



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

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE
LAVADO DE BOTELLAS DE VIDRIO EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS**

Samuel Eduardo Tecún Galvez

Asesorado por el Ing. Julio César Torres García

Guatemala, mayo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE
LAVADO DE BOTELLAS DE VIDRIO EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

SAMUEL EDUARDO TECÚN GALVEZ

ASESORADO POR EL ING. JULIO CÉSAR TORRES GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MAYO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Víctor Eduardo Izquierdo Palacios
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:

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE LAVADO DE BOTELLAS DE VIDRIO EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 7 de febrero de 2019.


Samuel Eduardo Tecún Galvez

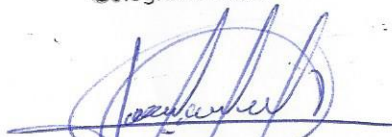
Guatemala, febrero de 2019

Ingeniero
Ing. Julio Cesar Campos Paiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería, Usac

Por medio de la presente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que como asesor del estudiante universitario, **Samuel Eduardo Tecún Galvez**, con número de carné: **2004-12729**, he tenido a la vista el trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE LAVADO DE BOTELLAS DE VIDRIO EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS**. El cual encuentro satisfactorio.

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

Julio César Torres García
ING. MECÁNICO
Colegiado 11286



Ing. Julio César Torres García
Colegiado No. 11286
ASESOR



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.107.2019

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE LAVADO DE BOTELLAS DE VIDRIO EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS** presentado por el estudiante **Samuel Eduardo Tecún Galvez**, CUI **2492058150114** y Reg. Académico No. **200412729** recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador Área Complementaria
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, abril 2019



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.162.2019

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 Asesor y con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria del trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE LAVADO DE BOTELLAS DE VIDRIO EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS** presentado por el estudiante **Samuel Eduardo Tecún Galvez**, CUI **2492058150114** y Reg. Académico No. **200412729** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Julio César Campos Paiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, mayo de 2019

/aej

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.270-2019

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 del trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE LAVADO DE BOTELLAS DE VIDRIO EN UNA EMPRESA DE BEBIDAS** presentado por el estudiante: **Samuel Eduardo Tecún Gálvez**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, mayo de 2019

/echm



ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres	Luis Eduardo Tecún y María del Carmen Galvez, por confiar en mis capacidades y formarme con valores a través de sus ejemplos.
Mi esposa	Monica Alejandra Aguilar, por todo el amor que me impulsa a mejorar cada día.
Mis hijas	Lucía Ximena y Andrea Samantha Tecún Aguilar, por ser dos luceros que iluminan mi vida, renovando mis fuerzas para seguir soñando en grande.
Mi hermana	Maria Virginia Tecún, por ser ese ángel que no deja de creer en mí.
Mi cuñado	Eli Chinchilla, por todo el apoyo que me has brindado.
Mis abuelos paternos	Eduardo Tecún (q. e. p. d) y Julia García (q. e. p. d), por haberme dado el regalo de tener al mejor padre.
Mis abuelos maternos	Pedro Galvez y Juana Alvarado, por ser ejemplo de trabajo incanzable y haberme dado la mejor madre que pude tener.

Mi familia

Tíos, tías, primos, primas, mis suegros, cuñados y familiares que estuvieron siempre al tanto de mi formación académica, apoyándome a seguir adelante.

**Mis amigos de la
Facultad de Ingeniería**

Cordero, Barraza, Rosas, Amilcar, Güicho, Sanchez, Nowell, Otto, Guille, Melvin, Camilo, Maco, Roger, Herbie (q. e. p. d), gracias, por todo el apoyo brindado en cada proyecto y curso compartido.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis padres	Por siempre apoyarme sin importar lo difícil que sea el camino y ser mi ejemplo a seguir.
Mi hermana y cuñado	Por haber estado siempre en los momentos más importantes de mi vida estudiantil.
Mi esposa	Por darme todo el apoyo para seguir luchando juntos.
Mis tíos	José y Ana, muchas gracias porque fueron de gran apoyo en varios momentos de mi formación académica.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la fuente de conocimiento para nutrirme profesionalmente.
Facultad de Ingeniería	Por formarme en la carrera de mi vocación, especialmente, a los catedráticos de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Mantenimiento	1
1.1.1. Mantenimiento correctivo.....	1
1.1.2. Mantenimiento predictivo	2
1.1.3. Mantenimiento preventivo.....	3
1.2. Sistema de mantenimiento	4
1.2.1. Unidad de producción.....	4
1.2.2. Unidad de mantenimiento	4
1.2.3. Sistema integral de mantenimiento.....	5
1.2.4. Niveles de mantenimiento	5
1.2.5. Relaciones.....	6
1.2.5.1. Disponibilidad	7
1.2.5.2. Confiabilidad.....	7
1.3. Datos técnicos de la lavadora de botellas	7
1.3.1. Información general	7
1.3.2. Pesos y dimensiones.....	8
1.3.3. Consumos.....	9

2.	COMPONENTES DE LA MÁQUINA LAVADORA DE BOTELLAS	11
2.1.	Componentes de la máquina lavadora de botellas	11
2.1.1.	Entrada de botellas	11
2.1.2.	Salida de botellas	13
2.2.	Sistema de traslación y transmisión	14
2.2.1.	Sistema general de mando.....	15
2.2.2.	Sistema de traslación	16
2.2.3.	Canastos portabotellas.....	16
2.2.4.	Cadenas portacanastos.....	17
2.2.5.	Ruedas dentadas y ejes de mando	17
2.2.6.	Ajuste para diferentes tamaños de botellas.....	17
2.3.	Sistema de agua	18
2.3.1.	Tuberías de agua	18
2.3.2.	Agua corriente	18
2.3.3.	Tanque de agua recuperada	19
2.3.4.	Sistema de inyección	19
2.4.	Sistema de vapor	21
2.4.1.	Sistema de calefacción	21
2.4.2.	Componentes.....	22
2.5.	Extractores de etiquetas.....	22
2.5.1.	Descripción.....	22
2.5.2.	Funcionamiento.....	23
3.	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	25
3.1.	Operación de entrada.....	25
3.1.1.	Prueba de operación mecánica.....	25
3.1.2.	Control de operación mecánica.....	27
3.2.	Operación de salida	28
3.2.1.	Prueba de operación mecánica de salida.....	28

	3.2.2.	Control de calidad operación de salida	29
3.3.		Operación neumática	29
	3.3.1.	Prueba de operación neumática	29
	3.3.2.	Control de calidad de operación neumática.....	29
3.4.		Sistema de inyección.....	30
	3.4.1.	Control y seguros.....	30
	3.4.2.	Comandos eléctricos	32
3.5.		Sistema de fallas	33
	3.5.1.	El manómetro indica una presión de bomba demasiado baja	33
	3.5.2.	Falta de agua, perturbación en el nivel de llenado	33
	3.5.3.	Sobrepresión en la tubería de presión de las bombas	34
	3.5.4.	Nivel de llenado de las cajas de agua	34
	3.5.5.	Sobrepasado el tempo de control de llenado automático	34
3.6.		Determinación de fallas	34
	3.6.1.	Mesa de carga con guía regulables.....	34
	3.6.2.	Sistema de trasmisión	37
	3.6.3.	Parrillas de deslizamiento de botellas.....	38
	3.6.4.	Calentamiento de la máquina	38
	3.6.5.	Sistema de descarga	39
4.		SEGUIMIENTO DEL PROYECTO	41
	4.1.	Formulario para el proceso de mantenimiento	41
		4.1.1. Orden de inspección.....	41
		4.1.2. Informe de inspección.....	42

4.2.	Condiciones generales para el funcionamiento de la máquina	42
4.2.1.	Pautas de seguridad	42
4.2.2.	Peligros para la seguridad.....	43
4.2.2.1.	Peligros mecánicos	43
4.2.2.2.	Peligro de quemaduras	44
4.2.3.	Señalización de seguridad	45
4.2.4.	Protección y bloqueos de seguridad	60
CONCLUSIONES.....		61
RECOMENDACIONES		63
BIBLIOGRAFÍA.....		65
APÉNDICES.....		67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Entrada de botellas	12
2.	Salida de botellas	14
3.	Secuencia correcta de la inyección	20
4.	Sincronizado de uñas	26
5.	Retiro del engranaje	27
6.	Prueba de operación mecánica de salida	28
7.	Movimiento sincronizado	30
8.	Regulación	31
9.	Señalización de seguridad	46
10.	Señales de ruta de evacuación	54

TABLAS

I.	Tanques de inmersión	9
----	----------------------------	---

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
CO₂	Dióxido de carbono
SO₂	Dióxido de sulfuro
Kg	Kilogramo
Lb	Libra
M	Metro
Co	Monóxido de carbono
NO	Óxido de nitrógeno
%	Porcentaje

GLOSARIO

Auditoría	Análisis y gestión de sistemas para identificar y posteriormente corregir las diversas vulnerabilidades que pudieran presentarse en una revisión exhaustiva de las estaciones de trabajo.
Agua cruda	Es el agua tal como se encuentra en las fuentes, en estado natural, sin tratamiento.
Agua suave	Agua con pocas sales minerales. Se obtiene el agua suave o blanda mediante un tratamiento especial.
Energía	Es la capacidad para realizar un trabajo. La ley universal de conservación de la energía, que es la base para el primer principio de la termodinámica.
Energía eléctrica	Se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se les coloca en contacto por medio de un conductor eléctrico para obtener trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación establece un sistema de mantenimiento para mejorar el proceso de lavado de botellas, en el cual se describe el mantenimiento productivo total y cómo se puede desarrollar este sistema en una empresa.

Describe las partes más importantes de la máquina, para que se puede entender su funcionamiento; se detalla el proceso de lavado desde el inicio hasta el final de la máquina.

Enuncian las posibles fallas que puede presentar el equipo, así como las soluciones que se puedan aplicar, ya que toda máquina falla en algún momento determinado. La limpieza es parte fundamental para que se suministre un producto con calidad al consumidor, libre de cualquier contaminante.

OBJETIVOS

General

Establecer el plan de mantenimiento preventivo y monitoreo de condiciones de una máquina de lavado de botellas.

Específicos

1. Evaluar la situación actual de la empresa en el proceso de mantenimiento preventivo de la maquinaria.
2. Determinar la situación actual de los equipos, maquinaria con base en el historial de servicio.
3. Identificar las operaciones para verificar las condiciones de las piezas de la máquina de lavado.
4. Identificar el beneficio costo de tener un plan de mantenimiento preventivo.

INTRODUCCIÓN

El plan de mantenimiento está previsto para conocer el estado actual y la evolución futura de los equipos principales de la máquina de lavado de botellas, se obtiene la máxima información de cómo el funcionamiento afecta a la vida de los equipos, con el objetivo de detectar cualquier anomalía antes de que origine un grave daño y una parada no programada

Es de suma importancia que la máquina mencionada posea ciertos formatos por establecer, para hacer más eficiente el proceso de lavado, ya que de esta manera se podrá mantener un servicio continuo, evitando paros innecesarios (no programados), cumpliendo así con las exigencias del mantenimiento.

Dichos formatos incluyen los procedimientos y seguimientos de limpieza y lubricación, conocimiento de los diferentes tipos de fallas más comunes que se presentan y sus respectivas soluciones y recomendaciones para que el personal encargado tenga un apoyo en las tareas que le corresponde desempeñar.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Mantenimiento

El mantenimiento es un sistema que agrupa una serie de actividades, que al ser ejecutadas, permiten alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos de una instalación industrial. Por lo tanto, los recursos humanos, económicos y físicos que son destinados para la realización de dichas actividades deben ser administrados de la forma más eficiente posible.

1.1.1. Mantenimiento correctivo

Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse; el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción.

La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado.

La distinción entre correctivo programado y correctivo no programado afecta en primer lugar a la producción. No tiene la misma afección el plan de producción si la parada es inmediata y sorpresiva que si se tiene cierto tiempo para reaccionar. Por tanto, mientras el correctivo no programado es claramente una situación indeseable desde el punto de vista de la producción, los compromisos con clientes y los ingresos, el correctivo programado es menos agresivo con todos ellos.

El mantenimiento correctivo como base del mantenimiento tiene algunas ventajas indudables:

- No genera gastos fijos.
- No es necesario programar ni prever ninguna actividad.
- Solo se gasta dinero cuanto está claro que se necesita hacerlo.
- A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico.
- Hay equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos.

1.1.2. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo, también llamado mantenimiento de condición, tiene su fundamento en el seguimiento sistemático de los valores de uno o más parámetros del equipo a mantener y que dan una idea clara de su estado de salud, de forma que cuando uno de estos parámetros periódicamente vigilados supere niveles preestablecidos, se sabrá que la máquina en cuestión ha desarrollado o está desarrollando un problema que se deberá atajar antes de que origine consecuencias graves para el equipo y costosas desde el punto de vista de la pérdida de producción.

Las principales técnicas de mantenimiento predictivo y la aplicación del mismo en maquinaria industrial son:

- Análisis de vibraciones: es la principal técnica para supervisar y diagnosticar la maquinaria rotativa e implantar un plan de mantenimiento predictivo.
- Ultrasonidos aplicados al mantenimiento predictivo: es una técnica que se ha desarrollado mucho en los últimos años, descubra las aplicaciones de esta técnica predictiva.
- Análisis de lubricantes: son fundamentales para determinar el deterioro del lubricante, la entrada de contaminantes y la presencia de partículas de desgaste.

1.1.3. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es una técnica científica del trabajo industrial, que en especial está dirigida al soporte de las actividades de producción y en general a todas las instalaciones empresarias.

- Características

Basicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyandose en el conocimiento de la máquina con base en la experiencia y los históricos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizarán las acciones necesarias: engrasar, cambiar correas, desmontaje, limpieza, entre otras.

El mantenimiento preventivo es, además, aquel que incluye las siguientes actividades:

- Inspección periódica de activos y del equipo de la planta, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción o depreciación perjudicial.
- Conservar la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos, cuando se encuentren aun en una etapa incipiente.

1.2. Sistema de mantenimiento

Se describe el sistema de mantenimiento.

1.2.1. Unidad de producción

La función propia de un sistema de producción es lograr la agregación de valor, a partir de tres acciones básicas: transformación, transporte o almacenamiento.

1.2.2. Unidad de mantenimiento

El enfoque sistémico puro, cuando se utiliza en mantenimiento, parece admitir el reconocimiento de tres elementos fundamentales: mantenedores (personas), máquinas o equipos industriales o de operación (artefactos) y sitios físicos donde se prestan los servicios de mantenimiento (entorno).

1.2.3. Sistema integral de mantenimiento

El sistema kantiano permite establecer que la relación entre producción y mantenimiento está gobernada por la confiabilidad; la correspondencia entre el mantenimiento y las máquinas se estipula por la mantenibilidad, y que la relación mantenimiento-máquina-producción se define por la disponibilidad.

1.2.4. Niveles de mantenimiento

Se plantean cuatro niveles o categorías al jerarquizar los diferentes tópicos que maneja el mantenimiento:

- Nivel 1 - instrumental (funciones y acciones)

A este grupo pertenecen todos los registros, documentos, historia, información, codificación; en general, todo lo que identifica a los equipos, a los recursos; a la administración de la información y su tratamiento estadístico. También, incluye instrumentos más avanzados como el mejoramiento continuo, herramientas avanzadas específicas y de orden técnico, como análisis de fallas, manejo de inventarios, pronósticos, entre otros. El nivel instrumental comprende todos los elementos necesarios para que exista un sistema de gestión y operación de mantenimiento, e incluye: información, máquinas, herramientas, repuestos, utensilios, materias primas e insumos propios de mantenimiento, las técnicas, los registros históricos de fallas y reparaciones, inversiones, inventarios, modificaciones, trabajadores, entrenamiento y capacitación de funcionarios, entre otros.

- Nivel 2 - operacional (acciones mentales)

Comprende todas las posibles acciones por realizar en el mantenimiento de equipos, a partir de las necesidades y deseos de los demandantes. Las acciones correctivas, preventivas, predictivas y modificativas.

- Nivel 3 - táctico (conjunto de acciones reales)

El nivel táctico comprende el conjunto de acciones de mantenimiento que se aplican a un caso específico; es el grupo de tareas de mantenimiento que se realizan para alcanzar un fin al seguir las normas y reglas establecidas para ello. En este nivel aparecen el TPM, el RCM, PMO, reactiva, proactiva, clase mundial, entre otros.

- Nivel 4 – estratégico

El campo estratégico está compuesto por las metodologías que se desarrollan para evaluar el grado de éxito alcanzado con las tácticas desarrolladas; esto implica establecer índices, indicadores que permiten medir el caso particular con otros de diferentes industrias locales, nacionales o internacionales.

1.2.5. Relaciones

Los elementos: mantenimiento, producción y máquinas, se relacionan entre sí a partir de premisas y normas de aceptación universal; así, la relación entre productores (producción) y máquinas la establecen los principios de la confiabilidad; la relación entre mantenedores (mantenimiento) y máquinas se define por las reglas de la mantenibilidad; la relación entre mantenedores y

productores se da por una relación indirecta a través de los equipos y está gobernada por la disponibilidad.

1.2.5.1. Disponibilidad

La disponibilidad se mide (o se obtiene por cálculo y deducción matemática) a partir de la confiabilidad y de la mantenibilidad.

1.2.5.2. Confiabilidad

La confiabilidad se mide a partir del número y la duración de las fallas; se busca mejorar la confiabilidad a través del aprovechamiento de tiempos útiles para reparaciones y tareas proactivas.

1.3. Datos técnicos de la lavadora de botellas

Se describe la información de los datos técnicos del equipo en estudio.

1.3.1. Información general

Se describe la información general de la máquina de lavado de botellas.

- Para operar botellas de vidrio de 500 cc
 - Número de botellas de frente: 36
 - Cantidad de canastos portabotellas: 695
 - Cantidad de botellas dentro de la máquina: 19 296

- Partes de la lavadora
 - 1 tanque de prelavado
 - 5 tanques de inmersión
 - 4 tanques de hydro (enjuague cáustico)
 - 2 tanques de preenjuague
 - 1 estación de enjuague final

1.3.2. Pesos y dimensiones

Se describen las dimensiones y los pesos de la máquina vacía y llena.

- Largo máximo: 19 310 mm.
- Largo de base: 16 140 mm.
- Largo mesa de carga: 1 500 mm.
- Ancho de base: 3 480 mm.
- Ancho máximo 5 390 mm.
- Altura máxima: 4 613 mm.
- Paso de la cadena principal 107 mm.
- Paso de los canastos portabotellas 80 mm.
- Diámetro mínimo/máximo de las botellas a lavar: 55/sin etiq.
65 a 70 /con etiq.
- Alto mínimo/máximo de las botellas a lavar: 190/285 mm.
- Peso aprox. máquina vacía: 88 900 kg.
- Peso aprox. máquina en operación: 235 000 kg.
- Peso botellas: 9 600 kg.

Tabla I. **Tanques de inmersión**

Tanque	Capacidad litros	Temperatura centígrados	Porcentaje de concentración de soda cáustica
1	24 200	50	2
2	24 200	75	2,5
3	24 200	65	2
4	24 200	55	1,5
5	9 300	45	Arrastre

Fuente: elaboración propia.

1.3.3. Consumos

- Consumo de fuerza motriz 50,75 HP
- Consumo de vapor para arranque inicial (a partir de 25 °C) 6 700 kg
- Consumo de vapor durante la operación (botella 10 Oz) 1 070 kg/h
- Consumo de agua (presión de entrada 0,8 kg/cm²) 20 m³/h
- Rendimiento
 - Producción: 880 BPM
 - Régimen de trabajo: 24'44 ciclos/min.
 - Tiempo total del proceso: 21'55"
 - Tiempo en contacto cáustico: 17'55"
 - Tiempo de inyección efectivo: 35"
 - Tiempo de inmersión total 12'01" + "hydro"

2. COMPONENTES DE LA MÁQUINA LAVADORA DE BOTELLAS

2.1. Componentes de la máquina lavadora de botellas

Sus partes funcionales son: sistema general de mando, sistema de carga, sistema de traslación, sistema de inyecciones, sistema de descarga, sistema de calefacción, sistema de agua y sistema de extracción de etiquetas ubicados en los compartimentos de inmersión.

2.1.1. Entrada de botellas

Este sistema, comúnmente denominado mesa de carga, consta de cinco componentes básicos: cadenas de tablillas, selectores, guías de entrada, uñas o dedos levantadores y trampa.

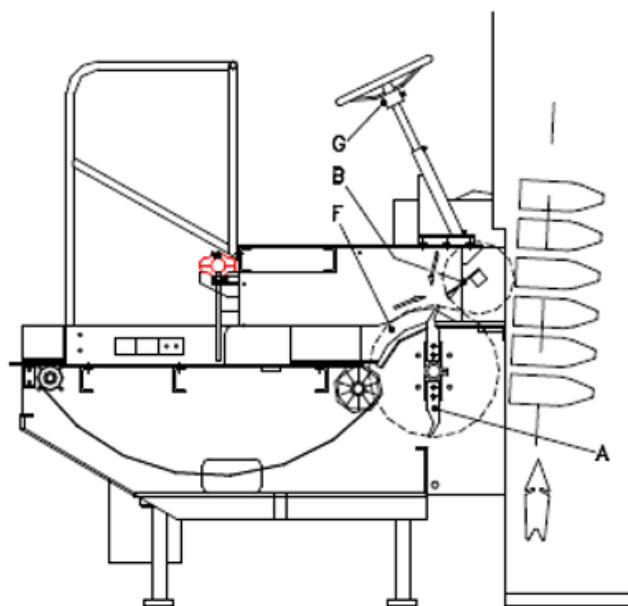
Las botellas son manejadas sucesivamente por cada uno de los componentes enumerados, en acción sincronizada y precisa.

La función de la mesa de carga es abastecer de envases a los canastos portabotellas de la máquina, siendo su recorrido el siguiente:

Depositadas las botellas sobre las cadenas transportadoras, de accionamiento intermitente, son llevadas hasta las guías de entrada, a través de selectores oscilantes del tipo barras suspendidas se produce una distribución pareja de los envases a todo lo ancho del frente de carga; además, de permitir su perfecto encausado en los divisores. El accionamiento intermitente de las

cadena transportadora asegura que una sola fila de botellas se deposite sobre las guías de entrada y cuando sean tomadas por las uñas levantadoras, no se encuentren presionadas por los demás envases, lo que dificultaría su normal traslado por las guías antes citadas; estas uñas comienzan la introducción de los envases dentro de los canastos portabotellas; finaliza este proceso con la acción de la trampa que consolida una introducción suave de las botellas dentro de los canastos.

Figura 1. **Entrada de botellas**



A-Uñas

B-Trampa

C-Destrabador de uñas

D-Guía de entrada

Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Salida de botellas

De tipo rotativo y continuo consta de cinco componentes fundamentales: trampa, guías de bajada, levas, uñas y transportador de salida.

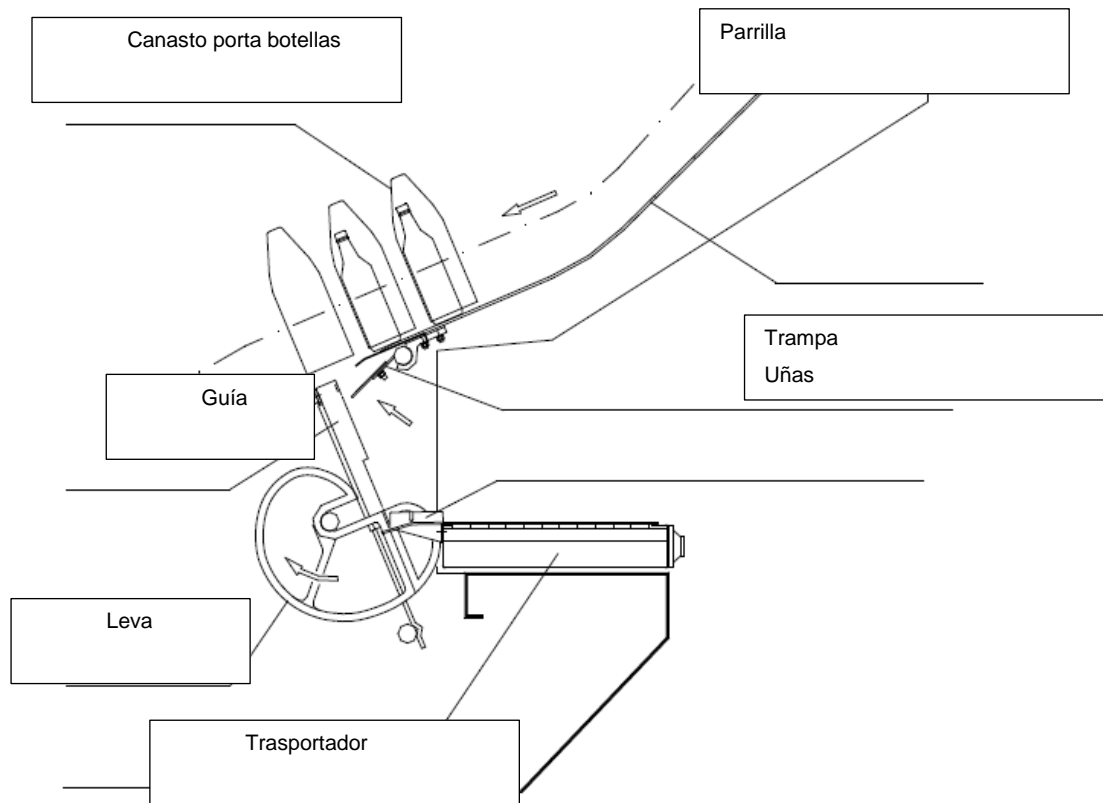
Las botellas son manejadas sucesivamente por cada uno de los componentes enumerados en acción sincronizada y precisa. Este sistema es el encargado de sacar los envases de la máquina, cuyo recorrido es el siguiente:

Depositadas las botellas encima de la trampa por los canastos portabotellas, esta se abre permitiendo el descenso de ellas hasta las levas. Estas levas en su giro permiten que este movimiento de descenso de las botellas continúe, ahora respaldadas sobre las guías, hasta que se depositen sobre las uñas.

Una vez en este lugar, las botellas son empujadas por las mismas levas, hasta el transportador de salida, quien es el encargado de sacarlas finalmente de la lavadora. Este transportador está conectado con el sistema general de transportadores.

Además, se destaca que todos los elementos que tratan a las botellas han sido construidos en acero inoxidable o plástico para aumentar su resistencia, evitar la oxidación y disminuir los ruidos.

Figura 2. **Salida de botellas**



Fuente: elaboración propia.

2.2. **Sistema de traslación y transmisión**

Se hace una descripción del sistema de traslación y transmisión de la máquina lavadora de botellas.

2.2.1. Sistema general de mando

Estas lavadoras utilizan un sistema único de mando, de tipo cardánico, el cual alimenta todos los sistemas que demandan movimiento y se encuentran relacionados. Consta de un motorreductor a engranajes helicoidales, el cual se encuentra intercalado en una barra cardánica, la que conecta todos los reductores auxiliares, destinados a mover los diferentes ejes de mando con que cuenta el equipo.

Estos reductores auxiliares son del tipo corona y sinfín dimensionados para asistir con holgura el esfuerzo que le demande cada caso en particular. La transmisión del movimiento desde los reductores auxiliares a los ejes de mando se efectúa mediante cadenas de rodillos y piñones con sus correspondientes tensores.

Además, se desea destacar que todos los elementos en movimiento se encuentran debidamente cubiertos para que no implique riesgo alguno para los operadores. Por otra parte, los reductores auxiliares cuentan con sistemas de seguridad individuales, los cuales detienen inmediatamente el equipo cuando se produce algún pico en la demanda de potencia, lo que indica claramente que alguna anomalía se ha producido.

La regulación de velocidad se efectúa en forma electrónica mediante un variador de frecuencia, en cual permite que la máquina module con la línea de embotellado solo colocando sensores en el sistema de transportadores. El comando general del equipo lo efectúa un controlador lógico programable, PLC.

Como equipo opcional se puede ofrecer reductores auxiliares para colocar directamente en los ejes de mando, eliminando así las cadenas de rodillos y ruedas dentadas.

2.2.2. Sistema de traslación

Es el encargado de transportar las botellas a través de toda la máquina desde la carga hasta la descarga.

Los elementos que principalmente lo constituyen son: canastos portabotellas, cadena portacanastos (una sobre cada lateral del equipo), ruedas dentadas y ejes de mando montados sobre rodamientos autoalineables.

2.2.3. Canastos portabotellas

Se construyen del tipo cerrados autocentrantes, es decir que los envases quedan totalmente introducidos dentro de ellos, el carácter de autocentrantes para los picos de las botellas hace que su posicionado al pasar por las zonas de inyecciones sea perfecto. Se fabrican en chapa de acero al carbono estampados y soldados. Su forma octogonal les confiere máxima resistencia y prolongada durabilidad.

Sus dimensiones varían de acuerdo al tamaño de las botellas a manejar y su diseño permite evacuar fácilmente la suciedad, las etiquetas o cualquier otro cuerpo extraño que presenten los envases. Todos los canastos portabotellas de una máquina se encuentran sólidamente fijados a ambas cadenas portacanastos mediante dos pernos roscados.

2.2.4. Cadenas portacanastos

En su diseño se han tomado el máximo de precauciones para evitar estiramientos y asegurar larga vida útil, la que se garantiza en más de 18 000 horas. De trabajo siempre que se cumplan con las condiciones normales de limpieza, regulación y mantenimiento del equipo. Los pernos bujes y rodillos son del acero más adecuado para cada caso en particular con su correspondiente tratamiento térmico y un acabado superficial mediante rectificado.

Cada uno de sus eslabones lleva soldado un soporte que cuenta con dos pernos estriados y roscados los que se fijan firmemente al taco de los canastos, estos pernos son los encargados de ligar las cadenas a los canastos portabotellas asegurando este fenómeno con tuercas autofrenantes, a la vez permiten su recambio de ser esto necesario.

2.2.5. Ruedas dentadas y ejes de mando

Ambos elementos son los encargados de trasladar el movimiento recibido de los reductores auxiliares a las cadenas portacanastos. Los dos han sido diseñados de manera tal que permiten un correcto alineado de ambas cadenas portacanastos además de un fácil desarme en caso de reposiciones.

2.2.6. Ajuste para diferentes tamaños de botellas

Estas máquinas están provistas de las regulaciones necesarias que permiten operar con diferentes tamaños y formas de botellas dentro de los límites para los cuales fue diseñada.

Las lavadoras se entregan con todos los accesorios necesarios para ajustar tanto la carga como la descarga a estos diferentes tamaños de botellas.

2.3. Sistema de agua

Las lavadoras disponen de todas las tuberías necesarias para carga y descarga de agua o solución cáustica de los tanques de inmersión y enjuague; además de todas las motobombas y vías conductoras para la reutilización del agua en las diferentes zonas de inyecciones.

Este sistema se ha diseñado de manera tal que no produzca pérdidas de carga innecesarias con el consiguiente ahorro de energía; se le han incorporado todas las válvulas, filtros y accesorios necesarios para su normal operación y fácil mantenimiento.

Se suministra el equipo con todas las conexiones necesarias para su interconexión a los diferentes suministros de la planta.

2.3.1. Tuberías de agua

Las lavadoras de botellas se caracterizan por la economía en el consumo de agua. Mediante un muy bien logrado sistema de recirculación, el agua es aprovechada al máximo puesto que la entrada se produce por la estación del último enjuague y sale por la del prelavado.

2.3.2. Agua corriente

Esta agua a temperatura ambiente entra a la máquina como ya fue dicho por el enjuague final que está formado por tres filas de inyectores internos y una

fila de rociadores externos. La entrada de agua es continua, solo interrumpida si el equipo se detiene debido a alguna anomalía, oportunidad en que actúa una válvula automática de accionamiento neumático.

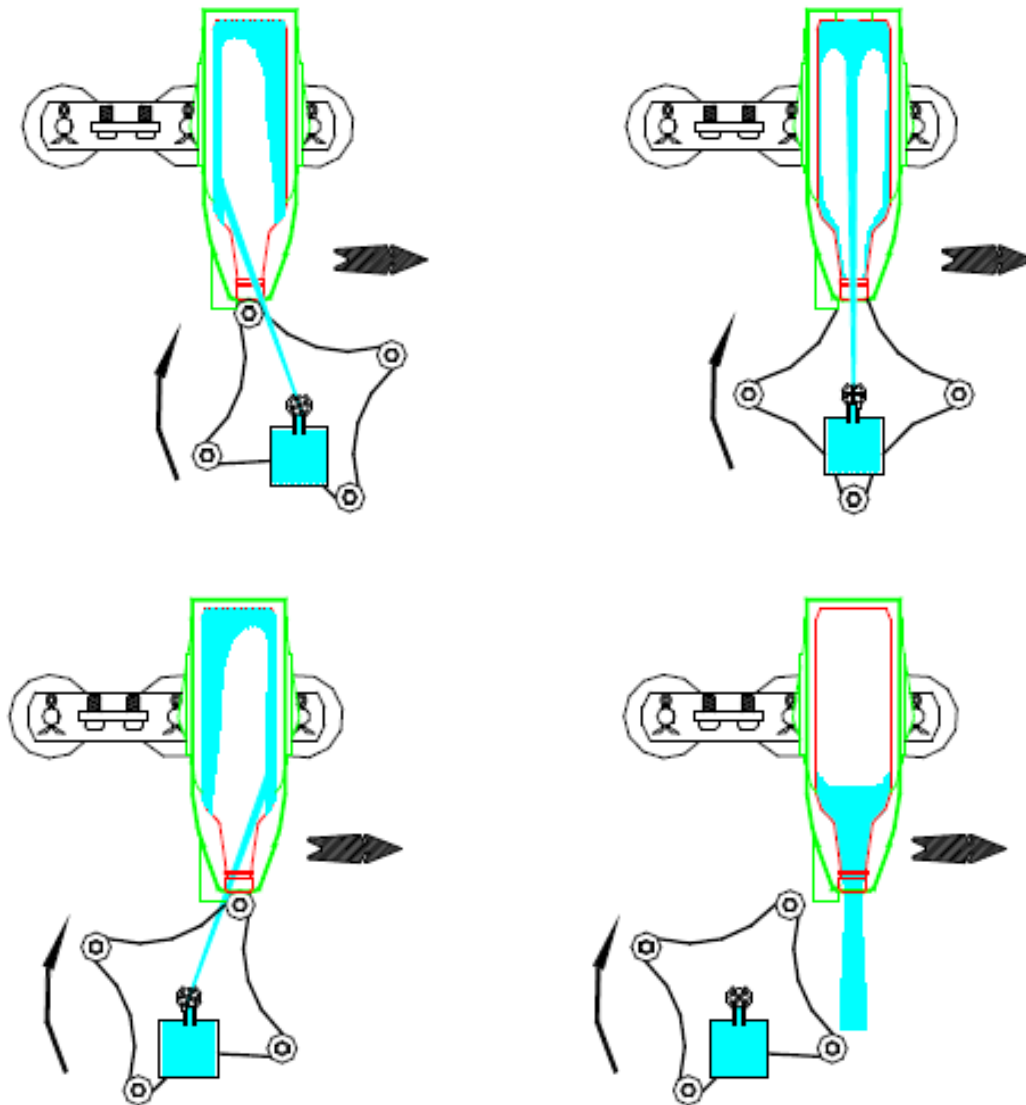
2.3.3. Tanque de agua recuperada

En el último tanque de inmersión o tanque de preenjuague, en él se localiza una motobomba destinada a alimentar de agua la estación de prelavado. La tubería cuenta con una válvula de regulación manual, mediante la cual se ajusta el caudal enviado, de manera tal que se envíe una cantidad de agua levemente menor a la ingresada en el último tanque.

2.3.4. Sistema de inyección

Cuenta con un sistema de última generación que cuenta con barras inyectoras rotativas y autolimpiantes, totalmente constituidas en acero inoxidable. Este sistema tiene la particularidad de ser impulsado por los mismos canastos portabotellas mediante sendas barras ubicadas sobre ambos cabezales, lo que asegura un perfecto centrado de las inyecciones durante todo el tiempo de operación del equipo, dado que cada canasto habilita su propia inyección no perdiéndose nunca el sincronismo.

Figura 3. **Secuencia correcta de la inyección**



Fuente: elaboración propia.

2.4. Sistema de vapor

Se hace una descripción del sistema de vapor empleado en la maquina lavadora de botellas.

2.4.1. Sistema de calefacción

Consta básicamente de los siguientes elementos: colector general de vapor con filtro 'Y'; *by-pass* individual para cada compartimento de inmersión con válvula de regulación manual y válvula reguladora automática de tipo *on-off*, y de accionamiento neumático; intercambiador de calor del tipo de tubos (serpentina) sumergido dentro de la solución cáustica y dimensionado de acuerdo al tamaño del tanque de inmersión; retorno de condensado con trampa de vapor tipo a flotador y filtro 'Y'; purga de condensado y colector general de condensado para su conexión al sistema de recuperación. Además, como equipo opcional se ofrece bomba de condensado para envío del mismo a la caldera.

La regulación de temperatura se logra mediante un sistema electrónico que consta de un sensor tipo PT-100 sumergido en la solución cáustica, el cual envía una señal que es procesada por un controlador, de temperatura digital, el que gobierna la válvula neumática antes mencionada. En este controlador se prefija la temperatura deseada en el compartimento y él se encarga de mantenerla con un rango de error de ± 1 °C.

Cuando se operan envases de plástico retornable y dada la importancia que se asigna al mantenimiento estricto de los valores de temperatura prefijados, se incorpora un *by-pass* adicional con válvula y controlador de tipo 'modulante'.

2.4.2. Componentes

También se dispone un sistema de recirculación de la solución cáustica para lograr la uniformidad en la temperatura de todo el volumen del tanque.

2.5. Extractores de etiquetas

Una tarea de vital importancia en toda planta de embotellado, es la limpieza de la lavadora de botellas.

Los extractores se instalan en los tanques de inmersión en cantidad y tamaños acordes a cada caso en particular. Pueden ser simples o dobles, según sean los tanques donde se instalen.

2.5.1. Descripción

Para conocer el funcionamiento de este sistema, es necesario en primer lugar, interiorizarse de sus detalles constructivos. Son cuatro las partes principales que lo componen:

- Tubo o recámara interior - para succión: este tubo se constituye con las parrillas interiores de los tanques de inmersión y se ubica en las curvas inferiores de los mismos.
- Comportamiento externo para distribución: se instala sobre el lateral de la máquina y es el encargado de conducir el flujo de agua por las diferentes etapas del proceso de extracción.
- Bomba de paletas.

- Extractor de etiquetas con malla y cepillos: este sistema es el encargado de separar las etiquetas de la solución cáustica.

2.5.2. Funcionamiento

Este sistema extractor de etiquetas es de funcionamiento automático y debe acompañar todo el proceso de lavado para lograr su máximo rendimiento, siendo su principio de operación el siguiente.

La bomba de paletas genera una gran corriente de solución cáustica, cuya energía de circulación extrae las etiquetas del interior de los canastos portabotellas trasladándolos hasta las mallas rotativas, donde luego de filtrarse y dejar en ellas dichas etiquetas, retorna al compartimento de inmersión por su parte inferior para comenzar de nuevo el ciclo.

Además de puntualizar el óptimo rendimiento de estos sistemas extractores de etiquetas, se desea destacar otras ventajas operativas no menos importantes que aparecen en su aplicación.

La corriente hace que todo el contenido del tanque de inmersión donde se encuentra instalado el sistema, sea recirculado con una frecuencia mínima de una vez por minuto lo que trae como consecuencia:

- Máxima durabilidad en la limpieza de la solución cáustica con lo que se conserva más tiempo su poder limpiador y se minimizan los períodos de parada por limpieza del equipo.

- Mayor uniformidad en la temperatura y concentración de la solución cáustica con el consiguiente ahorro de energía, puesto que se aumenta la efectividad de los intercambiadores de calor, además de evitar los choques térmicos.

3. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

3.1. Operación de entrada

Se describen las operaciones de entrada para el funcionamiento de la máquina de lavado de botellas

3.1.1. Prueba de operación mecánica

Con la máquina totalmente montada, se realiza la prueba de operación de la mesa de carga.

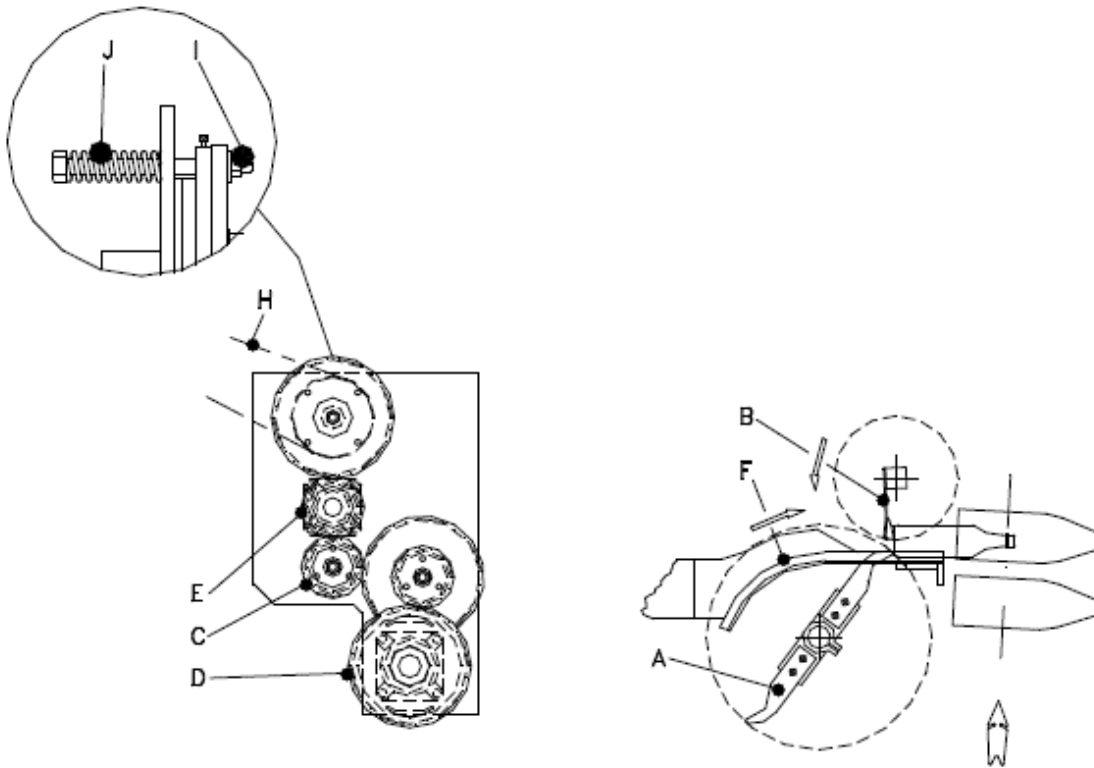
- Colocar algunas botellas sobre la mesa de carga.
- Juntar a la maquina controlando la correcta posición del punto de entrada de las botellas.

Cualquier anormalidad en este sentido, corregir con las instrucciones siguientes.

La figura 4 muestra el momento exacto de sincronismo de las uñas (A) y la trampa rotativa (B), sin considerar la posición de los canastos.

Esto se obtiene retirando el engranaje (C), figura 4, y accionando manualmente los engranajes (D) y (E), hasta obtener la disposición correcta. Una vez logrado esto colocar el engranaje en su lugar y ajustar la tuerca del soporte.

Figura 4. **Sincronizado de uñas**



Fuente: elaboración propia.

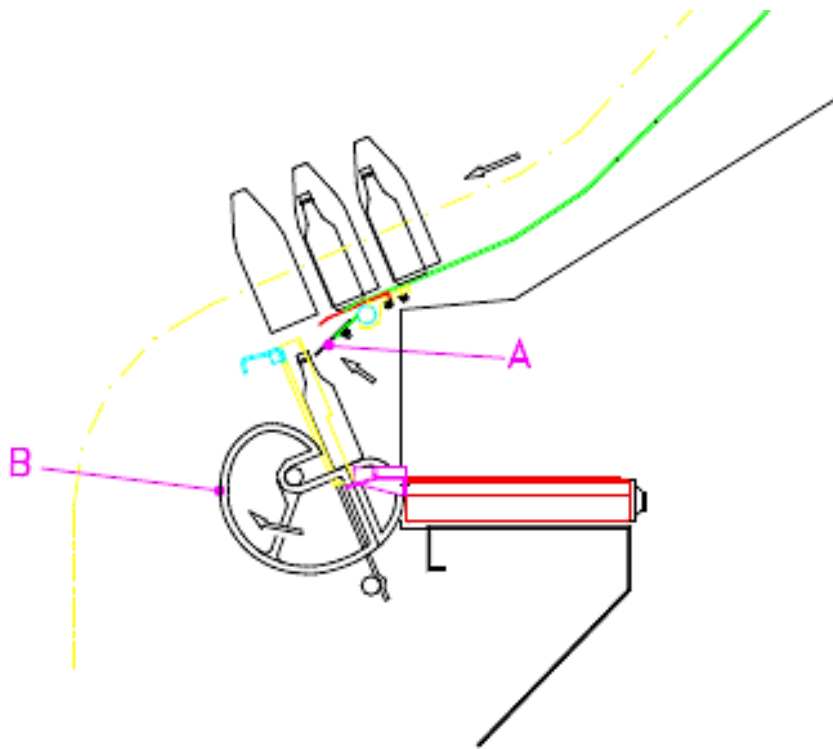
Para colocar los canastos portabotellas, las uñas rotativas (A) y una botella de la presentación más alta en la posición indicada, esto se realiza con el fin de evitar problemas con la sincronización de la máquina, por lo que se debe proceder de la siguiente manera:

- Desenganchar la cadena de rodillos (H), figura 4
- Colocar manualmente las botellas sobre las guías de entrada (F), figura 4

3.1.2. Control de operación mecánica

Momento correcto de sincronización de la trampa alternativa (A) y las levas rotativas (B) sin tener en cuenta los canastos portabotellas. Esto se logra retirando el engranaje (C) de la figura 5 y accionando manualmente los engranajes (D) y (E), de la misma figura, hasta obtener la disposición correcta. Una vez logrado esto, se vuelve a colocar en su lugar el engranaje (C) ajustando firmemente la tuerca del soporte.

Figura 5. Retiro del engranaje



Fuente: elaboración propia.

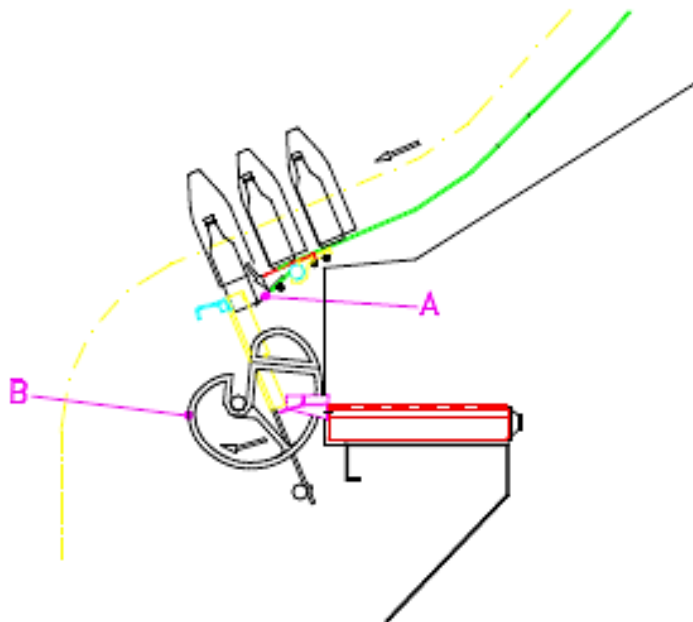
3.2. Operación de salida

Se describe la operación de salida y sus controles a realizar.

3.2.1. Prueba de operación mecánica de salida

Cuando el momento de apertura de la trampa de descarga (A) está atrasado con respecto a las levas rotativas (B), las botellas caen desde un punto muy elevado y golpean excesivamente. Esto se soluciona aflojando el perno (J) y moviendo en el sentido de giro indicado en la figura, la pieza (K). Una vez lograda la puesta a punto correcta, ajustar nuevamente el perno (J), ver figura 6.

Figura 6. Prueba de operación mecánica de salida



Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Control de calidad operación de salida

El control para la calidad en la operación de salida es de suma importancia para las botellas no se desplacen para afuera.

3.3. Operación neumática

Se describen las acciones para las operaciones neumáticas.

3.3.1. Prueba de operación neumática

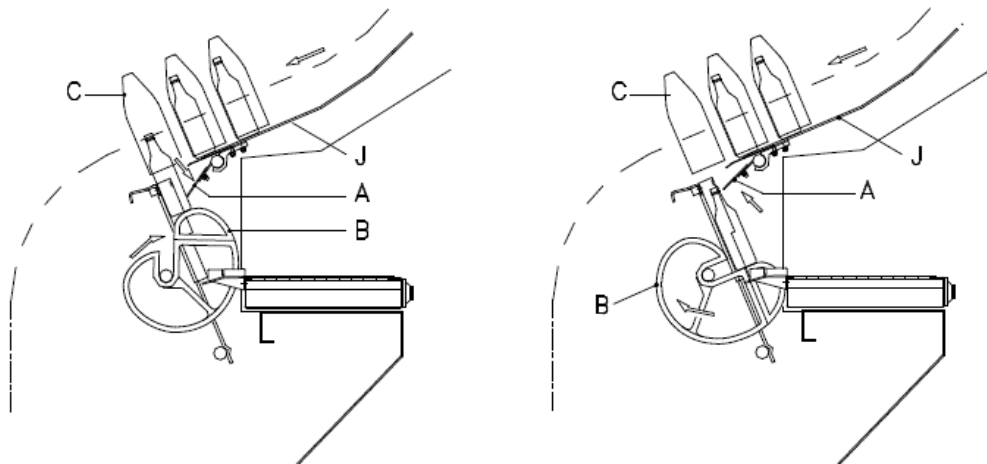
Con la máquina totalmente montada, realizar la prueba de operación de la mesa de carga.

- Colocar algunas botellas sobre la mesa de carga.
- Juntar a la máquina controlando la correcta posición del punto de entrada de las botellas.

3.3.2. Control de calidad de operación neumática

Se debe tener un movimiento correcto de sincronización de la trampa alternativa (A) - de accionamiento neumático - y las levas rotativas (B) con respecto de los canastos portabotellas (C).

Figura 7. **Movimiento sincronizado**



Fuente: elaboración propia.

3.4. **Sistema de inyección**

Se describe el sistema de inyección de la máquina lavadora de botellas.

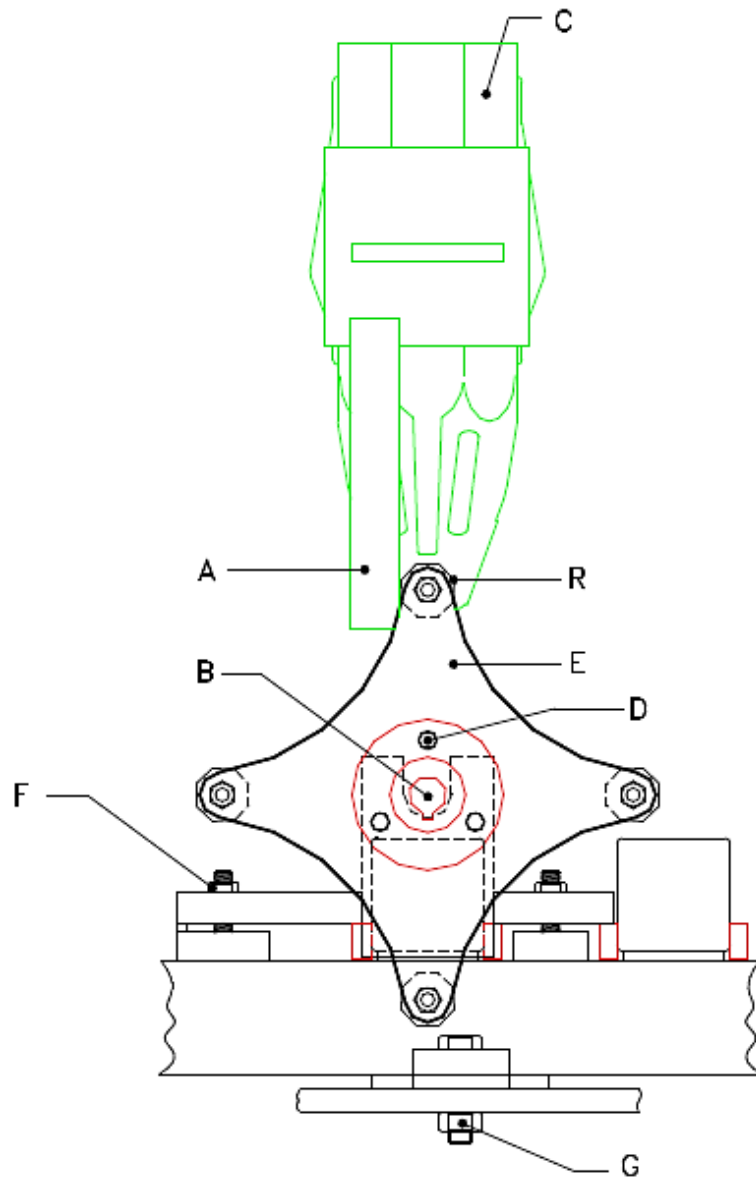
3.4.1. **Control y seguros**

Primeramente se debe posicionar un canasto portabotellas (C) encima de la barra inyectora (B); y seguidamente se aflojan las tuercas (F) y (G) moviendo la barra hasta lograr el perfecto alineado, tanto longitudinal como transversal, de todos los chorros respecto del canasto portabotellas. Finalizado esto se deben ajustar firmemente las tuercas.

Acto seguido se debe posicionar correctamente la estrella (E) con relación a la barra de empuje (A), para lo cual se aflojan los tres pernos (D) haciendo

girar la estrella hasta que la rueda (R) toque la barra de empuje. Finalizado esto se deben ajustar firmemente los tres pernos.

Figura 8. **Regulación**



Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Comandos eléctricos

La lavadora está equipada con múltiples dispositivos de seguridad para detener su marcha en caso de producirse alguna anomalía que imposibilite el normal desarrollo del proceso o ponga en peligro la integridad de la máquina.

Estos dispositivos de seguridad son de dos tipos: eléctricos y mecánicos. Los primeros son sensibles interruptores colocados en puntos claves de la operación que envían señales destinadas a detener el equipo en caso de sobrecarga o alguna otra dificultad. Los segundos son del tipo embrague e impiden la transmisión de fuerza a través de ellos si el mecanismo está soportando excesiva presión.

Estos dispositivos se encuentran localizados en las zonas de carga, descarga y sistema general de mando eléctrico: a través de un tablero general de comando ubicado fuera de la máquina y en el lugar que el cliente considere conveniente. Contiene todos los elementos necesarios para la operación eléctrica de la máquina y protecciones adecuadas. En el frente del mismo se ubican todos los elementos de control de la lavadora tales como termómetros, controladores, registradores, tablero, mímico y botoneras.

Se construye en chapa de acero al carbono estampado y pintada, de diseño hermético con protección IP 54. Como equipo opcional podemos suministrar tableros contruidos en chapa de acero inoxidable.

Una vez instalada la lavadora y ubicado el tablero en la planta, solo es necesario conectarlos entre sí, pues ambos van provistos de cajas de borneras que facilitan dicha tarea; además de alimentar a este último de la fuerza motriz necesaria para la operación del conjunto.

3.5. Sistema de fallas

Se describen las fallas que pueden ocurrir al momento de las operaciones de la máquina y las soluciones para corregir.

3.5.1. El manómetro indica una presión de bomba demasiado baja

Por manejo inadecuado de la bomba u obstrucción por calcificación, se procede a abrir la bomba, revisar si no tiene residuos u materiales extraños y limpiarla completamente.

3.5.2. Falta de agua, perturbación en el nivel de llenado

Al haber falta de agua en un baño se desconecta la bomba correspondiente. Se impide así que alguna bomba marche en seco, ya que al arrancar en seco se puede quemar el motor de la bomba:

- Sensor de nivel de llenado defectuoso: se revisa el sensor del nivel de llenado.
- Válvulas de recarga averiadas: comprobar el funcionamiento de las válvulas de recarga.
- No hay agua fresca: revisar la acometida de agua fresca.

3.5.3. Sobrepresión en la tubería de presión de las bombas

Si uno o varios tubos de rociado obstruido, se procede a desmontar y limpiar los tubos de rociado obstruidos.

Si se encuentra petrificación o infección, se aplican agentes antipetrificantes y desinfectantes apropiados.

3.5.4. Nivel de llenado de las cajas de agua

Si la presión del agua demasiada baja, no se suministra suficiente agua fresca, se procede a revisar la tubería y suministrar agua fresca.

3.5.5. Sobrepasado el tempo de control de llenado automático

Portillas de limpieza de acceso o los grifos de descarga no están bien cerrados, los líquidos salen de la máquina sin control, se procede a cerrar todas las portillas de acceso.

3.6. Determinación de fallas

Se describe la determinación de las fallas y la solución a cada problema encontrado.

3.6.1. Mesa de carga con guía regulables

Si manejando botellas de 10 onzas las uñas levantan cada una dos botellas a la vez, se debe a alguno de estos fenómenos:

- Guías demasiado adelantadas que permiten que las uñas sobresalgan de la primera botella y tomen la segunda en espera: se procede a posicionar correctamente las guías.
- Los selectores suspendidos poseen una regulación de tres puntos en su carrera transversal, siendo su posición habitual la central. Si se producen caídas de botellas en su paso por este sistema, se debe posicionar el movimiento en su carrera mínima cuidando que los envases siempre sean impulsados en su parte inferior.
- Si el embrague del movimiento unificado se desacopla sin que se trabe una botella, puede deberse a las siguientes anomalías:
 - Uñas impactando contra las cadenas de tablillas.
 - Uñas impactando contra las guías de entrada.
 - Trampa rozando contra las guías de entrada.
 - Trampa rozando contra los canastos portabotellas.
 - Resortes con escasa presión.
 - Si se detiene sin que actúe el embrague es porque se encuentra descentrado el plato.
- Sistema de inyecciones rotativas:
 - Para la correcta y bien aprovechada inyección interna, las barras inyectoras deben encontrarse bien centradas con el canasto portabotellas y perfectamente a punto.

- Este punto se logra cuando dos ruedas separadas 180° de la estrella motriz y el chavetero del eje se encuentran en la misma línea.
- Otro aspecto de fundamental importancia en este sistema, son las barras de empuje que poseen los canastos portabotellas, las cuales deben encontrarse derechas y guardando entre sí el paso de la cadena portacanastos.
- Además, se debe verificar que las ruedas de las estrellas tengan el diámetro que corresponda igual a 30 mm.
- Cada vez que se remueve un canasto portabotellas debe observarse su colocación en posición correcta ya que el canasto colocado al revés, es decir, con las barras ubicadas adelante en el sentido de avance, hace que el 'paso' cambie y, como consecuencia, se romperán las ruedas y doblarán las estrellas y barras de empuje.
- Si se advierten pérdidas en las válvulas de inyección, deben cambiarse dichas válvulas para no perder eficiencia.
- Si las inyecciones de enjuague final no tienen la presión que corresponde, debe sonar una alarma y detenerse la máquina, esto es para evitar el enjuague incorrecto de los envases, saldrá vapor por la descarga y comenzará a bajar el nivel de las bandejas de enjuague o último TK de inmersión, originando todo esto arrastre cáustico en los mismos.

3.6.2. Sistema de transmisión

Para un correcto y suave funcionamiento del equipo, es fundamental que este sistema se encuentre perfectamente regulado, en términos mecánicos sincronizado, lo cual se logra revisando y ajustando los siguientes puntos en el sistema de transmisión:

- Tensor de cadena portacanastos no demasiado ajustado, pues de lo contrario el primer reductor -extremo cargacomienza a levantarse actuando el sensor de sobrecarga y deteniendo la máquina.
- Tensor de cadena no demasiado flojo, pues de lo contrario se notará el tironeo de las cadenas tanto en el tramo de retorno como en la subida frente a la mesa de carga.
- Si la 'luz' entre las ruedas de cadena y los carriles de las curvas en los TK de inmersión no existe, la lavadora no trabará suave notándose una sobrecarga, la cual se traduce en el mayor consumo del motor de mando. Además es muy probable que alguno de los reductores se levante actuando el sensor correspondiente.
- Si esta 'luz' es demasiado grande se observará que la cadena portacanastos se acumula a la entrada del piñón superior provocando posibles trabadas.

3.6.3. Parrillas de deslizamiento de botellas

La distancia STD entre canastos portabotellas y las parrillas es de 10 mm, cuando no es así pueden producirse los siguientes efectos:

- Poca distancia
 - Siempre y cuando no sobresalga ninguna botella o los canastos no tocan a las parrillas: no sería problema.

- Demasiada distancia
 - Dependiendo del paso, cuanto más largo peor, se romperán las botellas de menor tamaño.
 - Hay que prestar especial atención a las zonas de extracción de etiquetas donde se encuentran las ranuras de succión, pues es en estos puntos donde una distancia indebida puede producir muchas roturas.

3.6.4. Calentamiento de la máquina

Se deben tomar todas las medidas de seguridad para que el calentamiento de la máquina no suceda, por lo que es muy importante monitorear que no se incremente la temperatura en las termocuplas; estas variaciones se pueden producir por:

- Los filtros o trampas de vapor se encuentran obstruidos, no evacuando condensado.

- La válvula de alimentación del TK cerrada.
- Fusible de alimentación del sistema cortado.
- Instrumento digital con los parámetros mal establecidos.
- Viruta o suciedad en las electroválvulas.

3.6.5. Sistema de descarga

La trampa de salida, en su punto máximo de carrera ascendente, debe encontrarse 5 mm por debajo de la parte superior de las guías de salida.

- Las uñas de salida del TDB tienen que ubicarse en un plano más alto que el centro del eje de las levas de salida, esto es para que las mismas no impulsen a las botellas desde muy arriba haciendo que las pequeñas se caigan.
- Si el punto está algo adelantado se producen roturas de picos de botellas.
- Si el 'punto' está excesivamente adelantado, la botella golpea contra las levas de salida.
- Si operando botellas de pequeño tamaño no se han ubicado en las uñas de salida los separadores correspondientes, las mismas se caen.
- Si las uñas están en un plano diferente al de las cadenas de salida, las botellas pueden caerse.

- Si las uñas están unas más altas que otras, las botellas salen inclinadas pudiendo ser tocadas por la trampa en su retorno, con las consecuentes caídas.

4. SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

4.1. Formulario para el proceso de mantenimiento

Para el correcto funcionamiento de los equipos se deben realizar tareas de inspección que ayuden a detectar de una manera temprana anomalías y así evitar impactos en los tiempos de producción; esto se realiza a través de órdenes de inspección y luego se realiza un informe si existieran anomalías detectadas.

4.1.1. Orden de inspección

Para una efectiva revisión o inspección del equipo se deben considerar todas las normas de seguridad antes de ejecutar la misma; para disminuir el riesgo, se recomienda que estas especificaciones se describan dentro de una orden de inspección. En términos generales, se recomienda que las órdenes de inspección contengan como mínimo la siguiente información:

- Nombre del equipo
- Nombre del ejecutante
- Fecha
- Descripción de la revisión
- Especificaciones de calidad y seguridad
- Herramienta para utilizar
- Hora de inicio y fin
- Repuestos e insumos

4.1.2. Informe de inspección

Derivado de las inspecciones se realizan informes con el fin de retroalimentar al departamento de mantenimiento sobre las anomalías detectadas; en general, las anomalías pueden ser clasificadas como: neumáticas, eléctricas, mecánicas, estructurales.

Para el correcto seguimiento, los informes deben ser acompañados por el equipo operativo; también, se recomienda que dentro del informe se agregue un histórico de fallas, ya que algunas no cumplen con una periodicidad corta, por lo que se necesita analizar en el tiempo con el fin de solucionar los problemas de raíz.

4.2. Condiciones generales para el funcionamiento de la máquina

Solo debe permitirse el mantenimiento del equipo a personal completamente formado y cualificado. El personal cualificado debe mostrar aptitudes y conocimientos relacionados con la construcción, instalación y funcionamiento del equipo y haber recibido formación sobre seguridad en lo que respecta a los peligros relacionados.

4.2.1. Pautas de seguridad

El personal que trabaje, instale y realice el mantenimiento o la reparación del equipo debe cumplir las prácticas de trabajo seguro de conformidad con las siguientes pautas:

- Usar una escalera o plataforma adecuada para acceder a las distintas áreas de la máquina.

- Bloquear y señalizar las fuentes de energía eléctrica, neumática e hidráulica antes de realizar el mantenimiento de la máquina o de acceder al área de moldeo.
- Despresurizar el sistema hidráulico, los circuitos hidráulicos individuales mediante un kit de muestreo de aceite antes de realizar el mantenimiento de cualquier componente hidráulico.
- No subirse al equipo mientras la máquina esté en funcionamiento.
- No poner en marcha la máquina a menos que todas las protecciones de seguridad estén colocadas.

4.2.2. Peligros para la seguridad

Algunos de los peligros normales para la seguridad, asociados con equipos de moldeo por inyección, son:

- Mecánicos (pinzamientos, cortes o aplastamientos)
- Fugas de alta presión
- Quemaduras
- Explosión

4.2.2.1. Peligros mecánicos

Se pueden dar peligros mecánicos en varios componentes como se describe a continuación:

- Mangueras y retenciones de seguridad gastadas

- Inspeccionar y reemplazar regularmente todos los conjuntos de mangueras y las retenciones de seguridad.
- Mangueras para el agua
 - Las mangueras para el agua se degradan con el tiempo y deben ser reemplazadas anualmente. Esperar hasta que la máquina se haya enfriado antes de efectuar cualquier reparación en las mangueras para el agua.
- Unidades de cierre
 - Los circuitos hidráulicos de las unidades contienen acumuladores de alta presión. Antes de trabajar en los sistemas hidráulicos, bloquear y señalar la máquina para descargar toda la energía almacenada. Si se va a trabajar en los sistemas hidráulicos, leer los manuales del equipo y consultar los esquemas hidráulicos para conocer todos los detalles.

4.2.2.2. Peligro de quemaduras

Existen riesgos de quemaduras como se describe a continuación:

- Superficies calientes
 - A las temperaturas normales de trabajo, el contacto con esas superficies causará quemaduras graves en la piel. Esas áreas están claramente marcadas con señalizaciones de seguridad.

Llevar puesto el equipo de protección individual cuando se trabaje en esas áreas.







- Existe también el riesgo de quemaduras o laceraciones en la piel por radiación.

4.2.3. Señalización de seguridad







Las señalizaciones de seguridad se utilizan para marcar áreas potencialmente peligrosas en o alrededor de los equipos. Para garantizar la seguridad del personal relacionado con la instalación, el funcionamiento y el mantenimiento del equipo, aplicar las siguientes recomendaciones:

- Comprobar que todas las señales están en los lugares adecuados. Consultar los detalles en el paquete de planos.
- No modificar las señalizaciones.
- Mantener las señalizaciones limpias y visibles.
- Solicitar señales de repuesto cuando sea necesario. Consultar los números de referencia en el paquete de planos.
- En las señalizaciones de seguridad pueden aparecer los siguientes símbolos: Nota: las señalizaciones de seguridad pueden incluir una explicación detallada del peligro potencial y de las consecuencias asociadas.

Figura 9. Señalización de seguridad

Símbolo de seguridad	Descripción general del símbolo
	<p>Generalidades</p> <p>Este símbolo indica un peligro potencial de lesiones para las personas. Normalmente está acompañado con otro pictograma o texto para describir el peligro.</p>
	<p>Tensión peligrosa</p> <p>Este símbolo indica un peligro potencial de descarga eléctrica que puede causar la muerte o lesiones graves.</p>
	<p>Material fundido y/o gas a alta presión</p> <p>Este símbolo indica la presencia de material fundido o de gas a alta presión que puede causar la muerte o quemaduras graves.</p>
	<p>Bloqueo/señalización</p> <p>Este símbolo identifica una fuente de energía (eléctrica, hidráulica o neumática) que debe desactivarse antes de realizar el mantenimiento.</p>
	<p>Aplastamiento y/o puntos de impacto</p> <p>Este símbolo indica una zona de riesgo de aplastamiento o de impacto que puede causar lesiones graves por aplastamiento.</p>
	<p>Presión elevada</p> <p>Este símbolo indica peligro por agua o vapor caliente que puede causar quemaduras graves.</p>

Continuación de la figura 9.

Símbolo de seguridad	Descripción general del símbolo
	<p>Acumulador de alta presión</p> <p>Este símbolo indica la liberación súbita de gas o aceite a alta presión que puede causar la muerte o lesiones graves.</p>
	<p>Superficies calientes</p> <p>Este símbolo identifica la presencia de superficies calientes al descubierto que pueden causar quemaduras graves.</p>
	<p>Peligro de resbalones, tropiezos o caídas</p> <p>Este símbolo indica peligro de resbalones, tropiezos o caídas que pueden causar lesiones.</p>
	<p>Peligro de aplastamiento</p> <p>Este símbolo indica peligro de aplastamiento en la boca del husillo, lo que puede causar lesiones graves.</p>
	<p>Leer el manual antes de poner la máquina en funcionamiento</p> <p>Este símbolo indica que el personal cualificado debe leer y entender todas las instrucciones del manual antes de trabajar en el equipo.</p>
	<p>Rayo láser clase 2</p> <p>Este símbolo indica peligro de rayo láser que puede provocar lesiones graves a causa de una exposición prolongada.</p>
	<p>Toma de tierra de la cubierta de la camisa del husillo</p> <p>Este símbolo indica peligro por electricidad relacionado con el cable de tierra de la tapa de la camisa del husillo que puede causar la muerte o lesiones graves.</p>

Fuente: Ultra SideGate. *Manual de servicio. Canal caliente.* p. 46.

La seguridad de las instalaciones se debe de regir con base en las normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público. Según el Acuerdo Número 04-2011, por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, Conred.

La cual tiene como objetivo: establecer los requisitos mínimos de seguridad que deben observarse en edificaciones e instalaciones para resguardar a las personas en caso de eventos de origen natural o provocado que puedan poner en riesgo su integridad física. Las normas mínimas de seguridad constituyen el conjunto de medidas y acciones que deben ser implementadas en las edificaciones e instalaciones de uso público para alcanzar el objetivo descrito

A continuación, se citan varios artículos referentes al Acuerdo Número 04-2011.

- “Artículo 3. Edificaciones e instalaciones comprendidas. La presente norma es aplicable a todas las edificaciones e instalaciones de uso público que actualmente funcionen como tales, así como para aquellas que se desarrollen en el futuro. Se consideran de uso público las edificaciones, sin importar el titular del derecho de propiedad, a las que se permita el acceso, con o sin restricciones, de personal (como empleados, contratistas y subcontratistas, entre otros) y/o usuarios (como clientes, consumidores, beneficiarios, compradores, interesados, entre otros).
- Son edificaciones de uso público, entre otras comprendidas en la descripción contenida en el párrafo que antecede, las siguientes:
 - Los edificios en los que se ubiquen oficinas públicas o privadas.
 - Las edificaciones destinadas al establecimiento de locales comerciales, incluyendo mercados, supermercados, centros de mayoreo, expendios, centros comerciales y otros similares.
 - Las edificaciones destinadas a la realización de toda clase de eventos.

- Los centros educativos, públicos y privados, incluyendo escuelas, colegios, institutos, centros universitarios y sus extensiones, centros de formación o capacitación, y otros similares.
 - Los centros de salud, hospitales, clínicas, sanatorios, sean públicos o privados.
 - Centros recreativos, parques de diversiones, incluso al aire libre, campos de juegos, cines, teatros, iglesias, discotecas y similares.
 - Otras edificaciones
- Artículo 13. número de salidas de emergencia requeridas. cada edificio o parte utilizable del mismo deberá contar con, por lo menos, una salida de emergencia, no menos de dos (2) salidas cuando sea requerido y salidas adicionales cuando:
 - Cada nivel o parte del mismo con una carga de ocupación de quinientos uno (501) a un mil (1 000) personas no tendrá menos de tres (3) Salidas de Emergencia.
 - Cada nivel o parte del mismo con una carga de ocupación de más de un mil (1 000) personas, no tendrá menos de cuatro (4) salidas de emergencia.
 - El número de salidas de emergencia requeridas para cualquier nivel de un edificio deberá ser determinado utilizando su propia carga de ocupación, más los siguientes porcentajes de la carga de ocupación de otros niveles que tengan salida al nivel en consideración:
 - Cincuenta por ciento de la carga de ocupación del primer nivel arriba y cincuenta por ciento de la carga de ocupación del primer nivel abajo, cuando esté último salga a través del nivel en consideración.
 - Veinte y cinco por ciento de la carga de ocupación del nivel inmediatamente arriba.
 - El número máximo de salidas de emergencia requeridas para cualquier nivel deberá ser mantenido hasta que se llegue a la salida del edificio.
 - Artículo 14. ancho de las salidas de emergencia. el ancho total de las salidas de emergencia, expresado en centímetros, no será menor al de la carga total de ocupación multiplicada por 0,76 para gradas, y por 0,50 para otras salidas de emergencia, ni menores de 90 centímetros. el ancho total de las salidas de emergencia deberá ser dividido en partes aproximadamente iguales entre todas las salidas de emergencia. el ancho máximo de salidas de emergencia requeridas para cualquier nivel deberá ser mantenido para todo el edificio.

- Artículo 15. Ubicación de las salidas de emergencia. en el caso de que únicamente se requieran dos (2) salidas de emergencia, estas deberán estar ubicadas con una separación medida por una línea recta entre ambas salidas cuya longitud no será menor a la mitad de la distancia de la diagonal mayor del edificio o área a ser evacuada. Cuando se requieran tres (3) o más salidas de emergencia, por lo menos dos (2) de ellas deberán estar ubicadas con una separación medida por una línea recta entre ambas salidas cuya longitud no será menor a la mitad de la distancia de la diagonal mayor del edificio o área a ser evacuada. Las salidas adicionales deberán tener una separación adecuada entre sí, de manera que si una de ellas quedase bloqueada, las otras sigan estando disponibles para una evacuación.
- Artículo 17. Salidas a través de otros salones: los salones podrán tener una salida de emergencia a través de otro salón adyacente, siempre y cuando exista una forma de salir que sea evidente, directa y sin obstrucciones.
- Artículo 24. Rampas de emergencia: las rampas utilizadas en las salidas de emergencia deberán cumplir con los requerimientos de esta norma. El ancho mínimo de las rampas utilizadas en rutas de evacuación será el indicado en el Artículo 14, pero no será menor a noventa (90) centímetros para cargas de ocupación menores a cincuenta (50) o ciento diez (110) centímetros para cargas de ocupación de cincuenta (50) o más.

La pendiente máxima de las rampas será del 8,33 por ciento cuando deban ser utilizadas para personas en sillas de ruedas, o del 12,5 por ciento cuando no van a ser utilizadas por personas en sillas de ruedas.

Las rampas deberán tener descansos en su parte superior y en su parte inferior, y por lo menos un descanso intermedio por cada ciento cincuenta (150) centímetros de elevación. Los descansos superiores e intermedios deberán tener una longitud no menor de ciento cincuenta (150) centímetros. Los descansos inferiores deberán tener una longitud no menor de ciento ochenta y tres (183) centímetros.¹

“Las puertas ubicadas en cualquier posición adyacente a una rampa no reducirán las dimensiones mínimas de un descanso a menos de 106 centímetros.

Las rampas tendrán pasamanos de acuerdo a los mismos requerimientos que para gradas. La superficie de las rampas deberá ser antideslizante

Será obligatorio rotular las salidas de emergencia cuando se tengan dos (2) o más salidas de emergencia. Esta rotulación deberá contar con una iluminación interna o externa por medio de un mínimo de dos lámparas o focos, o ser de un tipo auto luminiscente. Los rótulos deberán estar iluminados con una intensidad mínima de 53.82 lux de cada foco. La energía de uno de los focos será de la

¹ CONRED. Acuerdo Número 04-2011. Normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público. p. 10.

fuente principal de energía y la energía del segundo foco será proporcionada por baterías o por un generador de energía de emergencia.

Las señales que se localizaran en la pared deberán ser construidas de metal o de otro material aprobado que sea no combustible; la señal fijada a la pared exterior de mampostería de hormigón, o piedra, deben estar de forma segura y bien conectados por medio de anclajes metálicos, pernos o tornillos de expansión, No podrán utilizarse paredes de madera, tabla yeso o fibrocemento para fijar señales de información de emergencia.

No se debe instalar señales en el techo ni colgando de él. La instalación de señales portátiles se acepta con fines temporales o configuraciones de estructura que provean estabilidad de duración en la instalación; pero éstas no podrán fijarse al suelo por medio de anclajes permanentes.

- Señalización de salida de emergencia: señal de carácter informativo, la cual se utiliza para indicar todas las salidas posibles en casos de una emergencia, instalada en lugares visibles tales como sobre o inmediatamente adyacente a una puerta de salida que conduzca a una zona de seguridad. Esta señal trabaja íntimamente relacionada con las siguientes señales: vía de evacuación derecha, vía de evacuación izquierda, salida superior y salida inferior.
- Señalización de vía de evacuación derecha: señal de carácter informativo, siendo una flecha direccional, que en este caso particular indica una vía de evacuación o escape hacia la derecha. Instalación: En muros de edificios públicos y privados, esta señal trabaja en íntima relación con la señal salida de emergencia, ya que tiene como propósito orientar la evacuación hacia la derecha, teniendo presente que terminada la orientación hacia la derecha, se encontrara una vía de evacuación.
- Señalización de vía de evacuación izquierda: señal de carácter informativo, siendo una flecha direccional, que en este caso particular indica una vía de evacuación o escape hacia la izquierda. Instalación: En muros de edificios públicos y privados, esta señal trabaja en íntima relación con la señal salida de emergencia, ya que tiene como propósito orientar la evacuación hacia la izquierda, teniendo presente que terminada la orientación hacia la izquierda, se encontrara una vía de evacuación.
- Señalización de salida hacia arriba: señal de carácter informativo que indica una salida hacia arriba, que conduce a una vía de evacuación o escape en casos de emergencia. Instalación: sobre paredes o inmediatamente adyacente a escaleras que conduzcan hacia el piso superior. Esta señal se instalará en todo tipo de edificios, y trabajara íntimamente relacionada con la señal salida de emergencia.
- Señalización de salida hacia abajo: señal de carácter informativo que indica una salida hacia abajo, que conduce a una vía de evacuación o escape en casos de emergencia. Instalación: sobre paredes o inmediatamente adyacente a escaleras que conduzcan hacia el piso








inferior. Esta señal se instalará en todo tipo de edificios y trabajara íntimamente relacionada con la señal Salida de emergencia.

- Punto de reunión: localización externa de un inmueble, identificada para reunir al personal que desaloja las instalaciones de manera preventiva y ordenada, posterior a una evacuación. Instalación: en lugares visibles tales como patios, estacionamientos o cualquier zona que no represente riesgo.
- Señalización de cuidado al bajar: señal de carácter informativo que indica la existencia de un desnivel, por tal razón, en las zonas en que se advierta esta señal, se deberá tener cuidado al transitar. Instalación: en lugares visibles tales como cajas escalera, desniveles de piso, etc. esta señal se instalará tanto en edificios públicos y privados, siendo su instalación directamente en muros u otras estructuras.
- Señalización de empujar para abrir: señal de carácter informativo que indica el sentido de apertura de una puerta. Instalación: en lugares visibles tales como puertas de simple o doble efecto, doble puerta de simple o doble efecto, etc. La señal se instalará directamente sobre la puerta, con el objetivo de homogenizar la rotulación de todas las salidas. Esta señal trabajara en directa relación con la señal tirar para abrir, ya que se instalan en pares, una por dentro y la otra por fuera de la puerta, de acuerdo a la orientación que esta tenga.
- Señalización de tirar para abrir: señal de carácter informativo que indica el sentido de apertura de una puerta. Instalación: en lugares visibles tales como puertas de simple o doble efecto, doble puerta de simple o doble efecto, etc. Esta señal se instalará directamente sobre la puerta, con el objetivo de homogenizar todas las salidas. Esta señal trabajara en directa relación con la señal Empujar para Abrir, ya que se instalan en pares, una por dentro y la otra por fuera de la puerta, de acuerdo a la orientación que esta tenga.
- Señalización de romper para tener acceso en caso de emergencia: señal de carácter informativo que indica romper para tener acceso, para lo cual es necesario considerar su ubicación donde es necesario romper un panel de vidrio para acceder a una llave u otro medio de aperturas, y donde es necesario romper para abrir un panel con elementos de lucha contra el fuego o crear una vía de evacuación. Instalación: directamente en panel de vidrio.
- Señalización de no corra por las escaleras: se utiliza para indicar la prohibición de correr por las escaleras, sean estas principales o de emergencia. Tanto al subir como al bajar de estas, dicha prohibición deberá ser acatada tanto en circunstancias habituales como en caso de emergencia. Instalación: lugares visibles de edificios públicos y privados (Cajas escaleras principales o de emergencia de hospitales, bibliotecas, etc.). La instalación de esta señal deberá realizarse tanto al inicio como al final de las escaleras.

- Señalización de no correr en los pasillos: se utiliza para indicar la prohibición de correr en ambos sentidos en los pasillos, tanto para trabajadores como público en general, siendo aplicable en situaciones habituales como en los casos de emergencia. Instalación: lugares visibles de edificios públicos y privados (pasillos de hospitales, bibliotecas u otros edificios). La señal deberá instalarse en muros u otras estructuras, de tal manera que advierta claramente sobre esta prohibición.
- Señalización sobre la localización del extintor: se utiliza para informar la ubicación de un extintor. Esta señal deberá instalarse tantas veces como extintores existan en el edificio. Instalación: La señal será instalada en muros u otros elementos en los cuales se encuentre el extintor, ya que pueden estar fijados en muros, en nichos o directamente en el piso.²

² CONRED. *Acuerdo Número 04-2011. Normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público.* p. 15.

Figura 10. Señales de ruta de evacuación

SEÑAL	SIGNIFICADO
	RUTA DE EVACUACIÓN
	
	
	
	
	
	

Continuación de la figura 10.

SEÑAL	SIGNIFICADO
	
	<p>RUTA DE EVACUACIÓN PARA PERSONAS CON CAPACIDADES ESPECIALES</p>
	
	
	
	
	
	

Continuación de la figura 10.

	SALIDA DE EMERGENCIA
	SALIDA DE EMERGENCIA
	PRIMEROS AUXILIOS
	
	
	DUCHA DE EMERGENCIA
	LAVA OJOS DE EMERGENCIA
	SEÑALIZACIÓN DE ZONA SEGURA

Continuación de la figura 10.

	PUNTO DE REUNIÓN
	ÁREA SUCIA O CONTAMINADA
	ÁREA LIMPIA DE CONTAMINANTES
	CUIDADO AL BAJAR
	EMPUJAR PARA ABRIR
	TIRAR PARA ABRIR
	ROMPER PARA TENER ACCESO EN CASO DE EMERGENCIA
	TELÉFONO DE EMERGENCIA

Continuación de la figura 10.

	NO CORRA POR LAS ESCALERAS
	NO USE EL ASCENSOR EN CASO DE CORTE DE ENERGÍA O INCENDIO
	NO CORRER EN LOS PASILLOS
	INGRESAR SOLO PERSONAS AUTORIZADAS
	NO OBSTRUIR PASILLOS
	VÍA SIN SALIDA
	NO APAGUE EL FUEGO CON AGUA
	LOCALIZACIÓN DEL EXTINTOR

Continuación de la figura 10.

	<p>RED HÚMEDA</p>
	<p>RED SECA</p>
	<p>ALARMA DE INCENDIO</p>
	<p>CONJUNTO DE EQUIPOS CONTRA FUEGO</p>
	<p>PUERTA CORTA FUEGO</p>
	<p>RED ELÉCTRICA INERTE</p>
	<p>ACTIVACIÓN MANUAL DE LA ALARMA</p>
	<p>ROTULACIÓN DE LA CARGA DE OCUPACIÓN MÁXIMA</p>

Fuente: Conred. *Norma de reducción de desastres número dos. NRD2.* p. 28.

4.2.4. Protección y bloqueos de seguridad

Las protecciones se colocan cuando existe un peligro. Existen dos tipos de protecciones: móviles y fijas.

Las protecciones móviles disponen de bloqueos de seguridad para detener movimientos peligrosos cuando se mueven o retiran las protecciones.

Las protecciones fijas no tienen bloqueos de seguridad. Las protecciones fijas deben estar instaladas y completamente aseguradas en cualquier momento en el que se aplica tensión a la máquina.

CONCLUSIONES

1. El plan de operación comprende a las actividades que se realizarán para la operación de la maquinaria, es decir las limpiezas, las inspecciones y demás procedimientos que conllevarán a incrementar la vida útil de la máquina. En esta parte se pueden introducir fechas exactas para mantenimientos específicos que tendrán enfoque que por lo regular no se logran realizar.
2. Se puede evitar que una botella de vidrio ingrese a la máquina demasiado sucia mediante la inspección visual; por lo tanto, el operador tiene la tarea de desechar manualmente toda botella demasiado sucia (esto es llena de arena o que contenga elementos difíciles de remover) y depositarlas en cajas para un lavado aparte.
3. Para el prearranque de la máquina, siendo esta la primera vez que funciona la máquina, o después de un largo período de reposo, se debe comprobar todos los puntos de lubricación de la máquina y lubricarlos si es necesario; comprobar el funcionamiento de todos los dispositivos de seguridad; comprobar la estanqueidad de todos los conductos de alimentación y eliminación.

RECOMENDACIONES

1. Para que el mejoramiento de la línea de producción sea eficaz se deberá contar con el compromiso total por parte de los altos mandos de la empresa; es indispensable el apoyo en la inversión, pero también los encargados de la implementación deberán presentar argumentos razonables.
2. La capacitación para el personal operativo y técnico debe ser constante de buena calidad; la creación de una oficina técnica es vital para el soporte y capacitación; esta tiene la responsabilidad de la creación de procedimientos, cartas de control y proceso, métodos y auditorías.
3. Se debe capacitar a los operarios a leer y conocer sus manuales, ya que estos serán de gran apoyo en cualquier momento y serán una herramienta vital para el buen mantenimiento autónomo que brinden a su maquinaria.

BIBLIOGRAFÍA

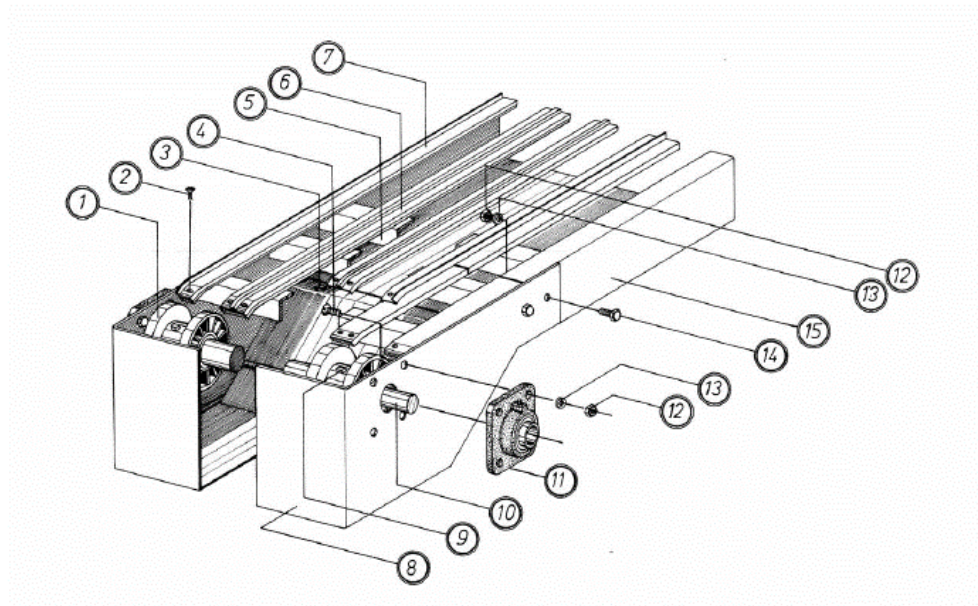
1. CARDONA, Celio Alberto. *Mantenimiento preventivo industrial*. Estados Unidos: McGraw-Hill, 2004. 120 p.
2. Conred. *Norma para la reducción de desastres número dos. NRD2*. 2a ed. Guatemala: Conred, 2013. 99 p.
3. DELMONTE, John. *Moldeo de plásticos*. España: S. E., 1967. 136 p.
4. DOYLE, Lawrence E. *Materiales y procesos de manufactura para ingenieros*. México: Prentice Hall. 1988, 107 p.
5. GRIMALDI, John V.; ROLLIN, H. Simonds. *La seguridad industrial, su administración*. 3a ed. México: Representaciones y Servicios de Ingeniería, 1979. 185 p.
6. IXCOLÍN BARRIOS, Julio César. *Sistemas informáticos para la automatización de programas de mantenimiento*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1995. 177 p.
7. RIVERA, Francisco. *Reciclaje del agua utilizada en una embotelladora de bebidas*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 128 p.

8. SALVATIERRA, Ervin. *Diseño de un sistema de sanitización para una industria alimenticia*. Ecuador: Escuela Politécnica del Litoral de Ecuador, 2002. 164 p.

9. ULTRA SIDEGATE, Husky. *Manual de servicio. Canal caliente*. Estados Unidos: Ultra Sidegate, 2015. 114 p.

APÉNDICES

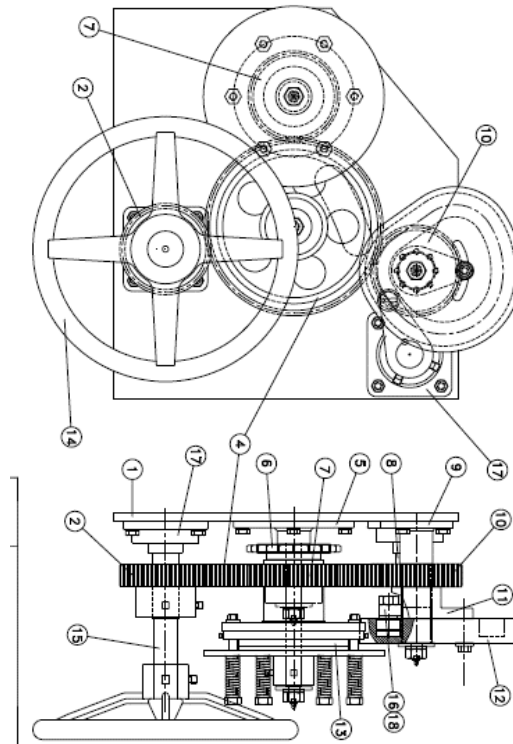
Apéndice 1. Armado de cabezal transportador de la salida de la lavadora



- 1 rolo
- 2 tornillos cabeza fresada
- 3 tornillo cabeza fresada
- 4 tornillo cabeza fresada
- 5 travesaño
- 6 desgaste
- 7 desgaste
- 8 cabezal
- 9 prisionero cabeza cuadrada
- 10 eje
- 11 soporte base cuadrada
- 12 tuerca
- 13 arandela grower
- 14 tornillo
- 15 tubo

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Armado movimiento de salida



1. Placa movimiento
2. Engranaje
3. Soporte
4. Engranaje
5. Soporte
6. Cojinete interno
7. Engranaje
8. Eje de trampa
9. Soporte engranaje y leva
10. Engranaje
11. Nucleo leva
12. Leva movimiento trampas
13. Armado embrague
14. Volante
15. Eje de leva
16. Brazo porta rodillo
17. Rodamiento autoalineable
18. Rodillo

Fuente: elaboración propia.