



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

**MONTAJE DE UNA BÁSCULA DINÁMICA EN BANDA,
PARA EL PESAJE DE PRODUCTOS EMPACADOS**

Fredy Roberto Escobar

Asesorado por el Ing. Efraín Andrés Paiz Cano

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MONTAJE DE UNA BÁSCULA DINÁMICA EN BANDA,
PARA EL PESAJE DE PRODUCTOS EMPACADOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

FREDY ROBERTO ESCOBAR

ASESORADO POR EL ING. EFRAÍN ANDRÉS PAIZ CANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. Edgar Darío Alvarez Cotí
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

MONTAJE DE UNA BÁSCULA DINÁMICA EN BANDA, PARA EL PESAJE DE PRODUCTOS EMPACADOS.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 28 de junio de 2013.



Fredy Roberto Escobar

Guatemala octubre de 2013

Ingeniero

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

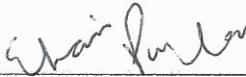
Estimado señor director:

Por medio de la presente hago constar que he asesorado y aprobado el trabajo de graduación del estudiante **Fredy Roberto Escobar** con número de carnet 2009-15256 el cual se titula: **"MONTAJE DE UNA BÁSCULA DINÁMICA EN BANDA, PARA EL PESAJE DE PRODUCTOS EMPACADOS"**.

Por lo cual, extiendo la presente para que se le de seguimiento al trabajo de graduación.

Sin otro particular, atentamente:

F. _____



EFRAÍN ANDRÉS PAIZ CANO

Ing. Mecánico Industrial

Colegiado 7,675

Efraín Andrés Paiz Cano
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 7,675



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MONTAJE DE UNA BÁSCULA DINÁMICA EN BANDA, PARA EL PESAJE DE PRODUCTOS EMPACADOS**, presentado por el estudiante universitario **Fredy Roberto Escobar**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“DID Y ENSEÑAD A TODOS”

Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 8121

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2014.

/mgp



REF.DIR.EMI.227.014

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 **MONTAJE DE UNA BÁSCULA DINÁMICA EN BANDA, PARA EL PESAJE DE PRODUCTOS EMPACADOS**, presentado por el estudiante universitario **Fredy Roberto Escobar**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



Guatemala, noviembre de 2014.

/mgp



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 al trabajo de graduación titulado: **MONTAJE DE UNA BÁSCULA DINÁMICA EN BANDA, PARA EL PESAJE DE PRODUCTOS EMPACADOS**, presentado por el estudiante universitario: **Fredy Roberto Escobar** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Glympe Raíz Recinos
Decano

Guatemala, noviembre de 2014



/cc

AGRADECIMIENTOS A:

**Manufactura
Internacional de
Alimentos, S. A.**

Por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación en sus instalaciones, especialmente al Ing. Miguel Ángel Quezada, por darme la confianza, las facilidades y su apoyo.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Especialmente a la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

Ing. Andrés Efraín Paiz

Por su paciencia y asesoría brindada para realizar este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1. Reseña histórica.....	1
1.2. Localización.....	2
1.3. Objetivos de la empresa.....	2
1.4. Misión	3
1.5. Visión.....	3
1.6. Valores	3
1.7. Política de calidad	4
1.8. Estructura organizacional	4
1.8.1. Descripción de funciones y organigrama.....	5
1.9. Descripción del proceso productivo.....	8
1.9.1. Manejo de materia prima	8
1.9.2. Descripción del proceso de empaque.....	10
1.10. Línea de productos.....	13
1.10.1. Presentaciones de productos empacados.....	13
1.11. Certificaciones de calidad.....	13
1.11.1. Buenas Prácticas de Manufactura BPM	14

1.11.2.	Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control APPCC	14
2.	SITUACIÓN ACTUAL	17
2.1.	Descripción del sistema de empaque y pesaje de productos...	17
2.2.	Maquinaria y equipo instalado.....	18
2.3.	Distribución de tareas y equipos en la línea de producción	20
2.3.1.	Empaque.....	20
2.3.2.	Pesado	21
2.3.3.	Sellado	21
2.3.4.	Embalaje	22
2.3.5.	Subutilización del personal.....	22
2.4.	Tolerancias aceptadas en la variación del peso neto.....	23
2.4.1.	Proceso de verificación del peso requerido.....	24
2.5.	Riesgos y desventajas del proceso actual	25
2.6.	Porcentaje de producto fuera de especificación.....	26
2.7.	Menor captura del producto empacado.....	27
2.8.	Índices de productividad actual	28
2.8.1.	Medición de la productividad actual	29
3.	PROPUESTA.....	31
3.1.	Sistema de pesaje a instalar	31
3.1.1.	Operación del sistema.....	32
3.1.1.1.	Elementos de medición y transmisión	34
3.1.1.2.	Tolerancia del sistema	35
3.1.1.3.	Funciones de operación	37
3.2.	Desmontaje del sistema actual	39
3.3.	Montaje del nuevo equipo	39

3.3.1.	Instalación mecánica	41
3.3.2.	Instalación eléctrica	42
3.3.3.	Calibración.....	43
3.4.	Modificaciones del sistema actual	44
3.4.1.	Cambios en el proceso de llenado.....	44
3.4.1.1.	Implementación de un servomotor.....	44
3.4.1.2.	Selección de un timer de mayor precisión	45
3.4.1.3.	Boquilla de diámetro ajustable en la salida del dosificador	46
3.4.1.4.	Implementación de mesa con movimiento vertical ajustable.....	47
3.5.	Distribución y ubicación del nuevo equipo.....	48
3.6.	Nueva distribución de personal	49
3.7.	Proyección de productividad esperada.....	49
3.8.	Análisis financiero.....	51
3.8.1.	Inversión inicial y desglose de costos de operación	53
3.8.2.	Período de recuperación	60
4.	IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA.....	63
4.1.	Proceso de instalación.....	63
4.1.1.	Herramientas a utilizar	64
4.1.2.	Tiempo programado para la instalación.....	64
4.1.3.	Personal involucrado en la instalación.....	65
4.2.	Pruebas técnicas a realizar	65
4.2.1.	Chequeo de la instalación.....	66
4.2.1.1.	Partes mecánicas	66
4.2.1.2.	Partes eléctricas	66

4.2.2.	Análisis de vibraciones y de nivel	67
4.3.	Programación del sistema	68
4.3.1.	Programación de tolerancias	68
4.3.2.	Programación de tiempos y velocidades	69
4.4.	Capacitación al personal sobre el nuevo sistema	69
5.	SEGUIMIENTO	71
5.1.	Servicios y mantenimiento del equipo	71
5.1.1.	Rutinas de mantenimiento	72
5.1.2.	Hoja de verificación	73
5.1.3.	Programación del mantenimiento	75
5.2.	Estándares de calibración	75
5.3.	Consideraciones en caso de fallo del equipo	77
5.3.1.	Fallas mecánicas	78
5.3.2.	Fallas eléctricas	78
6.	ESTUDIO DE RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL	81
6.1.	Principios de responsabilidad social	82
6.1.1.	Legal	82
6.1.2.	Ético	83
6.2.	Ejes de la responsabilidad social empresarial	83
6.2.1.	Gobernabilidad	84
6.2.2.	Público interno	84
6.2.3.	Medio ambiente	85
6.2.4.	Proveedores	85
6.2.5.	Mercadeo	86
6.2.6.	Comunidades	86
6.2.7.	Política pública	87
6.3.	Beneficios de aplicar la RSE	87

6.4.	Implementación de la RSE como ventaja competitiva de la empresa.....	89
6.4.1.	La empresa y su entorno	90
6.4.2.	Aspectos generales de la comunidad	91
6.4.3.	Comunicación interna y externa	92
6.4.4.	Plan de trabajo de voluntariado	93
6.4.5.	Plan de donaciones de producto	94
6.4.6.	Plan de inversión social y ambiental.....	95
	CONCLUSIONES	97
	RECOMENDACIONES.....	99
	BIBLIOGRAFÍA.....	101
	ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Organigrama	7
2. Descripción del proceso	9
3. Flujograma de actividades de empaque 1	11
4. Flujograma de actividades de empaque 2.....	12
5. Ubicación de equipo y personal	22
6. Gráfico de verificación de pesos bajo control.....	24
7. Báscula dinámica a instalar.....	31
8. Programación de tolerancia de equipo.....	36
9. Pantalla indicadora de funciones del equipo	37
10. Diseño de boquillas ajustables.....	47
11. Mesa de trabajo con ajuste vertical.....	48
12. Distribución y ubicación del nuevo equipo	49
13. Disposición de elementos que conforman el equipo	103

TABLAS

I. Actividades del proceso de empaque.....	10
II. Parámetros de porcentaje actuales.....	26
III. Muestra de pesos de producto empacado	27
IV. Factores para medir la productividad	29
V. Características del equipo.....	32
VI. Indicadores en pantalla de funciones del equipo	38
VII. Desmontaje del sistema actual	40

VIII.	Valores de referencia para los pares de apriete	41
IX.	Parámetros de porcentaje esperados	50
X.	Factores para medir la productividad	50
XI.	Productividad actual vs productividad esperada	51
XII.	Inversión inicial	54
XIII.	Desglose de costos de operación	55
XIV.	Cálculo de interés	57
XV.	Valores para el análisis financiero	57
XVI.	Flujo de caja	58
XVII.	Relación Beneficio/Costo	61
XVIII.	Cronograma de actividades	65
XIX.	Plan de capacitaciones	70
XX.	Hoja de verificación de mantenimiento	74
XXI.	Beneficios de RSE	88
XXII.	Disposición de elementos en el equipo.....	104
XXIII.	Errores, posibles causas y resoluciones.....	104
XXIV.	Averías, posibles causas y resoluciones	105

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperio
Qn	Contenido neto
AC	Corriente alterna
DC	Corriente directa
g	Gramos
hrs	Horas
Hz	Hertz
kg	Kilogramos
m	Metro
min	Minutos
mm	Milímetro
ms	Milisegundos
N	Newton
Nm	Newton metro
V	Voltaje

GLOSARIO

Celda de carga	Transductor que convierte una fuerza de compresión en una señal eléctrica.
Exactitud	Capacidad de un instrumento de acercarse al valor de la magnitud real.
Extensómetro	Instrumento de precisión con el cual se miden las deformaciones de las piezas sometidas a esfuerzos de tracción o de compresión, diferencias de dilatación en los ensayos de metales, etc.
Fleje	Cinta orgánicamente metálica, utilizado para asegurar el embalaje de diversos productos, mayoritariamente productos pesados.
Papel craft	Tipo de papel basto y grueso de color marrón.
PEPS	(Primero en Entrar Primero en Salir) Método de evaluación de inventario que consiste básicamente en darle salida del inventario aquellos productos que se adquirieron primero, por lo que en los inventarios quedarán aquellos productos comprados más recientemente.

Polietileno	Material termoplástico blanquecino, de transparente a translucido, es frecuentemente fabricado en finas láminas de polímeros transparentes. Es uno de los plásticos más comunes, debido a su alta producción mundial y su bajo precio.
Poliolefina	Película de plástico que se destaca por excelentes propiedades en lo que se refiere al estirado, alta resistencia contra la perforación por impacto, óptima permeabilidad, un gran brillo y transparencia.
Precisión	Es el grado de repetición de valores obtenidos al medir la misma cantidad. No significa necesariamente que las medidas realizadas sean exactas.
Sensor	Dispositivo que convierte una variable física (presión, temperatura, caudal, etc.), en otra señal compatible con el sistema de medida o control.
Tolerancia	Margen de error admisible en la fabricación de un producto.
Transductor	Dispositivo capaz de convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra diferente de salida.

RESUMEN

Los sistemas de pesaje dinámico presentan un excelente control para procesos productivos continuos, sin embargo, deben considerarse una serie de factores y características físicas que son trascendentes para adaptar este tipo de equipos a un área de trabajo.

Por ser una inversión que busca mejorar un proceso productivo se deben plantear todas las modificaciones pertinentes de estructura y adaptación de nuevas tecnologías que hagan el proceso más eficiente, automatizado y que se refleje en un aumento de la productividad.

El montaje del nuevo equipo debe realizarse por etapas, la primera se refiere al desmontaje del sistema actual, luego se procede a la preparación del espacio físico donde se realizará el montaje del nuevo equipo, en esta etapa se ejecutan las modificaciones ya analizadas y diseñadas con anterioridad. El proceso concluye con la instalación mecánica y eléctrica del equipo de manera coordinada y planificada, realizando la distribución de equipos y tareas específicas.

Para garantizar la correcta operación y funcionamiento del equipo, se plantean programas de calibración y mantenimiento con el fin de evitar su deterioro y hacer efectivo su funcionamiento durante su vida útil de operación.

OBJETIVOS

General

Montar una báscula dinámica en banda para el pesaje de productos empacados.

Específicos

1. Evaluar los factores que deben tomarse en cuenta para realizar el montaje de un equipo de medición de este tipo.
2. Plantear las modificaciones a realizar en el proceso actual para el montaje del equipo de medición propuesto.
3. Desarrollar un programa de pasos a seguir para instalar el equipo en la línea de producción.
4. Recopilar los lineamientos para los intervalos de calibración de los instrumentos de medición a instalar.
5. Crear una guía para el servicio y mantenimiento del equipo instalado.

INTRODUCCIÓN

Manufactura Internacional de Alimentos, S. A. como empresa líder en el envasado de productos lácteos en polvo, está comprometida con mantener una mejora continua en sus procesos productivos, utilizando tecnología moderna que garantice la inocuidad de sus productos y así asegurar que cumple con los requerimientos y la satisfacción de los consumidores.

Actualmente el sistema de empaque y pesaje de productos en una de las líneas de producción requieren de una gran intervención por parte de los operarios, haciendo el proceso más lento, y por lo tanto, la productividad de esta línea es la más baja en toda la planta. Debido a la intervención manual, el proceso de pesaje es el más crítico de todos, y es donde se forma el cuello de botella, además, por la carga de trabajo no se tiene bajo control este proceso y se dejan pasar productos con el contenido neto fuera del rango admisible.

Los avances tecnológicos con los que se cuenta en la actualidad, permiten encontrar fácilmente equipos y dispositivos que por sus características se adapten al sistema actual, que mejoren el proceso y ayuden a tenerlo bajo control. Para ello se prepara el montaje de una báscula dinámica en banda que permita tener un flujo continuo de producción, controlando el proceso con una función de rechazo que dejará fuera los empaques que no contengan el contenido admisible. Para asegurar la inversión, se hace imperioso realizar modificaciones al sistema de llenado y realizar una nueva distribución de equipos y personal, que permitirá automatizar por completo la línea y obtener un mayor índice de productividad.

Para realizar una adecuada implementación del nuevo equipo de pesaje, la instalación debe estar correctamente programada, con la disponibilidad de las herramientas necesarias y el personal técnico involucrado en el desmontaje y modificaciones del sistema actual y la instalación del nuevo equipo. También deben programarse las capacitaciones al personal operativo sobre el uso del nuevo sistema, ya que es un sistema computarizado y es preciso que aprendan a detectar y corregir los errores de programación de la misma.

Luego de instalado el equipo es preciso darle seguimiento para garantizar que opere eficazmente, para ello se presenta una guía de servicio y mantenimiento necesario para un adecuado funcionamiento que permita prolongar la vida útil del equipo y evitar su deterioro.

Como parte de las mejoras de la empresa, se presentan algunos planes de responsabilidad social empresarial para adoptarlos como ventaja competitiva que permitan el desarrollo sostenible de la empresa y su entorno.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Reseña histórica

Manufactura Internacional de Alimentos Empacados, S. A. es la empresa líder en el envasado de productos lácteos en polvo, trabajando principalmente con las marcas más populares en la región centroamericana.

La empresa funciona desde el mes de julio de 1999, inicialmente registrada bajo el nombre de Manufactura de Alimentos Envasados y, posterior a una paralización en el 2002 por motivos de remodelación de la maquinaria y su traslado a un nuevo local, cambia a su nombre actual, siendo conocida comúnmente como MAESA Internacional.

Con el traslado a las nuevas instalaciones la planta es ubicada en una cabina automatizada, con aire acondicionado y mecanismos que eliminan la humedad. Las mejoras técnicas constructivas le permiten a MAESA abrirse campo en el mercado internacional, introduciéndose principalmente en la región centroamericana.

Con la finalidad de incrementar sus niveles de ventas y cumplir con los estándares de calidad e inocuidad del producto, la empresa mantiene un proceso de mejora continua, instalando maquinaria que permita automatizar sus procesos y utilizando tecnología más limpia que no genera ningún contaminante y opere en seco.

Estos principios de trabajo aseguran la confiabilidad que tienen los consumidores al adquirir un producto que no causa ningún daño a la salud.

1.2. Localización

Actualmente Manufactura Internacional de Alimentos Empacados, S. A. se encuentra ubicada en 4 calle “B”, sector A-5, zona 8, Mixco, ciudad San Cristóbal, Guatemala, este es uno de los sectores industriales del área de Mixco.

1.3. Objetivos de la empresa

Con el fin de enfocar el curso a seguir, la empresa se propone alcanzar los siguientes objetivos:

- ✓ “Garantizar la inocuidad de los productos empacados y asegurar la satisfacción de nuestros clientes, mediante el control de todos los procesos involucrados.
- ✓ Importar productos alimenticios, para envasarlos y distribuirlos localmente.
- ✓ Favorecer a la población de escasos recursos económicos en la adquisición de productos alimenticios de muy buena calidad nutritiva, a precios populares”¹.

¹ Manufactura Internacional de Alimentos Empacados, S. A.

1.4. Misión

“Nuestro objetivo es contribuir al éxito de nuestros clientes, haciendo que sus productos lleguen a los consumidores de manera segura, inocua, atractiva y económica.

Logrado a través de la Tecnología, la mejora continua y la dedicación a la calidad, además de encontrar soluciones completas que satisfagan sus requerimiento de empaque”.²

1.5. Visión

“Ser la empresa de empaque de lácteos más eficiente y con los estándares más altos de salubridad de Guatemala, mediante la creación continua de valor y generando oportunidades para nuestros empleados”.³

1.6. Valores

Los pilares fundamentales que impulsan el trabajo bien hecho en la empresa son los siguientes valores:

- ✓ “Servicio: actitud permanente de colaboración hacia los clientes, la empresa y demás personas.
- ✓ Honestidad: actuar siempre con base a la verdad y en la auténtica justicia.

² Manufactura Internacional de Alimentos Empacados, S. A.

³ *Ibid.*

- ✓ Superación: motivación a perfeccionarnos y mejorar continuamente, desarrollando la capacidad de lograr cada objetivo propuesto.
- ✓ Lealtad: corresponder al compromiso que se tiene hacia el trabajo, la empresa y los compañeros, de manera fiel y noble”.⁴

1.7. Política de calidad

“Estamos comprometidos a satisfacer las necesidades y requerimientos de nuestros clientes, a través del mejoramiento continuo de nuestros procesos y servicios.

Valoramos y capacitamos a nuestro recurso humano y buscamos desarrollar relaciones a largo plazo con nuestros clientes y proveedores.

Aceptamos el compromiso de establecer y mantener un sistema de calidad certificado”.⁵

1.8. Estructura organizacional

Manufactura Internacional de Alimentos Empacados, S. A. cuenta con una estructura organizacional horizontal que le permite cumplir con sus objetivos y metas según la distribución de responsabilidades y atribuciones a cada uno de sus líderes.

Esta estructura, dividida por departamentos, le ha permitido ejecutar sus procesos de manera eficiente, debido a la relación directa y el compromiso que

⁴ Manufactura Internacional de Alimentos Empacados, S. A.

⁵ *Ibid.*

cada departamento tiene para cumplir con el flujo del proceso, principalmente para los procesos dependientes de otros.

Las figuras que componen esta estructura organizacional son las siguientes; gerencia general, asistencia de gerencia, jefatura de producción, jefatura de bodega y jefatura de calidad.

A continuación se presenta la forma en que se estructuran los niveles jerárquicos de la empresa, con las obligaciones y personal a cargo de los puestos más importantes.

1.8.1. Descripción de funciones y organigrama

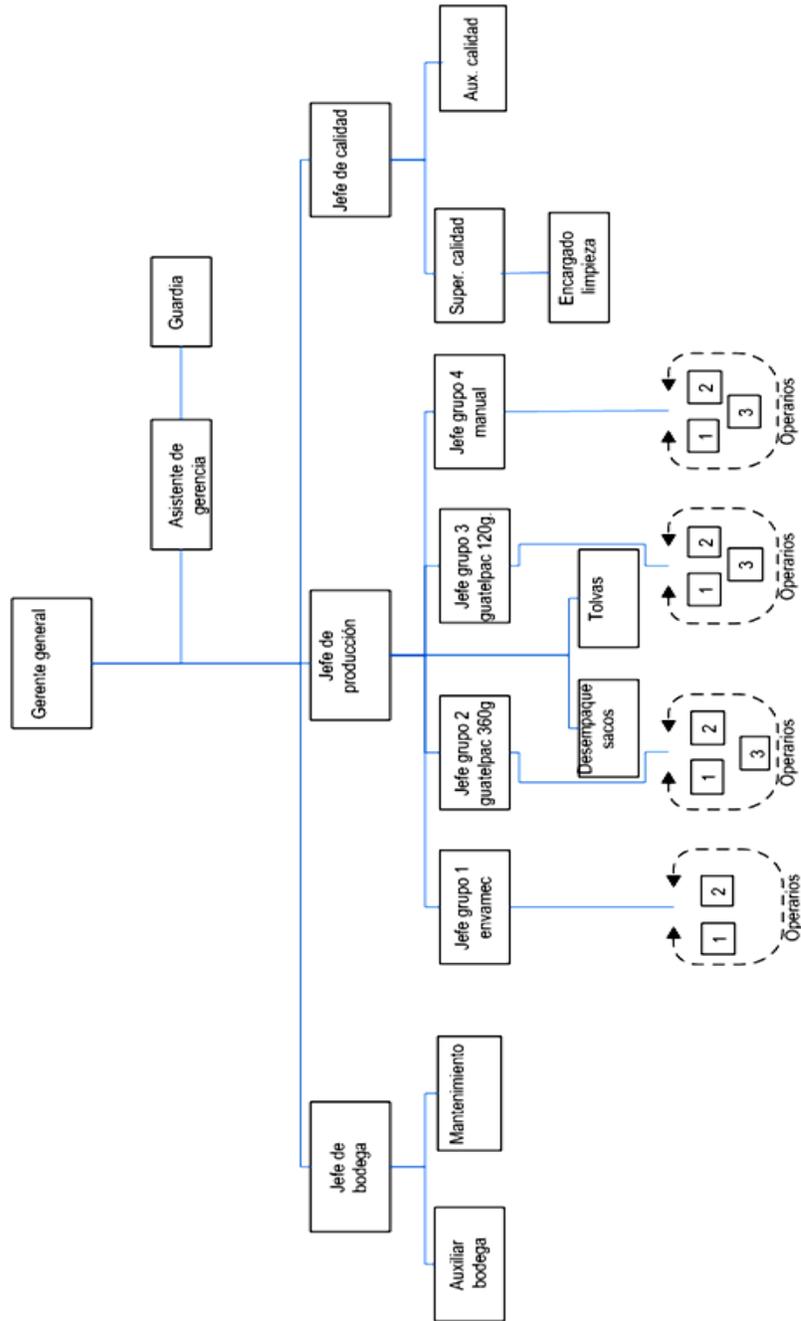
La estructura organizacional de la empresa lleva un orden jerárquico según el grado de las responsabilidades asignadas:

- ✓ Gerente general: es el encargado de velar por el funcionamiento de todos los departamentos de la empresa, apoyado directamente por los jefes de departamento. Realiza el análisis para optimizar los distintos departamentos especialmente las actividades destinadas a producción.
- ✓ Asistente de gerencia: colaborador inmediato en las actividades administrativas de gerencia.
- ✓ Jefe de producción: tiene a su cargo la principal actividad productiva de la empresa, siendo el empaque y embalaje de productos. Es apoyado por un jefe de grupo que dirige y coordina al personal operativo.

- ✓ Jefe de bodega: encargado de coordinar las entradas de materia prima y los despachos del producto terminado. Es auxiliado por 3 personas para llevar el control de los movimientos en bodega.

- ✓ Jefe de calidad: responsable de ejecutar todas las gestiones para garantizar la calidad e inocuidad del producto. Tiene a su cargo a un supervisor y un auxiliar de calidad.

Figura 1. Organigrama



Fuente: Maesa Internacional.

1.9. Descripción del proceso productivo

La materia prima que utiliza la empresa es leche entera de origen pecuario importada directamente desde Australia, siendo el único producto que envasa la empresa en diversas presentaciones. Esta materia prima es almacenada en sacos en las bodegas de materia prima, en donde se lleva un estricto control y se utiliza el método de PEPS para su consumo y control de inventario.

Estos sacos son trasladados por montacargas al área de tolvas, en donde la leche es mezclada entera con la fórmula respectiva para cada tipo de presentación del producto.

La fórmula y la leche son mezcladas por un aproximado de 10 a 15 minutos. Al estar preparada se procede a realizar el llenado a través de los dosificadores, se realiza el sellado térmico de las bolsas donde se empaca el producto. Luego se traslada al área de armado de cajas y entarimado, de donde se entregan las tarimas cargadas con la cantidad de producto requerido.

Tras la validación de calidad, se fleja las tarimas y se trasladan a la bodega de producto terminado, estando listo el producto para ser despachado.

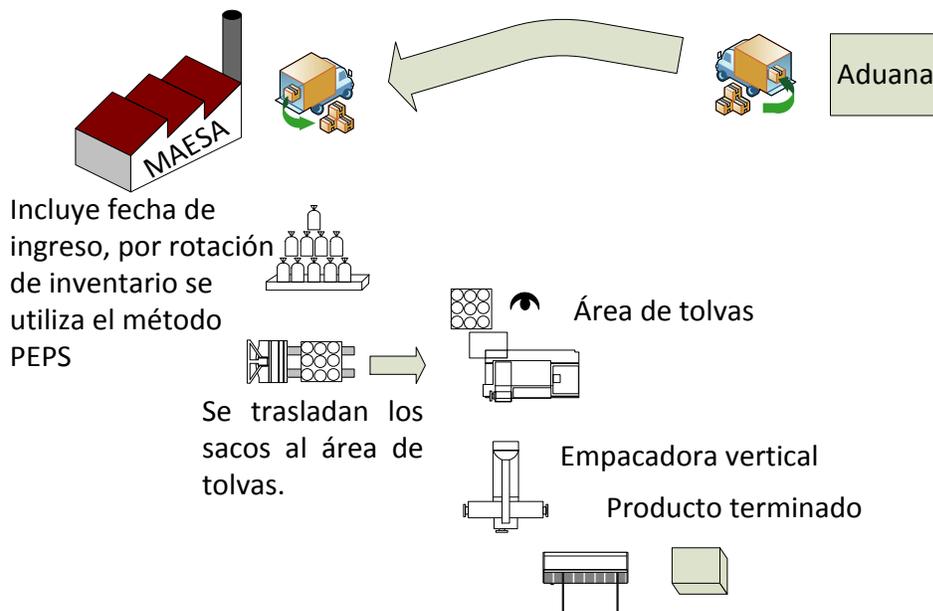
1.9.1. Manejo de materia prima

El proceso consiste básicamente en los pasos siguientes:

- ✓ Transporte de la materia prima en un camión propio de la empresa, desde la aduana hasta la planta envasadora.

- ✓ Se almacenan en tarimas de 10 sacos en bolsas de polietileno, recubiertas con 3 capas de papel craft con sus fechas de recepción, para la rotación de inventario se utiliza el método PEPS que permite mantener la frescura del producto.
- ✓ En el interior de la planta son transportados los sacos desde la bodega hasta la tolva ubicada en las cabinas de llenado.
- ✓ Luego se procede a envasar la leche en polvo en las diversas presentaciones del producto.

Figura 2. Descripción del proceso



Fuente: elaboración propia, con base al programa Microsoft Visio.

1.9.2. Descripción del proceso de empaque

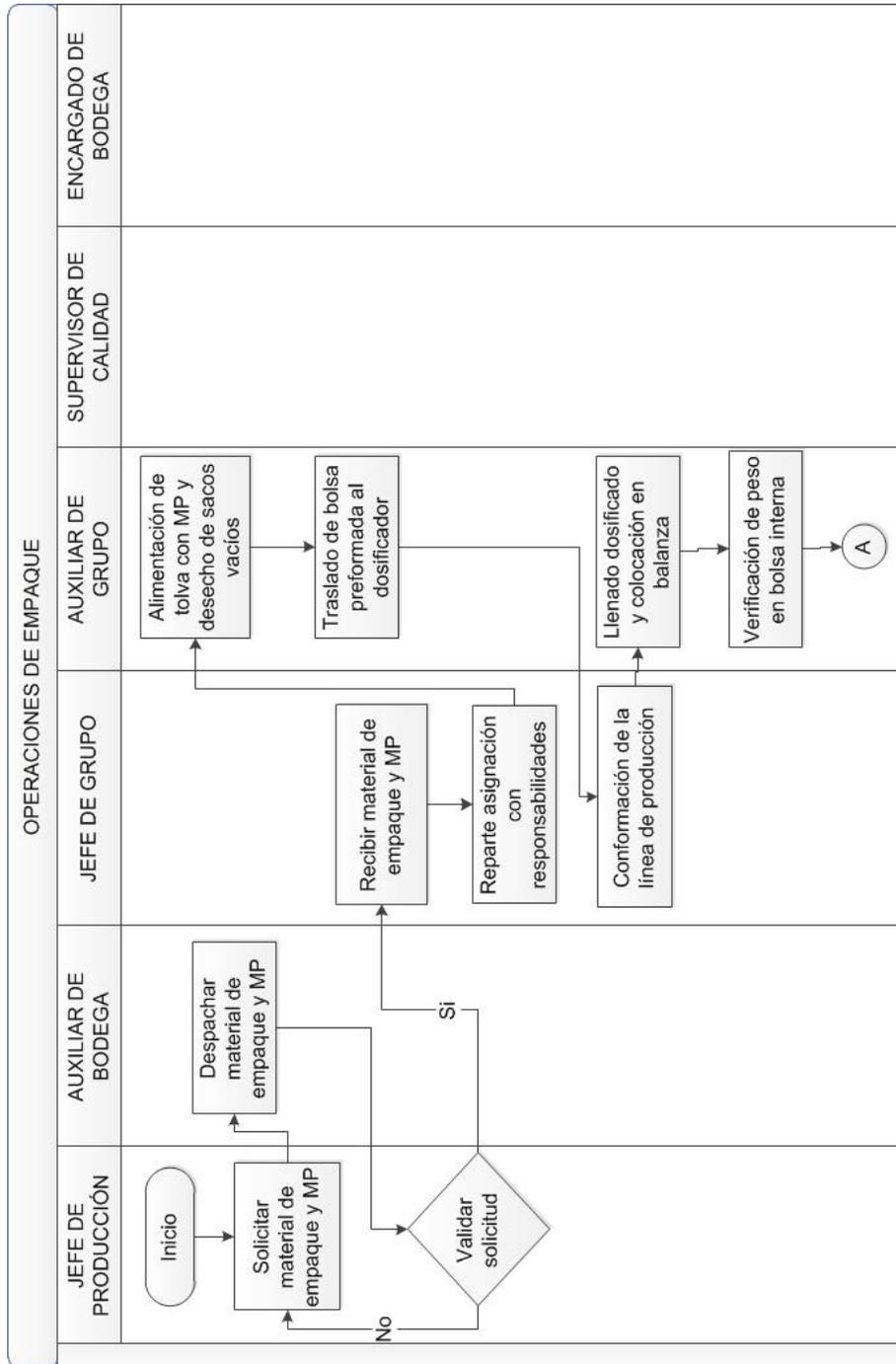
El proceso de empaque consta de una serie de actividades que involucran a diversos departamentos y personal a cargo de ejecutar las tareas especificadas en el proceso. Estas son detalladas y representadas secuencialmente en un diagrama de flujo de funciones cruzadas.

Tabla I. **Actividades del proceso de empaque**

No.	Actividad	Responsable	Departamento
1	Solicitud de material de empaque y materia prima a bodega.	Jefe de producción	Producción
2	Despacho de materia prima y material de empaque.	Auxiliar de bodega	Bodega
3	Traslado de materia prima y material de empaque al área de producción	Jefe de grupo	Producción
4	Alimentación de tolva con materia prima y desecho de sacos vacíos.	Auxiliar de grupo	Producción
5	Traslado de bolsa preformada al dosificador.	Auxiliar de grupo	Producción
6	Conformación de línea de producción.	Jefe de grupo	Producción
7	Llenado dosificado y colocación en balanza de bolsa interna.	Auxiliar de grupo	Producción
8	Verificación de peso en bolsa interna.	Auxiliar de grupo	Producción
9	Colocación de bolsa externa, cierre de bolsa externa, colocación de poliolefina.	Auxiliar de bodega	Bodega
10	Sellado de poliolefina e introducción a túnel de contracción.	Encargado de bodega	Bodega
11	Armado de caja, conteo de unidades ya empacadas sello de caja y entarimado de cajas.	Auxiliar de grupo	Producción
12	Entrega de tarimas ya terminadas.	Auxiliar de grupo	Producción
13	Validación de calidad.	Supervisor de calidad	Calidad
14	Colocar fleje de tarimas.	Auxiliar de bodega	Bodega
15	Traslado de tarimas a bodega de producto terminado.	Encargado de bodega	Bodega

Fuente: Maesa Internacional.

Figura 3. Flujograma de actividades de empaque 1



Fuente: Maesa Internacional.

1.10. Línea de productos

La empresa es una envasadora de leche instantánea en polvo entera y sus derivados, trabajando con tres marcas potenciales en la región centroamericana, aunque también se trabajan con otras marcas pero con menor frecuencia en la cantidad de pedidos.

Los empaques se realizan en bolsas metalizadas que garantizan la inocuidad del producto y brindan una mayor resistencia ante el impacto y el calor, ideales para el envasado a presión.

1.10.1. Presentaciones de productos empacados

El producto se empaqueta en dos presentaciones de bolsas distintas, bolsa normal y bolsa ziploc, en cantidades de 1 600, 2 200, 2 300, 2 500 y 3 000 gramos.

Existen presentaciones especiales en tamaños pequeños de 800 g y presentaciones grandes de 8 kg.

1.11. Certificaciones de calidad

Con el fin de mejorar y obtener una ventaja competitiva, la empresa está enfocada en obtener la certificación en ISO 22000 versión 2005 en el presente año, por lo que ha avanzado en la implementación de manuales acerca de Buenas Prácticas de Manufactura y el sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control.

1.11.1. Buenas Prácticas de Manufactura BPM

Las Buenas Prácticas de Manufactura son los principios básicos y las prácticas generales de higiene en la manipulación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para el consumo humano.

MAESA cuenta con un manual de Buenas Prácticas de Manufactura, basado en la Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG 34243, que representa una guía de consulta y orientación para el personal, aquí se describen los procedimientos básicos que se realizan en los principales procesos de trabajo, con el fin de: producir alimentos seguros e inocuos, tener control tanto higiénico como operacional de cada área de trabajo, capacitar al personal y mantener el equipo y utensilios en buen estado de limpieza y desinfección.

1.11.2. Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control APPCC

El Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés) es un método que permite detectar peligros específicos (biológicos, químicos o físicos) a lo largo de toda la cadena productiva de un alimento y establecer medidas para su control con el fin de prevenir su contaminación.

Es un sistema organizado y sistemático que tiene como finalidad dar confianza al producto alimentario para que satisfaga las exigencias de seguridad y complementariamente con la calidad alimentaria.

El Manual APPCC de MAESA aborda y desglosa detalladamente cada uno de los siete principios de dicho sistema, aplicados al proceso de empaque de leche entera y bebida láctea en polvo, haciendo especial énfasis en la identificación y manejo de los puntos críticos de control localizados a lo largo de todo el proceso de producción, desde la recepción de materia prima, pasando por el proceso de empacado, hasta la obtención del producto terminado y transporte.

Estos procesos, que están relacionados entre sí, son los que aseguran tener bajo control la totalidad del proceso productivo de MAESA.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Descripción del sistema de empaque y pesaje de productos

El proceso general de producción cuenta con cuatro máquinas de empaque, distribuidas una en cada línea de producción (A, B, C y D), tres de las máquinas empacadoras son totalmente automáticas y una opera de forma semiautomática. Esta última requiere de gran intervención por parte de los operarios para realizar el proceso.

El procedimiento para ejecutar el empaque en la línea de producción D es el siguiente:

- ✓ Se inicia vaciando varios sacos de materia prima en la tolva para hacer la mezcla específica de cada producto.
- ✓ Se trasladan al área de empaque las bolsas preformadas con el tamaño de la presentación requerida.
- ✓ Se debe programar el tiempo para que el dosificador deje caer la cantidad de producto necesario.
- ✓ Se llena cada bolsa mediante el dosificador.
- ✓ Luego de llenada la bolsa, se pesa en una balanza analítica, donde se verifica que contenga el peso adecuado, quitando o agregando producto según sea el caso para que el peso sea exacto. Si la variación del peso requerido es muy grande se ajustan los tiempos de llenado en el dosificador hasta que brinde la cantidad de producto necesaria.
- ✓ Con el peso aceptable, la bolsa es sellada mediante una selladora manual.

- ✓ Se verifica el estado físico de la bolsa, sellos y fugas, si no cumplen con el estándar se dejan fuera del proceso, si cumplen se traslada la bolsa por una banda transportadora hacia la mesa de embalaje.
- ✓ Se arma la caja con el corrugado y se llenan con las unidades indicadas de producto.
- ✓ Calidad verifica a detalle, mediante método estadístico (No. de producto y estatus) bolsa por bolsa.
- ✓ Se procede a sellar la caja llena y se traslada a una tarima.
- ✓ Al terminar de llenar la tarima con la cantidad de cajas estipulada, se procede a flejar y se traslada la tarima al área de producto terminado.

2.2. Maquinaria y equipo instalado

Los equipos e implementos instalados actualmente en la línea son los siguientes:

- ✓ Tolva y mezcladora de materia prima: se utilizan mezcladores para polvos tipo V o de pantalón y mezcladores tipo U o de cintas, son fabricados de materiales inoxidables apropiados para estar en contacto directo con el producto ya que cumplen con la Norma HACCP. En estos mezcladores se coloca la materia prima del producto a empacar, se mezcla por un lapso de 5 a 6 minutos y posteriormente se abre la compuerta para que el producto caiga por acción de la gravedad hacia el dosificador.
- ✓ Dosificadores o llenadores verticales para polvos: los dosificadores o llenadores para polvos están diseñados de manera simple pero funcional, fabricados totalmente de materiales inoxidables y programados a través de *timers* para dejar caer la cantidad de producto necesaria en la bolsa preformada.

- ✓ Balanza analítica digital: para el pesaje de la cantidad del producto empacado se utiliza una balanza analítica digital de mesa, la cual es manejada por un operario quien recibe la bolsa ya con el producto y lo pesa para verificar que contenga la cantidad adecuada, quitando o agregando producto, según sea el caso, con una cuchara metálica para que el peso sea exacto. Según las especificaciones del fabricante, la balanza tiene una incertidumbre de 5 gramos, afectando directamente el peso neto del producto empacado.
- ✓ Selladora de bolsa manual: para el sellado de las bolsas se utilizan selladoras verticales que tiene una resistencia que se calienta por el flujo de corriente eléctrica y cierran perfectamente la bolsa evitando fugas de producto.
- ✓ Banda transportadora: se encuentra instalada una banda transportadora de 1,5 metros de longitud y un ángulo de inclinación de 20 grados, que lleva el producto desde el sellado hasta la mesa donde se realiza el embalaje.

Como se observa, el sistema actual de pesaje cuenta con diversas deficiencias ya que requiere de una gran intervención manual y el equipo utilizado para realizar la medición no es el adecuado. El pesaje se ve afectado por las vibraciones ocasionadas por las maquinas instaladas alrededor y por el nivel de la superficie donde se coloca la balanza utilizada en el proceso.

Deben considerarse una serie de verificaciones para el correcto funcionamiento del equipo, siendo estas: la nivelación de la balanza ajustada por un mecanismo roscado ubicado en la base que la soporta, debe estar montada sobre una superficie estable; se debe comprobar el punto cero para el ajuste correcto de lectura; ajustar y verificar la sensibilidad del platillo de pesaje y mantenerlo limpio para evitar lecturas incorrectas y sobre todo, estar instalada

en lugares donde no se encuentren equipos que generen campos magnéticos elevados o vibraciones fuertes que alteren el sistema.

2.3. Distribución de tareas y equipos en la línea de producción

La línea de producción tiene una distribución de tareas y equipos para cada proceso, este orden en las tareas es el que se debe evaluar para determinar si el sistema de producción actual es funcional. La línea de producción opera de acuerdo al siguiente orden:

2.3.1. Empaque

El empaque es realizado por un operario quien es el encargado de programar los tiempos requeridos para llenar las bolsas. El operario estima el tiempo de llenado, si la cantidad de producto que cae no es la requerida, ajusta a prueba y error el tiempo de llenado del dosificador.

El operario toma la bolsa preformada y la coloca en la boquilla de salida del dosificador, enciende la máquina y espera a que esta se llene. El tiempo de paro programado del dosificador es de 5 segundos, tiempo necesario para que el operario coloque la bolsa llena sobre la mesa de espera para el pesaje, agarre otra bolsa, la ponga en la boquilla de salida del dosificador y repita la operación de llenado.

En esta operación es necesario contar con otro operario que sujete la bolsa durante el llenado y acomoda las bolsas en la mesa de espera para el pesaje.

2.3.2. Pesado

El pesado del producto es la actividad más crítica del proceso, ya que es donde se forma el cuello de botella de la línea de producción, además por la cantidad de producto empacado por minuto, se deja pasar una gran cantidad de producto sin verificar su contenido neto. Este, al ser revisado por los supervisores de calidad, ocasiona una gran cantidad de reprocesos y mermas operativas.

Además, esta operación no se realiza con el equipo adecuado ya que se utiliza una balanza analítica digital de mesa, a la cual se le ha adaptado en el platillo un recipiente plástico de unos 25 kg de peso, que es el encardado de sostener el producto mientras el operario verifica su peso.

Si la variación en el peso obtenido comparada con el requerido no es muy grande, el operario agrega o quita producto utilizando una cuchara metálica para ajustar el peso de la bolsa, esto aumenta el tiempo en la operación de pesado provocando que se acumule producto, aumentando así, el cuello de botella de la línea de producción.

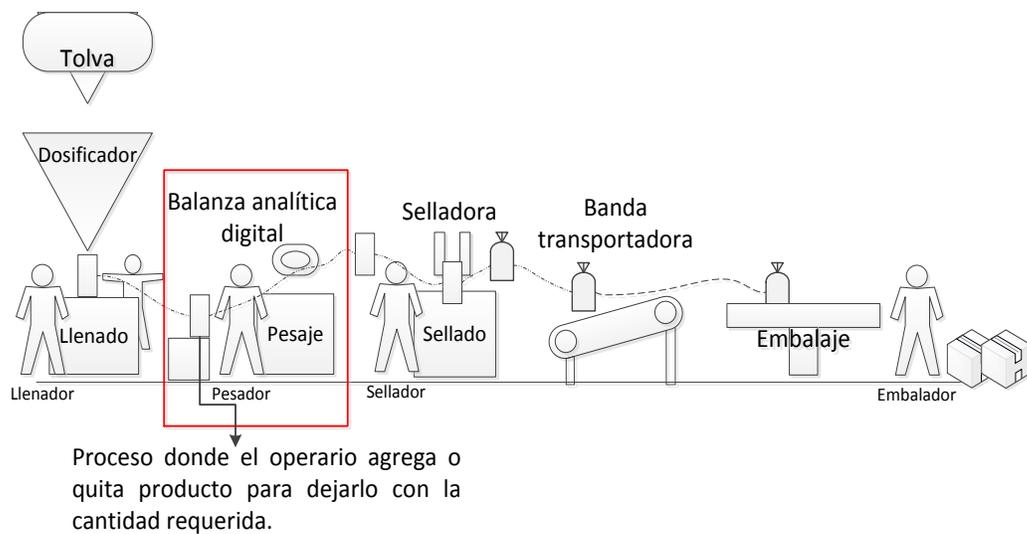
2.3.3. Sellado

Se sellan todas las bolsas de productos que salen del proceso de pesado, incluyendo las que no se verificaron, pudiendo contener un mayor o menor peso al estipulado en la etiqueta del producto.

2.3.4. Embalaje

Luego de sellar las bolsas, estas se transportan por una banda hasta llegar al área de embalaje, donde se colocan en cajas con un cierto número de unidades especificadas.

Figura 5. Ubicación de equipo y personal



Fuente: elaboración propia, con base al programa Microsoft Visio.

2.3.5. Subutilización del personal

Debido a que el proceso es en su mayor parte manual, se hace necesario contar con personal de apoyo en el área de llenado y la actividad de pesaje puede ser más efectiva si se automatiza el proceso, permitiendo que el personal realice otras tareas requeridas en producción.

Automatizando el proceso se reduciría de cinco a tres el número de operarios requeridos en el área, aumentando considerablemente la productividad de la línea.

2.4. Tolerancias aceptadas en la variación del peso neto

La tolerancia se refiere a la variación admisible en mayor o menor cantidad del peso especificado para el producto.

Max A. hace referencia a que “La tolerancia puede afectar o beneficiar al cliente, debido a que las variaciones de peso son tanto por debajo del peso requerido como por arriba del mismo.”⁶

Según NTC 2167, las tolerancias permisibles con respecto al contenido neto nominal de productos empacados cuyo contenido neto nominal es constante entre 1 000 y 10 000 gramos es del 1,5 % del Qn.⁷

Basados en el porcentaje de 1,5 del contenido neto y considerando las cantidades empacadas en la línea de producción, la tolerancia admisible para el peso neto es de ± 30 gramos, además se debe tomar en cuenta los 5 gramos de incertidumbre que tiene por fabricación la balanza de medición que afecta directamente la variación real aceptable para el peso neto.

Sin embargo, la política de la empresa es aceptar una variación de ± 5 gramos en el peso neto empacado, lo que hace más estricta la medición del peso neto para la aceptación del producto.

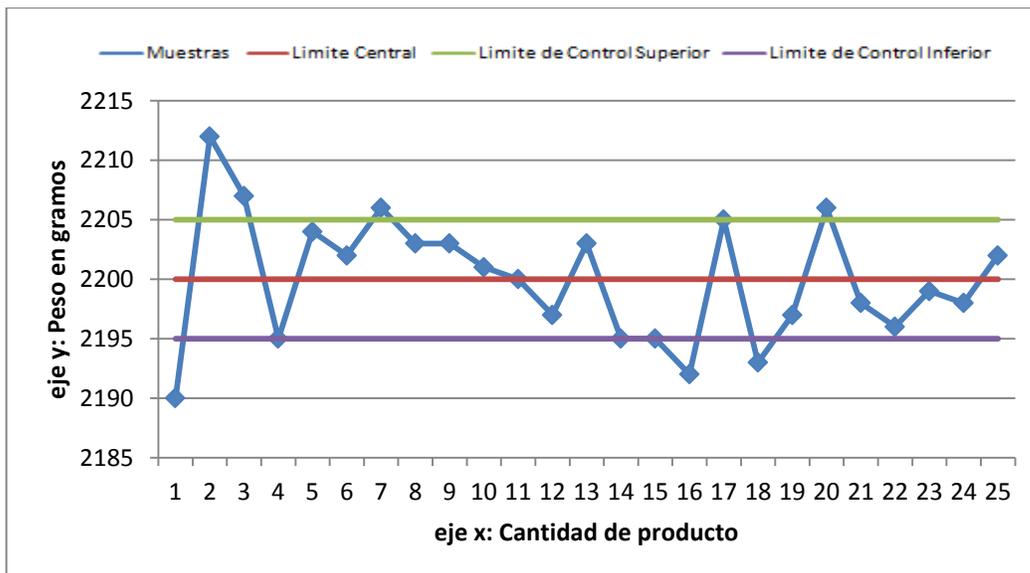
⁶ MAX MOYA, Ariel. *Montaje de báscula dinámica en el proceso de selección de peso de pollo beneficiado*. p. 30.

⁷ Norma Técnica Colombiana 2167, *Industrias alimentarias, productos alimenticios empacados, contenido neto*. p. 4.

2.4.1. Proceso de verificación del peso requerido

Considerando los 5 gramos de tolerancia permisible por la empresa, se hace una verificación del peso del producto a través de un gráfico de control, que permite ver la cantidad de producto que es aceptado fuera de la especificación establecida.

Figura 6. Gráfico de verificación de pesos bajo control



Fuente: elaboración propia.

El gráfico indica que existen empaques fuera del límite requerido, esto se debe principalmente a que es el período en el cual el operario programa los tiempos de llenado de la máquina, por lo tanto, el arranque aún no se ha establecido, el gráfico para cada arranque presenta la misma tendencia, teniendo incluso variaciones al encontrarse el proceso ya arrancado.

También se puede observar que el peso se estabiliza hasta cierto grado, presentándose un cambio repentino en la variación, esto es debido al paro que se realiza para el horario de almuerzo del personal.

Todas las muestras para realizar este análisis se tomaron al final de la banda transportadora, por lo que se puede concluir que existe una gran cantidad de producto que no es pesado para verificar que lleva el peso neto requerido.

Además, para favorecer a los costos de la empresa y aumentar su margen de ganancia, es conveniente que todos los pesos se encuentre entre límite central y el límite inferior, ya que en este rango la empresa cumple con los requisitos solicitados por el cliente y los costos de producción son menores, representando una mayor utilidad.

2.5. Riesgos y desventajas del proceso actual

El sistema de pesado actual requiere que el operario pese manualmente todas las bolsas que han sido llenadas y debido a la cantidad de trabajo que maneja la línea, no se puede pesar bolsa por bolsa, siendo necesario en algunos casos dejar pasar el producto sin pesarlo, lo cual representa posteriormente un costo por reproceso y merma de producto no conforme.

Como se observó en el gráfico de control de pesos, la variación en la cantidad neta de producto es muy significativa, por lo que genera un trabajo extra para el operario que realiza el pesaje manualmente, esto representa pérdidas para la empresa y afecta la calidad del producto que reciben los consumidores.

El riesgo principal es no poder cumplir a cabalidad con el peso especificado en cada presentación del producto, lo cual afectaría el nivel de ventas de la empresa, principalmente en el mercado internacional.

Además, se han tenido recientemente un alto número de quejas y se han levantado acciones correctivas por parte de los clientes mayoristas que llegan a auditar el proceso de producción, principalmente por uno de los supermercados de mayor afluencia a nivel centroamericano.

2.6. Porcentaje de producto fuera de especificación

El porcentaje de producto con una variación en los límites permisibles para la aceptación en la cantidad neta empacada es demasiado alto, y es afectado directamente por la incertidumbre del instrumento, la falta de precisión del operario al agregar o quitar producto para cumplir con el peso y la acumulación de trabajo en su área.

Los porcentajes de producto fuera de rango y de merma, son cálculos obtenidos por muestreos realizados a la línea de producción, de donde se tomaron 200 muestras y de las cuales se analizó la cantidad de producto que no cumple con la especificación del contenido neto.

Tabla II. Parámetros de porcentaje actuales

Descripción	Cantidad
Incertidumbre del instrumento	5 g
Tolerancia admisible	±5 g
Porcentaje de producto fuera de rango	5,85 %
Porcentaje de merma	2,43 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Muestra de pesos de producto empacado**

hora	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3
	PROMEDIO DE PESOS (GRAMOS)		
8:00	2 190	2 203	2 205
9:00	2 212	2 201	2 193
10:00	2 207	2 200	2 197
11:00	2 195	2 197	2 206
12:00	2 204	2 203	2 198
13:00	2 202	2 195	2 196
14:00	2 206	2 195	2 199
15:00	2 203	2 192	2 198
Promedio	2 202,375	2 198,25	2 199

Fuente: elaboración propia.

2.7. Menor captura del producto empacado

“La captura es la cantidad que se obtiene de un rango definido por los clientes, mientras más cerrado se encuentre el rango se obtiene menor cantidad de producto que cumplen con el peso.”⁸

Los rangos de aceptación definidos por la empresa no cumplen actualmente con los requisitos de los clientes, y por solicitud de uno de los principales consumidores se pretende aumentar y hacer más rigurosas las auditorías a la planta de producción para verificar que la tolerancia admisible en la cantidad de producto empacado sea de ± 5 g.

⁸ MAX MOYA, Ariel. *Montaje de báscula dinámica en el proceso de selección de peso de pollo beneficiado.* p. 31.

Es notorio que con el sistema actual no se puede alcanzar estos índices definidos, por lo que la cantidad de producto conforme se reduciría drásticamente, representando una mayor pérdida económica para la empresa.

2.8. Índices de productividad actual

Para indicar el nivel eficiente de la línea de producción actual es necesario medir su productividad en relación a la cantidad real producida y los recursos utilizados.

Como productividad real producida se consideran todos los productos que cumplen con las especificaciones requeridas en cuanto a calidad y cantidad del producto, dejando de lado como merma los productos que quedan fuera de la medida establecida.

Esta medición servirá para comparar los beneficios relativos que se obtendrán con el cambio del sistema actual por el propuesto, tanto en cantidad como en calidad, haciendo el sistema más eficaz.

Se consideran los factores más influyentes en la productividad actual, siendo estos la calidad que consiste en fabricar bien desde la primera vez, es decir, sin reproceso, la mano de obra utilizada y la maquinaria instalada en la línea de producción.

La necesidad de mejorar la productividad de la empresa permite incrementar las utilidades, ser más competitivos en el mercado actual y sobre todo, estar enfocados a brindar productos que cumplan con los requerimientos establecidos por los consumidores.

A continuación se presenta el análisis e los índices de productividad, tomando como base la productividad de la mano de obra y la productividad de la capacidad de la maquina instalada, para realizar posteriormente la comparación entre las condiciones actuales y las propuestas.

2.8.1. Medición de la productividad actual

La productividad se conoce como la relación existente entre las salidas y las entradas:

$$Productividad = \frac{Entradas}{Salidas}$$

En este caso de estudio particular, las salidas a evaluar son la mano de obra y la capacidad de la maquinaria instalada en la línea de producción.

Por su parte las entradas son la cantidad de producto en buen estado y la cantidad de producto neto dentro del rango de tolerancia establecido.

Tabla IV. Factores para medir la productividad

Factor	Cantidad
Mano de obra	5 operarios
Capacidad de la máquina instalada	200 empaques por hora
Porcentaje de producto fuera de rango	5,85 %
Salida de producto en buen estado	188 empaques por hora

Fuente: elaboración propia.

$$Productividad\ mano\ de\ obra = \frac{188\ empaques}{5\ hrs.\ -hombre} = 37,6 \frac{empaques}{hrs.\ -hombre}$$

$$\text{Productividad Capacidad Instalada} = \frac{188 \text{ empaques por hora}}{200 \text{ empaques por hora}} = 0,94$$

Realizando el análisis correspondiente se puede indicar que la subutilización del personal en la línea de producción afecta la productividad de la misma, por lo que al automatizar el proceso se verá un beneficio en la eficacia de la línea.

Si se disminuye el porcentaje de producto fuera de rango la productividad de la maquinaria también aumenta, haciéndose necesario realizar modificaciones adecuadas en el equipo actual para obtener un menor porcentaje de producto rechazado.

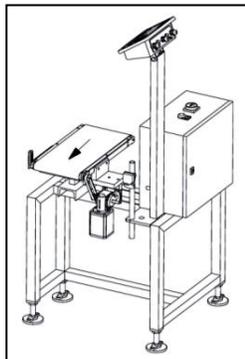
3. PROPUESTA

3.1. Sistema de pesaje a instalar

Con el fin de dar un aseguramiento en la calidad de los productos empacados, se ha elegido un equipo de pesaje automatizado que se compone de un sistema electromecánico de gran flexibilidad para adaptarse al proceso de producción actual.

Este sistema se compone de una célula de carga que sufre una leve deformación debida a la presión ocasionada por el peso del producto, la deformación percibida por un extensómetro se convierte en una señal eléctrica la cual se amplifica y se envía a un elemento secundario que da una lectura del peso neto del producto. El equipo cuenta con una alta precisión dinámica menor a los 5 gramos en la variación del peso establecido, esto permite garantizar que se cumplirá con el peso indicado en la etiqueta del producto.

Figura 7. **Báscula dinámica a instalar**



Fuente: SARTORIUS AG. *Manual de instrucciones* p. 24.

Las características determinantes para la elección del equipo y que son adaptables al sistema productivo actual son las siguientes:

Tabla V. **Características del equipo**

Características	Indicaciones
Rango de pesaje (g)	25-6 000
Precisión dinámica ($\pm g$)	≤ 5
Rendimiento (piezas/min)	100
Rango de velocidad (m/min)	18-38
Medio de transporte	Cinta
Accionamientos	Motores eléctricos de 230 V-AC
Altura de trabajo (mm)	450-1 100 (regulable en pasos de 50 mm)
Temperatura del producto transportado($^{\circ}C$)	-10 hasta +60
Material del bastidor de la báscula	Acero Pulverizado RAL 7043, como opción acero inoxidable
Ruido ocasionado	Menor a 80 dB
Funciones de rechazo	Opcional. Por toberas de expulsión, empujador, sistemas de rechazo laterales.

Fuente: SARTORIUS AG. *Manual de instrucciones* p. 19.

3.1.1. Operación del sistema

El producto se coloca sobre la banda y al aproximarse a la cinta de pesaje esta capta el peso del producto mostrando un valor determinado en la interfaz de la pantalla indicadora.

Luego de tomar la lectura del peso la cinta de pesaje traslada el producto a los procesos sucesivos, todo esto sucede sin detener el sistema y a una velocidad considerablemente alta.

El cálculo del peso está en función de la velocidad de las bandas transportadoras, el tamaño de la cinta de pesaje y la precisión de detección de la célula de carga.

La célula de carga procesa la medición a través de un captador de peso con calibre extensiométrico, el cual sufre una deformación provocada por la compresión que ejerce la cantidad de producto que se ponga sobre la cinta de pesaje.

Cuando se envíe la señal por deformación del extensómetro al elemento de medición secundario, se mostrará en la pantalla principal el peso total del producto y la cantidad de productos aceptados y rechazados.

El sistema cuenta con diversos componentes útiles para el procesamiento del pesaje dinámico, los más importantes son:

- ✓ Bastidor de la bascula
- ✓ Célula de pesaje
- ✓ Indicador
- ✓ Sistema electrónico de control

Existen algunos elementos opcionales que complementan el buen desempeño del equipo:

- ✓ Cubierta de protección
- ✓ Dispositivo de rechazo y selección

La conexión de alimentación del sistema será autónoma, es decir que no depende de la instalación actual y por ser manejada por un PLC, servirá para controlar las operaciones del resto de equipos que componen la línea de producción.

3.1.1.1. Elementos de medición y transmisión

El equipo está conformado por ciertos elementos útiles para realizar la medición y transmisión de los productos empacados, se describen brevemente los más importantes para conocer sus funciones principales:

- ✓ Bastidor de la báscula: estructura o armazón de acero con recubrimiento pulverizado que soporta todos los componentes del equipo y puede ajustarse a diferentes alturas de trabajo.
- ✓ Célula de pesaje: parte principal del sistema de pesaje dinámico, es un transductor que convierte la fuerza de compresión en una pequeña señal eléctrica, utiliza una galga extensiométrica encargada de transformar la deformación mecánica en señal eléctrica y un sistema electrónico con procesador digital, todo esto conectado con una configuración de puente wheatstone.
- ✓ Sistema de transporte: utiliza una cintra transportadora que se mueve por el accionamiento de unos rodillos conectados por correas dentadas al motor eléctrico.
- ✓ Sistema electrónico de control: es toda la tecnología electrónica del sistema, se compone por un minicontrolador, un adaptador de corriente y el convertidor de frecuencia. Además, en este sistema se encuentran todos los interruptores de mando para controlar el equipo.

3.1.1.2. Tolerancia del sistema

Este es el factor de seguridad que permite garantizar que los productos están dentro de los límites permisibles y aceptables por los clientes, son los límites tanto superior e inferior que se establecen como margen de error aceptado en el contenido neto del producto.

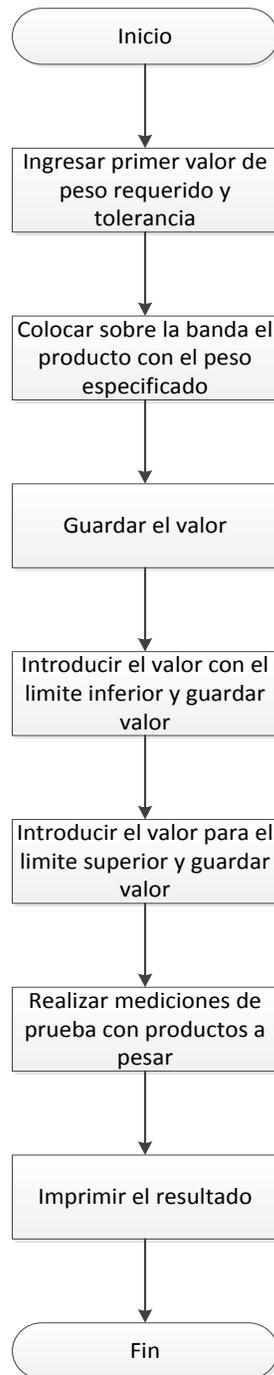
Es claro que la variación en el peso está ligada directamente con las exigencias del cliente y representa una pérdida para el productor, si brinda productos por encima del límite superior establecido, o pérdidas al consumidor, si adquiere productos que no contienen el peso neto y se encuentran por debajo del límite inferior.

La báscula se programa con tolerancias ajustables y al darle lectura de pesaje a cada elemento, lo clasifica como una carga correcta o incorrecta, según los valores estén dentro o fuera del intervalo de aceptación.

La programación de la tolerancia del equipo se escribe en el siguiente diagrama, en el cual se ejemplifica para el control del peso neto en productos de 1 250 g con una desviación admisible de ± 5 g.

- ✓ Valor de consigna 1 250 g
- ✓ Valor mínimo 1 245 g
- ✓ Valor máximo 1 250 g

Figura 8. **Programación de tolerancia de equipo**



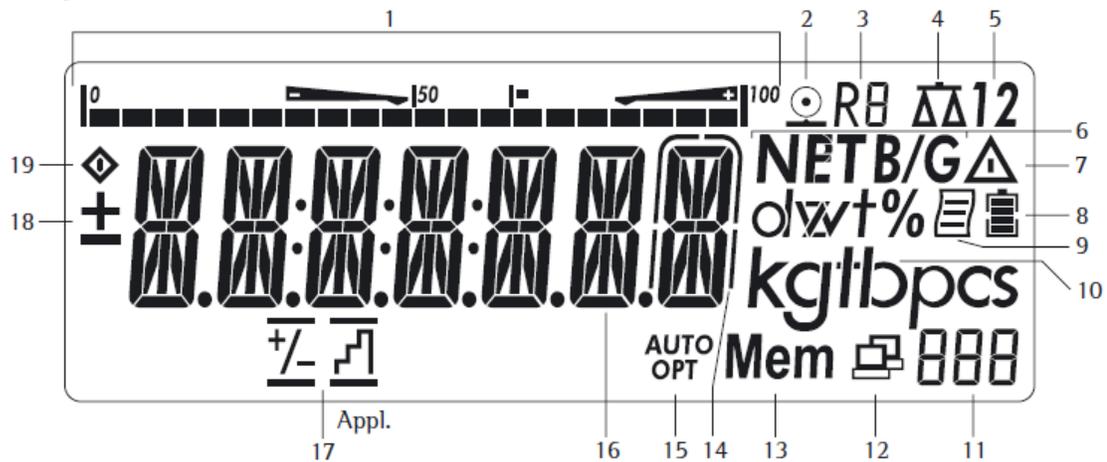
Fuente: elaboración propia, con base al programa Microsoft Visio.

3.1.1.3. Funciones de operación

Las funciones de operación del equipo son fáciles de manejar, ya que se muestran en la pantalla indicadora cada una de las funciones y su programación en el equipo.

A través de esto se puede programar según las necesidades y adaptabilidad a lo requerido de un rango de valor de pesaje, establecer límites de control, clasificar los productos por correctos e incorrectos, conocer y almacenar en una de las memorias internas la cantidad de producto fuera de especificación en una corrida de producción.

Figura 9. Pantalla indicadora de funciones del equipo



Fuente: SARTORIUS AG. *Manual de instrucciones* p. 44.

Tabla VI. **Indicadores en pantalla de funciones del equipo**

1	Gráfico de barras
2	Símbolo para el proceso de impresión actualmente en curso
3	Indicación del rango activo en basculas multirango
4	Indicación de la plataforma de pesaje activa, parpadea al requerirse ajuste
5	Plataforma de pesaje seleccionada, 1 o 2.
6	Valor neto bruto en el indicador principal
7	Indicación relativa a un valor calculado en el indicador principal
8	Indicador de carga de la batería para representar el estado de carga de la batería.
9	Símbolo para protocolo GMP activado
10	Unidad del valor mostrado
11	Indicación numérica
12	Símbolo para transferencia de datos
13	Símbolo para la memoria de datos de productos
14	En metrología legal
15	Auto; dependiendo del valor y la aplicación. Opt. Optimización automática.
16	Valor de medican o valor calculado
17	Aplicaciones del equipo; pesaje de control y clasificar.
18	Signo para el valor mostrado
19	Símbolo Busy, indica un proceso en curso.

Fuente: SARTORIUS AG. *Manual de instrucciones* p. 44.

3.2. Desmontaje del sistema actual

Conocida la distribución del sistema de producción actual, el factor primordial a considerar para la adaptación del nuevo equipo de pesaje es el espacio físico. Para realizar un correcto desmontaje del sistema actual se deben seguir una serie de pasos los cuales permitirán preparar las instalaciones para una posterior instalación del nuevo equipo de forma segura y sencilla.

En la tabla VII se encuentra el flujo de todo el proceso de desmontaje del sistema actual, ordenado en una secuencia que permite tener toda el área preparada para la instalación del nuevo equipo.

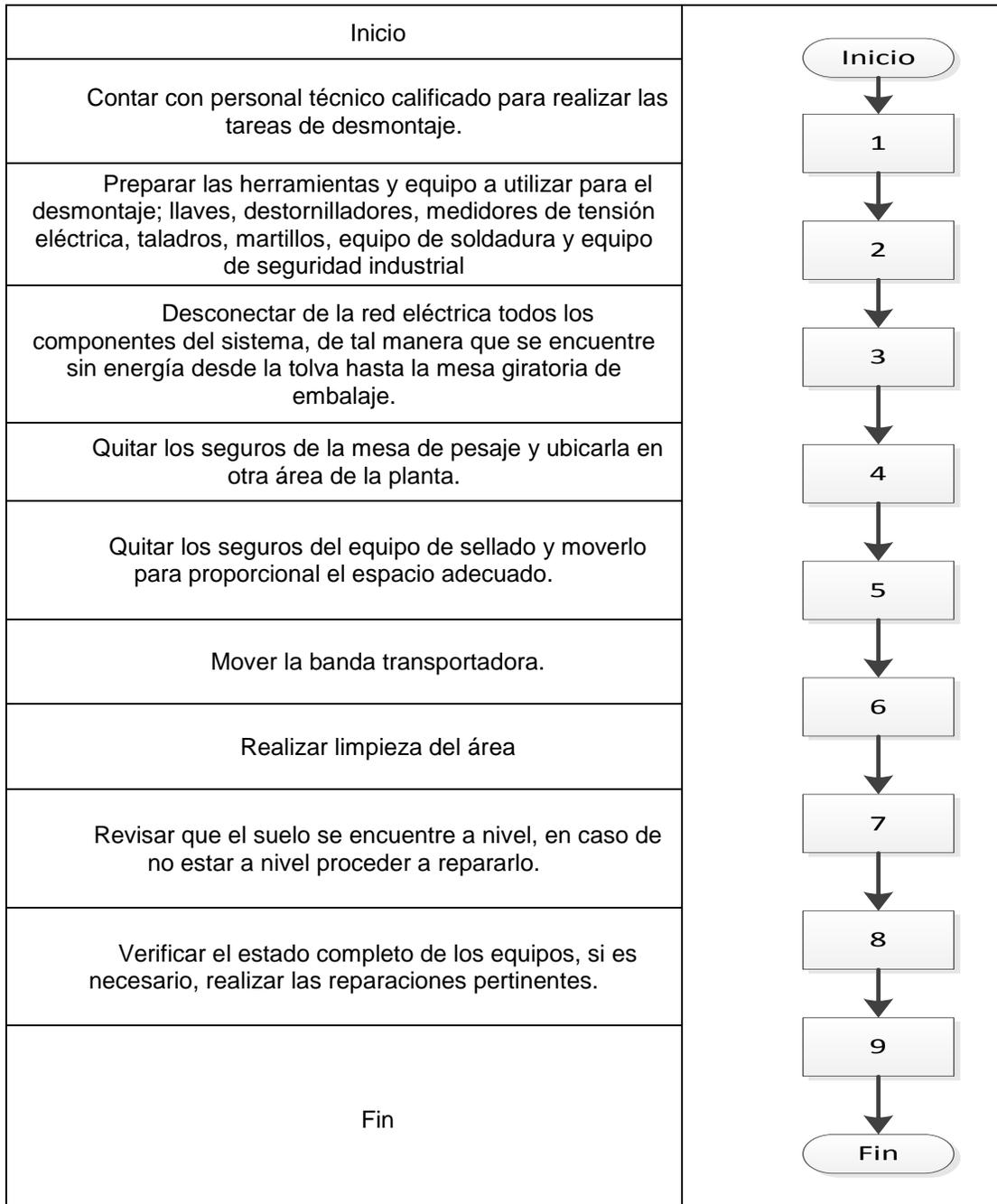
3.3. Montaje del nuevo equipo

Para realizar el montaje del nuevo equipo es necesario tomar una serie de consideraciones previas a realizar la instalación:

- ✓ El montaje debe realizarse con personal técnico y calificado.
- ✓ Contar con todo el equipo y herramientas necesarias para realizar las instalaciones eléctricas y mecánicas.
- ✓ Verificar el estado del sistema eléctrico que alimenta la línea de producción.
- ✓ Comprobar que el suelo se encuentre a nivel y libre de vibraciones.

Todas estas indicaciones permitirán prevenir daños en el equipo y garantizan que el montaje es seguro y óptimo para las operaciones posteriores.

Tabla VII. **Desmontaje del sistema actual**



Fuente: elaboración propia, con base al programa Microsoft Visio.

3.3.1. Instalación mecánica

Se deben de tomar en cuenta todas las condiciones estructurales de la línea de producción, además de garantizar que los materiales con los que están fabricados los equipos son seguros y cumplen con la normativa de sanidad e inocuidad de las normas HACCP.

Cuando se realice el montaje del equipo se debe procurar proteger con un material resistente la célula de pesaje y evitar ejercer fuerza sobre ella, ya que es la parte más sensible y de daño irreversible en el equipo.

Al momento de realizar los aprietes de turcas y tornillos se deben realizar bajo los pares de apriete especificados en la siguiente tabla, siendo necesario utilizar un torquímetro para su verificación.

Tabla VIII. **Valores de referencia para los pares de apriete**

Diámetro nominal	Par de apriete M_A [Nm]
M 20	117

Fuente: SARTORIUS AG. *Manual de instrucciones* p. 34.

El espacio físico donde se realizara el montaje del equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones establecidas por el fabricante del equipo, que garantizan su correcto desempeño cuando este en operación:

- ✓ Irradiación térmica extrema
- ✓ Vibraciones extremas
- ✓ Accesos inadecuados para el mantenimiento y limpieza
- ✓ Corrientes de aire
- ✓ Suelo blando suelto o elástico

La línea de producción donde se efectuara la instalación cumple con estos requisitos, es por ello que el equipo se adapta perfectamente y disminuye la inversión a realizar al evitar modificaciones estructurales.

Uno de los factores primordiales para el buen desempeño del equipo es la carga del suelo que debe estar perfectamente aislado de vibraciones, de lo contrario influirá de forma negativa en su rendimiento. De encontrarse oscilaciones en el suelo se debe proceder a instalar material de asilamiento en las partes donde el equipo hace contacto con el suelo.

3.3.2. Instalación eléctrica

Se deben de tomar todas las medidas de seguridad necesarias al momento de realizar la instalación eléctrica, ya que las tensiones con las que trabaja el equipo son elevadas y pueden provocar graves lesiones e incluso pueden ser mortales.

Antes de realizar la instalación eléctrica se debe verificar que el suministro de tensiones eléctricas en el lugar son las adecuadas para la alimentación del equipo, 230 V-AC y 50 Hz con una variación de $\pm 10\%$ en el voltaje y $\pm 5\%$ en la frecuencia.

El ramal eléctrico que servirá de alimentación debe ser completamente nuevo y debe estar aislado de las otras instalaciones, esto para evitar corrientes parasitas o interferencias inductivas, al tener instalado el panel de control es necesario instalar dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuito, siendo necesario para esto, instalar un seguro con fusible automático de 10 amperios con acción semiretardada.

Para realizar todas las conexiones del panel de control del equipo se deben utilizar los planos eléctricos suministrados por el fabricante.

La conexión del dispositivo como función de rechazo de producto fuera de especificación, se conectará en uno de los contactos de salida del PLC, este dispositivo debe operar a 30 V [AC|DC] y 1 A, con un tiempo de respuesta de 300 ms.

3.3.3. Calibración

La importancia del proceso de calibración es rectificar el funcionamiento óptimo del equipo y se realiza para no correr riesgos con lecturas erróneas.

Antes de realizar la calibración del equipo se debe de verificar toda la instalación realizada y se debe poner en marcha el equipo por unos 10 minutos sin estar sometidos a cargas, este tiempo puede ser utilizado para calibrar la velocidad de la cinta transportadora del equipo, la cual debe llevar la misma velocidad que la banda transportadora ya instalada.

Para realizar la calibración reglamentaria se utilizaran dos métodos, el primero estático y el segundo dinámico, es necesario emplear los dos métodos para reducir el factor de error en las lecturas.

- ✓ Método de calibración estático: con el equipo encendido pero sin poner a correr la cinta transportadora, se colocan alternamente cargas o pesos con valores de 5 kg sobre la cinta transportadora. Las lecturas en el indicador digital deben de coincidir con los pesos reales conocidos, si los valores no coinciden se debe verificar la instalación del equipo, revisar que la célula de carga se encuentre a nivel y verificar desde la interfaz de

ajuste, el estado de la galga extensiométrica. Cuando las lecturas coincidan se pasa a la calibración dinámica.

- ✓ Método de calibración dinámico: se debe poner en marcha la cinta transportadora y se debe pasar un mínimo de 20 veces la carga de 5 kg sobre la cinta, las lecturas indicadas deben coincidir con el peso real, de lo contrario se debe ajustar el módulo de pesaje desde la interfaz dl equipo.

3.4. Modificaciones del sistema actual

Con el fin de garantizar la inversión a realizar y mantener el proceso de mejora continua en los procesos de producción de la empresa, es necesario realizar algunas modificaciones al sistema actual para automatizar la línea de producción y que ayuden a obtener un mayor índice de productividad.

3.4.1. Cambios en el proceso de llenado

El proceso de llenado presenta una serie de deficiencias debidas a la antigüedad del dosificador, sumado a esto que el modelo esta descontinuado por el fabricante, sin embargo, esta no es una limitante para mejorar su rendimiento y con algunas modificaciones sencillas y adaptación de nuevas tecnologías se puede mejorar su productividad.

3.4.1.1. Implementación de un servomotor

Las primeras modificaciones a realizar es la implementación de un servomotor que comparado con el motor universal instalado actualmente,

presenta una mayor precisión para abrir y cerrar la capleta, que es la compuerta encargada de dejar pasar producto de la tolva al dosificador.

El servomotor a instalar debe adaptarse a la tensión y frecuencia eléctrica instalada actualmente, además de tener las mismas dimensiones físicas para ser instalada en la parte aérea del dosificador.

Con la implementación de este servomotor se reducirá la variación en la cantidad de llenado, ya que dejara pasar únicamente la cantidad requerida. Esta implementación se apoya con el cambio del timer instalado en el panel de control del dosificador.

3.4.1.2. Selección de un *timer* de mayor precisión

Actualmente el dosificador opera con un *timer* o temporizador analógico de 24 V-AC, con un rango de tiempo programable de 0,05 segundos hasta 100 horas, el tiempo de respuesta máximo es de 100 ms y el rango de error es de $\pm 5\%$ del tiempo programado.

Existen en la actualidad diversos temporizadores que superan estas características, por lo que al seleccionar el nuevo timer debe de cumplir con los siguientes requerimientos mínimos para obtener una mejor eficiencia en el proceso:

- ✓ Temporizador digital para un mejor manejo y de fácil lectura a los operarios.
- ✓ Operar a 24 V-AC
- ✓ Con rango de programación similar al actual o mayor.
- ✓ Con tiempo de respuesta de 30 ms máximo.

- ✓ Rango de error de ± 1 % al tiempo programado.
- ✓ Con memoria programable para guardar 10 valores como mínimo.

Con los avances tecnológicos que se tienen en la actualidad, es fácil encontrar un dispositivo con estas características y a un precio accesible.

El objetivo de que el nuevo tener cuenta con memoria programable es de gran utilidad para guardar los tiempos de llenado que usara el dosificador en las diversas presentaciones del producto, evitando que la programación de los tiempos sean a prueba y error según las estimaciones que realice el operario, además, esto servirá para facilitar y estandarizar el proceso en la línea de producción.

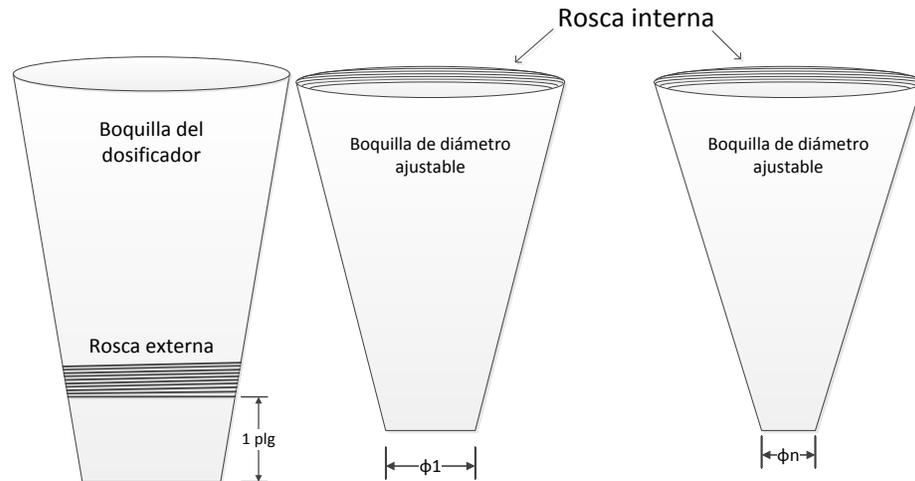
3.4.1.3. Boquilla de diámetro ajustable en la salida del dosificador

Debido a que se manejan diversas presentaciones en el producto y que las bolsas son preformadas y únicamente se realizara el llenado con el producto, es importante considerar ajustar la boquilla en la salida del dosificador.

Se diseñarán diversas boquillas con material inoxidable para cumplir con la norma de inocuidad del producto, que sean intercambiables y se ajusten al tamaño de las bolsas preformadas, facilitando así, el proceso de llenado dejando caer el producto al centro de cada bolsa.

Aprovechando que el tubo de salida del dosificador es cónico, se realizará una rosca externa, una pulgada arriba del extremo inferior y en cada una de las boquillas una rosca interna que se ajusten a la forma cónica del dosificador.

Figura 10. **Diseño de boquillas ajustables**



Fuente: elaboración propia, con base al programa Microsoft Visio.

3.4.1.4. Implementación de mesa con movimiento vertical ajustable

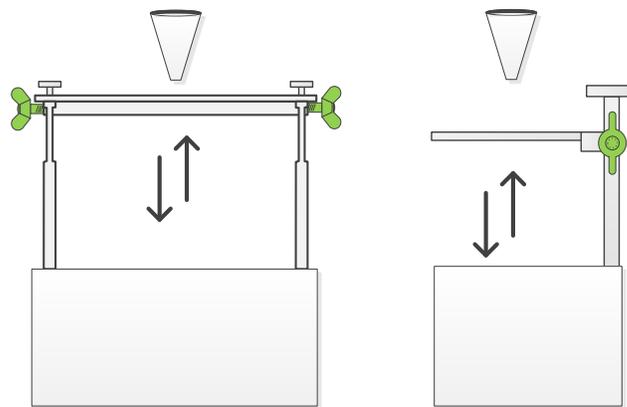
La mesa de trabajo del dosificador se encuentra a una altura fija, lo que provoca que un operario tenga que levantar las bolsas preformadas a la altura del dosificador y debe ser sostenida por otro operario durante el tiempo de llenado, esto es anti-ergonómico y afecta la productividad de la línea de producción utilizando más personal al realmente requerido, especialmente para el llenado de presentaciones pequeñas y grandes.

La modificación en la mesa de trabajo permitirá tener un proceso ergonómico y eficiente, pudiéndose acercar las bolsas preformadas a la boquilla del dosificador, reduciendo el número de operarios en el proceso.

La manipulación para ajustar la mesa de trabajo a la altura deseada es bastante sencilla, ya que solo deben aflojarse los tornillos de palomilla y correr la mesa a la altura deseada y apretar nuevamente los tornillos.

Esta mesa será fabricada de una plancha completamente lisa de material inoxidable, apoyada sobre dos pilares del mismo material sobre los cuales correrá en sentido vertical la mesa de trabajo.

Figura 11. **Mesa de trabajo con ajuste vertical**



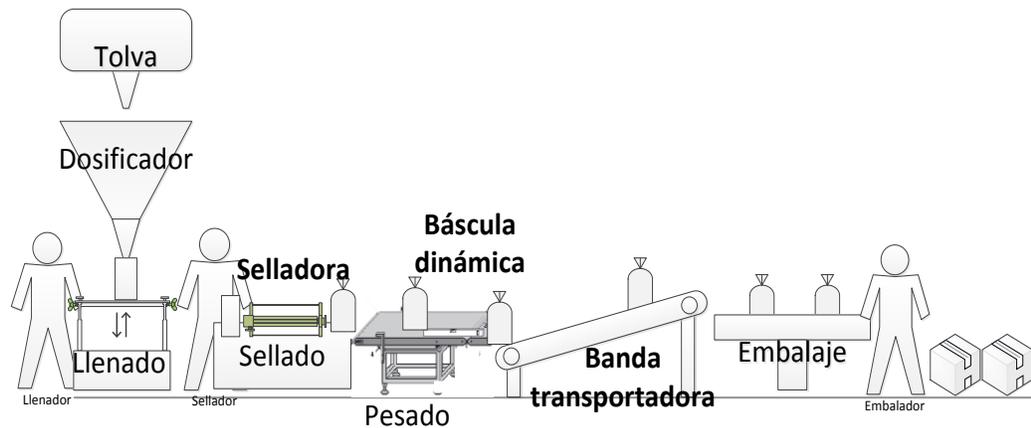
Fuente: elaboración propia, con base al programa Microsoft Visio.

3.5. **Distribución y ubicación del nuevo equipo**

Con las modificaciones ya previstas y el nuevo equipo de pesaje instalado se tendrá una nueva distribución de los procesos en la línea de producción.

La nueva ubicación de los equipos pone al proceso de llenado en primer lugar, seguida del proceso de sellado para pasar posteriormente al área de pesaje dinámico que traslada los productos a la banda transportadora y terminar con el proceso de embalaje.

Figura 12. **Distribución y ubicación del nuevo equipo**



Fuente: elaboración propia, con base al programa Microsoft Visio.

3.6. Nueva distribución de personal

La distribución del personal en la línea de producción también se ve modificada por los cambios realizados. En el proceso completamente manual se tenía un total de cinco operarios de los cuales dos eran de apoyo, con las modificaciones realizadas se reduce a tres el total de operarios en la línea. El personal que estaba siendo subutilizado como apoyo en el área de llenado y el pesaje manual se ubicará en otras tareas de producción.

3.7. Proyección de productividad esperada

Para realizar la proyección de productividad esperada se utiliza la relación que se utilizó para medir la productividad actual:

$$Productividad = \frac{Entradas}{Salidas}$$

Donde las salidas a evaluar son la mano de obra y la capacidad de la maquinaria instalada en la línea de producción. Por su parte las entradas son la cantidad de empaques que cumplen con el contenido neto dentro del rango de tolerancia aceptado, esta cantidad se aumenta con las modificaciones del servomotor y el nuevo *timer* a instalar, ya que el tiempo de respuesta de llenado se disminuye de 100 ms a 30 ms y el error en la programación de tiempos en la etapa de llenado se reduce de 5 % a 1 %, con esto se espera que el porcentaje de productos fuera de especificación se reduzcan en un mínimo del 20 % del porcentaje actual.

Tabla IX. **Parámetros de porcentaje esperados**

Descripción	Actual	Propuesto
Incertidumbre del instrumento	5 gramos	No conocido
Tolerancia admisible	±5 gramos	±5 gramos
Porcentaje de producto fuera de rango	5,85%	4,68%
Porcentaje de merma	2,43%	1,95%

Fuente: elaboración propia.

Conocidos los parámetros de porcentajes esperados de producto fuera de rango y de merma, los factores mejorados para la nueva productividad son los siguientes:

Tabla X. **Factores para medir la productividad**

Factor	Actual	Propuesta
Mano de obra	5 operarios	3 operarios
Capacidad de la maquina instalada	200 empaques por hora	200 empaques por hora
Porcentaje de producto fuera de rango	5,85 %	4,68 %
Salida de producto en buen estado	188 empaques por hora	190 empaques por hora

Fuente: elaboración propia.

$$Productividad\ M.O = \frac{190\ empaques}{3\ hrs.-hombre} = 63,33\ empaques/hrs.-hombre$$

$$Productividad\ de\ capacidad\ instalada = \frac{190\ empaques\ por\ hora}{200\ empaques\ por\ hora} = 0,95$$

Si se compara la productividad actual y la productividad esperada, se puede ver claramente que las modificaciones a realizar representan un aumento en la productividad general que beneficia considerablemente la línea de producción.

Tabla XI. **Productividad actual vs productividad esperada**

Productividad	Actual	Propuesta
Por mano de obra	37,6 empaques/hrs.-hombre	76 empaques/hrs.-hombre
Por capacidad instalada	0,94	0,95

Fuente: elaboración propia.

De lo anterior se puede decir que el montaje de la báscula dinámica y las modificaciones en la línea de producción es completamente factible, pero para garantizar la inversión del proyecto es necesario realizar un análisis financiero que permita determinar si es viable realizar los cambios propuestos en la línea de producción.

3.8. Análisis financiero

Al desarrollar un proyecto de mejora en el sector industria por lo regular representa un alto desembolso de inversión para poder ejecutarlo, es por ello, que dichos proyectos deben estar debidamente bien justificados y deben

garantizar que la realización del mismo es factible y viable, es decir, que por las características técnicas e ingenieriles es posible hacerlo y es sostenible.

Lo que se busca con estos proyectos es incrementar las utilidades netas de la organización a través de un aumento en la productividad o reduciendo los desperdicios de tiempo y materiales que hagan más eficiente los procesos productivos.

Todas las inversiones que se realicen con la finalidad de mejorar los factores mencionados tienen que presentar un retorno rápido para garantizar la inversión. En este caso particular, el análisis financiero se realizará en el período de un año laboral, considerando primordialmente las mejoras en los siguientes aspectos:

- ✓ Mejorar el control de los pesos requeridos en cada presentación de los productos llenados y sellados, asegurando su calidad y la satisfacción del cliente.
- ✓ Reducir desperdicios de producto que no cumplan con las especificaciones requeridas.
- ✓ Automatizar el proceso de producción haciéndolo más eficiente.
- ✓ Mantener en completa disponible la línea de producción a través de un buen servicio de mantenimiento y operación que evite el deterioro del equipo.
- ✓ Reducir el personal subutilizado en la línea de producción.

Para este proyecto el análisis financiero se desarrolla en tres etapas, la primera consta del análisis de la inversión inicial, la segunda etapa se analizará a través del Valor Presente Neto y por último se analizará la Tasa Interna de Retorno.

3.8.1. Inversión inicial y desglose de costos de operación

Tomando en cuenta todos los aspectos para realizar el montaje de la báscula dinámica en la línea de producción y las respectivas modificaciones al sistema actual que garantizan un correcto desempeño del sistema instalado, la inversión inicial es de un monto elevado, la cual consta del equipo elegido que mejor se adapta a las condiciones actuales, que tiene un costo en el mercado de Q. 82 000,00. De todo el proyecto, es el equipo quien representa el mayor desembolso, esto debido a la tecnología y automatización con la que cuenta.

Además del equipo, se considera la compra de un servomotor, el cual remplazara el motor con capleta actual, instalado en la salida de la tolva, su elección se debe a su precisión de apertura y cierre, dejando caer la cantidad de producto requerida para el empaque.

Es necesario el remplazo del *timer* actual, ya que se requiere reducir todas las incertezas posibles, al efectuar este cambio se reduce de 5 milisegundos a 3 milisegundos el error con el cual se deja caer el producto, además este nuevo *timer* tiene la capacidad de controlar 3 equipos, a diferencia del actual que solo puede controlar 1. Esto beneficia el control de la apertura y cierre de la tolva, y el retorno del brazo de para descartar el producto que no cumpla con el peso requerido, dejando una salida para usos posteriores.

Las boquillas móviles para ajusta la altura y salida de la tolva, será de acero inoxidable, las cuales serán trabajadas en un taller de máquinas herramientas convencional, por lo que su costo es bajo.

Se estima la contratación de un técnico electrónico, que hará las graduaciones de los extensómetros, la celda de carga, los sensores y

transductores del equipo, esto con el fin de evitar algún daño al momento de la instalación, si la efectúa alguien sin experiencia.

Entre los materiales a ser utilizados para la instalación están: alambre de cobre, cable UTB, cinta de aislar, protección contra corto circuitos, cajas de registro eléctricos, tubería galvanizada, molduras y canaletas, pernos, tuercas, tornillos, interruptores, disyuntores termomagnético, fusibles, tablero eléctrico, pulsadores, hongo de emergencia, electrodos, angulares y perfiles. De estos materiales, el costo más elevado se efectuará al momento de realizar el cambio del cableado eléctrico y la soldadura de la nueva estructura, la cual se adecuará al espacio físico actual.

Se desglosan de manera general, todos los costos en que se incurren al momento de realizar la instalación en la siguiente tabla, la cual cuenta con la descripción, cantidad y precios de los materiales a utilizarse.

Tabla XII. **Inversión inicial**

Descripción	Cantidad	Precio unitario	total
Balanza dinámica	1	Q 82 000,00	Q 82 000,00
Servomotor	1	Q 5 500,00	Q 5 500,00
Timer	1	Q 4 500,00	Q 4 500,00
Boquillas móviles	2	Q 500,00	Q 1 000,00
Técnico Especialista	1	Q 5 000,00	Q 25 000,00
Materiales	1	Q 8 000,00	Q 8 000,00
TOTAL DE INVERSIÓN INICIAL			Q 126 000,00

Fuente: elaboración propia.

Los costos de operación estimados en que incurre el proyecto ya en funcionamiento se detallan la tabla XIII, se presenta una descripción general de

los costos, indicando de donde viene cada uno de los mismos, pero hay que tomar en cuenta que estos costos son aproximados, ya que se realizan para una proyección de producción similar a la del 2013.

Tabla XIII. **Desglose de costos de operación**

N o	Egreso por	Detalles del egreso	Total
1	Descuentos sobre ventas	Tipo de egreso otorgado por la empresa a clientes especiales. Es un porcentaje de descuento sobre el total de la venta realizada	1,4 % sobre el total de las ventas
2	Mantenimiento	Para el mantenimiento de la maquina se tomara en cuenta los materiales y repuestos a ser utilizados, como cojinetes, sistema de lubricación, aislante eléctrico, reposición o rectificación de piezas gastadas por fricción, refuerzos de soldadura y calibración de rodos.	Q. 850,00
4	Mano de obra	En la línea de producción se encontrarán trabajando dos colaboradores, los cuales estarán ganando el salario mínimo establecido para el 2014 que corresponde a Q. 2 280,34 mensuales, más bonificación de incentivo de Q. 250 mensual. Para el pago de las prestaciones, se pagará el Bono 14 en el sexto mes, correspondiendo medio salario a cada colaborador. El aguinaldo se pagará en el 12vo mes, y corresponde un salario completo a cada colaborador. Además la liquidación se pagara a final del 12 mes correspondiendo un salario por el año laborado a cada colaborador. Las vacaciones serán tomadas por los colaboradores en el transcurso del año.	Q.2 530,34
5	Material de empaque y de embalaje	El material de empaque y de embalaje lo constituyen las cajas de cartón corrugado con capacidad para 24 unidades y bolsas de material aluminizado para capacidad de 2 200g donde se deposita la leche en polvo.	Cajas de Cartón Corrugado Q. 5,00 Bolsas de material Aluminizado Q.1,03
6	Materia prima (leche en polvo)	La materia prima es leche entera en polvo proveniente de Australia, donde se encuentra el Centro de Distribución principal a la cual pertenece la Corporación. La leche ingresa en sacos de 1 600Kg, los cuales según la producción se usan hasta 2,5 sacos	Q.1 100,00 por saco

Continuación de la tabla XIII.

7	Vitaminas	Por el tipo de producto, este es complementado con una dosis de Vitaminas A y D para lograr ser un alimento más nutritivo. Se utilizan 12Kg de vitaminas por cada 1 600Kg de leche.	Q. 50,00 por Kg
8	Energía eléctrica	Para el consumo de energía eléctrica se toman en cuenta los consumos en las oficinas administrativas, (sistema de iluminación y fuerza de 120V) y el consumo de energía de los motores (120V) y los dispositivos electrónicos (12 y 24 V) con los que funcionan las líneas de producción. Para este pago se considera un promedio según los pagos realizados por la empresa el año anterior.	Q. 1 400,00
9	Consumo de agua	Por ser un proceso completamente en seco, el pago por consumo de agua es bajo, ya que solo se utiliza agua para los servicios de los colaboradores de la planta. Al igual que el pago de energía eléctrica, este se considera como un promedio del pago realizado por la empresa el año anterior.	Q. 560,00
10	Materiales e insumos de oficina	Los materiales de oficina a ser utilizados son básicamente papelería, tinta de impresión y otros útiles de oficina (grapapas, clips, lapiceros, tape)	Q 350,00
11	Insumos de limpieza y lavandería	Los insumos de limpieza a ser utilizados serán desinfectantes, escobas, trapeadores, mapas, toallas, limpiadores, papel higiénico, jabón líquido, contenedores de residuos, bolsas para desechos, desengrasantes, aromatizantes, insecticidas, gel antibacterial, cubetas, guantes y recogedores. Buscando siempre mantener un ambiente inocuo y libre de contaminaciones cruzadas	Q 550,00

Fuente: elaboración propia.

El interés a utilizar en los cálculos financieros será la tasa mínima aceptable de rendimiento TMAR, utilizando los valores de inflación, tasa pasiva y tasa activa proporcionados hasta la fecha por el Banco de Guatemala.

Tabla XIV. **Cálculo de interés**

Tasa libre de riesgo (tasa de captación del Banco de Guatemala)	4,74 %
Tasa de inflación (ritmo inflacionario)	4,14 %
Costo de capital (tasa ponderada activa de los bancos)	5,00 %
Riesgo país (BCIE) (obtenido del déficit cuenta corriente del PIB)	4,00 %
Total TMAR	17,88 %

Fuente: Banco de Guatemala, consulta: agosto de 2013.

En el análisis financiero se estiman los valores de costo de mantenimiento, costos de operación y los costos de material de empaque como los egresos principales del proceso, además, se considera la inversión inicial y las utilidades estimadas para la empresa de forma mensual.

Tabla XV. **Valores para el análisis financiero**

Descuentos sobre ventas	1,4% sobre el total de las ventas
Mantenimiento	Q. 850,00
Mano de obra	Q.2 530,34
Material de empaque y de embalaje	Cajas de Cartón Corrugado Q. 5,00 Bolsas de material Aluminizado Q.1,03
Materia prima (leche en polvo)	Q.1 100,00 por saco
Vitaminas	Q. 50,00 por Kg
Energía eléctrica	Q. 1 400,00
Consumo de agua	Q. 560,00
Materiales e insumos de oficina	Q 350,00
Insumos de limpieza y lavandería	Q 550,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Flujo de caja

FLUJO DE CAJA -													
INFORMACION GENERAL		TIMAR			RELACION B/C								
TOTAL DE INVERSIÓN	Q (126 000,00)	VP INGRESOS	Q 235 463,94	17,88%	VP INGRESOS	Q 235 463,94	Q 235 463,94	VP INGRESOS	Q 235 463,94	VP INGRESOS	Q 235 463,94	VP INGRESOS	Q 235 463,94
CANTIDAD DE PRODUCTO CONFORME	1520	VP EGRESOS	Q 203 853,36		VP EGRESOS	Q 203 853,36		VP EGRESOS	Q 203 853,36	VP EGRESOS	Q 203 853,36	VP EGRESOS	Q 203 853,36
PRECIO DE PRODUCTO	Q 27,50	VPN	Q 31 610,57		VPN	Q 31 610,57		B/C	1,155,065,253	B/C	1,155,065,253	B/C	1,155,065,253
ISR	28%	RELACION B/C	1,155,065,253		RELACION B/C	1,155,065,253							
INFLACIÓN	4,14%	TIR	17,83%		TIR	17,83%							
PERIODO	MES 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
VENTAS BRUTAS	Q 41 800,00	Q 43 530,52	Q 45 332,68	Q 47 209,46	Q 49 163,93	Q 51 199,31	Q 53 318,97	Q 55 526,37	Q 57 825,16	Q 60 219,13	Q 62 712,20	Q 65 308,48	
COSTOS DE OPERACIÓN													
Inversión inicial	Q (126 000,00)												
Descuentos sobre ventas		Q 601,60	Q 513,71	Q 526,33	Q 539,47	Q 553,15	Q 567,40	Q 582,23	Q 597,68	Q 613,78	Q 630,53	Q 647,99	Q 666,16
Mantenimiento		Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00	Q 500,00
Materiales y repuestos		Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00
Mano de obra		Q 5 060,68	Q 5 060,68	Q 5 060,68	Q 5 060,68	Q 5 060,68	Q 5 060,68	Q 5 060,68	Q 5 060,68	Q 5 060,68	Q 5 060,68	Q 5 060,68	Q 5 182,04
Materia de empaque y de embalaje		Q 1 880,00	Q 1 957,83	Q 2 038,89	Q 2 123,30	Q 2 211,20	Q 2 302,74	Q 2 398,08	Q 2 497,36	Q 2 600,75	Q 2 708,42	Q 2 820,55	Q 2 937,32
Materia prima (leche en polvo)		Q 2 300,00	Q 2 395,22	Q 2 494,38	Q 2 597,65	Q 2 705,19	Q 2 817,19	Q 2 933,82	Q 3 055,28	Q 3 181,77	Q 3 313,49	Q 3 450,67	Q 3 593,53
Vitaminas		Q 1 254,00	Q 1 305,92	Q 1 359,98	Q 1 416,28	Q 1 474,92	Q 1 535,98	Q 1 599,57	Q 1 665,79	Q 1 734,75	Q 1 806,57	Q 1 881,37	Q 1 959,25
Energía eléctrica		Q 1 400,00	Q 1 400,00	Q 1 400,00	Q 1 400,00	Q 1 400,00	Q 1 400,00	Q 1 400,00	Q 1 400,00	Q 1 400,00	Q 1 400,00	Q 1 400,00	Q 1 400,00
Consumo de agua		Q 560,00	Q 560,00	Q 560,00	Q 560,00	Q 560,00	Q 560,00	Q 560,00	Q 560,00	Q 560,00	Q 560,00	Q 560,00	Q 560,00
Materiales e insumos de oficina		Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00	Q 350,00
Insumos de limpieza y lavandería		Q 550,00	Q 550,00	Q 550,00	Q 550,00	Q 550,00	Q 550,00	Q 550,00	Q 550,00	Q 550,00	Q 550,00	Q 550,00	Q 550,00
TOTAL COSTOS	Q (126 000,00)	Q 14 706,28	Q 14 943,36	Q 15 190,28	Q 15 447,38	Q 15 715,14	Q 16 024,33	Q 16 384,38	Q 16 801,73	Q 17 229,70	Q 17 712,20	Q 18 260,18	Q 18 874,48
BENEFICIO BRUTO		Q 27 093,72	Q 28 587,16	Q 30 142,40	Q 31 762,08	Q 33 448,79	Q 35 194,98	Q 37 004,59	Q 38 899,42	Q 40 823,44	Q 42 789,42	Q 44 800,95	Q 46 861,88
IMPUESTOS		Q 7 586,24	Q 8 004,40	Q 8 439,88	Q 8 893,38	Q 9 365,66	Q 9 849,00	Q 10 343,59	Q 10 859,68	Q 11 398,56	Q 11 961,04	Q 12 548,85	Q 13 162,33
UTILIDAD		Q 19 507,48	Q 20 582,75	Q 21 702,52	Q 22 868,70	Q 24 083,13	Q 25 345,98	Q 26 664,90	Q 28 039,74	Q 29 424,88	Q 30 828,38	Q 32 251,48	Q 33 709,55
DEPRECIACION		Q 1 366,67	Q 1 366,67	Q 1 366,67	Q 1 366,67	Q 1 366,67	Q 1 366,67	Q 1 366,67	Q 1 366,67	Q 1 366,67	Q 1 366,67	Q 1 366,67	Q 1 366,67
FLUJO DE CAJA SIN VALOR RESIDUAL	Q (126 000,00)	Q 20 874,15	Q 21 949,42	Q 23 069,21	Q 24 235,37	Q 25 449,80	Q 26 712,31	Q 28 028,23	Q 29 393,07	Q 30 800,21	Q 32 251,48	Q 33 750,81	Q 35 299,88
VALOR RESIDUAL													Q 65 600,00
FLUJO DE CAJA TOTAL DE ACTIVOS	Q (126 000,00)	Q 20 874,15	Q 21 949,42	Q 23 069,21	Q 24 235,37	Q 25 449,80	Q 26 712,31	Q 28 028,23	Q 29 393,07	Q 30 800,21	Q 32 251,48	Q 33 750,81	Q 35 299,88

Fuente: elaboración propia, con base al programa Microsoft Excel.

✓ Valor Presente Neto

El VPN es uno de los métodos más utilizados para evaluar si un proyecto es rentable, esto se debe a que es un método de evaluación sencillo que considera el flujo que tendrán los ingresos y egresos en el futuro. Si la relación de los ingresos y egresos traídos al presente da un valor positivo significa que el proyecto es viable, si se obtiene un valor negativo el proyecto no es rentable y la inversión solo representa pérdidas.

$$VPN = \sum \left(\frac{\text{Ingreso neto}}{(1 + i)^n} \right) - \text{inversión}$$

El análisis del valor presente neto obtenido para la ejecución del proyecto haciendo a la cantidad de Q. 31 610,57 en su primer año de operaciones, con esto se puede concluir que el proyecto es rentablemente económicamente, ya que brinda ganancias considerables respecto a la inversión realizada.

Para estos cálculos se usó el primer año de operación ya con el equipo instalado, debido a que una de las condicionantes de la ejecución del proyecto es que brindara ganancias en un máximo de 12 meses, además de considerar que interés utilizado para estimar los cálculos es el de la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR= 17,88 %), proporcionada por el Banco de Guatemala, según su consulta en agosto de 2013.

Además que los egresos por operación y mantenimiento son estimados según los costos históricos registrados por la empresa, los cuales pueden presentar alguna variación según las tendencias del mercado.

✓ Tasa Interna de Retorno

La evaluación de proyectos de inversión busca averiguar la conveniencia de una inversión. Para esto se utilizan diversos análisis. Uno de ellos es el cálculo de la Tasa Interna de Retorno.

La TIR es la tasa máxima de interés que se pueden endeudar para no perder dinero en la inversión, es aquella que al ser utilizada como tasa de descuento en el cálculo de un VPN, dará como resultado 0.

La Tasa Interna de Retorno es el valor real del rendimiento de la inversión realizada, es decir, que es un porcentaje de ganancias netas por cada unidad monetaria invertida.

El proyecto presenta una TIR de 17,83 %, esta tasa es menor que el porcentaje de descuento utilizada (17,83 % < 17,88 %), por lo que se puede decir que el proyecto no es rentable, aunque la variación sea mínima, se debe de considerar el margen de error al momento de realizar los cálculos.

$$0 = \text{inversión inicial} + \text{ingresos esperados} \left(\frac{P}{A}, i, n \right)$$

3.8.2. Período de recuperación

El tiempo de recuperación de la inversión se calcula como la relación de la inversión total a realizar y la diferencia entre los ingresos y los costos de mantenimiento y operación. Para el proyecto, la recuperación será a partir del sexto mes de iniciada las operaciones con el nuevo equipo.

$$\text{Período de recuperación} = \frac{\text{Inversión}}{(\text{Ingresos} - \text{Costos})}$$

Tabla XVII. **Relación Beneficio/Costo**

RELACION B/C	
VP INGRESOS	Q235 463,94
VP EGRESOS	Q203 853,36
B/C	1,155,065,253

Fuente: elaboración propia, con base al programa Microsoft Excel.

Utilizando:

$$\text{Beneficio Costo} = \frac{VA \text{ total ingresos}}{VA \text{ total costos}}$$

Este indicador resalta que por cada quetzal invertido se obtendrá Q. 1,155065253, lo cual señala que es rentable, debido a que el criterio de B/C dice que: Si B/C > 1 Aceptar el proyecto. Si B/C < 1 Rechazar el proyecto.

Si se analiza este estudio financiero, se puede indicar que la inversión representa mejoras potenciales en las utilidades de la empresa, esta inversión debe ser prolongada, por lo que es importante crear un plan de seguimiento para garantizar el desempeño de los equipos en la línea de producción.

En relación a la evaluación económica del proyecto se pueden destacar los siguientes puntos:

- ✓ La inversión total incluyendo el capital de trabajo necesario para la puesta en marcha del proyecto se estimó en Q. 126 000,00, con alguna variación por costos ocultos que no fueron detectados en este análisis.

- ✓ Los costos fijos y costos variables han sido estimados con un buen nivel de detalle y en términos relativos no forman parte de las variables críticas del proyecto.

- ✓ Existe un período de recuperación de la inversión corto, 6 meses. La inversión nominal se recupera en estos meses debido al volumen de producción que maneja la empresa, y a la reducción de producto fuera de especificación, que representa menor merma y menor reproceso, además de considerar el ahorro en salarios por requerir de una menor cantidad de personal para operar en la línea de producción.

4. IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

La implementación del proyecto abarca todos los métodos y medidas necesarias para cumplir con los requisitos mínimos y necesarios en el montaje del equipo y pasar posteriormente a su puesta en marcha.

Para realizar una implementación adecuada se consideran en el proceso de instalación, todas las herramientas y recursos a utilizar durante el montaje del nuevo equipo, además de planificar las tareas a realizar y el consumo que se hará de los recursos a utilizar, con esto se puede ver de manera anticipada las actividades a realizar y prevenir atrasos por falta de algún recurso en la instalación.

4.1. Proceso de instalación

El proceso de instalación del nuevo equipo se divide en tres etapas principales que son:

- ✓ Desmontaje del sistema actual.
- ✓ Preparación del espacio físico donde se realizara la instalación, esto incluye todas las modificaciones necesarias.
- ✓ El montaje del equipo con la nueva distribución de las estaciones de trabajo.

Como ya fueron mencionadas anteriormente las especificaciones técnicas del nuevo equipo, las respectivas modificaciones a realizar en las instalaciones actuales y las consideraciones necesarias para realizar el montaje del equipo

en el aspecto eléctrico y mecánico, solo se debe de considerar las recomendaciones dadas por el fabricante sobre el montaje del equipo.

4.1.1. Herramientas a utilizar

Se debe de contar con herramientas adecuadas para realizar la instalación y no dañar las instalaciones ni los equipos, estas son herramientas básicas con las que cuenta todo técnico electricista y de mantenimiento como destornilladores, llaves, pinzas, multímetro, nivel, pulidoras, equipo de soldadura, etc. por lo que no representan ningún aumento adicional en la inversión a realizar.

Un aspecto muy importante es contar con el equipo de protección personal adecuado para disminuir potencialmente el riesgo de que un técnico sufra alguna lesión al momento de realizar su trabajo.

4.1.2. Tiempo programado para la instalación

El tiempo programado para realizar el montaje del equipo debe estar coordinado con la programación de producción, ya que será necesario contar con un tiempo máximo de una semana para realizar la instalación y las modificaciones pertinentes. Se presenta en el siguiente cronograma las tareas a realizar para evitar atrasos y coordinar el avance en la ejecución del montaje.

Tabla XVIII. **Cronograma de actividades**

Actividad	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Desmontaje del sistema actual					
Nuevo cableado eléctrico					
Revisión de nivel del suelo					
Modificaciones al sistema actual					
Montaje del nuevo equipo					
Revisiones y pruebas técnicas					

Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Personal involucrado en la instalación

Para garantizar la instalación es preciso contar con personal calificado, por lo que es pertinente involucrar a los dos técnicos de mantenimiento más tres especialistas, dos en electricidad y uno más en herrería, esto debido a que las tareas de trabajo a realizar son demasiadas y solo se podrá contar con una semana para realizar la instalación más todas las modificaciones en la línea de producción.

4.2. Pruebas técnicas a realizar

Se debe verificar que el suministro de energía eléctrica sea el adecuado a los requerimientos del equipo, además de considerar el espacio físico y las condiciones del ambiente que sean adecuadas para la nueva distribución de los equipos en la línea de producción.

Si todas las características del entorno son adecuadas es conveniente realizar un estudio del suelo donde se realizara el montaje del equipo, con esto garantizamos que las vibraciones no afectarán el desempeño de la báscula dinámica. De encontrarse oscilaciones que afecten el funcionamiento del

sistema, hacer las consideraciones para implementar un sistema de amortiguamiento adecuado para la instalación.

4.2.1. Chequeo de la instalación

Posterior a la instalación es pertinente realizar una revisión del sistema eléctrico y mecánico ya instalado, esto para corroborar que la instalación se hizo bajo las recomendaciones del fabricante y garantizar que la instalación no dañara el equipo al momento de ponerlo en marcha.

4.2.1.1. Partes mecánicas

Se debe chequear toda la estructura de soporte de la línea de producción, que los aprietes en los tornillos sean los adecuados y las uniones por soldadura sean firmes y resistentes, además de verificar que las bandas transportadoras se encuentren libres y sin rozamientos entre los rodillos.

Un aspecto importante es la verificación de nivel que debe tener la celda de carga para evitar daños en el extensómetro, que se encuentre con la tensión adecuada y centrada entre los rodillos.

4.2.1.2. Partes eléctricas

Verificar que el suministro de energía eléctrica sea el adecuado para cada dispositivo en tensión, frecuencia y amperaje, con el calibre del conductor adecuado para soportar las tensiones consumidas y con un dispositivo de seguridad contra cortocircuito y sobrecargas eléctricas, según las características técnicas de cada uno de estos.

Toda la instalación eléctrica del nuevo equipo debe estar según los planos eléctricos proporcionados por el fabricante, se debe verificar la instalación del servomotor y del temer en el dosificador, ya que al ser dispositivos nuevos, es recomendable realizar un nuevo cableado para su instalación.

En general, deben de revisarse todas las uniones de los conductores, que los aprietes de los contactos eléctricos sean adecuados y sobre todo la instalación de los dispositivos de protección y puesta en tierra se encuentren perfectos.

4.2.2. Análisis de vibraciones y de nivel

El análisis de vibraciones y de nivel es uno de los aspectos más importantes a realizar en la instalación del nuevo equipo, esto se debe a que su celda de carga es sumamente sensible y ante cualquier variación en las vibraciones o en el nivel de la cinta de pesaje alteraría las lecturas de los empaques que pasen sobre esta, y al no ser detectadas pueden ocasionar daños irreparables en la unidad de pesaje.

Por esta razón se hace imperioso realizar un estudio del suelo donde se realizara el montaje del equipo y de ser necesario colocar un amortiguamiento según las características de oscilaciones que presente el suelo, además de corroborar el nivel que debe presentar las cinta transportadora, la cual se puede ajustar fácilmente utilizando un nivel de un metro de longitud y maniobrando las patas ajustables del equipo.

4.3. Programación del sistema

La programación del sistema consiste en introducir todos los parámetros de variables al sistema, para ello se hace necesario conocer las funciones principales del sistema dadas en el manual del fabricante.

De esta programación los aspectos más importantes para ajustar el sistema al ritmo de la línea de producción son; el ingreso de los valores de tolerancias aceptables, los tiempos y velocidades de la banda transportadora.

Todos estos se manejan a través de la interfaz de datos del equipo.

4.3.1. Programación de tolerancias

La programación de los límites de tolerancia debe hacerse bajo los nuevos requerimientos de ± 5 gramos de variación del peso real, para programar las tolerancias aceptables de cada presentación de producto, basta con colocar sobre la cinta de pesaje un empaque con el producto requerido y posteriormente introducir el límite inferior y el superior de tolerancia aceptable, salvar los valores y corroborar mediante el método de calibración estático las lecturas de pesaje del producto que debe encontrarse en el rango permisible o de lo contrario emitirá una señal para activar la función de rechazo para el producto fuera de especificación.

Esta programación se realiza solamente una vez para cada presentación, luego el equipo guarda en una memoria interna estos valores los cuales serán reconocidos si pasan posteriormente en una corrida de producción.

4.3.2. Programación de tiempos y velocidades

La cinta de pesaje servirá de nexo de unión entre el área de sellado y la banda transportadora que dirige el producto al área de embalaje, por lo que, la velocidad de la cinta de pesaje y la banda transportadora deben de ser idénticas, esto para mantener un flujo constante en la línea de producción y evitar acumulación de producto en una de las áreas de trabajo.

Para ajustar la velocidad de la cinta de pesaje habrá que modificar el parámetro de frecuencia en el motor que sirve de alimentación a la cinta transportadora, para aumentar la velocidad se debe aumentar la frecuencia y para disminuir la velocidad se debe reducir la frecuencia.

Todos estos ajustes se realizan en el panel de control del equipo en el parámetro de convertidor de frecuencia y el rango de velocidad es de 18 a 30 m/min.

4.4. Capacitación al personal sobre el nuevo sistema

El personal operativo no se involucrará en el proceso de instalación del equipo, únicamente recibirá una capacitación técnica para que se familiarice con el uso del nuevo equipo ya que es totalmente computarizado. Esta capacitación abarcará temas de encendido y paros de emergencia, manejo y programación del sistema, además de aprender a detectar y corregir los errores de programación y lectura que se llegarán a dar por acumulación de producto en el área.

Esta capacitación puede ser brindada durante el período de instalación y ser reforzada posteriormente con algunos temas para que el aprendizaje de los operarios sea constante.

Es conveniente establecer una serie de normas de seguridad para prevenir accidentes que lesionen al personal o deterioren las instalaciones y el equipo, además, se debe enfocar la capacitación al cumplimiento de normativas de saneamiento e inocuidad del producto con el que se está trabajando.

Para optimizar los recursos del Departamento de Mantenimiento, es conveniente capacitar al encargado de la línea de producción sobre aspectos técnicos útiles para darle un mantenimiento autónomo a la línea de producción, a través de una inspección y limpieza diaria de los equipos instalados, esto contribuirá al mantenimiento preventivo y enfocará la labor del departamento de mantenimiento a realizar mantenimientos correctivos y programados.

Tabla XIX. **Plan de capacitaciones**

Objetivo	Dar a conocer el funcionamiento y programación del nuevo equipo a todo el personal operativo de la línea de producción para ejecutar las tareas de forma segura.
Horas	3 horas.
Competencias	Conocimientos básicos en electricidad, mecánica y programación.
Participantes	Colaboradores de mantenimiento y producción.

Fuente: elaboración propia.

5. SEGUIMIENTO

Para garantizar el buen desempeño de la línea de producción y aumentar la vida útil del equipo instalado es necesario darle seguimiento y establecer las rutinas de servicio de mantenimiento que minimicen el riesgo de fallas y deterioro del equipo.

Los servicios de mantenimiento serán programados y básicamente serán preventivos y correctivos para las partes mecánicas y eléctricas de la instalación y se seguirán las especificaciones técnicas del fabricante para las partes más imprescindibles del equipo.

5.1. Servicios y mantenimiento del equipo

Todos los equipos requieren de un servicio de mantenimiento para conseguir que funcionen correctamente durante su operación de una forma segura y fiable, de tal manera que se eviten los paros inesperados por fallas que afecten la productividad de la línea de producción.

Los servicios deben estar estandarizados y programados con procedimientos que involucren al personal de mantenimiento y al personal operativo, con esto tendrá el equipo con total disponibilidad de tiempo y se pueden prevenir daños potenciales al equipo, las instalaciones y sobre todo evitar daños a la salud del personal.

Estos servicios de mantenimiento se dividen en tres rutinas establecidas, dos realizadas por el personal de mantenimiento, siendo las rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo, y otra rutina realizada por el personal operativo como mantenimiento autónomo.

5.1.1. Rutinas de mantenimiento

La prevención es una de las medidas primordiales para evitar percances futuros, es por esto que el mantenimiento preventivo tiene como objeto llevar un control a través de bitácoras que permitan identificar cuando y en que partes del equipo se deben realizar cambios o acondicionamientos para evitar que ciertas piezas fallen ya sea por rupturas o desgaste.

En esta parte se debe prestar una especial atención a los siguientes puntos del equipo:

- ✓ Estado y ajuste de la cinta transportadora
- ✓ Holgura y espacio alrededor de los cables del motor de la cinta de pesaje
- ✓ Evitar el rozamiento o contacto de piezas en movimiento

El mantenimiento preventivo enfocado en las partes eléctricas consiste en verificar la frecuencia, amperaje y tensión consumida por el equipo, revisión y limpieza de los contactos eléctricos, verificación del cableado y estado de los dispositivos de seguridad.

El mantenimiento correctivo se basa en corregir los diversos daños que se han originado por fallas mecánicas, eléctricas, desgastes, mal manejo por parte de los operarios o por una mala reparación realizada por el personal de mantenimiento.

Las correcciones a realizar pueden hacerse una vez detectadas las fallas, y dependiendo de la severidad del daño será necesario realizar un paro en la producción para corregir la avería.

Cuando se realicen las correcciones deben de repararse o cambiarse las partes averiadas con la mayor prontitud, para evitar que los efectos de estas averías provoquen daños a otras partes del equipo, además, se deben utilizar únicamente repuestos originales que estén autorizados por el distribuidor del equipo, esto para garantizar la fiabilidad, seguridad y excelente rendimiento del equipo.

Las rutinas de mantenimiento que realizaran los operarios de producción serán básicamente de inspección del equipo tratando de detectar posibles problemas como ruidos anormales, vibraciones, mal estado de las instalaciones y cualquier otro síntoma que presente el equipo que no sea normal en su funcionamiento diario, el cual, al ser detectado debe ser reportado al Departamento de Mantenimiento para que sea tratado oportunamente.

5.1.2. Hoja de verificación

Esta hoja consiste en un listado de actividades que debe realizar el operador de la maquina antes de iniciar operaciones y después de terminar las mismas, la finalidad de esto es identificar posibles fallas potenciales en el equipo que deben ser tratadas con un mantenimiento preventivo y evitar que ocurran paros inesperados durante la jornada de producción.

Para ello se hace necesario dar una capacitación técnica al encargado de la máquina para que realice acordemente esta rutina de verificación.

Tabla XX. Hoja de verificación de mantenimiento

Hoja de verificación de mantenimiento				
Maquina: Bascula dinámica			Fecha:	Hoja No. #
Actividad	Diario	Semanal	Mensual	Observaciones
Limpieza del equipo				
Verificar que no exista rozamiento entre las partes mecánicas				
Verificar que la cinta de pesaje corra libremente				
Revisar los límites de tolerancia establecidos				
Revisar que la función de rechazo funcione correctamente				
Revisar que los cables eléctricos estén en buen estado				
Verificar que la cinta de pesaje se encuentre a nivel				
Revisar el apriete de los contactos electricos				
Revisión de corriente eléctrica en el sistema				
Limpieza profunda del sistema mecánico				

Fuente: elaboración propia.

5.1.3. Programación del mantenimiento

La programación de mantenimiento debe realizarse según el tipo de servicio que se realice y la profundidad del mismo, por ejemplo, no es lo mismo hacer un mantenimiento correctivo paliativo, que consiste en realizar reparación sin necesidad de paros en la línea, a realizar un mantenimiento correctivo curativo en el que es necesario parar la producción para hacer las reparaciones.

Los paros para mantenimientos generales y a profundidad deben de estar coordinadas con los paros planificados por producción, o bien, cuando la producción este baja y sea posible detener los equipos por un cierto período, todo depende de la flexibilidad, la ejecución y duración de las reparaciones a realizar.

Esta programación de mantenimiento debe estar respaldada por una orden de trabajo autorizada por el coordinador de mantenimiento y el gerente de producción, ya que son los dos departamentos que intervienen en el paro de la producción, además, la orden de trabajo permite documentar los aspectos relevantes sobre el servicio realizado como costos, tiempo de servicio y de entrega, autorizaciones, personal involucrado en el servicio, observaciones generales entre otras.

5.2. Estándares de calibración

Para mantener el estándar de calidad establecido, la calibración es uno de los parámetros fundamentales en la correcta medición del contenido neto de los productos, ya que establece la trazabilidad y validez de las lecturas realizadas por la báscula dinámica comparados con valores reales de pesas utilizadas como patrones de medida.

Los equipos de medición dinámicos y continuos tienden a sufrir abrasiones ocasionadas por el desgaste, lo cual afecta la exactitud y medición de las lecturas tomadas, es por esto, que se debe corregir este fenómeno a través de una calibración estandarizada a través de métodos que permita corregir estos errores.

- ✓ Métodos de calibración: se utilizarán dos métodos, el de calibración estática y el de calibración dinámica. El primero consiste en colocar alternamente la pesa patrón sobre la cinta de pesaje sin que este en movimiento, se compara la lectura con el peso y de ser necesario se ajuste desde la interfaz del equipo el extensómetro para calibrarlo. El método de calibración dinámica consiste en poner en marcha la cinta de pesaje y pasar alternamente la pesa patrón para corroborar las lecturas, del mismo modo se puede ajustar desde la interfaz la calibración del extensómetro según sea necesario.

- ✓ Períodos de calibración: es recomendable realizar la calibración del equipo de medición una vez cada año, esto si las operaciones son óptimas y no haya requerido de un tipo de mantenimiento que alterara la cinta de pesaje o el nivel del equipo, de haberse alterado estos factores, se aconseja realizar una calibración antes de ponerlos nuevamente en funcionamiento. De cualquier modo, el equipo es muy fiable y seguro, y las condiciones medioambientales de las instalaciones son adecuadas para un correcto funcionamiento, por lo que únicamente se debe cuidar de no alterar las condiciones de la cinta de pesaje por mantenimiento u operación que genere un costo innecesario por calibración, esto se previene con una capacitación adecuada al personal involucrado con el manejo del equipo.

La calibración sirve para:

- ✓ Garantizar la incertidumbre que puede alcanzarse con e instrumento de medida.
- ✓ Confirmar si ha existido alguna alteración en el instrumento de medida que pudiera poner en duda los resultados de medidas pasadas.
- ✓ Determinar la desviación entre el valor indicado y el llamado verdadero valor mediante una cadena de medida referida a patrones nacionales o internacionales y conocidas sus incertidumbres.⁹

Como se puede ver, mantener el equipo de medición calibrado asegura un trabajo de calidad y permitirá cumplir con los estrictos parámetros de contenido neto establecidos por los clientes.

5.3. Consideraciones en caso de fallo del equipo

A pesar de que el equipo es muy fiable y de alta calidad constructiva, existe la posibilidad a que llegue a sufrir algún tipo de daño que interrumpa su funcionamiento. Estas fallas pueden ser ocasionadas por los elementos mecánicos en constante movimiento o por daños en los elementos eléctricos de alimentación.

Afortunadamente estas fallas son de detección rápida y de fácil reparación, esto siempre y cuando se cumpla con las especificaciones proporcionadas por el fabricante.

⁹Servicio-Calibración

<http://www.bksv.es/ServiceCalibration/Services/Calibration/WhyAndWhenToCalibrate.aspx>

Consulta: 29 de agosto de 2013.

5.3.1. Fallas mecánicas

Por ser un equipo con mecanismos de transmisión de potencia, la mayoría de las fallas mecánicas que se originan serán ocasionadas por el desgaste de las piezas y partes en contacto que se encuentran en movimiento, estas fallas son inevitables debido a que el uso del equipo será continuo y en algún momento se presentará la fatiga del material de las piezas en movimiento.

Existen elementos principales en el equipo susceptibles a sufrir este tipo de falla mecánicas; los cojinetes, los rodillos tensores, la correa dentada y la cinta de pesaje. Detectar posibles fallas en estos elementos mecánicos es simple y rápido, por lo que se debe efectuar la sustitución de las piezas dañadas para evitar que se produzcan errores en el funcionamiento del equipo, para ello, se requiere tener un *stock* de los elementos sometidos a desgaste, para evitar que el equipo este innecesariamente parado por falta de uno de repuestos para la sustitución.

5.3.2. Fallas eléctricas

Las fallas eléctricas pueden ser originadas por fenómenos del clima lo que conlleva a una sobrecarga en de tensión eléctricas y por mal estado de los componentes eléctricos que afecten la alimentación del equipo.

De darse algún problema con el sistema eléctrico, hay que seguir las siguientes especificaciones proporcionadas por el fabricante:

- ✓ Abrir el armario de conmutación con la llave correspondiente.

Efectuar siempre las siguientes comprobaciones preliminares:

- ✓ Comprobación de la tensión de alimentación.
- ✓ ¿Es correcta la tensión de alimentación?
- ✓ ¿Está dañado el cable de alimentación?
- ✓ ¿Hay presentes 24 V en la regleta de bornes?

Conexiones de cables:

- ✓ ¿Se ha soltado algún cable en la regleta de bornes?
- ✓ ¿Se ha soltado algún cable de alimentación eléctrica?
- ✓ ¿Se ha asegurado la clavija del motor con la horquilla?
- ✓ ¿Está bien conectado el cable de datos?
- ✓ ¿Se ha dañado algún cable eléctrico o de datos?

Comprobación de fusibles:

- ✓ ¿Está intacto el fusible de la regleta de bornes?
- ✓ Para este modelo fusible 5 x 20-4 A de acción lenta.¹⁰

Cuando el equipo quede completamente varado por alguna de estas posibles fallas o alguna otra alteración que impida su funcionamiento, puede optarse por utilizar temporalmente el pesaje manual, esto para evitar que la línea deje de producir mientras se resuelve el problema en el equipo.

¹⁰ Mantenimiento eléctrico. *Instrucciones de Manejo Sartorius módulos WM*. p. # 82

6. ESTUDIO DE RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL

La responsabilidad social empresarial (RSE) se refiere a la participación activa que tienen las empresas con el desarrollo sostenible de su entorno interno y externo, en aspectos económicos, sociales y ambientales sobrepasando las expectativas de manera voluntaria.

La Comisión Europea da la siguiente definición sobre RSE en su folleto *CSR and Competitiveness European SMEs Good Practice* “La Responsabilidad Social Empresarial (RSE o CSR, Corporate Social Responsibility en su expresión inglesa) es la integración voluntaria en las actividades de las empresas y en las relaciones con sus diversos grupos de interés”. Estos grupos de interés son aquellos que tienen una participación directa o indirecta en las actividades de la empresa e influyen en la toma de decisiones de la misma.

“La RSE se preocupa por cuatro ejes principales;

- ✓ El desarrollo humano sostenible de sus colaboradores
- ✓ La productividad de su operación para mejorar su competitividad
- ✓ El manejo ambiental resultante de su actividad productiva, y
- ✓ La comunidad sobre la cual se asienta la empresa”.¹¹

La RSE de las empresas debe impulsar el desarrollo sostenible, y buscar el equilibrio entre sus operaciones y el bienestar social. De tal manera que le da un valor extra a la imagen de la empresa y mejora la relación con el entorno

¹¹ Guate 15/90 ejemplar No. 4
http://www.mediacom.com.gt/guate_1590.html. consultado: 03 de agosto de 2013.

donde opera, haciéndola más rentable, reduciendo sus costos y aumentando progresivamente la reputación de la empresa.

6.1. Principios de responsabilidad social

La RSE debe basarse en dos principios fundamentales, el primero de ellos es la parte legal que impera en la región donde se ubica la empresa a la cual todos se deben regir firmemente, y el segundo principio se refiere a la ética como parte esencial de toda actividad que debe reflejarse con conductas aceptables, y de manera conjunta y bien aplicados, los dos principios brindan un bienestar general que se refleja en el desarrollo integral de todos los que intervienen en las actividades de una empresa.

6.1.1. Legal

Este principio se refiere al cumplimiento de las normativas, leyes y reglamentos aplicables a un determinado territorio, el cumplimiento de este principio es el primer paso que debe optar toda empresa para comenzar a ser considerada socialmente responsable.

Conocer y cumplir las leyes es manejar la empresa bajo el marco legal, pero esto no se refiere solo a leyes nacionales, como reglamentos de trabajo, abarca leyes internacionales como la declaración de los derechos humanos y todas las normas de certificación como ISO, OSHA, HACCP y todas aquellas a las que quiere aplicar una organización.

6.1.2. Ético

Se refiere al comportamiento basado en integridad y honestidad, se hace imprescindible la creación de códigos que dicten el comportamiento de los diversos grupos que intervienen en las actividades de la empresa.

El principio ético se sustenta con los valores empresariales, los cuales no deben ser simples enunciados, sino que se deben practicar firmemente hasta convertirlos en los pilares de operación de las empresas que sirven de referencia para la toma de decisiones, este enfoque se refleja en la misión, la visión y los códigos de conducta y ética de la empresa.

6.2. Ejes de la responsabilidad social empresarial

“A la hora de decidir cómo una empresa puede tener un impacto positivo en la sociedad, se abre un espectro de posibilidades de intervención. Tradicionalmente, las empresas consideraban que “donar dinero” y practicar la filantropía era la forma correcta en que podían incidir positivamente en la sociedad. Ahora, la realidad demuestra que la filantropía es buena, pero de ninguna manera es suficiente para que Guatemala de un salto cualitativo en desarrollo y calidad de vida”.¹²

Debido a que las posibilidades de intervención en RSE para una empresa son muy amplias, estas se centran en siete ejes principales que permiten medir y evaluar la estrategia adoptada por la empresa.

¹² Guate 15/90 ejemplar No. 4
http://www.mediacom.com.gt/guate_1590.html. consultado: 03 de agosto de 2013.

6.2.1. Gobernabilidad

Eje que se basa en los principios y fundamentos éticos de legalidad, cultura organizacional y la transparencia operativa bajo los cuales se espera la gestión de la empresa.

FORUM EMPRESA define el concepto de este eje como: "El sistema por el cual las empresas son dirigidas y manejadas. Determina cómo los objetivos de la empresa se logran, cómo se monitorea y evalúa el riesgo, y cómo se optimiza el desempeño.

Las empresas existen, como consecuencia, del aporte de capital de sus dueños, estén organizados como accionistas o de otra manera. El gobierno en las empresas corresponde a la conducción que se hace de ella. En este ámbito resultan altamente sensibles los siguientes temas: transparencia, equidad corporativa, cumplimiento de responsabilidades y prevención de conflictos de interés. Estos temas aplican a las relaciones tanto internas como externas de la empresa, sin olvidar la importancia que merecen los que conforman grupos minoritarios en la propiedad de las mismas."

6.2.2. Público interno

Hace referencia a mantener un excelente clima organizacional, de tal manera que los colaboradores se sientan apoderados de las actividades que realizan, bajo condiciones óptimas y adecuadas que les permita ser más productivos y contribuyan a su desarrollo personal.

Para FORUM EMPRESA, la definición de público interno, es la siguiente: "Público interno es el grupo de personas que conforman una institución y que

están directamente vinculadas a ella. En el caso de una empresa, el público interno está conformado por accionistas, directivos, colaboradores, trabajadores, y contratistas."

6.2.3. Medio ambiente

Cuidar el entorno natural donde opera la empresa es esencial y un enfoque primordial de RSE, a través de este eje y siendo cuidadosos de los recursos que se emplean para producir, se puede lograr aumentar la productividad y la rentabilidad de la empresa, ya que se utilizarán los recursos eficientemente y a un menor costo de producción.

La responsabilidad ambiental busca reducir el impacto negativo de las operaciones que realice la empresa y así asegurar de manera sostenible los recursos naturales en el ambiente.

6.2.4. Proveedores

En la cadena productiva, toda empresa que ha decidido optar por la RSE debe asegurarse de mantener una relación responsable y sostenible con sus proveedores. Esta abarca las políticas y procedimientos de cómo se manejan las materias primas, la recepción y pago de las mismas con el fin de formar una estrategia de apoyo entre proveedor, productor y consumidor que concluyan con un negocio responsable y apegado a los lineamientos de operación establecidos.

6.2.5. Mercadeo

Las políticas de mercadeo deben expresarse con principios éticos responsables que hagan una competencia justa en precio y publicidad, que garanticen y aseguren la calidad de los productos. Esto se refleja con una pronta y profunda penetración en el mercado objetivo, el cual garantiza la lealtad del consumidor debido a la transparencia entre productor y consumidor.

Este eje implica mejorar el servicio al cliente, realizar mejoras al producto que se adapten a los requerimientos del consumidor, establecer estándares de calidad, realizar transacciones comerciales transparentes y campañas publicitarias responsables.

6.2.6. Comunidades

Mantener excelentes relaciones y de mutuo beneficio con los grupos de interés externo permiten alcanzar el desarrollo sostenible con las comunidades, aumentando la reputación y la imagen de la empresa ganando la confianza de la sociedad. Es claro que para lograr el desarrollo sostenible se hace necesario trabajar bajo el principio de corresponsabilidad que permitan una relación ganar- ganar para la comunidad y la empresa.

“Contribuir al desarrollo sostenible y mejora de las condiciones de vida de las comunidades inmediatas en donde opera la empresa y donde tenga intereses comerciales. Esta relación implica una responsabilidad compartida, genera confianza por parte de los miembros de la comunidad y construye una buena reputación para la empresa”.¹³

¹³ CentraRSE en Guatemala. <http://centrarse.org/>. Consulta: 05 de agosto de 2013.

6.2.7. Política pública

La participación directa en políticas públicas privadas debe adquirirse como un compromiso en el sector empresarial, el objetivo es que estas políticas permitan tener un impacto significativo en el desarrollo sostenible a nivel país y se vea reflejado en el bienestar de la sociedad en general a un largo plazo.

Es conveniente iniciar con políticas que involucren al círculo de acción más cercano (comunidades) para luego abarcar políticas que involucren el desarrollo a nivel nacional.

6.3. Beneficios de aplicar la RSE

La práctica de responsabilidad social empresarial en una empresa representa beneficios en tres aspectos principales; financieros, costos operativos, reputación e imagen de la empresa. Estos beneficios pueden medirse a un mediano y largo plazo, reflejándose un desarrollo sostenible de la empresa y su entorno.

El desempeño financiero se ve beneficiado gracias al aumento del volumen de ventas haciendo más cotizado el producto en el mercado agregándole valor a la empresa.

La reducción de los costos operativos incrementan la rentabilidad de la empresa, ya que se disminuyen los gastos de operación, se optimiza la utilización de los recursos asignados en cada departamento, se da una disminución de los desechos y una mejora en la eficiencia energética previniendo la contaminación y el aprovechamiento de los recurso en la comunidad.

La imagen pública y reputación de la empresa, es esencial para atraer consumidores que se sentirán identificados con la marca, lo que da un mejor posicionamiento en el mercado.

Es decir, que la aplicación de RSE permite aumentar la competitividad de la empresa creando un impacto positivo en los siguientes aspectos:

- ✓ Productos y procesos mejorados.
- ✓ Retención de trabajadores, mejorando su motivación, creatividad e innovación.
- ✓ Mejor reputación de la empresa lo cual eleva al imagen del producto.
- ✓ Incremento de la rentabilidad gracias a una reducción de costos de operación.
- ✓ Mayor participación en el mercado.

Tabla XXI. **Beneficios de RSE**

Benéficos tangibles	Beneficios intangibles
Reducción de costos operativos	Valoración de la imagen institucional y de marca
Mejora de la productividad	Mayor lealtad del consumidor
Crecimiento del ingreso	Mayor capacidad de atraer y retener talentos
Acceso a mercados y capitales	Capacidad de adaptación
Gestión de recursos humanos	Mejora relaciones con la autoridad
Acceso a financiación más económica	Longevidad y disminución de conflictos
Contribución al crecimiento económico	Posicionamiento y diferenciación de marca

Fuente: MOMBERG, Reyno. *Responsabilidad social empresarial*. p. 15.

6.4. Implementación de la RSE como ventaja competitiva de la empresa

Según Michael Porter la ventaja competitiva trata de “Ser diferentes. Es decir, seleccionar una serie de actividades distinta a las que otros han seleccionado, para ofrecer una mezcla única de valor”.

Pero alcanzar esa diferencia en el mercado actual es complicado por la gran participación de productos similares, y ya no es suficiente con brindar productos de buena calidad y a un excelente precio. Los consumidores son cada vez más exigentes con tendencias que marquen un desarrollo sostenible a través del desempeño social y responsable de las empresas productoras.

Este desempeño socialmente responsable puede convertirse en una ventaja competitiva a través de la implementación de RSE, que será difícil de igualar por la competencia y desarrolle un mejor posicionamiento del producto en los consumidores.

Esto no consiste solo en cumplir con los aspectos legales, por el contrario, estos deben ser los niveles mínimos a cumplir y a partir de estos desarrollar actividades y tomar decisiones que conjuguen el compromiso ético de la empresa y las necesidades identificadas del entorno de la misma, que contribuyan a mejorar la calidad de vida de los involucrados en las actividades de la empresa, el mantenimiento y mejoramiento de las condiciones ambientales y sociales, brindar una excelente imagen corporativa y de marca que aumente la rentabilidad reflejándose todo esto como un desarrollo sostenible para el país.

Para optar la RSE como una ventaja competitiva es necesaria la integración de cambios en la dirección estratégica de la empresa, la cual debe identificar las necesidades del entorno interno y externo y enfocar la visión, misión, objetivos y valores a satisfacer las necesidades de todos los grupos de interés.

El tomar estos cambios en la gestión de la empresa, darán un impacto positivo en la sociedad lo cual representará una ventaja sobre otras empresas ganando posición en el mercado y reflejando resultados económicos favorables.

6.4.1. La empresa y su entorno

MAESA está dispuesta a abordar la responsabilidad social como una herramienta clave de diferenciación que mejore su competitividad de manera interna y externa enfocados en hacer las cosas de forma diferente y responsable, es por ello que desde 2002 se han venido realizando estudios de impacto ambiental, mitigando los efectos potenciales de contaminación del ambiente y la dirección de la empresa considera que es momento de involucrarse más con el desarrollo del entorno donde opera.

Ubicada en el área industrial de ciudad San Cristóbal, Mixco, MAESA opera en un área de 750 m² y está limitada por bodegas industriales a su alrededor y una calle asfaltada que le permite tener un fácil acceso desde el boulevard principal. En el sector se cuenta con los servicios básicos de agua potable, suministro de energía eléctrica, sistema de drenajes de aguas residuales y desechos sólidos que facilitan las operaciones desarrolladas por las industrias instaladas en el lugar.

Actualmente únicamente se cuenta con un programa para el desarrollo del área industrial A-5 de ciudad San Cristóbal y consiste en la pavimentación de las calles y avenidas del sector, el cual se ha estancado por la poca intervención y organización de todas las empresas que ahí operan, lo que no refleja el interés por el desarrollo del lugar.

La influencia que tendrá la RSE de la empresa involucra al entorno interno como participante directo en las actividades que se desarrollarán y en este grupo intervienen la dirección y personal operativo que deben trabajar conjuntamente para mejorar las condiciones laborales que deben reflejarse para brindar seguridad al entorno externo conformado por los proveedores, clientes, la comunidad local y todas las organizaciones de la sociedad civil y la relación con estos grupos de interés deben de ser seguros para el cumplimiento de sus expectativas y el cumplimiento de sus necesidades.

6.4.2. Aspectos generales de la comunidad

Para determinar el grado de participación que tendrá la empresa en el desarrollo de la comunidad donde opera, es importante desarrollar el sentido de pertenencia de la empresa al sector, ya sea por ubicación geográfica, valores compartidos, roles de participación interna y externa o por el impacto que por sus operaciones la empresa causa al ambiente.

Debido al crecimiento poblacional en el municipio de Mixco, se han establecido áreas residenciales en un radio aproximado de 4 km. Alrededor del sector industrial A-5 de ciudad San Cristóbal, el cual ha traído consigo la instalación de centros educativos y centros comerciales en las cercanías del lugar que tienen una participación directa como grupo de interés externo en las operaciones de la empresa.

De los factores que más aquejan a estos grupos de interés es el deterioro de la calle principal por el tránsito de transporte pesado en el lugar y la poca participación que tienen las empresas con el cuidado de las mismas.

Además, de no existir una participación de las empresas en el cuidado del área boscosa y otros recursos naturales, los cuales se ven contaminados o agotados por las actividades industriales.

De las acciones que la empresa debe tomar para trabajar con este grupo de interés, el dialogo se debe generar de manera imperiosa para conocer las expectativas y lograr la integración de los participantes en el desarrollo de programas que mejoren la infraestructura del sector, contribuir con el desarrollo económico y social de la comunidad y la participación conjunta comunidad-empresa en programas de voluntariado para la sostenibilidad del medio ambiente.

6.4.3. Comunicación interna y externa

La comunicación es una estrategia para garantizar el éxito de un programa de RSE ya que es importante que los métodos de aplicación y resultados obtenidos sean comunicados de manera clara para que sean comprendidos por los diferentes grupos de interés.

La comunicación interna está ligada a la planificación y operación de todas las actividades que involucren a todo el personal y los haga partícipes de los planes de trabajo para la implementación de los planes y programas de RSE de manera activa, despertando el interés de participación, favoreciendo la iniciativa y la creatividad, por otro lado, la comunicación externa servirá para conocer el entorno, sus necesidades y expectativas para luego elaborar y dar a

conocer los planes de trabajo y el involucramiento que tendrá la empresa y la comunidad con la ejecución de estos planes.

El objetivo principal de una buena comunicación es aumentar la confianza de los diversos grupos que participarán, obtener mejores resultados y mejorar la relación de la empresa con la comunidad, para lograrlo, se deben utilizar de manera eficiente los canales de comunicación utilizados, los canales internos pueden ser tableros de información, correos electrónicos, boletines o afiches. Mientras que para la comunicación externa pueden realizarse conferencias, utilización de medios de comunicación masivos y populares o bien aprovechar la intervención de una ONG para mediar los planes de trabajo entre los grupos de interés.

6.4.4. Plan de trabajo de voluntariado

El voluntariado representa el compromiso que la empresa tiene con el bienestar y desarrollo de su entorno brindando recursos económicos, humanos y tecnológicos, consiste en promover y animar a la participación de sus colaboradores a ofrecer su tiempo, conocimientos y habilidades para desarrollar actividades al servicio de la comunidad. Los planes de voluntariado generan beneficios al trabajar de manera conjunta y positiva la comunidad, los colaboradores y la empresa.

Para que un plan de voluntariado sea exitoso debe promoverse dentro de la empresa de tal manera que todos sepan lo que se realizará y despertar el interés de participación de los colaboradores, para ello, es indispensable promover campañas de concientización y reflexión, luego se pasa a identificar las necesidades y prioridades existentes en la comunidad, se establecen los recursos a utilizar y asignarlos en el programa de voluntariado desarrollado.

Con toda la información se diseña el proyecto y se realiza su difusión a los participantes internos y externos, dándole seguimiento a su ejecución y promoviendo la vinculación de otras organizaciones a programas paralelos.

El desarrollo de los planes de voluntariado representa una estrategia empresarial que trae consigo una serie de beneficios y agregan valor a los participantes. Para la comunidad el voluntariado representa un crecimiento sostenible y atrae más inversión de empresas en la comunidad creándose oportunidades de crecimiento económico.

Para los colaboradores de las empresas significa fortalecer su desarrollo integral, elevar su moral a través de experiencia ganada al trabajar de manera solidaria, fortalece sus habilidades de trajo en equipo haciéndolos más participativos y creativos. Para la empresa los beneficios son mayores, ya que mejora su imagen y reputación, fortaleciendo su relación con el entorno, mejora el clima organizacional y genera un sentido de pertenencia de los empleados, haciéndolos más productivos y participativos con las políticas de la empresa.

6.4.5. Plan de donaciones de producto

El plan de donación de producto no debe interpretarse como filantropía, por el contrario, debe considerarse como una herramienta estratégica que refleje los valores éticos sobre responsabilidad y bienestar del entorno donde opera la empresa.

Al ser una empresa del sector alimenticio, las donaciones deben ir dirigidas como apoyo para el desarrollo de los sectores necesitados en la comunidad, como escuelas públicas o sectores con problemas nutricionales. Pero deben tomarse las precauciones pertinentes para no mal interpretar estas

actividades de RSE con la evasión de impuestos, es por esto, que el compromiso de la empresa con esta práctica debe ser verídico y debe representar un beneficio para la comunidad, y no hay mejor manera que contar con el apoyo de instituciones no lucrativas, como ONG, para que canalicen y regulen este plan de trabajo, administrando los recursos aportados por la empresa, de tal modo que los beneficios se vean reflejados en el mejoramiento de la calidad de vida de los receptores.

6.4.6. Plan de inversión social y ambiental

La inversión social consiste en la contribución financiera de parte de las empresas para favorecer con el desarrollo de la comunidad donde operan. Esta inversión se realiza sin buscar la mejora en la rentabilidad o las operaciones de la empresa, su interés particular es fortalece las relaciones con la comunidad, sin embargo, este tipo de inversiones generan un valor agregado a las empresas, haciéndolas más competitivas y aumentando su volumen de ventas debido a la buena imagen que gana la empresa por generar valores compartidos con la comunidad.

La inversión social busca desarrollar proyectos que mejoren las condiciones de vida de la comunidad como infraestructura, salud y educación. Estos proyectos deben involucrar directamente a la comunidad, de tal manera que sean financiados en su mayor parte por las empresas y administrados por dirigentes de las comunidades.

Esta inversión debe involucrar una mejora en los aspectos ambientales que se encuentran en el área donde interviene la empresa con sus operaciones. Las inversiones para el mejoramiento del medio ambiente abarca desde campañas de educación ambiental hasta el cambio de equipos y maquinaria

con tecnología moderna que reduzca el consumo de energía y sean menos contaminantes para el ambiente. También es importante considerar la reducción, reutilización y reciclaje de todos los insumos y materiales que se utilizan en las operaciones de la empresa, lo cual, representa un ahorro en costos reflejándose un aumento en la rentabilidad.

CONCLUSIONES

1. Los equipos de medición dinámica se ven alterados por una serie de factores que influyen en su rendimiento, estos factores son específicos a las características físicas del lugar donde se realizara la instalación como: humedad, temperatura, viento, características del suelo, vibraciones e inducción electromagnética de otros equipos instalados alrededor. Considerar estos factores es trascendental para seleccionar un equipo que se adecue al sistema actual.
2. La implementación de tecnología moderna en el proceso de llenado, las modificaciones estructurales y la nueva distribución de equipos y tareas en la línea de producción, garantizan la inversión del montaje de la báscula dinámica, ya que se convertirá el proceso a un modo automatizado y por ello productivos.
3. El montaje del nuevo equipo se debe realizar en tres etapas principales que son; desmontaje del sistema actual, preparación del espacio físico con las modificaciones estructurales necesarias y el montaje propiamente del equipo con la nueva distribución de tareas. Esto debe estar planificado para evitar atrasos por falta de algún recurso y coordinado con el departamento de producción para tener el tiempo necesario de realizar el montaje.

4. La calibración de la báscula dinámica debe realizarse una vez al año o cada vez que la cinta de pesaje haya sufrido alguna alteración o modificación en su operación regular, esta calibración debe realizarse según los métodos de calibración estática y dinámica.

5. Para evitar el deterioro del equipo y prolongar su vida útil, se debe garantizar su correcto funcionamiento a través de una rutina de verificación diaria realizada por el operario encargado de la línea de producción, además, se deben de seguir las rutinas programadas de mantenimiento preventivo y corregir las fallas mecánicas y eléctricas que se presenten de manera inmediata a través del mantenimiento correctivo.

RECOMENDACIONES

1. Considerando el análisis financiero, es necesario verificar la reducción de costos u optar por la compra de otro equipo más barato, ya que se comprueba que el rendimiento de la línea de producción es mejor con este sistema de pesaje automático y no con el sistema actual.
2. A pesar de que el equipo se adecua perfectamente a las características físicas del lugar, se debe verificar que el suelo donde se instalará el equipo este a nivel y que las vibraciones ocasionadas por los otros equipos no sean muy grandes, de ser necesario debe considerarse la colocación de algún amortiguamiento en las patas del equipo.
3. Se debe verificar el estado de todo el cableado de alimentación eléctrica de la línea de producción, que tenga la frecuencia y voltaje que requiere el equipo, de ser necesario se deben de cambiar los cables y dispositivos de seguridad que estén dañados o presenten un riesgo potencial de sufrir algún daño.
4. Para coordinar y planificar adecuadamente el tiempo requerido para la instalación, es preciso estimar anticipadamente la proyección de producción y considerar el periodo de producción baja, esto para pedir el equipo con tiempo anticipado y evitar tenerlo almacenado en la planta y correr el riesgo de que se dañe.

5. La calibración del equipo por los dos métodos a utilizar debe realizarse con una pesa patrón que cuente con la certificación del laboratorio de metrología de Guatemala.

6. Se debe mantener un *stock* considerable de repuestos para darle mantenimiento de manera oportuna y rápida a las partes mecánicas que se encuentran en movimiento y sufran desgaste.

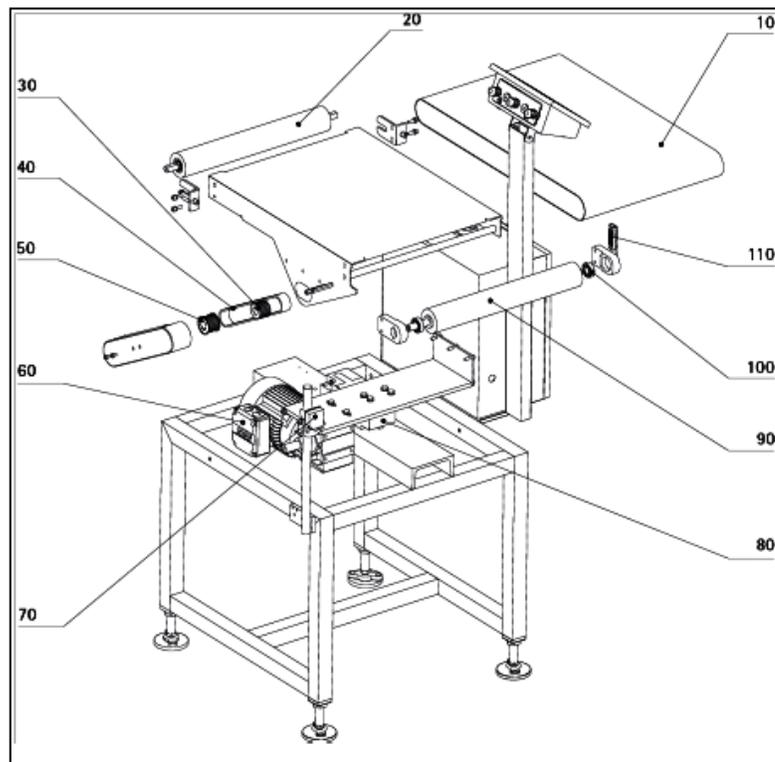
BIBLIOGRAFÍA

1. BERNAL, Sandra. *Mejoramiento del proceso de empaque de los productos en polvo de 25 kg.* En la empresa. Trabajo de grado. Pontifica Universidad Javeriana, Bogotá, 2007. 72 p.
2. EURAMENT. *Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático*, cg-18, v.02, 2009. 88 p.
3. INCOTEC, *Industrias Alimentarias. Productos alimenticios empacados. Contenido neto, NTC2167.* Primera actualización. Bogotá, D.C. INCOTEC, 1995.
4. JUÁREZ CORONADO, Edgar Ricardo. *Simbología industrial aplicada al curso de instrumentación mecánica.* Trabajo de graduación Ing. Mecánico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2009. 66 p.
5. MAX MOYA, Ariel Fernando. *Montaje de báscula dinámica en el proceso de selección de peso de pollo beneficiado.* Trabajo de graduación Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2011. 143 p.
6. REYNO MOMBERG, Manuel. *Responsabilidad Social Empresarial (RSE) como ventaja competitiva.* Tesis de Grado MBA, Universidad Técnica Federico María, 2006. 85 p.

7. ROS MORENO, Antonio. *Mantenimiento Industrial (Recopilación)*. Cartagena, Murcia. 2010. 191 p.
8. SARTORIUS, Mechatronics. *Instrucciones de manejo, Sartorius módulos WM, pesaje en movimiento*. WWM6001 –s 11057. Alemania. 2011. 98 p.
9. VASSAUX CASTRO, Luis Pedro. *Instalación de equipos de pesaje en banda transportadora para totalizar la producción de productos terminados*. Estudio especial de graduación Msc. en artes en ingeniería de mantenimiento. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2007. 23 p.

ANEXOS

Disposición de elementos que conforman el equipo



Fuente: Sartorius AG. *Manual de instrucciones*. p. 84.

Disposición de elementos en el equipo

Posición	Denominación
10	Cinta transportadora
20	Rodillo
30	Rueda dentada del rodillo de accionamiento
40	Correa dentada
50	Rueda dentada del motor
60	Motor
70	Barrera de luz tipo N
80	Célula de pesaje
90	Rodillo de accionamiento
100	Rodamiento de bolas
110	Reflector

Fuente: Sartorius AG. *Manual de instrucciones*. p. 84.

Errores, posibles causas y resoluciones

Mensaje de Error	Causa → Posible solución
H	Rango de medición excedido → Descargar la cinta de pesaje
L	La cinta de pesaje no está colocada → colocar la cinta de pesaje
ERR 101	Teclas atascadas, tecla accionada durante el encendido → Soltar la tecla o consultar al servicio técnico de Sartorius
ERR 320	Memoria de programación de funcionamiento defectuosa → Consultar al servicio técnico de Sartorius
ERR 340	Parámetros de funcionamiento (EEPROM) defectuosos → Consultar al servicio técnico de Sartorius
ERR 341	La memoria RAM ha perdido datos, batería vacía → Dejar conectado el aparato como mínimo 10 horas
ERR 343	Perdida de datos en la memoria: número de transacción de la memoria ALIBI externa → consultar al servicio técnico de Sartorius
INF 01	La salida de datos no coincide con el formato de salida → Realizar el ajuste correcto en el Setup
INF 02	No se han cumplido las condiciones necesarias para el ajuste, p. ej. No está tarada o el platillo de pesaje contiene carga → Ajustar solo cuando la pantalla indique cero Descargar balanza Tarar con la tecla)
INF 03	El proceso de calibración no se ha completado durante el tiempo

	presito → Mantener el tiempo de precalentamiento y volver a ajustar
INF 08	Bascula demasiado cargada para poder poner a cero → Compruebe si durante el procedimiento de ajuste se cumplieron las instrucciones del punto “Rango de ajuste puesta a cero “ (1.12)
INF 09	Con cero bruto no es posible el tarado → Poner la báscula a cero
INF 10	No es posible tarar con la memoria de tara ocupada → Solo se puede volver a tarar después de borrar el programa de aplicación
INF 22	Error de toma de referencia, peso insuficiente → Colocar un peso mayor
INF 23	Error al inicia una aplicación → Consultar al servicio técnico de Sartorius
INF 29	No se alcanza la carga mínima → Reducir la carga mínima (en la aplicación, punto de menú 3.6)
INF 71	No es posible tomar el valor de medición (o valor introducido) (p. ej. Alcanzado el máximo de contador) → Ninguna
INF 72	No es posible tomar el valor de medición (o el valor introducido) (p. ej. Límite de control demasiado pequeño o grande) → Ninguna
INF 73	Los datos guardados se han borrado o no son legibles → Consultar al servicio técnico de Sartorius
INF 74	La función está bloqueada (p. ej. El menú está bloqueado) → Ninguna
INF 98	No se ha conectado ninguna plataforma → Consultar al servicio técnico de Sartorius
INF 99	No se ha conectado ninguna plataforma → Consultar al servicio técnico de Sartorius
N0 WP	No se ha conectado ninguna plataforma → Consultar al servicio técnico de Sartorius

Fuente: Sartorius AG. *Manual de instrucciones*. p. 88.

Averías, posibles causas y resoluciones

¿Qué ocurre, si?	Causa posible	Solución
En la pantalla no aparecen segmentos de indicación	No hay tensión de funcionamiento	Comprobar la alimentación eléctrica
El resultado del pesaje cambia continuamente	Lugar de colocación inestable (p. ej. Demasiadas corrientes de aire)	Colocar protección contra corrientes de aire

La balanza no acaba de estabilizarse	Cuerpo extraño en el plato de pesaje	Eliminar los cuerpos extraños
El resultado de pesaje es incorrecto	La balanza no está ajustada	Ajustar báscula
	La balanza no ha sido tarada	Tarar antes de pesar
	La balanza no se ha ajustado con el nivel	Ajustar a nivel
	Cable del motor incorrectamente tendido	Corregir la posición del cable del motor
	Suciedad en el producto	Eliminar la suciedad
No hay transmisión de datos	Conector de datos incorrectamente insertado	Comprobar el conector
	La salida de datos está dañada	Información al servicio técnico
	Ajuste de menú de la interfaz	Comprobar ajustes
El motor no arranca	No se ha introducido ningún artículo	

Fuente: Sartorius AG. *Manual de instrucciones*. p. 89.