



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

**SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PARA UNA LÍNEA
DE LLENADO DE SUAVIZANTE DE TELA**

Ana Lucía Villagrán Mazariegos
Asesorado por el Ing. Pablo Rolando Ortega Lainfiesta

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PARA UNA LÍNEA
DE LLENADO DE SUAVIZANTE DE TELA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

ANA LUCÍA VILLAGRÁN MAZARIEGOS

ASESORADO POR EL ING. PABLO ROLANDO ORTEGA LAINFIESTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I | Inga. Glenda Patricia García Soria |
| VOCAL II | Inga. Alba Maritza Guerrero de López |
| VOCAL III | Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón |
| VOCAL IV | Br. Kenneth Issur Estrada Ruíz |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|-----------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas |
| EXAMINADOR | Ing. Sergio Antonio Torres Méndez |
| EXAMINADOR | Ing. Carlos Alex Olivares Ortíz |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PARA UNA LÍNEA DE LLENADO DE SUAVIZANTE DE TELA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 18 de octubre de 2006.

Ana Lucía Villagrán Mazariegos

Guatemala, 20 de agosto del 2007

Ing.
José Francisco Gómez Rivera
Director de Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial
Pte.

Por este medio hago constar que **ANA LUCÍA VILLAGRÁN MAZARIEGOS** con cédula No. **A-1 1126689** y carné No. **2001-17269**, ha concluido su proyecto de graduación titulado **SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PARA UNA LINEA DE LLENADO DE SUAVIZANTE DE TELA.**

Agradeciendo su atención a la presente, se despide de usted,

Muy Atentamente,



Pablo Rolando Ortega Lainfiesta
Ingeniero Mecánico
Colegiado: 6290

Pablo R. Ortega Lainfiesta
INGENIERO MECÁNICO
COLEGIADO No. 6290

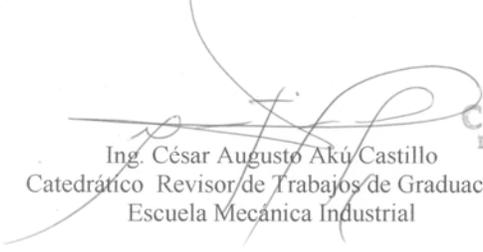
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PARA UNA LÍNEA DE LLENADO DE SUAVIZANTE DE TELA**, presentado por la estudiante universitaria **Ana Lucía Villagrán Mazariegos**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. César Augusto Akú Castillo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

César Akú Castillo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO 4,073

Guatemala, octubre de 2007

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PARA UNA LÍNEA DE LLENADO DE SUAVIZANTE DE TELA**, presentado por la estudiante universitaria **Ana Lucía Villagrán Mazariegos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo

ID Y ENSEÑADA A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2007.



/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.415.07

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PARA UNA LÍNEA DE LLENADO DE SUAVIZANTE DE TELA**, presentado por la estudiante universitaria **Ana Lucía Villagrán Mazariegos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympto Paiz Reinos
Decano



Guatemala, Octubre de 2007

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS Por ser mi creador. Gracias por fortalecerme cuando he tropezado y con tu mano me has levantado.

MIS PADRES **Marco Antonio y Connie.** Gracias por su amor, apoyo incondicional, comprensión, preocupación y entendimiento desde mi infancia.

MIS HERMANOS Mario Raúl y Jorge Antonio, por compartir conmigo cada momento de nuestras vidas.

MIS TÍOS Por estar pendiente de mí en cada momento.

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS En especial a Pablo, Rita, Mario, Carmen, Damaris, Moy, Gerson, Regina, Bucci, Elisa, Joel, Mauricio, Oscar, Mariela, Carlos A., Pollo, Yessenia, Francisco (El Colocho), Francisco G., César, Juanito, Víctor, Oscar, Lesbia, Maribel, Don Rodolfo, Douglas, Luz, Mary, Leonel y Pablo O. y a todos los que compartieron conmigo gratos momentos.

ESCUELA CRISTIANA VERBO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

MI PATRIA

AGRADECIMIENTOS A:

**Empresa de Manufactura de
Plásticos y Líquidos**

En especial al Ing. Douglas Díaz,
por brindarme su apoyo para la
realización de este trabajo.

Ing. Pablo Ortega

Por su asesoría en este trabajo de
graduación.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--------------------------------|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | VII |
| GLOSARIO | XIII |
| RESUMEN | XVII |
| OBJETIVOS | XIX |
| INTRODUCCIÓN | XXI |

1 ANTECEDENTES GENERALES

| | | |
|---------|-------------------------------------|---|
| 1.1 | La empresa | 1 |
| 1.1.1 | Historia | 1 |
| 1.1.2 | Organización | 3 |
| 1.1.2.1 | Organigrama funciona | 3 |
| 1.1.3 | Ubicación | 4 |
| 1.1.4 | Planeación estratégica | 4 |
| 1.1.4.1 | Visión | 5 |
| 1.1.4.2 | Valores | 5 |
| 1.1.4.3 | Objetivos | 5 |
| 1.1.5 | Planta | 6 |
| 1.1.5.1 | Estructura Organizacional | 6 |
| 1.2 | Sistema de aseguramiento de calidad | 6 |
| 1.2.1 | Concepto | 7 |
| 1.2.2 | Beneficios | 7 |
| 1.3 | Gráficos de control | 7 |
| 1.3.1 | Concepto | 8 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 1.3.2 | Objetivos | 8 |
| 1.3.3 | Procedimientos | 9 |
| 1.4 | Capacidad del proceso | 14 |
| 1.4.1 | Cálculo | 15 |
| 1.4.2 | Métodos de medición | 20 |
| 1.4.2.1 | Gráfico de control | 20 |
| 1.4.2.2 | Distribución de frecuencias | 21 |
| 1.4.3 | Análisis | 21 |
| 1.4.4 | Índice de capacidad del proceso (Cpk) | 23 |
| 1.4.5 | Capacidad del proceso vrs. especificaciones del producto | 24 |
| 1.4.6 | Esquema para implementar un programa de control estadístico | 26 |
| 1.5 | Diagramas de proceso | 27 |
| 1.5.1 | Definición | 27 |
| 1.5.2 | Simbología | 27 |
| 1.5.2.1 | Diagrama de operaciones de proceso | 29 |
| 1.5.2.1.1 | Definición | 29 |
| 1.5.2.1.2 | Objetivos | 29 |
| 1.5.2.1.3 | Utilización del diagrama | 30 |
| 1.5.2.2 | Diagrama de flujo del proceso | 30 |
| 1.5.2.2.1 | Definición | 31 |
| 1.5.2.2.2 | Objetivos | 32 |
| 1.5.2.2.3 | Utilización del diagrama | 32 |
| 1.5.2.3 | Diagrama de recorrido | 33 |
| 1.5.2.3.1 | Definición | 33 |
| 1.6 | Gráficos de Pareto | 34 |
| 1.6.1 | Definición | 34 |
| 1.6.2 | Utilización | 34 |

2 SITUACIÓN ACTUAL

| | | |
|-------|----------------------------------|----|
| 2.1 | Descripción de las instalaciones | 35 |
| 2.2 | Organización de la línea | 35 |
| 2.2.1 | Descripción de los puestos | 35 |
| 2.2.2 | Distribución del personal | 37 |
| 2.3 | Diagramas de proceso | 37 |
| 2.3.1 | Diagrama de operaciones | 38 |
| 2.3.2 | Diagrama de flujo | 39 |
| 2.3.3 | Diagrama de recorrido | 40 |
| 2.4 | Descripción de la maquinaria | 41 |
| 2.4.1 | Posicionadora de envases | 41 |
| 2.4.2 | Orientadora de envases | 41 |
| 2.4.3 | Llenadora de líquidos | 42 |
| 2.4.4 | Taponadora de envases | 42 |
| 2.4.5 | Etiquetadora | 42 |
| 2.5 | Descipción de materia prima | 43 |

3 PROPUESTA DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

| | | |
|---------|---|----|
| 3.1 | Aseguramiento de calidad de la maquinaria | 45 |
| 3.1.1 | Descripción del sistema | 45 |
| 3.1.1.1 | Proceso | 45 |
| 3.1.1.2 | Equipo | 46 |
| 3.1.1.3 | Instrumentación/Controles | 47 |
| 3.1.1.4 | Servicios | 47 |
| 3.1.2 | Información del equipo | 47 |
| 3.1.2.1 | Posicionadora de envases | 47 |
| 3.1.2.2 | Orientadora de envases | 49 |
| 3.1.2.3 | Llenadora | 51 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 3.1.2.4 | Taponadora | 53 |
| 3.1.2.5 | Etiquetadora | 54 |
| 3.1.3 | Información del equipo asociado | 56 |
| 3.1.4 | Servicios requeridos por máquina | 63 |
| 3.1.4.1 | Sistema eléctrico | 63 |
| 3.1.4.2 | Aire comprimido | 73 |
| 3.1.4.3 | Sistema de agua | 78 |
| 3.1.5 | Especificaciones eléctricas | 80 |
| 3.1.6 | Ambiente operacional | 80 |
| 3.1.7 | <i>Checklist</i> de seguridad | 82 |
| 3.1.8 | Filtros | 85 |
| 3.1.9 | Tubería | 89 |
| 3.1.10 | Bombas / Motores eléctricos | 91 |
| 3.1.11 | Instrumentos | 95 |
| 3.1.12 | Panel de control | 102 |
| 3.1.13 | Documentos / Manuales | 114 |
| 3.2 | Aseguramiento de calidad de la operación | 116 |
| 3.2.3 | Validación de pruebas | 117 |
| 3.2.3.1 | Inspección de los servicios | 117 |
| 3.2.3.2 | Prueba del equipo | 118 |
| 3.2.4 | Bombas / Motores eléctricos | 121 |
| 3.2.5 | Instrumentos críticos | 131 |
| 3.2.6 | Bloqueo / Seguridad del sistema | 133 |
| 3.2.7 | Secuencia de operación | 134 |
| 3.2.8 | Alarmas | 138 |
| 3.2.9 | Prueba del equipo | 141 |
| 3.2.10 | Cumplimiento de procedimientos de operación | 142 |
| 3.2.11 | Forma de la calificación de operación | 146 |
| 3.3 | Aseguramiento de calidad en el desempeño de la línea | 147 |

| | | |
|---------|---------------------------------------|-----|
| 3.3.1 | Control estadístico del proceso | 148 |
| 3.3.1.1 | Gráficos de control por cada producto | 149 |
| 3.3.1.2 | Análisis de la capacidad del proceso | 151 |
| 3.3.2 | Índices de calidad | 155 |
| 3.3.2.1 | Gráficos de calidad por producto | 157 |
| 3.3.3 | Efectividad global del equipo (OEE) | 159 |
| 3.3.3.1 | Gráficos de OEE por producto | 161 |

4 IMPLEMENTACIÓN

| | | |
|--------|---|-----|
| 4.1 | Herramientas e instrumentos de trabajo a utilizar | 165 |
| 4.2 | Procedimiento para la recolección de datos | 165 |
| 4.2.1 | Estrategia a seguir | 166 |
| 4.2.2. | Registro de información significativa | 166 |
| 4.3 | Capacitación a operarios | 167 |
| 4.3.1 | Limpieza y sanitización | 167 |
| 4.3.2 | Despeje de líneas | 168 |
| 4.3.3 | Código Juliano | 169 |
| 4.3.4 | Reporte de producción | 170 |
| 4.4 | Implementación de acciones preventivas | 171 |
| 4.4.1 | Bloqueo y etiquetado por mantenimiento | 172 |

5 SEGUIMIENTO O MEJORA CONTINUA

| | | |
|-----|---|-----|
| 5.1 | Evaluación de la eficiencia de la línea | 175 |
| 5.2 | Evaluación de paros no planeados | 176 |
| 5.3 | Calibración de los equipos | 177 |
| 5.4 | Resultados | 178 |
| 5.5 | Ventajas competitivas | 178 |

| | |
|------------------------|-----|
| CONCLUSIONES | 181 |
| RECOMENDACIONES | 185 |
| BIBLIOGRAFÍA | 187 |
| ANEXOS | 189 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Organigrama funcional de mandos altos de la Empresa de Manufactura | 4 |
| 2 | Organigrama funcional de la Planta de Líquidos | 6 |
| 3 | Gráfico de Medias | 13 |
| 4 | Gráfico de Rangos | 13 |
| 5 | Gráficos de Control de Medias y Rangos | 14 |
| 6 | Histograma | 16 |
| 7 | Histograma con límites de especificación del producto | 16 |
| 8 | Capacidad del producto representada en un histograma | 17 |
| 9 | Cpk del producto representada en un histograma | 18 |
| 10 | Procedimiento para determinar capacidad del proceso | 19 |
| 11 | Procedimiento para determinar el control estadístico | 26 |
| 12 | Simbología diagrama de proceso | 28 |
| 13 | Distribución del personal en la línea de llenado | 37 |
| 14 | Diagrama de operaciones del proceso de llenado | 38 |
| 15 | Diagrama de flujo del proceso de llenado | 39 |
| 16 | Diagrama de recorrido del proceso de llenado | 40 |
| 17 | Posicionadora de envases Posimat | 48 |
| 18 | Orientadora de envases Giramat | 50 |
| 19 | Llenadora Serac | 52 |
| 20 | Taponadora Serac | 53 |
| 21 | Etiquetadora Krones | 55 |

| | | |
|----|--|-----|
| 22 | Cámara Keyence del posicionador Posimat | 56 |
| 23 | Codificador de envases IMAJE | 57 |
| 24 | Banda transportadora de envases | 58 |
| 25 | Mesa de acumulación de envases | 60 |
| 26 | Selladora de cajas | 61 |
| 27 | Codificador de Cajas MARSH | 62 |
| 28 | Panel de control de la posicionadora Posimat | 103 |
| 29 | Panel de control llenadora Serac | 105 |
| 30 | Panel de control etiquetadora Krones | 107 |
| 31 | Panel de control codificador IMAJE | 110 |
| 32 | Panel de control del codificador de cajas MARSH | 113 |
| 33 | Gráfico de control del proceso para suavizante 1 Lt. | 150 |
| 34 | Gráfico de control del proceso para suavizante 1.9 Lt. | 151 |
| 35 | Gráfico de capacidades para suavizante de 1 Lt. | 152 |
| 36 | Gráfico de capacidades para suavizante de 1.9 Lt | 154 |
| 37 | Gráfico de defectos para suavizante 1 Lt. | 157 |
| 38 | Gráfico de defectos para suavizante 1.9 Lt. | 158 |
| 39 | Gráfico de historia de OEE para suavizante 1 Lt. | 162 |
| 40 | Gráfico de historia de OEE para suavizante 1.9 Lt. | 163 |

TABLAS

| | | |
|-------|---|----|
| I | Matriz de datos | 10 |
| II | Tabla de Factores | 12 |
| III | Tabla de decisión | 25 |
| IV | Características del equipo Posimat | 49 |
| V | Características del equipo Giramat | 50 |
| VI | Características de la Llenadora Serac | 52 |
| VII | Características de la taponadora Serac | 54 |
| VIII | Características de la etiquetadora Kronos | 55 |
| IX | Características de la cámara Keyence | 57 |
| X | Características del codificador de envases IMAJE | 58 |
| XI | Características de la banda transportadora | 59 |
| XII | Características de la mesa de acumulación | 60 |
| XIII | Características de la selladora de cajas | 61 |
| XIV | Características del codificador de cajas | 62 |
| XV | <i>Checklist</i> de seguridad No. 1 | 83 |
| XVI | <i>Checklist</i> de seguridad No. 2 | 84 |
| XVII | <i>Checklist</i> de seguridad No. 3 | 84 |
| XVIII | Características de filtros en posicionadora Posimat | 85 |
| XIX | Características de filtros en orientadora Giramat | 86 |
| XX | Características de filtros de llenadora Serac | 86 |
| XXI | Características de filtros de taponadora Zalking | 87 |
| XXII | Verificación de tuberías en llenadora Serac | 89 |
| XXIII | Verificación de tuberías en el suavizador de agua | 91 |
| XXIV | Características de motores en taponadora Zalking | 92 |
| XXV | Características de motores en posicionadora Posimat y orientadora Giramat | 93 |

| | | |
|---------|--|-----|
| XXVI | Características de motores en cabezal posterior de etiquetadora Krones | 93 |
| XXVII | Características de motor de cabezal frontal de etiquetadora Krones | 94 |
| XXVIII | Características de motor de banda transportadora | 94 |
| XXIX | Características de motor de etiquetadora Krones | 95 |
| XXX | Características de instrumentos de la línea de producción | 96 |
| XXXI | Descripción del funcionamiento del panel de control de posicionadora Posimat | 104 |
| XXXII | Descripción del funcionamiento del panel de control llenadora Serac | 106 |
| XXXIII | Descripción del funcionamiento del panel de control etiquetadora Krones | 108 |
| XXXIV | Descripción del funcionamiento del codificador de envases | 111 |
| XXXV | Descripción del funcionamiento del codificador cajas | 113 |
| XXXVI | Documentos y manuales de la línea Serac | 115 |
| XXXVII | Inspección de servicios | 117 |
| XXXVIII | Pruebas del equipo de seguridad | 118 |
| XXXIX | Características de manómetros | 131 |
| XL | Secuencia de arranque | 134 |
| LI | Lista de alarmas en línea de llenado | 138 |
| LII | Lista de verificación de pruebas realizadas a los equipos | 141 |
| LIII | Procedimientos ambientales | 143 |
| LIV | Procedimientos de operación en laboratorio | 143 |
| LV | Procedimiento de mantenimiento | 143 |
| LVI | Procedimiento de limpieza y sanitización | 144 |
| LVII | Procedimiento de seguridad | 144 |
| LVIII | Procedimiento de operación en la línea | 145 |
| LIX | Parámetros de operación por producto | 148 |

| | | |
|--------|--|-----|
| LX | Control estadístico del proceso por producto | 149 |
| LXI | Resultados de Capacidades para suavizante 1 Lt. | 153 |
| LXII | Resultados de Capacidades para suavizante 1.9 Lt. | 154 |
| LXIII | Muestreo e índice de calidad para suavizante 1 Lt. | 155 |
| LXIV | Muestreo e índice de calidad para suavizante 1.9 Lt. | 156 |
| LXV | Defectos e índice de calidad por presentación | 156 |
| LXVI | Cálculo de OEE para suavizante 1 Lt. | 159 |
| LXVII | Cálculo de OEE para suavizante 1.9 Lt. | 160 |
| LXVIII | Historia de OEE para suavizante 1 Lt. | 161 |
| LXIX | Historia de OEE para suavizante 1.9 Lt. | 162 |

GLOSARIO

| | |
|---------------------|---|
| Balanza: | Instrumentos u operadores técnicos que se han inventado para medir la masa de un cuerpo. |
| Calibración: | Procedimiento de comparación entre lo que indica un instrumento y lo que "debiera indicar" de acuerdo a un patrón de referencia con valor conocido. |
| Catión: | Es un ion con carga eléctrica positiva, esto es, con defecto de electrones. |
| Eficiencia: | Es la capacidad administrativa de producir el máximo de resultados con el mínimo de recursos. |
| Embobinado: | Está constituido por un determinado número de vueltas de etiqueta las cuales forman las llamadas bobinas. |
| Estándar: | Tipo, modelo, patrón, nivel. |

| | |
|---|--|
| Guardas de seguridad: | Sistema de protección de diversos materiales que evitan el contacto de las personas con partes en movimiento de la máquina. |
| Índice: | Magnitud utilizada para medir o comparar los resultados efectivamente obtenidos. |
| Mandril: | Conjunto de sujetadores de tapa que al girar sobre la rosca ejerce una fuerza necesaria para colocarlos en posición. |
| <i>Microswitch</i> de seguridad: | Dispositivos eléctricos cuya función es detener la marcha de los equipos cuando son desconectados. |
| Pallet: | Pieza de madera, plástico u otros materiales empleados en el movimiento de carga. |
| PLC: | (<i>Programmable Logic Controller</i> en sus siglas en inglés) controla la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales. |
| Polycarbonato: | Es un grupo de termoplásticos fácil de trabajar y moldear. |

| | |
|-----------------------|---|
| Productividad: | Aumento o disminución de los rendimientos, originado en la variación de cualquiera de los factores que intervienen en la producción |
| Regulador: | Dispositivo electrónico creado para obtener un valor de salida deseado en base al nivel de entrada, ya sea mecánico o eléctrico. |
| RPM: | Es una vuelta de una rueda, un eje, un disco o cualquier cosa que gire. |
| UPS: | (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) Dispositivo que proporciona energía eléctrica tras un apagón o un desenchufe de todos los dispositivos electrónicos conectados a él |

RESUMEN

En el primer capítulo se describe la planeación estratégica de la empresa que incluye visión, valores y objetivos, historia y organización de la misma. Se desarrollan los temas que forman parte del trabajo de graduación, como lo son: gráficos de control, capacidad del proceso y diagramas de procesos.

Luego, se describe la situación actual de la empresa, detallando en dónde se encuentran las instalaciones, maquinaria y diagramas de procesos de la línea.

La propuesta para el sistema de aseguramiento de calidad es el punto central del trabajo de graduación. Se pondrá en práctica la teoría desarrollada en el primer capítulo, utilizando herramientas que servirán para asegurar la calidad de los productos y el buen desempeño de la línea.

Se definen los equipos y sus componentes a estudiar, así como la evaluación de los mismos para validar su desempeño. La capacidad y control del proceso se analiza por medio de gráficos y de esta forma determinar si el equipo es capaz de cumplir con las especificaciones de calidad que requiere el consumidor y que la empresa necesita para ser competitiva entre otras empresas de la misma categoría.

En el capítulo cuatro se indican las herramientas e instrumentos para realizar el aseguramiento de calidad, los procedimientos que se llevan a cabo para la recolección de la información y el contenido para capacitar al personal sobre aspectos de mantenimiento y manejo de producto en la línea.

En el seguimiento se establece cuáles deben ser las actividades a realizarse posterior a la ejecución del proyecto. Se darán a conocer formatos de registro de producción, así como de paros planeados y no planeados, los cuales deberán ser reportados por el operador y analizados por los ingenieros.

OBJETIVOS

GENERAL

- Realizar un sistema de aseguramiento de calidad para una línea de llenado de suavizante de tela.

ESPECÍFICOS

1. Determinar cómo nace y en qué consiste el sistema de aseguramiento de calidad.
2. Conocer cuáles son las herramientas para la recolección y análisis de datos utilizados para desarrollar un sistema de calidad.
3. Verificar que el equipo cumpla con las especificaciones de construcción e instalación determinadas por el fabricante.
4. Demostrar que el equipo opera adecuadamente según lo acordado entre el proveedor y la empresa.
5. Asegurar que el proceso es capaz de entregar repetida y confiablemente producto terminado que cumpla con las especificaciones de calidad.
6. Determinar las estrategias a seguir para la recolección y registro de datos de cada equipo de la línea durante la elaboración del sistema de aseguramiento de calidad.

7. Establecer cuál será el seguimiento que se debe cumplir al concluir el estudio, indicando las herramientas que se deben usar para el control del mismo.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en desarrollar un sistema de aseguramiento de calidad para una línea de llenado de suavizante de telas, con el fin de certificar que cada equipo se desempeña de acuerdo a las especificaciones dadas por el proveedor.

La empresa de manufactura, en la cual se encuentra la línea de llenado, trabaja en base a la mejora continua, lo que le ha permitido competir y permanecer dentro del mercado tanto nacional como internacional; es por ello que se conocerá su historia, organización y descripción de lo más importante que figura dentro de la misma.

Se elaborará un marco teórico desarrollando los temas que están relacionados con el trabajo como lo son: gráficos de control, capacidad del proceso y diagramas de procesos, específicamente el de flujo, operaciones y recorrido.

Dentro de la implementación se desarrollará un cronograma con el apoyo de las herramientas de Microsoft Project, y se dará énfasis a las actividades y subactividades que se ejecutarán dentro de la práctica a través de un diagrama de Gantt, con el fin de mantener orden y disciplina durante la realización del trabajo de graduación.

También será necesario conocer los instrumentos y herramientas de trabajo a utilizar, así como las estrategias para la recolección de datos y el registro de la información significativa.

Se llevará un control o seguimiento que reflejará el desempeño de las máquinas dentro de la línea, y asegurará que la calidad del producto terminado sea el deseado. Para ello se realizarán estudios de eficiencia de la línea y se analizarán gráficos de Pareto para visualizar y dar solución a los problemas encontrados.

Asimismo, se presentarán las conclusiones a las que se llegaron con el trabajo de graduación y determinar si se cumplió o no con los objetivos presentados al inicio del mismo.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 La empresa

Se dedica a la manufactura de productos de cuidado personal y del hogar, siendo reconocida en diferentes países del mundo por su alta calidad y servicio.

1.1.1 Historia

Comienza en los Estados Unidos en la ciudad de Nueva York, en 1806, cuando nace la compañía de jabones como resultado del talento y del trabajo de su fundador.

En 1896 la crema dental fue la primera en ser envasada en tubos similares a los que se usan actualmente. El 27 de diciembre de 1925, inicia operaciones en México. En 1932 la compañía empezó a fabricar en sus instalaciones dos productos básicos en el futuro desarrollo de la empresa: el jabón y la crema dental.

La empresa continuó lanzando al mercado artículos de belleza y para el cuidado personal, que ampliaron su cartera de productos: brillantina, talco, shampoo, colorete y polvo facial. En 1952 se fabricó un producto que cambió radicalmente el hábito de lavar la ropa, cuyo nombre pasó a ser sinónimo de detergente. Otros productos se sumaron a éste: el limpiador en polvo, la brillantina y el detergente especial para agua dura.

Al interior de la empresa surgen nuevas ramas productivas, se introducen las bolsas de polietileno para los detergentes y se aplica la más moderna tecnología.

Se vive una etapa de diversificación; aparecen los limpiadores líquidos, las cremas para el cuidado de la piel, el primer shampoo para ropa, el primer suavizante de telas y el shampoo para cabello.

En la década de los años 70 las presiones de la competencia generaron una ofensiva comercial que se centró en la diversificación de productos. Así se desarrolló un nuevo mercado en México al lanzar el primer detergente lavatrastos en polvo.

A partir de una estrategia bien planeada, en la década de los años 90 se propuso reforzar el mercado, para lo cual realizó más de una docena de presentaciones de nuevos productos: la crema dental especial para niños, la línea para toda la familia que incluye jabón, desodorante, shampoo, acondicionador y crema.

Se relanza el lavaplatos en pasta y el detergente, se lanza la crema dental protección de encías, se inicia un convenio con la compañía Disney para usar sus franquicias, se lanza el shampoo anticaspa acción hidratante, enjuague bucal con protección anticaries, el primer limpiador líquido con repelente de insectos rastreros, la línea de dermolimpiador antibacterial, la línea de shampoo con Keratina y la crema dental con Bicarbonato de Sodio.

La corporación ha prosperado a lo largo de más de 77 años de estar presente, gracias a su inquietud de innovación continua a medida que han cambiado las condiciones del mercado y las necesidades y hábitos de higiene de los consumidores.

Así, hoy en día podemos afirmar que el espíritu progresista y el gran compromiso de sus directivos y, sobre todo, el esfuerzo y la entrega de todo su personal, tanto del que formó parte de la empresa como del que desempeña hoy su trabajo, han sido fundamentales para sostener este ritmo de continuo progreso, que ha permitido colocar a la Compañía en la posición de privilegio que tiene en la actualidad.

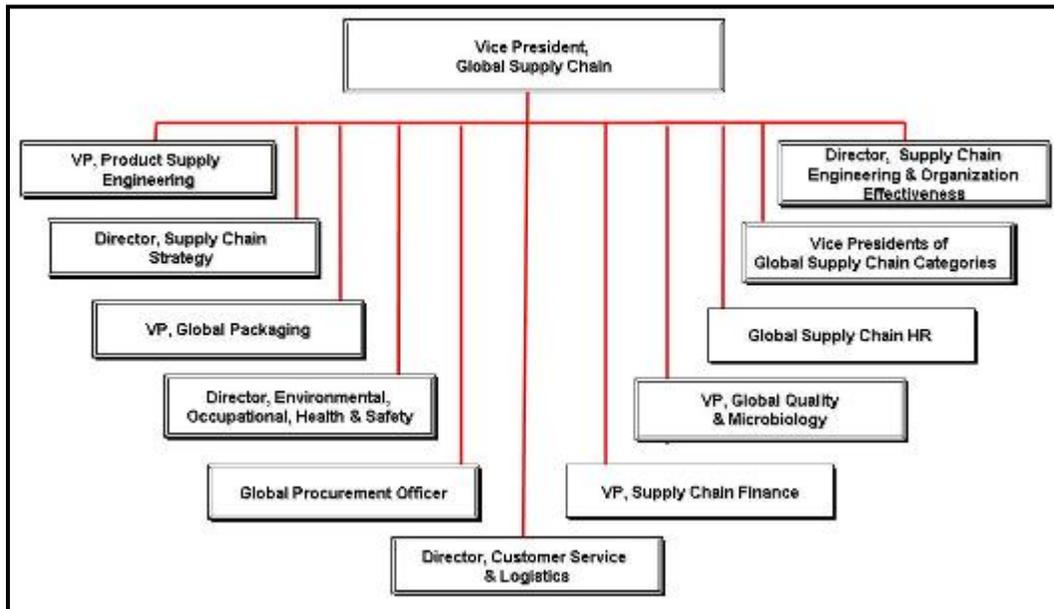
1.1.2 Organización

La organización de la empresa es un factor muy importante para complementar y cumplir los objetivos propuestos. A continuación se muestra el organigrama funcional de los mandos altos de la corporación.

1.1.2.1 Organigrama funcional

La corporación está distribuida de la siguiente manera:

Figura 1. Organigrama funcional de mandos altos de la Empresa de Manufactura



Fuente: *Organization Chart*, Empresa de Manufactura, Guatemala C.A. (S.A.)

1.1.3 Ubicación

Las instalaciones están ubicadas en la Ciudad de Guatemala con dirección en Avenida Ferrocarril 29-42 zona 12. Cuenta con cuatro plantas de producción, las cuales son: jabones, líquidos, cremas dentales y cepillos dentales.

1.1.4 Planeación estratégica

La planeación estratégica de la empresa está conformada por los siguientes aspectos:

1.1.4.1 Visión

Convertirse en la cadena del suministro globalmente integrada que entrega productos de calidad al costo más bajo cumpliendo la demanda del consumidor.

1.1.4.2 Valores

- Cuidado del personal: la Compañía se preocupa de las personas de la empresa, clientes, accionistas y compañeros de negocio. Por ello se compromete actuar con integridad y honestidad en todas las situaciones, escuchar con respeto a otros y valorar las diferencias. La Compañía también se compromete a proteger el ambiente global y reforzar las comunidades donde las personas viven y trabajan.
- Trabajo en equipo global: todas las personas son parte de un equipo global, comprometidos a trabajar juntos por los países y a lo largo del mundo, compartiendo ideas, tecnologías y talentos.
- Mejora continua: la Compañía se compromete a superar todos los días, como individuos y como equipos, mejorar las expectativas de los consumidores y clientes, trabajando continuamente para innovar y perfeccionar productos, servicios y procesos.

1.1.4.3 Objetivos

Desarrollar la conexión más fuertemente entre nuestras marcas y los consumidores, aumentando el consumo en los principales mercados.

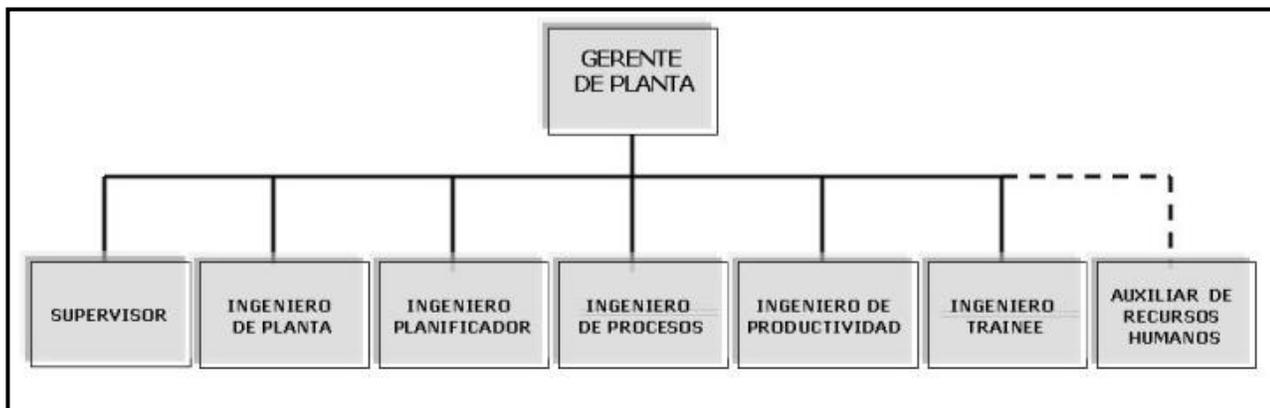
1.1.5 Planta

A continuación se muestra en forma gráfica la distribución de los puestos en la planta de producción.

1.1.5.1 Estructura organizacional

La estructura de la planta de llenado se compone de la siguiente manera:

Figura 2. Organigrama funcional de la Planta de Líquidos



Fuente: *Organization Chart*, Empresa de Manufactura, Guatemala C.A. (S.A.)

1.2 Sistema de aseguramiento de calidad

El sistema de aseguramiento de calidad, se logra a través del desarrollo y documentación de las diferentes fases, como lo son: Aseguramiento de calidad de la instalación, de la operación y del desempeño de la línea.

1.2.1 Concepto

Es evidente que un sistema funciona de acuerdo al diseño y que es capaz de elaborar un producto dentro de las especificaciones, así como de asegurar que los equipos de producción funcionan bajo un estado de control.

1.2.2 Beneficios

Al implementar un sistema de aseguramiento de calidad se tiene la certeza que un proceso específico constante y confiable entregará un producto que cumpla con las especificaciones predeterminadas y con los requisitos de calidad que demanda, tanto la empresa como los consumidores.

1.3 Gráficos de control¹

A continuación se explica en detalle el concepto, función y procedimiento de los gráficos de control.

¹ Autores varios. **Capacitación de aseguramiento de calidad**. Página web: <http://www.elementk.com>, 2005.

1.3.1 Concepto

Un gráfico de control es una herramienta estadística utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso, la cual permite distinguir entre las causas de variación, las cuales pueden ser:

- **Causas aleatorias de variación.** Son causas desconocidas y con poca significación, debidas al azar y presentes en todo proceso.
- **Causas específicas (imputables o asignables).** Éstas provocan variaciones significativas, sin embargo, sí pueden ser descubiertas y eliminadas, para alcanzar el objetivo de estabilizar el proceso.

Existen diferentes tipos de gráficos de control:

- **De datos por variables.** Que a su vez pueden ser de media y rango, mediana y rango, y valores medidos individuales
- **De datos por atributos.** Del estilo aceptable / inaceptable, sí / no

1.3.2 Objetivos

Los gráficos de control tienen como objetivo comprobar de forma continua la estabilidad del proceso visualmente para detectar la presencia de exceso de variabilidad, y probablemente atribuible a alguna causa específica que se podrá investigar y corregir.

Su finalidad es, por tanto, monitorear dicha situación para controlar su buen funcionamiento, y detectar rápidamente cualquier anomalía respecto al patrón correcto.

Puesto que ningún proceso se encuentra espontáneamente en ese estado de control, y conseguir llegar a él supone un éxito, así como mantenerlo, en primer lugar para eliminar las causas asignables y en segundo para mantenerlo dentro de los estándares de calidad fijados.

1.3.3 Procedimientos

- **Paso 1:** lo primero que debemos hacer es la recolección de datos, los cuales deberán ser recientes del proceso al cual se quiere controlar, éstos pueden ser tomados en diferentes horas del día o en diferentes días pero todos tienen que ser de un mismo producto. Siendo n =Número de muestras, k = Número de subgrupos.

Tabla I. Matriz de datos

| No. | 06:00 | 10:00 | 14:00 | 18:00 | 22:00 | X | R |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| 1 | 74.6 | 74.6 | 81.6 | 75.4 | 69.8 | 75.2 | 11.8 |
| 2 | 74.5 | 85.9 | 65.8 | 63.5 | 95.7 | 77.1 | 32.2 |
| 3 | 77.0 | 113.7 | 57.8 | 69.9 | 74.5 | 78.6 | 55.9 |
| 4 | 70.7 | 77.9 | 74.5 | 63.7 | 77.0 | 72.8 | 14.2 |
| 5 | 79.4 | 76.4 | 77.0 | 72.1 | 70.7 | 75.1 | 8.7 |
| 6 | 74.6 | 95.7 | 70.7 | 71.6 | 79.4 | 78.4 | 25.0 |
| 7 | 85.2 | 78.4 | 79.4 | 69.4 | 74.6 | 77.4 | 15.8 |
| 8 | 81.6 | 84.6 | 74.6 | 69.8 | 85.2 | 79.2 | 15.4 |
| 9 | 67.9 | 97.4 | 85.2 | 83.5 | 81.6 | 83.1 | 29.5 |
| 10 | 63.7 | 74.5 | 81.6 | 69.7 | 67.9 | 71.5 | 17.9 |
| 11 | 72.1 | 77.0 | 67.9 | 68.4 | 63.7 | 69.8 | 13.3 |
| 12 | 71.6 | 70.7 | 63.7 | 70.7 | 72.1 | 69.8 | 8.4 |
| 13 | 69.4 | 79.4 | 72.1 | 79.4 | 71.6 | 74.4 | 10.0 |
| 14 | 69.8 | 74.6 | 71.6 | 74.6 | 69.4 | 72.0 | 5.2 |
| 15 | 83.5 | 85.2 | 69.4 | 85.2 | 69.8 | 78.6 | 15.4 |
| 16 | 83.5 | 81.6 | 69.8 | 81.6 | 83.5 | 80.0 | 14.1 |
| 17 | 74.9 | 67.9 | 83.5 | 67.9 | 79.3 | 74.7 | 15.6 |
| 18 | 73.2 | 63.7 | 74.9 | 63.7 | 76.3 | 70.4 | 12.6 |
| 19 | 70.7 | 70.7 | 73.2 | 67.5 | 79.8 | 72.4 | 12.3 |
| 20 | 79.4 | 79.4 | 70.7 | 85.3 | 70.7 | 77.1 | 14.6 |
| 21 | 88.6 | 74.6 | 79.4 | 88.6 | 79.4 | 82.1 | 9.2 |
| 22 | 70.7 | 85.2 | 76.4 | 70.7 | 74.6 | 75.5 | 14.5 |
| 23 | 79.4 | 81.6 | 85.2 | 79.4 | 85.2 | 82.2 | 5.8 |
| 24 | 70.7 | 67.9 | 81.6 | 74.6 | 81.6 | 75.3 | 13.7 |
| 25 | 70.7 | 70.7 | 73.2 | 67.5 | 79.8 | 72.4 | 12.3 |

| | |
|------|------|
| 75.8 | 16.1 |
| X' | R' |

- **Paso 2:** encuentre el valor medio de 'x, para esto se utiliza la siguiente fórmula para cada subgrupo.

$$\bar{x} = \frac{x_1+x_2+x_3+\dots+x_n}{n}$$

$$\bar{x} = 74.6+74.6+81.6+75.4+69.8=376/5 = 75.2$$

- **Paso 3:** encuentre el rango “R” utilizando la siguiente fórmula.

$$R = X \text{ máx.} - X \text{ min.}$$

Para el subgrupo 1.

$$R = 81.6 - 69.8 = 11.8$$

- **Paso 4:** encuentre la media global X' totalizando todos los valores medios para cada subgrupo y dividiéndolos entre el número de subgrupos k .

$$X' = \frac{X_1 + X_2 + X_3 \dots + X_k}{K}$$

$$X' = 75.2 + 77.08 + 78.58 + 72.76 \dots 72.38 = 1894.520 / 25 = 75.781$$

- **Paso 5:** calcule el valor medio del rango R' . Totalice todas la R de los subgrupos y divídalos por el número de subgrupos k .

$$R' = \frac{R_1 + R_2 + R_3 \dots + R_k}{K}$$

$$R' = 11.8 + 32.2 + 55.9 + 14.2 \dots + 123 = 403.400 / 25 = 16.136$$

- **Paso 6:** calcule los límites de control utilizando las fórmulas siguientes para X y R . Los coeficientes A_2 , D_4 , D_3 , etc, son dados ya por la tabla siguiente:

Tabla II. Tabla de Factores

| n | A2 | D4 | D3 |
|---|-------|-------|-------|
| 2 | 1.880 | 3.267 | |
| 3 | 1.023 | 2.575 | |
| 4 | 0.729 | 2.282 | 0.076 |
| 5 | 0.577 | 2.115 | |
| 6 | 0.483 | 2.004 | |
| 7 | 0.419 | 1.924 | |

Fórmulas:

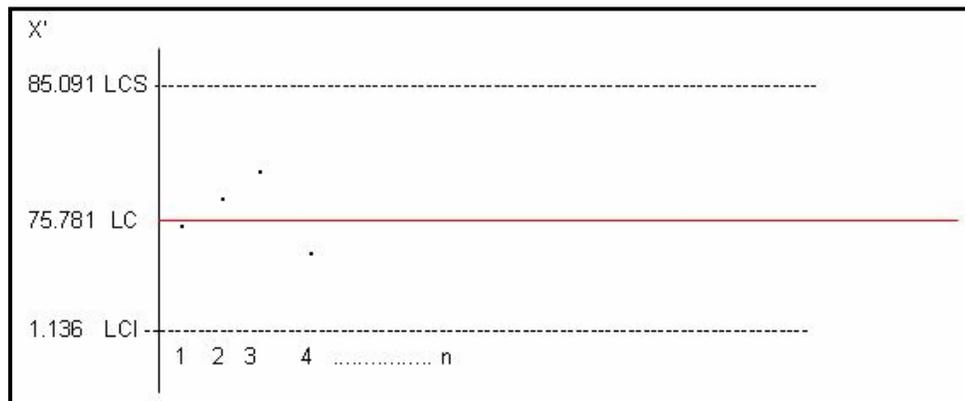
- $X' \text{ LC} - \text{Línea central} = X'$
- $\text{LCS} - \text{Límite control superior} = X' + A2R'$
- $\text{LCI} - \text{Límite control inferior} = X' - A2R'$
- $R \text{ LC} - \text{Línea central} = R'$
- $\text{LCS} - \text{Límite control superior} = D4R'$
- $\text{LCI} - \text{Límite control inferior} = D3R'$

Resolución:

- $X' \text{ LC} = X' = 75.781$
 - $\text{LCS} = X' + A2R' = 75.781 + 0.577 \times 16.136 = 85.091$
 - $\text{LCI} = X' - A2R' = 75.781 - 0.577 \times 16.136 = 66.470$
 - $R \text{ LC} = R' = 16.136$
 - $\text{LCS} = D4R' = 2.115 \times 16.136 = 34.127$
 - $\text{LCI} = D3R' = .076 \times 16.136 = 1.226$
-
- **Paso 7:** construya su gráfica X y R de cada subgrupo. Para cada X y R ponga un punto en la gráfica. Circule cada punto que esté fuera de los límites para así distinguirlos mejor.

Nota: procure anotar todos los datos en la gráfica $n= 5$, etc. A continuación coloque en la gráfica los puntos de X.

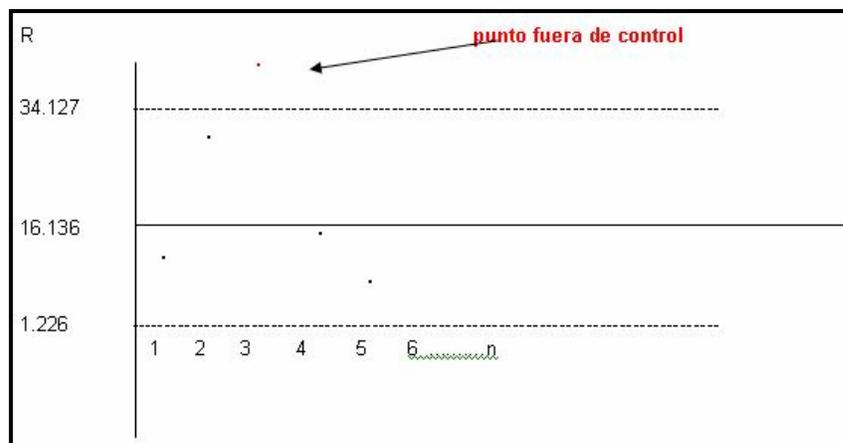
Figura 3. Gráfico de Medias



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos

Coloque en la gráfica los puntos R.

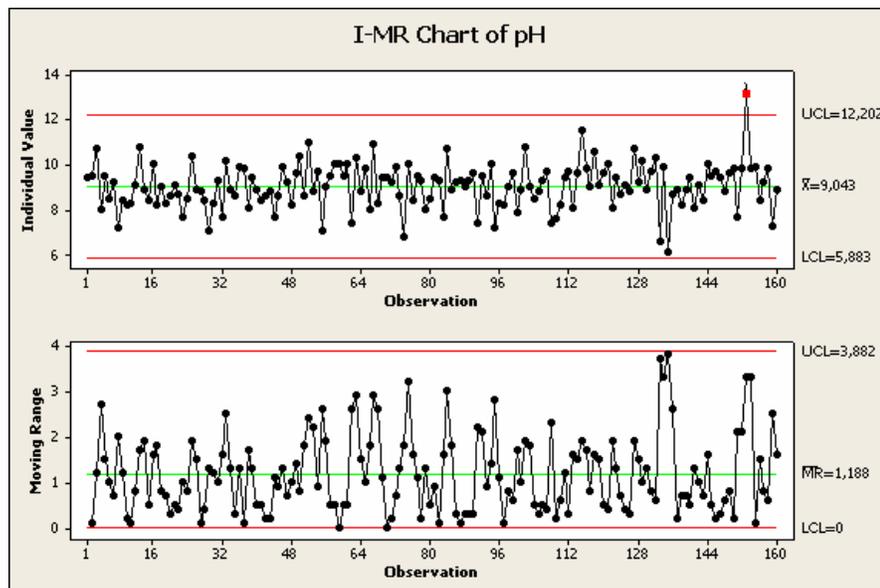
Figura 4. Gráfico de Rangos



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos

Y conforme se vayan colocando los datos, el gráfico se verá de la siguiente forma:

Figura 5. Gráficos de Control de Medias y Rangos



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos, MINITAB

1.4 Capacidad del proceso²

La capacidad del proceso es la medida en que un producto presenta uniformidad durante el proceso de producción. Para procesos que están bajo control estadístico, una comparación de la variación de 6σ con los límites de especificaciones permite un fácil cálculo del porcentaje de defectuosos mediante la tolerancia estadística convencional.

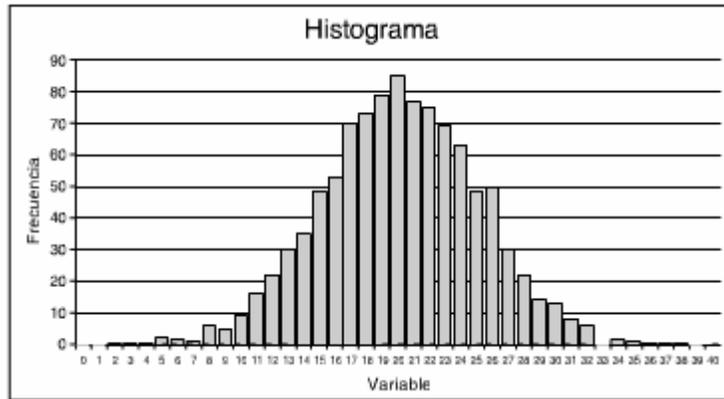
² Autores varios. Capacidad del Proceso, Página web: <http://www.usergioboleda.edu.co>, 2005.

1.4.1 Cálculo

A continuación se explica brevemente el procedimiento a seguir para el cálculo de la capacidad del proceso (ver figura No. 10):

- Definir la característica de calidad que se va a medir en el producto fabricado. Esta característica constituye una variable aleatoria.
- Los resultados que se obtienen son el universo o población y el subconjunto de mediciones que se extraiga constituye la muestra.
- Establecer hipótesis sobre las cuales se desarrollará el análisis. Las hipótesis pueden suponer que la característica de calidad es continua y de distribución normal, además se considera que el proceso está bajo control estadístico.
- Al realizar mediciones de la característica de calidad sobre muestras del producto fabricado, se encuentra que los valores fluctuarán alrededor de un valor central, a esto se le llama fluctuación natural y esperable del proceso.
- La fluctuación natural de un proceso puede cuantificarse a través de la desviación estándar del mismo, y con ellos se calculan los Límites de Tolerancia Natural del proceso. Generalmente se usa un rango para la fluctuación natural de 6 sigmas.
- Los Límites de Especificación de un producto son fijados voluntariamente por el cliente o fabricante.
- Es conveniente que los límites de Tolerancia Natural del proceso se encuentren dentro de los Límites de Especificación del producto.
- Se deben tomar cierto número de mediciones (mínimo 100-200) y realizar un histograma de frecuencias.

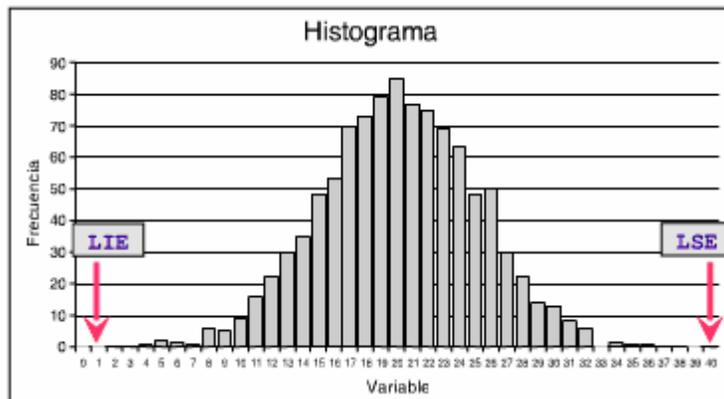
Figura 6. Histograma



Fuente: Ingeniero Julio Carreto. <http://www.slideshare.net/jcarreto/12-capacidad-de-proceso/>

- Se representa en las abscisas de los Límites de Especificación del producto, se ve gráficamente si el proceso es capaz para fabricar el producto.

Figura 7. Histograma con límites de especificación del producto.



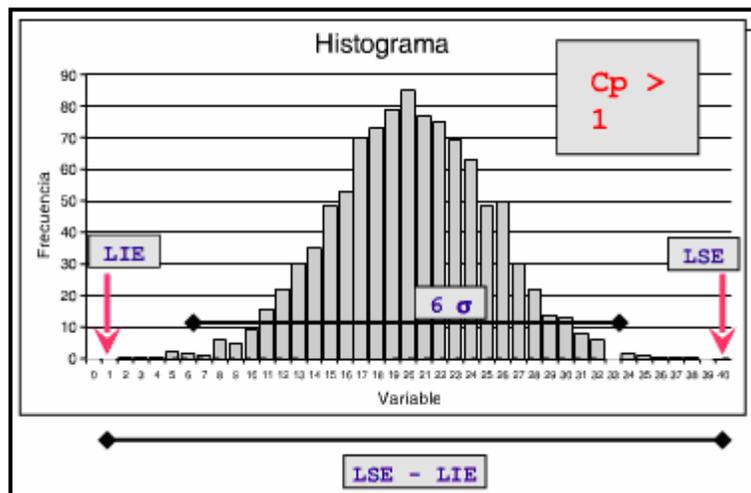
Fuente: Ingeniero Julio Carreto. <http://www.slideshare.net/jcarreto/12-capacidad-de-proceso/>

- La capacidad del proceso se cuantifica por medio de indicadores que permiten comparar el rango de especificaciones con la fluctuación natural del proceso:
 - El CP; muestra la capacidad para fabricar el producto. Entonces, si $CP > 1$ el proceso es capaz. Es recomendable que $CP > 1.30$ para mayor seguridad.

$$Cp = \frac{(LSE - LIE)}{6 * \sigma}$$

Donde LSE= Límite de especificación superior, LIE= Límite de especificación inferior.

Figura 8. Capacidad del producto representada en un histograma.



Fuente: Ingeniero Julio Carreto. <http://www.slideshare.net/jcarreto/12-capacidad-de-proceso/>

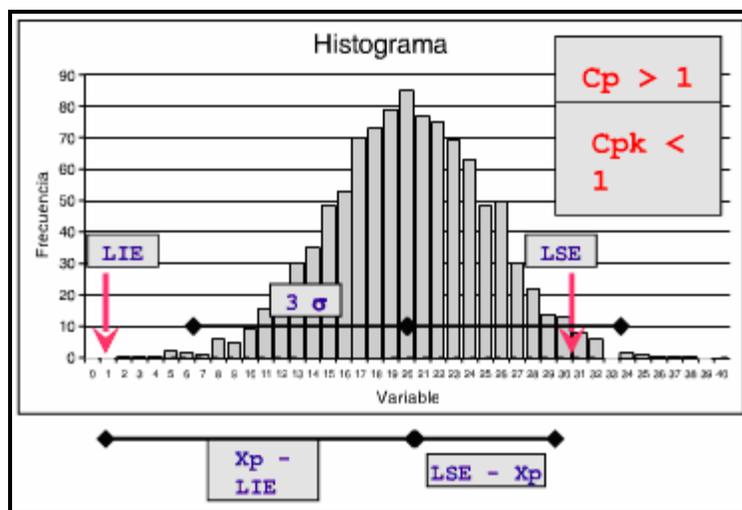
- Cuando el centro de gravedad del rango de especificaciones no coincide con la tendencia central de las mediciones del proceso se utiliza el Cpk, el que considera la posición del valor promedio del proceso.

$$Cpk = \frac{\Delta}{3 * \sigma}$$

Donde:

$$\Delta = \text{Mínimo entre } [LSE - \bar{X}] \text{ y } [\bar{X} - LIE]$$

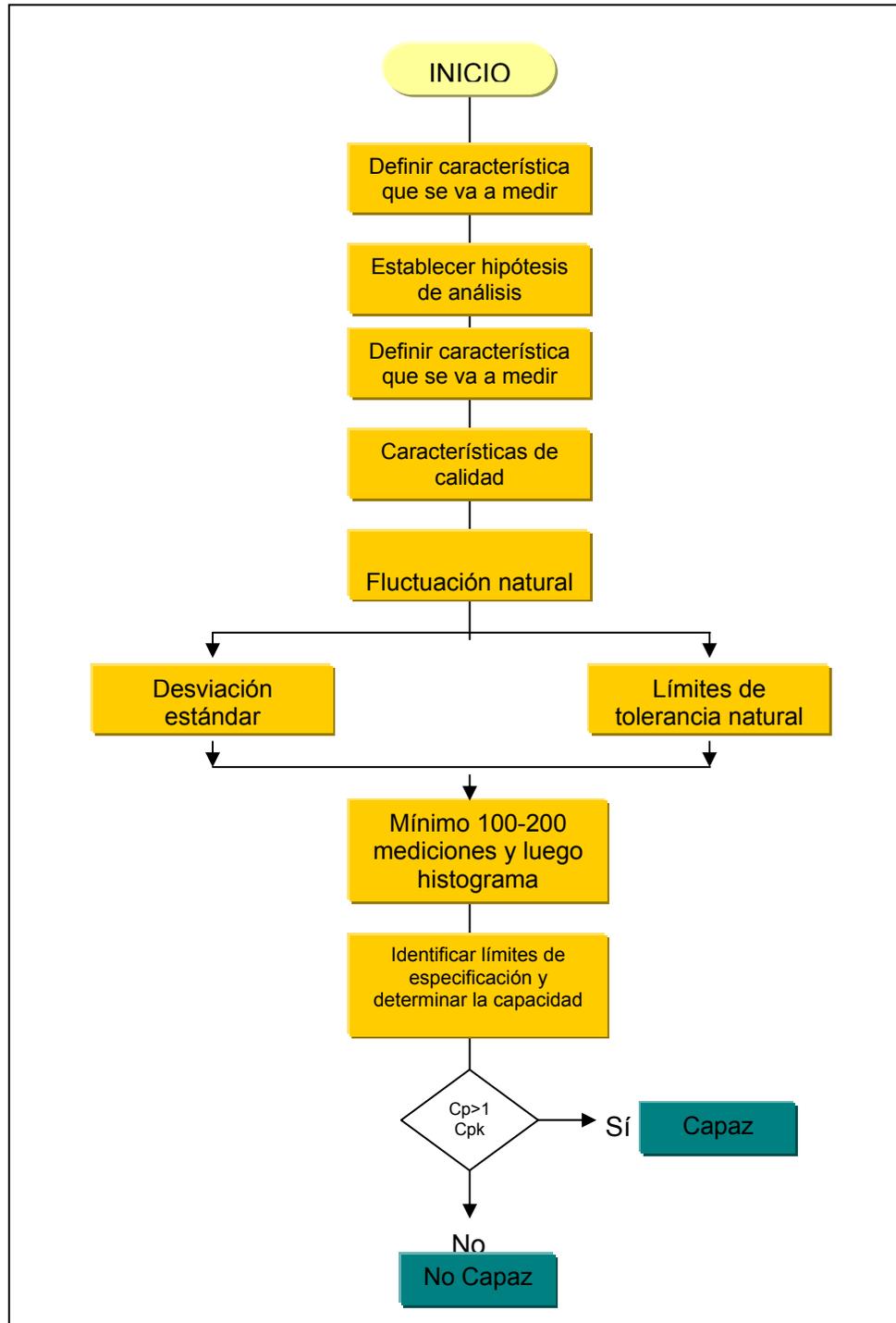
Figura 9. Cpk del producto representada en un histograma.



Fuente: Ingeniero Julio Carreto. <http://www.slideshare.net/jcarreto/12-capacidad-de-proceso/>

- Al utilizar Cp como indicador, el gráfico muestra que buena parte del producto está por encima del Límite Superior de Especificación, demostrando que erróneamente el proceso es capaz. Pero se debe utilizar el segundo indicador (Cpk) que muestra que el proceso no tiene capacidad suficiente.

Figura 10. Procedimiento para determinar capacidad del proceso



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos, MINITAB

1.4.2 Métodos de medición

Un cierto número de procesos han sido desarrollados para medir la capacidad del proceso. A continuación se describen dos de ellos.

1.4.2.1 Gráfico de control³

Se seleccionan 10 grupos de 5 piezas cada uno (para mínimo de 50 datos). Por medio de un gráfico de control $\bar{X} - R$ se comprueba si existe falta de control estadístico; si no existe, la capacidad del proceso se calcula en 6σ , que incluye el 99.75% de los datos. Los 6σ son calculados por la siguiente fórmula:

$$6\sigma = 6 \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Donde:

- \bar{R} = Recorrido o intervalo medio de los 10 subgrupos.
- d_2 = Constante para convertir los recorridos en desviaciones estándar, para el tamaño particular de subgrupos, 5 en este caso.

Si el proceso evidencia falta de control, el analista puede:

- a. Descartar los datos, tratar de eliminar la causa que provoca la condición de fuera de control y repetir el estudio de capacidad del proceso.
- b. Aceptar el cálculo como una buena aproximación de la capacidad del proceso.

³ Evans y Lindsay. **Administración y control de la Calidad.**

1.4.2.2 Distribución de frecuencias

Se toma generalmente una muestra de 50 piezas consecutivas, en cuyo tiempo no se hacen ajustes a las máquinas o herramientas. Se miden todas las piezas, se anotan los datos en forma de distribución de frecuencias y se calcula la desviación estándar. Entonces la capacidad del proceso se considera igual a 6σ .

Este método es aproximado dado que la distribución de frecuencias puede fallar y no descubrir desviaciones o cambios del proceso. En este caso se deberá recurrir a las cartas de control, para mayor seguridad en cuanto a la forma en que se presentan los datos.

1.4.3 Análisis

El término “Análisis de la capacidad del proceso” se refiere a la actividad de estudiar el proceso en un esfuerzo por responder a las preguntas:

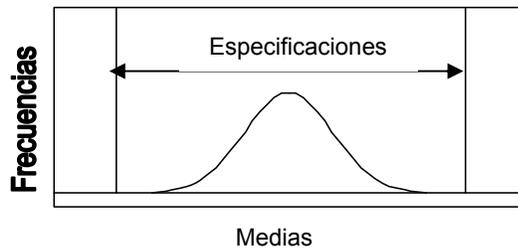
1. ¿Es este proceso capaz de cumplir permanentemente con las especificaciones del producto?
2. ¿Por qué este proceso no cumple con las especificaciones establecidas?

La relación entre los parámetros de la variable y los límites de especificación, Incluyendo los valores de Cpk que pueden asumir según su comportamiento frente a las especificaciones, se describe a continuación:

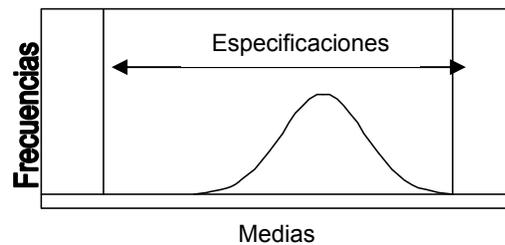
- a. El proceso no está en capacidad de cumplir con las especificaciones.
- b. Proceso cuyo centro está desplazado y el proceso está en peligro de generar producto fuera de la especificación, sin embargo la amplitud del proceso indica que éste puede cumplir la tolerancia demarcada por las especificaciones.
- c. En este caso ya se han presentado productos fuera de las especificaciones, generando no conformidades del proceso

Quando el problema está en centrar correctamente el proceso con respecto a las especificaciones, la administración debe investigar las causas de la mala dirección técnica del proceso.

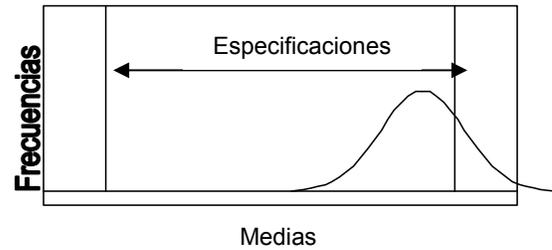
Promedio aceptable
Desviación estándar
aceptable. $Cpk > 1$



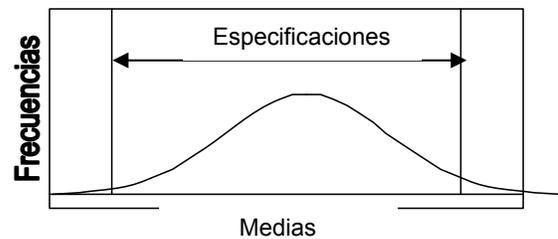
Promedio aún aceptable
Desviación estándar
aceptable. $Cpk = 1$



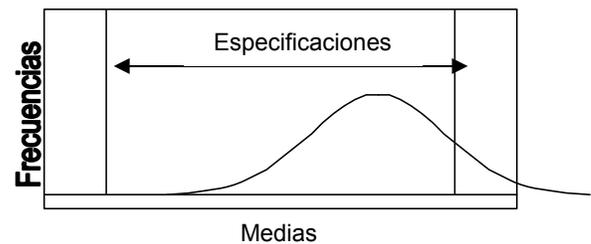
Promedio muy alto
 Desviación estándar
 Potencialmente aceptable
 $C_{pk} = C_{pu} < 1$



Promedio aceptable
 Desviación estándar
 muy grande
 C_{pu} y $C_{pl} < 1$



Promedio muy alto
 Desviación estándar muy
 grande
 $C_{pk} = C_{pu} < 1$



1.4.4 Índice de capacidad del proceso (Cpk)

Está definido como el menor valor encontrado entre el C_{pu} y el C_{pl} , que se define como:

$$C_{pu} = \frac{LSE - \bar{X}}{3\sigma} \qquad C_{pl} = \frac{\bar{X} - LIE}{3\sigma}$$

Donde **Cpu**: Capacidad de proceso teniendo en cuenta únicamente la especificación superior del proceso.

LIE: Límite de especificación inferior de la variable

LSE: Límite de especificación superior de la variable

\bar{X} : Valor promedio encontrado de los datos

σ : Desviación estándar del proceso

Cpu y Cpl solo evalúan la mitad de la distribución de los datos teniendo en cuenta sólo 3σ . Es útil cuando la especificación de la variable sólo se expresa como un máximo o como un mínimo, para indicar al analista en qué sector de la especificación (superior o inferior) se presenta más riesgo de incumplimiento de los valores establecidos.

Los valores de Cpk son ampliamente utilizados como indicadores de la calidad de un proceso o producto. El valor de Cpk = 1.33 se ha establecido como un parámetro deseado porque la obtención de este valor en un proceso o producto significa que por cada 10000 mediciones, en 3 de ellas existe la probabilidad estadística que se encuentre fuera de los límites de especificación.

1.4.5 Capacidad del proceso vrs. Especificaciones del producto

La principal razón para cuantificar la capacidad de un proceso es la de calcular la habilidad del proceso para mantener dentro de las especificaciones del producto. El índice de capacidad del proceso es la fórmula utilizada para calcular la habilidad del proceso de cumplir con las especificaciones y se expresa de la siguiente manera:

$$ICP = \frac{LSE - LIE}{6\hat{\sigma}}$$

Donde: **ICP**: Índice de Capacidad del Proceso
LSE: Límite superior especificado
LIE: Límite inferior especificado
 σ : Desviación estándar de los datos individuales

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Donde: \bar{R} = Promedio de los rangos de la carta de control.
d2 = Constante de cálculo.

El ICP puede asumir varios valores que los analistas clasifican entre valor 1 y valor 4 según sea la habilidad del proceso para cumplir con las especificaciones:

Tabla III. Tabla de decisión

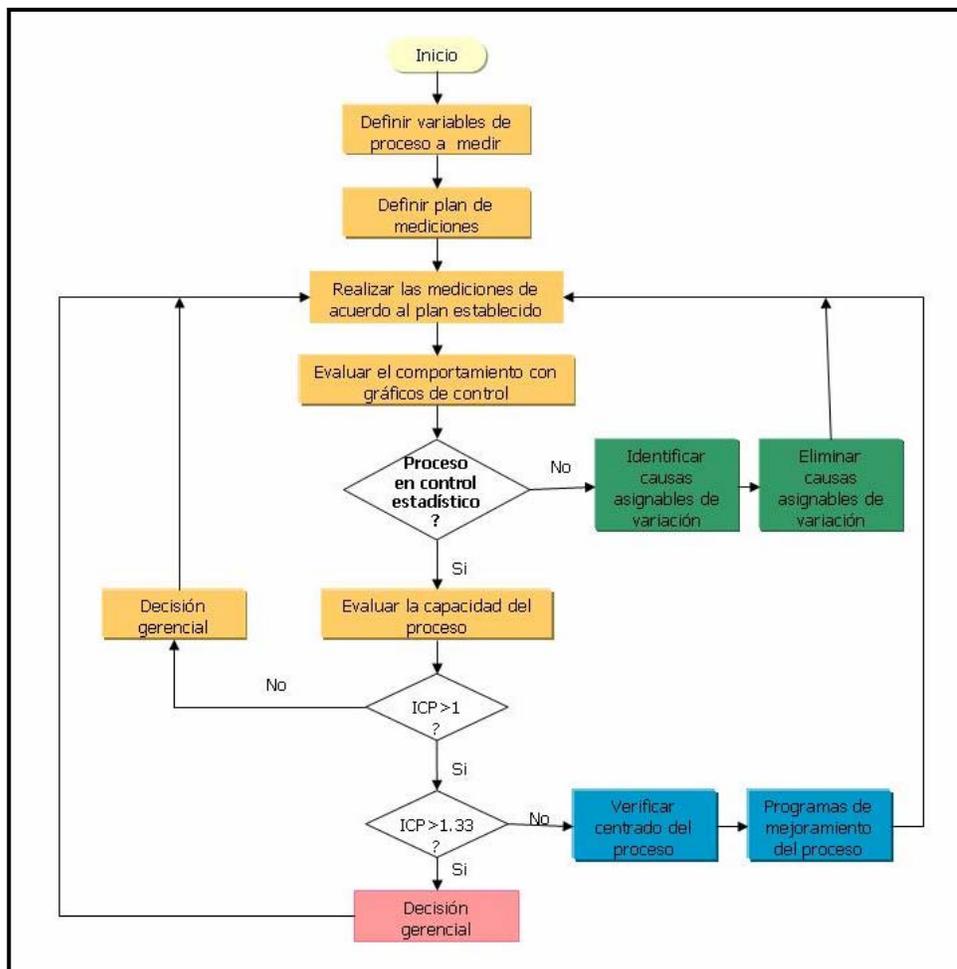
| ICP | CLASE DE PROCESO | DECISIÓN |
|------------|------------------|---|
| ICP>1.33 | 1 | Más que adecuado, incluso puede exigirse más en términos de su capacidad. |
| 1<ICP<1.33 | 2 | Adecuado para lo que fue diseñado. Requiere control estrecho si se acerca al valor de 1 |
| 0.67<ICP<1 | 3 | No es adecuado para cumplir con el diseño inicial. |
| ICP<0.67 | 4 | No es adecuado para cumplir con el diseño inicial. |

Fuente: Universidad Sergio Arboleda. Bogotá-Colombia. <http://www.usergioarboleda.edu.co>

1.4.6 Esquema para implementar un programa de control estadístico

A continuación se presenta la secuencia de pasos para llevar a cabo el control estadístico en diferentes procesos:

Figura 11. Procedimiento para determinar el control estadístico



Fuente: Universidad Sergio Arboleda. Bogotá-Colombia. <http://www.usergioarboleda.edu.co>

1.5 Diagramas de proceso⁴

A continuación se explicará a fondo el concepto, objetivos y simbología de los diagramas de procesos

1.5.1 Definición

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

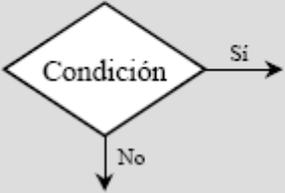
Es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Éstas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes.

1.5.2 Simbología

Los símbolos representan gráficamente las categorías de actividades:

⁴ Niebel, Benjamín, Freivalds Andris, **Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo.**

Figura 12. Simbología diagrama de proceso

| | |
|--|------------|
|  | Operación |
|  | Transporte |
|  | Inspección |
|  | Stock |
|  | Demora |
|  | |

- **Operación.** Actividad que implica transformación o manejo de materiales que se usan en la obtención del producto o servicio final.
- **Transporte.** Actividad de movimiento físico de elementos usados o producidos por el proceso, desde una ubicación de origen a una ubicación de destino.
- **Inspección.** Actividad de comprobación de alguna de las características del elemento siendo procesado. No supone la modificación del mismo.

Fuente: Autor desconocido.

- **Stock.** Una demora planeada en el flujo de los elementos tratados por el proceso. La demora es planeada cuando su existencia se debe a un objetivo, técnico o económico, del proceso.
- **Demora.** Cualquier retraso ocasional, que no está planeado en el proceso, pero que sucede por alguna circunstancia.
- **Condición.** Indica una bifurcación en el proceso, generado por una condición o la toma de una decisión.

1.5.2.1 Diagrama de operaciones de proceso

Los diagramas de procesos son herramientas útiles que ayudan a visualizar mejor el proceso en que se trabaja.

1.5.2.1.1 Definición

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto o pieza principal.

1.5.2.1.2 Objetivos

El diagrama de operaciones tiene como objetivo promover y explicar un método propuesto determinado. Como proporciona claramente una gran cantidad de información, es un medio de comparación ideal entre dos soluciones competidoras.

1.5.2.1.3 Utilización del diagrama

Una vez que el analista ha terminado su diagrama de operaciones, deberá prepararse para utilizarlo. Debe revisar cada operación y cada inspección desde el punto de vista de los enfoques primarios del análisis de operaciones, los siguientes enfoques se aplican, en particular, cuando se estudia el diagrama de operaciones:

1. Propósito de la operación
2. Diseño de la parte o pieza
3. Tolerancias y especificaciones
4. Materiales
5. Proceso de fabricación
6. Preparación y herramental
7. Condiciones de trabajo
8. Manejo de materiales
9. Distribución en la planta
10. Principios de la economía de movimientos

1.5.2.2 Diagrama de flujo del proceso

A continuación se darán las definiciones y objetivos que ayudarán a comprender la utilización de este diagrama.

1.5.2.2.1 Definición

Se aplica al componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, ó en los procedimientos aplicables a un componente ó a una sucesión de trabajos en particular.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. En él se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones (ver figura 11). Una pequeña flecha indica transporte, que se define como el movimiento de un lugar a otro.

Un símbolo como la letra D mayúscula indica demora ó retraso, el cual ocurre cuando no se permite a una pieza ser procesada inmediatamente en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero puesto sobre su vértice indica almacenamiento, o sea, cuando una pieza se retira y protege contra un traslado no autorizado.

Una actividad combinada es necesaria, por ejemplo, cuando un operario efectúa una operación y una inspección en una estación de trabajo, se utiliza como símbolo un cuadro de 10mm por lado con un círculo inscrito de este diámetro.

1.5.2.2.2 Objetivos

El diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos, como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

1.5.2.2.3 Utilización del diagrama

Este diagrama se utiliza como instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos de un componente.

Como el diagrama muestra claramente todos los transportes, retrasos y almacenamientos de un proceso, se utiliza como herramienta para identificar qué operaciones se pueden reducir en cuanto a cantidad y duración. En el caso de este diagrama se debe dar especial consideración a:

- Manejo de materiales
- Distribución de equipo en la planta
- Tiempo de retrasos
- Tiempo de almacenamientos

1.5.2.3 Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido muestra el flujo del proceso desde una perspectiva diferente a las anteriores, como se explica a continuación.

1.5.2.3.1 Definición

El diagrama de recorrido es un esquema de la distribución vista en planta, que muestra la ubicación de todas las actividades que aparecen en un diagrama de proceso.

El trazado de movimientos de materiales y hombres que se ha representado en el diagrama de proceso se señala sobre el diagrama de circulación por medio de líneas. Cada actividad es identificada y localizada en el diagrama de recorrido por el símbolo y número correspondiente que aparece en el diagrama de proceso. La dirección del movimiento se indica colocando flechas de forma que apunten en la dirección de flujo.

Este diagrama se complementa con el anterior y permite lograr una mejor distribución en planta al ahorrar distancias y, por tanto, tiempo.

1.6 Gráficos de Pareto⁵

El nombre de Pareto fue establecido en honor al economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923), quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual reveló que una menor parte de las personas posee la mayor parte de las riquezas y que la mayor parte de la población posee la menor parte de las mismas.

1.6.1 Definición

Es una gráfica en donde se organizan diferentes grupos de datos en orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas, y separar los aspectos significativos de un problema desde los más críticos, de manera que un equipo sepa a dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar.

1.6.2 Utilización

Los diagramas de Pareto se utilizan cuando:

- Se identifica un producto o servicio en donde podemos mejorar la calidad.
- Se identifican oportunidades para mejorar.
- Analizamos las diferentes agrupaciones de datos (por producto, por segmento, del mercado, área geográfica, etc.)
- Se buscan las causas principales de los problemas y se establece la prioridad de las soluciones.
- Se evalúan los resultados de los cambios efectuados a un proceso (antes y después).

⁵ Lieberman, Gerald J., **Estadística para Ingenieros**.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Descripción de las instalaciones

Actualmente en Guatemala, las instalaciones están ubicadas en la Avenida Ferrocarril zona 12. Cuenta con tres áreas de trabajo, las cuales son: Cuidado personal, Cuidado del hogar y Cuidado de las mascotas. Además tiene tres bodegas: Materia Prima, Producto Terminado y Bodega Fiscal, donde el producto exportado viene del puerto directamente a la empresa, con el fin de evitar que la materia prima permanezca detenida mucho tiempo y corra riesgos de robo o maltrato.

2.2 Organización de la línea

La línea de llenado está organizada por una tripulación que consta de 5 personas. Además se cuenta con una posicionadora de envase, una orientadora de envases, una llenadora y una etiquetadora, las cuales son operadas por personal capacitado, los que a su vez ayudan a empacar los envases en corrugados para luego ser transportados como producto final.

2.2.1 Descripción de los puestos

Actualmente la línea cuenta con una tripulación de 5 personas, las cuales se rotan cada cierto tiempo según lo indique el operador. Los puestos que se manejan son los siguientes:

- **Operador:** es la persona encargada de controlar toda la línea, tanto a la tripulación como el buen manejo y funcionamiento de las máquinas. Además el operador es el que indica en qué momento se deben rotar dentro de la misma línea para evitar fatiga y cansancio.

- **Operarios:** son las personas encargadas de velar por que la producción esté saliendo conforme las especificaciones. Estas deben acatar las instrucciones dadas por el operador, las cuales se consideran que son las mejores debido a la experiencia adquirida en el puesto. Además los operarios, sirven de apoyo al operador en el momento en que alguna máquina esté fallando o existan variaciones en el proceso. Para encontrar la mejor solución en el menor tiempo los operarios pueden desempeñar distintos cargos, como lo son:
 - Auxiliares
 - Empacadores

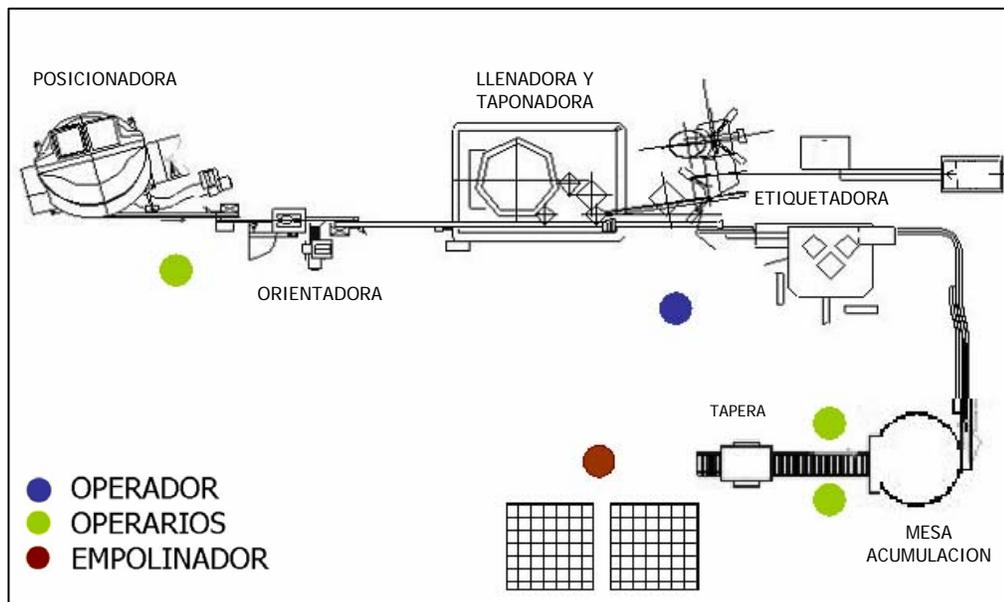
Además deben velar por el buen desempeño de la etiquetadora, hacer cambios de etiqueta y procurar que sean colocadas en la posición deseada sobre los envases que salen de la llenadora.

- **Empolinadores:** los empolinadores deben colocar las cajas llenas de producto sobre tarimas con un patrón establecido (amarre o columnar), de modo que las cajas se apilen de la mejor forma, cuidando, tanto la calidad del producto como la presentación de los mismos.

2.2.2 Distribución del personal

A continuación se muestra un esquema de la distribución del personal de la línea de llenado, tomando en cuenta que el personal se rota cada cierto tiempo, es por ello que sólo se dejará indicado el lugar y puesto que desempeña.

Figura 13. Distribución del personal en la línea de llenado



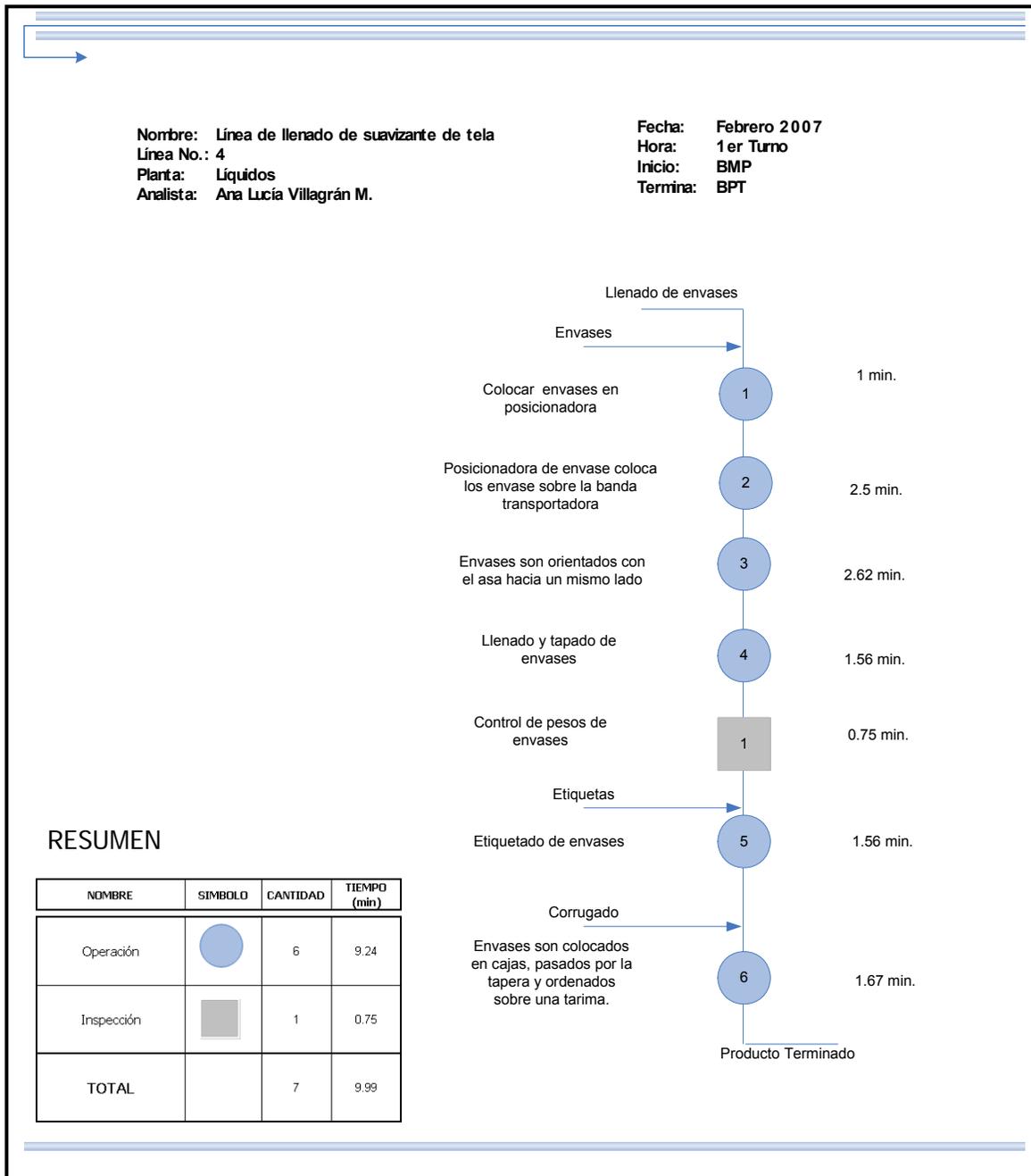
Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. **Empresa de Manufactura.**

2.3 Diagramas de proceso de la línea de llenado

A continuación se presentan los diagramas de proceso para el llenado de suavizante de tela. Los tiempos fueron tomados en base a 80 envases, los cuales indican la cantidad máxima de la posicionadora de envases.

2.3.1 Diagrama de operaciones

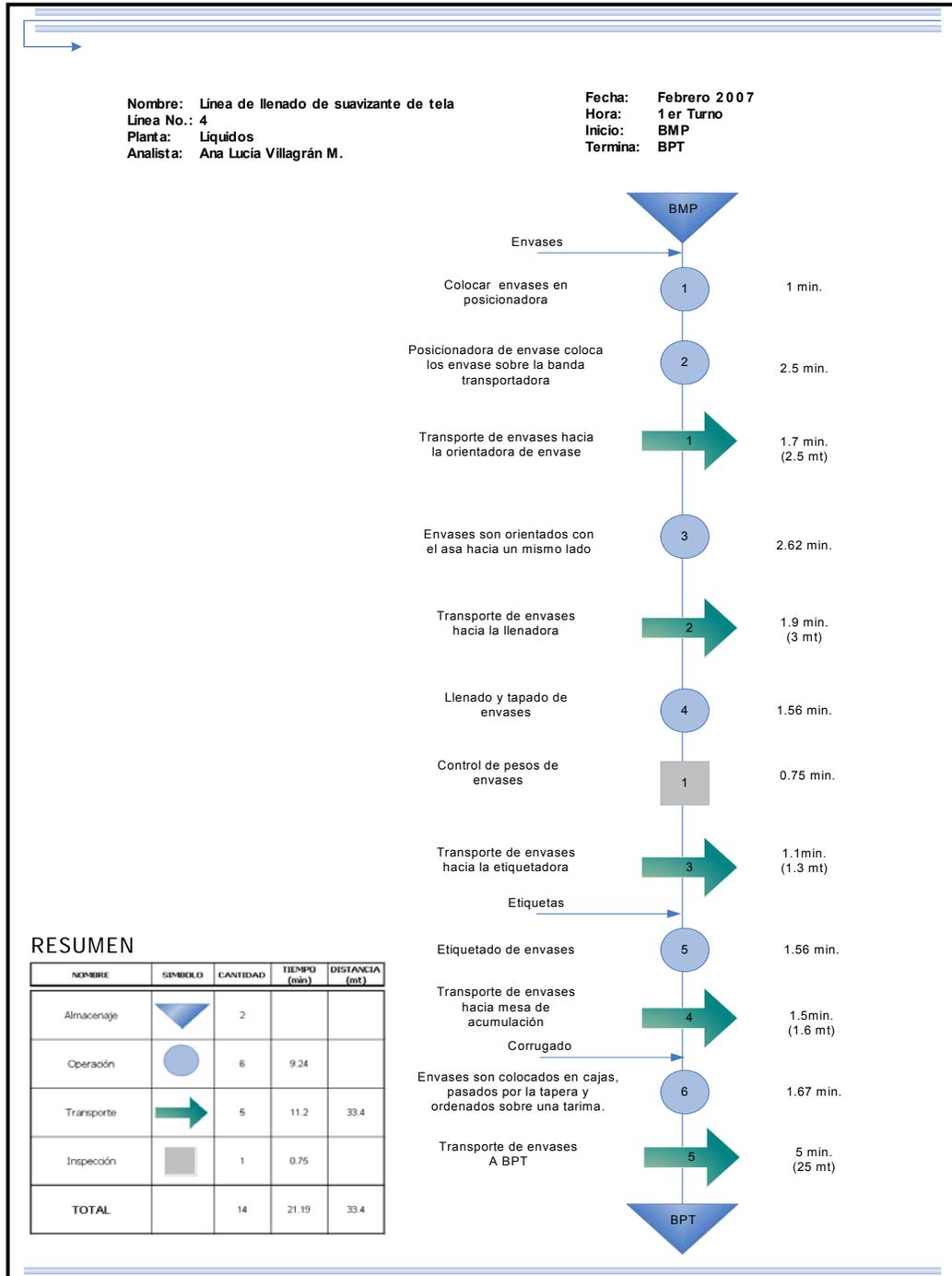
Figura 14. Diagrama de operaciones del proceso de llenado.



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. Empresa de Manufactura.

2.3.2 Diagrama de flujo

Figura 15. Diagrama de flujo del proceso de llenado.



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. Empresa de Manufactura.

2.4 Descripción de la maquinaria

Las máquinas son las herramientas necesarias que servirán de apoyo al personal de la planta para llevar a cabo el proceso de llenado de envases hasta el producto final.

2.4.1 Posicionadora de envases

La máquina es capaz de rotar los envases en la tolva y dependiendo de la posición de los mismos, el compartimiento puede rotarlo a la izquierda o derecha. Cuando el envase sale de la máquina, es colocado sobre una banda transportadora con vacío de aire que lo succiona hacia abajo, para evitar que el envase se caiga.

2.4.2 Orientadora de envases

Esta máquina está diseñada para rotar los envases con el asa hacia un mismo lado, esto se logra por medio de sensores que identifican espacios vacíos. Cuando uno de estos espacios es detectado por el sensor los envases son presionados por mordazas y automáticamente el envase gira 180 grados y es ubicado en la posición correcta. Esto es con el fin de que la etiqueta sea colocada en el lugar indicado.

2.4.3 Llenadora de líquidos

Es una máquina diseñada para llenar envases con suavizante de tela. Está formada por 18 boquillas.

La máquina cuenta con celdas de carga que son circuitos que al llenar el envase con líquido, detectan el peso de los mismos para que la cantidad de líquido sea exactamente igual al de las especificaciones, y no exista oportunidad de desviaciones.

2.4.4 Taponadora de envases

A la salida de la llenadora, los envases llegan a la taponadora en donde se les coloca las tapas por medio de un sistema de mandriles. La taponadora cuenta con 6 mandriles, los cuales sujetan la tapa y la enroscan al envase de tal forma, que evitan el derrame del líquido.

2.4.5 Etiquetadora

La etiquetadora es una máquina diseñada para colocar etiquetas autoadhesivas a los envases, cuenta con dos cabezales, en los cuales se colocan la etiqueta frontal y la etiqueta posterior. Esto es posible por medio de un sistema de platos que hacen girar los envases cuando entran a la etiquetadora, ya que primero se coloca la etiqueta posterior y luego los platos giran para colocar la etiqueta frontal.

2.5 Descripción de materia prima

Las materias primas a utilizar para la fabricación del suavizante de telas son los siguientes:

- Suavizantes Catiónicos
- Colorantes
- Agua
- Perfumes
- Tetranyl

3. PROPUESTA DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

3.1 Aseguramiento de calidad de la maquinaria

El sistema de aseguramiento de calidad de la maquinaria es una herramienta para verificar que todos los servicios, máquinas e instrumentos de la línea hayan sido correctamente instalados, dejando constancia de ello por medio de la documentación del proceso de instalación.

3.1.1 Descripción del sistema

A continuación se da una breve explicación del proceso, la maquinaria y los instrumentos que se utilizarán para el proceso de llenado de envases

3.1.1.1 Proceso

Los envases se introducen en la posicionadora, la cual los coloca en la banda transportadora. Los envases son transportados hacia la orientadora, la cual se usa para envases que tienen asa, y que deben ser orientados hacia un mismo lado para efectos de etiquetado. La banda transportadora lleva los envases hacia la llenadora, la cual cuenta con 18 boquillas. Los productos que se llenarán en ella son: suavizante de tela 1 litro y suavizante de tela 1.9 Lt.

Luego de ser llenados los envases, éstos pasan a la taponadora, la cual cuenta con 6 mandriles que enroscan las tapas dispensadas a los envases.

Posterior a que los envases son llenados y tapados, éstos son llevados por la banda transportadora hacia la etiquetadora para la colocación de la etiqueta que identificará el producto. Luego los envases pasan por un codificador de envases donde se imprime el código juliano. Los envases ya etiquetados y codificados son llevados por la banda transportadora hacia la mesa de acumulación giratoria donde son empacados, sellados, codificados y colocados en tarimas.

3.1.1.2 Equipo

A continuación se describen los equipos a utilizar para el proceso de llenado de envases:

- Posicionadora de envases POSIMAT
- Orientadora GIRAMAT
- Llenadora SERAC
- Taponadora ZALKING
- Etiquetadora KRONES
- Codificador de envases IMAJE
- Mesa giratoria de acumulación
- Selladora de cajas 3M - Matic
- Codificador de cajas MARSH

3.1.1.3 Instrumentación/ controles

- Panel de Control posicionadora POSIMAT
- Panel de Control llenadora SERAC
- Panel de Control codificador de envases IMAJE
- Panel de Control codificador de cajas MARSH

3.1.1.4 Servicios

- Sistema Eléctrico
- Sistema de Aire Comprimido
- Sistema de Agua

3.1.2 Información del equipo

A continuación se detallan las especificaciones de cada una de las máquinas a utilizar en la línea.

3.1.2.1 Posicionadora de envases

Inicialmente los envases se introducen, por medio de la escotilla de ingreso a la posicionadora Posimat, la cual cuenta con una mesa giratoria interna.

Los envases, por medio de una fuerza centrífuga, se posicionan horizontalmente en uno de los 17 compartimientos con los que cuenta el equipo a lo largo de la periferia de la mesa giratoria.

Una vez ubicado el envase en uno de los compartimientos del equipo, éste es capaz de rotarlo, ya sea hacia la derecha o hacia la izquierda, según sea su posición dentro del mismo, el cual es analizado por una serie de cámaras que detectan la cantidad de luz reflejada por los envases, determinando el sentido en que los mismos se encuentran y la dirección en que se debe rotar.

Posteriormente el mismo equipo posiciona de manera vertical cada envase sobre una banda transportadora, la cual dirige los envases hacia la máquina orientadora Giramat.

Figura 17. Posicionadora de envases Posimat



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. **Empresa de Manufactura**

Tabla IV. Características del equipo Posimat

| ACTUAL | |
|----------------------|--------------------------|
| Nombre de la Unidad: | Posicionadora de envases |
| Fabricante: | Posimat, S.A. |
| Modelo: | 1997 |
| No. de Serie | OC: 9340 |
| Tipo: | MXI - POSIMAX |

3.1.2.2 Orientadora de envases

La máquina Giramat orienta los envases que poseen asa en un mismo sentido, con el fin de alinearlos para colocarle la etiqueta. Esto se logra gracias a un par de paletas accionadas neumáticamente y activadas por un par de sensores que detectan el sentido de los envases que circulan por la banda transportadora de este equipo. Estas paletas presan los envases que no se encuentran en la posición correcta, haciéndolos rotar media vuelta, posicionándolos en el sentido del asa deseado.

El dispositivo de detección está compuesto por un grupo de fotoceldas que una vez hecha esta lectura, envía una señal en función de su posición a un pistón neumático que acciona el dispositivo de giro de las botellas.

Este dispositivo de detección sale ajustado de fábrica de forma que, aunque se trabajen distintos tipos de botellas, no se deba de hacer ningún ajuste.

Figura 18. Orientadora de envases Giramat



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. **Empresa de Manufactura**

Tabla V. Características del equipo Giramat

| ACTUAL | |
|----------------------|------------------------|
| Nombre de la Unidad: | Orientadora de Envases |
| Fabricante: | Posimat, S.A. |
| Modelo: | 1997 |
| No. de Serie | OC: 9341 |
| Tipo: | GIRAMAT – B |

3.1.2.3 Llenadora

La máquina Serac es utilizada para llenar envases plásticos y está compuesta por la llenadora y la taponadora. Todo el sistema está ubicado dentro de una cabina que evita que caiga polvo dentro del equipo. La llenadora posee una bandeja alrededor que va hacia el drenaje en caso de que ocurran derrames.

A la entrada del equipo, un tornillo sin fin, o gusano, distribuye cada envase que ingresa dentro de cada uno de los 18 pedestales que posee el equipo y que corresponden a las 18 boquillas de llenado simultáneo.

La llenadora, posee balanzas individuales donde son colocados los envases a llenar, controlando de esta forma el peso exacto para cada uno de ellos según el producto que se esté utilizando al momento del llenado.

Una vez terminado el llenado, los envases son dirigidos por el mismo equipo hacia el área de taponado, donde una dispensadora de tapones, posiciona los tapones con rosca de manera vertical por medio de movimientos vibratorios y los dirige hacia el área de roscado de la máquina Serac, la cual cuenta con 6 mandriles, y presan neumáticamente los tapones dispensados por la taponadora por medio de movimiento giratorio enroscando los tapones a cada envase ya llenos de producto.

Figura 19. Llenadora Serac



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. **Empresa de Manufactura**

Tabla VI. Características de la Llenadora Serac

| ACTUAL | |
|----------------------|------------------------|
| Nombre de la Unidad: | Llenadora y Taponadora |
| Fabricante: | Group Serac |
| Modelo: | R18v6/1620 |
| No. de Serie | 161 |
| Tipo: | N/A |

3.1.2.4 Taponadora

Está conformada por dos cabezales distribuidores de tapones, los cuales se pueden alternar según el producto que se esté llenando.

Estos cabezales distribuidores utilizan aire comprimido para soplar y empujar los tapones sobre una superficie giratoria para acomodarlos, enviándolos a través de una banda transportadora especial hacia la taponadora.

Figura 20. Taponadora Serac



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. **Empresa de Manufactura**

Tabla VII. Características de la taponadora Serac

| ACTUAL | |
|----------------------|------------------------|
| Nombre de la Unidad: | Llenadora y Taponadora |
| Fabricante: | Group Serac |
| Modelo: | R18v6/1620 |
| No. de Serie | 161 |
| Tipo: | N/A |

3.1.2.5 Etiquetadora

La máquina etiquetadora coloca calcomanías o etiquetas en ambas caras de los envases, para que puedan ser identificados. Para ello distribuye los envases que ingresan al equipo, por medio de un tornillo sin fin, dentro de uno de los 8 pedestales que posee la etiquetadora, los cuales sostienen los envases para que éstos sean etiquetados correctamente.

Luego de ser pegada la etiqueta frontal de cada envase, cada uno de ellos es girado 180° por medio de los pedestales, para que pueda ser pegada la etiqueta posterior de la misma manera que se hizo con la frontal. Un par de bobinas alimentan continuamente las etiquetas a los dispositivos de etiquetado.

Figura 21. Etiquetadora Krones



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. **Empresa de Manufactura**

Tabla VIII. Características de la etiquetadora Krones

| ACTUAL | |
|----------------------|---------------------|
| Nombre de la Unidad: | Etiquetadora Krones |
| Fabricante: | Krones Group |
| Modelo: | N/A |
| No. De Serie | 747-226 |
| Tipo: | N/A |

Comentario: la máquina fue modificada, ya que se agregó un cabezal más a la etiquetadora sin que esto afecte el número de serie de la misma.

3.1.3 Información del equipo asociado

El equipo asociado son todas aquellas máquinas que complementan la línea y facilitan el proceso de llenado del envase. Dentro de los equipos asociados tenemos:

➤ Cámara Keyence 301:

Toma una imagen de los envases dentro de los compartimientos del Posimat, uno a la vez y la proyecta a la pantalla, donde se puede observar tres diferentes posiciones (W1= cuello de la botella, W2= presencia de envase, W3= acumulación de envase) con el fin de saber si hay presencia o ausencia de envase en el compartimiento y cuál es la posición en la que se encuentran el mismo. El PLC procesa la información de la pantalla y envía la orden de dejar caer el envase o no.

Figura 22. Cámara Keyence del posicionador Posimat



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. **Empresa de Manufactura**

Tabla IX. Características de la cámara Keyence

| ACTUAL | |
|-------------|--------------------------|
| Fabricante: | Keyence |
| Modelo: | Keyence 301 |
| Voltaje: | 24 VDC \pm 10% Voltios |
| Corriente: | 600 mA. |
| Frecuencia: | 60 Hz |

➤ Codificador de envases Imaje

Codifica los envases con la impresión del código juliano correspondiente al día y año actual. El codificador de envases Imaje se encuentra instalado a la salida de la etiquetadora. Posee un sensor que detecta los envases que circulan frente a ella y les imprime el código por medio del sistema inkjet, el cual imprime el código a base de spray.

Figura 23. Codificador de envases IMAJE



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. **Empresa de Manufactura**

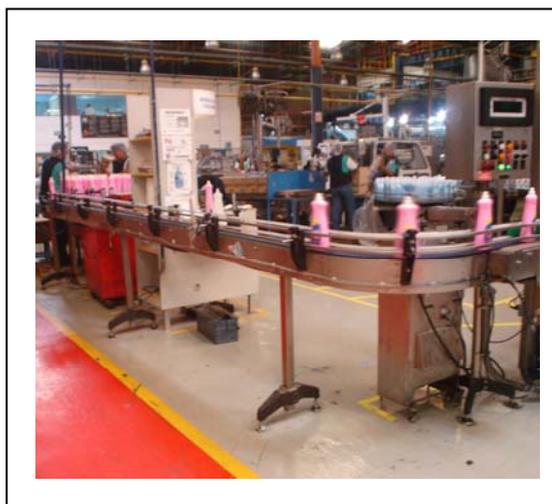
Tabla X. Características del codificador de envases IMAJE

| ACTUAL | |
|-------------|---------------|
| Fabricante: | Imaje |
| Modelo: | Jalme 1000 58 |
| No. Serie | 1340155 A |
| Voltaje | 100 – 120 v |
| Corriente | 1.5 A |
| Frecuencia | 50 / 60 Hz |
| Año | 2001 |

➤ Banda transportadora

La banda transportadora moviliza los envases, desde la etiquetadora, hacia la mesa de acumulación giratoria. Esta banda transportadora tiene una longitud de 6.5 metros y posee una curva que permite un cambio en la dirección de 90°

Figura 24. Banda transportadora de envases.



Fuente: Empresa de Manufactura

Tabla XI. Características de la banda transportadora.

| ACTUAL | |
|--------------|----------------------|
| Fabricante | <i>Sew eurodrive</i> |
| Modelo | OFT 80 K4 |
| Serie | 870165339 |
| Potencia | 0.75 HP |
| Voltaje | 230 / 460 |
| Corriente | 2.9 / 1.45 Amp. |
| Frecuencia | 60 Hz |
| Revoluciones | 1700 rpm |

➤ Mesa de Acumulación Giratoria

La mesa de acumulación giratoria es utilizada para ubicar sobre ella producto terminado proveniente de la banda transportadora, listo para el empaque en cajas. La mesa de acumulación gira para poder facilitar el ingreso de los envases a la misma, creando el espacio suficiente para que estos puedan ingresar.

Figura 25. Mesa de acumulación de envases.



Fuente: INTRA GROUP, Buenos Aires

(<http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/insumosagropecuarios/agricolas/cintas-transportadoras/intra-group/mesas-de-acumulacion-rotativa.htm>)

Tabla XII. Características de la mesa de acumulación.

| ACTUAL | |
|----------------------|-------------------------------|
| Nombre de la Unidad: | Mesa de acumulación giratoria |
| Fabricante: | SIM |
| Modelo | 1-185 |
| Diámetro | 1.6 m |

➤ Selladora de cajas

La selladora de cajas 3M coloca cinta adhesiva por la parte de arriba y por la parte de abajo a las cajas que son impulsadas hacia la mesa de rodillos de la selladora, sellando de esta forma las cajas de ambos lados.

Figura 26. Selladora de cajas.



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. **Empresa de Manufactura**

Tabla XIII. Características de la selladora de cajas.

| ACTUAL | |
|-------------|--------------|
| Fabricante: | 3M |
| Modelo: | Matic 39-600 |
| No. Serie: | 13722 |
| Voltaje: | 115 v |
| Corriente: | 1.9 Amp. |
| Frecuencia: | 60 Hz |
| Potencia: | 220 Watts |
| Año: | 1999 |

➤ Codificador de Cajas MARSH

Su función es codificar las cajas de producto con la impresión del código juliano correspondiente.

Figura 27. Codificador de Cajas MARSH



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. **Empresa de Manufactura**

Tabla XIV. Características del codificador de cajas.

| ACTUAL | |
|-------------|---------------|
| Voltaje: | 100-240 v CA |
| Corriente: | 1.9 A |
| Frecuencia: | 60 Hz |
| Peso: | 2.4 Kg |
| Salida: | 24 V CD / 3 A |

3.1.4 Servicios requeridos por máquina

Los servicios necesarios para el funcionamiento óptimo de cada equipo son los siguientes:

- Sistema de Agua: utilizado para lavado y sanitización de las líneas que transportan el líquido hasta la llenadora.
- Sistema de Aire Comprimido: viene de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías, su uso tiene la ventaja sobre los sistemas hidráulicos de ser más rápido
- Sistema Eléctrico: provee la energía necesaria para el arranque y el correcto funcionamiento de las máquinas

3.1.4.1 Sistema eléctrico

A continuación se detallan las especificaciones eléctricas de cada uno de los equipos que conforman la línea de llenado.

➤ **Llenadora y Taponadora SERAC**

a. Voltaje/ fase / frecuencia

| Actual | Especificado |
|-------------------|---------------------|
| 380 V / 3 / 50 Hz | N/A |

b. Corriente Eléctrica

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 32 A | N/A |

c. Ubicación del Flipón

| Actual | Especificado |
|---|---------------------|
| Panel eléctrico líquidos, Panel No. 10 | N/A |

d. Amperaje del Flipón

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 3 x 32 | N/A |

e. Rango de Interrupción del circuito

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 32 A | N/A |

f. ¿Están los flipones, bloques terminales, controles, etc. propiamente identificados?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| No | No |

g. ¿Cumple con códigos la instalación?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

h. ¿Posee fuente de poder de Suministro Continuo (UPS - Uninterrupted Power Supply)?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| No | N/A |

i. ¿El equipo está conectado a tierra?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

j. Sistema de Control (PLC/PC)

¿Aterrizado adecuadamente?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

¿Están los cables protegidos?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

¿Son las rutas y la longitud de los cables aceptables?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

¿Variación de Voltaje +/-5%?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| N/A | N/A |

¿UPS?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| No. | N/A |

➤ **Posicionadora de Envases POSIMAT**

a. Voltaje/ fase / frecuencia

| Actual | Especificado |
|-------------------|---------------------|
| 220 V / 3 / 60 Hz | N/A |

b. Corriente Eléctrica

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 125 A | N/A |

c. Ubicación del Flipón

| Actual | Especificado |
|---------------------|---------------------|
| Panel 1, flipón 7Q2 | N/A |

d. Amperaje del Flipón

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 3 x 32 | N/A |

e. Rango de Interrupción del circuito

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 32 A | N/A |

f. ¿Están los flipones, bloques terminales, controles, etc. propiamente identificados?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

g. ¿Cumple con códigos la instalación?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

h. ¿Posee fuente de poder de Suministro Continuo (UPS - Uninterrupted Power Supply)?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| No | N/A |

i. ¿El equipo está aterrizado?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

j. Sistema de Control (PLC/PC)

¿Aterrizado adecuadamente?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

¿Están los cables protegidos?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

¿Son las rutas y la longitud de los cables aceptables?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

¿Variación de Voltaje +/-5%?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

¿UPS?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| No. | N/A |

➤ **Orientadora GIRAMAT**

a. Voltaje/ fase / frecuencia

| Actual | Especificado |
|-------------------|---------------------|
| 220 V / 3 / 60 Hz | N/A |

b. Corriente Eléctrica

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 125 A | N/A |

c. Ubicación del Flipón

| Actual | Especificado |
|--|---------------------|
| Paneles eléctricos, planta de líquidos | N/A |

d. Amperaje del Flipón

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 3 x 32 A | N/A |

e. Rango de Interrupción del circuito

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 32 A | N/A |

f. ¿Están los flipones, bloques terminales, controles, etc. propiamente identificados?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| No | N/A |

g. ¿Cumple con códigos la instalación?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

h. ¿Posee fuente de poder de Suministro Continuo (UPS - Uninterrupted Power Supply)?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| No | N/A |

i. ¿El equipo está aterrizado?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

j. Sistema de Control (PLC/PC)

¿Aterrizado adecuadamente?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

¿Están los cables protegidos?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

¿Son las rutas y la longitud de los cables aceptables?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

¿Variación de Voltaje +/-5%?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Si | N/A |

¿UPS?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| No. | N/A |

➤ **Etiquetadora KRONES**

a. Voltaje/ fase / frecuencia

| Actual | Especificado |
|--------------------|---------------------|
| 380 V / 3 / 60 Hz. | N/A |

b. Corriente Eléctrica

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 12.3 A | N/A |

c. Ubicación del Flipón

| Actual | Especificado |
|--|---------------------|
| Paneles eléctricos, Planta de líquidos | N/A |

d. Amperaje del Flipón

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 3.x 32 A | N/A |

e. Rango de Interrupción del circuito

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 32 A | N/A |

f. ¿Están los flipones, bloques terminales, controles, etc. propiamente identificados?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| No | N/A |

g. ¿Cumple con códigos la instalación?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

h. ¿Posee fuente de poder de Suministro Continuo (UPS - Uninterrupted Power Supply)?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| No | N/A |

i. ¿El equipo está aterrizado?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

j. Sistema de Control (PLC/PC)

¿Aterrizado adecuadamente?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

¿Están los cables protegidos?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

¿Son las rutas y la longitud de los cables aceptables?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

¿Variación de Voltaje +/-5%?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| N/A | N/A |

¿UPS?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| No | N/A |

Comentarios: todos los equipos operan a una frecuencia de 60 Hz, debido a que es la frecuencia proporcionada por la Empresa Eléctrica de Guatemala.

3.1.4.2 Aire comprimido

➤ **Llenadora y Taponadora SERAC**

a. Recurso

| Actual | Especificado |
|-------------------------------------|---------------------|
| Depto. de Mantenimiento y Servicios | N/A |

b. Puntos de uso

| Actual | Especificado |
|-----------------------|---------------------|
| Llenadota, taponadora | N/A |

c. Presión disponible

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 95 - 100 Psi | N/A |

d. Flujo disponible

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 50 Lt / min. | N/A |

e. Especificaciones de las conexiones de tubería

| Actual | Especificado |
|-------------------|---------------------|
| Acero Galvanizado | N/A |

f. Cantidad / Tipos de Filtros

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 2 | N/A |

➤ **Posicionadora de Envases POSIMAT**

a. Recurso

| Actual | Especificado |
|---------------------------------------|---------------------|
| Compresores, Taller de Mantenimiento. | N/A |

b. Puntos de uso

| Actual | Especificado |
|-----------------------|---------------------|
| Posicionadora POSIMAT | N/A |

c. Presión disponible

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 95 - 100 Psi | N/A |

d. Flujo disponible

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 50 Lt/min. | N/A |

e. Especificaciones de las conexiones de tubería

| Actual | Especificado |
|-------------------|---------------------|
| Acero Galvanizado | N/A |

f. Cantidad / Tipos de Filtros

| Actual | Especificado |
|---------------------|---------------------|
| 1 – Aire comprimido | N/A |

➤ **Orientadora GIRAMAT**

a. Recurso

| Actual | Especificado |
|---------------------------------------|---------------------|
| Compresores, Taller de Mantenimiento. | N/A |

b. Puntos de uso

| Actual | Especificado |
|---------------------|---------------------|
| Orientadora GIRAMAT | N/A |

c. Presión disponible

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 95 – 100 Psi | N/A |

d. Flujo disponible

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 50 Lt/min. | N/A |

e. Especificaciones de las conexiones de tubería

| Actual | Especificado |
|-------------------|---------------------|
| Acero Galvanizado | N/A |

f. Cantidad / Tipos de Filtros

| Actual | Especificado |
|-------------------|---------------------|
| 1 Aire comprimido | N/A |

➤ **Etiquetadora KRONES**

a. Recurso

| Actual | Especificado |
|--------------------------------------|---------------------|
| Compresores, Taller de Mantenimiento | N/A |

b. Puntos de uso

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Etiqu. Kronos | N/A |

c. Presión disponible

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 90 Psi | N/A |

d. Flujo disponible

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 50 Lt / min. | N/A |

e. Especificaciones de las conexiones de tubería

| Actual | Especificado |
|------------------|---------------------|
| Tubo Galvanizado | N/A |

f. Cantidad / Tipos de Filtros

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| 1 | N/A |

3.1.4.3 Sistema de agua

➤ Llenadora y Taponadora SERAC

a. Tipo / Recurso

| Actual | Especificado |
|-------------------------------------|---------------------|
| Proveída por Making (Agua suave) | N/A |

b. Puntos de Uso

| Actual | Especificado |
|---------------------|---------------------|
| Tanque de llenadora | N/A |

c. Requerimientos (flujo/ temperatura/ presión)

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| ---- | N/A |

d. Especificaciones de las Conexiones de Tubería

| Actual | Especificado |
|--------------------------------------|---------------------|
| TGPRO A 270 1 1/2" X 0.065" 316 L | N/A |

e. Material de la Tubería

| Actual | Especificado |
|------------------|---------------------|
| Acero inoxidable | N/A |

f. Tipo de Aislante

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| N/A | N/A |

g. Método de Unión

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| CLAMPS | N/A |

h. ¿Calidad del agua como la especificada?

| Actual | Especificado |
|-----------------|---------------------|
| Sí (agua suave) | N/A |

i. ¿Sistema enteramente drenable?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| Sí | N/A |

j. ¿Patas muertas presentes?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| NO | N/A |

k. ¿Se utiliza circulación?

| Actual | Especificado |
|---------------|---------------------|
| NO | N/A |

Comentarios: la etiquetadora Krones, posicionadora Posimat y Orientadora Giramat, no utilizan sistema de agua en su proceso.

3.1.5 Especificaciones eléctricas

Según las características de la llenadora SERAC con un voltaje de 380v, sistema trifásico y frecuencia de 50 Hz, se necesita un transformador el cual ayudará a cumplir las especificaciones eléctricas que necesita la máquina para su óptimo desempeño y asegurar la calidad del producto. Las características son las siguientes:

| | |
|----------------------------|---------------|
| Marca: | TELEMECANIQUE |
| Modelo: | LP-D404 |
| Voltaje Primario: | 480 v |
| Voltaje Secundario: | 380 v |
| Amperaje: | 60 A |
| Fase: | 3 |

3.1.6 Ambiente operacional

El ambiente operacional es una combinación de condiciones, circunstancias o influencias que afectan de manera particular, el desarrollo de las operaciones y que inciden en las decisiones a tomar. A continuación se describe el ambiente operacional en función de la llenadora Serac.

- **Inspeccionar la instalación del equipo para verificar que fue instalada en el ambiente operacional especificado en el manual de instalación del equipo.**

Comentario: la instalación de los equipos que componen la línea, han sido instalados de manera segura y correcta y cumplen con las condiciones especificadas por los fabricantes. Se han revisado las condiciones que se describen en los manuales del usuario para los equipos que cuentan con los mismos.

- **Inspeccionar el ambiente operacional para la seguridad del equipo. Es el ambiente en el cual el equipo instalado esta diseñado para permitir hacer frente rápido a desastres probables. Las características apropiadas incluyen extintores, sensores de fuego, alarma de incendio y regaderas.**

Comentario: el área no cuenta con sensores para incendios. Dispone de alarmas de incendio generales para la planta, hay un extintor al lado de la línea y las salidas de emergencia se encuentran bien señalizadas. En la planta se cuenta con regaderas y lavaojos, los cuales también se encuentran bien señalizados.

- **Ambientes hostiles: Verifique que el equipo sensible no esté instalado en áreas de temperatura extrema, humedad, electricidad estática, polvo, fluctuaciones del voltaje de línea de la alimentación de energía, interferencia electromagnética, etc.**

Comentarios: la temperatura y humedad en esta área es adecuada para el funcionamiento de los equipos. Los equipos se encuentran instalados en un área que no posee condiciones extremas que los expongan a riesgo y que le permiten operar correctamente.

- **Examine la instalación para verificar que se ha localizado el equipo sensible para no ser dañado por inundaciones causadas por daño de la tubería, las regaderas, etc.**

Comentarios: la instalación ha sido completada correctamente, Los equipos sensibles se encuentran a cierta altura prudente.

Los paneles de control se encuentran a una altura bastante segura que resulta práctica para el operador. Los paneles eléctricos y controladores como PLCs se encuentran dentro de armarios cerrados. La tubería que circula sobre la máquina se encuentra en buen estado y no poseen fugas que puedan poner en riesgo el equipo.

3.1.7 Checklist de seguridad

El *checklist* de seguridad está diseñado para verificar que las condiciones de trabajo para los operadores sean las mejores y evitar de esta forma, cualquier tipo de accidente o incidente dentro la planta. A continuación se hará la verificación en el equipo principal, siendo éste la llenadora y taponadora Monoblock Serac.

- **Equipo Principal:** Llenadora y Taponadora Serac
- **Descripción:** Máquina llenadora de envases
- **Lugar:** Planta de Plásticos y Líquidos, Guatemala

Tabla XV. Checklist de seguridad No. 1

| PROTECTORES | | Si | No |
|---|----------|----|----------|
| ¿Hay guardas o barreras de seguridad instaladas? | X | | |
| Si la respuesta es sí, las guardas están: | X | | |
| ¿Ubicadas apropiadamente para la protección del personal? | X | | |
| ¿Tienen un diseño apropiado? | X | | |
| ¿Firmemente seguras? | X | | |
| ¿En buenas condiciones y no se observan forzadas? | X | | |
| ¿Hay algún equipo de transmisión de energía no protegido? | | | X |
| ¿Están las guardas relacionadas con el paro de emergencia? | X | | |
| ¿Las guardas representan algún peligro? (bordes o esquinas en mal estado) | | | X |

Comentarios: Se realizaron pruebas con algunas de las guardas para verificar el paro del sistema al ser abiertas las puertas protectoras de los equipos.

Tabla XVI. Checklist de seguridad No. 2

| Bloqueo/Etiquetado | Si | No |
|---|----|----|
| ¿Los procedimientos de bloqueo y etiquetado están establecidos? Si la respuesta es sí: | X | |
| ¿Puede el equipo ser bloqueado en la fuente de alimentación principal (sistema eléctrico, aire comprimido, agua, vapor, vacío)? | X | |
| ¿Existen dispositivos para liberar/ bloquear la energía almacenada? | X | |
| ¿El equipo auxiliar que requiere el circuito separado es bloqueado? | X | |
| ¿Los procedimientos de etiquetado son respetados? | X | |

Tabla XVII. Checklist de seguridad No. 3

| Controles de Operación | Si | No |
|--|----|----|
| ¿Están los controles ergonómicamente colocados? | X | |
| ¿Están los controles protegidos contra activación accidental? | X | |
| ¿Están los controles etiquetados para la identificación de su función? | X | |
| ¿Están los controles de paros de emergencia identificados y fácilmente accesibles? | X | |
| ¿Los operadores tienen suficiente espacio de trabajo? | X | |
| ¿El área de trabajo se expone al tráfico del pasillo? | | X |
| ¿La iluminación del área de trabajo es la adecuada? | X | |
| ¿Existen espacios hechos específicamente para almacenaje, preparación de producto terminado y desecho? | X | |
| ¿Hay suficiente espacio para las actividades de mantenimiento? | X | |

3.1.8 Filtros

El objetivo de los filtros es extraer del aire comprimido que está circulando todas las impurezas y el agua condensada. Dicho en otra palabra el filtro tiene por misión:

- Detener las partículas sólidas
- Eliminar el agua condensada en el aire

Con esto se garantiza la buena circulación del aire hacia cada equipo, evitando la contaminación de los mismos. A continuación se detallan las características de los filtros instalados en cada uno de los equipos de la línea:

Tabla XVIII. Características de filtros en posicionadora Posimat

| POSICIONADORA POSIMAT | | | |
|------------------------------------|---|---------------------------------|--------------------------|
| Filtro No. | | Tipo de conexión: | 1/2" NPT |
| Cartucho No. | 010100 3532 | Drenado: | manual |
| Fabricante | Festo | Material envoltura: | Plástico y polipropileno |
| Material | Aluminio y plástico | Peso: | 1.76 lb |
| Porosidad | 40 µm | Presión: | 16 bar |
| Presión Diferencial Máxima: | 150 Psi /10 Bar | Temperatura: | 65 °c |
| Temperatura: | 140 °F / 60 °C | Presión de Chaqueta: | N / A |
| Uso: | Preparación del aire comprimido que ingresa al equipo POSIMAT | Temperatura de Chaqueta: | N / A |

Tabla XIX. Características de filtros en orientadora Giramat

| ORIENTADORA GIRAMAT | | | |
|------------------------------------|---|---------------------------------|--------------------------|
| Filtro No. | | Tipo de conexión: | 1/2" NPT |
| Cartucho No. | LFR – ¼ DO – MINI A | Drenado: | Manual |
| Fabricante | Festo | Material envoltura: | Policarbonato y aluminio |
| Material | Aluminio y plástico | Tamaño | 15 cm |
| Porosidad | 40 µm | Presión: | 10 bar |
| Presión Diferencial Máxima: | 14 Bar | Temperatura: | 60 °c |
| Temperatura: | | Presión de Chaqueta: | N / A |
| Uso: | Preparación del aire comprimido que ingresa al equipo GIRAMAT | Temperatura de Chaqueta: | N / A |

Tabla XX. Características de filtros de llenadora Serac

| LLENADORA SERAC | | | |
|------------------------------------|---|---------------------------------|--------------------------|
| Filtro No. | | Tipo de conexión: | 1/2" NPT |
| Cartucho No. | 13856 | Drenado: | Manual |
| Fabricante | Norgren | Material envoltura: | Plástico y Policarbonato |
| Material | Policarbonato | Tamaño | 25 cm |
| Porosidad | | Presión: | 10 bar |
| Presión Diferencial Máxima: | 150 Psig /10 Bar | Temperatura: | 65 °c |
| Temperatura: | 150 °F / 65 °C | Presión de Chaqueta: | N / A |
| Uso: | Preparación del aire comprimido que ingresa al equipo SERAC | Temperatura de Chaqueta: | N / A |

Continuación

LLENADORA SERAC

| | | | |
|------------------------------------|---|---------------------------------|--------------------------|
| Filtro No. | | Tipo de conexión: | 1/2" NPT |
| Cartucho No. | | Drenado: | Manual |
| Fabricante | Norgren | Material envoltura: | Plástico y Policarbonato |
| Material | Policarbonato | Tamaño | 15 cm |
| Porosidad | | Presión: | 10 bar |
| Presión Diferencial Máxima: | 10 Bar | Temperatura: | 60 °c |
| Temperatura: | 60 °C | Presión de Chaqueta: | N / A |
| Uso: | Preparación del aire comprimido que ingresa al equipo SERAC | Temperatura de Chaqueta: | N / A |

Tabla XXI. Características de filtros de taponadora Zalking

CABEZALES TAPONADORA ZALKING

| | | | |
|------------------------------------|--|---------------------------------|--------------------------|
| Filtro No. | | Tipo de conexión: | 1/2" NPT |
| Cartucho No. | LFR – ¼ DO – MINI A | Drenado: | Manual |
| Fabricante | Festo | Material envoltura: | Policarbonato y aluminio |
| Material | Aluminio y Policarbonato | Tamaño | 15 cm |
| Porosidad | 40 µm | Presión: | 16 bar |
| Presión Diferencial Máxima: | 14 Bar | Temperatura: | 60 °c |
| Temperatura: | 140 °F / 60 °C | Presión de Chaqueta: | N / A |
| Uso: | Preparación del aire comprimido que ingresa al cabezal distribuidor de tapones 1 | Temperatura de Chaqueta: | N / A |

Continuación

CABEZALES TAPONADORA ZALKING

| | | | |
|------------------------------------|--|---------------------------------|--------------------------|
| Filtro No. | | Tipo de conexión: | 1/2" NPT |
| Cartucho No. | 0821 300300 | Drenado: | Manual |
| Fabricante | Bosh | Material envoltura: | Policarbonato y aluminio |
| Material | Aluminio y Policarbonato | Tamaño | 15 cm |
| Porosidad | | Presión: | 16 bar |
| Presión Diferencial Máxima: | 16 Bar / 230 psi | Temperatura: | 60 °c |
| Temperatura: | 120 °F / 50 °C | Presión de Chaqueta: | N / A |
| Uso: | Preparación del aire comprimido que ingresa al cabezal distribuidor de tapones 2 | Temperatura de Chaqueta: | N / A |

Comentarios: los filtros no se encuentran numerados por código, debido a que estos instrumentos no han sido calibrados. La información sobre algunas de las especificaciones técnicas de los filtros se obtuvo de los sitios norgren.com y festo.com. Las calibraciones de los instrumentos de la línea se deben de realizar lo antes posible.

3.1.9 Tubería

A continuación se verifica la instalación de las tuberías que suministran agua hacia la llenadora SERAC y al suavizador de agua, recurso que proviene del área de mantenimiento:

- **Llenadora SERAC**

| | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| Fluido Tipo / Línea: | Aire comprimido / SERAC |
| Recurso del Fluido: | Sala de compresores - Mantenimiento |
| Aislamiento /Enchaquetado: | N / A |
| Material de Tubería: | Hierro galvanizado |
| Presión de Operación: | 100 Psi |

Tabla XXII. Verificación de tuberías en llenadora Serac.

| ASPECTO A VERIFICAR | CALIFICACIÓN | FECHA |
|--------------------------------------|--------------|-----------|
| Válvulas instaladas | Sí | 03-May-07 |
| Dispositivos de seguridad instalados | Sí | 03-May-07 |
| Instrumentación verificada | Sí | 03-May-07 |
| Limpieza completada | Sí | 03-May-07 |
| Prueba de Agua completada | N / A | |
| Pasivación completada | N / A | |
| Acoples Instalados | Sí | 03-May-07 |

Continuación

| ASPECTO A VERIFICAR | CALIFICACIÓN | FECHA |
|--|--------------|-----------|
| Configuración Verificada como en los P&ID | Sí | 03-May-07 |
| Tamaños de tubo verificados como en los P&ID | Sí | 03-May-07 |
| Conexiones verificadas como en los P&ID | Sí | 03-May-07 |
| Conexiones instaladas como en los P&ID | Sí | 03-May-07 |

- **Suavizador de agua**

Fluido Tipo / Línea: Agua (agua suavizada) / SERAC

Recurso del Fluido: Making Líquidos

Aislamiento/Enchaquetado: N / A

Material de Tubería: Acero inoxidable

Presión de Operación: N / A

Tabla XXIII. Verificación de tuberías en el suavizador de agua.

| ASPECTO A VERIFICAR | CALIFICACIÓN | FECHA |
|--|--------------|-----------|
| Válvulas instaladas | Sí | 03-May-07 |
| Dispositivos de seguridad Instalados | Sí | 03-May-07 |
| Instrumentación verificada | Sí | 03-May-07 |
| Limpieza completada | Sí | 03-May-07 |
| Prueba de agua completada | Sí | 03-May-07 |
| Pasivación Completada | N / A | |
| Acoples Instalados | Sí | 03-May-07 |
| Configuración verificada como en los P&ID | Sí | 03-May-07 |
| Tamaños de Tubo verificados como en los P&ID | Sí | 03-May-07 |
| Conexiones verificadas como en los P&ID | Sí | 03-May-07 |
| Conexiones instaladas como en los P&ID | Sí | 03-May-07 |

3.1.10 Bombas / Motores eléctricos

El motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica. Estos motores pueden presentar mejores ventajas que los motores de combustión, ya que a igual potencia, su tamaño y peso son más reducidos, tiene un par de giro elevado y, dependiendo del tipo de motor, prácticamente constante, su rendimiento es muy elevado casi al 80%, el cual aumenta conforme se incrementa la potencia de la máquina.

A continuación se detalla los motores localizados en cada uno de los equipos de la línea.

Tabla XXIV. Características de motores en taponadora Zalking.

TAPONADORA ZALKING

| Especificación | Cabezal 1 | Cabezal 2 | Especificación | Banda Transportadora |
|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------|
| Fabricante | Leroy Sommer | SNT | Fabricante | SNT |
| No. Serie | 600620 | 901622C | Modelo | T56B4 |
| Voltaje | 200/285 v | 380/415/440 | Serie | 933487 C |
| Corriente | 1.9 Amp. | 1.15/1.22/1.26 | Potencia | 0.09 Kw |
| Frecuencia | 60 Hz | 60 Hz | | 0.12 HP |
| IP | 55 | 55 | Voltaje | 260/460 v |
| Revoluciones | 1800 | 1680 | Corriente | 0.64 Amp. |
| Potencia | 0.37 KW | 0.37 KW | Frecuencia | 60 Hz |
| | 0.5 HP | 0.5 HP | Revoluciones | 1650 rpm |
| Año | 1996 | ----- | | |

Tabla XXV. Características de motores en posicionadora Posimat y orientadora Giramat

| POSICIONADORA POSIMAT | | ORIENTADORA GIRAMAT | |
|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Especificación | Banda Transportadora | Especificación | Banda Transportadora |
| Fabricante | AEG | Fabricante | AEG |
| Modelo | AM 71 NY4 | Modelo | AM 71 NY4 |
| No. Serie | 8612000 | No. Serie | 30510850 F |
| Potencia | 0.43 KW | Potencia | 0.45 KW |
| Voltaje | 265/460 v | Voltaje | 250/440 v |
| Corriente | 1.1 Amp. | Corriente | 1.2 Amp. |
| Frecuencia | 60 Hz | Frecuencia | 60 Hz |
| Revoluciones | 1670 rpm | Revoluciones | 1670 rpm |

Tabla XXVI. Características de motores en cabezal posterior de etiquetadora Krones

| CABEZAL BOBINA ETIQUETA POSTERIOR | | |
|--|--------------------|--------------------|
| Especificación | Debobinador | Embobinador |
| Fabricante | Dynetic Systems | Dynetic Systems |
| Motor | D.C. servomotor | D.C. servomotor |
| Modelo | 22055 A | 22055 A |
| No. Serie | 3281 | 3282 |
| Voltaje | 28 v | 28 v |
| Corriente D.C | 4.4 Amp. | 4.4 Amp. |

**Tabla XXVII. Características de motor de cabezal frontal de etiquetadora
Krones**

BOBINA ETIQUETA FRONTAL

| Especificación | Debobinador | Embobinador |
|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Fabricante | Dynetic Systems | Dynetic Systems |
| Motor | D.C. servomotor | D.C. servomotor |
| Modelo | 22055 A | 22055 A |
| No. Serie | 1370 | 1337 |
| Voltaje | 28 v | 28 v |
| Corriente D.C | 4.4 Amp. | 4.4 Amp. |

Tabla XXVIII. Características de motor de banda transportadora

Banda Transportadora

| Especificación | Banda Transportadora |
|-----------------------|-----------------------------|
| Fabricante | Sew eurodrive |
| Modelo | OFT 80 K4 |
| Serie | 870165339 |
| Potencia | 0.75 HP |
| Voltaje | 230 / 460 |
| Corriente | 2.9 / 1.45 Amp. |
| Frecuencia | 60 Hz |
| Revoluciones | 1700 rpm |

Tabla XXIX. Características de motor de etiquetadora Kronos

ETIQUETADORA KRONES

| Especificación | Banda Transportadora |
|-----------------------|-----------------------------|
| Fabricante | ICME |
| Modelo | T80 B4 |
| Potencia | 0.7 KW |
| Voltaje | 275/480 v |
| Corriente | 3.37 Amp. |
| Frecuencia | 60 Hz |
| Revoluciones | 1670 rpm |

3.1.11 Instrumentos

A continuación se detallan las características de los instrumentos a utilizar en cada componente de la línea los cuales son indispensables para el buen funcionamiento de la misma, ya que desempeñan papeles de control y mantenimiento durante el proceso de producción. Dentro de estos instrumentos se mencionan los siguientes: manómetros, unidades de mantenimiento, sensores, etc.

Tabla XXX. Características de instrumentos de la línea de producción.

| No. | Instrumento | Fabricante | Tipo / Modelo | No. Serial | Uso / Servicio | Fecha |
|-----|-------------------------|------------|---------------|----------------|---|----------|
| 1 | Regulador de presión | Festo | 159825 | 725 963 | Presión aire comprimido entrada 1 Posimat | 9-may-07 |
| 2 | Regulador de presión | Festo | 159825 | 725 964 | Regulador de presión de aire comprimido entrada 2 de Posimat | 9-may-07 |
| 3 | Regulador de presión | Festo | 159825 | 725 965 | Regulador de presión de aire comprimido entrada 3 de Posimat | 9-may-07 |
| 4 | Regulador de presión | Festo | 159825 | 725 966 | Presión aire comprimido entrada 4 de Posimat | 9-may-07 |
| 5 | Unidad de mantenimiento | Festo | Micro QBI | 010100 3532 | Preparación del aire comprimido que ingresa al equipo Posimat | 9-may-07 |

Continuación

| No. | Instrumento | Fabricante | Tipo / Modelo | No. Serial | Uso / Servicio | Fecha |
|-----|-------------------------|------------|---------------|------------|--|----------|
| 6 | Unidad de mantenimiento | Festo | LFR | ----- | Preparación del aire comprimido que ingresa a GIRAMAT | 9-may-07 |
| | | | MINI A | | | 9-may-07 |
| 7 | Unidad de mantenimiento | Norgren | 010 MINI | 13856 | Preparación del aire comprimido que ingresa a SERAC | 9-may-07 |
| 8 | Unidad de mantenimiento | Norgren | ----- | ----- | Preparación del aire comprimido que ingresa al equipo SERAC | 9-may-07 |
| 9 | Unidad de mantenimiento | Festo | LFR | ----- | Preparación del aire comprimido que ingresa al cabezal distribuidor de tapones 1 | 9-may-07 |
| | | | MINI A | | | 9-may-07 |

Continuación

| No. | Instrumento | Fabricante | Tipo / Modelo | No. Serial | Uso / Servicio | Fecha |
|-----|-------------------------|------------|---------------|----------------|--|----------|
| 10 | Unidad de mantenimiento | Bosh | ----- | 0821 300300 | Preparación del aire comprimido que ingresa al cabezal distribuidor de tapones 2 | 9-may-07 |
| 11 | Regulador de presión | Norgren | ----- | ----- | Regulador de presión de aire comprimido que ingresa al equipo SERAC | 9-may-07 |
| 12 | Regulador de presión | Norgren | Q1827 | 231010 | Regulador de presión de aire comprimido que ingresa al equipo SERAC | 9-may-07 |
| 13 | Sensor | Data | G9600 148 | ----- | Sensor 1 en banda transportadora GIRAMAT | 9-may-07 |
| | | Logic | | | | 9-may-07 |
| 14 | Sensor | Data | G9600 148 | ----- | Sensor 2 en banda transportadora GIRAMAT | 9-may-07 |
| | | Logic | | | | 9-may-07 |

Continuación

| No. | Instrumento | Fabricante | Tipo / Modelo | No. Serial | Uso / Servicio | Fecha |
|-----|-------------|---------------|---------------|------------|---|----------|
| 15 | Sensor | Allen Bradley | 9L77 | ----- | Sensor 1 en banda transportadora SERAC | 9-may-07 |
| 16 | Sensor | Allen Bradley | 9L77 | ----- | Sensor 2 en banda transportadora SERAC | 9-may-07 |
| 17 | Sensor | Allen Bradley | 9L77 | ----- | Sensor 1 en banda transportadora de los tapones | 9-may-07 |
| 18 | Sensor | Allen Bradley | 9L77 | ----- | Sensor 2 en banda transportadora de los tapones | 9-may-07 |
| 19 | Sensor | Visolux | 4215 52S | ----- | Sensor 1 en banda transportadora de la etiquetadora | 9-may-07 |
| 20 | Sensor | Visolux | 4215 52S | ----- | Sensor 2 en banda transportadora de la etiquetadora | 9-may-07 |

Continuación

| No. | Instrumento | Fabricante | Tipo / Modelo | No. Serial | Uso / Servicio | Fecha |
|-----|-------------|---------------|---------------|------------|--|----------|
| 21 | Sensor | LION | LRD 2100 | ----- | Sensor etiqueta frontal en etiquetadora KRONES | 9-may-07 |
| 22 | Sensor | LION | LRD 6110 | ----- | Sensor etiqueta posterior en etiquetadora KRONES | 9-may-07 |
| 23 | Sensor | Allen Bradley | 9L77 | ----- | Sensor 1 en banda transportadora etiquetadora KRONES | 9-may-07 |
| 24 | Sensor | Allen Bradley | 9L77 | ----- | Sensor 2 en banda transportadora etiquetadora KRONES | 9-may-07 |
| 25 | Sensor | Imaje | ----- | ----- | Sensor de codificador Imaje | 9-may-07 |
| 26 | Sensor | Visolux | 4215 52S | ----- | Sensor en banda transportadora | 9-may-07 |

Continuación

| No. | Instrumento | Fabricante | Tipo / Modelo | No. Serial | Uso / Servicio | Fecha |
|-----|-------------|------------|----------------|------------|-------------------------------|----------|
| 27 | Sensor | Norgren | M7600M 3899 | Y0411 | Sensor del equipo SERAC | 9-may-07 |
| 28 | Sensor | Norgren | M7600M 3899 | Y0413 | Sensor del equipo SERAC | 9-may-07 |
| 29 | Sensor | Norgren | M7600M 3899 | Y0510 | Sensor del equipo SERAC | 9-may-07 |
| 30 | Sensor | Norgren | M7600M 3899 | Y0511 | Sensor del equipo SERAC | 9-may-07 |
| 31 | Sensor | Norgren | M7600M 3899 | Y0512 | Sensor del equipo SERAC | 9-may-07 |
| 32 | Sensor | Norgren | M7600M 3899 | Y0513 | Sensor del equipo SERAC | 9-may-07 |

Comentarios: los instrumentos del equipo y de la línea Serac no han sido calibrados desde su ingreso a la planta de Guatemala, por lo que éstos no poseen numeración de la misma.

3.1.12 Panel de control

El panel de control es una herramienta que incluye elementos predeterminados que se utilizan para establecer los parámetros con los que se trabajará en los distintos productos. A continuación se estudiará con más detalle el panel de control de cada equipo de la línea de llenado.

- **Panel de control POSIMAT**

El tablero de comando, situado a un costado de la máquina contiene todos los elementos con que se comanda la misma. Este tablero de comando posee una pantalla sensible al tacto, la cual puede ser utilizada para navegar en los diferentes comandos y programar de la POSIMAT, según las características de los envases con los que se esté trabajando. A continuación se presenta un diagrama del mismo.

Figura 28. Panel de control de la posicionadora Posimat



Fuente: Empresa de Manufactura.

Tabla XXXI. Descripción del funcionamiento del panel de control de posicionadora Posimat

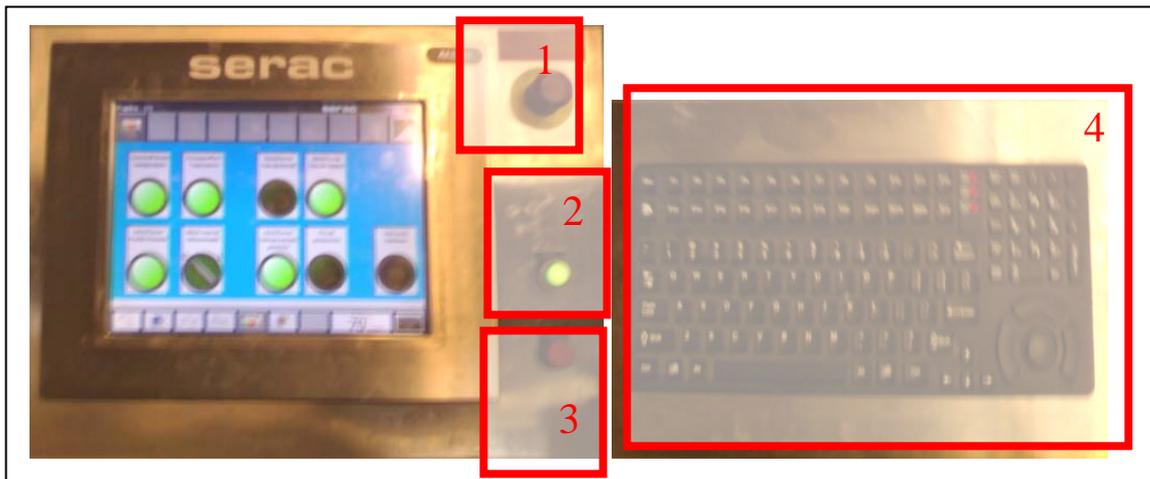
| No. | DISPOSITIVO | DESCRIPCIÓN |
|-----|--|---|
| 1 | Pantalla | La pantalla del Panel de Control de la máquina posicionadora Posimat tiene un doble propósito, pues ésta sirve para visualizar los comandos del equipo y los indicadores del mismo, así como navegar dentro de las diferentes pantallas. A través de esta pantalla se puede ingresar a los diferentes submenús que se encuentren definidos en el equipo y establecer los parámetros de operación de la posicionadora. |
| 2 | Botón de Emergencia | Este botón de emergencia, al ser oprimido, le quita tensión a todos los elementos del equipo, paralizando las actividades del mismo. Este botón se encuentra ubicado en el extremo del Panel de Control para que pueda ser presionado rápidamente. |
| 3 | <i>Start Conveyor</i> (Inicio Transportadora) | Este botón energiza al motor de la banda transportadora haciéndola girar para que los envases puedan ser depositados sobre ella. |
| 4 | Accionamientos de Posición | Los botones de accionamiento se utilizan para arrancar el equipo o para pararlo de manera segura. El botón verde es el botón de arranque (<i>starter unscrambler</i>) y el botón rojo es el de apagado (<i>stop unscrambler</i>). |
| 5 | Reversa | La función de este botón (<i>reverse</i>) es el de invertir el sentido de rotación de la mesa giratoria del equipo Posimat sobre la cual se colocan los envases. |

- **Panel de control SERAC**

La interfaz hombre-máquina ha sido diseñada para hacer intuitiva la utilización del equipo Serac. La utilización de un bloque táctil, permite una navegación en las diferentes opciones, pulsando directamente los símbolos gráficos o íconos que permite a los usuarios operar el equipo rápidamente y sin necesidad de gran capacitación.

La pantalla permite al operador leer toda la información dada por el sistema. El Panel de Control de la máquina SERAC está compuesto de la siguiente manera:

Figura 29. Panel de control llenadora Serac



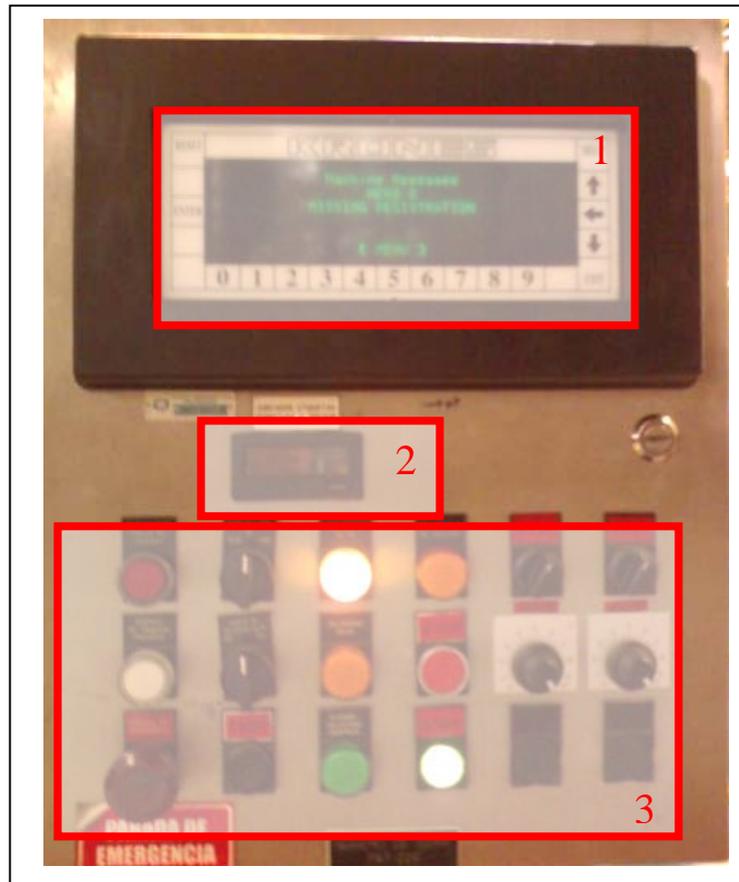
Fuente: Empresa de Manufactura.

**Tabla XXXII. Descripción del funcionamiento del panel de control
llenadora Serac**

| No. | DISPOSITIVO | DESCRIPCIÓN |
|-----|---------------------|---|
| 1 | Botón de Emergencia | Este botón al ser oprimido, le quita tensión a todos los elementos del equipo, paralizando las actividades del mismo. Cuenta con un sistema de enclavamiento mecánico, el cual debe de ser deshabilitado para poner el equipo a funcionar. |
| 2 | Encendido | El controlador <i>Start</i> sirve para encender el equipo y dejarlo listo para empezar a llenar los envases según el formato establecido. Posee un indicador luminoso de color verde para poder ser identificado con mayor facilidad. |
| 3 | Apagado | El controlador <i>Stop</i> sirve para apagar el equipo de manera segura. Este botón es de color rojo y se encuentra bajo el botón de encendido " <i>Start</i> ". |
| 4 | Teclado | El Teclado se utiliza para introducir caracteres alfanuméricos en el sistema del equipo Serac. Éste a su vez permite, realizar la navegación dentro de las diferentes pantallas. Cuenta con dos opciones de uso, teclado numérico y teclado del sistema. Además el teclado cuenta con un cursor o mouse, que le permite a los operadores navegar entre los diferentes campos posibles de ser modificados. |

- Panel de control Etiquetadora Krones

Figura 30. Panel de control etiquetadora Krones



Fuente: Empresa de Manufactura.

**Tabla XXXIII. Descripción del funcionamiento del panel de control
etiquetadora Kronos**

| No. | DISPOSITIVO | DESCRIPCIÓN | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|---|-----------------------------|--|---------------------------|--|-------------------------|---|---------------------------|---|---------------------|--|--------------------------|---|
| 1 | Pantalla | <p>La pantalla del Panel de Control de la etiquetadora permite la selección de los parámetros de operación del equipo, así como la visualización de los mensajes que despliega sobre la información del equipo. En los costados y en la parte inferior de la pantalla se encuentran una serie de botones que permiten la navegación dentro del sistema. Entre ellos se encuentran los siguientes botones:</p> | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="480 852 667 961">Reset (Reinicio)</td> <td data-bbox="667 852 1351 961">Reinicializa el sistema después de una alarma.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="480 961 667 1071">Enter (Entrar)</td> <td data-bbox="667 961 1351 1071">Procesa nuevos ingresos ó parámetros seleccionados en las pantallas.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="480 1071 667 1180">Help (Ayuda)</td> <td data-bbox="667 1071 1351 1180">Despliega mensajes informativos de ayuda según la pantalla en la que uno se encuentre</td> </tr> <tr> <td data-bbox="480 1180 667 1350">Cursores (↑←↓)</td> <td data-bbox="667 1180 1351 1350">Se utilizan para cambiar los valores para determinados parámetros o para avanzar a través de las pantallas de mensajes.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="480 1350 667 1520">Exit (Salir)</td> <td data-bbox="667 1350 1351 1520">Utilizado para salir de las pantallas y regresar a las pantallas principales o inicial sin procesar cambios en los parámetros.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="480 1520 667 1680">Números (1-9)</td> <td data-bbox="667 1520 1351 1680">Se utilizan para seleccionar las opciones desplegadas o para introducir caracteres numéricos.</td> </tr> </table> | Reset (Reinicio) | Reinicializa el sistema después de una alarma. | Enter (Entrar) | Procesa nuevos ingresos ó parámetros seleccionados en las pantallas. | Help (Ayuda) | Despliega mensajes informativos de ayuda según la pantalla en la que uno se encuentre | Cursores (↑←↓) | Se utilizan para cambiar los valores para determinados parámetros o para avanzar a través de las pantallas de mensajes. | Exit (Salir) | Utilizado para salir de las pantallas y regresar a las pantallas principales o inicial sin procesar cambios en los parámetros. | Números (1-9) | Se utilizan para seleccionar las opciones desplegadas o para introducir caracteres numéricos. |
| Reset (Reinicio) | Reinicializa el sistema después de una alarma. | | | | | | | | | | | | | |
| Enter (Entrar) | Procesa nuevos ingresos ó parámetros seleccionados en las pantallas. | | | | | | | | | | | | | |
| Help (Ayuda) | Despliega mensajes informativos de ayuda según la pantalla en la que uno se encuentre | | | | | | | | | | | | | |
| Cursores (↑←↓) | Se utilizan para cambiar los valores para determinados parámetros o para avanzar a través de las pantallas de mensajes. | | | | | | | | | | | | | |
| Exit (Salir) | Utilizado para salir de las pantallas y regresar a las pantallas principales o inicial sin procesar cambios en los parámetros. | | | | | | | | | | | | | |
| Números (1-9) | Se utilizan para seleccionar las opciones desplegadas o para introducir caracteres numéricos. | | | | | | | | | | | | | |

Continuación

| No. | DISPOSITIVO | DESCRIPCIÓN |
|-----|-----------------|--|
| 2 | Contador | Este contador de tipo digital, se utiliza para visualizar la cantidad de envases etiquetados por el equipo. |
| 3 | Botonera | <p>Esta sección del panel de control es utilizada para modificar la mayor parte de parámetros de manera sencilla y rápida por medio de los siguiente botones: (ordenados de izquierda a derecha y empezando por la fila superior)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Restablecer falla de máquina (indicador de luz roja). 2 Ajuste de altura (interruptor para bajar o subir). |
| | | <ol style="list-style-type: none"> 3 Velocidad alta (indicador de luz amarilla). 4 Advertencia de máquina (indicador de luz naranja). 5 B / Sal (interruptor). 6 B / Ent (interruptor). 7 Energía de máquina prendida (indicador de luz amarilla). 8 Ajuste de velocidad alta (interruptor para incrementar ó reducir). 9 Velocidad baja (indicador de luz naranja). 10 <i>Stop</i> 11 Vel / S (regulador de velocidad). 12 Vel / E (regulador de velocidad). 13 Parada de emergencia 14 <i>Test</i> (botón pulsador). |

Continuación

| No. | DISPOSITIVO | DESCRIPCIÓN |
|-----|-------------|---|
| | | 15 Avance de velocidad despacio (indicador de luz verde). 16 Start (indicador de luz verde). |

- **Panel de control codificador de envases IMAJE**

Figura 31. Panel de control codificador IMAJE



Fuente: Empresa de Manufactura.

Tabla XXXIV. Descripción del funcionamiento del codificador de envases

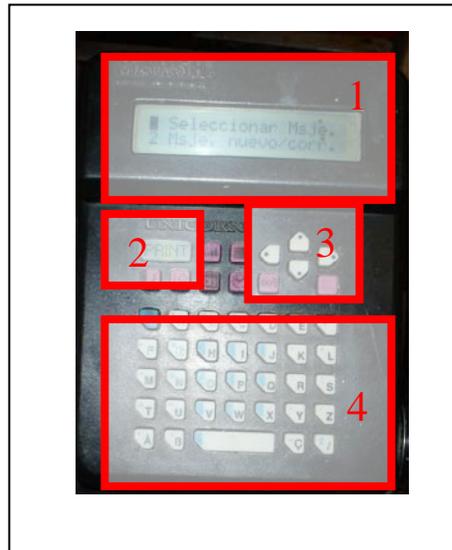
| No. | DISPOSITIVO | DESCRIPCIÓN |
|-----|-----------------------|--|
| 1 | Encendido / Apagado | Utilizado para la puesta en marcha del equipo, así como para accionar el mecanismo de paro. |
| 2 | Pantalla | Permite visualizar los mensajes que aparezcan sobre el estatus de las impresiones, así como el diálogo interactivo del operario con el codificador. La pantalla de cristal líquido puede mostrar hasta 40 caracteres. |
| 3 | Cursores | Se utilizan para navegar dentro de las diferentes funciones de codificado, las cuales pueden ser borrar, modificar y realizar inserciones de caracteres. |
| 4 | Teclado | Permite la introducción de caracteres necesarios para realizar los ajustes del equipo. Permite realizar cambios en la hora del reloj del equipo para fijar el horario correspondiente, ajustar el contador, ingresar a las diferentes funciones del programa y edición y modificación de los mensajes. |
| 5 | Permutación | El botón de permutación permite modificar las funciones del equipo y los cambios de los textos, así como el ingreso de códigos con doble línea. |
| 6 | Indicadores Luminosos | <p>Los indicadores luminosos muestran el estado del equipo de codificación. En el panel de control se encuentran 4 indicadores luminosos, los cuales son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Power</i> (Poder) Indica si el equipo se encuentra conectado a la tensión de la red eléctrica al encenderse un led de color amarillo. |

Continuación

| No. | DISPOSITIVO | DESCRIPCIÓN |
|-----|-------------|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="581 531 1373 1119">• <i>Ready</i> (Listo) Indica el estado de la inyección de tinta al encender un LED de color verde. Si se encuentra apagado, nos indica que está listo para imprimir el código correspondiente. Si está encendido continuamente, indica que la inyección de tinta se encuentra en servicio y si se encuentra intermitente, indica que se encuentra en fase de arranque o en alarma, en ambas circunstancias es imposible imprimir el código juliano. <li data-bbox="581 1140 1373 1287">• <i>Fault</i> (Error) Al encenderse el color rojo, indica que se ha detectado un defecto en la impresión o se ha activado alguna alarma del sistema. <li data-bbox="581 1308 1373 1734">• <i>Alarm</i> (Alarma) Indica las alarmas del equipo. Si se encuentra encendido fijo, indica una alarma en el chorro de inyección e imposibilita la impresión. Si se encuentra encendido de manera intermitente indica un error en la velocidad de impresión. De lo contrario, si este se encuentra apagado corresponde a que no hay ninguna alarma. |

- Panel de control codificador MARSH

Figura 32. Panel de control del codificador de cajas MARSH.



Fuente: Empresa de Manufactura.

Tabla XXXV. Descripción del funcionamiento del codificador cajas.

| No. | DISPOSITIVO | DESCRIPCIÓN |
|-----|----------------------|---|
| 1 | Pantalla | Es en la pantalla donde se pueden visualizar los caracteres y valores de los elementos que se van a imprimir, así como las funciones disponibles del equipo de codificación de cajas. |
| 2 | Botón de impresión | Con este botón se activa o se desactiva el trabajo de impresión de la codificadora. |
| 3 | Teclas de Navegación | Estos cursores sirven para mover el cursor por el menú y los campos de mensajes. |

Continuación

| No. | DISPOSITIVO | DESCRIPCIÓN |
|-----|-------------|---|
| 4 | Teclado | El teclado se utiliza para introducir los diferentes caracteres para la impresión del código juliano. Para poder introducir numerales se debe presionar la tecla shift, que activa la segunda función de algunas teclas, donde se encuentran los números. |

Comentarios: algunos de los equipos no poseen panel de control, únicamente botoneras, por lo que no se tomaron en cuenta.

3.1.13 Documentos / Manuales

A continuación se detallan cuáles son los manuales que se poseen de cada equipo que compone la línea de producción:

Tabla XXXVI. Documentos y manuales de la línea Serac

| Documento / Manual | Título | Fecha Verificación |
|---------------------------|--|---------------------------|
| Manual | Manual del usuario Posimat | 17-may-07 |
| Manual | Manual del usuario Giramat | 17-may-07 |
| Cd | Manual del usuario Giramat | 17-may-07 |
| Manual | Manual de instrucción Serac R18V6/1620 | 17-may-07 |
| Cd | Manual de instrucción Serac R18V6/1620 | 17-may-07 |
| Manual | Manual Eléctrico Serac | 17-may-07 |
| Documento | Glostrup Denmark | 17-may-07 |
| Manual | Digital Controller | 17-may-07 |
| Manual | Línea 14 Serac - Denmark | 17-may-07 |
| Cd | Línea 14 Serac CP - Denmark | 17-may-07 |
| Documento | Software company | 17-may-07 |
| Manual | Autocol machine, users manual Krones 747-226 | 17-may-07 |
| Manual | Autocol Manual de partes Krones 747-226 | 17-may-07 |

Continuación

| Documento / Manual | Título | Fecha Verificación |
|-----------------------|--|-----------------------|
| Manual | Autocol Instrucciones de servicio – Krones 747 -226 | 17-may-07 |
| Manual | Component Product Information Autocol (Información de los componentes del producto) – Krones 747-226 | 17-may-07 |
| Manual | Codificadora de envases Imaje Gama S-8 | 17-may-07 |

Comentarios: no se cuenta con manuales para la mesa giratoria fabricada por la empresa contratista S.I.M, ni para la selladora de cajas 3M ni para el codificador de cajas MARSH.

3.2 Aseguramiento de calidad de la operación

El aseguramiento de calidad de la operación indica si los resultados que se obtienen son los esperados y si existe alguna desviación en el desempeño, lo cuales deben ser anotados y corregidos, para justificar la aceptación del sistema.

3.2.3 Validación de pruebas

A continuación se realizará la verificación del equipo y de los servicios requeridos por la línea de producción.

3.2.3.1 Inspección de los servicios

Se verifica que las conexiones estén identificadas y sean funcionales.

Tabla XXXVII. Inspección de servicios

| Paso | Acción | Status | Fecha |
|------|--|--------|----------|
| 1 | Inspeccionar las conexiones eléctricas. | Hecho | 5-jun-07 |
| 2 | Inspeccionar las conexiones de vacío. | Hecho | 5-jun-07 |
| 3 | Inspeccionar las conexiones de enfriamiento/calentamiento. | Hecho | 5-jun-07 |
| 4 | Inspeccionar las conexiones de aire comprimido | Hecho | 5-jun-07 |

Comentarios: las conexiones se encuentran identificadas, pintadas según las especificaciones de la empresa y las cuales sí son funcionales. La línea Serac no cuenta con conexiones de vacío, conexiones de enfriamiento o conexiones de calentamiento, ya que el proceso no lo requiere.

3.2.3.2 Prueba del equipo

Las pruebas se realizaron sobre el funcionamiento de los botones de emergencia, guardas y micros de seguridad, las cuales consisten en verificar que los equipos se detengan cuando alguno de ellos sean activados. No en todos los equipos se alcanzaron buenos resultados, por lo que es necesario rectificar y tomar acciones correctivas hasta alcanzar las condiciones normales.

Tabla XXXVIII. Pruebas del equipo de seguridad

| No. | ACCIÓN | RESULTADOS | FECHA VERIFICACIÓN |
|-----|--|---|--------------------|
| 1 | Accionar el botón de Paro del Panel de Control del equipo Posimat | La máquina posicionadora se detiene, enviando un mensaje al Panel de Control indicando Parada de Emergencia | 13-jun-07 |
| 2 | Accionar el botón de Paro que se encuentra a un lado de la banda transportadora del equipo Posimat | La máquina posicionadora se detiene, enviando un mensaje al Panel de Control indicando Parada de Emergencia | 13-jun-07 |

Continuación

| No. | ACCIÓN | RESULTADOS | FECHA VERIFICACIÓN |
|-----|--|---|--------------------|
| 3 | Accionar el botón de Paro que se encuentra ubicado en el tablero eléctrico del equipo Posimat | La máquina posicionadora se detiene, enviando un mensaje al Panel de Control indicando Parada de Emergencia | 13-jun-07 |
| 4 | Abrir las guardas de la máquina Posimat | La máquina posicionadora se detiene enviando un mensaje al Panel de Control indicando la parada. | 13-jun-07 |
| 5 | Accionar el botón de Paro del Panel de Control del equipo Giramat | La máquina orientadora se detiene, | 13-jun-07 |
| 6 | Accionar el botón de Paro que se encuentra a un lado de la banda transportadora del equipo Giramat | La máquina orientadora se detiene, | 13-jun-07 |
| 7 | Accionar el botón de Paro que se encuentra ubicado en el tablero eléctrico del equipo Giramat | La máquina orientadora se detiene, | 13-jun-07 |
| 8 | Abrir las guardas de la Giramat | La máquina orientadora se detiene, | 13-jun-07 |
| 9 | Accionar el botón de Paro del Panel de Control de la llenadora Serac | La máquina llenadora se detiene, enviando un mensaje al Panel de Control indicando la Parada de Emergencia | 13-jun-07 |
| 10 | Accionar el botón de Paro de Emergencia del Panel de Control de la llenadora Serac | La máquina llenadora desenergiza todos los componentes inmediatamente por lo que toda la línea para. | 13-jun-07 |

Continuación

| No. | ACCIÓN | RESULTADOS | FECHA VERIFICACIÓN |
|-----|---|---|--------------------|
| 11 | Accionar el botón de Paro que se encuentra a un lado de la banda transportadora del equipo Serac | La máquina llenadora se detiene, enviando un mensaje al Panel de Control indicando Parada de Emergencia | 13-jun-07 |
| 12 | Accionar el switch que se encuentra ubicado en el tablero eléctrico del equipo Serac | La máquina llenadora desenergiza todos los componentes inmediatamente por lo que todo el equipo para. | 13-jun-07 |
| 13 | Abrir las guardas de la máquina Serac | La máquina posicionadora se detiene enviando un mensaje al Panel de Control indicando que las guardas se encuentran abiertas. | 13-jun-07 |
| 14 | Accionar el botón de Paro del Panel de Control de la etiquetadora Kronas | La máquina etiquetadora se detiene, enviando un mensaje al Panel de Control indicando la Parada de Emergencia | 13-jun-07 |
| 15 | Accionar el botón de Paro de la etiquetadora que se encuentra a un lado de la banda transportadora del equipo Serac | La máquina etiquetadora se detiene, enviando un mensaje al Panel de Control indicando Parada de Emergencia | 13-jun-07 |
| 16 | Accionar el switch que se encuentra ubicado en el tablero eléctrico de la etiquetadora Kronas | La máquina etiquetadora desenergiza todos los componentes inmediatamente por lo que todo el equipo para. | 13-jun-07 |

Continuación

| No. | ACCIÓN | RESULTADOS | FECHA VERIFICACIÓN |
|-----|---|---|--------------------|
| 17 | Abrir las guardas de la máquina etiquetadora Krones | La máquina etiquetadora se detiene enviando un mensaje al Panel de Control indicando la parada. | 13-jun-07 |
| 18 | Accionar el switch de encendido de la mesa giratoria de acumulación | La mesa de acumulación arranca o para, según la manera en que esta se encuentre. | 13-jun-07 |
| 19 | Accionar el botón de Paro de Emergencia de la selladora de cajas 3M | La selladora de cajas se detiene. | 13-jun-07 |

3.2.4 Bombas / Motores eléctricos

A continuación se realiza la prueba de cada motor de la línea con el fin de verificar su buen funcionamiento. Además se confirma que la rotación, RPM, voltaje, corriente y potencia sean las establecidas en el sistema de aseguramiento de la calidad (inciso 3.1).

• **MOTOR: POSIMAT**

Motor Fabricante: AEG
Modelo: AM 90 LY4
Número Serial: 51612599
Potencia (KW): -----

Pruebas:

1. Rotación especificada Reloj o Contrarreloj: **reloj**
Rotación actual Reloj o Contrarreloj: **reloj**
 2. RPM especificado: **1690 rpm**
Actual RPM: **1320 rpm**
 3. Voltaje especificado: **460 V**
Voltaje actual: **440 V**
 4. Corriente Especificada: **3.55 Amp.**
Corriente actual: **2.96 Amp.**
 5. Motor: *Start:* **verificado** *Stop:* **verificado**
- Potencia (Hp): -----

Condiciones anormales durante la corrida: **no se presentaron**

Comentarios: el motor eléctrico del equipo Posimat, se encuentra instalada bajo el equipo, lo que dificulta la lectura de algunas de las especificaciones del mismo, además se encuentra recubierto por una guarda plástica montada para seguridad de los operadores.

• **MOTOR: Banda transportadora Posimat**

Motor Fabricante: AEG
Modelo: AM 71 NY4
Número Serial: 08612000
Potencia (KW): 0.43 KW

Pruebas:

1. Rotación especificada Reloj o Contrarreloj: reloj
Rotación actual Reloj o Contrarreloj: reloj

2. RPM especificado: 1670 rpm
Actual RPM: 1660 rpm

3. Voltaje especificado: 265/460 V
Voltaje actual: 440 V

4. Corriente especificada: 1.1 Amp.
Corriente actual: 1.2 Amp.

5. Motor: Start: verificado Stop: verificado

Potencia (Hp): 0.50 Hp

Condiciones anormales durante la corrida: no se presentaron

Comentarios: este motor sirve para impulsar la banda transportadora del equipo Posimat, la cual traslada los envases que salen del equipo Posimat y los transporta hacia la banda transportadora de la orientadora Giramat. El motor se encuentra instalado al final de la banda transportadora.

• **MOTOR: Banda transportadora Giramat**

Motor Fabricante: AEG
Modelo: AM 71 NY4
Número Serial: 30510850 F
Potencia (KW): 0.45 KW

Pruebas:

1. Rotación especificada Reloj o Contrarreloj: reloj
Rotación actual Reloj o Contrarreloj: reloj
2. RPM especificado: 1670 rpm
Actual RPM: 1665 rpm
3. Voltaje especificado: 250/440 V
Voltaje actual: 440 V
4. Corriente especificada: 1.2 Amp.
Corriente actual: 1.0 Amp.
5. Motor: Start: verificado Stop: verificado

Potencia (Hp): 0.50 Hp

Condiciones anormales durante la corrida: no se presentaron

Comentarios: este motor sirve para impulsar la banda transportadora del equipo Giramat, la cual traslada los envases que salen del equipo y los transfiere hacia la banda transportadora de la llenadora Serac. El motor se encuentra instalado al final de la banda transportadora.

• **MOTOR: Serac**

Motor Fabricante: ABB Motors

Modelo: MT 100 LA 28-4

Número Serial: MR 110022 – 5

Potencia (KW): 0.45 KW

Pruebas:

1. Rotación especificada Reloj o Contrarreloj: **reloj**
Rotación actual Reloj o Contrarreloj: **reloj**
2. RPM especificado: **1720 rpm**
Actual RPM: **1700 rpm**
3. Voltaje especificado: **440 V**
Voltaje actual: **440 V**
4. Corriente especificada: **4.9 Amp.**
Corriente actual: **4.1 Amp.**
5. Motor: *Start:* **verificado** *Stop:* **verificado**

Potencia (Hp): **0.50 Hp**

Condiciones anormales durante la corrida: **no se presentaron**

Comentarios: el motor del equipo Serac se encuentra instalado bajo el equipo, y este motor se encarga de transferir la energía a cada mecanismo del equipo, incluyendo la taponadora, por medio de engranajes y poleas.

• **MOTOR: Cabezal distribuidor de tapones Zalking 1**

Motor Fabricante: Leroy Somer

Modelo: -----

Número Serial: 600620

Potencia (KW): 0.45 KW

Pruebas:

1. Rotación especificada Reloj o Contrarreloj: **reloj**
Rotación actual Reloj o Contrarreloj: **reloj**
2. RPM especificado: **1800 rpm**
Actual RPM: **1795 rpm**
3. Voltaje especificado: **200/285 v**
Voltaje actual: **240 V**
4. Corriente especificada: **1.9 Amp.**
Corriente actual: **1.6 Amp**
5. Motor: *Start:* **verificado** *Stop:* **verificado**

Potencia (Hp): **0.50 Hp**

Condiciones anormales durante la corrida: **no se presentaron**

Comentarios: el motor del cabezal de tapones se encarga de distribuir los tapones dentro de las guías, con el fin de dirigirlas hacia la taponadora, por medio del movimiento giratorio de la base del cabezal.

• **MOTOR: Cabezal distribuidor de tapones Zalking 2**

Motor Fabricante: SNT
Modelo: -----
Número Serial: 901622C
Potencia (KW): 0.45 KW

Pruebas:

1. Rotación especificada Reloj o Contrarreloj: reloj
Rotación actual Reloj o Contrarreloj: reloj
2. RPM especificado: 1680 rpm
Actual RPM: 1680 rpm
3. Voltaje especificado: 380/415/440 V
Voltaje actual: 440 V
4. Corriente especificada: 1.22/1.26 Amp.
Corriente actual: 1.20 Amp
5. Motor: Start: verificado Stop: verificado

Potencia (Hp): 0.50 Hp

Condiciones anormales durante la corrida: no se presentaron

Comentarios: el motor del cabezal de tapones se encarga de distribuir los tapones dentro de las guías, con el fin de dirigirlas hacia la taponadora, por medio del movimiento giratorio de la base del cabezal.

• **MOTOR: Banda transportadora de tapones**

Motor Fabricante: SNT
Modelo: T56B4
Número Serial: 933487 C
Potencia (Hp): 0.12 HP

Pruebas:

1. Rotación especificada Reloj o Contrarreloj: **reloj**
Rotación actual Reloj o Contrarreloj: **reloj**
2. RPM especificado: **1650 rpm**
Actual RPM: **1640 rpm**
3. Voltaje especificado: **260/460 V**
Voltaje actual: **440 V**
4. Corriente especificada: **0.64 Amp.**
Corriente actual: **0.63 Amp.**
5. Motor: *Start:* **verificado** *Stop:* **verificado**

Potencia (Hp): **0.12 Hp**

Condiciones anormales durante la corrida: **no se presentaron**

Comentarios: el motor de la banda transportadora de tapones se encarga de impulsar la banda transportadora, con el fin de que los tapones ingresen dentro de la taponadora Serac.

• **MOTOR: Banda transportadora etiquetadora Krones**

Motor Fabricante: ICME
Modelo: T80 B4
Número Serial: -----
Potencia (Hp): 0.7 KW

Pruebas:

1. Rotación especificada Reloj o Contrarreloj: **reloj**
Rotación actual Reloj o Contrarreloj: **reloj**
2. RPM especificado: **1670 rpm**
Actual RPM: **1660 rpm**
3. Voltaje especificado: **275/480 V**
Voltaje actual: **440 V**
4. Corriente especificada: **3.37 Amp.**
Corriente actual: **3.28 Amp.**
5. Motor: *Start:* **verificado** *Stop:* **verificado**

Potencia (Hp): 0.94 Hp

Condiciones anormales durante la corrida: **no se presentaron**

Comentarios: este motor sirve para impulsar la banda transportadora de la etiquetadora Krones, la cual traslada los envases que salen del equipo y los transfiere hacia la banda transportadora que los dirige hacia la mesa de acumulación. El motor se encuentra instalado al final de la banda transportadora.

• **MOTOR: Banda transportadora antes de la mesa de acumulación**

Motor Fabricante: Sew eurodrive

Modelo: OFT 80 K4

Número Serial: 870165339

Potencia (Hp): 0.75 HP

Pruebas:

1. Rotación especificada Reloj o Contrarreloj: **reloj**
Rotación actual Reloj o Contrarreloj: **reloj**
2. RPM especificado: **1700 rpm**
Actual RPM: **1500 rpm**
3. Voltaje especificado: **230 / 460 V**
Voltaje actual: **440 V**
4. Corriente especificada: **2.9 / 1.45 Amp.**
Corriente actual: **1.2 Amp.**
5. Motor: *Start:* **verificado** *Stop:* **verificado**

Potencia (Hp): **0.75 Hp**

Condiciones anormales durante la corrida: **no se presentaron**

Comentarios: el motor de la banda transportadora se encuentra instalado al final de la misma y se encarga de impulsar la banda para que los envases provenientes de la etiquetadora Kronos se dirijan hacia la mesa de acumulación giratoria.

3.2.5 Instrumentos críticos

A continuación se verifica la calibración de los instrumentos críticos, los cuales son las unidades de mantenimiento de cada manómetro de la línea.

La función de estos instrumentos es filtrar el aire comprimido y capturar las partículas sólidas y las gotas de humedad contenidas en el aire, las cuales deterioran las instalaciones neumáticas y provocan desgastes prematuros en superficies deslizantes, ejes, vástagos, juntas, etc, reduciendo la duración de los distintos elementos de la instalación.

Tabla XXXIX. Características de manómetros

| Ítem: | Manómetro | Ítem: | Manómetro |
|--------------|------------------|--------------|---|
| Numeración: | LI-EXT-MA01 | Numeración: | LI-SERAC-MA05 |
| Fabricante: | MPRGREN | Fabricante: | FESTO |
| Modelo: | N / A | Modelo: | 525 575 |
| No. Serial: | N / A | No. Serial: | N / A |
| Rango: | 0 – 11 bar | Rango: | 0 – 10 bar |
| Descripción: | N/A | Descripción: | Entrada de aire comprimido al equipo Posimat. |
| Calibración: | jun-07 | Calibración: | jun-07 |
| Frecuencia: | 1 año | Frecuencia: | 1 año |
| Estado: | Vigente | Estado: | Vigente |

Continuación

| Ítem: | Manómetro | Ítem: | Manómetro |
|--------------|---|--------------|---|
| Numeración: | LI-SERAC-MA06 | Numeración: | LI-SERAC-MA14 |
| Fabricante: | FESTO | Fabricante: | NORGREN MARTONAIR |
| Modelo: | 162835 | Modelo: | N / A |
| No. Serial: | N / A | No. Serial: | N / A |
| Rango: | rango 0 – 16 bar | Rango: | 0 – 10 bar |
| Descripción: | Entrada de aire comprimido al equipo Giramat. | Descripción: | Entrada uno de aire comprimido al equipo Serac. |
| Calibración: | Junio 2007 | Calibración: | jun-07 |
| Frecuencia: | 1 año | Frecuencia: | 1 año |
| Estado: | Vigente | Estado: | Vigente |

| Ítem: | Manómetro | Ítem: | Manómetro |
|--------------|---|--------------|---|
| Numeración: | LI-SERAC-MA15 | Numeración: | LI-SERAC-MA17 |
| Fabricante: | NORGREN MARTONAIR | Fabricante: | FESTO |
| Modelo: | N / A | Modelo: | 356 874 |
| No. Serial: | N / A | No. Serial: | N / A |
| Rango: | 0 – 10 bar | Rango: | 0 – 10 bar |
| Descripción: | Entrada dos de aire comprimido al equipo Serac. | Descripción: | Entrada de aire comprimido al cabezal 1 distribuidor de tapones Zalkin. |
| Calibración: | Junio 2007 | Calibración: | jun-07 |
| Frecuencia: | 1 año | Frecuencia: | 1 año |
| Estado: | Vigente | Estado: | Vigente |

Continuación

| Ítem: | Manómetro |
|--------------|---|
| Numeración: | LI-SERAC-MA18 |
| Fabricante: | S / M |
| Modelo: | 1827231010 |
| No. Serial: | N / A |
| Rango: | 0 – 16 bar |
| Descripción: | Entrada de aire comprimido al cabezal 2 distribuidor de tapones Zalkin. |
| Calibración: | Junio 2007 |
| Frecuencia: | 1 año |
| Estado: | Vigente |

Comentarios: todos los instrumentos de la línea Serac han sido probados y luego calibrados para que su funcionamiento sea el adecuado para asegurar la calidad en la operación.

3.2.6 Bloqueo / Seguridad del sistema

Las prácticas utilizadas en la empresa de bloqueo y etiquetado de los equipos se han detallado en el capítulo cuatro “Implementación” (inciso 4.4.1).

3.2.7 Secuencia de operación

En la siguiente tabla se muestra la secuencia general de arranque de los equipos:

Tabla XL. Secuencia de arranque

| No. | PASO | ACCIÓN | RESULTADO ESPERADO | COMENTARIOS |
|-----|--|---|--|--|
| 1 | Revisar que los equipos se encuentren conectados a la electricidad | Inspeccionar visualmente y verificar la conexión eléctrica de los equipos | Los equipos deben de estar conectados a la electricidad y listos para funcionar. | Las terminales eléctricas deben estar en buenas condiciones y no presentar riesgos de ningún tipo |
| 2 | Revisión de los botones de Paro de Emergencia | Inspeccionar que los botones de paro no se encuentre pulsados | Esto permitirá que los equipos puedan operar de manera normal | Es posible que los botones se hayan presionado el día anterior para detener el proceso |
| 3 | Encender el switch principal de la Serac | Girar el interruptor principal de la llenadora Serac. | Energizar el equipo para configurar las características de producción. | El interruptor se encuentra en el panel eléctrico de la Serac. |
| 4 | Abrir la entrada de aire comprimido | Girar la llave ubicada en la entrada de aire comprimido del equipo | El suministro de aire comprimido debe ingresar al equipo | La tubería y la válvula de aire comprimido se encuentran identificadas por medio del color amarillo. |
| 5 | Iniciar el programa de la llenadora Serac | Esperar alrededor de 5 minutos para que inicien los programas del equipo. | Carga automática de los programas de la máquina llenadora Serac | La secuencia de carga de los programas se inicia al encender el <i>switch</i> principal. |
| 6 | Escoger el programa de operación | Seleccionar el programa de operación de la máquina llenadora (producción, sanitización, etc.) | Carga de las operaciones necesarias para realizar la operación seleccionada | El proceso tarda alrededor de 2 minutos en lo que se cargan las configuraciones necesarias |

Continuación

| No. | PASO | ACCIÓN | RESULTADO ESPERADO | COMENTARIOS |
|-----|--|---|---|--|
| 7 | Seleccionar el producto a llenar | Seleccionar el volumen y producto a utilizar en la llenadora. | Carga automática de las configuraciones según las especificaciones de llenado. | Se debe escoger dentro de la selección de productos previamente utilizados en el equipo. |
| 8 | Revisión del equipo | Inspeccionar y limpiar las balanzas de la máquina llenadora. | Las bases de las balanzas deben de estar libres de elementos que afectan en el peso del producto. | Se debe eliminar residuos de producto. |
| 9 | Establecer la velocidad de arranque | Ingresar la velocidad de inicio de la producción para fines de estabilización. | A esta velocidad será a la que la máquina llenadora Serac iniciará la producción. | Se debe utilizar una velocidad relativamente baja para observar deficiencias del proceso. |
| 10 | Abrir las válvulas de ingreso del producto | Pulsar en la pantalla del Panel de Control el botón de las válvulas de entrada de producto. | Permitir el ingreso de producto al tanque de la máquina llenadora Serac. | Se debe de ingresar a las configuraciones de mantenimiento del Panel de Control de la Serac. |
| 11 | Arrancar la taponadora Serac | Pulsar en la pantalla del Panel de Control el botón de arranque de la taponadora. | Energizar y arrancar la taponadora, esperando los envases llenados. | La taponadora empieza a girar, pero sin agarrar tapas, hasta que circulen los envases llenos. |
| 12 | Arrancar la banda transportadora del equipo Serac | Pulsar en la pantalla del Panel de Control el botón de arranque de la banda transportadora. | La banda transportadora empieza a circular para que los envases puedan ser colocados sobre ella. | La banda transportadora aumenta gradualmente su velocidad hasta alcanzar la velocidad normal. |
| 13 | Realizar prueba de ensayo estático | Pesar en una balanza la cantidad de producto a modo de prueba. | El equipo llena un envase con la cantidad de producto para tomarlo como referencia de peso. | Primero llena un envase a la mitad para calcular la cantidad de producto necesario y luego lo termina de llenar. |
| 14 | Arrancar el equipo | Presionar el botón de arranque. | La máquina esta preparada ahora para producir. | Empezará a producir únicamente cuando haya envases, líquido y tapones disponibles. |
| 15 | Abrir la entrada de aire comprimido del equipo Posimat | Girar la llave ubicada en a la entrada de aire comprimido de la máquina posicionadora. | El suministro de aire comprimido debe ingresar al equipo y ser filtrado por la unidad de mantenimiento. | La tubería y la válvula de aire comprimido se identifican con el color amarillo. |
| 16 | Encender el switch principal de la Posimat | Girar el interruptor principal de la posicionadora Posimat. | Energiza el equipo y lo deja listo para la configuración. | El interruptor se encuentra en el panel eléctrico de la Posimat. |
| 17 | Iniciar el programa de la Posimat | Esperar alrededor de 2 minutos para que inicien los programas del equipo. | Carga automática de los programas de la máquina posicionadora Posimat. | La secuencia de carga de los programas se inicia al encender el switch principal. |

Continuación

| No. | PASO | ACCIÓN | RESULTADO ESPERADO | COMENTARIOS |
|-----|--|--|---|--|
| 18 | Selección del envase a utilizar en Posimat | Seleccionar las características de la presentación (color, producto, tamaño) | El programa configura las características del tipo de envase a utilizar. | La Posimat determina la posición correcta y las características de los envases por medio de cámaras. |
| 19 | Arrancar la banda transportadora de la Posimat | Presionar el botón de encendido de la banda transportadora desde el Panel de Control | La banda transportadora comenzará a girar para que puedan ser colocados los envases sobre ella. | Al realizar este paso se abre automáticamente la entrada de aire comprimido del equipo. |
| 20 | Arrancar la Posicionadora | Presionar el botón de encendido desde el Panel de Control. | La Posicionadora comenzará a girar, lista para operar. | El equipo quedará listo para la colocación de los envases sobre la banda transportadora. |
| 21 | Regular la velocidad de la Posimat | Aumentar o disminuir la velocidad hasta alcanzar la velocidad estándar. | La velocidad debe de ser acorde a la producción real para no acumular producto. | Este paso eliminará posibles paradas por acumulación de producto en la Serac. |
| 22 | Encender el <i>switch</i> principal de la Giramat | Girar el interruptor principal de la giradora Giramat. | Energizar el equipo y dejarlo listo para operar. | El interruptor se encuentra en el equipo. |
| 23 | Encender el equipo Giramat | Presionar el botón "rearmar" para arrancar el equipo. | El equipo se encuentra listo para operar. | Este paso a su vez desactiva los sistemas de seguridad para cuando el equipo se encuentra apagado. |
| 24 | Encender el <i>switch</i> principal de la etiquetadora | Girar el interruptor principal de la etiquetadora Krones. | Energizar el equipo para cargar las configuraciones correctas. | El interruptor se encuentra en el panel eléctrico de la etiquetadora. |
| 25 | Iniciar el programa de la etiquetadora Krones | Esperar alrededor de 1 minuto para que inicien los programas del equipo. | Carga de los programas de la máquina etiquetadora Krones. | La secuencia de carga de los programas se inicia desde el Panel de Control. |
| 26 | Energizar el equipo Krones | Presionar el botón para energizar los componentes de la etiquetadora. | Energizar los componentes del equipo para que puedan operar. | Se deben energizar los componentes para que se puedan cargar las configuraciones. |
| 27 | Selección del envase a utilizar en Posimat | Seleccionar las características de la presentación (producto, tamaño) | El programa configura las características del tipo de envase a utilizar. | La etiquetadora selecciona la altura correcta para la etiqueta. |
| 28 | Arrancar la banda transportadora de la etiquetadora | Presionar el botón de encendido de la banda desde el Panel de Control | La banda transportadora comenzará a girar para hacer circular los envases. | Envases vienen de la banda Transp. de Serac. |
| 29 | Arrancar el equipo | Presionar el botón de arranque. | El equipo se encuentra listo para operar. | Verificar la entrada de los envases a equipo. |

Continuación

| No. | PASO | ACCIÓN | RESULTADO ESPERADO | COMENTARIOS |
|-----|---|--|---|---|
| 30 | Encender el codificador de cajas IMAJE | Conectar a la electricidad el equipo de codificación IMAJE. | Se energiza el equipo y se deja listo para operar. | Automáticamente corre un programa que lo deja listo para codificar. |
| 31 | Ajustes de codificación | Cambiar los ajustes de codificación desde el Panel de Control del codificador. | El código juliano de cada envase debe de corresponder a las nuevas condiciones. | Se debe reiniciar el contador y cambiar el día y el turno del código juliano. |
| 32 | Arrancar la banda transportadora | Pulsar el botón de arranque desde el Panel de Control Kronos. | La banda transportadora estará lista para hacer circular los envases. | La banda transportadora se encuentra a la salida de la etiquetadora. |
| 33 | Encender la mesa giratoria de acumulación | Presionar el botón de arranque de la mesa giratoria. | La mesa comenzará a girar para acumular el producto. | La mesa se utiliza para facilitar el trabajo a los operarios. |
| 34 | Encender la selladora de cajas 3M | Se debe activar el interruptor de la selladora de cajas. | Energizar el equipo y dejarlo listo para operar. | El interruptor se encuentra en la base de la mesa de trabajo. |
| 35 | Encender el codificador de cajas Marsh | Cambiar los ajustes de codificación. | El codificador debe de imprimir el código juliano correspondiente. | Se debe reiniciar el contador de cajas y cambiar los ajustes de impresión. |
| 36 | Estabilizar los equipos | Revisión final de todos los equipos de la línea | Preparar el equipo y dejarlo listo para la producción. | Se deben corregir efectos negativos que puedan ocurrir. |
| 37 | Iniciar la producción | Comenzar con la producción especificada. | Se empezará a producir. | Se deben revisar todos los elementos para evitar fallos. |
| 38 | Realizar pruebas de calidad | Medir el peso de los envases y realizarles las pruebas necesarias. | No deben presentarse defectos de envase o de peso del producto terminado. | Si se encuentran defectos, se debe hacer los ajustes necesarios y correr otra prueba de producción. |

Comentarios: esta secuencia de arranque es general para el llenado de envases con cualquier producto, por lo que pueden excluirse algunos de los pasos dependiendo del envase a utilizar, ya que algunos de ellos no pueden ser ingresados en el equipo Posimat y puede crear desperfectos de acabado en los mismos.

3.2.8 Alarmas

Cuando se presenta alguna situación que impida el buen funcionamiento de las máquina, en ellas se dispara una alarma y al mismo tiempo aparece en el panel de control la indicación del problema actual en donde, a su vez, las máquinas se detienen. A continuación se detallan las alarmas para la línea.

Tabla LI. Lista de alarmas en línea de llenado

| Alarma | DESCRIPCIÓN | | INDICACIÓN | |
|---|---|--------|--|---------|
| | Causa | Actual | Visual | Audible |
| “Puerta delantera abierta” Equipo Posimat | Las guardas frontales se encuentran abiertas. Sensores activados. | ✓ | Luz roja fija Despliega mensaje en la pantalla del Panel de Control “Puerta delantera abierta” | X |
| “Puerta trasera abierta” Equipo Posimat | La escotilla trasera de la Posimat se encuentra abierta. Sensor activado. | ✓ | Luz roja fija Despliega mensaje en la pantalla del Panel de Control “Puerta trasera abierta” | X |
| “Atasco en embudo” Equipo Posimat | Envase trabado en embudo interno de la máquina posicionadora. | ✓ | Luz roja fija Despliega mensaje “Atasco en embudo” | X |
| “Reverse” Equipo Posimat | Se activó la función de reversa del equipo Posimat. | ✓ | Luz naranja fija | X |
| “Falta de tapones” Equipo Serac | Poco abastecimiento a la entrada de la taponadora Serac. | ✓ | Despliega mensaje “Falta de tapones” | X |

Continuación

| Alarma | DESCRIPCIÓN | | INDICACIÓN | |
|--|---|--------|--|---------|
| | Causa | Actual | Visual | Audible |
| “tapones trabados” Equipo Serac | Tapones atascados en el cabezal distribuidor Zalking. | ✓ | Despliega mensaje “tapones trabados” | X |
| “Fuga en envases” Equipo Serac | Líquido derramado en las balanzas de la máquina llenadora. | ✓ | Despliega mensaje “Fuga en envases” | X |
| “Ausencia de envases” Equipo Serac | Poca acumulación de envases a la entrada de la llenadora Serac. | ✓ | Despliega mensaje “Ausencia de envases” | X |
| “Guardas abiertas” Equipo Serac | Alguna de las guardas de la llenadora se encuentra abierta. | ✓ | Despliega mensaje “Guardas abiertas” | X |
| Puertas abiertas de la etiquetadora Kronos | Las guardas de la etiquetadora pueden encontrarse abiertas o los detectores magnéticos pueden no estar funcionando. | ✓ | Luz roja fija. Despliega mensaje en la pantalla del Panel de Control “Door Open” | X |
| Falta de etiquetas | Suministro de etiquetas a nivel muy bajo o bobina mal posicionada. | ✓ | Luz roja fija. Despliega mensaje en la pantalla del Panel de Control “Low Reel” | X |

Continuación

| Alarma | DESCRIPCIÓN | | INDICACIÓN | |
|---|--|--------|--|----------|
| | Causa | Actual | Visual | Audible |
| Suministro continuo de etiquetas | El botón pulsador “jog” esta activado. | ✓ | Despliega mensaje en la pantalla del Panel de Control <i>“Jog Active”</i> | X |
| No responde la etiquetadora | El motor no responde a la programación indicada | N / A | Luz roja fija. Despliega mensaje en la pantalla del Panel de Control <i>“No Responce”</i> | X |
| Sobre esfuerzo del motor de la etiquetadora | Le consumo excede la capacidad de torque del motor | N / A | Luz roja fija. Despliega mensaje en la pantalla del Panel de Control <i>“Excessive Effort”</i> | X |

Comentarios: el indicador visual de color verde de la máquina posicionadora Posimat, que indica que el equipo está listo para operar, no funciona, por lo que el operador debe estar seguro de que todo se encuentra en orden para poner a funcionar el equipo. La máquina llenadora Serac no cuenta con alarmas visuales, únicamente con los mensajes desplegados en el Panel de Control del equipo.

3.2.9 Prueba del equipo

A continuación se detallan las pruebas realizadas a cada manómetro de la línea en donde se indica la fecha calibración y cuando será la próxima fecha.

Tabla LII. **Lista de verificación de pruebas realizadas a los equipos**

| DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO | No. IDENTIFICACIÓN | FECHA CALIBRACIÓN | PRÓXIMA CALIBRACIÓN |
|---|--------------------|-------------------|---------------------|
| Manómetro | | | |
| Marca: MPRGREN, rango 0 – 11 bar | LI-EXT-MA01 | Jun-07 | Jun-08 |
| Manómetro | | | |
| Marca: FESTO, rango 0 – 10 bar | LI-SERAC-MA01 | Jun-07 | Jun-08 |
| Manómetro | | | |
| Marca: FESTO, rango 0 – 16 bar | LI-SERAC-MA02 | Jun-07 | Jun-08 |
| Manómetro | | | |
| Marca: FESTO, No. de serie: 345395 rango 0 – 16 bar | LI-SERAC-MA03 | Jun-07 | Jun-08 |
| Manómetro | | | |
| Marca: FESTO, rango 0 – 10 bar | LI-SERAC-MA04 | Jun-07 | Jun-08 |

Continuación

| DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO | No. IDENTIFICACIÓN | FECHA CALIBRACIÓN | PRÓXIMA CALIBRACIÓN |
|---|--------------------|-------------------|---------------------|
| Manómetro | | | |
| Marca: FESTO, No. de serie: 525725 - u4 rango 0 – 10 bar | LI-SERAC-MA05 | Jun-07 | Jun-08 |
| Manómetro | | | |
| Marca: FESTO, No. de serie: 162836 rango 0 – 16 bar | LI-SERAC-MA06 | Jun-07 | Jun-08 |
| Manómetro | | | |
| Marca: FESTO, rango 0 – 4 bar | LI-SERAC-MA07 | Jun-07 | Jun-08 |

3.2.10 Cumplimiento de procedimientos de operación

Los procedimientos de operación son guías para el personal de la planta con lo cual se garantiza un trabajo estandarizado, con calidad y a su vez con seguridad. El cumplimiento de los mismos son mandatorios para todas las líneas. A continuación se presentan los procedimientos de operación asignados a la línea de llenado SERAC.

Tabla LIII. Procedimiento ambiental

| AMBIENTAL | | | | |
|------------------|---------------|----------------|---|--------------------------------|
| Número | | | Título | Comentario |
| Área | Número | Versión | | |
| AMB | 2001 | 1 | Manejo de desechos de la planta de líquidos | Fecha de vencimiento nov-07 |

Tabla LIV. Procedimientos de operación en laboratorio

| LABORATORIO | | | | |
|--------------------|---------------|----------------|--|---|
| Número | | | Título | Comentario |
| Área | Número | Versión | | |
| LAB | 5 | 2 | Proceso de Muestreo de Materia Prima, Producto en Proceso y Producto Terminado | No posee fecha de emisión ni fecha de vencimiento |
| LAB | 8 | 2 | Registro y documentación en el laboratorio de control de calidad | Fecha de vencimiento oct-08 |

Tabla LV. Procedimiento de mantenimiento

| MANTENIMIENTO | | | | |
|----------------------|---------------|----------------|---|--------------------------------|
| Número | | | Título | Comentario |
| Área | Número | Versión | | |
| MAN | 2300 | 0 | Procedimiento de control de calibración | Fecha de vencimiento nov-08 |

Tabla LVI. Procedimiento de limpieza y sanitización.

| LIMPIEZA | | | | |
|----------|--------|---------|---|--------------------------------|
| Número | | | Título | Comentario |
| Área | Número | Versión | | |
| LIM | 2006 | 4 | Procedimiento para la determinación de cloro libre en solución | Fecha de vencimiento oct-08 |
| LIM | 2036 | 1 | Limpieza general de la planta de líquidos | Fecha de vencimiento oct-08 |
| LIM | 2100 | 1 | Procedimiento de limpieza de las líneas de llenado | Fecha de vencimiento oct-08 |
| LIM | 2209 | 0 | Procedimiento para la manipulación, almacenamiento y limpieza de los nipples y placas de transferencia. | Fecha de vencimiento oct-08 |
| LIM | 2101 | 0 | Limpieza y sanitización de la llenadora Serac | Fecha de vencimiento oct-08 |

Tabla LVII. Procedimiento de seguridad

| SEGURIDAD | | | | |
|-----------|--------|---------|--|---|
| Número | | | Título | Comentario |
| Área | Número | Versión | | |
| SEG | 2004 | 0 | Guía general de irrupción en líneas en la planta de líquidos | No posee fecha de emisión ni fecha de vencimiento |

Tabla LVIII. Procedimiento de operación en la línea

| OPERACIÓN | | | | |
|-----------|--------|---------|--|--------------------------------|
| Número | | | Título | Comentario |
| Área | Número | Versión | | |
| MFT | 2207 | 4 | Muestreo de producto terminado y producto en proceso para análisis fisicoquímico y microbiológico | Fecha de vencimiento oct-08 |
| MFT | 2208 | 1 | Código juliano e identificación de muestras de producto en proceso y producto terminado para análisis fisicoquímico y microbiológico | Fecha de vencimiento nov-08 |
| MFT | 2210 | 1 | Procedimiento verificación de balanzas en la planta de líquidos | Fecha de vencimiento oct-08 |
| MFT | 2211 | 2 | Medición de índice de calidad | Fecha de vencimiento nov-08 |
| MFT | 2226 | 0 | Procedimiento para documentación de acciones correctivas y preventivas en la planta de líquidos | Fecha de vencimiento nov-08 |
| MFT | 2501 | 0 | Procedimiento de despeje de líneas por change over | Fecha de vencimiento nov-08 |

3.2.11 Forma de la calificación de operación

A continuación se califican los aspectos relevantes dentro de la línea con lo cual se asegura la calidad tanto de la instalación así como de la operación de la misma.

a. Verificar que la calificación de la instalación ha sido completada.

Comentarios: la calificación de la instalación ha sido completada, abarcando los incisos aplicables a la línea llenadora Serac y cumpliendo con las especificaciones de la empresa de manufactura de Guatemala.

b. El funcionamiento del equipo y todos los tests descritos en los formatos de Calificación de la operación han sido completados.

Comentarios: se monitoreó el funcionamiento de los equipos los cuales son respaldados por los *test* realizados durante la calificación de la operación de la línea Serac que permiten la validación operacional de la misma.

c. Verificar que los requerimientos de servicio están identificados y son funcionales.

Comentarios: los servicios suministrados a esta línea son los requeridos por los equipos, los cuales se ajustan a las especificaciones de los mismos, además son funcionales y se encuentran identificados con etiquetas o códigos de color según las especificaciones de la planta.

d. Revisar la lista de los dispositivos que necesitan ser chequeados en los controles, protocolos de instrumentación, *test* y resultados para verificar la operación de cada dispositivo. Todos los instrumentos críticos deben ser calibrados.

Comentarios: los dispositivos se han chequeado, se ha revisado la documentación de los instrumentos, los *test* se han realizado y se han verificado los resultados. Se tuvo que esperar a que los instrumentos de la línea fueran calibrados y que se realizaran los reportes de calibración.

3.3 Aseguramiento de calidad en el desempeño de la línea

El aseguramiento de calidad en el desempeño de la línea muestra los resultados finales obtenidos luego de evaluar las condiciones sobre las cuales se producirá el producto terminado validando los equipos que intervienen en el proceso de llenado.

Para evaluar el desempeño de la línea se tomaron en cuenta los siguientes criterios de aceptación:

- QI (índice de calidad) $\geq 98.5 \%$
- OEE (Efectividad total del equipo) $\geq 46.5 \%$
- Cpk/Ppk ≥ 0.67 y ≤ 1.31
- Ppk > 1

Para validar este proceso se hace considerando los siguientes parámetros de operación, que se deben cumplir para establecer la aceptación o rechazo de la capacidad del proceso y determinar los indicadores de productividad. Los parámetros de operación se presentan a continuación:

Tabla LIX. Parámetros de operación por producto.

| Llenadora Serac | | |
|------------------------|----------------------------------|------------|
| Suavizante 1.9 L | Peso máximo | 1895 g |
| | Peso estándar | 1881 g |
| | Peso mínimo | 1867 g |
| | Velocidad promedio de producción | 51 u / min |
| Suavizante 1 L | Peso máximo | 1000 g |
| | Peso estándar | 990 g |
| | Peso mínimo | 980 g |
| | Velocidad promedio de producción | 75 u / min |

3.3.1 Control estadístico del proceso

El control estadístico del proceso se realiza para verificar la calidad de los productos que salen de la llenadora los cuales, luego de un proceso de distribución son llevados al consumidor final. Este control se realiza tomando el peso de 3 envases cada quince minutos durante 4 horas. Estas muestras se deben tomar en condiciones de producción normales, es decir, a velocidad estándar, temperatura ambiente y con toda la tripulación de operadores completa.

En la tabla LX se muestra los resultados de los indicadores de calidad y las conclusiones respectivas para cada producto que se produce en la línea Serac.

Tabla LX. Control estadístico del proceso por producto

| PRODUCTO | TAMAÑO | Cpk/Ppk | Ppk | CONCLUSIONES | |
|------------|--------|---------|------|--------------|---------------|
| Suavizante | 1 L | 1.44 | 1.43 | Capaz | No en control |
| Suavizante | 1.9 L | 1.53 | 0.40 | No Capaz | No en control |

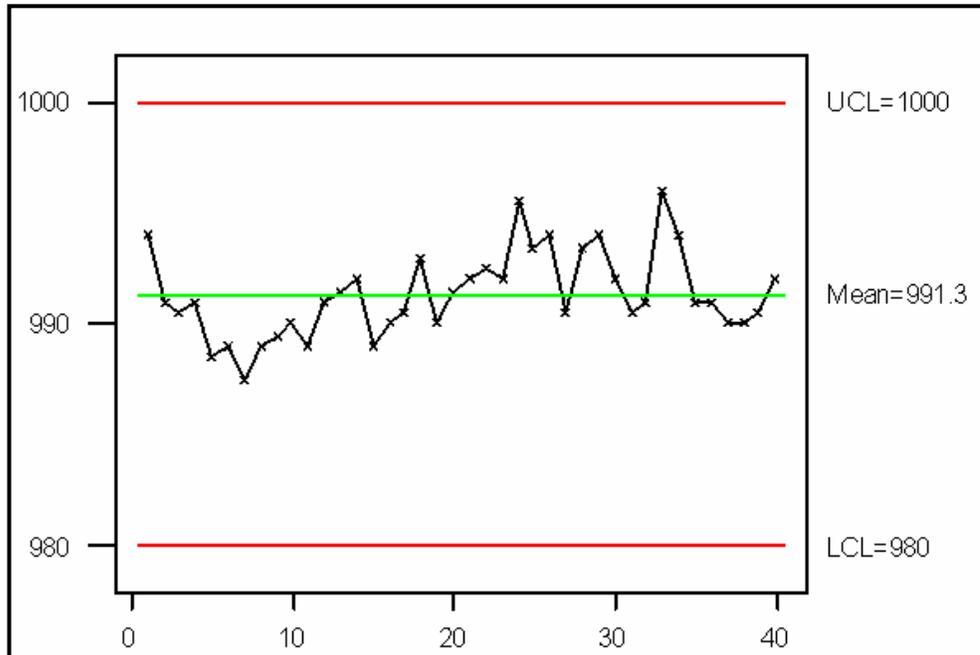
3.3.1.1 Gráficos de control por cada producto

Para el análisis de los pesos también se generaron los gráficos de control, los cuales muestran los siguientes resultados.

- **Suavizante de Tela 1 Lt.**

En este gráfico de control se visualiza una tendencia ascendente y en muy poco se acerca al estándar requerido. Sin embargo el producto no se rechaza.

Figura 33. Gráfico de control del proceso para suavizante 1 Lt.



Fuente: Minitab *Statistical Software*. **Empresa de manufactura**

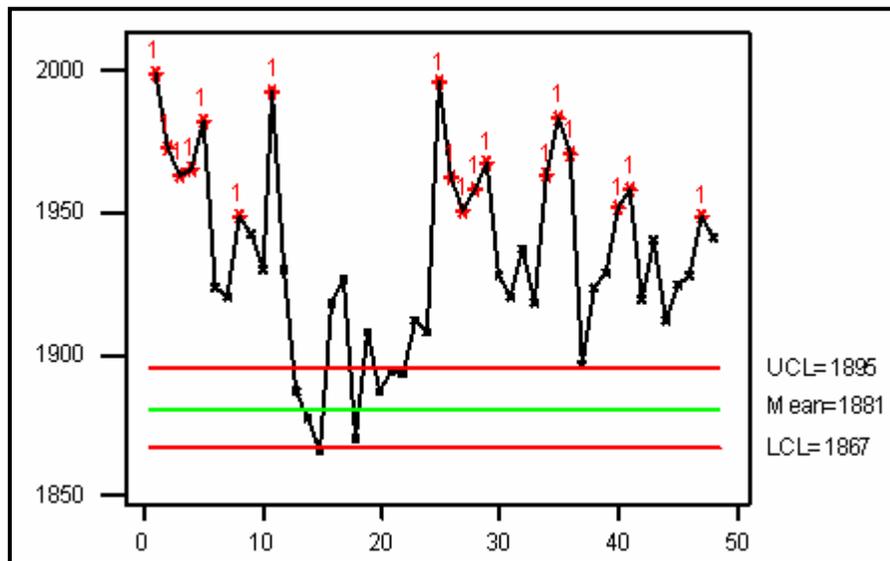
En donde la media y los límites son los siguientes:

UCL: 1000 gr
Media: 991.3 gr
LCL: 980 gr

- **Suavizante de Tela 1.9 Lt**

Los resultados que muestra la gráfica es que el peso de los productos no está en control, mostrando mucha variabilidad en el proceso. Los pesos están por encima del límite superior permitido, es decir, no cumple con el estándar de la empresa, es por ello que se debe pasar por un proceso de aprobación de dicho *batch* para poder enviar el producto para su distribución o rechazo.

Figura 34. Gráfico de control del proceso para suavizante 1.9 Lt.



Fuente: Minitab *Statistical Software*. **Empresa de manufactura**

Donde la media y los límites son los siguientes:

UCL: 1895 gr
Media: 1881 gr
LCL: 1867 gr

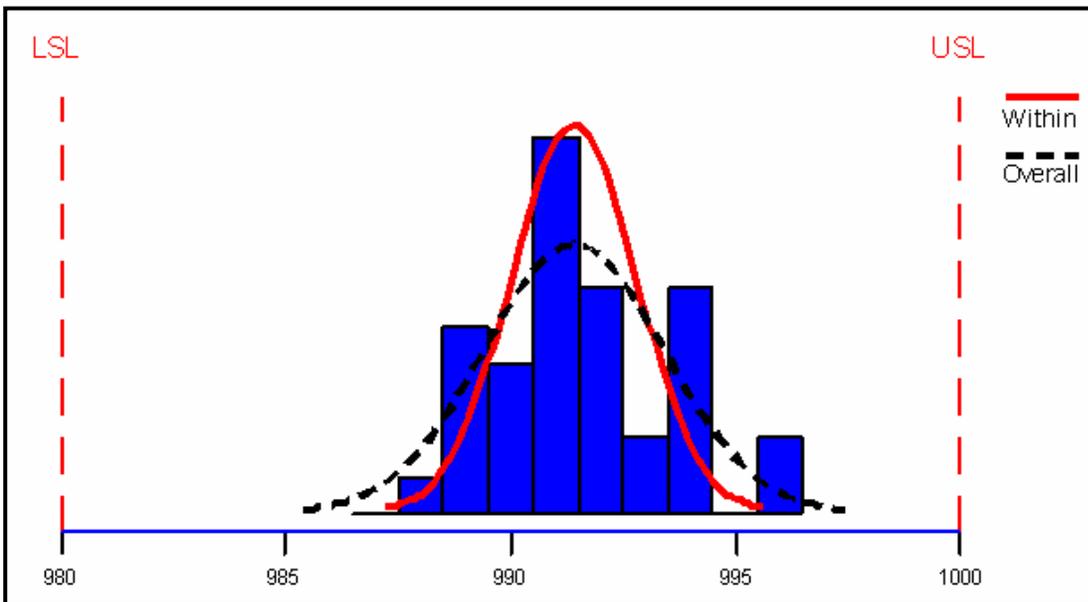
3.3.1.2 Análisis de la capacidad del proceso

Siendo el análisis de capacidad del proceso la medida que muestra la uniformidad durante el proceso de producción, a continuación se realizará la medición para las dos presentaciones del suavizante.

- **Suavizante de tela 1 Lt.**

En base a los datos tomados de los pesos de los envases se realizó el histograma el cual refleja el siguiente resultado:

Figura 35. Gráfico de capacidades para suavizante de 1 Lt.



Fuente: Minitab *Statistical Software*. **Empresa de manufactura**

En el gráfico se muestra que los resultados se acercan ligeramente hacia su límite superior (USL) presentando una desviación estándar aceptable en el proceso.

Tabla LXI. Resultados de Capacidades para suavizante 1 Lt.

| Capacidad Potencial (dentro o Within) | | Capacidad Total | |
|--|------|----------------------------|------|
| Cp | 2.39 | Pp | 1.66 |
| CPU | 2.06 | PPU | 1.43 |
| CPL | 2.73 | PPL | 1.89 |
| Cpk | 2.06 | Ppk | 1.43 |

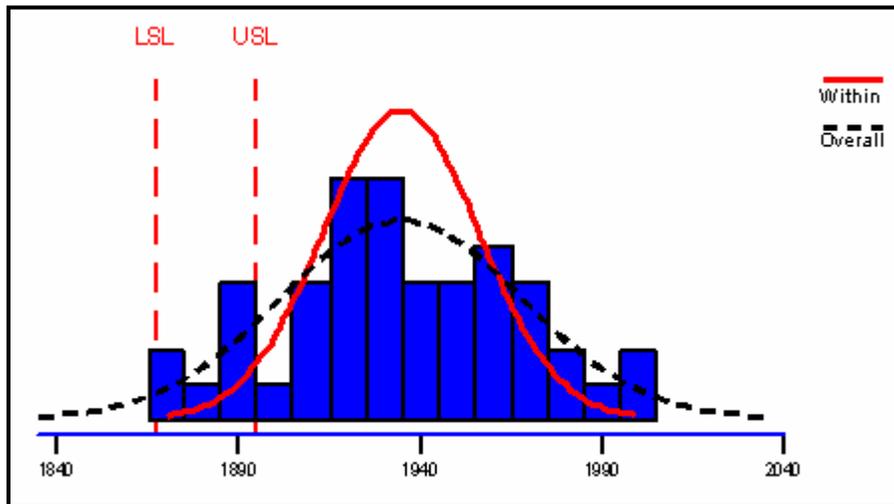
Sin embargo, luego de revisar la tabla anterior y los criterios de aceptación establecidos por la empresa se ve que el proceso no está en control estadístico, ya que la división de Cpk / Ppk nos da el resultado de 1.44.

Mientras que el proceso sí es capaz ya que el $Ppk = 1.43$ y cumple con los requerimientos estadísticos y los criterios de aceptación de la empresa.

- **Suavizante de tela 1.9 Lt**

Según los datos tomados de los pesos de los envases se realizó el histograma el cual refleja el siguiente resultado:

Figura 36. Gráfico de capacidades para suavizante de 1.9 Lt.



Fuente: Minitab *Statistical Software*. **Empresa de manufactura**

En el gráfico se muestra que los resultados están por encima del límite superior (USL) presentando una desviación estándar potencialmente no aceptable en el proceso.

Tabla LXII. Resultados de Capacidades para suavizante 1.9 Lt.

| Capacidad Potencial (dentro o Within) | | Capacidad Total (Overall) | |
|--|-------|---------------------------|------|
| Cp | 0.22 | Pp | 0.14 |
| CPU | -0.61 | PPU | -0.4 |
| CPL | 1.05 | PPL | 0.68 |
| Cpk | -0.61 | Ppk | -0.4 |

Luego de revisar la tabla anterior y los criterios de aceptación establecidos por la empresa, se ve que el proceso no está en control estadístico, ya que la división Cpk /Ppk arroja el resultado de 1.52.

Además el proceso no es capaz ya que el indicador Ppk =-0.4 y no cumple con los requerimientos estadísticos y los criterios de aceptación de la empresa.

3.3.2 Índice de calidad

El índice de calidad (IQ) es un indicador que mide la calidad basada en los defectos encontrados en los productos durante la producción bajo condiciones normales. En este caso, el índice de calidad y los defectos encontrados en los envases del suavizante de tela en sus dos diferentes presentaciones son los siguientes:

- Suavizante 1 Lt

Tabla LXIII. Muestreo e índice de calidad para suavizante 1 Lt.

| Total de Muestras | | | 25 |
|---|----------|-------------|-------------|
| Defectos | cantidad | Ponderación | Puntuación |
| Ligero | 2 | 5 | 10 |
| Moderado | 0 | 140 | 0 |
| Crítico | 0 | 750 | 0 |
| Puntuación Total | | | 10 |
| IC = 100 - (Puntuación Total / Total de Muestras) | | | |
| Índice de Calidad (%) | | | 99.6 |

- Suavizante 1.9 Lt

Tabla LXIV. Muestreo e índice de calidad para suavizante 1.9 Lt.

| Total de Muestras | | | 25 |
|-------------------|----------|-------------|------------|
| Defectos | cantidad | Ponderación | Puntuación |
| Ligero | 1 | 5 | 5 |
| Moderado | 0 | 140 | 0 |
| Crítico | 0 | 750 | 0 |

| | | |
|---|--|-------------|
| Puntuación Total | | 5 |
| IC = 100 - (Puntuación Total / Total de Muestras) | | |
| Índice de Calidad (%) | | 99.8 |

En la siguiente tabla se muestra el índice de calidad y los defectos que afectaron su resultado.

Tabla LXV. Defectos e índice de calidad por presentación.

| PRODUCTO | TAMAÑO | INDICE CALIDAD | DEFECTOS (orden descendente) |
|------------|---------|----------------|---|
| Suavizante | 1Lt. | 99.6 | <ul style="list-style-type: none"> • Burbujas de aire en etiqueta • Arrugas en etiqueta • Fuga en envase (crítico) |
| Suavizante | 1.9 Lt. | 99.8 | <ul style="list-style-type: none"> • Arrugas en etiqueta • Etiqueta descentrada • Tapa quebrada |

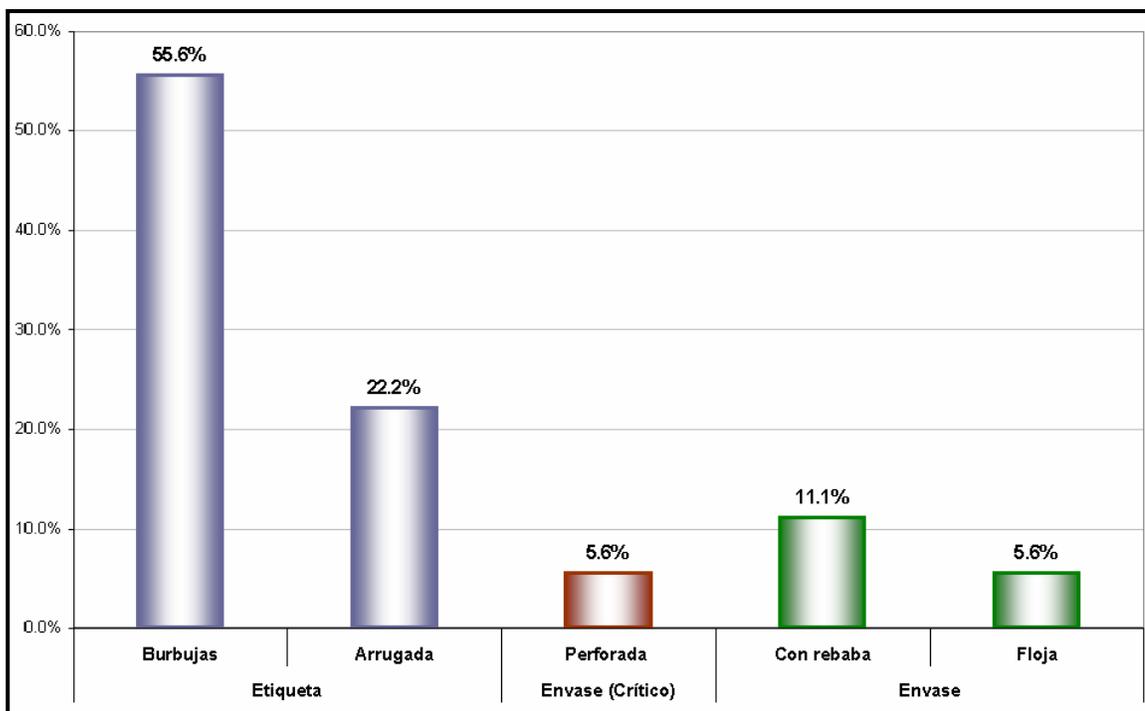
3.3.2.1 Gráficos de calidad por producto

A continuación se muestra en forma gráfica el impacto que ocasionan los defectos durante la corrida de producción de las dos distintas presentaciones:

- **Suavizante 1 Lt.**

En la figura 36 se muestra que los mayores problemas a los que se enfrenta el proceso son por causa de la etiqueta, la cual es manufacturada por otro proveedor validado por la empresa.

Figura 37. Gráfico de defectos para suavizante 1 Lt.

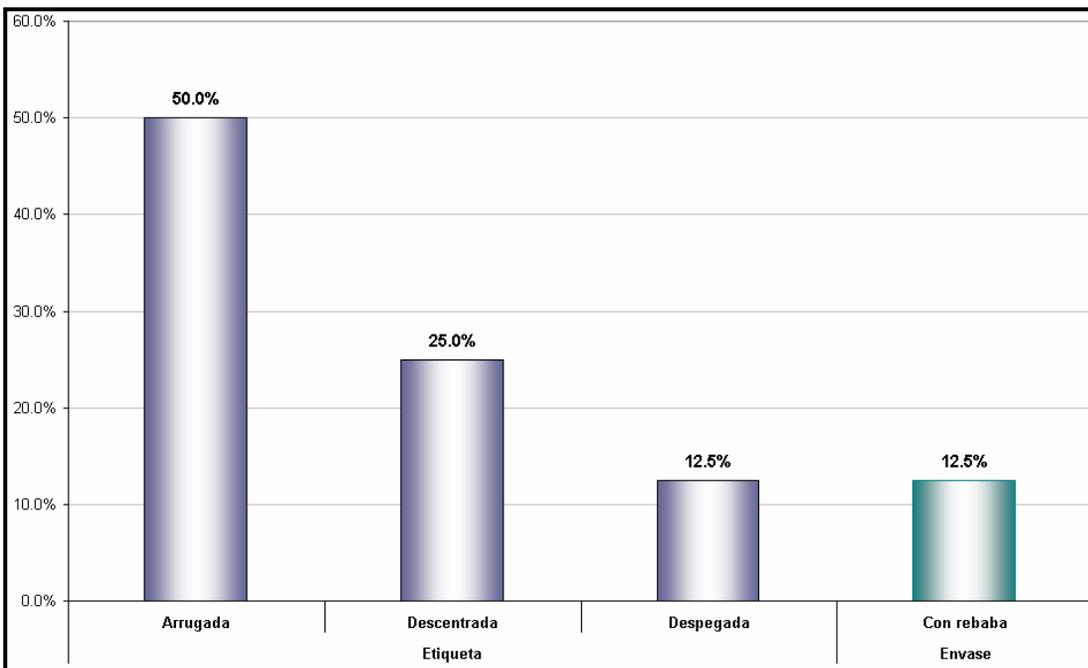


Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. **Empresa de Manufactura.**

- **Suavizante 1.9 Lt**

Para esta presentación, los mayores problemas de calidad se encuentran también en la etiqueta, ya que es una variable muy difícil de manipular y requiere de precisión para estabilizar la etiquetadora.

Figura 38. Gráfico de defectos para suavizante 1.9 Lt.



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. **Empresa de Manufactura.**

3.3.3 Efectividad global del equipo (OEE)

Luego de realizar el análisis de calidad correspondiente a los productos, se realizará un análisis de productividad de ambas presentaciones. La efectividad global del equipo (por sus siglas en ingles OEE) se mide en función de la producción obtenida y los paros no planeados que se presentan durante el tiempo de producción.

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante la elaboración de cada producto.

- Suavizante 1 Lt

Tabla LXVI. Cálculo de OEE para suavizante 1 Lt.

| | Unidades |
|----------------------------|-----------------|
| Cajas Producidas | 808 |
| Unidades por caja | 12 |
| Unidades Producidas | 9,696 |

| | Minutos |
|--------------------------------------|----------------|
| Tiempo Total de Validación | 240 |
| Tiempo Total de Paros Planeados | 0 |
| Tiempo Efectivo de Producción | 240 |
| Tiempo Total de Paros no Planeados | 110.72 |
| Tiempo de Producción Real | 129.28 |
| | U / min |
| Velocidad Estándar | 75 |
| Velocidad Real | 40 |
| Utilización | 0.5 |

| | |
|--|--------------|
| $OEE = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Velocidad Estándar} \times \text{Tiempo Total} - \text{Paros Planeados}}$ | OEE |
| | 53.9% |

La oportunidad de mejora en esta presentación es mucha, ya que se puede alcanzar OEE mayores a 65% si se logran estabilizar los equipos y llevar a cabo mejoras en el proceso.

- Suavizante 1.9 Lt.

Tabla LXVII. Cálculo de OEE para suavizante 1.9 Lt.

| | Unidades |
|----------------------------|-----------------|
| Cajas Producidas | 898 |
| Unidades por caja | 8 |
| Unidades Producidas | 7,184 |

| | Minutos |
|--------------------------------------|----------------|
| Tiempo Total de Validación | 240 |
| Tiempo Total de Paros Planeados | 0 |
| Tiempo Efectivo de Producción | 240 |
| Tiempo Total de Paros no Planeados | 99.1 |
| Tiempo de Producción Real | 140.9 |

| | U / min |
|--------------------|----------------|
| Velocidad Estándar | 51 |
| Velocidad Real | 50 |
| Utilización | 1.0 |

| | | | |
|---|---|------------|--------------|
| $OEE = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Velocidad Estándar} \times \text{Total} - \text{Paros Planeados}}$ | <table border="1"> <tr> <td>OEE</td> </tr> <tr> <td>58.7%</td> </tr> </table> | OEE | 58.7% |
| OEE | | | |
| 58.7% | | | |

Para el suavizante de 1.9 Lt con un OEE de 58% las probabilidades de llegar al 65% son más alcanzables, utilizando las mismas técnicas que para el suavizante de 1 Lt.

3.3.3.1 Gráficos de OEE por producto

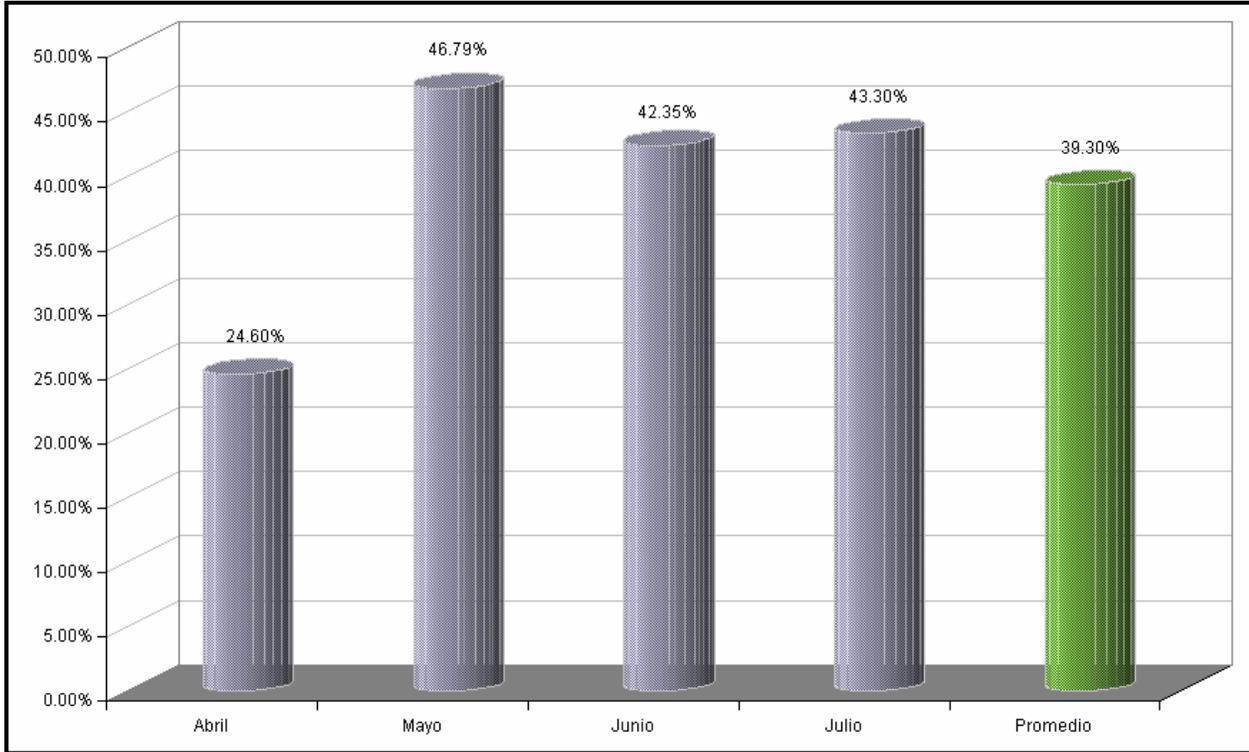
A continuación se presentan los gráficos de OEE por producto, los cuales son los antecedentes que se han obtenido de cuatro meses atrás.

- Suavizante 1 Lt.

Tabla LXVIII. Historia de OEE para suavizante 1 Lt.

| OEE REAL | | | | |
|-----------------|-------------|--------------|--------------|-----------------|
| Abril | Mayo | Junio | Julio | Promedio |
| 24.60% | 46.79% | 42.35% | 43.30% | 39.30% |

Figura 39. Gráfico de historia de OEE para suavizante 1 Lt.



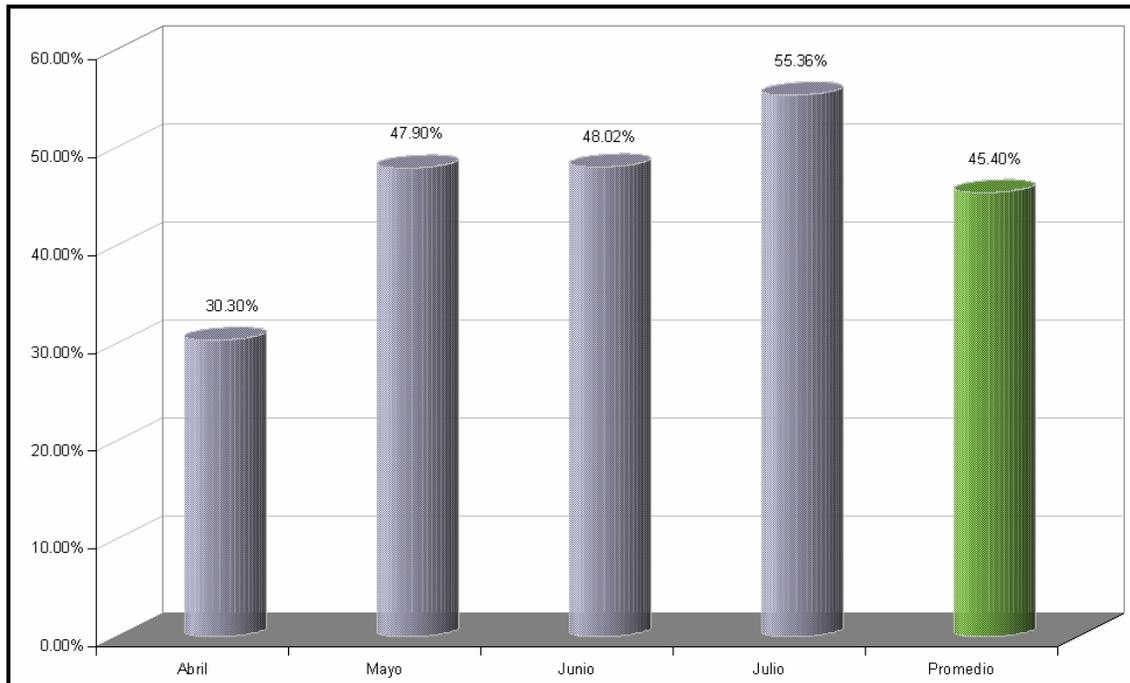
Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. Empresa de manufactura

• **Suavizante 1.9 Lt**

Tabla LXIX. Historia de OEE para suavizante 1.9 Lt.

| OEE REAL | | | | |
|----------|--------|--------|--------|----------|
| Abril | Mayo | Junio | Julio | Promedio |
| 30.30% | 47.90% | 48.02% | 55.36% | 45.40% |

Figura 40. Gráfico de historia de OEE para suavizante 1.9 Lt.



Fuente: Ana Lucía Villagrán Mazariegos. **Empresa de manufactura**

Para ambos tamaños la tendencia del OEE es ascendente, por lo que implementar las mejoras es urgente para facilitar el trabajo a los operadores e impactar en los resultados de productividad y lograr hacer más competitivo el producto para generar mayores márgenes de ganancia.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Herramientas e instrumentos de trabajo a utilizar

Las herramientas utilizadas para la realización del sistema de aseguramiento de calidad son las siguientes:

- Hojas de registro
- Cronómetro
- Cámara Digital
- Bolígrafo
- Tablero

4.2 Procedimiento para la recolección de datos

El procedimiento para la recolección de datos se hizo por medio de visitas diarias a la planta, entrevistas con operadores de la línea y mecánicos asignados a la misma. Además se aprovechó la visita de los técnicos de cada equipo para conocer aspectos técnicos que fueran fundamentales para el buen desempeño de los equipos. Las estrategias a seguir y el registro de la información se describen a continuación.

4.2.1 Estrategia a seguir

- Visitas todos los días a la línea por lo menos 2 horas por la mañana y 2 horas por la tarde.
- Entrevista con el personal de la línea y especialmente con el operador, para tratar temas sobre las mediciones del índice de calidad, productividad, limpieza y sanitización.
- Se mantuvo constante comunicación con los mecánicos del área para conocer los detalles de fallos que se presentan, determinar qué los ocasiona y cuál es la solución para cada uno.
- Se verificó que los dispositivos de cada equipo estuvieran calibrados por medio del registro llevado en el área de metrología.
- Se tomaron fotos de cada equipo, así como de sus equipos asociados.

4.2.2. Registro de información significativa

La información es recolectada en hojas de registro previamente preparadas para hacer las anotaciones en forma ordenada. Los datos son ingresados y almacenados en el sistema, los cuales serán usados para obtener los índices de productividad y de calidad (Cp y Cpk).

La interpretación de la información que se obtiene de cada índice, refleja cómo se está comportando el proceso de llenado de suavizante de tela en cuanto a calidad y eficiencia, y a su vez, marca un punto de partida para poder tomar acciones correctivas o preventivas, y de esta forma estabilizar el proceso.

4.3 Capacitación a operarios

Para obtener alta eficiencia y excelente calidad, el personal de la línea debe ser capaz de desempeñarse de la mejor manera. Esto se logra con capacitación. A continuación se explica brevemente el contenido de los cursos básicos que a diario se ponen en práctica dentro de la línea:

4.3.1 Limpieza y sanitización

Los operadores deben conocer la importancia de mantener principios y criterios sanitarios de los equipos de producción, tanto para el producto terminado como para alcanzar un mejor costo-beneficio, servicio y vida útil de los equipos.

El procedimiento de limpieza debe eliminar los residuos de suciedad que se encuentren dentro de las tuberías que se conducen hacia la línea de llenado, disminuyendo de esta forma los niveles de microorganismos a niveles más seguros según los estándares establecidos. Los métodos a usar pueden ser: aplicación de calor, aplicación de luz ultravioleta y aplicación de sanitizadores químicos.

Para el proceso de llenado se utilizan los sanitizadores químicos y en algunas ocasiones la aplicación de vapor. Los sanitizadores químicos más aplicados son los clorados, utilizándose los hipocloritos de sodio y calcio y las cloraminas.

En general, estos sanitizantes deben aplicarse por un tiempo de 30 minutos, con temperaturas no superiores a los 30°C y con baja luminosidad, debiendo llevarse muestras al laboratorio de microbiología para su análisis y determinar el nivel de sanitización que se obtuvo.

La frecuencia en que debe sanitizar es después de 24 horas que se encuentre la línea parada sin producir.

4.3.2 Despeje de líneas

El despeje de líneas se refiere a mantener en la línea únicamente la materia prima necesaria para la corrida actual, lo cual garantiza la conformidad del producto terminado evitando confusiones durante los cambios de producto.

El operador de turno de la línea de llenado solicita los materiales de empaque requeridos según el programa de producción y debe indicar al montacarguista de turno los materiales que debe retirar de la planta.

Los materiales sin boleta de aprobación no se deben utilizar, e inmediatamente se notifica al ingeniero de proceso y/o supervisor de la planta. Los materiales en mal estado y/o sucios tampoco deben ser utilizados y se debe seguir el procedimiento de rechazo.

4.3.3 Código juliano

Es la identificación del producto terminado para asegurar la trazabilidad de los mismos en caso de tener que realizar alguna acción correctiva al encontrar cualquier problema con el producto. El código juliano se imprime en cada unidad producida y caja que conformarán el producto terminado para enviarlo primero a bodega de producto terminado y luego a su destino final.

El código juliano consta de 10 dígitos, distribuidos de la siguiente forma:

- Año actual que consta de 1 dígito y se escribe únicamente el último número del año, es decir, si estamos en el año 2007 únicamente se escribe el número “7”.
- El día juliano consta de 3 dígitos y depende del día calendario del año actual.
- El país que consta de 2 dígitos. Cada país se identifica por dos letras, en el caso de Guatemala, las letras son “GT”.
- El número de la planta de producción consta de 2 dígitos. A la planta ubicada en Guatemala le corresponde el número “10”.
- El turno en que se produjo determinado producto consta de 1 dígito. En la línea de llenado se trabajan tres turnos y se identifican con los números 1,2 y 3, respectivamente.

- El número de la línea de llenado que consta de 1 dígito. Este número puede variar de 1 a 9 según la línea de llenado.

El operador de cada turno es el responsable de cambiar el código juliano que corresponda al turno, debiendo reportarse tres número diferentes de código al día.

4.3.4 Reporte de producción

El reporte de producción es una herramienta que ayuda a llevar el control sobre la producción. En este reporte se anotan todas actividades que se tienen durante cada turno en que se produce el producto terminado.

Las actividades descritas en el reporte, se clasifican de la siguiente manera:

- **Actividades planeadas:** Son aquellas actividades que se conoce que ocurrirán en determinado tiempo y por las cuales no se programa producción. Ejemplo: comida, limpieza, mantenimientos preventivos, capacitación y actividades de planta.
- **Actividades no planeadas:** Son actividades fuera de control que suceden sin aviso alguno. Estas actividades pueden ser recurrentes (ocurren con frecuencia) o puntuales (se presenten no más de 2 veces). Ejemplo: paros por descomposturas de la máquina, evacuación por activación de alarmas de seguridad, mantenimientos correctivos, falta de materiales, etc.

- No demanda: Son los espacios de tiempo en que los productos que se llenan en la línea no tienen demanda, es decir, existe suficiente inventario para cubrir con la demanda.

El reporte de producción nos proporciona información como número de cajas producidas, unidades por caja, velocidad estándar, tiempo de producción, etc. Esta información es útil para calcular los índices de productividad y llevar el control de eficiencia de la línea y controlar cuáles son las actividades planeadas y no planeadas que durante el día se presentan y de esta forma realizar acciones correctivas según lo requiera.

4.4 Implementación de acciones preventivas

Tanto la calidad como la productividad son muy importantes, pero no se debe dejar atrás la seguridad de cada persona, lo cual es fundamental para cuidar y proteger al factor más importante de la empresa, el factor humano.

El procedimiento de bloqueo y etiquetado de líneas es fundamental al momento de realizar mantenimientos preventivos y correctivos, así como limpieza y sanitización de la línea. A continuación se explica en qué consisten estos procedimientos.

4.4.1 Bloqueo y etiquetado por mantenimiento

El procedimiento de bloqueo y etiquetado de los equipos establece las responsabilidades y procedimientos para proteger al personal de posibles lesiones mediante el aislamiento del equipo y la divulgación de la situación de cada trabajo por medio del permiso de trabajo seguro.

Para realizar el procedimiento de bloqueo y etiquetado se deben seguir los siguientes pasos:

- Todo el equipo debe ser desenergizado y bloqueado con un seguro múltiple que se colocará en las fuente de energía.
- Las válvulas pueden asegurarse mediante el uso de candados y cadenas.
- Se deben utilizar tijeras, candados y etiquetas estándar y a prueba de la intemperie.
- Aislamiento de todas las fuentes de energía
- Llenar el permiso de trabajo seguro (PTS), el cual debe ser firmado por el operador, mecánico, Ingeniero de Planta y/o personal certificado para firmar.
- Colocar candados y etiquetas de los responsables del área. Las etiquetas deben incluir información, tal como nombre del propietario, código o cualquier otra información importante.

- Liberación/purga de energía almacenada (por ejemplo, resortes, presión, etc.)
- Verificar el bloqueo de energías por medio del despeje del área y la prueba del sistema.

Este procedimiento debe repetirse en cada equipo que se vaya a bloquear.
(Ver anexo I).

5. SEGUIMIENTO O MEJORA CONTINUA

5.1 Evaluación de la eficiencia de la línea

La evaluación de la eficiencia de la línea es una tarea que los operadores realizan día a día. El cálculo de los índices de productividad se realiza luego de terminado cada turno por el operador de la línea. Este cálculo se ejecuta en función de las unidades producidas, la velocidad estándar y el tiempo de producción real.

Los datos son ingresados a un software diseñado para calcular los índices de productividad y generar los gráficos correspondientes para el análisis de las posibles mejoras y puntos en que los ingenieros se deben enfocar para resolver el problema de forma inmediata.

Todos los días se genera un reporte de productividad, el cual se da a conocer a la tripulación de la línea con el fin de dar y recibir retroalimentación sobre las fallas encontradas y propuestas de mejora por parte de los operadores, para facilitar la solución de problemas.

Durante el desarrollo del sistema de aseguramiento de calidad se manifestaron varias fallas, en su mayoría se debe a defectos de materias primas. Estos defectos no son visibles al momento de recibir la materia prima ya que suelen aparecer durante el tiempo de producción.

Dar seguimiento a estos problemas corresponde al ingeniero de procesos y supervisor de planta, mientras que cuando se habla de problemas mecánicos la tarea es delegada al ingeniero de planta.

Es importante realizar las mejoras sugeridas por los operadores, ya que ellos están más familiarizados con las máquinas y los métodos de trabajo. En la línea Serac existe mucha oportunidad de mejora ya que actualmente el OEE es de 53% y 58% correspondiente para el suavizante de tela de 1 Lt y 1.9 Lt. Sin embargo el requerimiento mínimo por la corporación es de 75%.

5.2 Evaluación de paros no planeados

Los paros no planeados le cuestan a la compañía cientos de quetzales por cada minuto que no produce. Estos paros son ocasionados por desperfectos que a través del tiempo y por el mal uso de los equipos afectan el buen funcionamiento de los mismos causando bajo rendimiento.

La evaluación del desempeño reflejó que dentro de los paros no planeados están los aspectos de calidad de las bobinas como: arrugas, ruptura del rollo y bobinas fuera de especificaciones que provoca que se descentre. Estos son paros recurrentes donde se conoce la causa y posible solución.

Se considera que atacando el primer factor de mala calidad de bobina el cual es “etiqueta arrugada” con un 50% del impacto en la eficiencia, los demás defectos en la etiqueta disminuirán o desaparecerán.

Para ello existe un proceso extenso en el cual el proveedor debe llegar a la planta y verificar durante 1.3 horas el desempeño de la bobina y proceder a hacer el análisis y las acciones correctivas que se tomarán.

Importante es considerar que al tener paros no planeados de esta naturaleza existe la posibilidad que el procedimiento de ingreso de materias primas no se esté llevando a cabo de la mejor forma. Por ello se debe verificar qué tipos de pruebas y qué número de muestras se están tomando para establecer el rechazo o aceptación del producto.

5.3 Calibración de los equipos

La calibración de los equipos se debe realizar una vez al año por parte del departamento de mantenimiento. Este departamento asigna a una persona capacitada para verificar el buen funcionamiento de los elementos críticos y básicos que son parte esencial para el buen funcionamiento de la línea.

El seguimiento de las calibraciones se deben tomar a partir de la fecha en que el sistema de aseguramiento de calidad es aprobado por los ingenieros de procesos, ingenieros de microbiología, ingenieros de planta y gerente del área.

En el anexo II se presentan las calibraciones realizadas de los equipos, las cuales son aprobadas por el área de mantenimiento.

5.4 Resultados

El análisis estadístico del proceso reflejó mucha discrepancia en el mismo. Si se analizan los resultados del suavizante 1.9 Lt. es inaceptable que este producto salga a la venta arrojando dichos resultados, ya que el peso es mayor al del máximo permitido por la empresa, reflejando discrepancia en el control de calidad del producto.

Al analizar el suavizante de tela 1 Lt. el proceso muestra más control en el peso del producto, sin embargo, su curva se aproxima muy cerca del límite superior y genera una desviación estándar, que aún siendo aceptable, no permite la estabilidad del producto cerca del peso estándar.

Actualmente se está trabajando con el sistema de llenado. Se inició colocando celdas de carga que permiten llenar el peso estándar, el cual es predeterminado en la computadora por el operador de la línea. Esto a su vez ayuda en la reducción de desperdicio de líquido y facilita la planeación de las cantidades exactas de producción.

5.5 Ventajas competitivas

Hace 2 años el suavizante de tela de 1 Lt se producía a una velocidad estándar de 50 envases por minuto. Actualmente al llenar esta presentación en la línea Serac, la velocidad de llenado se elevó 25 unidades más por minuto, es decir, 75 unidades por minuto, lo que representó un ahorro de \$11,500.00 anuales para la compañía.

Adicional a esto, las mejoras en el sistema de llenado aún deben llevarse a cabo con lo que se pronostica correr a una velocidad de no menos de 100 unidades por minuto teniendo un ahorro aproximado de \$15,000.00 al año.

CONCLUSIONES

1. En el presente trabajo se desarrolló un sistema de aseguramiento de calidad para una línea de llenado de suavizante de tela.
2. El sistema de aseguramiento de calidad nace de la importancia que la empresa pone por satisfacer las necesidades de los consumidores y entregar productos que cumplan con los estándares de calidad
3. Un sistema de calidad consiste en verificar el cumplimiento de las especificaciones requeridas por los clientes y la empresa, tomando en cuenta tres aspectos: Aseguramiento de calidad de la instalación, de la operación y del desempeño final.
4. En la realización de las diferentes etapas del sistema de aseguramiento de calidad se utilizaron distintos instrumentos, como por ejemplo: cronómetro, bolígrafo, tabla, cámara fotográfica y hojas de registros.
5. Los requerimientos eléctricos para cada equipo se encuentran aceptables, según las indicaciones de los proveedores.
6. Los servicios de agua y aire comprimido sí cumplen con los requerimientos de cada equipo y las especificaciones que el proveedor aconseja.

7. Los paneles de control cumplen con las especificaciones de instalación y requerimientos de seguridad para operar cada equipo.
8. Todos los equipos que intervienen en la producción del suavizante de tela fueron evaluados y se encontró que cumplen con las especificaciones que el fabricante indica para la operación de los mismos.
9. Todos los paros de seguridad, guardas y *microswitch* cumplen con los estándares que la empresa requiere para la operación segura de los equipos.
10. Los manómetros y unidades de mantenimiento fueron inventariados y calibrados en el departamento de mantenimiento de la empresa, verificando que su funcionamiento sí es el indicado para trabajar durante el proceso de producción.
11. Los resultados obtenidos del análisis estadístico del proceso, refleja que el suavizante de telas de 1 Lt no se encuentra en control estadístico, pero si es capaz de mantener la uniformidad durante todo el proceso, obteniendo una eficiencia de 53.9%.
12. El suavizante de tela de 1.9 Lt no se encuentran en control estadístico y no es capaz de mantener la uniformidad durante el proceso de llenado, obteniendo una eficiencia de 58.7%.

13. Para la recolección y registro de datos se realizaron visitas diarias a la línea de llenado, recibiendo retroalimentación por parte de los operadores y mecánicos asignados a este proceso. Las visitas a la línea eran de cuatro horas una vez a la semana y en los demás días eran de dos horas.

14. El seguimiento para asegurar la calidad en la línea inicia capacitando a los operadores en los estándares de calidad, seguridad y productividad establecidos por la empresa. También se deben calibrar los equipos cada año y realizar la verificación cada seis meses.

RECOMENDACIONES

1. Implementar el sistema de aseguramiento de calidad en cada equipo que ingrese a la planta.
2. Documentar de una forma ordenada todos los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en los equipos y dejar por lo menos 5 años de historia, para futuras consultas sobre el desempeño de los mismos.
3. Dar seguimiento a las mejoras planteadas por los operadores de la línea, para facilitar la operación de los equipos de la línea Serac. .
4. Verificar que la viscosidad, pH y temperatura del líquido sean las adecuadas para el sistema de llenado que tiene la llenadora Serac.
5. Calendarizar las fechas en que cada equipo necesita de la línea Serac debe ser calibrado y llegar aún acuerdo con el departamento de mantenimiento, para asegurar que se cuenta con el equipo y personal necesario para realizar estas actividades.
6. Adquirir un UPS para el para cada equipo de la línea y evitar pérdida de información al momento de tener corte de energía inesperado.
7. Capacitar a los operadores en las actividades necesarias para el funcionamiento de la línea, como: Bloqueo y etiquetado, limpieza y

código juliano, y dar el seguimiento con evaluaciones periódicas a los integrantes de la línea Serac.

8. Realizar visitas a los proveedores de las bobinas de etiqueta y conocer el proceso de embobinado y determinar si existe variación en el proceso que este afectando el desempeño de la etiquetadora Krones de la línea Serac.
9. Monitorear el desempeño de la línea y verificar cuál es la eficiencia que presentará con las mejoras realizadas en ellas, con el fin de obtener mayores unidades por minuto y procurar ahorros anuales para la empresa.
10. Dar seguimiento a la capacitación de los operadores en la operación de los equipos y procurar que el manejo de los mismos sea el adecuado, para ellos es necesario la elaboración de estándares de operación tanto para ajustes como para bloqueo y etiquetado.
11. Evaluar la posibilidad de que los técnicos de los equipos realicen visitas a la empresa para capacitar al personal sobre los aspectos técnicos críticos que se deben conocer, para facilitar el manejo de cada uno y reforzar aspectos de mantenimiento preventivo y correctivo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Autores Varios. **Capacidad de Proceso.** Página Web: <http://www.usergioarboleda.edu.co>, 2005.
2. Autores Varios. **Capacitación de aseguramiento de calidad.** Página Web: <http://www.elemetk.com>, 2005.
3. Autores Varios. **Organización de procesos.** Página Web: <http://www.monografias.com>. 2000.
4. Evans y Lindsay. **Administración y control de la Calidad**, cuarta edición. Thompson Editores. México. 2000.
5. Grant, Eugene, y Leavenwoth, **Calidad Total y Productividad**, Mc Graw Hill, México: CECSA, 1966.
6. Niebel, Benjamin, Freivalds, Andris, **Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo** Décima edición, Editorial: Alfaomega, México, D.F., 2001.
7. Torres Méndez, Sergio Antonio. **Ingeniería de plantas.** Guatemala: Editorial 2004.
8. Lieberman, Gerald J., **Estadística para Ingenieros**, Editorial Prentice Hall, México. 2000.

9. Llerena Ruano, Rodolfo Leonel, **Manual de control de calidad estadístico en una industria licorera**, Guatemala: USAC, 1988.

10. Juran, J. M., Gryna, Frank M., **Manual de control de calidad**. Madrid. McGraw-Hill; 1993.

ANEXO I

Manual de Bloqueo y Etiquetado Llenadora Serac y Taponadora Salki.

PPM-BE-LLENADORA-
SERAC Y TAPONADORA -
SALKI-018

Recordatorios especiales

- Tipo de protección en las manos
- Protección auditiva
- Protección visual
- Riesgo eléctrico
- Bloqueo y etiquetado requerido
- Advertencia
- Nota especial
- Nota especial
- Nota especial
- Personal adicional requerido
- Foto grande en la parte de atrás
- Foto grande en la parte de atrás
- Foto grande en la parte de atrás
- Obtener todas las herramientas y materiales listados en la parte de atrás
- PPM's relacionados, documentos Sop's etc.

Operaciones principales



Instrucciones y Explicaciones

- 1.1 Cerrar válvula Central.
- 1.2 Poner en neutro las válvulas de Alimentación de Líquido.
- 1.3 Parar la llenadora, transportador de envase y transportador de la taponadora con el botón Stop. Cada una tiene su propio botón de paro.
- 1.4 Colocar en posición de apagado el interruptor principal del panel.
- 1.5 Bloquear el interruptor con el dispositivo indicado (tijera), para evitar que este vuelva a su posición de encendido, adicionándole la etiqueta de identificación y candado. La llave la tiene que tener el operador.
- 1.6 Todas las personas involucradas en la tarea a realizar verifican que realmente el equipo no funcione.

- 2.1 BLOQUEO DE LINEA: Colocación de dispositivos de bloqueo, en tuberías de aire, (cadena o llave especial) y avisos a través de etiquetas. Tomar en cuenta que este equipo tiene dos llaves de paso en el sistema neumático, deberán colocar dos dispositivos.
- 2.2 CANDADO: El operador es la persona responsable de colocar dispositivos de seguridad y candados en cada punto de bloqueo.
- 2.3 El operador debe tener la llave de los candados colocados en cada punto de bloqueo.

- 3.1 En la solicitud de permiso se debe indicar la máquina que se desea detener, las operaciones que deben realizarse, equipo necesario, el número de personas si son necesarias como ayudantes y el responsable de la actividad.
- 3.2 La persona responsable de firmar la hoja de permiso de trabajo seguro, verifica que todo se encuentre en orden, cumpliendo con todo lo requerido por el permiso. Se firma el PTS y se coloca en un lugar visible.

Protección visual Protección auditiva

- 4.1 El responsable de la actividad da aviso a la persona que autorizó el permiso para inspeccionar que todo está en orden y listo para desbloquear.
- 4.2 La persona responsable y la que autorizó complementan la hoja de permiso de trabajo seguro (PTS), firmando la conclusión del trabajo.
- 4.3 El responsable de la actividad procede a desbloquear las fuentes de energía. (Eléctrica y Neumática).

Protección visual Protección auditiva

- 1.4, 1.5 Bloqueo y etiquetado del panel de la máquina.



- 2.1, 2.2, 2.3. Tijera, etiquetado y candado.



2.1 Dispositivos de Bloqueo



- 1.6 Verificando el arranque.



Manual de Bloqueo y Etiquetado Llenadora Serac Taponadora Salki.

PPM-BE-LLENADORA-
SERAC Y TAPONADORA -
SALKI-018

2

1 Permisos de Trabajo Seguro

4.1



Personal

- Las personas autorizadas en el departamento de Líquidos.
- Las personas responsable de la actividad.

Herramientas y Materiales requeridos

- Etiquetas con la identificación del responsable de la actividad.
- Candado.
- Tijeras aislantes.
- Dispositivo especial o cadena para bloqueo de tuberías, con energías peligrosas.

3



Notas

Pasos

CONCEPTOS ERRONEOS Y VERDADEROS ACERCA DEL ETIQUETADO VERDADEROS:

- Los candados son restrictores positivos
- Los sujetadores de etiquetas no son durables
- Las etiquetas pueden volverse ilegibles

ERRONEOS

- Las etiquetas son tan efectivos como los candados.
- El bloqueo y etiquetado no es necesario cuando se descomponen el equipo o se limpia.

Comentarios, Cambios, Sugerencias

El flipón principal ubicado en el MCC 3, se bloqueará únicamente cuando se realicen trabajos eléctricos en el panel de la máquina. En el panel # 10, se encuentra el flipón de la llenadora y taponadora de Envase de la Línea Serac, (F8).

En el caso de cambios de tamaño o ajustes menores se bloqueará únicamente el arranque de la máquina a través de los micros de guardas, por la razón de que es necesario verificar el ajuste o cambios dándole movimientos en modo MANUAL.

Remover hacia izquierda tornillo colocado abajo de las unidades de mantenimiento para descargar el aire interno de la máquina, descargar el producto en bandeja plástica.

El operador se hace responsable del bloqueo de las guardas y de la seguridad de todos.

Manual de Bloqueo y Etiquetado Etiquetadora Kronos.

PPM-BE-
ETIQUETADORA
KRONOS S-019

Recordatorios especiales

- Tipo de protección en las manos
- Protección auditiva
- Protección visual
- Riesgo eléctrico
- Bloqueo y etiquetado requerido
- Advertencia
- Nota especial
- Nota especial
- Nota especial
- Personal adicional requerido
- Foto grande en la parte de atrás
- Foto grande en la parte de atrás
- Foto grande en la parte de atrás
- Obtener todas las herramientas y materiales listados en la parte de atrás
- PPM's relacionados, documentos Sop's etc.

Operaciones principales



Instrucciones y Explicaciones

- 1.1 Parar las bandas transportadoras de envase, la de Entrada y Salida.
- 1.2 Parar el equipo con el botón STOP.
- 1.3 Colocar en posición de apagado el interruptor principal del panel.
- 1.4 Bloquear el interruptor con el dispositivo indicado (tijera), para evitar que este vuelva a su posición de encendido, adicionándole la etiqueta de identificación y candado. La llave la tiene que tener el operador.
- 1.5 Todas las personas involucradas en la tarea a realizar verifican que realmente el equipo no funcione.

- 1.3, 1.4 Bloqueo y etiquetado del panel de la máquina.



- 2.1 BLOQUEO DE LINEA: Colocación de dispositivos de bloqueo, en tuberías de aire, (cadena o llave especial) y avisos a través de etiquetas.
- 2.2 CANDADO: El operador es la persona responsable de colocar dispositivos de seguridad y candados en cada punto de bloqueo.
- 2.3 El operador debe tener la llave de los candados colocados en cada punto de bloqueo.

- 2.1, 2.2, 2.3. Tijera, etiquetado y candado.



- 2.1 Dispositivos de Bloqueo



- 3.1 En la solicitud de permiso se debe indicar la máquina que se desea detener, las operaciones que deben realizarse, equipo necesario, el número de personas si son necesarias como ayudantes y el responsable de la actividad.
- 3.2 La persona responsable de firmar la hoja de permiso de trabajo seguro, verifica que todo se encuentre en orden, cumpliendo con todo lo requerido por el permiso. Se firma el PTS y se coloca en un lugar visible.

Protección visual Protección auditiva

- 4.1 El responsable de la actividad da aviso a la persona que autorizó el permiso para inspeccionar que todo está en orden y listo para desbloquear.
- 4.2 La persona responsable y la que autorizó complementan la hoja de permiso de trabajo seguro (PTS), firmando la conclusión del trabajo.
- 4.3 El responsable de la actividad procede a desbloquear las fuentes de energía. (Electrica y Neumatica).

Protección visual Protección auditiva

- 1.5 Verificando el arranque.



Manual de Bloqueo y Etiquetado Etiquetadora Kron es.

PPM-BE-
ETIQUETADORA
KRONES-019

2

1 Permis o de Trabajo Seguro

4.1



Personal

- Las personas autorizadas en el departamento de Líquidos.
- Las personas responsable de la actividad.

Herramientas y Materiales requeridos

- Etiquetas con la identificación del responsable de la actividad.
- Candado.
- Tijeras aislantes.
- Dispositivo especial o cadena para bloqueo de tuberías, con energías peligrosas.

3



Notas

Pasos

CONCEPTOS ERRONEOS Y VERDADEROS ACERCA DEL ETIQUETADO VERDADEROS:

- Los candados son restrictores positivos
- Los sujetadores de etiquetas no son durables
- Las etiquetas pueden volverse ilegibles

ERRONEOS

- Las etiquetas son tan efectivos como los candados.
- El bloqueo y etiquetado no es necesario cuando se descompone el equipo o se limpia.

Comentarios, Cambios, Sugerencias

El flipón principal ubicado en el MCC 3, se bloqueará únicamente cuando se realicen trabajos eléctricos en el panel de la máquina. En el panel # 10, se encuentra el flipón de la Etiquetadora Kroner Línea Serac, (F7).

En el caso de cambios de tamaño o ajustes menores se bloqueará únicamente el arranque de la máquina a través de los micros de guardas, por la razón de que es necesario verificar el ajuste o cambios dándole movimientos en modo MANUAL.

Remover hacia izquierda tornillo colocado abajo de las unidades de mantenimiento para descargar el aire interno de la máquina, descargar el producto en bandeja plástica.

El operador se hace responsable del bloqueo de las guardas y de la seguridad de todos.

Manual de Bloqueo y Etiquetado Ordenador de Envase Giramat.

PPM-BE-ORDENADOR-
GIRAMAT-016

Recordatorios especiales

- Tipo de protección en las manos
- Protección auditiva
- Protección visual
- Riesgo eléctrico
- Bloqueo y etiquetado requerido
- Advertencia
- Nota especial
- Nota especial
- Nota especial
- Personal adicional requerido
- Foto grande en la parte de atrás
- Foto grande en la parte de atrás
- Foto grande en la parte de atrás
- Obtener todas las herramientas y materiales listados en la parte de atrás
- PPM's relacionados, documentos Sop's etc.

Operaciones principales



Instrucciones y Explicaciones

- 1.1 Presionar el botón de Paro.
- 1.2 Colocar en posición de apagado el interruptor principal del panel.
- 1.3 Bloquear el interruptor con el dispositivo indicado (tijera), para evitar que este vuelva a su posición de encendido, adicionándole la etiqueta de identificación y candado. La llave la tiene que tener el operador.
- 1.4 Todas las personas involucradas en la tarea a realizar verifican que realmente el equipo no funcione.

1.2, 1.3 Bloqueo y etiquetado del panel de la máquina.



- 2.1 BLOQUEO DE LINEA: Colocación de dispositivos de bloqueo, en tuberías de aire, (cadena o llave especial) y avisos a través de etiquetas.
- 2.2 CANDADO: El operador es la persona responsable de colocar dispositivos de seguridad y candados en cada punto de bloqueo.
- 2.3 El operador debe tener la llave de los candados colocados en cada punto de bloqueo.

2.1, 2.2, 2.3. Tijera, etiquetado y candado.



2.1 Dispositivos de Bloqueo



- 3.1 En la solicitud de permiso se debe indicar la máquina que se desea detener, las operaciones que deben realizarse, equipo necesario, el número de personas si son necesarias como ayudantes y el responsable de la actividad.
- 3.2 La persona responsable de firmar la hoja de permiso de trabajo seguro, verifica que todo se encuentre en orden, cumpliendo con todo lo requerido por el permiso. Se firma el PTS y se coloca en un lugar visible.

Protección visual Protección auditiva

- 4.1 El responsable de la actividad da aviso a la persona que autorizó el permiso para inspeccionar que todo está en orden y listo para desbloquear.
- 4.2 La persona responsable y la que autorizó complementan la hoja de permiso de trabajo seguro (PTS), firmando la conclusión del trabajo.
- 4.3 El responsable de la actividad procede a desbloquear las fuentes de energía. (Electrica y Neumatica).

Protección visual Protección auditiva

1.6 Verificando el arranque.



Manual de Bloqueo y Etiquetado Ordenador de Envase Giramat.

PPM-BE-ORDENADOR-
GIRAMAT-016

2

1 Permisos de Trabajo Seguro

4.1



Personal

- Las personas autorizadas en el departamento de Líquidos.
- Las personas responsable de la actividad.

Herramientas y Materiales requeridos

- Etiquetas con la identificación del responsable de la actividad.
- Candado.
- Tijeras aislantes.
- Dispositivo especial o cadena para bloqueo de tuberías, con energías peligrosas.

3



Notas

Pasos

CONCEPTOS ERRONEOS Y VERDADEROS ACERCA DEL ETIQUETADO VERDADEROS:

- Los candados son restrictores positivos
- Los sujetadores de etiquetas no son durables
- Las etiquetas pueden volverse ilegibles

ERRONEOS

- Las etiquetas son tan efectivos como los candados.
- El bloqueo y etiquetado no es necesario cuando se descompone el equipo o se limpia.

Comentarios, Cambios, Sugerencias

El flipón principal ubicado en el MCC 3, se bloqueará únicamente cuando se realicen trabajos eléctricos en el panel de la máquina.

En el caso de cambios de tamaño o ajustes menores se bloqueará únicamente el arranque de la máquina a través de los micros de guardas, por la razón de que es necesario verificar el ajuste o cambios dándole movimientos en modo MANUAL.

Remover hacia izquierda tornillo colocado abajo de las unidades de mantenimiento para descargar el aire interno de la máquina, descargar el producto en bandeja plástica.

El operador se hace responsable del bloqueo de las guardas y de la seguridad de todos.

Manual de Bloqueo y Etiquetado Posicionador de Envase Posimat.

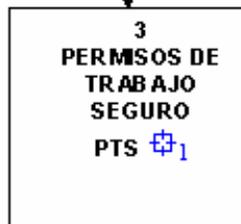
PPM-BE-POSICIONADOR-
POSIMAT-017

Recordatorios especiales

Operaciones principales

Instrucciones y Explicaciones

-  Tipo de protección en las manos
-  Protección auditiva
-  Protección visual
- Riesgo eléctrico
-  Bloqueo y etiquetado requerido
- Advertencia
-  Nota especial
-  Nota especial
-  Nota especial
-  Personal adicional requerido
-  Foto grande en la parte de atrás
-  Foto grande en la parte de atrás
-  Foto grande en la parte de atrás
-  Obtener todas las herramientas y materiales listados en la parte de atrás
-  PPM's relacionados, documentos Sop's etc.



- 1.1 Vaciar el equipo, que no quede envase.
- 1.2 Esperar que paren todos los sopladores de envase.
- 1.3 Parar el equipo con el botón STOP-UNS CRAMBLER.
- 1.4 Colocar en posición de apagado el interruptor principal del panel.
- 1.5 Bloquear el interruptor con el dispositivo indicado (tijera), para evitar que este vuelva a su posición de encendido, adicionándole la etiqueta de identificación y candado. La llave la tiene que tener el operador.
- 1.6 Todas las personas involucradas en la tarea a realizar verifican que realmente el equipo no funcione.

- 1.4, 1.5 Bloqueo y etiquetado del panel de la máquina.



- 2.1 BLOQUEO DE LINEA: Colocación de dispositivos de bloqueo, en tuberías de aire, (cadena o llave especial) y avisos a través de etiquetas.
- 2.2 CANDADO: El operador es la persona responsable de colocar dispositivos de seguridad y candados en cada punto de bloqueo.
- 2.3 El operador debe tener la llave de los candados colocados en cada punto de bloqueo.

- 2.1, 2.2, 2.3. Tijera, etiquetado y candado.



- 3.1 En la solicitud de permiso se debe indicar la máquina que se desea detener, las operaciones que deben realizarse, equipo necesario, el número de personas si son necesarias como ayudantes y el responsable de la actividad.
- 3.2 La persona responsable de firmar la hoja de permiso de trabajo seguro, verifica que todo se encuentre en orden, cumpliendo con todo lo requerido por el permiso. Se firma el PTS y se coloca en un lugar visible.

- 2.1 Dispositivos de Bloqueo



-  Protección visual  Protección auditiva

- 4.1 El responsable de la actividad da aviso a la persona que autorizó el permiso para inspeccionar que todo está en orden y listo para desbloquear.
- 4.2 La persona responsable y la que autorizó complementan la hoja de permiso de trabajo seguro (PTS), firmando la conclusión del trabajo.
- 4.3 El responsable de la actividad procede a desbloquear las fuentes de energía. (Electrica y Neumatica).

- 1.6 Verificando el arranque.



-  Protección visual  Protección auditiva

Manual de Bloqueo y Etiquetado Posicionador de Envase Posimat.

PPM-BE-POSICIONADOR
POSIMAT-017

2

1 Permisos de Trabajo Seguro

4.1



Personal

- Las personas autorizadas en el departamento de Líquidos.
- Las personas responsable de la actividad.

Herramientas y Materiales requeridos

- Etiquetas con la identificación del responsable de la actividad.
- Candado.
- Tijeras aislantes.
- Dispositivo especial o cadena para bloqueo de tuberías, con energías peligrosas.

3



Notas

Pasos

CONCEPTOS ERRONEOS Y VERDADEROS ACERCA DEL ETIQUETADO VERDADEROS:

- Los candados son restrictores positivos
- Los sujetadores de etiquetas no son durables
- Las etiquetas pueden volverse ilegibles

ERRONEOS

- Las etiquetas son tan efectivos como los candados.
- El bloqueo y etiquetado no es necesario cuando se descompone el equipo o se limpia.

Comentarios, Cambios, Sugerencias

El flipón principal ubicado en el MCC 3, se bloqueará únicamente cuando se realicen trabajos eléctricos en el panel de la máquina. En el panel #2, se encuentra el flipón del Posicionador de Envase de la Línea Serac, (3Q1).

En el caso de cambios de tamaño o ajustes menores se bloqueará únicamente el arranque de la máquina a través de los micros de guardas, por la razón de que es necesario verificar el ajuste o cambios dándole movimientos en modo MANUAL.

Remover hacia izquierda tornillo colocado abajo de las unidades de mantenimiento para descargar el aire interno de la máquina, descargar el producto en bandeja plástica.

El operador se hace responsable del bloqueo de las guardas y de la seguridad de todos.

Fuente: Empresa de Manufactura.

ANEXO II

MANTENIMIENTO Y SERVICIOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Lab. Metrología

MANOMETRÍA

Instrumento: Manómetro **Fecha:** Jun-07
Código: LI-EXT-MA1 **Recalibración:** Jun-08
No. de Serie: IMI **Dirección:** GUATEMALA, CIUDAD.
Marca: MPROGEN **PATRÓN PRIMARIO:** CALIBRADOR FLUKE 718 100G.
Rango: 0-11 bar. LAB-MET-0007 Y FLUKE 700
Escala Mínima: 0.5 PCS
Ubicación: LLENADORA SERAC LAB-MET-0008

1. MÉTODO DE CALIBRACIÓN.

El método utilizado fue el de comparación directa con el patrón en forma ascendente y descendente. El equipo auxiliar utilizado: BOMBA MANUAL HIDRÁULICA.

2. CONDICIONES AMBIENTALES:

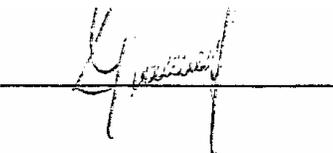
Temperatura: 23 C

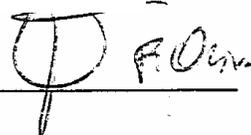
Humedad Relativa: 43%

3. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

| Valor Nominal | Valor Real (bar) | | Error (bar) | | Error (%) | |
|---------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Ascendente | Descendente | Ascendente | Descendente | Ascendente | Descendente |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2.0 | 2.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3.0 | 3.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4.0 | 4.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5.0 | 5.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6.0 | 6.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7.0 | 7.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 8.0 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 9.0 | 9.0 | | 0.0 | | 0.0 | |

| | | |
|----------------|------------|------|
| INCERTIDUMBRE: | RANGO= | 0.0 |
| | TIPO A = | 0.00 |
| | TIPO B = | 0.25 |
| | COMBINADA= | 0.25 |
| | EXPANDIDA= | 0.5 |

Metrología: 

Ing.Servicios: 

MANTENIMIENTO Y SERVICIOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Lab. Metrología

MANOMETRÍA

Instrumento: Manómetro **Fecha:** Jun-07
Código: LI-EXT-MA02 **Recalibración:** Jun-08
No. de Serie: 345395 **Dirección:** GUATEMALA, CIUDAD.
Marca: FESTO **PATRÓN PRIMARIO:** CALIBRADOR FLUKE 718 100G.
Rango: 0-16 bar. LAB-MET-0007 Y FLUKE 700 PCS
Escala Mínima: 0.5 LAB-MET-0008
Ubicación: LLENADORA SERAC

2. MÉTODO DE CALIBRACIÓN.

El método utilizado fue el de comparación directa con el patrón en forma ascendente y descendente. El equipo auxiliar utilizado: BOMBA MANUAL HIDRÁULICA.

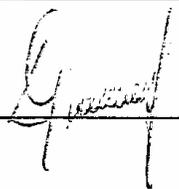
2. CONDICIONES AMBIENTALES:

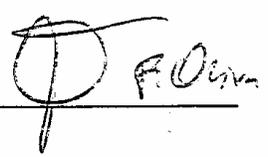
Temperatura: 23 C
 Humedad Relativa: 43%

3. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

| Valor Nominal | Valor Real (bar) | | Error (bar) | | Error (%) | |
|---------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Ascendente | Descendente | Ascendente | Descendente | Ascendente | Descendente |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2.0 | 1.5 | 2.0 | -0.5 | 0.0 | -25.0 | 0.0 |
| 3.0 | 2.5 | 3.0 | -0.5 | 0.0 | -16.7 | 0.0 |
| 4.0 | 3.5 | 4.0 | -0.5 | 0.0 | -12.5 | 0.0 |
| 5.0 | 5.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6.0 | 6.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7.0 | 7.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 8.0 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10.0 | 10.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 12.0 | 12.0 | 12.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 14.0 | 14.0 | | 0.0 | | 0.0 | |

| | | |
|----------------|------------|------|
| INCERTIDUMBRE: | RANGO* | 0.5 |
| | TIPO A * | 0.18 |
| | TIPO B * | 0.25 |
| | COMBINADA* | 0.31 |
| | EXPANDIDA* | 0.62 |

Metrología: 

Ing. Servicios: 

MANTENIMIENTO Y SERVICIOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Lab. Metrología

MANOMETRÍA

Instrumento: Manómetro **Fecha:** Jun-07
Código: LI-EXT-MA03 **Recalibración:** Jun-08
No. de Serie: 345395 **Dirección:** GUATEMALA, CIUDAD.
Marca: FESTO **PATRÓN PRIMARIO:** CALIBRADOR FLUKE 718 100G.
Rango: 0-16 bar. LAB-MET-0007 Y FLUKE 700
Escala Mínima: 0.5 PCS
Ubicación: LLENADORA SERAC LAB-MET-0008

1. MÉTODO DE CALIBRACIÓN.

El método utilizado fue el de comparación directa con el patrón en forma ascendente y descendente. El equipo auxiliar utilizado: BOMBA MANUAL HIDRÁULICA.

2. CONDICIONES AMBIENTALES:

Temperatura: 23 C
 Humedad Relativa: 43%

3. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

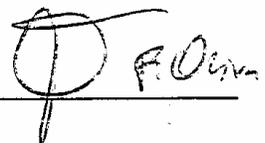
| Valor Nominal | Valor Real (bar) | | Error (bar) | | Error (%) | |
|---------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Ascendente | Descendente | Ascendente | Descendente | Ascendente | Descendente |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2.0 | 1.5 | 2.0 | -0.5 | 0.0 | -25.0 | 0.0 |
| 3.0 | 2.5 | 3.0 | -0.5 | 0.0 | -16.7 | 0.0 |
| 4.0 | 3.5 | 4.0 | -0.5 | 0.0 | -12.5 | 0.0 |
| 5.0 | 5.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6.0 | 6.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7.0 | 7.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 8.0 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10.0 | 10.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 12.0 | 12.0 | 12.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 14.0 | 14.0 | | 0.0 | | 0.0 | |

| | | |
|----------------|------------|-----|
| INCERTIDUMBRE: | RANGO= | 0.5 |
| | TIPO A = | 0.2 |
| | TIPO B = | 0.3 |
| | COMBINADA= | 0.3 |
| | EXPANDIDA= | 0.6 |

Metrología:



Ing. Servicios:



MANTENIMIENTO Y SERVICIOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Lab. Metrología

MANOMETRÍA

Instrumento: Manómetro **Fecha:** Jun-07
Código: LI-EXT-MA03 **Recalibración:** Jun-08
No. de Serie: 345395 **Dirección:** GUATEMALA, CIUDAD.
Marca: FESTO **PATRÓN PRIMARIO:** CALIBRADOR FLUKE 718 100G.
Rango: 0-16 bar. LAB-MET-0007 Y FLUKE 700
 PCS
Escala Mínima: 0.5 LAB-MET-0008
Ubicación: LLENADORA SERAC

1. MÉTODO DE CALIBRACIÓN.

El método utilizado fue el de comparación directa con el patrón en forma ascendente y descendente. El equipo auxiliar utilizado: BOMBA MANUAL HIDRÁULICA.

2. CONDICIONES AMBIENTALES:

Temperatura: 23 C
 Humedad Relativa: 43%

3. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

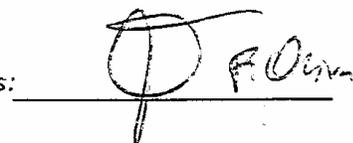
| Valor Nominal | Valor Real (bar) | | Error (bar) | | Error (%) | |
|---------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Ascendente | Descendente | Ascendente | Descendente | Ascendente | Descendente |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2.0 | 2.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3.0 | 3.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4.0 | 4.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5.0 | 5.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6.0 | 6.0 | 6.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 3.3 |
| 7.0 | 7.0 | 7.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 2.9 |
| 8.0 | 8.0 | 8.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 2.5 |
| 9.0 | 9.0 | | 0.0 | | 0.0 | |

| | | |
|----------------|------------|------|
| INCERTIDUMBRE: | RANGO= | 0.2 |
| | TIPO A = | 0.07 |
| | TIPO B = | 0.10 |
| | COMBINADA= | 0.12 |
| | EXPANDIDA= | 0.25 |

Metrología:



Ing.Servicios:



MANTENIMIENTO Y SERVICIOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Lab. Metrología

MANOMETRÍA

Instrumento: Manómetro **Fecha:** Jun-07
Código: LI-EXT-MA08 **Recalibración:** Jun-08
No. de Serie: **Dirección:** GUATEMALA, CIUDAD.
Marca: FESTO **PATRÓN PRIMARIO:** CALIBRADOR FLUKE 718 100G.
Rango: 0-4 bar. LAB-MET-0007 Y FLUKE 700
Escala Mínima: 0.05 PCS
Ubicación: LLENADORA SERAC LAB-MET-0008

1. MÉTODO DE CALIBRACIÓN.

El método utilizado fue el de comparación directa con el patrón en forma ascendente y descendente. El equipo auxiliar utilizado: BOMBA MANUAL HIDRÁULICA.

2. CONDICIONES AMBIENTALES:

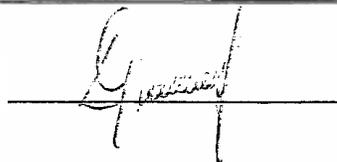
Temperatura: 23 C
 Humedad Relativa: 43%

3. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

| Valor Nominal | Valor Real (bar) | | Error (bar) | | Error (%) | |
|---------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Ascendente | Descendente | Ascendente | Descendente | Ascendente | Descendente |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.50 | 1.50 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.00 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.50 | 2.50 | 2.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.00 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.50 | 3.50 | | 0.00 | | 0.00 | |

| | | |
|----------------|------------|-------|
| INCERTIDUMBRE: | RANGO= | 0.00 |
| | TIPO A = | 0.00 |
| | TIPO B = | 0.025 |
| | COMBINADA= | 0.025 |
| | EXPANDIDA= | 0.050 |

Metrología:



Ing.Servicios:



Fuente: Empresa de Manufactura.