



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

**IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE MANEJO DE
HARINA EN LA EMPRESA BIMBO DE CENTROAMÉRICA S. A.**

Danny Osman Santos Figueroa

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, mayo de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE MANEJO DE
HARINA EN LA EMPRESA BIMBO DE CENTROAMÉRICA S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DANNY OSMAN SANTOS FIGUEROA
ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MAYO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL I	
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
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
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
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:

IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE MANEJO DE HARINA EN LA EMPRESA BIMBO DE CENTROAMÉRICA S. A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 7 julio de 2012.



Danny Osman Santos Figueroa

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de enero de 2015
REF.EPS.DOC.51.01.15.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Danny Osman Santos Figueroa** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200010684, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE MANEJO DE HARINA EN LA EMPRESA BIMBO DE CENTROAMÉRICA S.A.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Edwin Estuardo Serrano Zepeda
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo
EESZ/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de enero de 2015
REF.EPS.D.44.01.15

Ing. Julio César Campos Paiz
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE MANEJO DE HARINA EN LA EMPRESA BIMBO DE CENTROAMÉRICA S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Danny Osman Santos Figueroa** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.Mecanica.137.2015

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Supervisor, con la aprobación del Director del Departamento de EPS, del trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE MANEJO DE HARINA EN LA EMPRESA BIMBO DE CENTROAMÉRICA, S.A.** Del estudiante **Danny Osman Santos Figueroa**, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"



MA. Ing. Julio Cesar Campos Paiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, mayo de 2015.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 210 .2015

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, al Trabajo de Graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE MANEJO DE HARINA EN LA EMPRESA BIMBO DE CENTROAMÉRICA S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **Danny Osman Santos Figueroa**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Decano en Funciones



Guatemala, 20 de mayo de 2015

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser el ente creador de mi vida y poner dos ángeles guardianes a mi lado.
- Mis padres** Maritza Pérez y Sergio Vernon, por ser las personas más importantes de mi vida. En cada paso de la vida me brindan amor, sabiduría y un apoyo incondicional hacia mi desarrollo. Amo a cada uno de ustedes infinita y eternamente agradecido.
- Mis familiares** Familias Vernon y Pérez, por darme el apoyo incondicional en la formación de mi carácter, por ser esas personas que estimo y valoro más que nada en mi vida.
- Mis amigos** Por convertirse en mi segunda familia, por todo el cariño recibido, consejos y muchas experiencias que nos quedan por vivir.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la vida y salud para alcanzar una meta más.
Ingenieros asesores	Por su tiempo, apoyo, guía y conocimientos transmitidos para la realización de este proyecto.
Facultad de Ingeniería	Por ser la casa de estudio de alto rendimiento que me brindó las mejores herramientas para aprender y fomentar la carrera profesional.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme formar parte del <i>alma máter</i> que me ofreció todas la herramientas para desarrollarme académicamente y alcanzar el sueño de ser ingeniero.
Vidriera de Guatemala	Por ser la compañía industrial que confió en mis capacidades para desarrollar el proyecto de investigación dentro de sus instalaciones.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Generalidades de la empresa Bimbo de Centroamérica S. A.	1
1.2. Descripción de la empresa	1
1.3. Misión y visión	4
1.4. Objetivos.....	4
1.5. Políticas generales	5
1.6. Descripción de la estructura organizacional	5
1.7. Productos ofrecidos por la institución	7
1.8. Principios de manejo de materiales	8
2. FASE DE INVESTIGACIÓN	19
2.1. Análisis del sistema actual de manejo de harina	19
2.1.1. Diagrama de proceso del área de Harina	20
2.1.2. Diagrama de flujo del área de Harina	22
2.1.3. Demanda y costo de harina en las líneas	24
2.1.4. Problemas en el sistema.....	24
2.2. Descripción del equipo	26

2.2.1.	Silos de harina y accesorios	27
2.2.2.	Sopladores de harina	39
2.2.3.	Dosificadores de harina	40
2.2.4.	Planos	41
2.2.4.1.	Planos de cimentación	42
2.2.4.2.	Planos de posicionamiento del equipo.....	44
2.2.5.	Análisis de las condiciones ambientales de trabajo	45
2.3.	Descripción del sistema de manejo de harina propuesto	47
2.3.1.	Alcance.....	48
3.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	51
3.1.	Implementación del sistema de manejo de harina propuesto....	51
3.2.	Diagrama de proceso de manejo de harina	51
3.3.	Diagrama de flujo de manejo de harina.....	55
3.3.1.	Habilitación de dos silos	56
3.3.1.1.	Descripción de los silos	56
3.3.1.2.	Condición física actual de los silos	63
3.3.1.3.	Modificación para los silos.....	64
3.3.2.	Descripción del equipo nuevo o habilitado	68
3.3.2.1.	Sopladores de harina	68
3.3.2.2.	Dosificadores de harina.....	73
3.3.2.3.	Motores eléctricos	74
3.4.	Planos propuestos.....	78
3.4.1.	Planos de cimentación	79
3.4.2.	Planos de posicionamiento del equipo	81
3.5.	Instalaciones para el funcionamiento del nuevo equipo	86
3.5.1.	Sistema eléctrico	86

3.5.2.	Sistema neumático	88
3.5.3.	Sistema de control de nivel de los silos	90
3.5.4.	Sensores de control eléctricos y neumáticos.....	90
3.6.	Mantenimiento	90
3.6.1.	Silos	91
3.6.1.1.	Limpieza, inspección y mantenimiento semanal	91
3.6.1.2.	Mantenimiento semestral.....	92
3.6.2.	Sopladores, dosificadores y motores eléctricos	93
3.6.2.1.	Limpieza, inspecciones y mantenimiento semanal.....	93
3.6.2.2.	Mantenimiento semestral.....	95
3.7.	Costo de implementación	100
CONCLUSIONES		103
RECOMENDACIONES		105
BIBLIOGRAFÍA.....		107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de mantenimiento	5
2.	Organigrama de la estructura organizacional de producción	6
3.	Diagrama de operaciones del manejo de harina	22
4.	Diagrama de flujo de operaciones del manejo de harina	23
5.	Silos actuales del área de Manejo de Harina, esquema 1	28
6.	Silos actuales del área de Manejo de Harina, esquema 2	29
7.	Tolva de vaciado de sacos	32
8.	Esquema de un cernidor de harina	34
9.	Válvula selectora de tubo	35
10.	Válvula de mariposa	36
11.	Indicadores de nivel	38
12.	Rompe cavernas neumático	39
13.	Soplador de harina de lóbulos	40
14.	Válvula dosificadora	41
15.	Esquema de cimentación del área de Manejo de Harina	43
16.	Esquema de posicionamiento del área de Manejo de Harina	44
17.	Mascarilla protectora de partículas	47
18.	Diagrama de operaciones propuesto	54
19.	Diagrama de flujo de operaciones propuesto	55
20.	Estructura de soporte de los silos	57
21.	Lecho fluidizante de los silos	58
22.	Tela filtro del lecho fluidizante	59
23.	Tela filtro de la parte superior del silo	60

24.	Esquema de la parte cilíndrica y ventana de inspección	61
25.	Sujetadores de la parte superior del silo	62
26.	Tubería de entrada de harina	63
27.	Esquema de soplador de lóbulos.....	70
28.	Columnas de soporte para los silos	79
29.	Disposición de columnas de soportes para los silos.....	80
30.	Esquema de posicionamiento del equipo 1	82
31.	Esquema de posicionamiento del equipo 2	83
32.	Esquema de posicionamiento del equipo 3	84
33.	Esquema de posicionamiento del equipo 4	85
34.	Conexión de fuerza de un motor trifásico	86
35.	Diagrama unifilar del área de Manejo de Harina.....	87
36.	Esquema neumático	89

TABLAS

I.	Productos ofrecidos por Bimbo de Centroamérica S. A.....	7
II.	Demanda y costo de harina	24
III.	Modificación para los silos de la mejor	65
IV.	Trabajos para los silos	67
V.	Límite de operación máxima de soplador	69
VI.	Capacidad aproximada del aceite.....	72
VII.	Lubricación de los cojinetes superiores	72
VIII.	Descarga de temperatura	73
IX.	Motores eléctricos del área de Manejo de Harina.....	78
X.	Mantenimiento silos de harina	94
XI.	Mantenimiento de sopladores.....	97
XII.	Mantenimiento de dosificadores	99
XIII.	Costos de implementación.....	101

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperio
HP	Caballos de fuerza
FRL	Filtro, regulador y lubricante
°C	Grados Celsius
°F	Grados Fahrenheit
Fe	Hierro
kg	Kilogramos
Kv	Kilovatios
l	Libras
lt	Litro
Hg	Mercurio
m	Metros
mm	Milímetros
min	Minuto
pulg	Pulgada
PCCs	Puntos críticos de control
RPM	Revoluciones por minuto
SAC	Sistema de Aseguramiento de Calidad
SAE	Sociedad Americana de Ingenieros Automotrices
Ton	Toneladas
VISC 40	Viscosidad a 40 grados centígrados

GLOSARIO

Aceite	Sustancia de origen animal, mineral, vegetal o sintético formada por ésteres de ácidos grasos o por hidrocarburos derivados del petróleo, generalmente menos densa que el agua.
Aceite AEON PD	Lubricante sintético para soplado con denominación AEON PD y aditivos de alto desempeño.
Aceite mineral	Derivado de una fuente mineral tal como petróleo, en comparación con los aceites derivados de las plantas y animales.
Aceite multigrado	Alcanza los requisitos de más de una clasificación del grado de viscosidad del SAE y puede ser usado en mayor rango de temperaturas.
Aditivo	Un compuesto que realza cierta característica o imparte una nueva al fluido base, los tipos más importantes de añadidos incluyen antioxidantes como aditivos antidesgaste.

Aire comprimido	Dispositivo que convierte la fuerza y el movimiento mecánico en energía fluida hidráulica.
Bomba	Forro de metal, casquillo de cojinete de polea, boquilla, dado, guía y aislador.
Buje	Polea, boquilla, dado, guía y aislador.
Caballos de fuerza	Unidad de potencia igual a 33 000 pies libras por minuto, equivalente a 745,7 vatios.
Cernidor	Denominación al efecto de cohesión de la harina en el almacenaje.
Chumacera	Punto de apoyo o guía por medio de la cual una pieza móvil tal como un eje o un árbol, se coloca con respecto las otras partes de un mecanismo.
Corrosión	Pérdida de un metal debido a una reacción química entre el metal y el medio ambiente.
Desgaste	El agotamiento o desprendimiento de la superficie de un material como resultado de la acción mecánica.

Lubricar	Lubricante sólido o semifluido compuesto por aceites espesados con jabón, dependiendo de las características de los espesantes o jabones, se obtendrá una masa de consistencia sólida o semisólida.
Mantenimiento	Acción de reparar y conservar en buen estado de servicio los bienes de equipo de una empresa.
Ratio	Número adimensional que reprenda la relación de velocidad del motor eléctrico y la caja reductora.
Rotobindicadores	Dispositivo electrónico que se compone de un motor eléctrico y una parte en movimiento, la cual al obstruirse manda señales eléctricas de control.
Soplador	Compresor de lóbulos encargado de producir el flujo de aire necesario para el barrido de la harina.
Válvula	Dispositivo que controla el sentido de flujo, la presión o caudal.
Viscosidad	Densidad de los fluidos, se mide por la velocidad de movimiento por un tubo capilar.

RESUMEN

La implementación de un nuevo sistema de manejo de harina para el abastecimiento a las líneas de producción de la empresa Bimbo, involucra la utilización de competencias de ingeniería, tanto administrativas como de conocimientos técnicos respecto a los equipos utilizados para desempeñar esta función.

En el plan de investigación se encontrará información general de la empresa que servirá de directriz para trabajar bajo políticas de calidad y estándares establecidos, así como el conocimiento de la estructura organizacional y antecedentes.

El área intervenida es la que se refiere al manejo de harina, la cual opera con el objeto de abastecimiento de harina a las líneas de producción, la operación de esta área involucra sistemas mecánicos y neumáticos para transportar la harina a los silos contenedores de harina y luego a producción.

En la parte de investigación se desarrolla el estudio de cómo se opera actualmente respecto al manejo de harina en la planta, se especifica el proceso productivo y la descripción de los equipos necesarios para desempeñar dicha función, la cual se menciona a continuación: silos contenedores de harina, sopladores de harina, válvulas dosificadoras, asimismo se especifica la localización de los equipos, respecto a los planos de cimentación y posicionamiento de los mismos.

En lo que se refiere al Servicio Técnico Profesional se desarrollan los temas de aplicación del proyecto, utilizando las herramientas de ingeniería, competencias personales e información proporcionada por las instalaciones de la planta y equipos que conforman el área de Manejo de Harina.

Para la implantación del sistema de manejo de harina propuesto es necesario el diagrama del proceso operativo y flujo, ya que dará una directriz de lo que se pretende.

El sistema propuesto de manejo de harina a granel, requiere de la habilitación de dos silos, para lo cual es necesario un recuento de las partes que los conforman, así como la descripción del estado físico en que se encuentran, para que de esta manera se puedan establecer las modificaciones, trabajos y materiales que se necesitan para ser posible la habilitación.

OBJETIVOS

General

Implementación de un sistema de manejo de harina para la empresa que les represente mayor eficiencia.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación operativa actual.
2. Instalar un nuevo sistema de manejo de harina para la empresa Bimbo de Centro América S. A.
3. Capacitar al personal designado para el manejo y mantenimiento del nuevo equipo instalado.
4. Analizar el desempeño presentado por el nuevo sistema implementado.
5. Minimizar el tiempo de abastecimiento de harina hacia los silos.
6. Aumentar la capacidad de almacenaje de la bodega de materia prima.
7. Minimizar la carga física a los operarios que efectúan las actividades de descarga a la bodega de materia prima y la carga de harina a los silos.
8. Reducir el costo de operación de manejo de harina.

9. Diseñar un sistema que satisfaga el creciente aumento en la producción.
10. Crear un programa de mantenimiento para los equipos de manejo de harina.

INTRODUCCIÓN

La empresa Bimbo de Centroamérica S. A. dedicada a la elaboración de productos alimenticios, altamente conocida en la industria panificadora como una de las industrias de mayor prestigio y de alto nivel de producción, tiene por objetivo alcanzar el lugar número uno en elaboración, ventas, seguridad y confiabilidad de los clientes.

Por el marcado crecimiento de la demanda de producción de la planta panificadora, diariamente es importante la optimización, tanto de los equipos que se utilizan en las líneas, como en el proceso de abastecimiento de materia prima para la producción.

Dicha empresa busca la implementación de nuevos sistemas de almacenamiento y abastecimiento de materia prima, que sean más eficientes y le permita cumplir con los objetivos establecidos.

El proyecto contempla la recuperación de dos silos contenedores de harina, para aumentar la capacidad de almacenaje de este ingrediente, con ello se pretende cambiar la modalidad de sacos de 50 kilogramos a consumo de harina a granel, bajando así el costo de operación y omitiendo una actividad agotadora físicamente.

El cambio de modalidad de sacos de harina a manejo de harina a granel, deja el aprovechamiento del área de almacén para que pueda ser utilizada en otros productos necesarios para la producción.

El proyecto involucra la utilización de herramientas de ingeniería, conocimiento de conceptos mecánicos, eléctricos, neumáticos, instalaciones mecánicas, especificaciones técnicas de los equipos, instrumentación, así como estudios orientados a la ingeniería industrial con estudios de tiempo y productividad, evaluación de proyectos e investigación de operaciones.

1. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de alternativas de solución que ayuden en las diferentes problemáticas dentro de la empresa, es necesario fundamentarse con el fin de contar con la seguridad que se encuentran dirigidas a las metas que se pretende alcanzar.

1.1. Generalidades de la empresa Bimbo de Centroamérica S. A.

Con la finalidad de conocer las actividades de Bimbo de Centroamérica S. A., en el siguiente capítulo se detallan algunos de los aspectos más sobresalientes ocurridos desde la fundación, tales como la definición, reseña histórica, marco legal, visión, misión, objetivos, estructura organizacional y actividades a que se dedica.

1.2. Descripción de la empresa

Fue fundada en México en 1945, Grupo Bimbo es hasta el momento una de las empresas de panificación más importantes del mundo por posicionamiento de marca, volumen de producción y ventas, además de ser líder en México y Latinoamérica, con presencia en 14 países de América y Europa, cuenta con más de 4 500 productos y más de 100 marcas de reconocido prestigio.

El 2 de diciembre de 1945 abre las puertas la primera planta de producción de panificación Bimbo S. A., ubicada en la colonia Santa María Insurgentes del Distrito Federal, México, las instalaciones contaban con un local para oficinas, un patio, una bodega y una sala de producción que ahora podría considerarse como rudimentaria, pues algunas operaciones se hacían manualmente, incluso los moldes eran vaciados con base y golpes con cierta energía.

Actualmente, Grupo Bimbo elabora, distribuye y comercializa más de 4 500 productos, entre los que destacan una gran variedad de pan de caja, pan dulce, panquelería, bollería, pastelitos, confitería, botanas dulces y saladas, tortillas empacadas de maíz y de harina de trigo, tostadas, cajeta (dulce de leche) y otros productos. Para la distribución de los productos elaborados en las 71 plantas ubicadas en México, Estados Unidos, Centro y Sudamérica, así como en Europa, cuenta con una flotilla de 26 000 unidades, lo que permite llegar a 1 325,250 puntos de venta en el mundo. Es líder en la panificación.

Cuenta con más de 100 marcas de reconocido prestigio como Bimbo, Marinela, Tía Rosa, Milpa Real, Oroweat, Entenmann's, Thomas', Boboli, Mrs. Baird's, Barcel, Ricolino, Coronado, Suandy y Lara, Duvalín, Bocadoín, Lunetas, entre otras.

El compromiso de ser una compañía altamente productiva y plenamente humana, así como innovadora, competitiva y orientada a la satisfacción total de los clientes y consumidores, está presente en México, Estados Unidos de América, Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Perú, Venezuela y la República Checa. El Grupo está configurado por 71 plantas y 4 empresas comercializadoras.

Durante el 2003 las ventas netas consolidadas de Grupo Bimbo ascendieron a 5,2 por ciento mayores a las alcanzadas en 2002.

- Antecedentes del proceso de calidad

Desde la fundación en 1945, Grupo Bimbo inició actividades con dos pilares de calidad:

- La frescura de los productos
- La calidad del servicio

- Certificaciones Internacionales

Actualmente Grupo Bimbo cuenta con más de 200 procesos certificados bajo los lineamientos del estándar internacional ISO 9002:94 incluyendo todas las variedades de pan blanco, bollería salada, tortillas de harina y maíz, pastelitos, galletas, otros. Cabe destacar que Grupo Bimbo es la primera empresa panificadora de Latinoamérica en recibir estos certificados que reconocen la alta calidad internacional en los procesos industrializados de fabricación de pan blanco y bollería.

Para Grupo Bimbo la calidad e inocuidad de los productos es una de las más altas prioridades y por lo tanto cumplen con los más altos estándares de sanidad y buenas prácticas de manufactura nacionales e internacionales. Año con año las plantas se ubican en el nivel de calificación más alto otorgado hasta la fecha por *Quality Bakers of América* (QBA), convirtiéndose así en el *Benchmark* mundial para la industria alimenticia.

1.3. Misión y visión

- Misión

“Elaborar y comercializar productos alimenticios, desarrollando el valor de nuestras marcas comprometiéndonos a ser una empresa altamente productiva y plenamente humana, Innovadora, competitiva y fuertemente orientada a la satisfacción de nuestros clientes y consumidores. Líder internacional en la industria de la panificación con visión a largo plazo”.¹

- Visión

“En 2015, somos la mejor empresa de panificación en el mundo y un líder de la industria alimenticia, donde nuestra gente hace la diferencia todos los días.”²

1.4. Objetivos

- “Hacer de nuestro negocio un negocio, ser productivos, alcanzar los niveles de rentabilidad establecidos.
- Lograr un creciente volumen y participación de nuestras marcas, estar cerca de nuestros consumidores y clientes, ellos son nuestra razón de ser.
- Buscar que nuestro personal se desarrolle y realice plenamente (vivir nuestra filosofía) orientados permanentemente a aprender.
- Asegurar la operación en un adecuado ambiente de control (información sistemas y confianza) participación y autocontrol.”³

¹ Plan corporativo BIMBO de Centroamérica S. A. p. 2.

² Ibíd.

³ Ibíd.

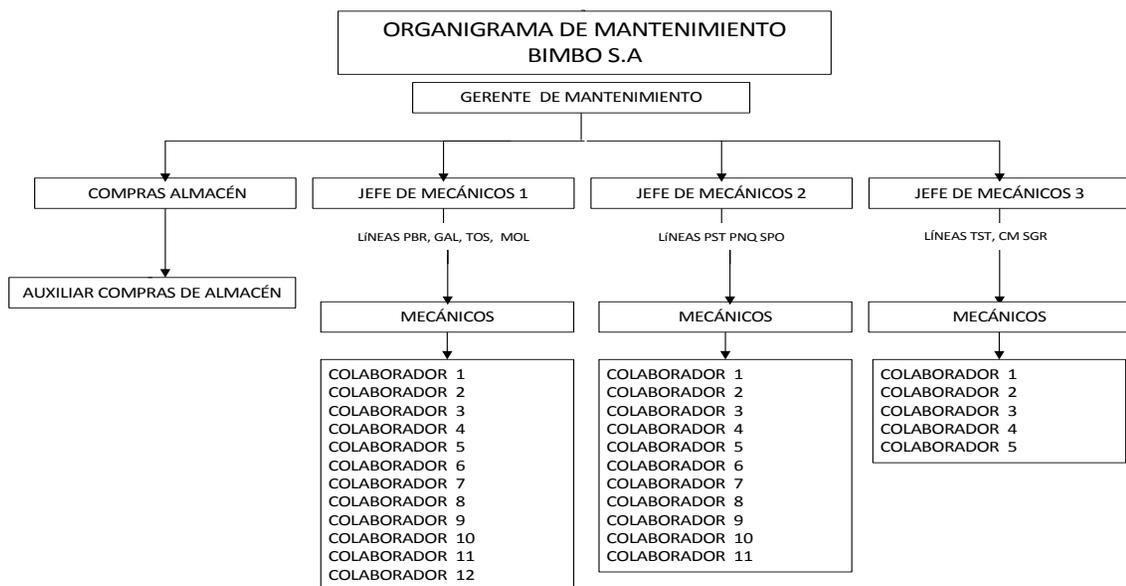
1.5. Políticas generales

“En grupo BIMBO nos comprometemos a elaborar y proporcionar a nuestros clientes y consumidores, productos inocuos y servicios, ambos de calidad en un proceso de constante mejora.”⁴

1.6. Descripción de la estructura organizacional

A continuación se muestra la estructura organizacional de la empresa Bimbo de Centroamérica S. A. correspondiente al área de Mantenimiento, detallando las secciones que esta posee. Ver figura 1.

Figura 1. Organigrama de mantenimiento

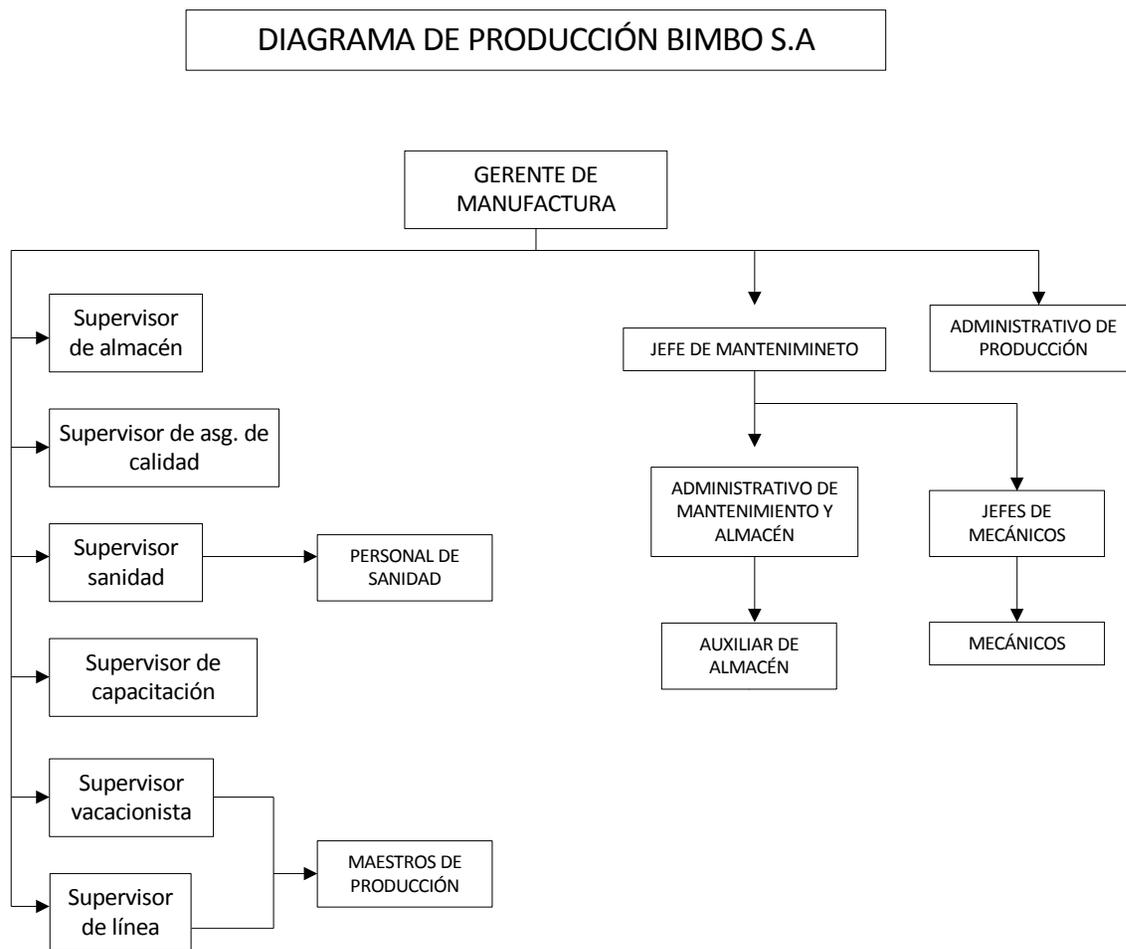


Fuente: elaboración propia.

⁴ Plan corporativo Bimbo de Centroamérica S. A. p. 3.

Estructura organizacional de producción de la empresa Bimbo de Centroamérica S. A., para Chimaltenango. Ver figura 2.

Figura 2. Organigrama de la estructura organizacional de producción



Fuente: elaboración propia.

1.7. Productos ofrecidos por la institución

La diversidad de productos manufacturados en Bimbo de Centroamérica S. A., alcanza un promedio aproximado de 58 productos al mes, se elaboran en 7 líneas que son:

Tabla I. **Productos ofrecidos por Bimbo de Centroamérica S. A.**

Línea de producción	Producto	
Pastelería	Dálmata Gansito Chocodrilo Pingüino Submarino chocolate	Panito fresa Mantequillitas
Panquelería	Bimboletes Panquesitos Panqué con pasas	Magdalena vainilla Panqué gotas chocolate
Galletería	Lors Sponch Canelita Barritas de piña	Barritas de fresa Champurrada Pativolo vainilla
Pan-bollería roles	Pan blanco Pan para tostar Negrito Pan sándwich tipo 1 Pan sándwich tipo 2 Roles canela Pan blanco grande	Blanco <i>bells tops</i> Integral <i>bells tops</i> Pan caja mantequilla Pan sándwich integral Pan sándwich trigorro Tostado doble fibra
Tortillas de harina	Tortillas de harina	
Tostadas	Tostadas	
Sponch	Galletas Sponch	

Fuente: elaboración propia.

1.8. Principios de manejo de materiales

A continuación se presentan los fundamentos de los principios de manejo de materiales dentro de una industria, considerando todos los factores que para la adecuada utilización de estos es necesaria.

- **Antecedentes**

El manejo de materiales puede llegar a ser el problema de la producción, ya que agrega poco valor al producto, consume una parte del presupuesto de manufactura, dicho manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, lugar, tiempo, espacio y cantidad, debe asegurar que las partes de materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros, se desplacen periódicamente de un lugar a otro.

Cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, el eficaz manejo asegura que serán entregados en el momento y lugar adecuado, así como la cantidad correcta, debe considerar un espacio para el almacenamiento.

En una época de alta eficiencia en los procesos industriales la tecnología se ha convertido en una nueva prioridad en lo que respecta al equipo y sistema de manejo de materiales, pueden utilizarse para incrementar la productividad y lograr una ventaja competitiva en el mercado, aspecto importante de la planificación, control y logística por cuanto abarca el manejo físico, transporte, el almacenaje y localización de los materiales.

El flujo de materiales deberá analizarse en función de la secuencia de movimiento, ya sean materias primas, materiales en productos terminados,

según las etapas del proceso y la intensidad o magnitud de esos movimientos. Un flujo efectivo será aquel que lleve los materiales a través del proceso, siempre avanzando hacia el acabado final y sin detenciones o retrocesos excesivos.

Los factores que afectan el tipo de flujo pueden ser:

- Medio de transporte externo.
- Número de partes en el producto y operaciones de cada parte.
- Secuencia de las operaciones de cada componente y número de subensambles.
- Número de unidades a producir y flujo necesario entre áreas de trabajo.
- Cantidad y forma del espacio disponible.
- Influencia de los procesos y ubicación de las áreas de servicio.
- Almacenaje de materiales.

El análisis del flujo de materiales es el punto principal de la planeación de la distribución de planta, ya que el movimiento de materiales es una parte mayor del proceso, el problema se presenta cuando los materiales son grandes, voluminosos, pesados y en altas producciones o si los costos de transporte o manejo son altos, comparados con los costos de operación, almacenaje o inspección.

- Riesgos de un manejo ineficiente de materiales

Los diferentes métodos de manejo de materiales también representan costos y si estos son ineficientes, los costos representados son mayores que los beneficios obtenidos por el empleo de ese método.

- Sobrestadía

Es una cantidad de pago exigido por una demora aplicada a las compañías si no cargan o descargan los productos dentro de un período de tiempo determinado.

- Desperdicio de tiempo de máquina

Una máquina genera dinero cuando está produciendo, no cuando está ociosa, si una máquina se mantiene ociosa debido a la falta de productos y suministros habrá ineficiencia, es decir, no se cumple el objetivo en un tiempo predeterminado.

- Lento movimiento de los materiales por la planta

Si los materiales que se encuentran en la empresa se mueven con lentitud o si se encuentran provisionalmente almacenados durante mucho tiempo, pueden acumularse inventarios excesivos y esto lleva a un lento movimiento de materiales por la planta.

- Todos han perdido algo en un momento u otro

Muchas veces en los sistemas de producción por lote de trabajo, pueden encontrarse partes mal colocadas, productos e incluso las materias primas, si esto ocurre, la producción se va a inmovilizar e incluso los productos que se han terminado no pueden encontrarse cuando así el cliente llegue a recogerlos.

- Un mal sistema de manejo de materiales puede ser la causa de serios daños a partes y productos

Los materiales necesitan almacenarse en condiciones específicas, por ejemplo, el papel en un lugar cálido, leche y helados en lugares frescos y húmedos, el sistema debería proporcionar buenas condiciones, de no ser así, se da un mal manejo de materiales. Al no cumplir estas normas, el resultado serían grandes pérdidas, así como pueden resultar daños por un manejo descuidado.

- Un mal manejo de materiales puede dislocar seriamente los programas de producción

En los sistemas de producción en masa, específicamente de la línea de montaje, llegan a faltar materiales, se detiene la producción por el mal manejo que llevaría a entorpecer la producción de la línea, haciendo que el objetivo fijado no se llegue a cumplir por el manejo incorrecto de los materiales.

- Desde el punto de vista de la mercadotecnia, un mal manejo de materiales puede significar clientes inconformes

Mercadotecnia es un conjunto de conocimientos donde está el aspecto de comercialización, proceso social y administrativo, todo cliente es diferente y para satisfacerlo depende del desempeño percibido de un producto, para proporcionar un valor en relación con las expectativas del consumidor.

Puesto que el éxito de un negocio radica en satisfacer las necesidades de los clientes, es indispensable que haya un buen manejo de materiales para evitar inconformidades.

- Otro problema se refiere a la seguridad de los trabajadores

Se deben eliminar las situaciones de peligro para el trabajador a través de un buen manejo de materiales, la seguridad del empleado debe ser lo más importante para la empresa, ya que ellos deben sentir un ambiente laboral tranquilo, seguro y confiable, libre de todo peligro, de no existir seguridad en la empresa los trabajadores se arriesgarían en cada operación a realizar y un mal manejo de materiales hasta podría causar la muerte. El riesgo final en un mal manejo de materiales, es su elevado costo.

- Cinco puntos que deben considerarse para reducir el tiempo dedicado al manejo de materiales
 - Reducir el tiempo dedicado a recoger el material.
 - Usar equipo mecanizado o automático.
 - Utilizar mejor las instalaciones de manejo existentes.
 - Manejar los materiales con más cuidado.
 - Considerar las aplicaciones de código de barras para los inventarios y actividades relacionadas.
- Reducir el tiempo dedicado a recoger el material

Con frecuencia el manejo de materiales es utilizado solo como transporte y no se toma en cuenta el posicionamiento en la estación de trabajo que tiene la misma importancia, en ocasiones se pasa por alto el posicionamiento del material en la estación de trabajo, quizás ofrezca mayores oportunidades de ahorro que el transporte. Reducir el tiempo dedicado a recoger el material minimiza el manejo manual de costos, así como de la máquina o el centro de trabajo.

Da al operario la oportunidad de hacer el trabajo más rápido, menos fatiga y mayor seguridad, por ejemplo se considera eliminar el material regado en el suelo, apilar directamente en una tarima o deslizadera después de procesarlo, lo que puede significar una reducción sustancial en el tiempo de transporte en la terminal, el tiempo que el equipo de manejo de materiales está ocioso mientras se lleva a cabo la carga y descarga, por lo general cierto tipo de transportadores o montacargas pueden traer el material a la estación de trabajo reduciendo o eliminando el tiempo necesario para recoger el material.

Las fábricas también pueden instalar transportadores por gravedad junto con la remoción automática de las partes terminadas, minimizando el manejo de materiales en la estación de trabajo.

Las relaciones entre los distintos tipos de equipo de manejo de materiales y de almacenamiento, deben estudiarse para desarrollar arreglos eficientes, mostrar un arreglo para recoger órdenes y describir cómo se pueden recoger los materiales de las repisas, ya sea con un operario a bordo de un vehículo especial o de manera manual, el montacargas puede ayudar al reabastecimiento de las piezas.

Cuando se recogen los artículos deseados se mandan por transportador al lugar de trabajo, donde se realizan las operaciones de acumular órdenes y empacar.

- Usar equipo mecanizado o automático

Mecanizar el manejo de materiales siempre reduce costos de mano de obra, daños a los materiales, mejora la seguridad, alivia la fatiga y aumenta la producción, sin embargo, se debe tener cuidado de seleccionar los equipos y

los métodos adecuados, la estandarización del equipo es importante ya que simplifica la capacitación del operario, permite intercambiar equipo y requiere menos refacciones.

Los ahorros posibles a través de la mecanización del equipo de manejo de materiales, se tipifican en los siguientes ejemplos:

- Al inicio del programa IBM 360 para construir un tablero, el operador llegaba al almacén, elegía las tarjetas correctas requeridas para el tablero específico, según lista de conexiones, regresaba a la mesa de trabajo y procedía a insertarlas en el tablero de acuerdo con la lista. El método mejorado utiliza dos máquinas automáticas de almacenamiento vertical, cada una con 10 carros y cuatro cajones por carros, los carros se mueven hacia arriba y dan vuelta en un sistema que es una versión comprimida de la rueda del ferris.
- Con 20 posiciones posibles para detenerse según las necesidades la unidad siempre selecciona la ruta más corta, puede ser hacia adelante o atrás, con la finalidad de llevar los cajones apropiados a la abertura en el tiempo mínimo posible, desde el asiento el operador marca la parada correcta, hala el cajón para exponer las tarjetas requeridas, saca la tarjeta y la coloca en el tablero.
- El método mejorado ha reducido el área de almacenamiento cerca de 50 por ciento, ha mejorado la distribución de la estación de trabajo y ha disminuido de manera sustancial los errores al minimizar el manejo, la toma de decisiones y la fatiga del operador.

- La mecanización es muy útil en el manejo manual de materiales como el paletizar, existen varios dispositivos bajo el nombre genérico de mesa elevador que elimina la mayor parte del levantamiento que debe realizar un operario. Algunas cuentan con resorte con la tensión adecuada para ajustar de manera automática la altura óptima para el trabajador conforme se colocan las cajas en una tarima o en la mesa. Otras son neumáticas y es sencillo ajustarlas con un control para eliminar el levantamiento y poder deslizar el material de una superficie a otra.
- Utilizar mejor las instalaciones de manejo existentes

Para asegurar el mayor rendimiento del equipo de manejo de materiales debe utilizarse con efectividad, así los métodos como el equipo deben tener la suficiente flexibilidad para realizar una variedad de tareas de manejo de materiales en condiciones diversas.

Paletizar el material en almacenes temporales o permanentes permite que mayor cantidad de material, se transporten eficientemente si se almacena sin usar tarimas y se ahorra hasta de 65 por ciento en costos de mano de obra, en ocasiones el material se puede manejar en unidades grandes y convenientes con el diseño de repisas especiales, al realizar esta actividad los compartimientos, ganchos, pasadores o soportes para sostener el trabajo deben manejarse en múltiplos de 10 para facilitar el conteo durante el procesamiento de la inspección final.

- Manejar los materiales con más cuidado

Investigaciones industriales indican que cerca del 40 por ciento de los accidentes en la planta, ocurren durante las operaciones de manejo de materiales, el 25 por ciento son causados por levantamiento y cambio de lugar de materiales, con un análisis cuidadoso del manejo de materiales y el uso de dispositivos mecánicos para ese manejo cuando es posible, se reduce la fatiga y los accidentes de los empleados, los registros prueban que la fábrica segura también es eficiente, protecciones de seguridad en ciertos puntos de la transmisión de energía, prácticas operativas seguras, buena iluminación y limpieza adecuada, son esenciales para que el equipo de manejo de materiales sea seguro. Los trabajadores deben instalar y operar todo este equipo de manera compatible con las reglas de seguridad existente.

Un mejor manejo de material reduce los daños al producto, si el número de partes rechazada en el manejo entre estaciones es significativo, entonces esta área debe investigarse, en general se puede minimizar este tipo de daño si se fabrican carretillas o charolas de diseño especial para colocar las partes en cuanto finaliza el procesado.

- Considerar las aplicaciones de código de barras para los inventarios y actividades relacionadas

Las mayorías de los técnicos tienen conocimientos de los códigos de barras, el escáner o lector. El código de barras ha acortado las colas en las cajas del supermercado y de las tiendas por departamentos, las barras negras y los espacios en blancos son dígitos que representan de manera única el producto y el fabricante. Una vez se lee código universal del producto (UPC) en la caja.

Los datos decodificados se mandan a una computadora que registra la información oportuna sobre productividad, estado del inventario y ventas, las siguientes cinco razones justifican el uso de código de barras para control de inventarios y actividades relacionadas:

- Exactitud: el desempeño representativo típico es menos de un error en 3,4 millones de caracteres, lo que es favorable al compararlo con el 2 a 5 por ciento de error característico de la introducción de datos, a través de un tablero.
- Desempeño: un escáner de código de barras introduce datos tres o cuatro veces más rápido que introducir información por la tecla de un tablero.
- Aceptación: la mayoría de los empleados prefieren usar el escáner y no el tablero de la caja.
- Costo bajo: como los códigos de barras están impresos en paquetes y contenedores, el costo de agregar la identificación es muy bajo.
- Portabilidad: un trabajador puede llevar un escáner al área de la planta para determinar los inventarios, el estado de las órdenes, entre otros.

El código de barra es útil en las áreas de recepción y almacén para dar seguimiento a los trabajos, informes de mano de obra, control de herramientas, envíos, informe de fallas, aseguramiento de la calidad, control y programación de la producción, por ejemplo, la etiqueta de un contenedor para almacenar, proporciona la siguiente información: descripción de la parte, tamaño, cantidad para empacar, número de departamento, nivel básico de inventario y punto de reorden. Es posible ahorrar un tiempo considerable si se usan los escáneres para reunir los datos al reabastecer el inventario.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN

En esta sección se desarrolla el estudio de la forma de operación actual respecto al manejo de harina en la planta de Bimbo de Centroamérica S. A., donde se especifica el proceso productivo y la descripción de los equipos necesarios para desempeñar dicha función. A continuación se mencionan los siguientes: silos contenedores de harina, sopladores de harina, válvulas dosificadoras, así como la localización de los equipos, respecto los planos de cimentación y posicionamiento de los mismos.

2.1. Análisis del sistema actual de manejo de harina

Para el estudio del sistema actual de manejo de harina de la empresa Bimbo de Centroamérica S.A., se toman en cuenta los siguientes puntos que darán una panorámica de la forma de operación actual respecto al manejo de harina, lo que ayudará para la toma de decisiones correctas al momento de inferir en el proceso para aumentar la eficacia y eficiencia del mismo y de esta manera incrementar la capacidad de respuesta a la necesidad de requerimiento de harina en las líneas de producción.

Los puntos mencionados son los siguientes: diagrama de proceso del área de Harina y flujo del área de Manejo de Harina.

Demanda y costo de harina en las líneas de producción y análisis de los problemas en el sistema, a continuación se presenta el diagrama de procesos y de flujo para el proceso actual de manejo de harina en Bimbo de Centroamérica S. A.

2.1.1. Diagrama de proceso del área de harina

En el área de Harina se llevan a cabo varias actividades, desde la recepción de la materia prima, almacenamiento, transporte, hasta la distribución de materias primas para la producción. A continuación se describe el proceso:

- **Recepción de materia prima:** la harina es transportada hacia la planta en una presentación de sacos de 50 kilogramos, los sacos de harina son contados para efecto de control de inventario, se efectúa una inspección visual e inmediatamente se transporta al almacén respectivo.
- **Almacenamiento:** la descarga de los sacos la realizan tres operadores, quienes descargan los sacos del contenedor que los transportan con una maniobra de esfuerzo personal apilándolos en una tarima, luego el montacargas estiba los sacos en el área de Materia Prima, aproximadamente de 50 sacos por tarima.
- **Transporte hacia el área de Manejo de Harina:** el montacargas lleva los sacos hacia la plataforma de llenado a una distancia de 20 metros del área de Almacenaje, llenando la plataforma con 4 tarimas de 50 sacos cada una.
- **Llenado de los silos:** un solo colaborador vacía los sacos en la tolva, descosiendo los sacos con una herramienta en forma de despitador, la harina es transportada por medio de dos gusanos helicoidales hacia el cernidor de harina, este es el sistema de transporte mecánico, el cernidor no permite la formación de terrones por la fuerza de cohesión de la harina, seguidamente baja a una tolva pequeña seguida de una válvula dosificadora.

Un soplador agrega energía cinética a la harina por medio del empuje del aire comprimido, transportándola hacia el silo seleccionado por el operador para ser llenado.

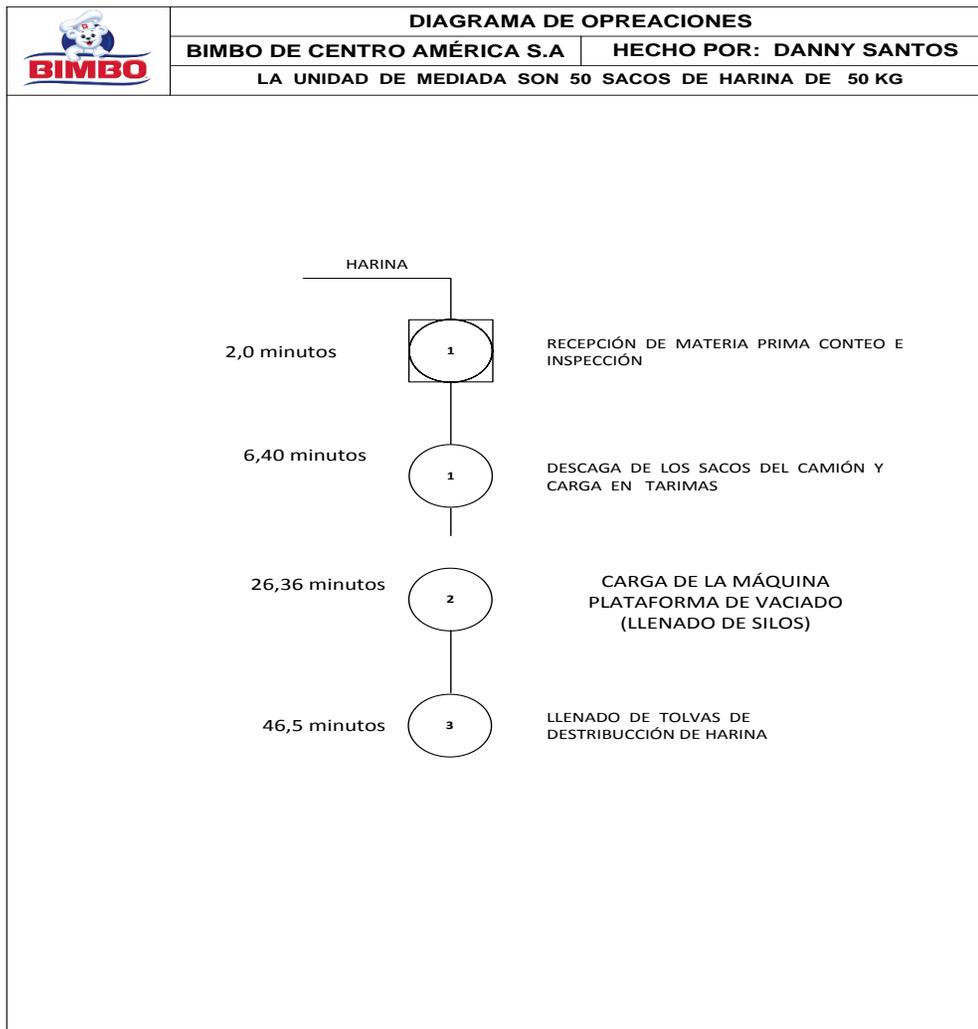
- Distribución de harina hacia las líneas de producción: en cada línea de producción hay una tolva pesadora de harina y un tablero de control, cuando el operador hace el requerimiento de harina en cualquiera de las tolvas existentes, por medio del tablero de control el control lógico programable (PLC), es el encargado de energizar el soplador de distribución del silo seleccionado, el cual se encuentra en el área de Manejo de Harina, al mismo tiempo, que se activan los mecanismos de operación de los silos que son: rompe cavernas, válvula dosificadora correspondiente y válvulas de control de flujo de harina.

Al llegar la harina a la tolva donde fue seleccionada esta tolva por medio de los mecanismos de peso de descarga, permite el llenado de la cantidad de harina requerida.

Al terminar de adquirir la harina requerida existe una válvula que permite el movimiento de la harina restante por medio de un circuito cerrado, regresando al silo de almacenaje de harina o a otra tolva, según sea el requerimiento.

A continuación se presenta el diagrama de operaciones y de flujo del manejo de la harina hasta las tolvas de llenado.

Figura 3. Diagrama de operaciones del manejo de harina

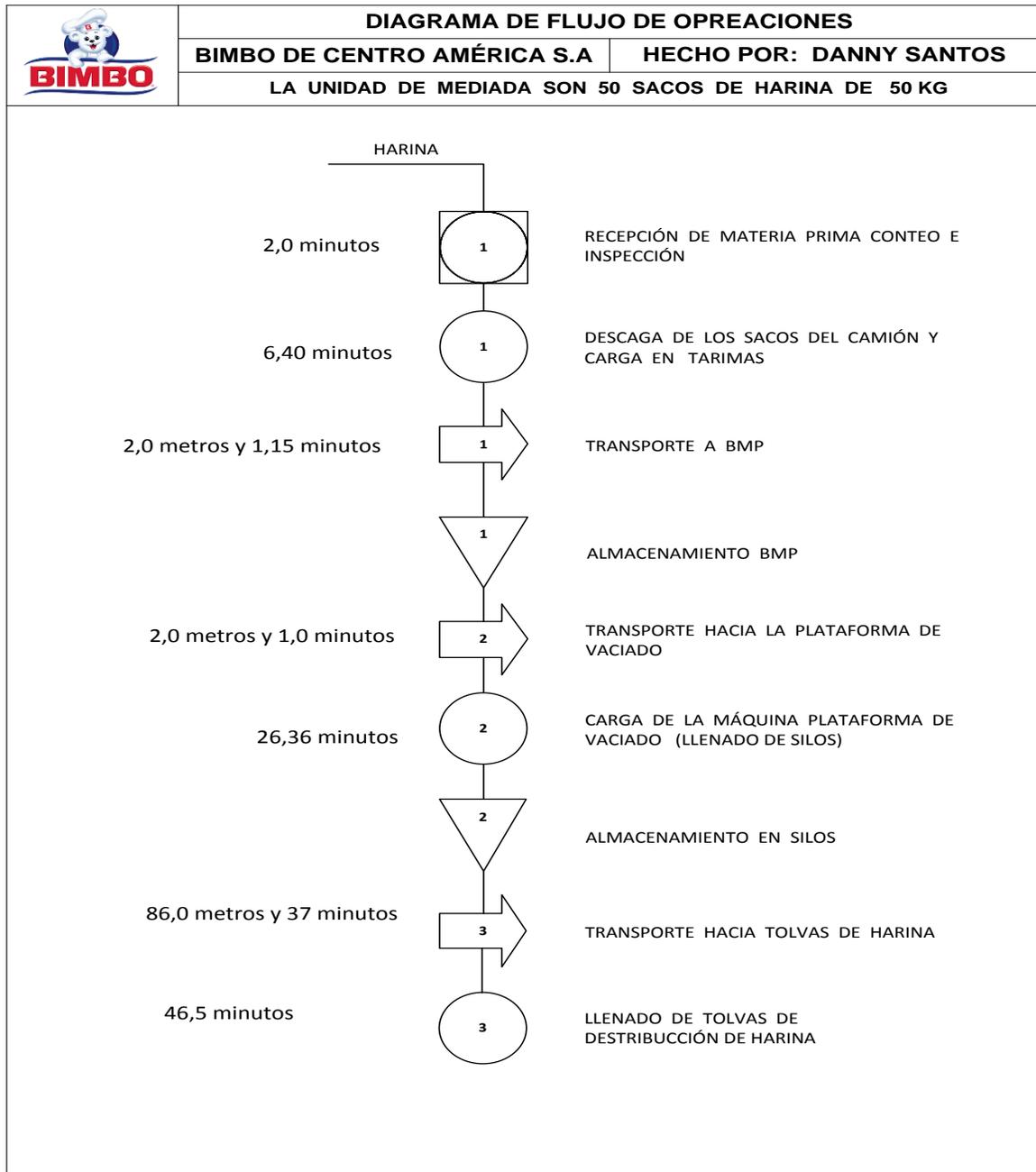


Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

2.1.2. Diagrama de flujo del área de Harina

Para visualizar de una forma más fácil el proceso realizado en el area de Harina se ha diseñado el diagrama de flujo que a continuación se presenta.

Figura 4. Diagrama de flujo de operaciones del manejo de harina



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

2.1.3. Demanda y costo de harina en las líneas

Actualmente las líneas de producción consumen cuatro tipos diferentes de harina que se denominan de la siguiente manera: harina tipo 1, harina tipo 3, harina tipo 4 y harina suprema, las cuales son utilizadas para elaborar los diferentes productos,

Según datos de materia prima el consumo de harina es el siguiente:

Tabla II. Demanda y costo de harina

Tipo de harina	Cantidad en Ton/Mes	Cantidad en kg/ Mes	Cantidad en Ton/Sem.	Cantidad en kg/Sem	Costo Semanal en Q.
Harina tipo 1	303,6	279 312,0	75,9	69 828,0	Q 242 880,0
Harina suprema	275,4	253 368,0	68,9	63 342,0	Q 220 320,0
Harina tipo 4	231,5	212 980,0	57,9	53 245,0	Q 185 200,0
Harina tipo 3	131,5	120 980,0	32,9	30 245,0	Q 105 200,0
Total	942,0	866 640,0	235,5	216 660,0	Q 753 600,0

Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Problemas en el sistema

El objetivo principal de la existencia del área de Manejo de Harina de la planta Bimbo de Centroamérica S. A., es garantizar la existencia de harina en las líneas de producción eficaz y eficientemente.

Tomando referencia de la descripción del proceso operativo del área de Manejo de Harina, los puntos donde se puede aumentar la eficiencia son los siguientes:

- Recepción de la materia prima
- Conteo e inspección
- Almacenamiento
- Traslado a tarima de llenado
- Llenado de máquina
- Carga de los silos

La recepción de la materia prima requiere de un inspector que verifique la cantidad de sacos: para esta tarea se sella cada saco con hora y fecha de ingreso, lo que se realiza al poco tiempo en que los colaboradores descargan del camión los sacos de 50 kilogramos, y estiban en una tarima, esta operación de inspección requiere del tiempo promedio de 8,40 minutos, lo que es significativo en el proceso de manejo de harina, puede ser aprovechado en otras tareas.

El almacenaje de la harina está a cargo del montacargas el cual estiba las tarimas en el área de Almacén, se realiza cuando los colaboradores terminan de cargar cada una de ellas, esta operación requiere un montacargas con disposición a esperar que se llenen las tarimas de sacos, asimismo, requiere un área de 30 metros cuadrados la cual puede utilizarse para otros productos, así como el montacargas puede ocuparse en otras tareas.

El traslado de la harina hacia el área de Manejo está a cargo del montacargas, el cual después de haberla almacenado en el área del Almacén, la traslada hacia la plataforma de vaciado de sacos según el requerimiento del operador de la máquina, la cual demanda el tiempo de 1,2 minutos por tarima y en ocasiones el montacargas almacena la harina a un lado de la plataforma de vaciado de sacos, para después regresar a subir la harina a la plataforma de vaciado, es una tarea no especificada en el proceso, pero de igual manera se realiza, estas tareas aumentan el tiempo del proceso bajando la efectividad.

El llenado de la máquina y carga de los silos es una operación que requiere demasiado esfuerzo personal de los colaboradores, quienes tienen que jalar los sacos de 50 kilogramos de peso de forma individual, luego abrir para vaciar la harina en la tolva, después sacudir y doblar el saco vacío para el almacenamiento, esta operación requiere de un tiempo promedio de 26,4 minutos por tarima y va acompañada de las condiciones ambientales de trabajo, las cuales cuentan con un ruido de 70 decibeles en el área del operador. Además existe una nube de polvo de harina, para esta tarea el operador debe utilizar protectores auditivos, lentes y mascarilla, para el llenado de los silos dependen de la capacidad física del colaborador, por lo cual bajan la efectividad del proceso de manejo de harina.

2.2. Descripción del equipo

A continuación se presenta una descripción de los equipos utilizados en el proceso actual del área de Manejo de Harina dentro de la planta, incluyendo las características de estos y los factores a considerar durante la utilización de los mismos.

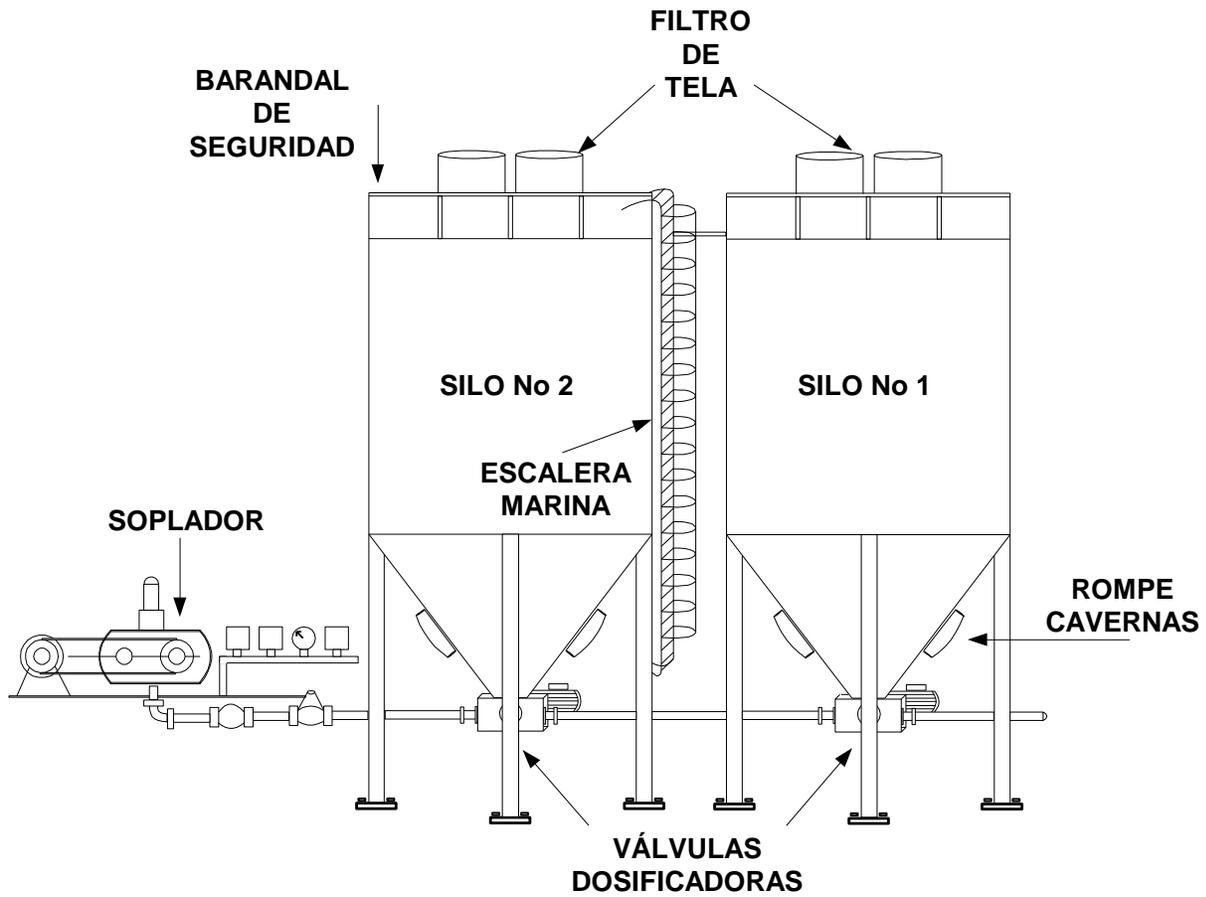
2.2.1. Silos de harina y accesorios

Silos de harina: están contruidos de acero galvanizado y reposan sobre una loza de cimentación especial, la función es alimentar a las tolvas pesadoras a través de tuberías de aireación, por el tamaño pueden almacenar grandes cantidades de harina en una superficie de terreno relativamente pequeña, la capacidad de los silos está dentro de un rango de 20 a 80 toneladas.

El llenado se controla al igual que el resto del equipo desde el tablero de control, donde el operador puede cerciorarse del correcto funcionamiento del sistema. El cuerpo de los silos está dividido en tres zonas:

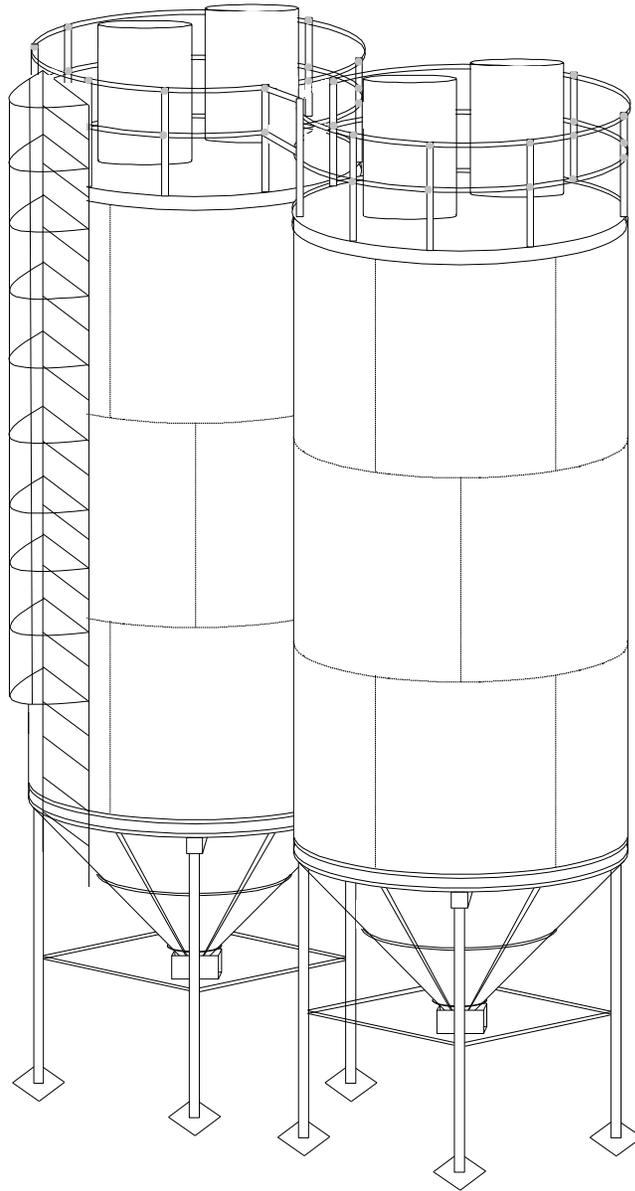
- La parte inferior correspondiente a la zona 1 y es donde se encuentra el lecho fluidizante, motores sopladores, válvula dosificadora, tuberías de aireación y transporte.
- La parte media del silo constituye la zona 2 y corresponde a todo el espacio libre para el almacenamiento y precisamente en esta sección es donde se encuentra el indicador de nivel.
- La parte superior constituye la zona 3 y está formada por una caseta que sirve como alojamiento al sistema de ventilación por donde escapa el aire de transporte y del lecho fluidizante.

Figura 5. Silos actuales del área de Manejo de Harina, esquema 1



Fuente: Bimbo. *Maquinaria y equipo*. p. 25.

Figura 6. **Silos actuales del área de Manejo de Harina, esquema 2**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Accesorios: la función de los equipos auxiliares es ayudar a transportar la harina desde el lugar de vaciado de los sacos hasta los puntos de consumo.

Para lograrlo se hace uso de dos sistemas de transportación: uno mecánico que se conoce como transportador de gusano y el otro tipo neumático.

El único lugar donde se efectúa el trabajo manual es en el de vaciado de sacos hasta los lugares de almacenamiento y consumo la transportación se realiza automáticamente.

La transportación y almacenamiento requieren de equipos y dispositivos para la correcta operación, dentro de los equipos auxiliares del área de Manejo de Harina se encuentran los siguientes:

- Tolva de vaciado de sacos
- Gusanos elevadores
- Cernidor
- Válvulas de control de flujo
- Indicadores de nivel de los silos
- Sistema rompe cavernas

Tolva de vaciado de sacos: corresponde a la parte interna del área de Manejo de Harina, la función es recibir la harina que el colaborador deposita para que los gusanos elevadores la transporten hacia el cernidor, se compone de las siguientes partes:

- Gabinete: la tolva de vaciado está colocada en un gabinete, tiene dos secciones que permite vaciar dos sacos al mismo tiempo, cuenta con una

tarima donde el montacargas almacena los sacos de harina para que el colaborador tenga acceso inmediato a ellos y de esta manera se pueda efectuar el vaciado. En caso necesario se pueden mezclar dos harinas diferentes para mezclar las calidades.

- Rejas de seguridad: la tolva cuenta con dos rejas de seguridad para impedir que el saco pueda irse hacia el fondo y para protección del colaborador.

- Limpiador de sacos: este equipo cuenta de las siguientes partes:
 - Tubo de succión
 - Aspirador de turbina
 - Tolva colectora de harina
 - Tolva colectora de polvos con filtro de aire

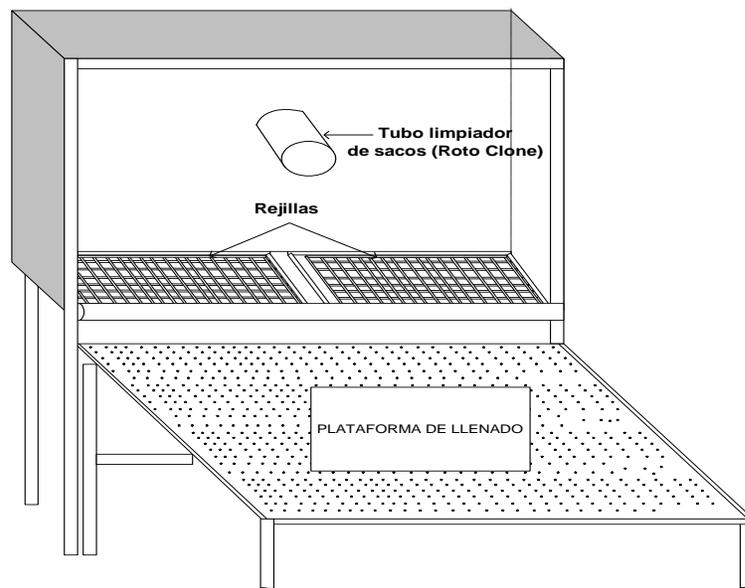
Después de vaciar la harina, el colaborador introduce el saco en el tubo de succión del limpiador, que generalmente se localiza en la parte superior del gabinete de la tolva, el tubo de succión también cuenta con una reja de seguridad para evita la succión del saco.

La harina es recolectada por el aspirador de turbina y colectada en la tolva correspondiente, el aire de descarga arrastra polvos e impurezas hacia el otro gabinete donde se filtra, utilizando filtros de tela tipo gusanos, los polvos se colectan en la tolva inferior, la turbina de aspiración es impulsada por motor eléctrico y transmisión de banda y poleas.

- Gusanos elevadores: cuenta con dos los que transportan la harina del fondo de cada sección de la tolva y la descargan en un tubo en forma de

V que esta acoplado con una manga de flexible a la alimentación del cernidor, cada gusano elevador está formado por un tubo, en el interior gira un tornillo sin un fin provisto de una aleta helicoidal, el cual es propulsado por un motor eléctrico y un reductor, la cubierta es metálica con paneles removibles para facilitar la inspección y limpieza, lo cual es importante para evitar el desarrollo de insectos harineros.

Figura 7. Tolva de vaciado de sacos



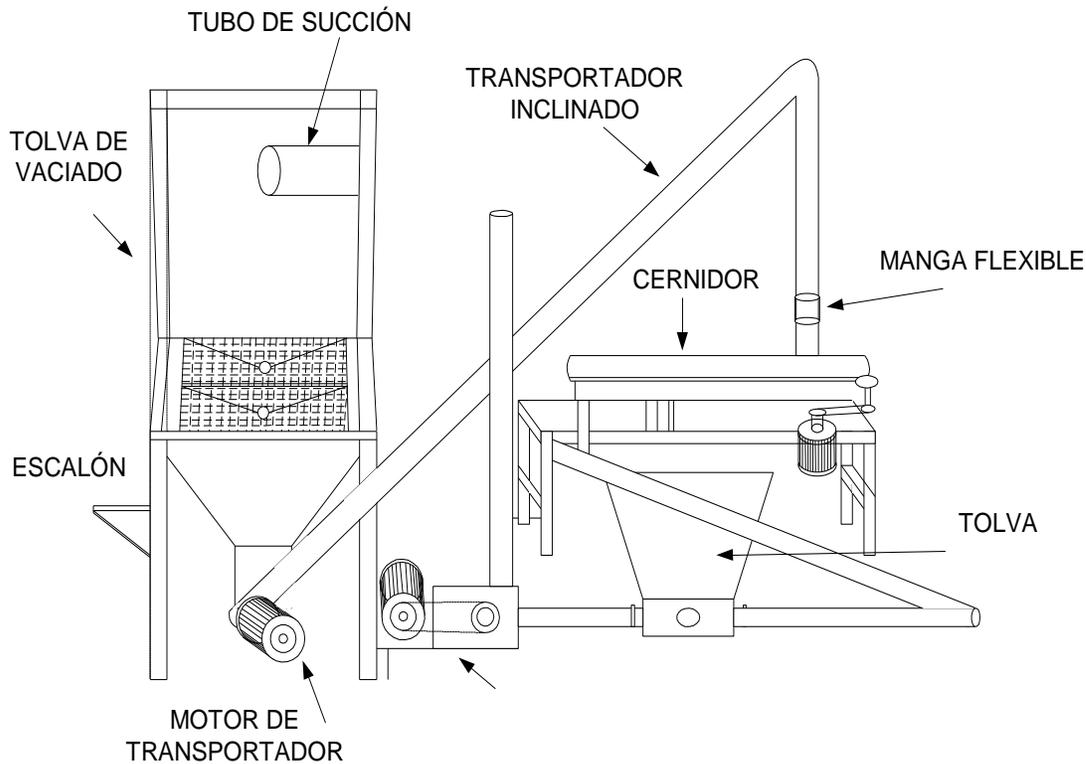
Fuente: Bimbo. *Maquinaria y equipo*. p. 32.

- Cernidor: cada sistema de manejo de harina está equipado con un cernidor, el cual es un sistema vibratorio que permite la separación de la harina de elementos extraños que pudieran contener hilos, madera, entre otros.

Además de someter a una aeración el cernidor vibratorio consiste básicamente, en una caja rectangular de lámina de acero inoxidable, en el interior se encuentra un bastidor de malla metálica el cual contiene varias bolitas de hule duro, los cuales con el movimiento vibratorio golpean la malla evitando que se tapen, en la tapa del cernidor se encuentra una abertura de alimentación, la que se conecta al transportador por medio de una manga flexible.

En la parte interior del cernidor se encuentran dos salidas: una para los elementos extraños o impurezas que no logran pasar por la malla y otra para la harina limpia, esta segunda, descarga una tolva en la base que está montada en una válvula dosificadora que pasa la harina al torrente de aire que proviene del soplador y que los transporta hacia los silos de almacenamiento.

Figura 8. Esquema de un cernidor de harina

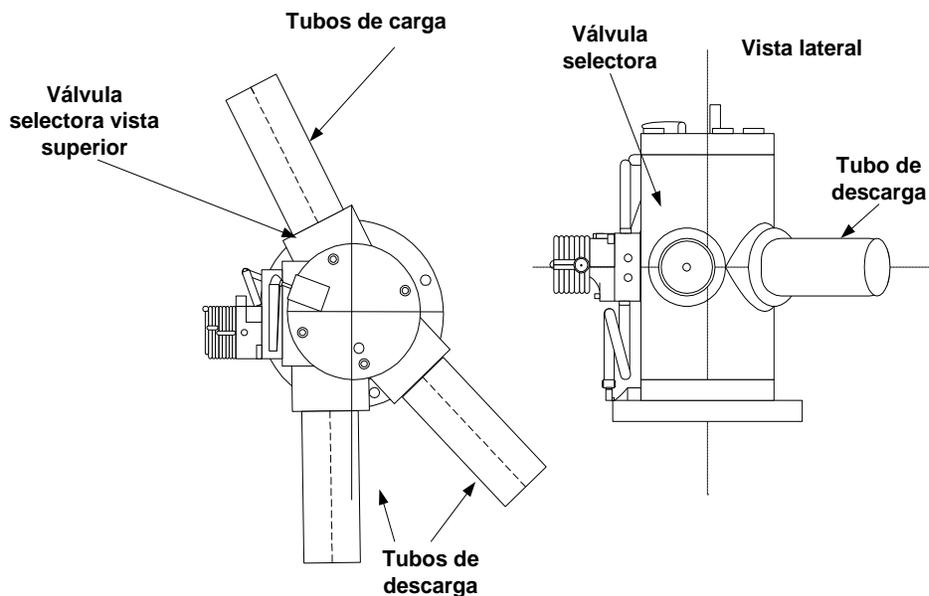


Fuente: Bimbo. *Maquinaria y equipo*. p. 43.

- Válvulas de control de flujo: son las encargadas de controlar el flujo de la harina obstruyendo o desviándolo hasta el punto de consumo, las válvulas empleadas en el área de Manejo de Harina son las siguientes: de mariposa, dosificadora, de cierre, selectora de tubo, entre otros.
- Válvula selectora de tubo: cuando en la línea neumática se presenta una acción, se debe utilizar una válvula selectora para accionar el tubo por donde fluirá la harina, lo anterior se da cuando a partir de una línea se desea llenar dos o más silos. Tiene en el interior una unidad cilíndrica con

una entrada y dos salidas, dentro de la cavidad hay un pistón con agujero de entrada y solo uno de salida, orientados de tal manera que permiten el paso de harina hacia un tubo bloqueando la entrada del otro, el pistón se puede girar, ya que contiene una válvula de presión, esta operación solo es posible cuando el sistema está en condición *stand by* y no hay flujo de harina.

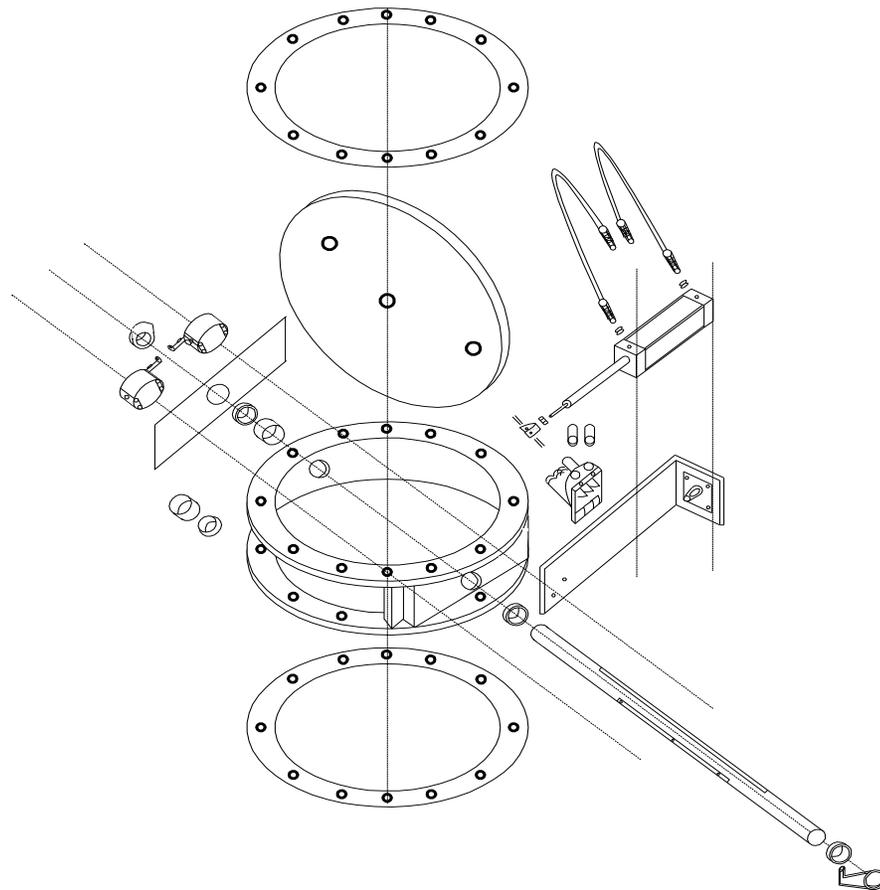
Figura 9. **Válvula selectora de tubo**



Fuente: Bimbo. *Maquinaria y equipo*. p. 51.

- Válvula de mariposa: sirven como válvulas de paso para interrumpir o restablecer el flujo de aire y materiales en un sistema, generalmente se instalan en la base de las tolvas o silos, tienen en el interior un papalote movido por un brazo acoplado a un pistón neumático.

Figura 10. **Válvula de mariposa**



Fuente: Bimbo. *Maquinaria y equipo*. p. 53.

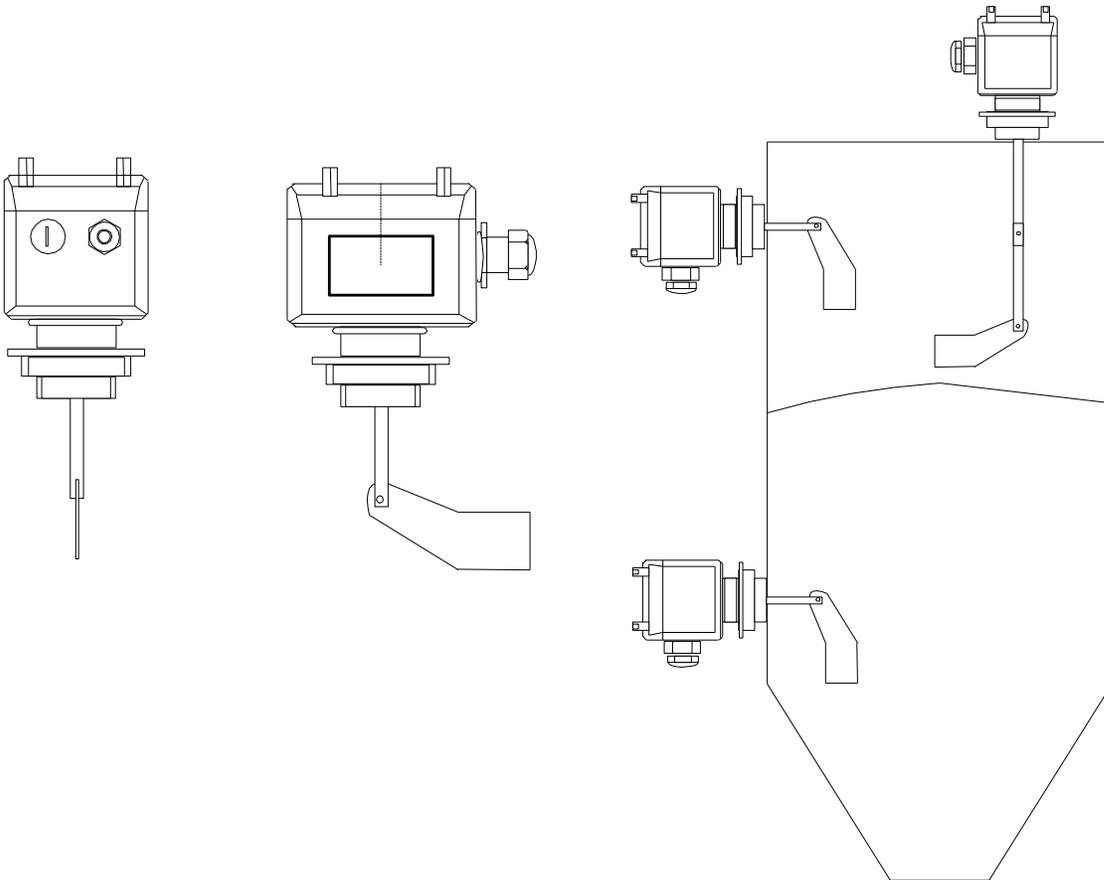
La función de esta válvula es desviar el material que viene arrastrado en una línea neumática hacia un recipiente, dejando pasar el aire, cuenta en el interior con un deflector o desviador, el cual es movido por un pistón neumático, en posición de abierto el deflector deja pasar el flujo normal de aire-harina, en estado cerrada, la harina choca contra el deflector precipitándose hacia un recipiente o tolva, el aire en cambio puede seguir el camino por la línea, generalmente esta válvula se coloca sobre las tolvas pesadoras de harina.

- Indicadores de nivel: los silos para almacenar harina cuentan con sensores de nivel máximo y mínimo, así como con un sistema de alarma conectado al tablero principal y al tablero de encendido del soplador de alimentación, este sistema se activa cuando el contenido de harina es bajo y se desactiva cuando los silos se llenan.

Los indicadores pueden ser de dos tipos:

- Rotobindicadores: consta de un pequeño motor con una hélice que gira, al ser obstruida por el nivel de harina presente, envía una señal eléctrica al tablero de control, en el caso actual de la planta los silos contenedores de harina, cuentan con este tipo de indicador de nivel.
- Capacitivos: consta de un cable pendiente del techo del silo, que actúa como un capacitor y está conectado a un sistema que interpreta las variaciones de capacitancia que el cable experimenta al entrar en contacto con la harina, de esta forma el interpretador convierte la señal recibida en una que indica el nivel en el silo.

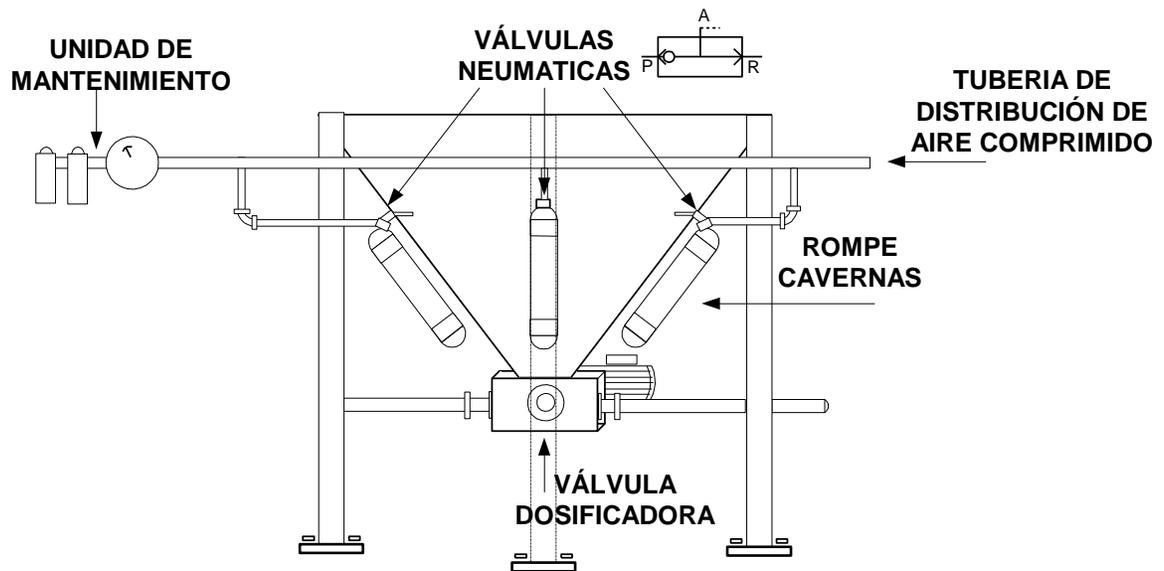
Figura 11. **Indicadores de nivel**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

- **Rompe cavernas neumático:** es un sistema de inyección de aire a presión proveniente de un compresor, tiene como función evitar el efecto de caverna de la harina, debido a que es la causa más frecuente de flujo lento y atascamiento, el aire se almacena en un tanque en la base del silo gobernado por una válvula solenoide, cuando se produce una caída de presión en la línea, un sensor de presión envía una señal para abrir la solenoide, inyectando aire a presión de choque que rompe el efecto de caverna en la harina.

Figura 12. Rompe cavernas neumático



Fuente: Bimbo. *Maquinaria y equipo*. p. 58.

2.2.2. Sopladores de harina

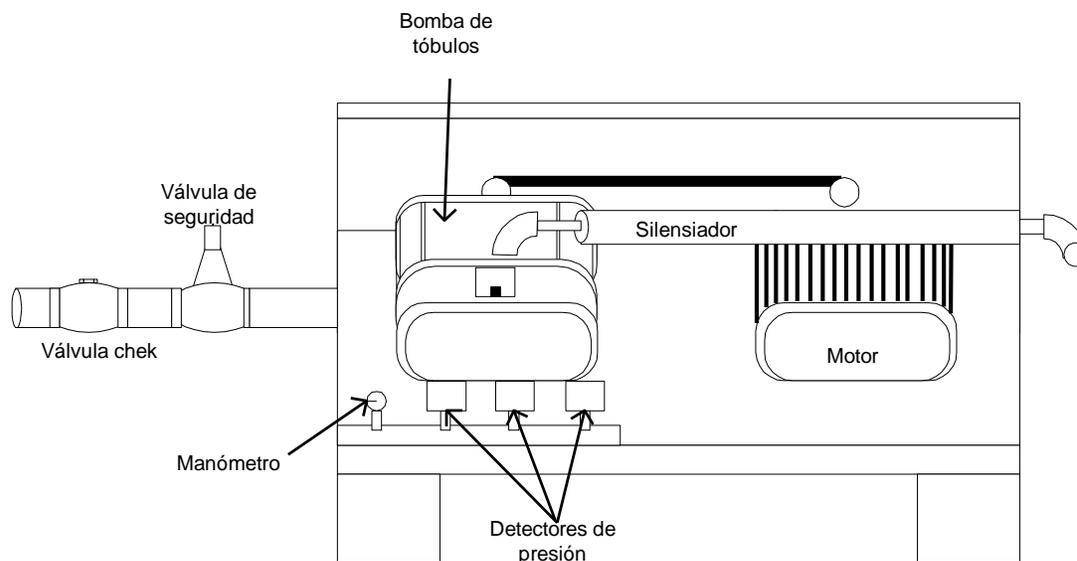
La función es proporcionar el volumen y presión de aire necesarios para lograr el arrastre de la harina por las líneas neumáticas.

Es una bomba positiva de impulsores parecidos a los de una de lóbulos, aunque presentan mayor superficie axial en dirección del eje, ya que actúan como aspas para impulsar el aire, estos sopladores son propulsados por motores eléctricos y transmisión de bandas y poleas, en la parte superior del cuerpo de la bomba se encuentra una caja de engranes para la sincronización de los impulsores, los sopladores trabajan a altas revoluciones, la velocidad depende del tamaño y capacidad, rango entre 1 310 y 4 150 revoluciones por minuto, toman el aire directamente de la atmósfera por un tubo de admisión, en el extremo, se encuentra un filtro de cartucho, sirven para proteger al soplador

de partículas extrañas, evitan posibles contaminaciones de las líneas de transporte de harina, las líneas de succión tienen acoplados en los extremos silenciadores sellados.

Las líneas neumáticas están formadas por tubos de aluminio que tienen las ventajas de ser sanitarios y ligeros.

Figura 13. **Soplador de harina de lóbulos**



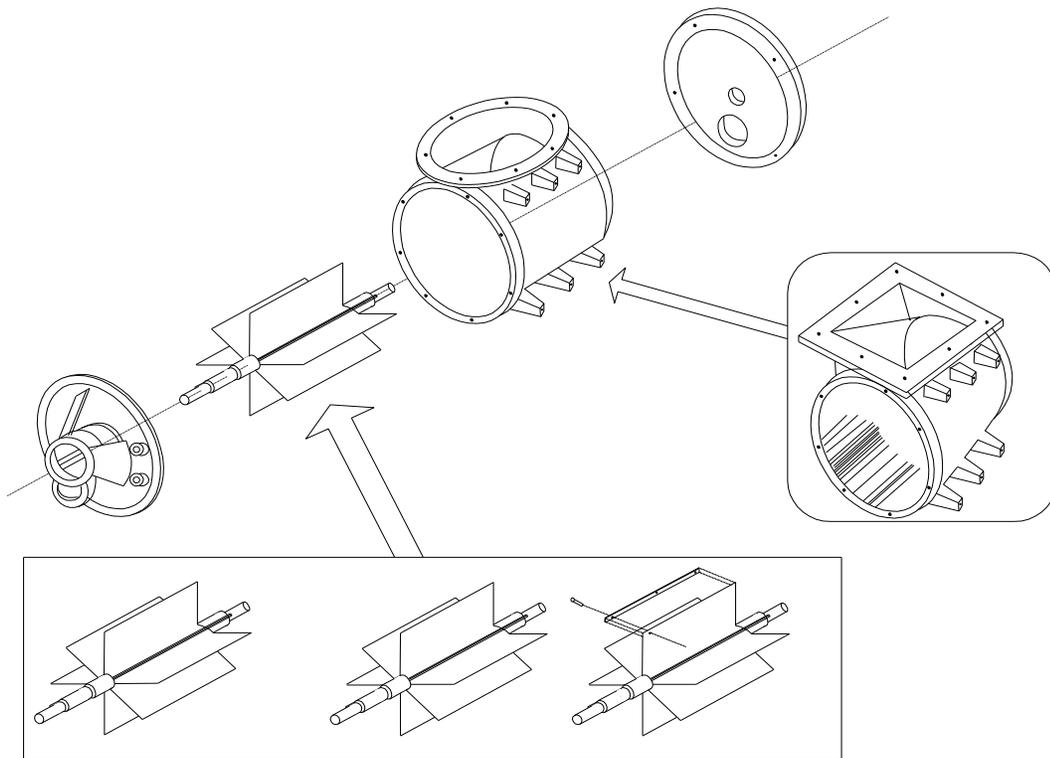
Fuente: Bimbo. *Maquinaria y equipo*. p. 60.

2.2.3. **Dosificadores de harina**

Son válvulas que se localizan en la parte inferior de los silos, tienen la función de dosificar la harina a la línea neumática para garantizar una alimentación constante, está constituida por una carcasa en la cual se aloja la hélice o rotor de tablillas que al girar dosifican la harina hacia la línea neumática de transporte.

El movimiento del rotor es proporcionado por un reductor acoplado al motor por medio de una cadena.

Figura 14. **Válvula dosificadora**



Fuente: Bimbo. *Maquinaria y equipo*. p. 63.

2.2.4. **Planos**

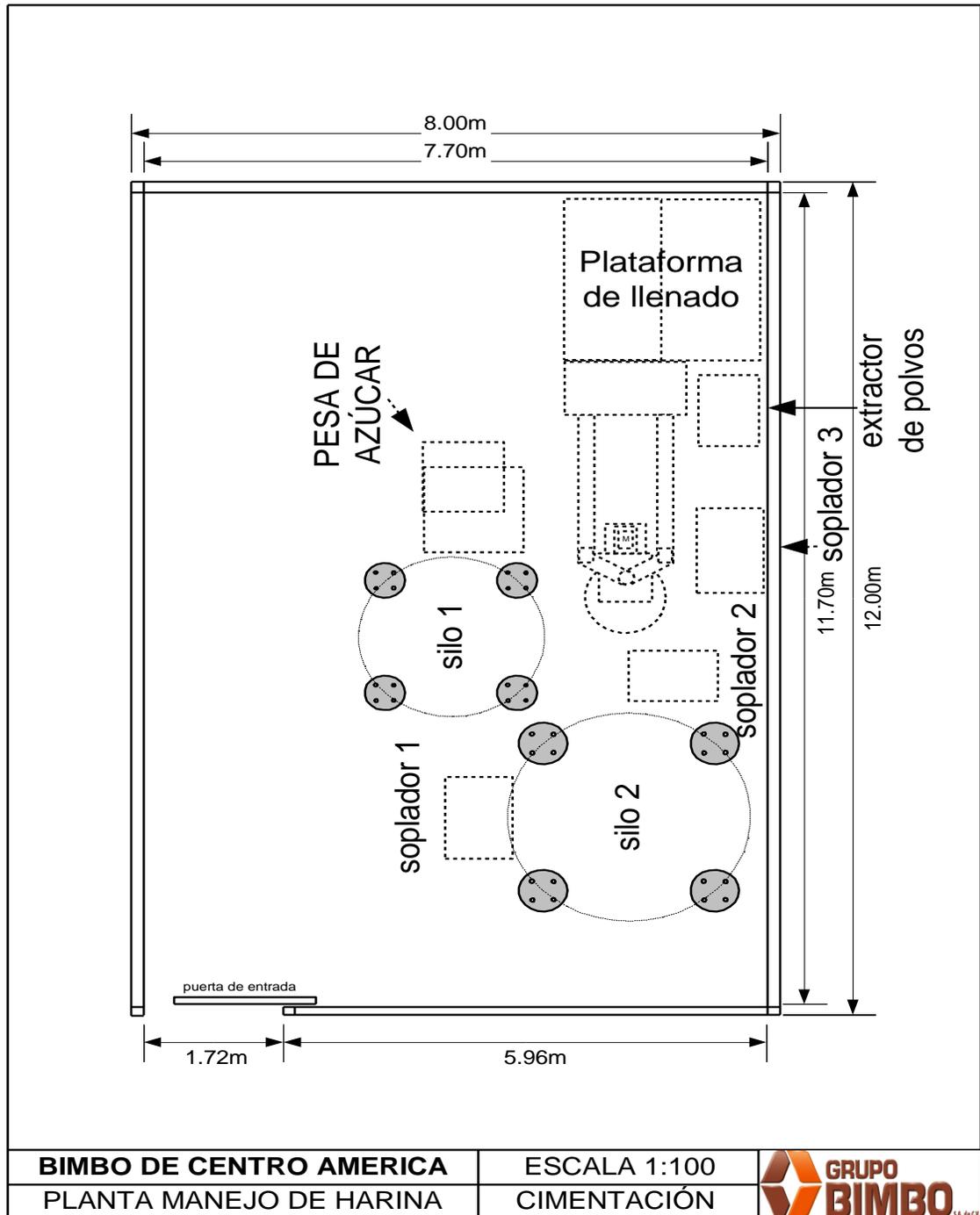
A continuación se presenta el diseño de los planos del área de Manejo de Harina de la planta Bimbo de Centroamérica S. A., en los cuales se incluye el esquema de cimentación y posicionamiento del área.

2.2.4.1. Planos de cimentación

Los equipos que utilizan cimentación en el área de Manejo de Harina son únicamente los silos contenedores de harina, los demás equipos tales como la plataforma de llenado utiliza equipo rodante, el cernidor de harina y el succionador de polvos utilizan pernos de sujeción, los sopladores de harina están soportados por pernos de sujeción a la loza, la tubería de distribución de harina está sujeta a la loza por medio de abrazaderas con pernos de sujeción.

La loza está constituida de un espesor de 50 centímetros reforzada con hierros de $\frac{3}{4}$ pulgadas con una proporción de 1 por 1, para garantizar la estabilidad de los equipos y evitar hundimiento en el área provocada por el peso.

Figura 15. Esquema de cimentación del área de Manejo de Harina

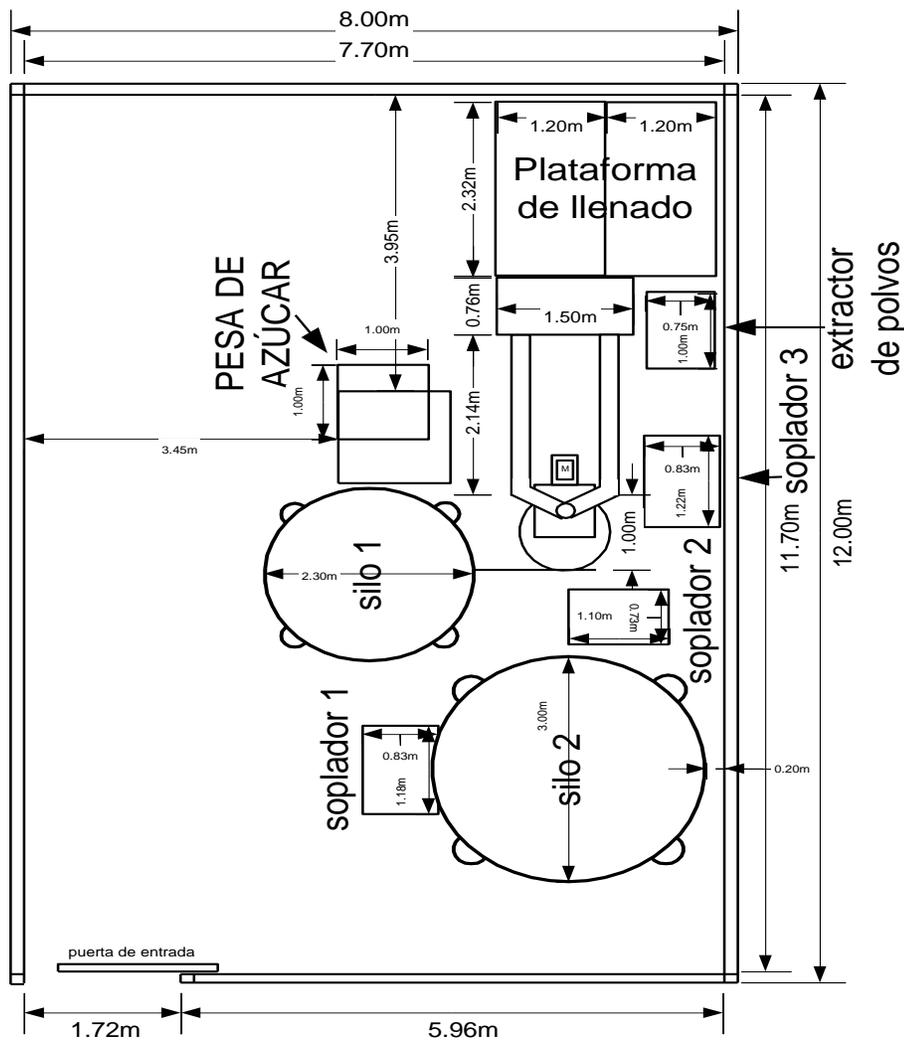


Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

2.2.4.2. Planos de posicionamiento del equipo

Son los planos del área de Manejo de Harina que proporcionan la información necesaria, del lugar preciso donde se encuentran físicamente los equipos y donde estos permitirán realizar una actividad ordenada.

Figura 16. Esquema de posicionamiento del área de Manejo de Harina



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

2.2.5. Análisis de las condiciones ambientales de trabajo

Los equipos que conforman el área de Manejo de Harina al momento de estar en operación provocan ruido y vibración, asimismo, el operador se encuentra dentro de un área donde existe gran cantidad de partículas de harina que son desprendidas en el instante en el que se vacían los sacos de harina en la tolva de vaciado, de esta forma los puntos de estudio para determinar la condición ambiental de trabajo en el área de Manejo de Harina son:

- Ruido
- Polvo o partículas de harina

- Análisis de ruido
 - Los equipos del área de Manejo de Harina que provocan ciertos niveles de ruido son los motores eléctricos, está constituida por una cantidad de 10 motores eléctricos, 3 válvulas dosificadoras, una turbina extractora de polvos, 3 compresores o sopladores de lóbulos, 8 unidades rompe cavernas.
 - El análisis de ruido se efectuó con un analizador de *scott instruments* tipo 452 *sound level meter*, el que utiliza como unidad de medida el decibel, es el nivel de presión del sonido y se define como $SPL = 20 \log_{10} p/p_0$, dentro de las características del instrumento se define una frecuencia característica como directriz de la medida.
 - Condiciones del área al momento de la toma de datos: estaban en funcionamiento los siguientes equipos
 - Soplador de llenado
 - Gusanos elevadores
 - Cernidor
 - Soplador del silo 2

- Sistema neumático rompe cavernas del silo 2
- Los datos tomados fueron los siguientes:
 - En la entrada de la puerta 37 Db
 - Afuera de los equipos 60 Db
 - En medio de los equipos 90 Db
 - En la plataforma de llenado 70 Db
- Mascarillas y filtros de protección para las vías respiratorias en el área de Manejo de Harina

El objetivo de este equipo es proteger al usuario contra la inhalación de partículas de harina producidas durante la operación de desvariado de sacos en la tolva.

Estos accesorios son necesarios siempre que el colaborador este en recintos cerrados de pequeñas dimensiones y sin ventilación en el interior del área de Manejo de Harina, la mascarilla deberá garantizar un ajuste hermético a la cara del portador, independientemente de que la piel esté seca o mojada y que la cabeza esté en movimiento.

El aire penetra en la mascarilla filtrante y va directamente a la cavidad de la conexión respiratoria destinada a la boca y la nariz a través de un filtro, se recomienda el uso del filtro tipo P3 que es de elevada capacidad para el empleo contra partículas sólidas y líquidas de color blanco.

- Mascarilla filtrante *Mask Comfort li*

Se apoya en la coronilla del usuario y cuenta con doble punto de sujeción, siendo regulable en longitud, permite a la mascarilla soportarse sobre

una base cómoda sin interferir con otros equipos protectores, cascos, gafas, entre otros.

Es especialmente diseñado para evitar que con el peso de la mascarilla y filtro, al realizar movimientos con la cabeza, la mascarilla se desplace con el consiguiente riesgo de entrada de contaminantes, este arnés permite un ajuste perfecto.

Dispone de un sistema del cual, solo hay que soltar el cierre de la zona trasera del cuello y la mascarilla queda automáticamente colocada sobre el pecho, los bordes de este arnés, están redondeados, eliminando así el riesgo de roces y aportando el mayor *confort*.

Figura 17. **Mascarilla protectora de partículas**



Fuente: Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo. *Manual de Seguridad Industrial*. p. 138.

2.3. Descripción del sistema de manejo de harina propuesto

Uno de los puntos principales del sistema propuesto en el área de Manejo de Harina, es cambiar la presentación de la harina de sacos de 50

kilogramos a la modalidad de manejo de harina a granel, este cambio representa la implementación de nuevos equipos y sistemas de control, que beneficien la eficiencia de todo el proceso.

Básicamente se trata de la modificación de los siguientes puntos del proceso:

- Recepción de materia prima
- Almacenamiento
- Transporte hacia el área de Manejo de Harina
- Llenado de los silos

La modificación de estos pasos crea la necesidad de la implementación de nuevos equipos para cumplir con las tareas que requiere el proceso, los cuales son los siguientes: dos silos contenedores de harina con una capacidad volumétrica de 37,70 metros cúbicos o 20 toneladas, dos válvulas dosificadoras con motor eléctrico respectivamente, sopladores de harina para llenado de los silos, sistemas de mando y control del equipo, así como la utilización del cernidor existente para la operación del llenado.

2.3.1. Alcance

El proyecto se realizará en el área de Manejo de Harina de la planta Bimbo de Centroamérica S. A., ubicada en el Tejar, Chimaltenango, contará con la implementación de un nuevo sistema de manejo de harina. Consiste en el cambio de la presentación de harina de sacos de 50 kilogramos a la presentación de manejo de harina a granel, con el fin de aumentar la capacidad de almacenamiento de harina, así como la eficiencia del proceso.

Actualmente se cuenta con dos silos con una capacidad de almacenaje de 26,4 toneladas, en la planta se da un consumo de harina semanal de 235,4 toneladas correspondiente a un consumo diario de 33,6 toneladas, al habilitar dos silos aumentaría la capacidad de almacenaje en 20 toneladas cada uno, sería en total 66,4 toneladas el cual daría un tiempo de almacenaje de 2 días.

Para este proyecto es necesaria la utilización de nuevos equipos, así como la sustitución de varias tareas e implementación de otras actividades, el alcance del proyecto se resumen en los siguientes puntos:

- Estudio de la condición actual del proceso de manejo de harina
- Habilidad de dos silos contenedores de harina
- Modificaciones para los silos
- Habilidad de válvulas dosificadoras
- Diseño de planos para el posicionamiento de los equipos en el área
- Diseño de sistemas eléctricos y neumáticos
- Propuesta de mantenimiento para los nuevos equipos
- Costos de implementación

3. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

En esta sección se desarrollan los temas de aplicación del proyecto utilizando las herramientas de ingeniería, competencia personales e información proporcionada por las instalaciones de la planta y equipos que conforman el área de Manejo de Harina. Para la implantación del sistema de manejo de harina propuesto es necesario el diagrama del proceso operativo, ya que dará una directriz de lo que se pretende.

3.1. Implementación del sistema de manejo de harina propuesto

La implementación de un proyecto requiere de directrices que sirvan para referencia de lo que se pretende realizar, para lo cual es necesaria la descripción del proceso productivo propuesto del área de Manejo de Harina, así como el diagrama de flujo. El sistema propuesto de manejo de harina a granel requiere de la habilitación de dos silos, para ello es necesario un recuento de las partes que los conforman, así como la descripción del estado físico en que se encuentran, para que de esta manera se puedan establecer las modificaciones, trabajos y materiales que se necesitan para ser posible dicha habilitación.

3.2. Diagrama de proceso de manejo de harina

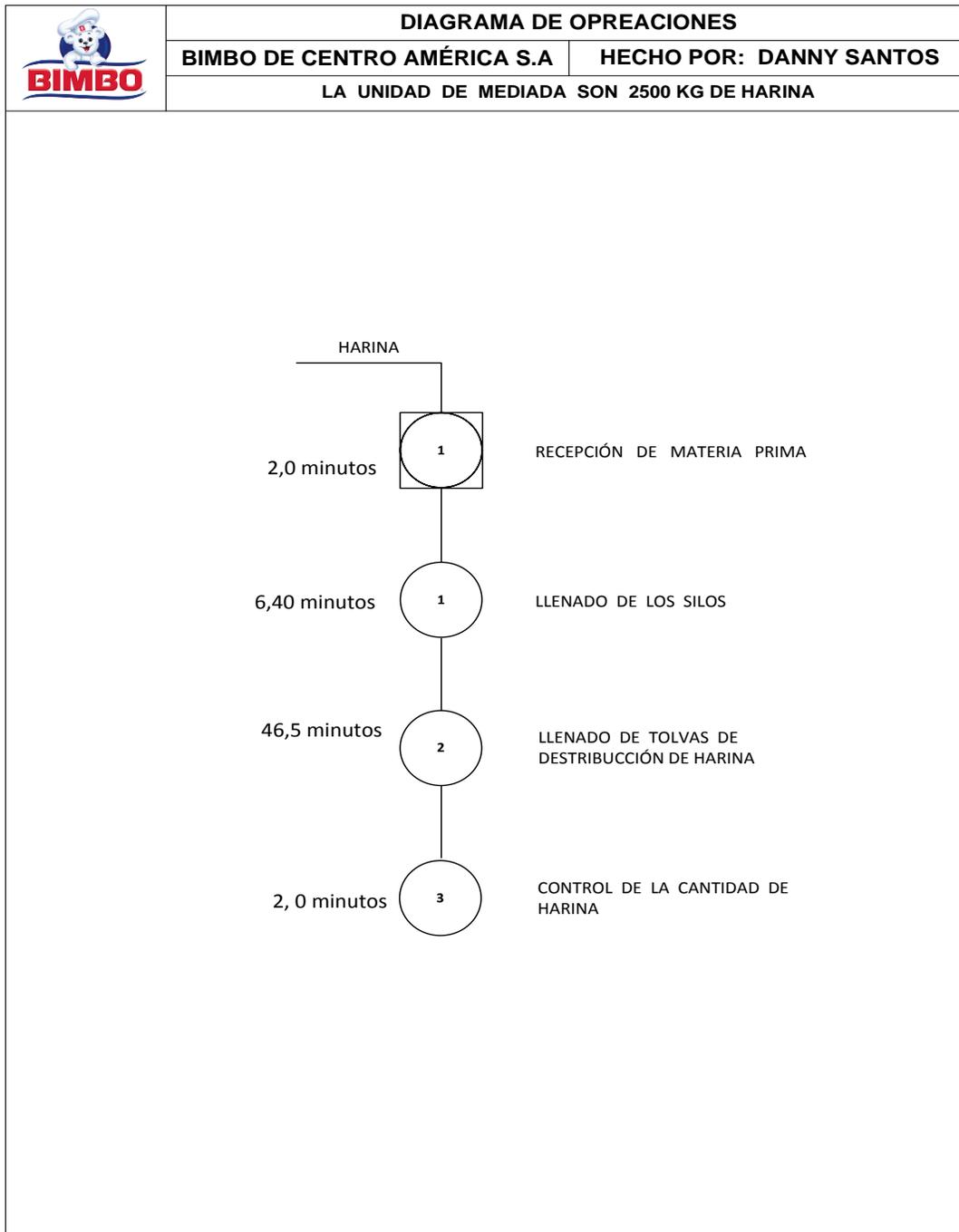
Para visualizar de una forma más fácil el proceso realizado en el área de Harina se ha diseñado una propuesta que incluye las mejoras del proceso y el respectivo diagrama de flujo.

- Recepción de materia prima: la harina es transportada hacia la planta en la presentación a granel por medio de un camión cisterna, el cual pasa por la báscula de control, para saber el peso inicial, luego se dirige hacia el área de Manejo de Harina.
- Llenado de los silos: por medio de un tablero de control un operador hace la selección del silo que se llenará, el camión proveedor de harina cuenta con un soplador que presuriza el cisterna para poder transportarla a través de la toma en el área de Manejo de Harina hasta el cernidor, en la parte inferior del cernidor se encuentra conectada una válvula dosificadora y un soplador de llenado, los cuales son los encargados de transportar la harina hasta el silo seleccionado.
- Distribución de harina hacia las líneas de producción: en cada línea de producción hay una tolva pesadora de harina y un tablero de control, cuando el operador hace el requerimiento de harina en cualquiera de las tolvas existentes por medio del tablero de control PLC, que es el encargado de energizar el soplador de distribución de harina del silo seleccionado, el cual se encuentra en el área de Manejo de Harina.

Al mismo tiempo que se activan los sistemas de operación de los silos que son: rompe cavernas, válvula dosificadora correspondiente y las de control de flujo de harina, al llegar la harina a la tolva donde fue seleccionada, por medio de los mecanismos de pesa descarga, permite el llenado de la cantidad de harina requerida, al terminar de adquirirla hay una válvula que permite el movimiento restante por medio de un circuito cerrado, regresando al silo de almacenaje de harina u otra tolva según sea el requerimiento.

- Control de la cantidad de harina: al efectuar la operación el camión de descarga de harina y llenado de los silos, pasa nuevamente por la báscula de control para saber el peso final, la diferencia de pesos indica la cantidad de harina exacta que fue depositada en los silos de almacenamiento y distribución de harina.

Figura 18. Diagrama de operaciones propuesto

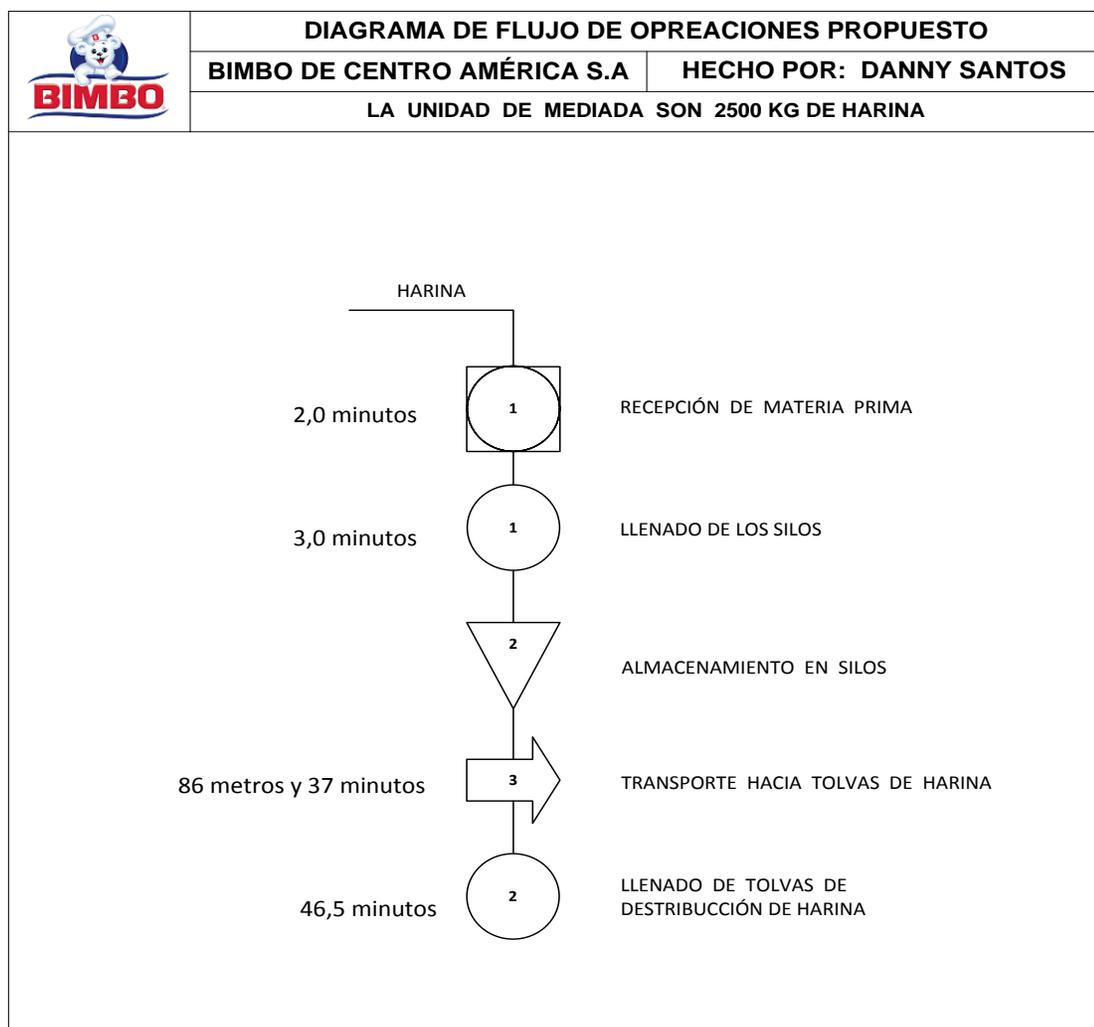


Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

3.3. Diagrama de flujo de manejo de harina

Un diagrama de flujo presenta generalmente un único punto de inicio y de cierre. En la siguiente figura se detalla el diagrama de flujo de manejo de harina.

Figura 19. Diagrama de flujo de operaciones propuesto



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

3.3.1. Habilitación de dos silos

Para cumplir con los objetivos del proyecto es necesario habilitar dos silos contenedores de harina, se les ha denominado silos de harina de la mejor, se encuentran en área de Almacén de equipos deshabilitados.

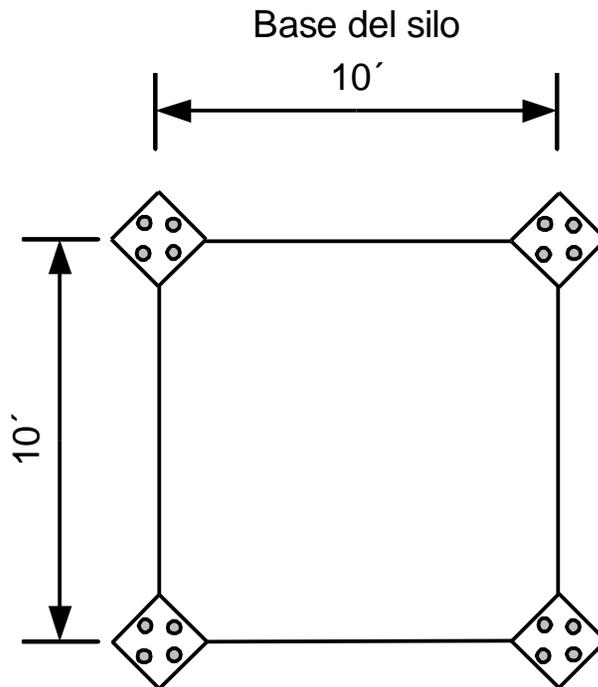
A continuación se hace una descripción de los silos así como un estudio de la condición física, lo que ayudará a la toma de las decisiones al momento de la reparación y modificación.

3.3.1.1. Descripción de los silos

Los silos de harina se componen de cuatro partes principales: estructura de soporte, lecho fluidizante, tela filtro de la parte superior y parte cilíndrica, las cuales se describen a continuación.

- Estructura de soporte de los silos: esta sección se compone de la descripción de las medidas y soporte de vigas I de 8 * 4 pulgadas de $\frac{1}{4}$ de pulgada de espesor, la función que desempeña es soportar la estructura del silo, peso neto cuando está lleno de harina, en cada extremo de la estructura de soporte se encuentran las bases de las celdas de carga, las cuales son las encargadas del control del nivel de harina de los silos, sobre las celdas de carga están las de soporte, que son de sección H de 4 * 4 pulgadas y ejercen la tarea de columnas de soporte de la estructura cilíndrica de los silos, en cada extremo tiene una plancha de lámina de $\frac{1}{4}$ de pulgada de espesor con dimensiones de 16 * 16 pulgadas, están provistas cada una de 4 barrenos de $\frac{3}{4}$ de pulgada para la unión de la estructura de soporte y la unión de la base de soporte del silo, lo que se efectúa con tornillo completos con un diámetro de $\frac{3}{4}$ de pulgada .

Figura 20. Estructura de soporte de los silos

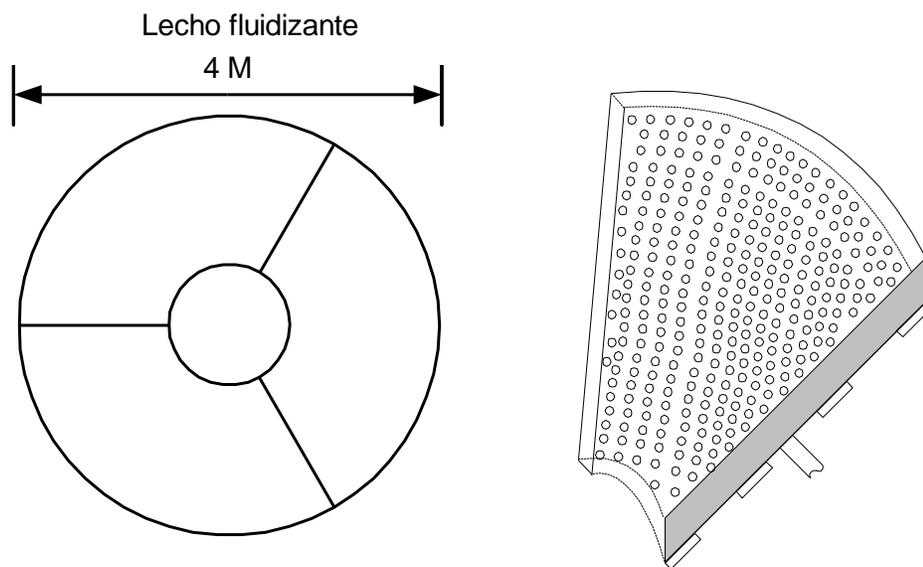


Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

- Lecho fluidizante de los silos: se conforma de tres partes cónicas con un ángulo de 120 grados, estas secciones tiene dos capas, formando una cámara de aireación, cuya función es la de rompecavernas, la parte inferior es de lámina de hierro negro con espesor de 1/4 pulgadas y reforzada con platinas de 4 pulgadas y 1/4 pulgadas de espesor, la parte superior de la cámara es de hierro negro de un espesor de 1/4 pulgadas y esta provista de barrenos de un diámetro de 1/4 pulgadas en toda el área superficial del lecho fluidizante, para dejar pasar el flujo de aire comprimido, en la parte de encima de la cámara se coloca una tela de nailon denominada tela filtro 100 por ciento nailon, con capacidad de filtración de aire no de harina, esta tela está sujeta con platinas de 1

pulgada de ancho y 1/8 pulgadas de espesor de material de acero inoxidable, la función es para mantener una correcta sujeción.

Figura 21. **Lecho fluidizante de los silos**

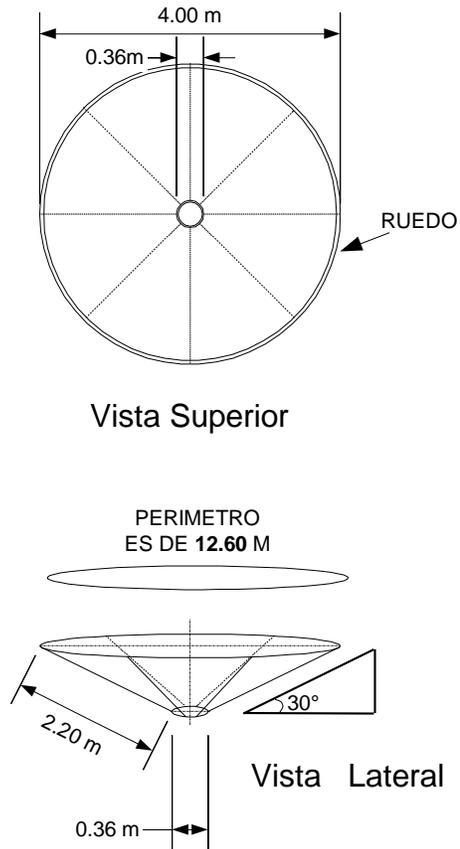


Fuente: elaboración propia, con programa con programa de AutoCAD.

A continuación se presenta un bosquejo de las telas filtro del lecho fluidizante y de la parte superior de los silos contenedores de harina de la mejor.

- Tela filtro del lecho fluidizante: tiene un perímetro de 12,60 metros diámetro exterior de 4,00 metros e interior de 0,36 metros confeccionada en gajos de 30 grados.

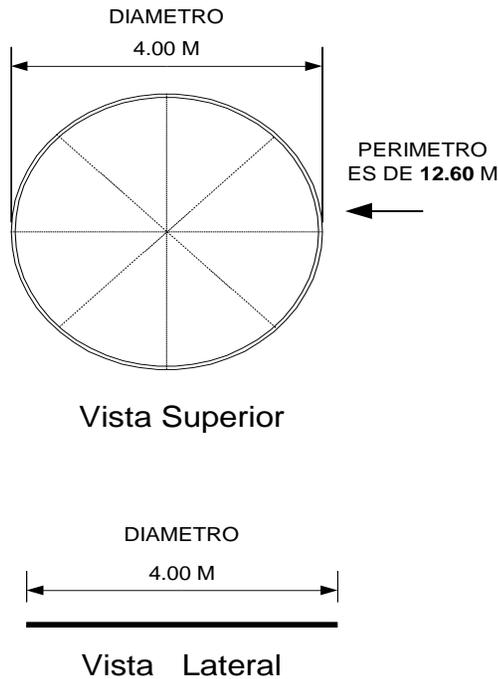
Figura 22. **Tela filtro del lecho fluidizante**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

- Tela filtro de la parte superior del silo: con perímetro de 12,60 metros y diámetro de 4,00 metros en sección plana, lo que significa que no lleva el agujero de 36 centímetros, ni está confeccionada con ángulo de 30 grados, simplemente en sección plana.

Figura 23. **Tela filtro de la parte superior del silo**

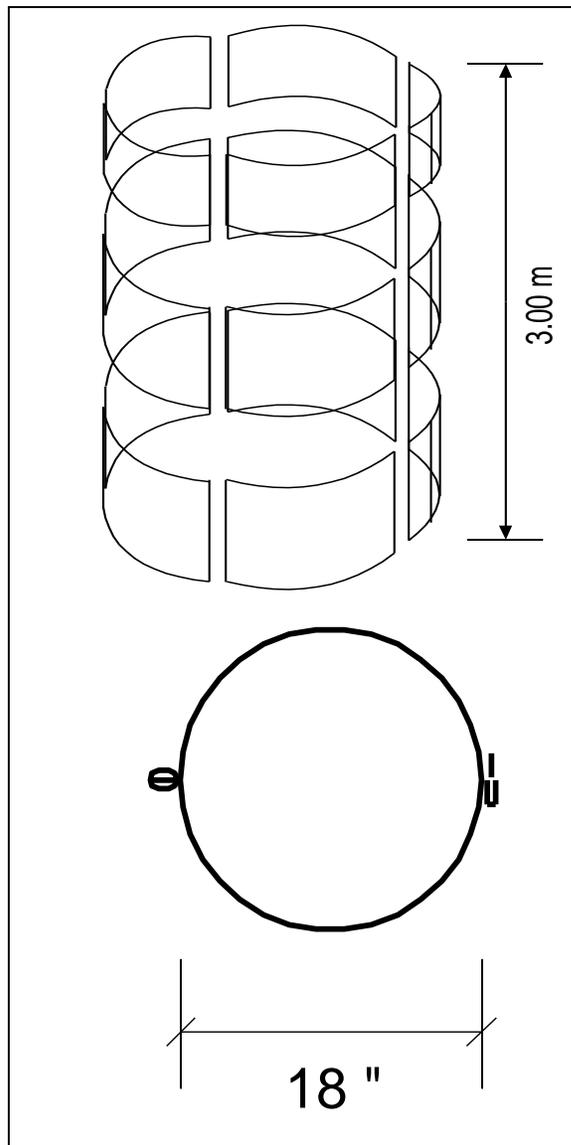


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

- **Parte cilíndrica:** es la encargada de formar un volumen de almacenamiento para la harina, se compone de tres secciones que tienen cinco partes y cada sección tiene un ángulo de curvatura de 72 grados, está fabricada de aluminio, en total son quince partes, diez de dimensiones de 2,51 metros de largo y 1,20 metros de alto con un ángulo de curvatura de 72 grados, las otras cinco varían la altura a 0,60 metros manteniendo la longitud de 2,51 metros con ángulo de curvatura de 72 grados, estas secciones al unir las forman un cilindro de diámetro de 4,0 por 3,0 metros de alto, proporcionando un volumen de 3,70 metros cúbicos, sin incluir el volumen que conforma el lecho fluidizante, las secciones se unen mediante tornillería de acero inoxidable con empaque

para garantizar el sello hermético necesario, en la parte cilíndrica se encuentra una ventanilla de inspección para verificar visualmente el llenado de los silos.

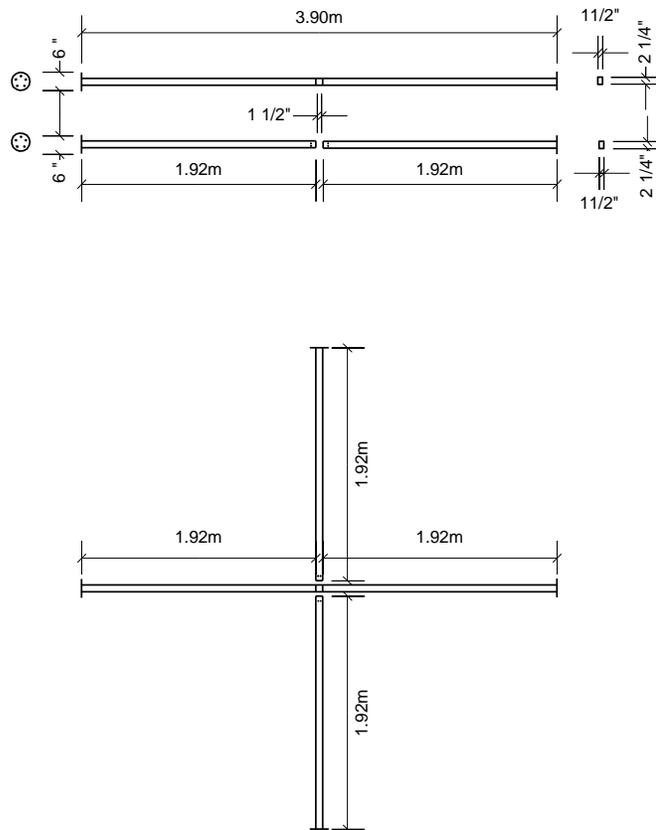
Figura 24. **Esquema de la parte cilíndrica y ventana de inspección**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

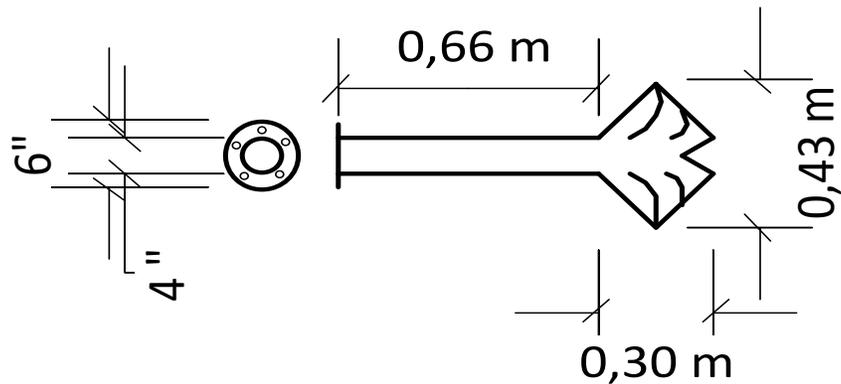
- Parte superior del silo: se conforma de una cruceta de tubo rectangular de 2 ¼ pulgadas * 1 ½ pulgadas con espesor de 1/8 pulgadas en hierro negro, en cada extremo tiene una plancha de lámina de 1/8 pulgadas con un diámetro de 6 pulgadas, la cual está provista de cinco tornillos hexagonales de 5/16 pulgadas de diámetro y 1 ½ pulgadas de largo, para la sujeción con las paredes del cilindro, en la parte superior donde está ubicada la tubería de llenado de los silos, es de material de hierro negro con tubo de 4 pulgadas y acople de 6 pulgadas de diámetro, es la encargada de la dispersar la harina al momento del llenado.

Figura 25. Sujetadores de la parte superior del silo



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 26. **Tubería de entrada de harina**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.3.1.2. **Condición física actual de los silos**

Los silos de harina se encuentran físicamente desarmados y todos los componentes están en degradación ambiental.

A continuación se hace un desglose de las partes donde se especifica el estado físico actual.

- Estructura de soporte de los silos:
 - La vigas de las cuales se compone la estructura de soporte de los silos, está afectada en toda el área superficial por la corrosión.
 - Las celdas de carga están corroídas, fuera de funcionamiento y faltan los tornillos de sujeción.
 - Las patas de soporte están corroídas y faltan los tornillos de sujeción.

- Lecho fluidizante de los silos: las secciones de las que se compone están afectadas por la corrosión, la cámara de aireación esta corroída, faltan los tornillos de sujeción, tienen partes dobladas y en mal estado, falta la tela filtro y empaque de unión de cada sección.
- Parte cilíndrica: las secciones de la parte cilíndrica se encuentran en buen estado, referente a la degradación provocada por la corrosión debido a que están fabricadas de material de aluminio, algunas de estas secciones están dobladas, falta la tornillería correspondiente y el empaque.
- Parte superior del silo: debido al material de fabricación los soportes o crucetas, se encuentran afectadas por la corrosión en toda el área superficial, faltan la tornillería de sujeción, la tubería de llenado de los silos está fabricada en hierro negro, por esta razón se encuentran corroídas lo que hace imposible la utilización, uno de los elementos faltantes en la parte superior de los silos es la tela filtrante.

3.3.1.3. Modificaciones para los silos

Para hacer posible la habilitación de los silos se debe efectuar una serie de trabajos, y a la vez considerar el material que se debe comprar para realizar la modificación correspondiente a estos. Ver tabla III.

Tabla III. **Modificación para los silos de la mejor**



Control de trabajos para habilitación de silos de harina

Núm.	PARTE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO
1	Estructura de soporte de los Silos	2	no se utilizará
2	Patas o columnas de soporte	8	Fabricar nuevos soportes de viga de sección H de 8 pulgadas * 4 pulgadas, aumentar la longitud según el requerimiento de la válvula dosificadora a 1,20 m con acoples para las celdas de carga y el acople con silo, pintar con pintura blanca grado alimenticio
		8	Mantenimiento a las celdas de carga
3	Lecho fluidizante	6	Enderezar partes que estén dobladas, despintar, lijar y pintar con pintura grado alimenticio color blanco
		16	Enderezar cinchos de acero inoxidable de sujeción de tela filtro y limpiarlos.
		2	Fabricación de cono de caída de harina en acero inoxidable para sujeción de la tela filtro.
		2	Despintado de válvulas dosificadoras, lijado y pintado con pintura de grado alimenticio color blanco, para brindarle mantenimiento y lubricación.
		2	Fabricar adaptadores para las válvula dosificadoras y los silos de harina

Continuación de la tabla III.

4	Parte cilíndrica		Enderezar las partes dobladas y proporcionarle limpieza general a las secciones cilíndricas.
		30	Despintar y pintar con pintura de grado alimenticio color blanco las crucetas de soporte de la parte superior de los silos
		2	Fabricación de la tubería de carga de harina en material de acero inoxidable según esquema.
		2	Reparación de las ventanillas de inspección

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. Trabajos para los silos



Control de materiales para habilitación de silos de harina

Núm.	PARTE DEL LOS SILOS	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
1	Tornillos para armado	650	Tornillos completos hexagonales de acero inoxidable con diámetro de 5/16 pulgadas y largo de 3/4 pulgadas
		75	Tornillos completos hexagonales de acero inoxidable con diámetro de 5/16 pulgadas y largo de 1 pulgadas
		16	Tornillos completos hexagonales de acero inoxidable con diámetro de 3/8 pulgadas y largo de 1 1/2 pulgadas
		642	Tornillos completos hexagonales de acero inoxidable con diámetro de 5/16 pulgadas y largo de 1 1/2 pulgadas
		8	Tornillos completos hexagonales de acero inoxidable con diámetro de 5/16 pulgadas y largo de 2 1/2 pulgadas
		6	Tornillos completos hexagonales de acero inoxidable con diámetro de 3/8 pulgadas y largo de 1 pulgadas
		4	Tornillos completos hexagonales de acero inoxidable con diámetro de 1/2 pulgadas y largo de 2 1/2 pulgadas
		64	Tornillos completos hexagonales de acero inoxidable con diámetro de 3/4 pulgadas y largo de 4 pulgadas
2	Platinas para sujeción de telas filtro	9	Platinas para sujeción de tela filtro en material de acero inoxidable con dimensiones de 1 1/2 pulgadas de ancho por un 1/8 pulgadas de espesor y 6 metros de largo
3	Telas filtro	2	Telas filtro para la parte superior del silo con diámetro de 4 m y perímetro de 12,56 metros
		2	Telas filtro para el lecho fluidizante confeccionadas en gajos de 30° con diámetro superior de 4 m y un diámetro inferior de 36 cm. con perímetro de 12,56 metros

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Descripción del equipo nuevo o habilitado

Dentro de los equipos nuevos y habilitados para el sistema de manejo de harina a granel se encuentra los sopladores de harina, válvulas dosificadoras de harina y motores eléctricos, a continuación se especifica la descripción de cada uno de estos equipos.

3.3.2.1. Sopladores de harina

Son los encargados de proporcionar el fulgo de aire necesario para el empuje de la harina a través de las líneas neumáticas, para cumplir con dicha función utilizan un motor de 25 caballos de fuerza y 1 760 revoluciones por minuto, para el proyecto de manejo de harina a granel se necesitan dos sopladores uno para cada silo habilitado.

Los sopladores existentes son de similares características de los sopladores nuevos, se componen de una carcasa que contiene todos los mecanismos del soplador, esta carcasa tiene la sección de los lóbulos impulsores los cuales están conectados a dos engranes de sincronización que son los encargados del correcto movimiento entre los lóbulos, se encuentran dos rodamientos para los ejes de los lóbulos de donde sale el eje del lóbulo que lleva la polea, la cual recibe el movimiento proporcionado por un faja y un motor eléctrico.

- Operación: los problemas futuros en la operación pueden evitarse si se toman las precauciones apropiadas, cuando el equipo se encuentra por primera vez en funcionamiento.

Antes de energizar el soplador debe girar la mano por encima y alrededor, para asegurarse que no hay ligamentos o contactos internos.

Cada tamaño de soplador tiene límites de operación en diferencial de presión, velocidad de funcionamiento y transferencia de temperatura, las cuales no deben excederse. Ver tabla V.

Tabla V. **Límites de operación máxima soplador**

Tamaño	RPM	PSI	VACUUM PLG HG	Descarga de temperatura °F
2 LL	4 165	6,0	10,0	260
2 ML	4 165	10,0	12,0	280
3 LL	3 275	6,0	10,0	260
3 HL	3 275	10,0	14,0	280
4 LL	3 050	13,0	14,0	300
4 ML	3 050	7,0	12,0	260
4 HL	3 050	10,0	14,0	280
5 LL	2 440	13,0	12,0	300
5 ML	2 440	7,0	14,0	260
5 HL	2 440	10,0	14,0	280

Fuente: Bimbo. *Maquinaria y equipo*. p. 28.

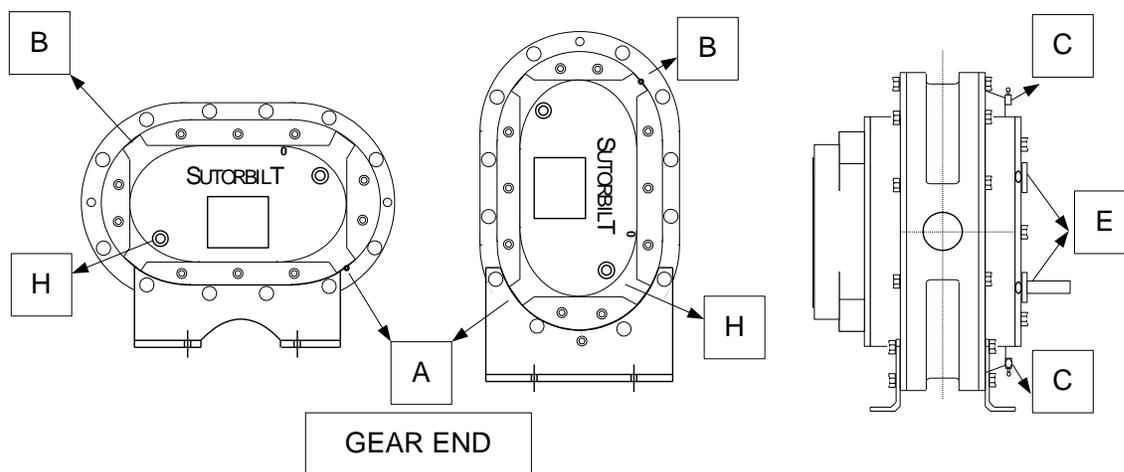
- Advertencia: al exceder los límites de operación provocará daños a la unidad.

Es importante que la presión y temperatura estén medidas directamente en los puntos correctos del soplador, para evitar errores que puedan provocar la intervención en las tuberías, montajes, entre otros.

Deben usarse válvulas de alivio para proteger contra presión excesiva o condiciones de vacío, deben probarse antes del arranque inicial para asegurar el ajuste y función dentro del diferencial de presión máxima evaluada por el soplador.

- Aviso: las válvulas de alivio deben instalarse en la entrada del soplador o la descarga, en algunos casos puede relevarse presión a un punto más bajo que el máximo del soplador para proteger el motor o los equipos de servicio del soplador.

Figura 27. Esquema de soplador de lóbulos



- A Tapón de drenado de aceite
- B Tapón de llenado
- C Graseras
- E Tapón de nivel de aceite

Fuente: Bimbo. *Maquinaria y equipo*. p. 73.

Los extremos de los dientes en los engranes de sincronización son lubricados al ser sumergidos parcialmente en aceite, sirven como lubricadores de aceite al conducir la grasa de lubricación a través de los engranes.

- Procedimiento llenando: retirar el tapón del nivel de aceite (H), el de cabeza cuadrada de llenado de aceite (B) y el de la tapa del engrane, se agrega aceite hasta que gotee fuera de la cavidad del nivel de aceite, se debe asegurar de colocar el tapón correctamente para evitar derrame de aceite.
- Servicio de lubricación: en el caso de agotarse el aceite, agregar nuevo según requiera para mantener el nivel apropiado, de usarse aceite mineral de grado Premium, reemplazar todo el aceite cada 1 500 horas o más según la frecuencia de inspección lo indique, el tapón de drenado de aceite se localiza en el punto A, si se utiliza lubricante de soplador sintético AEON PD, realizar el mantenimiento de cambio de aceite antes de 4 500 a 7 500 horas.
- Peligro: no exceder el nivel de aceite debido a que causa calentamiento en los engranes, derrame de aceite y daños a la unidad, los extremos de la conducción del soplador requiere lubricación de grasa cada 500 horas de operación, lubricar los cojinetes por medio de los puntos de lubricación localizadas en el punto C cuando se requiera, la grasa degradada se forzará fuera de las aberturas localizadas en el punto E para prevenir derrame en los sellos, estas aberturas deben estar sin obstrucción todo el tiempo.

Tabla VI. **Capacidad aproximada del aceite**

Descarga de temperatura del soplador		lubricante recomendado y aprobado
F°	C°	
.- 40°	.- 40°	AEON PD aceite sintético para sopladores, superior desempeño para este rango de temperaturas
32°	0°	
100°	38°	
270°	135°	
350°	177°	

Fuente: Bimbo. *Maquinaria y equipo*. p. 65.

El lubricante AEON PD es formulado específicamente para el servicio de sopladores de desplazamiento positivo, proporcionar máxima protección a cualquier temperatura, un llenado de AEON PD durará un mínimo de 3 a 5 veces más tiempo que un *premium* de aceite mineral.

- Lubricación de los cojinetes conductores: la grasa de los cojinetes conductores debe remplazarse cada 500 horas de operación con una no corrosiva, la presión extrema de grasa en los cojinetes se dan por las especificaciones siguientes:

Tabla VII. **Lubricación de los cojinetes superiores**

Descarga de temperatura del soplador	Especificación de la grasa
ARRIBA DE 350 °F (177 °C)	NLGI GRADO 2 EP

Fuente: Bimbo. *Maquinaria y equipo*. p. 66.

De no usarse el lubricante para sopladores AEON PD sintético, es conveniente usar aceite que contenga inhibidores de oxidación con aditivos de viscosidad y antiespumante. Ver tabla VIII.

Tabla VIII. **Descarga de temperatura**

Descarga de temperatura del soplador		Grado del aceite usa	Viscosidad del aceite en centistokes a 40° C
32° A 100 °F	(0 A 38 °C)	SAE 20	100
100° A 275 °F	(38° A 135 °C)	SAE 40	200
275° A 300 °F	(135° A 149 °F)	SAE 50	260

Fuente: Bimbo. *Maquinaria y equipo*. p. 70.

3.3.2.2. **Dosificadores de harina**

Las válvulas dosificadoras empleadas para los silos son equipos recuperados de plantas, donde se hicieron remodelaciones, la válvula utilizada para el silo 1 se tomó de un cernido traído de México, la otra válvula estaba en almacén de equipos usados. Las dos válvulas se limpiaron, lijaron y pintaron con pintura de grado alimenticio epóxica, para la utilización en los equipos del sistema de manejo de harina a granel.

La dosificación de la harina se hace de la misma manera que emplean los silos existentes, cumpliendo con igual función y sin modalidad diferente, básicamente no cambian respecto a las otras válvulas, manteniendo las mismas dimensiones.

Están construidas por una carcasa en la cual se aloja la hélice o rotor de tablillas que al girar dosifican la harina hacia la línea neumática de transporte.

La transmisión de las válvulas es por cadena y motor-reductor, estos últimos se especifican en las características del punto motores eléctricos. Ver figura 14, válvula dosificadora.

3.3.2.3. Motores eléctricos

Es una máquina capaz de transformar energía eléctrica en mecánica. La potencia que posee depende de las necesidades de transformación de energía que se necesiten. Las partes fundamentales de un motor son:

- En todo motor hay un elemento fijo que se llama estator y otro móvil que se llama rotor.
- En todo motor hay un elemento que produce o induce un campo magnético y que se llama inductor o campo, otro elemento que recibe la inducción llamado inducido o armadura.
- Las placas curvas en conjunto constituyen el conmutador, funcionan como un interruptor que permite el cambio de corriente por la armadura, cada placa individualmente se conoce como delga o segmento del conmutador, a los alambres de las terminales del circuito eléctrico que alimenta al motor y que están en contacto rozando las delgas del conmutador se les conoce como escobillas.
- El motor de corriente alterna
 - Los motores de corriente alterna se clasifican en dos grupos: sincrónicos y de inducción o asincrónicos.

- Ambos emplean campos magnéticos rotatorios para conseguir el movimiento del rotor, el campo magnético rotatorio se explica a continuación: se tienen dos imanes de frente que se atraen mutuamente de diferentes tamaños, a medida que gira el imán mayor, se obtendrá fácilmente el movimiento del imán menor, el imán mayor es la armadura y el menor es el campo, se observa que el campo girará en forma sincrónica que la armadura.
- Motores sincrónicos: en este ejemplo armadura y campo tienen movimiento.
- En la práctica los motores sincrónicos físicamente la armadura está en el estator y es fija, no el de magnetismo que es capaz de generar ya que cuenta con una serie de embobinados, cuando va circulando una corriente alterna, se generan dos polos magnéticos norte y sur, los cuales se mueve girando por los embobinados a la misma frecuencia que la corriente. Por ejemplo si la corriente alterna es de 60 hertz (que quiere decir 60 ciclos por segundo) físicamente significa que se produce un campo magnético en la armadura del motor que gira a 60 revoluciones por segundo, o sea de 3 600 revoluciones por minuto. En este caso el rotor o campo cuenta con imán permanente o un electroimán de corriente directa tal que sus polos norte y sur girarán siempre alineados y sincrónicos a los polos giratorios generados en la armadura.
- Hay motores con embobinados que cuando la corriente los atraviesa, producen más de dos polos en la armadura, tienen una armadura multipolar, una de las características importantes es que los motores sincrónicos giran siempre a una velocidad que depende directamente de la frecuencia de la corriente alterna aplicada, dividida por el número de pares de polos magnéticos de la armadura, a mayor número de polos menor velocidad de giro, si la

frecuencia de la corriente es de 60 ciclos por segundo el motor girará a 60 ciclos por segundo x 60 = 3 600 ciclos por minuto entre dos pares de polos = 1 800 revoluciones por minuto.

- Los motores sincrónicos necesitan un sistema especial de arranque ya que el torque inicial es nulo, es decir, arrancan espontáneamente, funcionan con corrientes monofásicas, bifásicas o trifásicas, tienen las mismas partes que los alternadores de armadura fija, por lo que pueden usarse como generadores, la principal ventaja es que pueden hacer girar una carga dentro de los límites de la capacidad a una velocidad prácticamente constante.
- Otra ventaja es que pueden ser más eficaces, ya que el factor de potencia puede ser mayor que en otros motores.
- El factor de potencia es una medida de la relación entre la potencia real obtenida dividida por el voltaje y el amperaje consumidos.

$$\text{Factor de potencia} = \frac{\text{Potencia}}{\text{Voltaje} \times \text{Amperaje}}$$

En condiciones ideales esta relación debería ser igual a uno, pero en la práctica siempre es menor por las pérdidas debidas a la inducción electromagnética y fenómenos correlacionados.

- Recomendaciones en el sistema eléctrico

El área de Manejo de Harina debe tener una fuente de alimentación propia, la toma de tierra debe ser robusta, de baja impedancia y libre de ruidos, todas las líneas de suministro eléctrico deben de tener los conductos lejos de otros de iguales características, que puedan provocar interferencias, el voltaje de entrada no debe sufrir fluctuaciones fuera de los límites.

Menos del 15 por ciento hasta más del 10 por ciento del voltaje de alimentación nominal (230 o 110 voltios), la operación que está fuera de este límite puede ocasionar una pérdida de funcionamiento, hasta que la condición del suministro vuelva a estar dentro de los límites.

Toda señal conectada a conexiones auxiliares debe estar en un cable blindado, con toma de tierra en un extremo mediante una ruta de impedancia baja a radio frecuencia y alejada de fuentes de interferencias eléctricas por ejemplo: enchufes principales para máquinas eléctricas de gran tamaño.

El área de Manejo de Harina contará con una cantidad de 11 motores eléctricos de diferentes capacidades, unos acoplados a cajas reductoras y por transmisión de potencia por cadena, a continuación se presenta una tabla donde se especifican las características fundamentales de los motores eléctricos del área de Manejo de Harina propuesto.

Tabla IX. **Motores eléctricos del área de Manejo de Harina**

Motores eléctricos del área de Manejo de Harina						
No	Lugar en el área	rpm	Hp	Ratio	Voltaje	Transmisión
1	Cernidor de harina	1 140	10		220/440	Acople directo
2	Válvula dosificadora cernidor de harina	1 740	5	59	220/440	Transmisión por cadena
3	Soplador de llenado	1 760	25		220/440	Transmisión por faja
4	Soplador de silo 1	1 760	25		220/440	Transmisión por faja
5	Soplador de silo 2	1 760	25		220/440	Transmisión por faja
6	Soplador de silo La Mejor 1	1 760	25		220/440	Transmisión por faja
7	Soplador de silo La Mejor 2	1 760	25		220/440	Transmisión por faja
8	Válvula dosificadora silo 1	1 740	5	59	220/440	Transmisión por cadena
9	Válvula dosificadora silo 2	1 740	5	59	220/440	Transmisión por cadena
10	Válvula dosificadora silo La Mejor 1	1 740	5	59	220/440	Transmisión por cadena
11	Válvula dosificadora silo La Mejor 2	1 740	5	59	220/440	Transmisión por cadena

Fuente: elaboración propia.

3.4. Planos propuestos

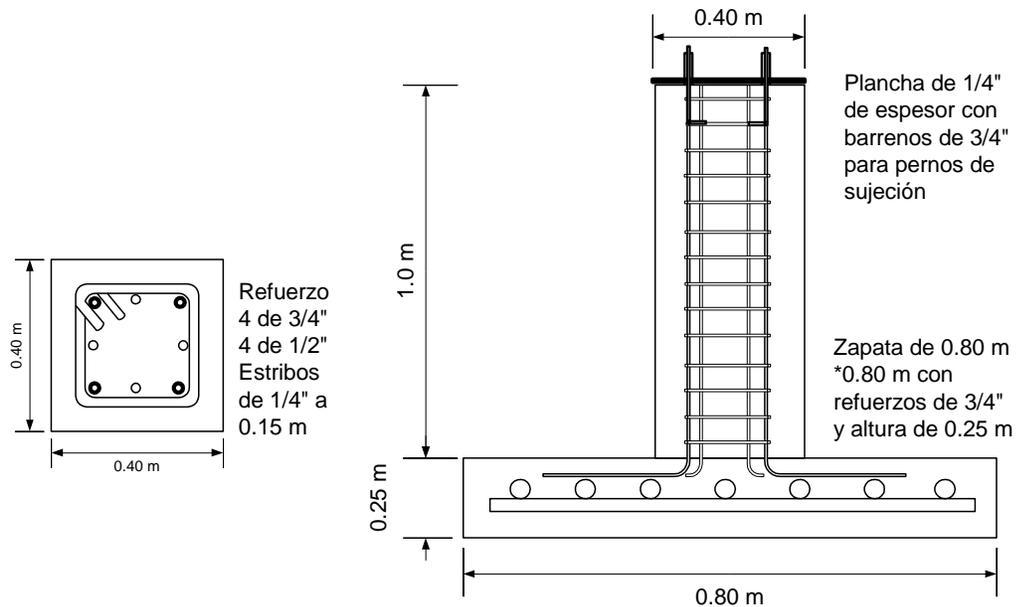
Para diseñar la cimentación de los equipos habilitados es necesario la elaboración de planos, que especifiquen el posicionamiento preciso de donde

se encontrarán los equipos nuevos o habilitados, para cumplir con lo siguiente se proponen los siguientes planos:

3.4.1. Planos de cimentación

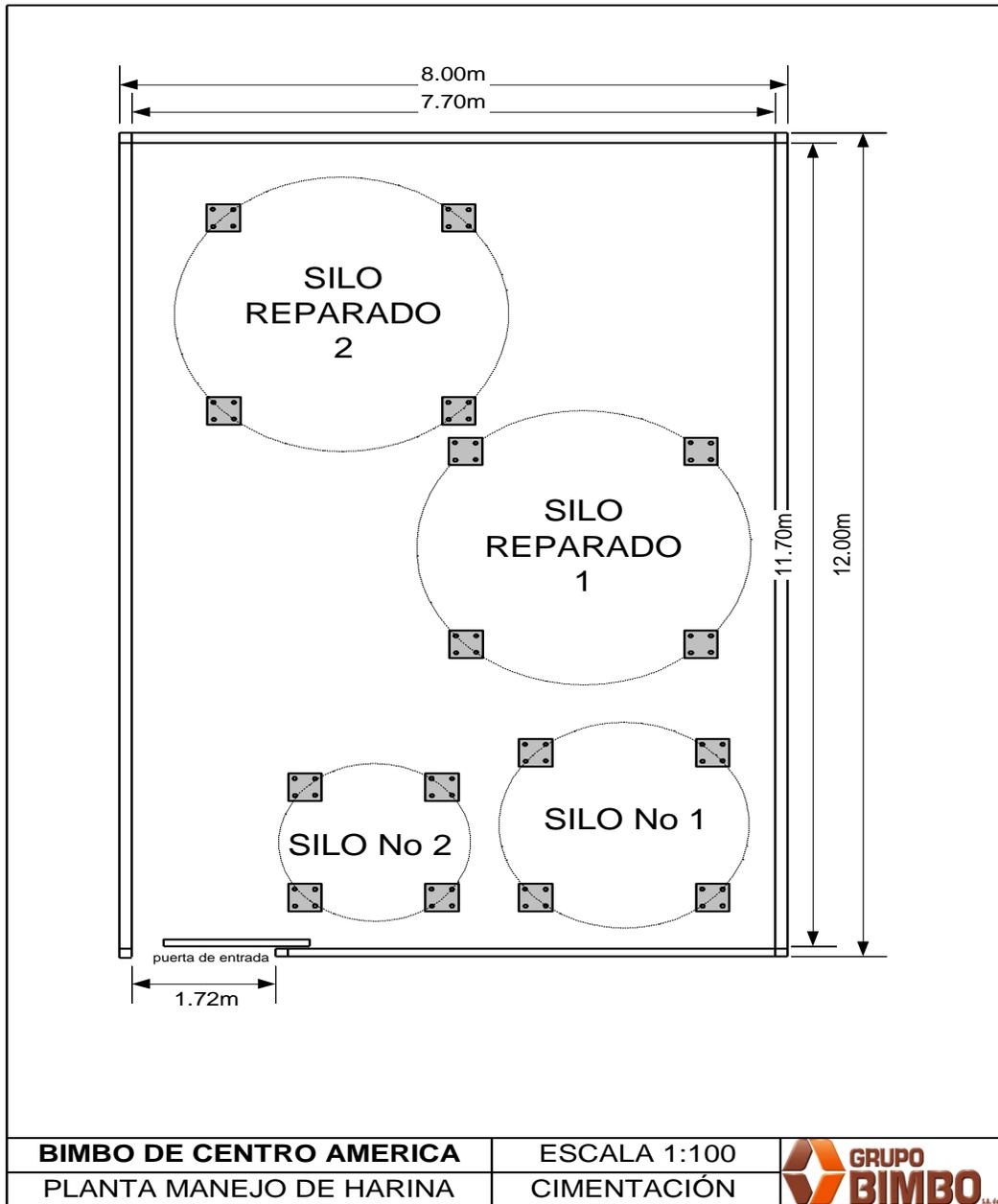
La cimentación de los silos de La Mejor y los existentes, se elaboran con base en la propuesta de los planos de posicionamiento, si el ingeniero en jefe decide un posicionamiento diferente, se realiza solo con los cimientos en los puntos requeridos, en esta propuesta se dispondrá de la siguiente manera:

Figura 28. Columnas de soporte para los silos



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 29. Disposición de columnas de soportes para los silos



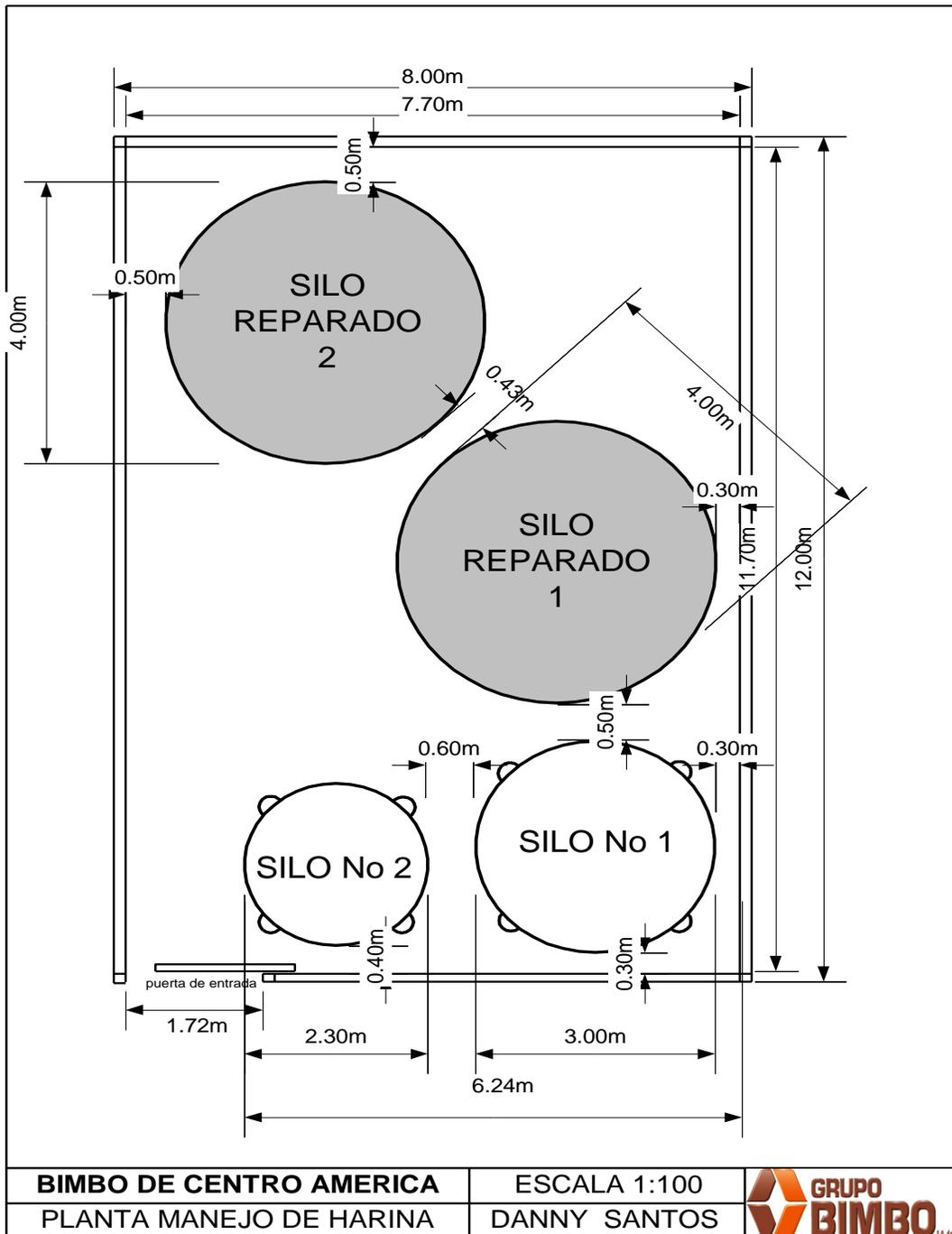
Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

3.4.2. Planos de posicionamiento del equipo

En lo que se refiere al manejo de harina, la guía para optimizar el espacio físico disponible para albergar los silos de harina habilitados y existentes, sopladores de harina y demás equipos. En esta investigación se presentan cuatro posibles opciones de la disposición física de los equipos, para que el ingeniero en jefe brinde la aprobación para planificar los sistemas de mando y control de los equipos.

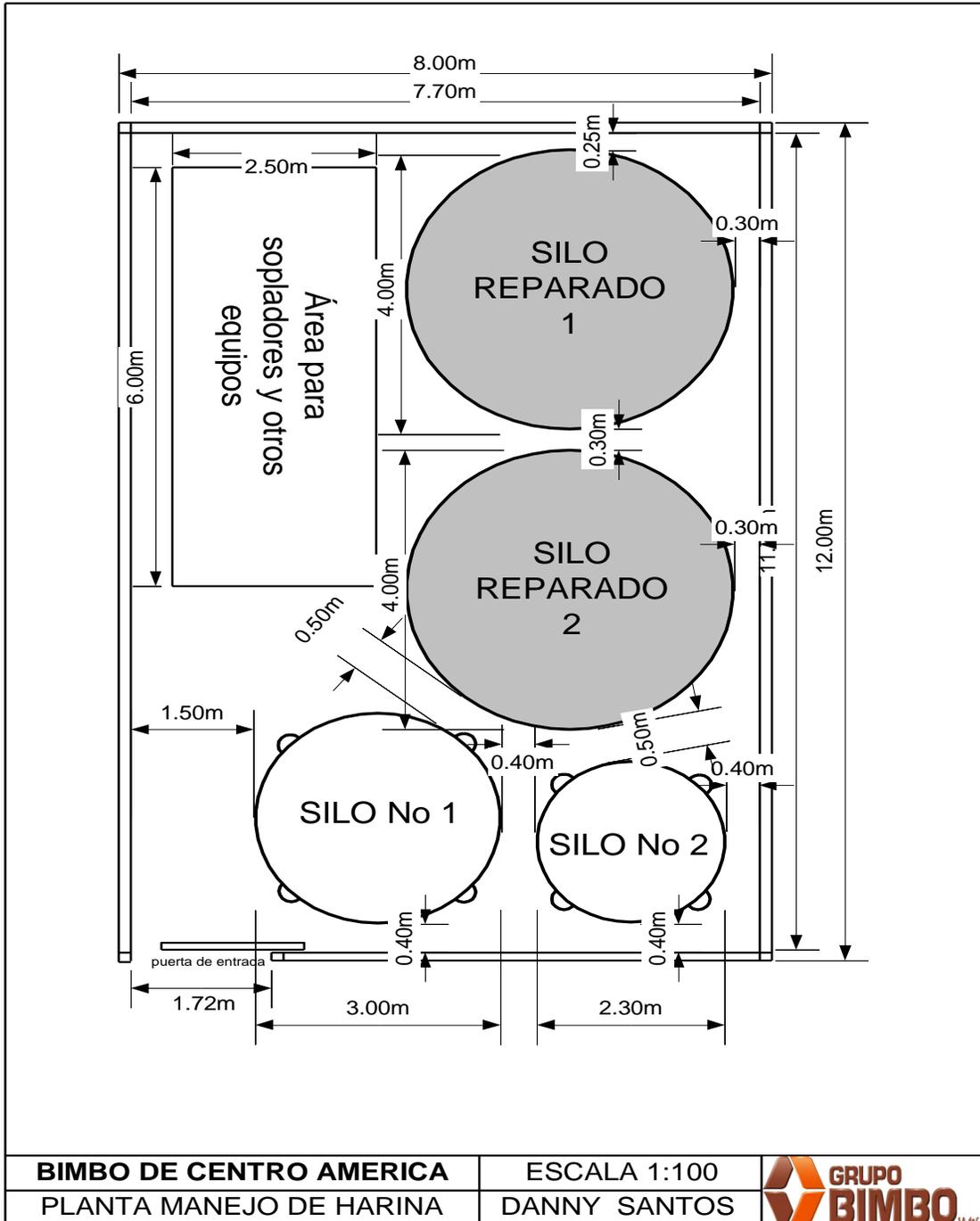
En el área de Manejo de Harina se encuentran los silos reparados y los existentes, también contará con un cernidor, cinco sopladores y cinco válvulas dosificadoras.

Figura 30. Esquema de posicionamiento del equipo 1



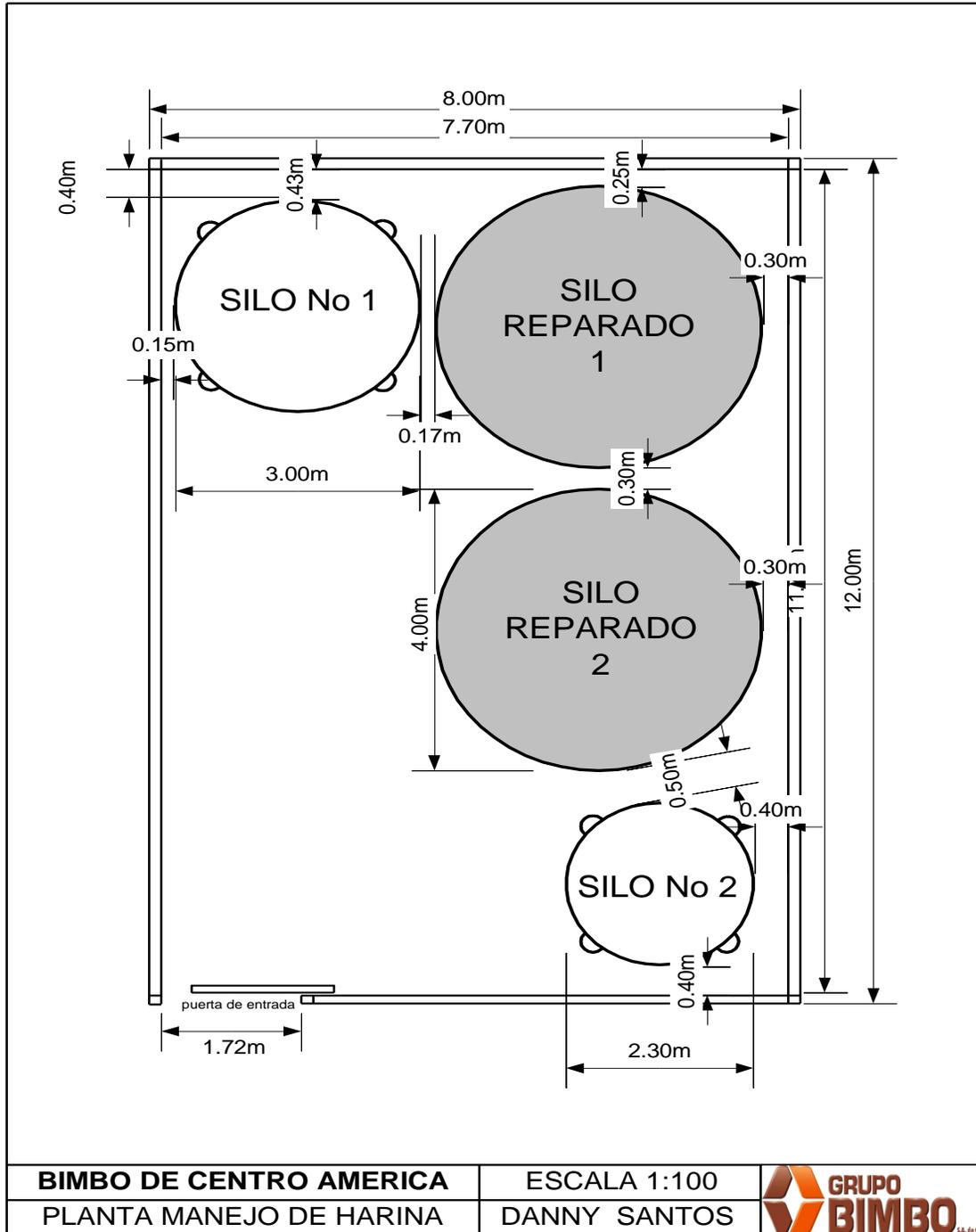
Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

Figura 31. Esquema de posicionamiento del equipo 2



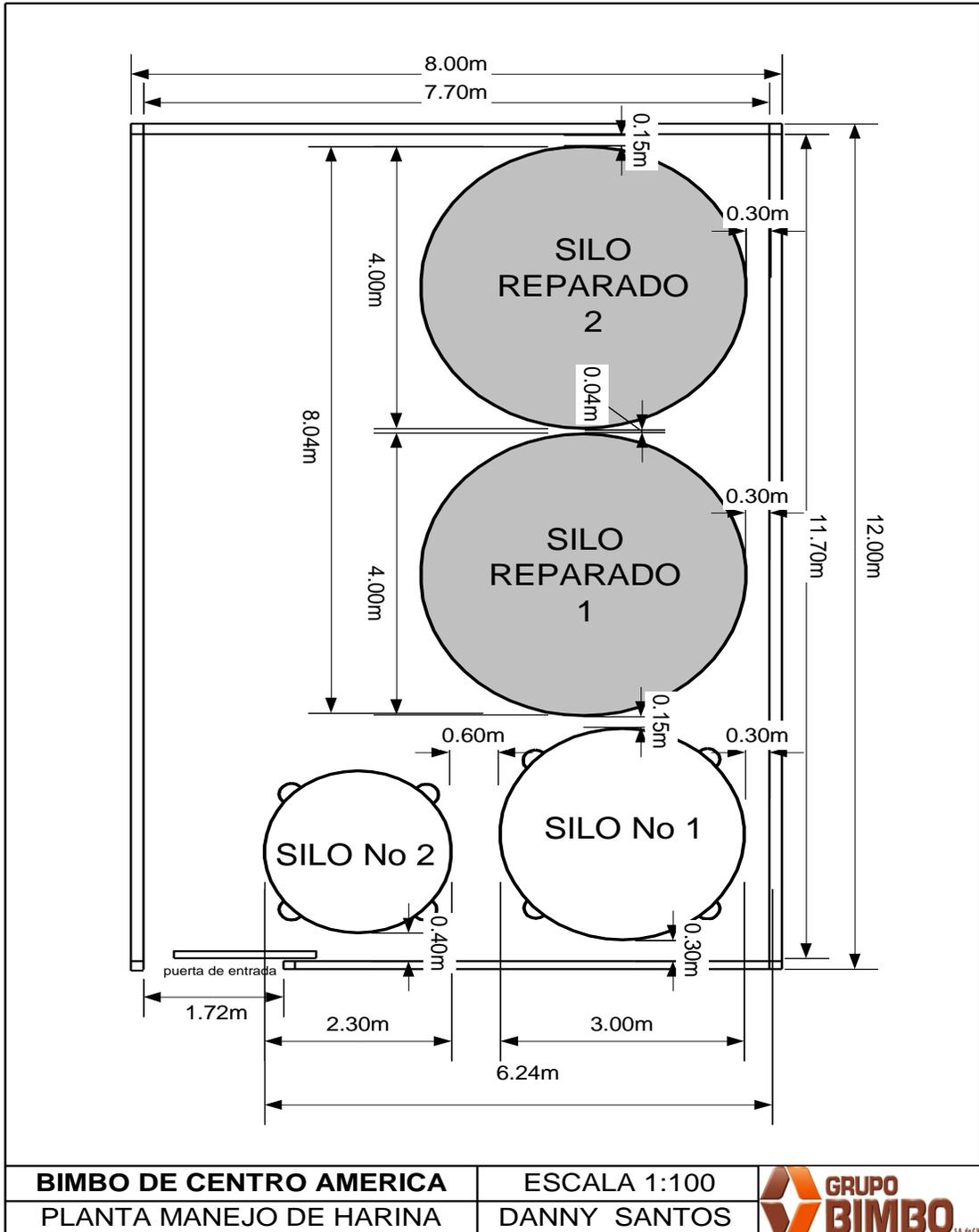
Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

Figura 32. Esquema de posicionamiento del equipo 3



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

Figura 33. Esquema de posicionamiento del equipo 4



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

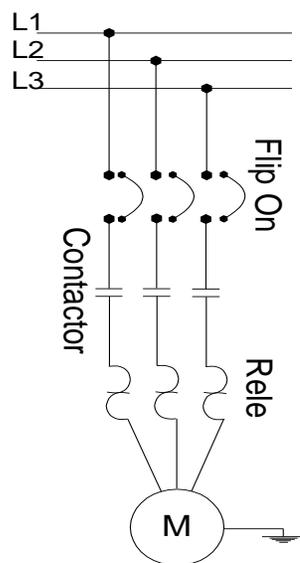
3.5. Instalaciones para el funcionamiento del nuevo equipo

Para el funcionamiento de los equipos nuevos y habilitados para el área de Manejo de Harina, es necesario el diseño de sistemas de fuerza y control para la correcta operación.

3.5.1. Sistema eléctrico

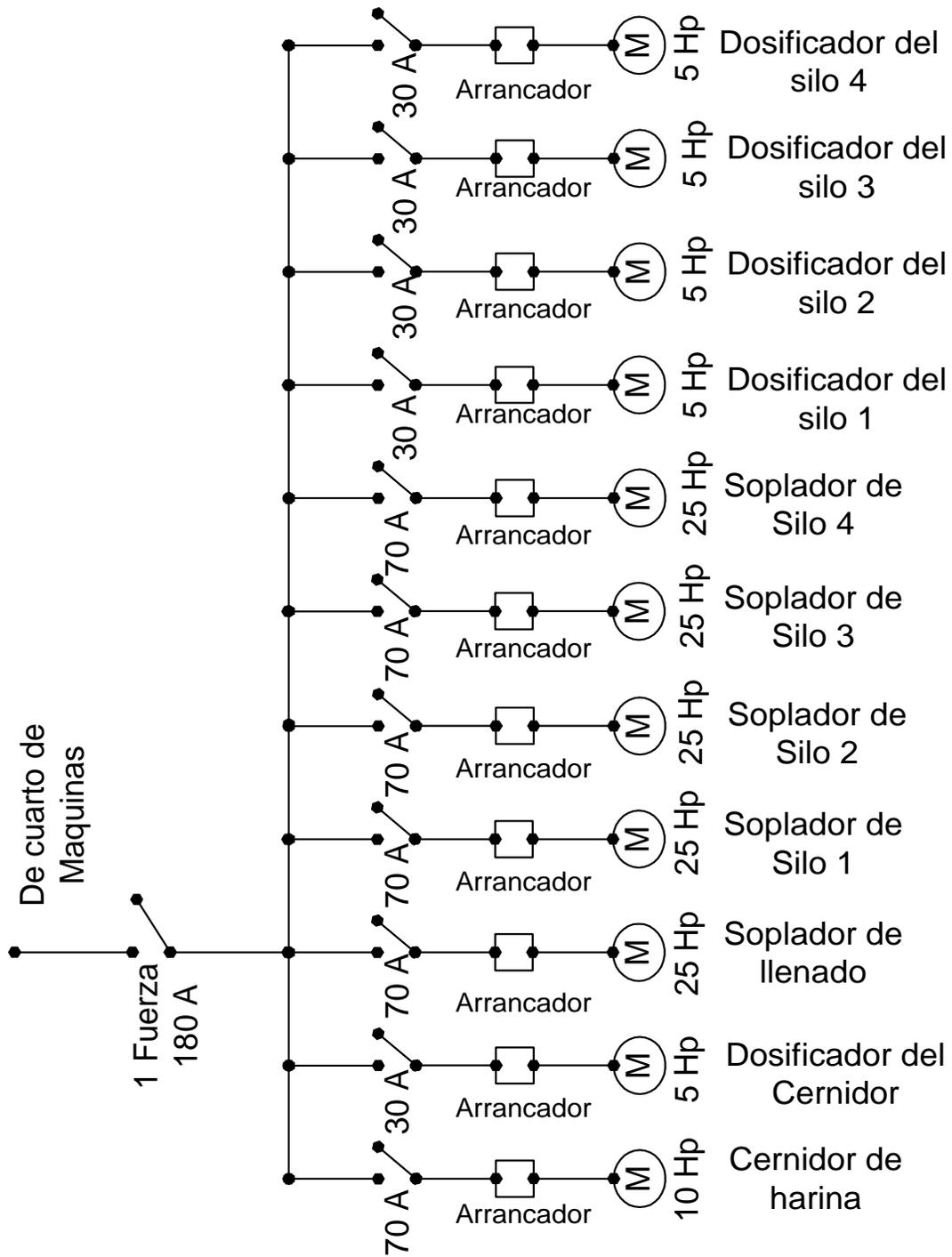
El área de manejo de harina se compone de un tablero de distribución de energía llamado tablero eléctrico F 1 MH, donde se encuentran los dispositivos flipón, arrancadores y guarda motores, el sistema de control se encuentra en otro llamado de control MH, en el cual se encuentran los dispositivos de control de los motores eléctricos del área de Manejo de Harina, gobernados por el programa SLC.

Figura. 34. Conexión de fuerza de un motor trifásico



Fuente: SIEMENS. *Motor eléctrico*. p. 51.

Figura 35. Diagrama unifilar del área de Manejo de Harina



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

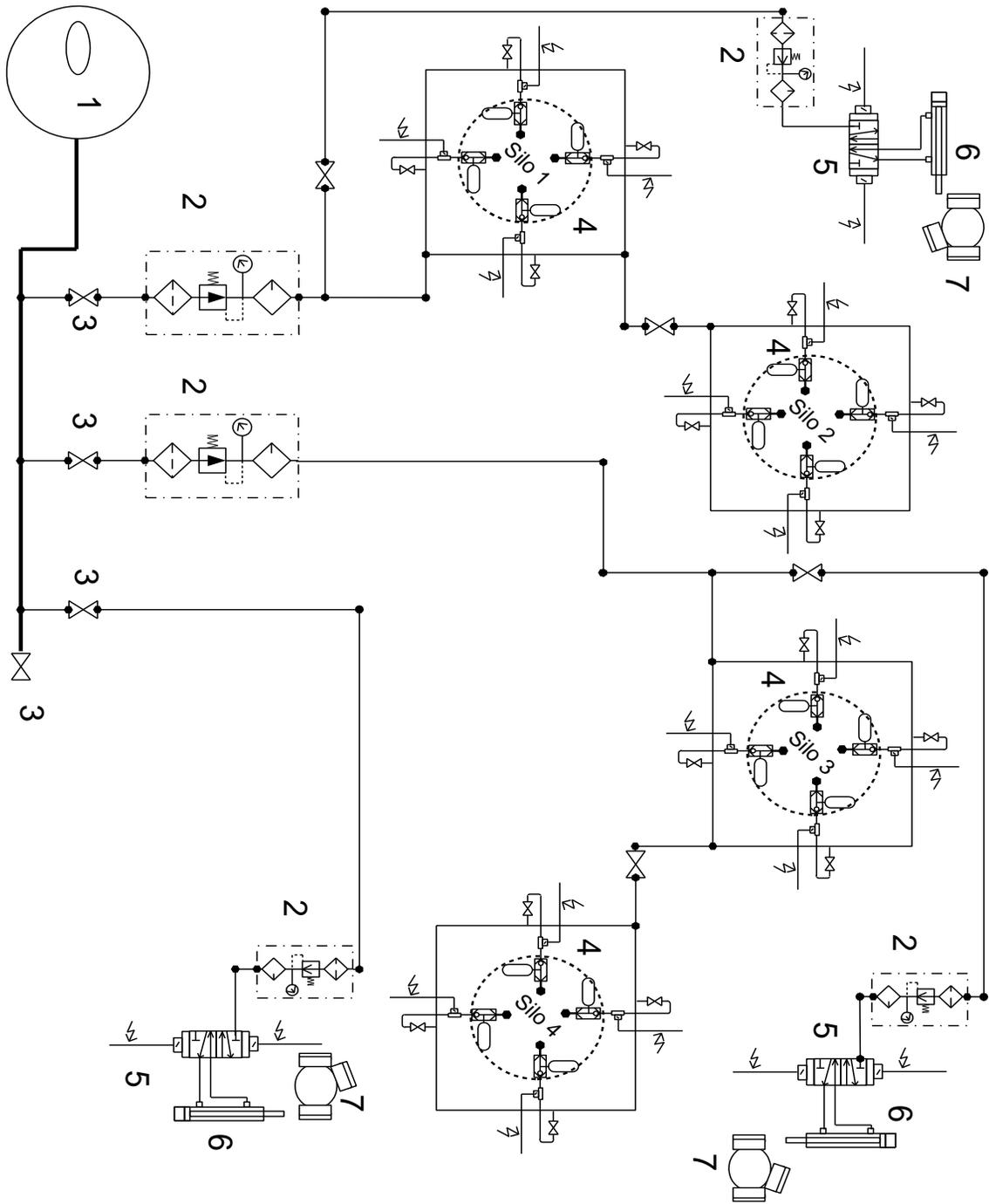
3.5.2. Sistema neumático

Para evitar el efecto de caverna en el almacenamiento de harina en los silos, es necesario un sistema neumático rompe cavernas el cual funciona dando choques de aire comprimido en el interior de los silos, otra de las tareas del sistema neumático es controlar el llenado de los silos, para esta actividad utiliza válvulas selectoras de tubos y un pistón neumático para el accionamiento.

A continuación se presenta un esquema neumático del área de Manejo de Harina propuesto, el cual cuenta con las siguientes partes principales.

- Unidad de almacenamiento de aire comprimido, tubería de distribución.
- Unidad de mantenimiento.
- Válvulas de cierre.
- Sistema rompe cavernas (1, 2, 3 y 4).
- Válvula 5/2 de control de accionamiento de pistón.
- Pistón neumático.
- Válvula selectora de tubo.

Figura 36. Esquema neumático



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.5.3. Sistema de control de nivel de los silos

Los elementos encargados de censar la cantidad de harina en los silos son celdas de carga, funcionan bajo el principio de strainage que se basa en que si un conductor es sometido a una tensión o compresión por una carga, la resistencia de varia proporcionalmente, esta señal de variación es registrada y procesada por el control lógico programable, que es el encargado de desenergizar el sistema de llenado de los silos, de esta manera se mantiene un control en el proceso de abastecimiento de harina a los silos.

3.5.4. Sensores de control eléctricos y neumáticos

Dentro de los dispositivos que controlan el funcionamiento del sistema de manejo de harina se encuentran las válvulas neumáticas servopilatoadas, celdas de carga, así como un sensor de presión en la tubería de distribución de harina.

3.6. Mantenimiento

El mantenimiento de los equipos es una de las tareas de mayor importancia para la operación de la planta, debido a la gran cantidad de equipos con que cuenta y de lo complejo del funcionamiento, se cuenta con un programa de mantenimiento, el cual sirve de asistencia para la programación de las tareas de rutinas de arranque, operación, de paro, así como el mantenimiento preventivo y rutinas de lubricación.

El programa contempla fecha y hora así como el colaborador responsable de cumplir con dichas tareas, para el mantenimiento del área de Manejo de Harina se propone una secuencia de tareas que ayudarán a la adecuada operación de los equipos involucrados.

3.6.1. Silos

Para la adecuada operación de los silos contenedores de harina para que continúen cumpliendo con el servicio que prestan, se proponen las siguientes tareas de mantenimiento.

3.6.1.1. Limpieza, inspección y mantenimiento semanal

Para la realización del mantenimiento de cada una de las piezas es necesario considerar las partes de cada una de estas y los cuidados necesarios al trabajar en ellas, a continuación se detallan estas piezas:

- Mangas: reapretar abrazaderas, cambiar mangas en malas condiciones, sacudir y limpiar las que están en uso.
- Silos metálicos: revisar fugas y eliminarlas, sellos y tapas, comprobar el estado de silos, rigidez de bases, reapretar tornillos de bases.
- Escaleras y barandas: reapretar tornillos de bases y sujetadores, cambiar tornillos en mal estado, asegurar fijación de barandas, reapretar tornillería y pintar.
- Sistema neumático: cambiar mangueras en mal estado, rotas o agrietadas, accesorios neumáticos defectuosos, comprobar presión de unidad de mantenimiento a 75 libras de fuerza por pulgada cuadrada,

asegurar tubería de aire que se encuentra floja a los costados del silo, identificar o marcar recorrido, eliminar fugas.

- Sistema eléctrico: revisar y reparar daños a tubería de control, funcionamiento de interruptor de nivel, simular nivel alto, identificar cables, comprobar señales de silo en carga y cambiar lámpara de tamalera.
- Estructura de silos: revisar fugas, tornillería de armado completa y sujeción de la estructura de soporte.
- Limpieza y sanitización: realizar limpieza al finalizar el mantenimiento del equipo, sanitizar superficies que tienen contacto con algún ingrediente, no dejar objetos extraños o residuos como lubricante, silicón, soldadura, entre otros, que puedan dañar o contaminar el producto final.

3.6.1.2. Mantenimiento semestral

El mantenimiento de los silos contenedores se recomendó con una frecuencia de 6 meses o 27 semanas, ya que son equipos que no están sometidos a desgaste ni movimiento que provoquen degradación, para lo cual se propone el siguiente mantenimiento:

- Silos: limpieza profunda general de la estructura de los silos, sin utilizar agua para evitar la formación de engrudo y hongos. Verificación de fugas, verificación de tornillería de armado reapretar si es necesario, verificación del buen estado de la telas del filtro superior e inferior, revisión de la tubería de llenado del silo. Verificación de la tornillería de unión de la válvula dosificadora con el silo, reapretar si es necesario, revisión del buen estado de la ventanilla.
- Control de nivel: verificar el buen funcionamiento, revisión de cableado al tablero, hacer prueba para verificar funcionamiento del sistema.

- Equipos auxiliares: revisión de los pressuretroles de las líneas neumáticas de barrido de harina, comprobar buen funcionamiento de los manómetros, válvulas cheques y de cierre, verificar y reparar fugas en el sistema.

Para el cumplimiento de las tareas de mantenimiento se empleará el siguiente formato que se detalla en la tabla X.

3.6.2. Sopladores, dosificadores y motores eléctricos

Para la adecuada operación de los sopladores, válvulas dosificadoras, así como motores eléctricos y para que continúen cumpliendo con el servicio que prestan, se proponen las siguientes tareas de mantenimiento.

3.6.2.1. Limpieza, inspecciones y mantenimiento semanal

Para la realización del mantenimiento de cada una de las piezas es necesario considerar las partes de cada una de estas y los cuidados necesarios al trabajar en ellas, a continuación se detallan estas piezas:

- Sopladores: revisar nivel de aceite, fajas de transmisión de potencia en mal estado y verificación correcta de sujeción de guardas.
- Válvulas dosificadoras: verificar paletas de válvula que no estén rotas o agrietadas, de guardas de seguridad, colocar tornillería si hace falta, la correcta unión de *flanges*, el buen estado de la cadena de transmisión de potencia.

- Motores eléctricos: limpieza y lubricación de las chumaceras, verificar la correcta sujeción a base de soporte, reapretar tornillos opresores y la correcta alineación.

Tabla X. **Mantenimiento silos de harina**

		BIMBO DE CENTROAMÉRICA, S.A.	
		Inspección de mantenimiento preventivo	
Máquina:		SILOS DE HARINA	
Línea :		MANEJO DE HARINA	Semana
Nombre de quien realizó el trabajo :		orden de trabajo:	
No	PARTES A REVISAR	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
1	Mangas	Reapretar abrazaderas, cambiar mangas en malas condiciones, sacudir y limpiar manga en uso.	
2	Sistema neumático	Cambiar mangueras en mal estado, rotas o agrietadas, accesorios y neumáticos defectuosos, comprobar presión de unidad de mantenimiento a 75 psi., asegurar tubería de aire que se encuentra floja a los costados del silo, identificar o marcar recorrido, eliminar fugas	
3	Sistema eléctrico	Revisar y reparar daños a tubería de control, funcionamiento de interruptor de nivel, simular nivel alto, identificar cables, comprobar señales de silo en carga, cambiar lámpara de tamalera.	
4	Silo metálico	Revisar fugas y eliminarlas, sellos y tapas, comprobar buen estado de silo, comprobar rigidez de bases, reapretar tornillería de bases.	
5	Silos La Mejor	Revisar fugas, tornillería de armado y reapretar si es necesario, verificar buena sujeción de la estructura de soporte.	
	Control de nivel	Verificar buen funcionamiento, hacer una prueba de comprobación.	
5	Escaleras y barandas	Reapretar tornillos de bases y sujetadores, cambiar tornillos en mal estado, asegurar fijación de barandas, reapretar tornillería pintar.	
6	Limpieza y sanitización	Realizar limpieza al finalizar el mantenimiento del equipo, sanitizar superficies que tienen contacto con algún ingrediente, no dejar objetos extraños o residuos como lubricante, silicón, soldadura otros que puedan dañar o contaminar el producto final.	
		Repuestos:	
Revisó :		Realizó :	
Firmas e iniciales		Firma e iniciales	

Fuente: elaboración propia.

3.6.2.2. Mantenimiento semestral

Debido a que el mantenimiento de los silos fue recomendado para realizarlo cada 6 meses o 27 semanas, ya que son equipos que no están sometidos a desgaste ni movimiento se propone el siguiente mantenimiento:

- Sopladores: revisar nivel de aceite, cambiar fajas en mal estado, escuchar rodamientos con estetoscopio, rodamientos cada 360 días reapretar tornillería de *flanges* y tapas de soplador.
 - *Presoswitch*: verificar que funcione de forma adecuada, cambiar si es necesario.
 - Manómetro: comprobar correcto funcionamiento, cambiar si esta dañado, eliminar fugas en conexiones.
 - Ductos de admisión: comprobar buen estado de filtros, limpiar y sopletear, cambiar si es necesario, reapretar tornillería y limpiar ductos.
 - Base: revisar fijación a piso, pintar y apretar base del motor y soplador.
 - Guardas y tapas: verificar que tengan forro, pintar y colocar tornillería faltante y colocar donde corresponda.
 - Limpieza y sanitización: realizar limpieza al terminar el mantenimiento del equipo, sanitizar equipos que tengan contacto con ingredientes, verificar de no dejar objetos extraños ni residuos de lubricante, *silicone* y soldadura que puedan dañar el producto final.

- Válvulas dosificadoras: alinear y apretar *sprockets* y cadenas, cambiar si es necesario.

- Tensores: revisar condición del resorte, lubricar buje y cambiar si es necesario.
 - Chumaceras: evaluar estado físico, cambiar si es necesario, reapretar y lubricar opresores, cambiar rodamientos en mal estado.
 - Paletas dosificadoras: revisar que no estén agrietadas, rotas o dobladas, centrar y comprobar el correcto funcionamiento.
 - Guardas y tapas: verificar que tengan forro, pintar y colocar tornillería faltante, colocar donde corresponda.
 - Limpieza y sanitización: realizar limpieza al terminar el mantenimiento del equipo, sanitizar equipos que tengan contacto con ingredientes, verificar de no dejar objetos extraños ni residuos de lubricante, *silicone* y soldadura que puedan dañar el producto final.
- Motores eléctricos: para los motores eléctricos que conforman el área de Manejo de Harina, ya sea de las válvulas dosificadoras, del cernidor y de los sopladores, se recomienda las siguientes tareas de mantenimiento.
 - Tareas: mantenimiento profundo a motor con rendimiento de 180 días, (desarmar, limpiar rotor, estátor con Unitron, cambiar rodamientos, reapretar acometida floja, cambiar Liquitite en malas condiciones.

Para el control de las tareas de mantenimiento y cumpliendo con las políticas de registros, se propone el siguiente formato de mantenimiento para los sopladores, válvulas dosificadoras y motores eléctricos:

Tabla XII. **Mantenimiento de dosificadores**

	BIMBO DE CENTROAMÉRICA, S.A. Inspección de mantenimiento preventivo
---	---

Máquina: _____ Dosificador _____

Línea : **MANEJO DE HARINA** Semana _____

Realizó : _____ Orden de trabajo: _____

No.	Partes a revisar	Actividades	Observaciones
1	Moto reductor transmisión	Mantenimiento profundo a motor con rendimiento de 180 días, desarmar ,limpiar rotor, limpiar estátor con Unitron, cambiar rodamientos, comprobar estado de aceite, rellenar nivel de aceite, reparar acometida floja, cambiar Liquitite en malas condiciones.	
2	<i>Sprockets</i> y cadenas	Lubricar, alinear, reapretar y cambiar si es necesario	
3	Tensores	Revisar condición de resorte, lubricar buje, evaluar estado de <i>sprocket</i> y cambiarlo si es necesario.	
4	Chumaceras	Evaluar estado, cambiar si es necesario, lubricar, reapretar opresores, alinear <i>sprockets</i> o cadenas, cambiar rodamientos en mal estado.	
5	Paletas dosificadoras	Revisar que no estén agrietadas rotas o dobladas, centrar, comprobar buen funcionamiento.	
6	<i>Flanges</i>	Cambiar empaques en mal estado, completar tornillería, eliminar fugas en <i>flanges</i> de tuberías, pintar estructura	
7	Guardas, tapas y micros.	Colocar guardas y tapas donde corresponde, ajustar fijación de las mismas, colocar tornillos faltantes, eliminar cables cintas o plásticos que bloqueen micros de seguridad, es responsabilidad del mecánico que estas actividades se cumplan	
8	Base	Pintar si es necesario, anclar, reapretar tornillería, comprobar alineación y nivelación.	
9	Limpieza y sanitización	Realizar limpieza al finalizar el mantenimiento del equipo, sanitizar superficies que tienen contacto con algún ingrediente, no dejar objetos extraños o residuos como lubricante, <i>silicone</i> , soldadura otros que puedan dañar o contaminar el producto final.	

Continuación de la tabla XII.

		REPUESTOS :		
	revisó : _____	realizó : _____		
	Firma e iniciales		Firma e iniciales	

Fuente: elaboración propia.

3.7. Costos de implementación

Para el control de costos para la habilitación de los silos de harina de La Mejor y cambio del sistema de manejo a la modalidad a granel, se presenta la tabla XIII de información de costos de materiales y mano de obra.

Tabla XIII. **Costos de implementación**

BIMBO DE CENTROAMÉRICA S. A.

Mantenimiento

PROYECTO DE INVERSIÓN	Manejo de harina a granel
------------------------------	---------------------------

Autorización	José Antonio Luna Resendiz
Responsable	Danny Osman Santos Figueroa

No.	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Proveedor
1	Tortillería para armado de silo 1 de La Mejor	741	Q 1 799,32	Casa del Tornillo
2	Reparación del silo 1 de La Mejor	1	Q 10 300,00	Tecmisa
3	Fabricación de 2 tuberías de descarga de harina, 2 conos para lecho fluidizante	2 tuberías y 2 conos	Q 2 687,40	Tecmisa
4	Tornillería para armado de silo 2 de La Mejor y tornillos faltantes de los cinchos de sujeción de lonas y patas	1 298	Q 5 671,20	Centro del Tornillo
5	Telas filtro para silo de 1 de La Mejor	1 de c/u	Q 5 378,65	Ovillos y Conos
6	Reparación del Silo 2 de La Mejor	1	Q 10 300,00	Tecmisa
7	Telas filtro para silo de 2 de La Mejor	1 de c/u	Q 5 378,65	Ovillos y Conos
8	Platina para sujeción de tela filtro (1 1/2 pulgadas *1/8 pulgadas)	9	Q 3 150,00	Mainco
9	Adaptación de las celdas de carga para los silos	4	Q 2 200,00	Tecmisa
10	Sopladores de Silos de La Mejor	2	Q 83 376,00	
Total			Q130 241,22	

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El proyecto de implementación de un sistema nuevo de manejo de harina, representa un beneficio respecto al almacenamiento y distribución de harina a las líneas de producción, ya que con dicha implementación, se incrementa la eficiencia de la planta y aumenta la rentabilidad.
2. El tiempo de abastecimiento de harina hacia las líneas de producción es menor, debido a que cuenta con mayor disponibilidad de la materia prima y no hay tiempo de espera para el uso.
3. La capacidad de almacenaje de harina se aumenta en 151,51 por ciento lo cual representa tres veces más capacidad de la anterior y se reduce el pedido de harina diario a los proveedores a una requisición de harina cada tres días, de esta manera habrán menos trámites administrativos.
4. Con el nuevo sistema de manejo de harina se disminuye la carga física de los colaboradores, quienes descargan los camiones de los proveedores y cargan de la máquina de llenado de los silos, siendo necesario en casos especiales para mezclas de harina o productos determinados.

5. El Programa de Mantenimiento propuesto está basado en las especificaciones de los equipos nuevos y habilitados, así como las necesidades de la planta al cumplir con las rutinas de mantenimiento, para evitar el paro prolongado del sistema de manejo de harina.

RECOMENDACIONES

Al supervisor de proyectos:

1. La capacidad de almacenaje necesaria para operar eficientemente los cuatro tipos de harina, requiere de un silo más, por esta razón se recomienda proyectar la instalación de uno adicional para el manejo de harina tipo dos, esto para disponer de cualquier tipo de harina en un sistema presurizado y de alto desempeño en almacenaje y distribución.

Al gerente de mantenimiento:

2. Capacitar constantemente a los colaboradores encargados de la operación del área de Manejo de Harina, para mantener la correcta operación de los equipos, así como el rendimiento máximo de los mismos.

Al ingeniero supervisor de turno:

3. Se presentan los formatos correspondientes, los cuales son necesarios para la planeación de mantenimiento, con el objetivo de prestar el servicio para lo que fue creada dicha área, el Programa de Mantenimiento reducirá los costos de funcionamiento y dará seguridad de operación a los equipos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Allen, S. L. *Manual de usuario*. Inglaterra: Allen, 2004. 837 p.
2. AVALLONE, Eugene. *Manual del ingeniero mecánico*. 9a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, S.A., de C.V. 1993. 1325 p.
3. Bimbo de Centroamérica. *Maquinaria y equipo de desarrollo*. México: Bimbo, 2003.185 p.
4. CAMARENA M., PEDRO. *Electricidad industrial y diagramas*. 4a ed. México: Editorial Continental, S. A. de C. V., 1983. 236 p.
5. Chumaceras NTN. *Manual de usuario*. México: NTN,1996. 118 p.
6. CYCLO 6000, Gearmotors Sumitomo machinery corporation of America. [en línea]. <<http://www.sumitomodrive.com/uploads/product/files/file-33.pdf>>. [Consulta: noviembre de 2012].

