que se pretende al diagnosticar la planta es saber la forma en que se puede iniciar a implementar el mantenimiento productivo total y que este no sea muy impactante para las políticas que tenga la empresa.

3.3.1. Diagrama causa y efecto de los problemas en la línea de dosificación de dulce en polvo

El problema central de la línea de dosificación son fallos imprevistos que provocan tiempos de ocio, bajando el rendimiento causando así que la producción proyectada no se cumpla. Para comprender por completo el problema se puede observar el diagrama causa efecto figura 18. Así se tiene un panorama completo de las variables que son más críticas en el proceso.

- Mantenimiento
 - Reserva de repuestos: la carencia de algún elemento a disposición para alguna eventualidad puede ocasionar que una estación de trabajo quede inhabilitada hasta por semanas si no se tiene en el mercado o con el representante de la marca, las dosificadoras Volpak son cruciales por ser una empresa sin representación formal en el país.

Figura 18. **Diagrama causa efecto de problemas en línea de dosificación de dulce en polvo**



Fuente: elaboración propia.

Las dosificadoras Volpak, accionadas eléctricamente, tienen un elemento llamado embrague que es el mecanismo de acoplamiento de movimiento. Dicho mecanismo debe disponer de, por lo menos, dos sets de repuestos por cualquier eventualidad, las accionadas neumáticamente debieran contar con cilindros y válvulas neumáticas para tenerlos disponibles en cualquier fallo; ya que si estas paran por problemas de esta índole se podría perder hasta tres días en la adquisición del equipo.

- Rutinas de mantenimiento: considerando que el mantenimiento a estas dosificadoras debe ser preventivo, basado en las condiciones, al no tener este tipo de rutinas se cae en mantenimiento de avería con la respectiva sorpresa de que impacta en la eficiencia de la línea de dosificación.
- Capacitación: cuando el personal de mantenimiento no está bien adiestrado para acudir a las emergencias y no tiene alta capacidad de respuesta, impacta seriamente en la producción. Si en mantenimiento preventivo el personal no tiene conocimiento de lo que hace puede ocasionar que al arrancar la máquina se produzca algún atascamiento, induciendo a un fallo mayor.
- Maquinaria
 - Elementos críticos: en las dosificadoras con accionamiento eléctrico se tienen tres elementos por considerar los cuales son las correas dentadas, el motor eléctrico y el embrague de accionamiento, si no se les presta el servicio adecuado pueden fallar en cualquier momento.
 - En las máquinas neumáticas los elementos que se debe mantener un buen estado son las válvulas y cilindros neumáticos, las unidades de mantenimiento y los resortes de los trinquetes.
 - Horas de operación: todo mantenimiento preventivo debe ser llevado en tiempo o en horas de operación según lo recomiende el fabricante, al hacer caso omiso se cae en averías inesperadas.

- Tecnología: los mecanismos de operación influyen en la eficiencia de producción. En las dosificadoras eléctricas luego de alguna reparación hay que calibrar la máquina para que sea capaz de llenar las frutas en ocho segundos, lo que puede generar imprevistos de recalibración sobre la marcha.

- Mano de obra
 - Sicomotricidad fina: un factor importante para este tipo de trabajo es que el personal que opera las dosificadoras tenga alta sicomotricidad fina y destreza para la operación, ya que es minuciosa. Cuando la persona no cuenta con estas características es muy probable que se tengan paros consecutivos en una estación de trabajo.

 - Mano de obra calificada: disponer para el puesto del recurso adecuado es indispensable, es deseable que tanto los operadores como los de mantenimiento dispongan de personas que estén conscientes de la industria y tengan capacidad de decisión para no incurrir en fallas que se puedan evitar.

 - Condiciones físicas: en muchas ocasiones las malas condiciones de una estación de trabajo imperan sobre las capacidades de alguien e inducen al error.

- Medio ambiente
 - Temperatura y humedad: en el proceso es importante controlar estas dos variables. Al existir gran contenido de vapor de agua en el aire, humedad, es perjudicial para la mezcla de dulce en polvo ya que se formarán grumos e iniciará a formarse costras en el interior de la máquina con sus respectivos atascos.
 - Ventilación: la ventilación es crucial ya que de ella dependen los dos factores anteriores, así como el confort del personal, además de las condiciones de operación de los motores y accesorios de las dosificadoras.
 - Iluminación: cuando el método de iluminación no es adecuado o es deficiente suele provocar serios problemas en operación de las personas, pudiendo ser foco de paros imprevistos.
 - Ergonomía de estaciones de trabajo: si una estación de trabajo no cuenta con ergonomía y los trabajadores al estresarse rápidamente caerán en error. En la línea de dosificación de dulce en polvo se dispone de un banco para el operador la inexistencia de respaldo en algunas estaciones puede llegar a ser perjudicial.

- Método
 - Estaciones de trabajo: si no disponen de la cantidad de material necesario se incurrirá en paros intermitentes, para lo que es necesario que dispongan de suficientes envases y que el operador de mezclado tenga siempre llenas las tolvas de las dosificadoras.

- Capacitación del personal: cuando el personal no se le fue capacitado provocará fallas frecuentes por no tener las bases teóricas prácticas para desempeñar su cargo. Se ha visto que algunas operadoras no conocen bien el método y caen en errores al inicio de las operaciones.
- Materia prima
 - Almacenaje y manipulación: el buen trato a la materia prima es fundamental para que en todo momento tengan las características con las que el proveedor entregó el producto. Cuando los sacos de azúcar son maltratados pueden romperse e introducirse humedad del ambiente lo que puede provocar grumos durante el proceso.

3.3.2. Rendimiento inicial de la línea de dosificación de dulce en polvo

La capacidad de las dosificadoras trabajando al cien por ciento es de llenar dos frutas cada ocho segundos, esto da como resultado 15 frutas por minuto, en la tabla VIII se muestra el promedio de frutas llenadas por minuto y la eficiencia del puesto de trabajo, la eficiencia se realizó tomando un promedio de llenado de frutas con el número de envases vacíos de las cajas de frutas vacías que son entregadas a las operadoras de cada dosificadora, la cantidad de envases depende del sabor ya que no todas las cajas contienen la misma cantidad de dichos envases.

Tabla VIII. **Eficiencia de las dosificadoras de dulce en polvo**

Fruta	Cantidad de envases por caja	Cajas producidas	Frutas envasadas promedio	Eficiencia de la estación
Uva	1400	2,5	5,07	33,8 %
Piña	1200	4	6,96	46,4 %
Naranja	1500	3	6,52	43,5 %
Fresa	1300	4	7,54	50,2 %
Fresa	1300	5	9,42	62,8 %
Uva	1400	4	8,12	54,1 %
Banano	2040	3	8,87	59,1 %
Naranja	1500	5	10,87	72,5 %

Fuente: elaboración propia.

La meta de la gerencia de planta para la eficiencia de cada estación de trabajo es de 85 %, como se puede apreciar en la planta las eficiencias actuales están muy por debajo de la meta propuesta.

La tabla VIII es una muestra de la producción de uno de los días de producción; generalmente las eficiencias se encuentran similares, además la eficiencia se realiza con la cantidad ideal de llenado, 15 frutas por minuto, línea funcionando al 100 %.

Es preocupante para la dirección de la línea de dosificación de dulce en polvo el ver que las eficiencias de algunas estaciones de trabajo se encuentran muy bajas; lo que se cree que en estas estaciones de trabajo sucede es una combinación de fallos mecánicos, operativos y directamente de personal, adicionalmente las estaciones de trabajo debieran estar en un rango similar y no ser tan variantes como actualmente lo son.

3.4. Pilares del mantenimiento productivo total

A raíz del análisis de causa efecto hecho a la línea de dosificación de dulce en polvo se ha llegado a la conclusión que tres de las causas que más influyen en los problemas de averías o fallos imprevistos son el mantenimiento, la mano de obra y la maquinaria. El mantenimiento por no tener tareas enfocadas hacia mantenimiento preventivo, la mano de obra por que en muchas ocasiones no tiene el conocimiento adecuado ni la capacidad de realizar mantenimiento autónomo a sus estaciones de trabajo y la maquinaria por discontinuidad en componentes de las dosificadoras eléctricas y desconocimiento de mecanismos de accionamiento por parte de todo el personal operativo.

Los pilares del mantenimiento productivo total se describen a continuación, estos están enfocados en llegar a cero averías al menor costo posible, con el personal apto y capaz de operar bajo estas directrices.

- Mejoras enfocadas: básicamente es localizar las causas que pueden llegar a ser motivo de crisis en tiempos de producción, para planificar la forma en que se puede erradicar a tiempo cualquier vector que pueda iniciar una avería.
- Mantenimiento autónomo: consiste en plantear una cultura de actividades programadas diarias para todo el personal operativo; para que este realice actividades de inspección visual, limpieza, lubricación y si lo considera necesario pequeñas intervenciones de ajustes de piezas.
- Mantenimiento planificado: conocido como mantenimiento progresivo, se basa en intensificar las actividades para conseguir el objetivo primordial, llegar a cero fallas en producción.

- Mantenimiento de calidad: busca que la condición de la maquinaria sea óptima para el proceso donde se pueda alcanzar cero fallas, pero que estas condiciones no vayan más allá donde representen un costo elevado o un costo innecesario al tener otras opciones en el mercado que satisfagan la necesidad de que el equipo preste el servicio para el que fue adquirido.
- Capacitación: tiene en cuenta que los pilares previamente mencionados se alcanzan únicamente cuando el personal tiene las suficientes capacidades para desarrollar el plan, esto se alcanza cuando el personal es informado capacitado y dirigido bajo instrucciones inteligentes.
- Mantenimiento productivo total de oficina: compartir la información que sucede en la planta con la alta gerencia y departamentos administrativos es importante porque en estas áreas surgen importantes observaciones para poder brindar soporte a las nuevas decisiones que suceden dentro del proceso productivo.
- Seguridad y medio ambiente: son las políticas de responsabilidad ambiental que debe tener la planta en su operar cotidiano, el apearse a regulaciones nacionales e internacionales es importante para el mantenimiento productivo total por desarrollar conciencia y disciplina en todos los involucrados con la planta.
- Mantenimiento tecnológico: no es un pilar muy conocido porque muchas veces se evade el pensar en cambios de maquinaria en el futuro cercano, pero cuando las posibilidades económicas de la empresa lo permiten, el buscar nuevas tecnologías para el sistema de producción ayudará a evitar que el mantenimiento de la maquinaria se prolongue durante décadas.

Para la línea de dosificación de dulce en polvo se desarrollarán cuatro pilares donde en algunos se incluirá más de uno de los pilares mencionados anteriormente. Esto con el objeto de que la propuesta de la nueva política sea más fácil de digerir para todo el personal.

3.4.1. Mejoras enfocadas

Luego de una inspección a la línea de dosificación de dulce en polvo se determinó que se le debe prestar atención a los siguientes componentes: los cojinetes de bancada del mezclador de materia prima, los mecanismos de accionamiento de las dosificadoras eléctricas; los elementos de estos mecanismos comprenden correas dentadas y el embrague de accionamiento de las tolvas. Por último, en las dosificadoras neumáticas se debe enfocar el mantenimiento a los cilindros y válvulas neumáticas, a las unidades de mantenimiento y al mecanismo de retorno del trinquete.

Cuando se les preste un mantenimiento enfocado a estos componentes se logrará minimizar el riesgo de que averías en producción, manteniendo así un buen índice de mantenimiento y elevando la eficiencia de cada una de las estaciones de trabajo.

3.4.2. Mantenimiento planificado

Este pilar del mantenimiento preventivo total que se le presenta a la dirección de la línea de dosificación de dulce en polvo se han unido el mantenimiento autónomo y el mantenimiento planificado, ambos pilares deben ir de la mano para que se logre el objetivo.

Se iniciará con una capacitación para todo el personal operativo que tiene contacto directo con las máquinas para que la primera tarea que desarrollen al llegar a su estación de trabajo sea darle una inspección a su equipo posteriormente una limpieza. Si en dado caso es día de lubricación que así se haga con el debido lubricante y una limpieza posterior, si al realiza estas operaciones el operador considera realizar una corrección menor, que así se haga.

Además, al personal de mantenimiento se le dará instrucciones de trabajar siempre bajo mantenimiento preventivo, así también que los mecánicos al realizar su ronda de inspección por la línea sean capaces de detectar ruidos, vibraciones o alguna situación anómala y que al dar sus observaciones a la supervisión se programe al próximo paro de producción una intervención por parte del departamento de mantenimiento.

3.4.3. Averías

En lo que respecta a las averías se ven involucrados dos pilares, mantenimiento de calidad y capacitación, para que las averías no interfieran sobre la calidad se le debe dar un adecuado mantenimiento a los elementos que son críticos y puedan causar fallos mayores, el mantenimiento de estos elementos debe ser justo lo necesario para que los costos de este mantenimiento no sean elevados. Si alto el costo de mantener en buen estado el equipo será mejor realizar un análisis de reemplazo de equipo.

Adicionalmente, se debe tener al personal en capacitación programada, al menos dos veces al año para que sepan los focos de atención y los elementos que con el paso del tiempo pueden llegar a ser potenciales problemas para la operación normal.

3.4.4. Grupos de trabajo

El mantenimiento productivo total siempre debe de tratar de involucrar en todo momento al recurso humano y como la operación debe difundirse a todos los niveles jerárquicos de la planta, el tener una actividad semanal de grupos de trabajo ayudará a que se tenga una mejor comunicación, un mejor traslado de información y así se tendrá conocimiento a todas escalas de lo que se está realizando en la planta, una reunión breve semanal ayudará a que exista una comunicación fluida entre operarios y supervisores, así se podrá tener una cultura de observaciones y sugerencias para que el proceso productivo este en las mejores condiciones del momento.

En el área de dosificación de dulce en polvo se puede desarrollar el siguiente plan: jueves por la mañana el supervisor de producción, el supervisor de mantenimiento, mecánicos y operadores se pueden reunir a las 7:00 a.m. para presentar sugerencias, plantear observaciones y tratar todo lo relevante en la semana de producción. El viernes se reunirán los supervisores, el ingeniero de producción, el ingeniero encargado de mantenimiento y el gerente de planta para tratar los puntos del *TPM* y relevantes de la semana y como se abordarán los problemas de mantenimiento el fin de semana. Es importante que estas reuniones se dejen plasmadas en un formato para que se tenga trazabilidad de lo que se discute y cómo evoluciona el plan de mantenimiento productivo. Es importante que en estas reuniones se traslade el rol y responsabilidad que cada persona tiene dentro de la empresa.

3.5. Análisis económico del plan de mantenimiento productivo total

El proyecto de implementación de mantenimiento productivo total representa una fuerte inversión que puede llegar a desinteresar a la gerencia de planta por creer que es un gasto innecesario o que no representará beneficios; lo cierto es que la inversión inicial representará reducir paros prolongados de producción y poder cumplir con la entrega de producto de programas futuros.

La gerencia de planta aceptará la propuesta de mantenimiento productivo total únicamente cuando se le presente un análisis monetario de cuanto le va a representar la inversión inicial y cuanto puede dejar de percibir en dado caso no implemente el *TPM* como política de gestión. Un análisis beneficio costo es un método adecuado de evaluación del proyecto para presentar ante la gerencia la filosofía del *TPM* y como ayudará a que la línea de dosificación de dulce en polvo sea más eficiente y le genere a la empresa mayor utilidades.

3.5.1. Análisis costo beneficio

El análisis costo beneficio es un método de evaluación de proyectos donde el resultado de decisión es donde $B/c > 1$, ya que el beneficio será mayor que el costo que represente obtener dicho beneficio.

Para la propuesta del mantenimiento productivo total para la línea de dosificación de dulce en polvo se presenta a continuación un análisis costo beneficio; donde beneficio estará representado por un pedido de un mes y en caso dicho pedido sea entregado. El costo está dado por el stock de repuestos, planes de capacitación para el personal y la inversión inicial del programa *TPM*.

El inventario de repuestos para la línea de dosificación de dulce en polvo estará conformado tal y como se muestra en la tabla IX, cabe mencionar que en dicha tabla no se muestran repuestos para compresores ni para la caldera ya que estas ya disponen de un plan de mantenimiento preventivo por parte de la planta.

Tabla IX. **Inventario de repuestos necesarios para la línea de dosificación de dulce en polvo**

Inventario de repuestos			
Cant.	Descripción	Precio unidad	Total
6	Cojinete de bancada SKFSY509 M	Q 200,00	Q 1 200,00
10	Correas dentadas dosificadoras eléctricas	Q 85,00	Q 850,00
4	Unidades de mantenimiento	Q 350,00	Q 1400,00
4	Electroválvulas configuración 5/2	Q 650,00	Q 2600,00
4	Cilindros neumáticos doble efecto	Q 600,00	Q 2400,00
10	Racores neumáticos rectos y en ángulo	Q 15,00	Q 150,00
10	Metros de manguera neumática 6 mm 10 metros	Q 20,00	Q 200,00
2	Piñones de accionamiento	Q 400,00	Q 800,00
Total			Q 9 600,00

Fuente: elaboración propia.

Algunas especificaciones técnicas:

- Las unidades de mantenimiento deben constar de filtro, regulador de presión y lubricador.
- Los cilindros neumáticos de doble efecto deben ser de diámetro 25 milímetros y longitud de vástago de 50 milímetros.
- Los racores deben ser rectos y en ángulo a 90 grados según necesidad.
- Los piñones de accionamiento son los que transmiten el movimiento del motor al embrague de las tolvas de las dosificadoras eléctricas.

Dentro de los costos se incluirá un plan de capacitación inicial como parte del *TPM* con un costo de Q 5 000,00 y una inversión inicial del programa de Q5000,00 con un total de costos de Q 10 000,00

El beneficio estará presentado por la entrega que se logre entregar al cliente, o sea cumplir con el programa de producción; uno de los programas de producción analizados para satisfacer la demanda estaba contemplado por 950 fardos (cajas) de producto terminado, esto en presentaciones de botes y bolsas de la siguiente manera:

Tabla X. **Cantidad de fardos del programa de producción**

Cantidad cajas	Tipo de caja	Precio de venta de caja	Envases por presentación	Envases por caja
500	Caja de 6 botes	Q 60,00	54 envases por bote	324 unidades
284	Caja de 17 bolsas	Q 57,00	18 frutas por bolsa	306 unidades
260	Caja de 50 Bolsas	Q 55,00	6 frutas por bolsa	300 unidades

Fuente: elaboración propia.

Lo que da un total de 326 904 envases de frutas y 1 044 cajas que hay que preparar para poder cumplir con la producción. Las presentaciones de botes y bolsas están dadas con la siguiente relación: los envases de fresa, uva y naranja se añaden dos por cada envase de banano, limón y piña. Al analizar el precio de venta al distribuidor con los totales de cajas se puede ver que se percibiría en ventas Q 60 488,00 que es el beneficio percibido por cumplir con el programa de producción.

Para poder comprometerse con el programa de producción se hará el análisis de producción y así establecer si se podrá cumplir con lo solicitado. Hay que tener en cuenta que los puntos de partida son los siguientes: se envasan dos frutas simultáneamente cada ocho segundos lo que da un total de quince envases por minuto, se tendrán diez horas productivas por estación de trabajo; en la semana que se tiene solicitado entregar el pedido se producirán la siguiente cantidad de envases:

$$\frac{15 \text{ envases}}{\text{minuto}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} * \frac{10 \text{ h}}{1 \text{ día}} * \frac{5 \text{ días}}{1 \text{ semana}} = \frac{45\ 000 \text{ envases}}{\text{semanal}}$$

Si se tiene en cuenta que son nueve máquinas y se programará una eficiencia del 85 % se producirán:

$$45\ 000 \text{ envases} * 9 \text{ maq} = 405\ 000 * 0,85 = 344\ 250 \text{ envases}$$

344 250 envases semanales por las 9 estaciones de trabajo se producirán, lo que da un margen de 17 346 frutas de más respecto al programa de producción.

El total de los beneficios es B= Q 60488,00 y el de los costos es C=Q19,960,00 con estos datos se obtiene que:

$$\text{Relación costo beneficio: } \frac{B}{C} = \frac{60488}{19960} = 3,03 > 1$$

La relación da como resultado un valor mayor a uno, lo que indica que el proyecto visto desde este punto de evaluación es factible.

Además, este valor nos indica que por cada quetzal puesto en la inversión inicial se tiene un beneficio de Q 2,03. Al no realizar la inversión y cualquier componente falla durante la semana de producción analizada se paralizaría la producción dejando de percibir los Q 56 052,00 que representan la venta.

Por último, el análisis se hizo con el mayor que representa tener a flote el *TPM*, que es la inversión inicial, luego se tendrá mensualmente gastos menores con lo que el beneficio en relación al costo será mayor. Como se pudo ver la relación B/C se hizo con únicamente con la inversión inicial, para presentárselo a la gerencia de planta y poder ver como instantáneamente se obtiene un beneficio al implementar el *TPM*.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

La implementación del *TPM* son los cursos de acción propuestos para que la gerencia de planta constituya el plan en la línea de dosificación de dulce en polvo, con la finalidad de que la gestión en dicha línea sea una filosofía de operación modelo para toda la planta, para que en una ventana de tiempo se dé la debida dirección mediante una adecuada organización; paralelo a ello el respectivo control que se le debe tomar a operación en un camino orientado a elevar la eficiencia de la línea y las utilidades a la empresa.

4.1. Introducción al mantenimiento productivo total

La dirección de la línea de dosificación de dulce en polvo debe compartir ante todos los colaboradores involucrados con esta línea la necesidad del porqué se debe adoptar como filosofía el *TPM* e implementar un sistema de gestión de esta índole; al compartirse la información se debe dejar claro qué se quiere conseguir y como este sistema guiará a esta sección de la empresa a ser más productivos. La introducción al personal a esta filosofía operacional se realizará únicamente cuando la gerencia de planta efectúe el análisis de beneficio del programa. Desde un inicio se debe compartir los pilares a los que estará sujeto el *TPM* los cuales son:

- Mejoras enfocadas
- Mantenimiento autónomo y planificado
- Averías
- Grupos de trabajo

Se debe tener en cuenta que desde un inicio se debe tener control del avance del plan, para lo cual se recomienda que se a partir de la primera semana de iniciado el proyecto se pida a los colaboradores comentarios y observaciones, evaluar el rendimiento de la línea, el movimiento de inventario de repuestos. Habrá que tomar acciones correctivas desde los primeros días para que los fallos sean más fácil de atacar desde el inicio, las acciones correctivas podrán darse a conocer en las reuniones de grupos de trabajo para que se obtengan sugerencias, si son fallos mecánicos el departamento de mantenimiento debe corregir desde el inicio cualquier avería, minimizando el riesgo de un paro mayor de producción.

4.2. Gestión del mantenimiento productivo total como política de la fábrica

Está claro que en la fábrica de dulces el *TPM* está siendo propuesto para la línea de dosificación de dulce en polvo, pero las directrices de gestión deben ir enfocadas a la operación general, previendo desde ya que el programa será un éxito y serán más fáciles de asimilar ciertos aspectos cuando se requiera implementarlos en toda la planta.

La gestión del mantenimiento productivo total en la línea abarcará:

- Producción: velar porque se cumplan los programas de producción con cada estación de trabajo operando con una eficiencia arriba del 85 %.
- Mantenimiento: elaborar órdenes de trabajo preventivo, con el objetivo de preservar al máximo el servicio que prestan las dosificadoras, atendiendo siempre las necesidades de inocuidad del producto.

- **Calidad:** el propósito es llegar a cero averías, esto garantiza que los estándares de especificaciones se cumplan; esto es lograr repetitividad en sabor y peso del producto para satisfacer la necesidad del consumidor final.
- **Costo:** al implementar el programa *TPM* se reducen costes por buscar en todo momento llegar a cero averías.
- **Manejo de materiales:** desde la recepción de los insumos por parte del proveedor hasta el almacenamiento del producto terminado se le debe prestar atención para que no se incurra en desperdicio de materiales por mal uso del equipo para movilizar el producto.
- **Motivación:** la filosofía *TPM* no busca solamente el mejoramiento del proceso productivo, sino también hacer sentir bien al colaborador al elevar sus capacidades, al sentirse parte de una mejora continua dentro de la empresa. Esto se logra mediante capacitaciones planificadas y programas incentivo.
- **Protección personal y ambiental:** en el aspecto personal la protección la brinda la fábrica con el equipo de protección personal, en el aspecto ambiental se logra un éxito al alcanzar cero accidentes, cero residuos contaminantes y un aspecto visual cómodo.

4.3. Instalaciones

Por ser una línea de reciente montaje aún no se tienen acabados finales, se recomienda a la gerencia de planta hacer de las instalaciones parte de un sistema que ayude a mantener la inocuidad y calidad del producto, así como el confort, higiene y seguridad para los colaboradores que operen en la línea. Cualquier problema que se suscite se deberá informar en las reuniones de trabajo que se tengan semanal, para que se vayan corrigiendo las causas de posibles fallos futuros.

4.3.1. En el aspecto de maquinaria

El mezclador de materia prima es un equipo que genera fuerte vibración por la cantidad de producto, unos 200 kilogramos, que es depositado para fabricar el polvo con sabor que será envasado posteriormente. Las dosificadoras poseen movimientos intermitentes para efectuar la operación, por lo anteriormente descrito la maquinaria debe estar anclada y sujeta al suelo con tarugos metálicos y de preferencia con una cobertura epóxica para evitar que la vibración del equipo cree asientos diferenciales y con esto daños en las instalaciones físicas y en el actuar mismo de las máquinas.

Cada estación de trabajo debe estar bien señalizada, por lo menos con la siguiente información: marca, capacidad productiva, y sabor que envasa. Esto adicional a los datos de placa que trae el equipo. Las dosificadoras neumáticas por diseño están fabricadas con acero inoxidable en su totalidad, por lo que no necesita pintura. Las dosificadoras eléctricas cuentan con acero inoxidable únicamente en la tolva y en los elementos que entregan producto, la carcasa debe estar siempre bien cuidada con pintura base aceite con color neutro.

4.3.2. En el aspecto del personal

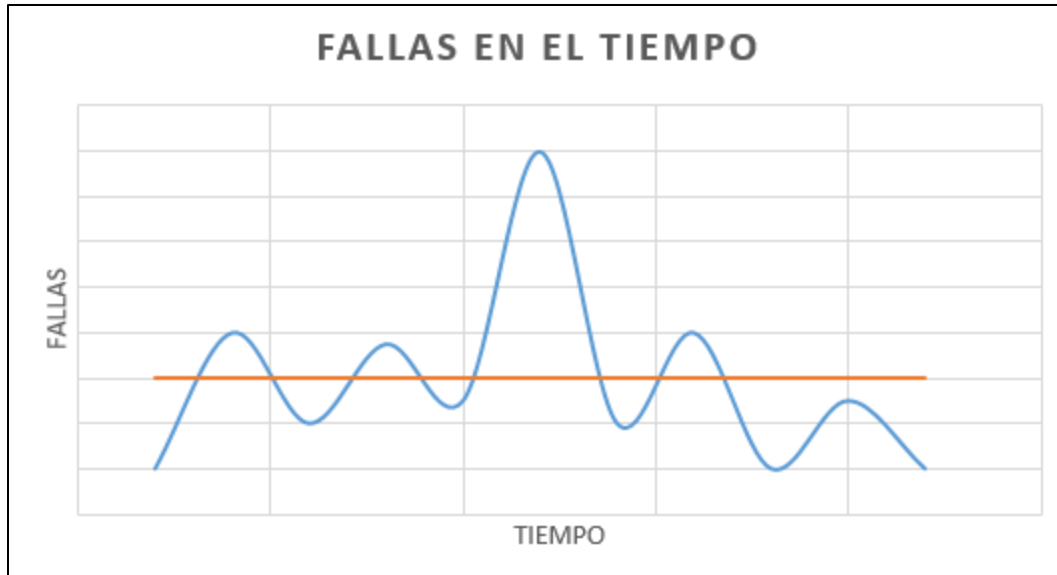
Las instalaciones también deben estar orientadas en la ergonomía para reducir cualquier tipo de lesión por el tipo de trabajo en los operadores, por lo que la ergonomía en cada estación de trabajo es de suma importancia. Cada estación de trabajo debe contar con banco que se ajuste para que la vista quede unos centímetros por arriba de las boquillas de dosificación, además los bancos deben contar con respaldo a medias para evitar encorvamiento a las pocas horas de iniciado el trabajo.

Las instalaciones deben contar con ventilación para que la sensación térmica sea de unos 22°C y un 50 a 60 % de humedad relativa. Esto tendrá beneficios para cada operador y este ambiente también será óptimo para la operación, ya que es un buen ambiente para el polvo saborizado.

4.4. Análisis de pérdidas y averías en producción

Indistintamente de la maquinaria y el método de operación, en producción habrá siempre dos tipos de averías en el tiempo, las cuales son: crónicas y espontáneas. Las fallas crónicas son recurrentes en el tiempo, son problemas los cuales el personal de mantenimiento los diagnostica fácilmente y pone en marcha la producción en corto tiempo pero son fallas difíciles de erradicar por completo; en cambio, las fallas esporádicas son averías en las que normalmente se invierte bastante tiempo en poner de nuevo sobre la marcha la producción por la poca probabilidad con la que falle cierto elemento, normalmente detiene la producción por un lapso de varias horas, incluso, puede detener una jornada de trabajo completa. En cuanto las averías espontáneas, a pesar de la gravedad momentánea, es bien sabido que al solucionar la falla habitualmente se elimina la causa de la avería.

Figura 19. **Gráfico de averías en producción a través del tiempo**



Fuente: elaboración propia.

El gráfico muestra cómo se suscitan las pérdidas de producción debido a averías. La línea horizontal es la asíntota a la que tienden estabilizarse las fallas crónicas las cuales son un problema recurrente normalmente difícil de eliminar, en el medio se puede observar cómo afecta una falla espontánea, estos traerán consigo problemas los cuales se resolverán bajo una buena toma de decisiones. Lo que busca el mantenimiento productivo total es que las fallas espontáneas nunca aparezcan y reducir al mínimo las fallas crónicas tal como se observa al lado derecho de la gráfica se deben ir reduciendo buscando la nulidad de averías.

Las fallas crónicas son un serio problema ya que comúnmente no se les presta atención debido a que se cree que no impactan seriamente, es por ello que aparecen constantemente. Corresponde al departamento de mantenimiento ejecutar un plan que busque erradicar estos tipos de averías.

4.4.1. Fallas crónicas en estaciones de trabajo

A través de toda la línea de producción se ha detectado las siguientes fallas que son recurrentes:

- Área de mezclado: ruido en los cojinetes que accionan el mezclador.
- Área de envasado: en esta sección se dividirá entre los dos tipos de dosificadoras.
 - Dosificadoras eléctricas: la tensión de las fajas, los piñones que trasladan el movimiento del motor eléctrico a los tornillos sin fin que entregan el producto presentan vibraciones repentinas. Además, las tolvas entregan producto con grumos, lo que impide en ocasiones el accionamiento normal de dosificación.
 - Dosificadoras neumáticas: este equipo es el más eficiente en de toda la línea, únicamente se ha visto problemas en el accionar del trinquete, ya que este consta de un resorte que ayuda a que el cilindro neumático de doble efecto ejecute su retorno correctamente.

Las fallas que actualmente son recurrentes, son fallas en las que el personal de mantenimiento tiene que acudir al lugar para realizar una inspección y un ajuste para poner en marcha el equipo, asegurando así que la producción este en ejecución el mayor tiempo posible. En la tabla XI se describen los tiempos en que las fallas descritas anteriormente detienen la producción, por pequeñas que sean algunas de las fallas que se muestran en la tabla se puede observar que los tiempos medios que se tiene que llevar el departamento de mantenimiento por lo menos consume diez minutos, estas averías pueden causar mayores daños en los que se tendrán mayores tiempos muertos.

Tabla XI. **Tiempos normales de respuesta por parte del departamento de mantenimiento**

Tipo de falla	Equipo	Tiempo de respuesta	Trabajo realizado
Ruido en cojinetes	Mezclador	10 minutos	Inspección y lubricación de rodamientos
Atascamiento y vibración en cojinetes	Mezclador	35 minutos	Cambio de algún cojinete de bancada del equipo
Ruido y vibraciones en operación	Dosificadoras Eléctricas	15 - 20 minutos	Ajustes en mecanismo de movimiento en tolva
Atascamiento en retorno de movimiento	Dosificadoras Neumáticas	15 minutos	Ajustes en mecanismo de retorno de trinquete

Fuente: elaboración propia.

Lo que se realiza actualmente es mantenimiento de avería, poner en marcha el equipo lo más rápido posible. La filosofía mantenimiento productivo total, busca mantener al equipo en condiciones proactivas, esto se logra dándole al equipo mantenimiento preventivo, adelantándose a la aparición de fallas que causen averías crónicas donde se necesite intervenciones seguidas del personal de mantenimiento.

Las averías que se han vuelto frecuentes como las de atascamiento del retorno de las dosificadoras neumáticas se puede eliminar dándole al equipo un mantenimiento productivo, esto quiere decir encontrar la causa de la falla en primer lugar, luego elaborar una orden de trabajo que contemple la actividad a realizar, la frecuencia con la que se realizará dicho trabajo, los repuestos a usar, localización del equipo, tiempo estimado por tarea y, por último, personas actividad. Según el nivel de complejidad de la tarea programada y la capacidad del personal, se debe evaluar si la orden de trabajo incluirá una descripción de la tarea o si se cree por parte de la jefatura de mantenimiento un *check list*, con la finalidad de que se comprenda mejor el trabajo a realizar en el equipo atendido.

Las actividades de preservación del mecanismo de retorno de las dosificadoras neumáticas, en el mantenimiento preventivo del equipo deben ir enfocados a las posibles raíces: la orden de trabajo incluirá revisión del muelle del trinquete, las entradas de aire al cilindro de retorno y el buen accionar de la electroválvula, sin descuidar una breve inspección a la unidad de mantenimiento, en dado caso se tenga duda de este dispositivo se deberá purgar, controlar el regulador de presión y el nivel del lubricador. Como se busca adelantarse a posibles averías, la frecuencia del mantenimiento es importante determinarla, y estará en relación directa a la demanda del equipo, con el objetivo de tratar de eliminar la causa de la falla crónica.

Figura 20. **Tiempos muertos por cada falla crónica**



Fuente: elaboración propia.

Es fácil apreciar en la figura 20 que los elementos rodantes consumen el mayor porcentaje de tiempos ociosos generados por fallas crónicas. Por lo que, al iniciar a eliminar estos tipos de fallas, el mantenimiento programado para estos elementos debe ser orientado a lubricación específicamente ya que toda falla de este tipo se origina por falta de esta.

4.4.2. Pérdidas transitorias

Las pérdidas transitorias son problemas que se presentan por causas repentinas, por producción demandante en un cierto tiempo. Estos sucesos son de baja probabilidad que lleguen a suceder y es por ello que se presentan pocas veces en el tiempo de vida del equipo, es allí donde radica la extrañeza cuando suceden dichos eventos. Normalmente, estos eventos le toman mucho tiempo para poder solucionarlos al departamento de mantenimiento y dejar al equipo en condiciones de operación, lo que tiene como factor común es que este tipo de averías no son recurrentes en el tiempo.

En la línea de dosificación de dulce en polvo se identificó los elementos que pueden llegar a generar potenciales fallas que detengan la producción:

- Embrague de las dosificadoras eléctricas.
- Eje que traslada el movimiento del motor al mezclador de materia.
- Los tornillos sin fin que entregan el producto desde la tolva a los envases en las dosificadoras eléctricas.
- Disco tipo trinquete que contiene las cámaras que entregan el producto a los envases en las dosificadoras neumáticas.

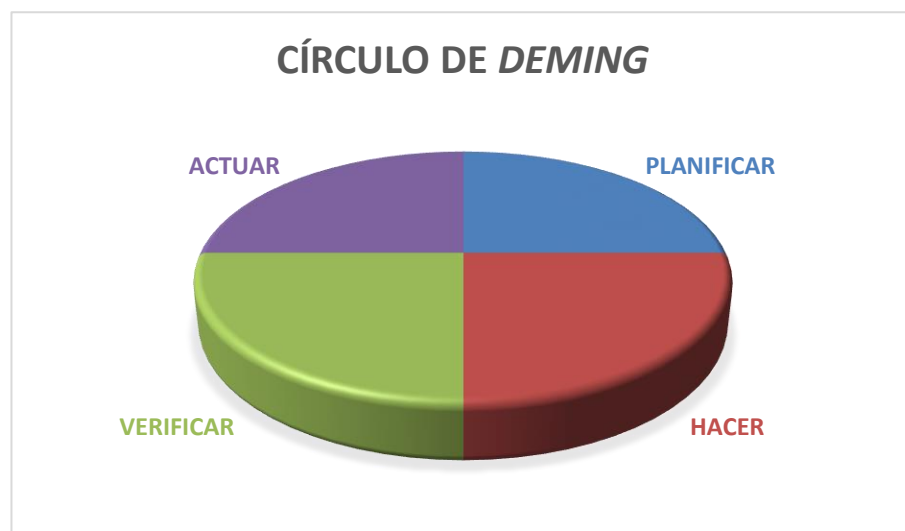
El método de prevención para evitar que estos elementos causen fallas son rutinas de inspección en operación de cada uno de estos elementos. Luego de realizar un análisis de estos elementos, se debe contemplar el integrar al almacén de repuestos un inventario, de por lo menos un repuesto de cada uno de los descritos anteriormente. Esto con la finalidad de que en caso se presente fallas con cualquier elemento descrito se realice un reemplazo rápido para darle un mantenimiento posterior a la pieza dañada o la adquisición de otra en caso se haya dañado por completo, resolviendo así un problema que pare producción con la mayor brevedad posible.

4.4.3. Pérdidas en la calidad del proceso

Luego de un mantenimiento a un equipo se tiene un proceso inestable, por motivo de ajustes, donde el control es crucial para rectificar la producción y el control de calidad no rechace producto por no cumplir con tolerancias y especificaciones de peso y volumen. Se ha visto que luego de un mantenimiento en las dosificadoras en el primer lote de producción luego de unos 20 minutos se estabiliza la producción. Por lo que en ese tiempo sucederá desecho de producto por pérdidas en la calidad derivado al mantenimiento ocurrido anteriormente.

Para ayudar a acortar este tiempo se puede hacer uso del círculo de Deming, PHVA. Esta herramienta será de ayuda para tomar directrices en cuanto a reducir el tiempo donde la calidad del producto se ve afectada por ajustes mecánicos para llegar a cumplir las especificaciones.

Figura 21. Círculo de *Deming*



Fuente: elaboración propia.

El ciclo de *Deming* para ayuda en cumplimiento de tolerancias y especificaciones del producto luego de un mantenimiento, irá conformado de la siguiente manera:

- Planificar: aquí se establece el método por realizar, luego de un mantenimiento los mecánicos estarán presentes desde que arranque la máquina hasta que la producción este bajo control, se realizarán mediciones de peso de cada minuto, desde el minuto cero hasta el minuto cinco de cada fruta envasada.
- Hacer: en esta parte participarán activamente tanto mecánicos como operarios, realizando el plan antes descrito, en cada desviación de toma de peso se realizarán los ajustes necesarios.
- Verificar: luego de pasado quince minutos de arrancada la producción llegará una persona del departamento de calidad a hacer una inspección de valores de pesos, tomando valores de peso de las frutas durante los próximos cinco minutos.
- Actuar: ya en esta parte, en conjunto con el departamento de calidad, se realizará un registro donde se documente cualquier acción correctiva y la causa que lleva a realizar dichas correcciones, si se considera hacer un mayor ajuste se realizará en el próximo paro de producción de la línea.

4.5. Desarrollo del plan maestro para llegar a cero fallas

El *TPM* se planifica para que un año a partir de que se implemente efectos positivos en la línea de dosificado de dulce, cuando se les presenta a los operarios y personal de mantenimiento el plan del mantenimiento productivo total este se desarrollará de forma programada para que sirva como directriz en la operación. El plan maestro debe contemplar como mínimo los siguientes aspectos:

- Objetivos, a donde se quiere llegar después de pasado un año.
 - Meta de reducción de fallos a través de un programa de mantenimiento basado en condiciones.
 - Elevar la eficiencia del mantenimiento, a través de actividades de mantenimiento preventivo.
- Política de mantenimiento preventivo total.
 - Conservar la inocuidad del producto.
 - Preservar la calidad del producto en proceso y terminado.
 - Garantizar a los colaboradores seguridad ocupacional.
- Actividades principales: todas las actividades deben ir orientadas a preservar la calidad del producto, por lo que en esta parte se realizarán las actividades en conjunto con las 5S.

En cuanto a lograr alcanzar en poco tiempo las metas que se propongan respecto al cumplimiento del *TPM* se utilizara la metodología de las 5S (iniciales en el idioma japonés de cada actividad) las cuales están orientadas a obtener estaciones eficientes de operación, consiguiendo paralelamente la reducción de gastos y prolongación en fallas durante producción. Las 5S por su sencillez será fácil de implementar y volver una política de acción cotidiana dentro de la línea de dosificado.

- *Seiri*, clasificación. En el área de mezclado se debe descartar todos los costales cuando el azúcar es usada, al igual que cada bolsa donde se agregan los intermedios, todo lo usado se pondrá en contenedores de desecho adecuados. En cuanto al área de dosificado se deberá tener por separado las cajas que contienen los envases de las diferentes frutas para cuando se le agote a cada operador se les facilite sustraer dichas cajas.

- *Seiton*, organización. Cada estación de trabajo se tiene que volver eficaz mediante el aprovechamiento del espacio. En el área de mezclado el disponer en espacios diferentes el azúcar y los intermedios será de importancia para que se identifiquen, al igual que los toneles donde se pone el lote de producto estarán en posición dependiendo el sabor. En las estaciones de dosificado es importante el orden con las frutas ya terminadas. Por último, en el área de distribución de producto, las cajas para estibar producto terminado, distribuirlo por espacio y sabor.
- *Seiso*, limpieza. El estado de limpieza es crucial para preservar la inocuidad del producto, en el área de mezclado es fundamental que no se tenga contacto con el exterior y que todas las herramientas usadas estén en perfecto estado cuando se usen y al dejarlas de usar limpiarlas. Sucede lo mismo en las estaciones de dosificado, la tolva debe se debe mantener con las paredes lisas y sin grumos, al igual que las boquillas. Como es polvo lo que se dosifica siempre proliferan partículas al ambiente y esto crea que en el suelo se tenga polvo, este debe ser barrido constantemente.
- *Seikesu*, estandarización. Publicar los procedimientos para garantizar las anteriores actividades es importante para que los colaboradores se les vuelva más fácil adquirir una buena cultura. Además, el identificar y rotular áreas, así como estaciones de trabajo hará que la metodología sea más elocuente y fomente a cada operador el trabajar con esta metodología.
- *Shitsuke*, disciplina. Esto exige alto compromiso por parte de los colaboradores para trabajar con esta cultura y fomentar con compañeros de trabajo esta metodología. El esfuerzo en conjunto de todo el personal de la línea promoverá esta cultura a través de toda la fábrica, con lo cual los colaboradores apremiados buscarán alcanzar metas.

Al implementar la metodología de las 5S se verán en corto tiempo mejoras en cuanto a reducción de tiempos muertos y de costos, se verá que existe menor cantidad de producto rechazado por ser defectuoso, lo que ayudará a que la calidad del producto se promueva. Además, impactará directamente sobre la fiabilidad del personal y del equipo, se verá una importante reducción de accidentes y el tiempo entre fallas se prolongará.

El plan maestro contempla, también, una proyección de eliminación de las seis grandes pérdidas. Esto con el objetivo de lograr elevar la efectividad del equipo al mismo tiempo se va alcanzando una producción lo más cercano a *just in time*.

- Pérdidas por averías: son todas aquellas pérdidas que se presentan inesperadamente en producción, este tipo de averías se podrá ver reducido notablemente cuando se haga un mantenimiento preventivo previsto para mantener la productividad de las máquinas; cuando se corrigen los defectos de diseño. Cuando se realice una reparación, programar un mantenimiento preventivo orientado a corregir por completo las causas de las averías.
- Pérdidas por ajuste y preparación: se presentan cuando antes de iniciar la producción se realizan ajustes en las boquillas de las dosificadoras, en las tolvas o en los discos tipo trinquete. Todas estas pérdidas se podrán eliminar cuando se estandarice al máximo este tipo de actividades.

- Pérdidas por tiempos muertos: se presentan cada vez que un operador se detiene por alguna obstrucción o falta de insumos. La reducción de este tipo de pérdidas se logrará con un exhausto control de las actividades que son predecesoras tal y como lo es el área de mezcla de materias primas.
- Pérdidas por velocidad incorrecta de operación: normalmente se habla de velocidad reducida, pero también el sobredemandar el equipo puede llevar a pérdidas de este tipo. Se debe tener en observación como responde el equipo a la velocidad de diseño pues puede ser que con el pasar de los años el equipo ya no opere bien, o si se tiene una baja velocidad de operación hay que analizar cómo responden las máquinas al elevar dicha velocidad.
- Pérdidas por defectos de calidad: todos los defectos de calidad causan serios problemas y representan altos costos, son perdidas directamente de tiempo, poniendo en riesgo si se tiene un plan muy exigido en un periodo de tiempo, además causa invertir tiempo en reparar o rehacer piezas defectuosas. En la línea de dosificado este tipo de pérdidas sucede cada vez que una fruta no quedó bien tapada o cuando control de calidad rechaza un lote de producción por no estar en rango con las especificaciones. Este tipo de errores se elimina realizando un análisis de la operación, cuando se llega a la causa, determinar medidas correctivas.
- Pérdidas por estabilización de producción: estas pérdidas se encuentran cada vez que se realiza un tiempo de prueba, tal y como sucede después de cada mantenimiento a las máquinas. La disminución de este tipo de pérdidas se logra con la estandarización del procedimiento del mantenimiento a cada tipo de máquina presente en la línea de dosificado.

4.5.1. Las cuatro fases para implementar el mantenimiento productivo total

Llevar una política nueva de trabajo a un área representa un reto ya que es impredecible la respuesta del personal por la natural resistencia al cambio que se da normalmente en las fábricas por creerse que la nueva forma de trabajo puede representar perjuicios para los colaboradores. Lo cierto es que implementar el *TPM* representará grandes beneficios en un periodo medio de tiempo, la introducción al mantenimiento productivo total se deberá hacer en fases para que sea más fácil de penetrar en la mentalidad de los colaboradores.

- Fase uno: promover el *TPM* desde la dirección más alta de la planta. Para crear en los colaboradores confianza acerca del tema es necesario que se establezca un programa de difusión para que cada persona involucrada de la línea de dosificación de dulce en polvo sepa el rol que juega y la importancia que tiene desde su puesto de trabajo en lograr la meta para una mayor productividad de la planta.
- Fase dos: establecer metas, luego que el personal ha identificado el programa se les debe compartir cada una de las metas para llegar al objetivo final, mayor efectividad y calidad de la línea para obtener mayor rentabilidad para la empresa. A corto plazo lo que se debe lograr es trabajo en equipo y un mantenimiento organizado para obtener una disminución en averías. En una proyección de un año después de comenzado el plan se deberá haber alcanzado un aumento de un 30% en productividad, y que se vea, según registros, una disminución en producto rechazado.

- Fase tres: grupos pequeños de trabajo. Para la obtención de cada una de las metas el mantenimiento productivo total establece un programa desarrollado por grupos reducidos de trabajadores. En la línea de dosificado los grupos de trabajo se pueden dividir de la siguiente manera:
 - Dosificadoras neumáticas
 - Dosificadoras eléctricas
 - Mezclado y empacado
 - Grupo de mecánicos

Cada uno de los grupos se dividirán tareas de limpieza, logística de insumos, sugerencias, entre otras.

- Fase cuatro: mantenimiento autónomo. A través de capacitación y entrenamiento a los colaboradores que operan cada una de las estaciones en la línea de dosificado de dulce en polvo se les debe infundir el interés por preservar la vida de los equipos que operan, ya que son ellos quienes conocen mejor que nadie la marcha natural de las máquinas. Crearles la cultura de limpieza, ajuste, apriete de tornillos y lubricación sin necesidad que le asista personal de mantenimiento evitará tiempos muertos, pero, primordialmente, creará prevención de desgaste y deterioro para que cada estación contribuya a elevar la eficiencia de la línea.

4.5.2. Mantenimiento preventivo, correctivo e inventario de repuestos como soporte de gestión del mantenimiento productivo total

A la empresa es necesario presentarle e informarle acerca de los siguientes temas. El mantenimiento preventivo debe ser uno de los pilares más importantes para el departamento de mantenimiento.

Este debe estar conformado por actividades programadas a realizarse fuera de tiempos de producción y planificado bajo un criterio que obtenga del equipo el máximo provecho y que el preventivo no se vuelva muy oneroso, además, debe hacerse con el fin de evitar al máximo caer en condiciones de avería del equipo.

El mantenimiento preventivo se practicará con órdenes de trabajo tal y como se manejan en la planta, donde es crítico apearse al manual de usuario de cada equipo, respetando los tiempos, frecuencia y actividades que se deben realizar en cada orden de trabajo. Lo que no se contemplará son las lubricaciones periódicas ya que este tipo de trabajos lo ejecutará cada operador en su estación de trabajo. Por último, hay que cuidar que la orden de trabajo sea de instrucciones sencillas y detalladas.

Figura 22. Orden de trabajo para mantenimiento preventivo

ORDEN DE TRABAJO

No. _____ Pág. _____
 Fecha _____

Mantenimiento preventivo Correctivo
 Rutina
 Anual Semestral Trimestral Mensual

Equipo: _____ Código _____
 Área: _____
 Localización: _____

Actividad _____

Insumos

Cantidad	Descripción	Código	Unidad de medida

Realizado por: _____
 Tiempo utilizado: _____

Observaciones: _____

Autorizado por (f) _____
 supervisor

Fuente: elaboración propia.

El mantenimiento correctivo, aunque no es deseado se presentará aleatoriamente, mayormente al inicio de la implementación del *TPM*, tal sistema está enfocado en reducir al mínimo este tipo de mantenimiento, pero en la medida que se presente el correctivo este tipo de actividades deben ser capaces de solucionar en breve tiempo los problemas que detienen la producción.

Para tener una buena capacidad de respuesta de parte del personal de mantenimiento cuando suceden fallos en dosificado o mezclado es necesario que se disponga de un plan de capacitación constante, esto con la finalidad de tener un grupo de mecánicos que hagan reparaciones de avería en tiempos breves, luego de dichas reparaciones que se programen tareas correctivas para eliminar la causal de fallo.

Adicionalmente, el inventario de repuestos es necesario considerarlo y coordinarlo con el almacén de repuestos de la empresa. Lo importante de este punto es considerar un inventario adecuado, pues no se deberá llegar nunca a un inventario base cero para no correr el riesgo de caer en una falla y no disponer del repuesto adecuado; no se deberá planificar un inventario de repuestos muy grande por los elevados costos que representa y para poder darle una rotación a dicho inventario correcta y recordar que a los lubricantes se le debe dar una rotación corta en tiempo porque en el tiempo los aceites y grasas se degradan y pierden sus propiedades como agente lubricador.

Un inventario de repuestos soportará directamente, tanto al mantenimiento correctivo como al preventivo, pero es obligación por parte del mantenimiento de la empresa el diagnosticar cuando los repuestos están alcanzado un costo elevado para poder proponer un cambio de dosificadoras.

4.6. Seguridad para los grupos de trabajo

Una de las metas a lograr por parte del sistema de mantenimiento productivo total es el llegar a cero accidentes, para ello la planta debe dotar al personal EPP. Actualmente COPRINSA en el segmento de dosificación de dulce en polvo ha dotado a sus personales del siguiente equipo de protección personal:

- Uniforme de color blanco (por ser una industria alimenticia es necesario mantener este color para poder apreciar condiciones de inocuidad en concordancia con las buenas prácticas de manufactura de la fábrica). Pantalón, filipinas, cofias, y zapato tipo industrial.
- Mascarillas: todos los operadores del área cuentan con mascarillas cubre bocas para polvos, adicionalmente el operador del área de mezclado cuenta con una mascarilla de media pieza facial con filtros para ambientes de polvo, ya que, en esta área, por la naturaleza de la operación, hay partículas en suspensión.
- Guantes: actualmente solo las operadoras de las dosificadoras usan guantes de látex.

Para asegurar, tanto la inocuidad del producto como también la protección ante cualquier accidente se debe usar además de lo antes citado el siguiente EPP:

- Mascarilla *full face* con filtros para polvo para el área de mezclado.
- Lentes de protección visual transparentes para todos los operarios de la línea de dosificado de dulce en polvo.
- Guantes de protección anti corte de nitrilo para los mecánicos, los cuales los usarán en cualquier actividad de mantenimiento de equipo.

Las actividades de seguridad industrial no terminan en usar el equipo de protección personal, sino que se amplían a métodos estandarizados de operación, a ergonomía de las estaciones de trabajo y en rutinas de limpieza del área.

- Rutinas de limpieza: la operación provoca que al suelo caigan muchas partículas del dulce en polvo por lo que barrer el área cada dos horas será importante para evitar cualquier contaminación. En las máquinas individualmente las operadoras deben limpiar sus estaciones de trabajo cada vez que terminan de llenar una caja de envases, aunque provoque tiempos muertos de operación esto garantiza que la operadora no caiga en error, bote accidentalmente producto o suceda algún incidente.
- Ergonomía de trabajo: actualmente cuentan con bancos ajustados en altura para que cada operadora quede viendo directamente a las boquillas, se sugiere que los bancos tengan respaldo para evitar que encorven la espalda. Adicionalmente, se pondrá en cada dosificadora una lámpara tipo led para iluminar el área de trabajo evitando cansancio al final del día, se debe proteger la fuente de la luz para evitar que la iluminación dé a la cara del operador para evitar deslumbramiento.
- Método de operación: se debe crear procesos de operación para compartirle al personal, con esto se logrará que la información quede lo más estándar posible y se transmita uniformemente a todo el personal. Desde el momento de la inducción a cada operador se le debe dar un folleto con las instrucciones de operación, esto facilitará la resolución de dudas y mayor comprensión de las instrucciones dadas por parte de la supervisión del departamento.

4.7. Mantenimiento planificado y de calidad

Estas son actividades que el departamento de mantenimiento debe planificar y poner en práctica para llegar a obtener cero averías y donde las condiciones del equipo para llegar a cero averías es factible, esto quiere decir en la zona donde el mantenimiento preventivo no causa demasiados gastos.

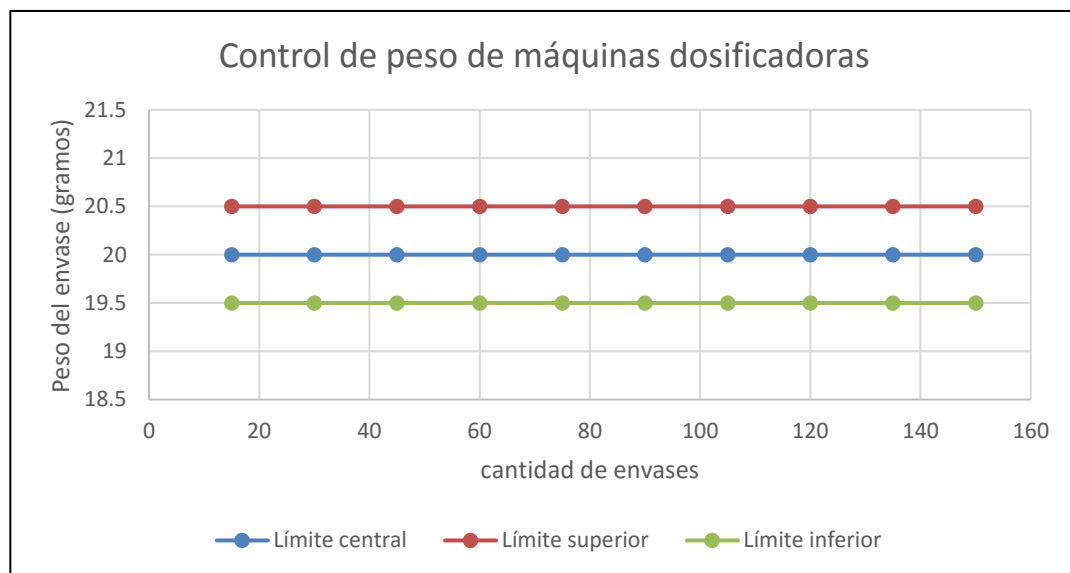
De las actividades más importantes, aunque desarrollada por los operadores debe ser controlada por el departamento de mantenimiento, es el de lubricación pues los elementos rodantes de la maquinaria deben lubricarse constantemente por el ambiente lleno de partículas en suspensión, la actividad por ser de índole alimenticia se debe aplicar grasa grado alimenticio preferiblemente una grasa FM 222, viscosidad de aceite base ISO VG 220. Al efectuar estas actividades de prevención se protege los estándares de calidad de producción.

El personal de mantenimiento tiene la responsabilidad de ir constantemente a la línea de dosificado e inspeccionar la calidad de limpieza, ajuste y lubricación que tengan las máquinas para diagnosticar qué tanto se están cumpliendo los procedimientos. Cuando se estén presentando recurrencias en defectos de calidad de producto es un buen momento para iniciar a programar actividades de inspección durante lapsos fuera de producción los cuales son normalmente sábados. Se realizarán los ajustes necesarios para producir a la velocidad de 8 segundos por envase. Si el personal detecta que estos tiempos ya no se pueden cumplir se deben hacer los ajustes para que produzcan en velocidades correctas, haciendo la notificación correspondiente a la jefatura de mantenimiento.

4.8. Controles de la producción posterior al mantenimiento productivo total

Una vez iniciado el programa del *TPM* se deben establecer parámetros de control cuando se realiza un ajuste o un mantenimiento mayor a un equipo, esto dado que después de uno de estos trabajos se da normalmente un tiempo en lo que se estabiliza la producción. En estos tiempos se debe dar un control de la calidad del producto; la intención será que cada vez estos tiempos de estabilización de la producción se acorten más, protegiendo la integridad de las especificaciones de cada presentación.

Figura 23. Gráfico control de estabilización de la producción



Fuente: elaboración propia.

La figura 23 es un formato que se usará cada vez que se realice un mantenimiento mayor para controlar el tiempo en que se logra estabilizar la producción dentro de los parámetros establecidos de especificaciones.

Como se puede extraer de la gráfica, se tomarán muestras cada minuto, cada quince frutas envasadas, durante diez minutos. La especificación del producto indica que debe contener 20 gramos por fruta, excepto para el envase de banano que contiene 15 gramos, y los límites de producción que maneja la fábrica son de +/- 0,5 gramos, tal y como se puede observar en los límites superiores e inferiores de 20,5 y 19,5 gramos respectivamente, cada vez que una fruta quede fuera de los límites será un envase fuera de control y se llevará a reproceso. Al inicio se podrá usar el gráfico en el tiempo necesario hasta que la producción se estabilice por estación.

La meta es que luego de un período de, por lo menos, unos seis meses se logre normalizar la producción luego de diez minutos de arrancada una estación posterior de su mantenimiento.

4.9. *Teamwork, coaching*

El *teamwork* centra sus esfuerzos en alcanzar una producción eficiente a través de la correlación que tiene cada integrante de la línea de dosificación, cada colaborador debe desarrollar su trabajo para cumplir con un colaborador de una actividad sucesora, cuando cada integrante de la línea, a través de su experiencia, logra conocer sus funciones debe conocer la de los demás y así conocer cómo se desarrolla desde el inicio hasta el final la operación

Cuando se gestiona el trabajo en equipo se vuelve tan eficiente que los cuellos de botella no son tan notorios y cada estación de trabajo maneja un propio inventario de producto en el cual el colaborador adquiere la experiencia para poder obtener una producción esbelta.

El *coaching* ayudará a conseguir que cada persona, a través de su estación de trabajo, sea más productiva consiguiendo un alto grado de compromiso por parte de cada colaborador. Permitiéndole a cada persona desarrollar más sus habilidades y destrezas. El *coach* será el supervisor del área de dulces en polvo, esta persona desarrollará un plan de entrenamiento con cada colaborador para apoyarle e informarle más acerca de sus roles en el trabajo. Se tendrá que programar el desarrollo de las siguientes dos metas: personal capaz de apoyar en el mantenimiento de su equipo y personas orientadas a encontrar la mejor forma de producción.

El mayor beneficio para la planta con estos programas de desarrollo del personal es una mayor rentabilidad de la línea con proyecciones a crecimiento interno del sistema de producción.

4.10. Empoderamiento de grupos operativos

Luego de logrados los dos programas anteriormente descritos se obtiene un equipo de trabajo orientado a alcanzar metas cada vez más exigentes, tanto los operadores de las dosificadoras como el del área de mezclado y los del área de empaçado deberán ser capaces de tomar decisiones inteligentes que no arriesguen la producción, tendrán el potencial de conocer todo el sistema productivo y podrán operar en todas las áreas. En cuanto a especificaciones, al personal de las dosificadoras se le dará la instrucción de realizar una breve inspección de envases y tapas cuando estos ya están listos para ser entregados a empaque, actividades como estas iniciarán el proceso de empoderamiento dentro de la planta.

Además, conocerán la importancia que tiene el cliente interno para lo cual ellos podrán hacer pequeños ajustes de producción para cumplir lo mejor que se pueda con estos clientes.

Los departamentos no serán mutuamente excluyentes, sino que se buscará que tanto el departamento de producción como el de mantenimiento conozcan las áreas de trabajo y así se pueda lograr una interdependencia beneficiosa. Así el personal de producción, a través de operar día con día las máquinas, será capaz de hacerle llegar a mantenimiento las observaciones en cuanto a funcionamiento de mecanismos de dosificado. En cuanto al personal de mantenimiento, también podrá realizar alguna observación de producción cuando note alguna extrañeza cuando acuda a realizar algún mantenimiento.

Todos deben estar enfocados en preservar la calidad del producto y cumplir con la programación del plan de producción. Aunque al inicio a la dirección del área cause intriga el conferirle tanta responsabilidad al personal, el personal notará que se le toma en cuenta y evidenciará mayor identificación con su puesto de trabajo.

5. MEJORA CONTINUA, PLAN DE CAPACITACIÓN

Mantenimiento productivo total es un sistema de que se proyecta a corto mediano y largo plazo, pero se debe tener en cuenta que lo que se planifica para hoy no es necesariamente lo que funcione a dos años, por lo que se debe hacer cambios y ajustes al programa inicial del *TPM*, esto se logra con una visión de mejoramiento continuo y capacitación al recurso humano frecuente.

5.1. Evaluación

Luego que se ha planificado, se ha dado hecho la división de carga de trabajo mediante una adecuada organización y se ha sabido dar las herramientas necesarias mediante una adecuada dirección; queda saber realizar un adecuado control de la metodología empleada. Si se detecta que las medidas tomadas no están entregando las respuestas deseadas se deben hacer las medidas correctivas necesarias.

El control del programa *TPM* para que tenga validez debe realizarse mediante indicadores verosímiles para que la alta dirección de la planta evalúe los avances de la planta. A la gerencia de la planta se le presentarán los tres siguientes indicadores para que hagan la evaluación anualmente del sistema:

- Reducción de costos: se calculará la disminución de costos absoluto o porcentual del año actual respecto al año anterior. Este índice se debe usar mayormente en los primeros años de iniciado la metodología *TPM*.

- Productividad del personal: este índice determina la capacidad de trabajo de cada colaborador en horas hombre

$$Productividad\ del\ personal = \frac{producción,\ unidades}{horas\ hombre\ empleadas}$$

La finalidad será medir el avance de producción respecto del período anterior, por horas laboradas individualmente en las estaciones de trabajo.

- Inversión del equipo: toda modificación o inversión hecha para un equipo debe justificarse en un aumento de producción el parámetro para conocer este dato se puede conocer de la siguiente manera:

$$Eficiencia\ de\ inversión = \frac{producción\ realizada\ en\ un\ año}{activos\ fijos\ en\ un\ año}$$

- Tasa de calidad: es la relación del total de producción menos los productos rechazados entre toda la producción.

$$Tasa\ de\ calidad = \frac{Cantidad\ de\ productos\ aceptables}{cantidad\ total\ producida}$$

5.1.1. Rendimiento

La tasa de rendimiento indica el factor de utilización del equipo, por ejemplo, si la línea de dosificado de dulce tiene un rendimiento del 60 %, esto indica que el 40 % de la capacidad productiva se está desperdiciando. Visto de otro punto, se está incurriendo en gastos ya que se invierte para producir al total de la disponibilidad, y el 40 % que se pierde es una fracción del total de esfuerzos que no obtiene beneficios para la empresa.

El rendimiento de una línea se puede estimar como se puede ver en la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{producción real} * \text{tiempo estimado}}{\text{tiempo real empleado}} * 100$$

Luego de obtenido el rendimiento de la línea se debe estimar un índice más, manejado comúnmente en mantenimiento productivo total, la eficiencia global del equipo. Este se calcula de la siguiente manera:

$$E.G.E. = \text{Disponibilidad} * \text{rendimiento} * \text{tasa de calidad}$$

Los índices de rendimiento y tasa de calidad ya se ha visto anteriormente cómo determinarlos, la disponibilidad no es más que el tiempo que se tiene para la producción en un período de tiempo.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{período} - \text{paradas}}{\text{período}}$$

Los índices, tanto de rendimiento como el de eficiencia global del equipo, deben tener un rango de aceptación mayor al 85 %. Esto al inicio de la implementación del mantenimiento productivo total, a medida que el *TPM* avanza y comienza a obtener serios resultados se puede ir subiendo la meta requerida por la gerencia para estos índices, ya que cuando se habla de mantenimiento productivo total normalmente estos dos índices deben poseer una meta por arriba del 90 %.

5.1.2. En busca de los tres ceros del mantenimiento productivo total

Los esfuerzos del personal de la línea de dosificación deben trabajar orientados para conseguir los siguientes tres ceros:

- Cero averías
- Cero defectos atribuidos a máquinas
- Cero accidentes

El sistema *TPM* contempla conseguir más ceros, pero inicialmente en un período de un año a la línea de dosificación de dulce en polvo se le pondrá como meta la obtención de los tres ceros descritos. A la vez que se van llegando a la meta de alcanzar los ceros se podrá ver una producción más limpia y ajustada a lo que se conoce como *Just in time*, lo que se tendrá que hacer como mínimo para llegar a un estado de los tres ceros descritos es:

- Los operadores de la línea deben mantener las condiciones de limpieza, lubricación y ajuste del equipo.
- Todo el personal del sector alrededor de la línea de dosificación de dulce en polvo debe ser responsable en mejorar las destrezas individuales en operación y en mantenimiento.
- El personal de mantenimiento se encargará de disminuir las condiciones de deterioro del equipo.

Los encargados de mantenimiento y producción deben hacer auditorías mensuales para verificar el avance y tomar en cuenta acciones correctivas, en dado caso lo amerite, para procurar la mejora continua y preservar los avances del mantenimiento productivo total.

5.1.3. Estándares de calidad

Las especificaciones técnicas, como el peso de cada fruta, debe ser un buen indicador para verificar el avance y evaluar el mantenimiento productivo total, en un gráfico de control de calidad de producto, tal y como se muestra en la figura 23, se puede ver en el tiempo la disminución de producto rechazado. Es importante poner una meta alta al inicio del *TPM* de disminución de producto defectuoso necesario y evaluar estos gráficos mensualmente. Este tipo de información es necesaria compartirla con el operario para tomar el curso de acción para el siguiente período.

5.2. Mantenimiento autónomo

Al mantenimiento autónomo se le debe dar el correspondiente seguimiento para que sea uno de los pilares más importantes donde se apoye el *TPM*, para lo cual se debe reforzar la idea constante de lo que se exige por parte del personal operativo. Tener en cuenta que las principales actividades son las de limpieza del área de trabajo, tanto al iniciar como al finalizar las actividades de producción; lubricación periódica a todos los elementos rodantes; apriete y ajuste de elementos sujetos a vibración.

Adicionalmente, el mantenimiento se extiende a señalización y aspecto visual del equipo, por lo que el personal debe ser responsable de mantener en buen estado la pintura y rótulos informativos, de advertencia y emergencia, tanto del equipo como del área en general donde se encuentra instalada la línea de dosificado.

5.2.1. Control de averías

Para llegar a obtener cero averías se debe tener un constante control de las fallas presentadas en producción, la figura 24 presenta un reporte de averías que suceden sobre la marcha. Luego de sucedido el evento este reporte debe ser enviado al departamento de mantenimiento para que sea ahí donde se realicen las acciones correctivas para eliminar las probabilidades de que suceda de nuevo un paro o que se vuelva una falla crónica.

5.2.2. Apoyo en el mantenimiento preventivo

La mejor forma de prolongar la vida del equipo de producción es brindarle mantenimiento preventivo, hasta donde este no represente costos muy elevados, por lo que todas las actividades de mantenimiento se deben centrar alrededor del preventivo. Para apoyar en el mantenimiento preventivo se sugiere instalar un hodómetro a cada máquina con lo cual se tendrá un mejor registro de horas trabajadas, un buen parámetro para realizar actividades de mantenimiento. Por parte del personal operativo queda llevar el registro de cuando se cumplan las horas para realizar un mantenimiento, para darles un aviso formal al departamento de mantenimiento.

El departamento de mantenimiento debe coordinar con antelación, en conjunto con el departamento de producción los espacios de tiempo en los que se realizarán actividades de mantenimiento sin perjudicar el cumplimiento de los programas de producción.

Figura 24. Reporte de averías

MANTENIMIENTO DE EQUIPO		
REPORTE DE AVERÍAS EN PRODUCCIÓN		
Máquina: _____	Línea: _____	
Fecha: _____		
Hora de inicio: _____	Hora de finalización: _____	
FALLO: _____		
CAUSA: _____		
TRABAJO REALIZADO: _____		
REPUESTOS UTILIZADOS:		
CANT	CODIGO	DESCRIPCIÓN
OBSERVACIONES: _____		
_____ Supervisor		

Fuente: elaboración propia.

5.3. Inducción

A toda personal que inicie labores en la línea de dosificado de dulce en polvo se le debe compartir la filosofía de mantenimiento productivo total, esto con el objeto de que el colaborador de reciente ingreso se familiarice brevemente con el ideal y las metas propuestas para la producción eficiente. Por lo se persuadirá al personal a pensar desde un inicio en alcanzar metas de gran valor para la empresa.

Luego de dos meses de tiempo, donde el colaborador ya ha trabajado bajo la modalidad del mantenimiento productivo total, será necesario realizar una evaluación de desempeño. La evaluación será llevada a cabo por parte de la jefatura directa con el sistema que se maneje internamente en la planta. De la evaluación se obtendrá los siguientes resultados: la parte beneficiosa, controlar la penetración de la idea del *TPM*, y verificar las debilidades del programa de inducción, para realizar acciones correctivas.

5.4. Necesidad de capacitación

Introducir el mantenimiento productivo total necesita que todo el personal tenga la idea clara de qué se pretende con esta filosofía que será por completo nueva, por lo que se detectan dos tipos de necesidad de capacitaciones: iniciales y con la idea de mejora continua se desarrollarán capacitaciones en diversos ámbitos con una frecuencia semestral. Estas capacitaciones se realizarán para personal operativo, de mantenimiento, supervisión, jefatura de los departamentos de mantenimiento y producción, así como también la gerencia de la planta.

Tabla XII. **Tipos de capacitaciones**

Capacitación	Contenidos
Inicial	<ul style="list-style-type: none"> - Difusión de la filosofía del <i>TPM</i> - Información de metas - Métodos de trabajo - Presentación de formatos estandarizados - Búsqueda de cero errores
Semestrales	<ul style="list-style-type: none"> - Información técnica de los equipos - Higiene ocupacional - Identificación de equipos - Equipo de protección personal - Penetración de la idea del <i>TPM</i>

Fuente: elaboración propia.

5.5. **Plan de capacitación**

Las capacitaciones tendrán una frecuencia semanal, a todo el personal que pueda asistir se les hará llegar un formato como el mostrado en la tabla XIII. Lo que pretende el plan de capacitación es tener una visión de mejora continua, tener un personal más adaptado, lograr que todo el personal tenga una visión de preservación del equipo mediante pequeñas pero importantes actividades de mantenimiento. En el momento de la introducción del *TPM*, se tendrá una fase de capacitación semanal, durante dos semanas con el único objetivo de que se compartan las metas que se quieran lograr.

Luego de algún tiempo de realizadas las capacitaciones se debe hacer un análisis de sus logros, para poder definir si es necesaria más de una capacitación semestral y realizar la programación de las que se den a futuro.

Tabla XIII. **Programa de capacitación**

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Línea de dosificación de dulce en polvo Gerencia de planta	
Tema: <ul style="list-style-type: none"> • Título preliminar <ul style="list-style-type: none"> - En esta sección se describirá el tema que se desarrollará en el curso de capacitación. - Se describirán las acciones a realizar para llegar a ciertas metas - Importancia y relación con el mantenimiento productivo total • Facilitador <ul style="list-style-type: none"> - Se describe brevemente el curriculum de la persona encargada de llevar a cabo la capacitación - Experiencia en el tema. 	
Textos de soporte:	Material audiovisual:
Duración del curso:	Evaluación al facilitador:
Observaciones:	
Retroalimentación:	

Fuente: elaboración propia.

5.5.1. **A quién va dirigido**

Los programas de capacitación de mantenimiento productivo total deben ir orientados para todo el personal operativo, de mantenimiento, la supervisión, producción e incluso la gerencia de la planta, es decir, se tomará en cuenta a todas las personas involucradas en la fabricación del dulce en polvo, para que se creen esfuerzos en conjunto para lograr el éxito del *TPM*. Para la supervisión y altos cargos se programarán ciertos cursos de evaluación y control.

5.5.2. Metodología empleada

Se realizarán charlas magistrales de desarrollo cognitivo, la difusión de información se realizará mediante medios audiovisuales, en un salón destinado para dichas actividades. Donde se tendrá el desarrollo de la charla con el fin de desarrollar actitudes, habilidades y mostrar las aptitudes. Luego una retroalimentación y, por último, una evaluación de la capacitación. Lo generado en la capacitación se pondrá en práctica mediante el desarrollo del *coaching* con el supervisor del área.

5.6. Manejo de desechos

La línea de dosificación de dulce en polvo genera los siguientes desechos:

- Desechos sólidos: cajas de cartón, envases en mal estado de formas de frutas, bolsas de plástico y costales vacíos de azúcar.
- Desechos líquidos: únicamente genera los vestigios de grasa, grado alimenticio con la cual se lubricarán todos los rodamientos

5.6.1. Desechos sólidos y líquidos

El manejo responsable de los desechos debe ser cultura interna de la planta, por lo que se debe incluir en algunos planes de capacitación, con la finalidad de prevenir algún accidente de derrame de grasa o prevención del desecho del cartón por ser un material combustible en caso de algún conato de incendio.

Por ser reducida la cantidad de desechos generados por parte de la línea de dosificación de dulce en polvo, se debe hacer conciencia de separar los residuos y hacer un buen uso de los contenedores con esta finalidad. En cuanto a los lubricantes usados son reducidos y básicamente de grado alimenticio. Lo que hay que controlar es la fecha de caducidad del inventario de repuestos, en dado caso se haya vencido algunos de los contenedores no se deberán enviar a cualquier contenedor de desechos.

Tabla XIV. **Desechos sólidos y líquidos**

Clasificación de desecho	Método de desecho
Sólidos	Actualmente la empresa cuenta con contenedores por separado de los desechos, lo cual facilita esta actividad, de manera que se clasificarán adecuadamente y se depositarán en los contenedores para su posterior extracción de la planta
Líquidos	Básicamente serán lubricantes para aplicaciones de grado alimenticio, lo cual es muy conveniente ya que estos no generan plomo al ambiente. Si en dado caso se deben desechar se tendrán en fosas de contención. Básicamente los desechos serán las trazas del producto que queden en los equipos cuando se limpien. Se evitará en todo momento el derramamiento, y si se debe desechar grandes cantidades se hará mediante un contratista para que este haga llegar el producto a una planta de tratamiento de efluentes.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. A partir de la situación actual de la empresa se realizó una propuesta de plan de mantenimiento productivo total, que se adecue a las necesidades de la línea de dosificación de dulce en polvo, buscando la mejor calidad del producto y llegando a cero averías, cero accidentes y cero defectos. Al mismo tiempo que se reducen los costos de producción.
2. Entre los componentes que pueden llegar a generar fallos crónicos se tienen los embragues de las dosificadoras eléctricas y las electroválvulas de las dosificadoras neumáticas. A tales elementos se les indica una rutina de mantenimiento preventivo con la finalidad de garantizar los estándares y especificaciones del producto. Además, en las rutinas de mantenimiento se deben tomar consideraciones para preservar la limpieza e higiene del equipo, evitando así, cualquier tipo de contaminación.
3. Contemplando los rendimientos actuales de la línea de dosificación de dulce en polvo, se tendrá que hacer cambios en la forma de trabajar por parte de los colaboradores, especialmente en crear una cultura de trabajo en equipos motivados por conseguir metas para que se alcance el objetivo del mantenimiento productivo total, para lo cual se tendrán que hacer el control necesario y realizar acciones correctivas que garanticen la rentabilidad de la línea.

4. El plan maestro para llegar a cero fallas estima objetivos alcanzables a partir de un año de aplicado el programa de mantenimiento productivo total, con lo cual se pretende llegar a la meta de conseguir reducir las averías de forma considerable. Adicionalmente, se hace un plan de acciones basadas en las 5S para ayudar a que los colaboradores tengan directrices de preservar la eficiencia de los puestos de trabajo.
5. Para poder alcanzar las metas del mantenimiento productivo total se deberá hacer campañas de difusión de información, así como planes de capacitaciones frecuentes, con la finalidad de que el personal sepa en todo momento cómo actuar ante el nuevo sistema de gestión. Luego de pasado un tiempo se programarán capacitaciones semestrales para personal operativo, de mantenimiento y administrativos, con el objetivo de que todos se sientan parte del mantenimiento del equipo.
6. El *TPM* requiere controles de producción, con lo cual el sistema de gestión de calidad se verá ayudado para preservar las tolerancias y especificaciones del producto, estos controles se tendrán que realizar en conjunto con el departamento de inspección de calidad para tener uniformidad en las tomas de muestras y se deberán hacer acciones correctivas cuando se tengan puntos muy cercanos al límite o fuera de control.
7. Actualmente los estándares de calidad tienen la especificación de que los envases tienen un peso de 20 gramos, excepto el envase de banano que tiene 15 gramos, con una tolerancia de +/- 0.5 gramos. Lo que se realizará luego de cualquier mantenimiento será aplicar gráficos de control para ver en cuanto tiempo se estabiliza la producción según las especificaciones que el departamento de inspección de calidad requiere.

8. Una de las más importantes fases del mantenimiento productivo total es establecer pequeños grupos de trabajo, esto con ayuda de filosofías como *teamwork*, hará eficiente todos los sectores de la línea de dosificación de dulce en polvo. Tales grupos de trabajo tendrán la responsabilidad de evaluar el mantenimiento autónomo que le dan a sus estaciones de trabajo y realizar las sugerencias correspondientes al equipo y al área de trabajo.

RECOMENDACIONES

1. El plan de mantenimiento productivo total se planifica a mediano y largo plazo, pero se deben hacer rectificaciones con el tiempo para garantizar el cumplimiento de los objetivos de la filosofía de mantenimiento productivo, teniendo en cuenta siempre la búsqueda de los tres ceros, preservar la mejor calidad posible del producto, al mismo tiempo que la eficiencia de la línea sube gradualmente.
2. Para evitar fallos recurrentes por parte de los elementos potenciales de averías se tendrán que hacer ajustes, cambios de diseño o cambio completo del elemento reduciendo la probable concurrencia de fallos. Adicionalmente, se tendrá que contemplar un óptimo inventario de repuestos.
3. Evaluada la situación actual de la línea y puestos en marcha los cursos de acción por realizar para elevar la eficiencia de la línea, analizar constantemente los avances respecto de las metas requeridas y realizar acciones correctivas cuando así se requiera.
4. Cuando el plan maestro no satisfaga las necesidades, implementar nuevas herramientas de motivación y acciones por ejecutar para conseguir las metas requeridas en los tiempos previstos en que se tienen que alcanzar las metas.

5. Realizar capacitaciones sencillas, programadas y coherentes con el sistema de mantenimiento preventivo total, hay que involucrar lo más que se pueda a todo el personal para que no queden aisladas ciertas ideas. Si es necesario, acortar las frecuencias con las que se realizan las capacitaciones.
6. Estos puntos se deben realizar en conjunto con el departamento de calidad de la planta, con la finalidad de tener controles uniformes en cuanto a normas y procedimientos internos y certificados por parte de la planta.
7. Ejecutar a cabalidad los controles posmantenimiento, dichos controles serán beneficioso que los realice el supervisor del área para evitar la influencia por parte del personal operativo.
8. Coordinar reuniones con frecuencia, por lo menos, cada quince días para que los grupos tengan altos compromisos con sus puestos de trabajo y con los de los colaboradores, además, pedirles a los grupos de trabajo que realicen sugerencias que correspondan a la obtención de metas del mantenimiento productivo total.

BIBLIOGRAFÍA

1. A.A.P.P.A. *Introducción a la tecnología de alimentos*. México D.F.: Editorial Limusa S.A. 2004. 148 p.
2. ACUÑA ACUÑA, Jorge. *Ingeniería de confiabilidad*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica: 2003. 324 p.
3. CASTILLO JIMÉNEZ, Rafael. *Montaje y reparación de sistemas neumáticos e hidráulicos, bienes de equipo y máquinas industriales*. FMEE0208. Málaga, España: IC Editorial, 2011. 188 p.
4. DE OÑA BAQUERO, Carmen María. SERRANO PÉREZ, Diego. *Mantenimiento básico de máquinas e instalaciones en la industria alimentaria*. INAQ0108. España: IC Editorial, 2014. 290 p.
5. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. McGraw Hill, México: 2005. 459 p.
6. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad y productividad total*. 3a ed. México: McGRAW-HILL interamericana editores, 2010. 383 p.
7. NIEBEL, Benjamin y FREIVALDS, Andris. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. Buenos Aires: Alfaomega grupo editor, 2008. 745 p.

8. TURCIOS GARCÍA, Marvin Geovanni. *Documentación e implementación de procedimientos en las áreas de mantenimiento y producción basados en un sistema de gestión de inocuidad iso 22000:2005, para una industria de alimentos “frituras” naturales y productos extraídos fritos y horneados, industria rick’s*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 328 p.
9. URREA ÁLVAREZ, Alberto Alejandro. *El mantenimiento productivo total (TPM), como instrumento para reactivar la productividad de la empresa*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1995. 144 p.
10. VÁZQUEZ CORADO, Erick Estuardo. *Manual de mantenimiento preventivo del área de preparación de la fábrica de alimentos Kern de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 109 p.

ANEXOS

Anexo 1. Ejemplos de efectividad del TPM

Categoría	Ejemplos de efectividad del TPM
P (productividad)	<ul style="list-style-type: none">- Incremento productividad personal- Incremento valor añadido por persona- Incremento tasa operación- Reducción de averías
Q (calidad)	<ul style="list-style-type: none">- Reducción de defectos en proceso- Reducción de productos defectuosos- Reducción de reclamaciones de clientes
C (coste)	<ul style="list-style-type: none">- Reducción en personal- Reducción en costes de mantenimiento- Conservación de energía
D (entregas)	<ul style="list-style-type: none">- Reducción de repuestos, en días- Incremento de rotación de inventarios, 3 a 6 veces por mes.
S (seguridad/entorno)	<ul style="list-style-type: none">- Cero accidentes- Cero poluciones
M (moral)	<ul style="list-style-type: none">- Aumento de ideas de mejora- Aumento de reuniones de pequeños grupos de trabajo

Fuente: NAKAJIMA, Seiichi. *Programa de desarrollo del TPM*. p. 9

Anexo 2. **Curso básico de adiestramiento básico de mantenimiento de máquinas**

Tema unitario	Objeto	Descripción 3 días por unidad
Pernos y tuercas	Conferencia; práctica en taller	Observaciones de apertura <ul style="list-style-type: none"> - Orientación - Como leer dibujos - Máquinas y materiales - Pernos y tuercas - Materiales y momentos de torsión - Test de comprensión
Chavetas y rodamientos	Conferencia; práctica en taller	Revisión 1 y cuestiones por contestar <ul style="list-style-type: none"> - Orientación - Ajustes y tolerancias - Tipos de chavetas - Rodamientos - Lubricación - Test de comprensión
Transmisiones energía (engranajes, correas y cadenas)	Conferencia; práctica en taller	Revisión unidad 2 y cuestiones por contestar <ul style="list-style-type: none"> - Orientación - Engranajes - Correas - Cadenas - Alineación y centrado - Test comprensión
Sistemas hidráulicos, neumáticos y sellado	Conferencia; práctica en taller	Revisión unidad 3 y cuestiones por contestar <ul style="list-style-type: none"> - Orientación - Sistemas hidráulicos - Sistemas neumáticos - Sellado - Modelos en sección - Test de comprensión - Observaciones finales

Fuente: NAKAJIMA, Seiichi. *Programa de desarrollo del TPM*. p. 365