



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

**ESTANDARIZACIÓN EN PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LA INSTALACIÓN
DE MECANISMOS BÁSICOS EN UNA MÁQUINA FORMADORA DE VIDRIO
EN VIDRIERA GUATEMALTECA, S.A.**

Alberto Josué Quintana Hernández

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, noviembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTANDARIZACIÓN EN PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LA INSTALACIÓN
DE MECANISMOS BÁSICOS EN UNA MÁQUINA FORMADORA DE VIDRIO
EN VIDRIERA GUATEMALTECA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ALBERTO JOSUÉ QUINTANA HERNÁNDEZ
ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ
RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ESTANDARIZACIÓN EN PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LA INSTALACIÓN DE MECANISMOS BÁSICOS EN UNA MÁQUINA FORMADORA DE VIDRIO EN VIDRIERA GUATEMALTECA, S.A.

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



Alberto Josué Quintana Hernández

Guatemala, 30 de mayo de 2017

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
USAC.

Ingeniero Gómez:

Por este medio me dirijo a usted para manifestarle que he asesorado el trabajo de graduación titulado: **ESTANDARIZACIÓN DE PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LA INSTALACIÓN DE MECANISMOS BÁSICOS EN UNA MÁQUINA FORMADORA DE VIDRIO EN VIDRIERA GUATEMALTECA, S.A.**, desarrollado por el estudiante **Alberto Josué Quintana Hernández**, quien se identifica con registro académico **2012 12798** y CUI **2281 08136 0101**, el cual considero cumple con los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular

Atentamente,


Carlos Humberto Pérez Rodríguez
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado 3071

Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Ingeniero Mecánico Industrial

Colegiado No. 3071

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.127.017

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTANDARIZACIÓN EN PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LA INSTALACIÓN DE MECANISMOS BÁSICOS EN UNA MÁQUINA FORMADORA DE VIDRIO EN VIDRIERA GUATEMALTECA, S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Alberto Josué Quintana Hernández**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Ingeniero Industrial - Ingeniero Mecánico
COLEGIADO 6512

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.187.017

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 **ESTANDARIZACIÓN EN PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LA INSTALACIÓN DE MECANISMOS BÁSICOS EN UNA MÁQUINA FORMADORA DE VIDRIO EN VIDRIERA GUATEMALTECA, S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Alberto Josué Quintana Hernández**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala

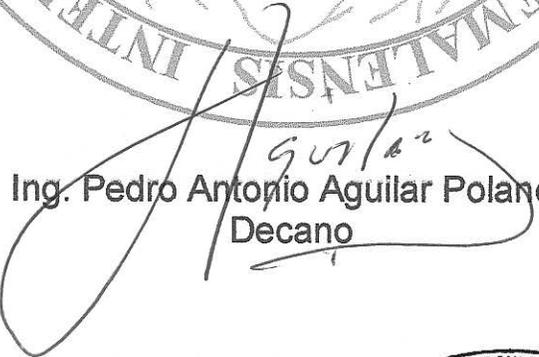


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.558-2017

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: **ESTANDARIZACIÓN EN PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LA INSTALACIÓN DE MECANISMOS BÁSICOS EN UNA MÁQUINA FORMADORA DE VIDRIO EN VIDRIERA GUATEMALTECA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Alberto Josué Quintana Hernández**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, noviembre de 2017



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme el don de la vida y acompañarme en cada etapa de ella.
- Mis papas** Eunice Hernández y David Quintana, por todo su esfuerzo, paciencia y cariño.
- Mis hermanos** Iván David Quintana Hernández y Pablo Stefan Quintana Hernández, por su amistad y compañía durante toda mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad San Carlos de
Guatemala**

Por bríndame acceso a estudios superiores.

Mis amigos del colegio

Por todos los años de amistad y apoyo que me han brindado.

**Mis amigos de la
Universidad**

Por ser modelos a seguir en mis estudios y apoyarme durante cada curso con su alegría y esfuerzo.

Carlos Pérez

Por su guía durante la realización de este trabajo y apoyo para mi graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SIMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1. Historia.....	1
1.1.1. Giro de la empresa.....	2
1.2. Ubicación de la empresa	2
1.2.1. Mapa de ubicación.....	2
1.3. Organigrama de la empresa	3
1.4. Misión	5
1.5. Visión	5
1.6. Política	5
1.7. Política de calidad.....	6
1.8. Productos de la empresa	6
1.8.1. Botellas	8
1.8.2. Vasos	9
1.8.3. Tarros.....	9
1.8.4. Envases	9
1.8.4.1. Boca angosta	9

1.8.4.2.	Cuello ancho.....	10
1.9.	Organigrama de producción	10
1.9.1.	Líneas de producción	12
1.10.	Número de empleados de la compañía.....	14
2.	SITUACIÓN ACTUAL	15
2.1.	Área de producción	17
2.2.	Diagnóstico de la línea 42	19
2.3.	Descripción del proceso	20
2.3.1.	Materia prima o cadena de insumos.....	23
2.3.2.	Área de hornos	25
2.3.3.	Área de formado de vidrio	27
2.3.3.1.	Chorreador.....	27
2.3.3.2.	Máquina de formado.....	30
2.3.3.3.	Mecanismo alimentador.....	31
2.3.3.4.	Máquina de sección individual	33
2.3.3.5.	Tipos de proceso de formación.....	37
2.3.3.6.	Mecanismos básicos.....	42
2.3.3.7.	Templador.....	44
2.4.	Diagnóstico de mantenimientos	45
2.5.	Estudio de indicadores de estandarización	47
2.5.1.	<i>Pack to melt</i> (fundido a envasado)	47
2.5.2.	Envases al templador	50
2.5.3.	Tiempos muertos	53
2.6.	Análisis de manejo de residuos.....	54
2.6.1.	Plan de reutilización de vidrio	55

2.7.	Capacidad de producción	56
2.7.1.	Productividad de la planta	57
2.8.	Calidad integral	58
2.8.1.	Métodos de control de calidad	59
2.8.1.1.	Inspección visual	59
2.8.1.2.	Medición	60
2.8.1.3.	Pesaje	61
2.8.1.4.	Acciones correctivas	61
3.	PROPUESTA	63
3.1.	Planteamiento del problema	63
3.1.1.	Diagrama Ishikawa	64
3.1.2.	Análisis FODA	68
3.1.3.	Diagrama de Pareto	71
3.2.	Plan de instalación	73
3.2.1.	Investigación	74
3.2.2.	Distribución de aplicación	75
3.2.3.	Diseño de mecanismos básicos	76
3.2.4.	Montaje	78
3.2.5.	Capacitación y adiestramiento	80
3.2.6.	Proceso de producción	83
3.3.	Plan de estandarización	87
3.3.1.	Registro de peso	88
3.3.2.	Límites de variación de peso	88
3.3.3.	Control de estándares	89
3.3.3.1.	Gráfico de media	90
3.3.3.2.	Gráfico de rango	91
3.3.3.3.	Gráfico de desviación	92

3.4.	Planes de mantenimiento	94
3.4.1.	Preventivo.....	94
3.4.2.	Correctivo	95
3.4.3.	Predictivo.....	95
3.4.4.	Selectivo	96
3.4.5.	Plan de mantenimiento propuesto	96
3.5.	Análisis de recursos	97
3.5.1.	Recursos tecnológicos.....	98
3.5.2.	Recursos materiales	100
3.5.3.	Recursos humanos.....	100
3.5.4.	Recursos de infraestructura.....	101
3.5.5.	Recursos financieros	102
3.5.5.1.	Análisis costo-beneficio	104
3.6.	Manejo eficiente de residuos.....	108
4.	IMPLEMENTACIÓN.....	111
4.1.	Plan de implementación	111
4.2.	Instructivo de instalación	113
4.3.	Procedimiento de control.....	119
4.3.1.	Diagrama de procedimiento de control.....	124
4.3.2.	Diagrama de recorrido de control	126
4.3.3.	Bitácora de control.....	128
4.4.	Plan de mantenimiento.....	129
4.4.1.	Predictivo.....	131
4.4.2.	Selectivo	133
4.4.3.	Preventivo.....	134
4.4.4.	Correctivo	143

4.5.	Costos de implementación.....	148
4.6.	Capacitación o adiestramiento.....	149
4.7.	Manejo de residuos	156
5.	MEJORA CONTINUA.....	159
5.1.	Plan de mejora continua	159
5.2.	Acciones correctivas	160
5.2.1.	Acciones correctivas, previo al proyecto	160
5.2.2.	Acciones correctivas durante el montaje.....	162
5.2.3.	Acciones correctivas, durante la operación.....	164
5.3.	Formato de control.....	165
5.4.	Monitoreo de indicadores de estandarización.....	167
5.4.1.	Tipos de indicadores	167
5.4.1.1.	Pack to melt	168
5.4.1.2.	Envases al templador.....	169
5.4.1.3.	Tiempos muertos	171
5.5.	Monitoreo de control de calidad	172
5.6.	Monitoreo de control de la producción	174
5.7.	Mantenimientos	176
5.7.1.	Correctivos.....	177
5.7.2.	Preventivos	177
5.7.3.	Predictivo	178
5.7.4.	Selectivo	179
5.8.	Seguimiento al manejo de residuos.....	181
	CONCLUSIONES	183

RECOMENDACIONES 185
BIBLIOGRAFÍA..... 187
ANEXOS..... 189

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Ubicación satelital de VIGUA, S.A.....	3
2. Organigrama de la empresa	4
3. Organigrama de producción	11
4. Plano de línea 42 VIGUA, S.A.....	13
5. Plano de instalaciones VIGUA, S.A.....	16
6. Diagrama de áreas en proceso.....	21
7. Diagrama de flujo, proceso de producción	22
8. Contenedor de materia prima y sistema de rieles.....	24
9. Diseño del horno.....	26
10. Diseño del chorreador	28
11. Chorreador y noria.....	30
12. Máquina de formado.....	31
13. Mecanismos de alimentación durante la caída de vela	33
14. Lado premolde.....	35
15. Mecanismo de manejo, rastras y banda transportadora.....	36
16. Lado de molde.....	37
17. Proceso soplo-soplo del lado premolde.....	39
18. Proceso prensa-soplo boca angosta, lado premolde.....	40
19. Proceso prensa-soplo boca ancha	41
20. Proceso de formado, lado molde	42
21. Diseño interno de mecanismo de pistón.....	43
22. Esquema de funcionamiento templador	44
23. Comportamiento <i>pack to melt</i> línea 42 de producción.....	49

24.	Comportamiento envases al templador	51
25.	Comparación de indicador envases al templador y PTM	52
26.	Comportamiento del tiempo muerto	53
27.	Plan de reutilización de vidrio	56
28.	Medición de envases.....	60
29.	Diagrama de Ishikawa.....	67
30.	Diagrama Pareto de la línea 42 de VIGUA, S.A.	72
31.	Diseño de pistones.....	77
32.	Cartuchos acoplados a mecanismos básicos.....	78
33.	Diagrama de flujo, proceso actual de línea 42	84
34.	Diagrama de flujo, estandarización de línea 42.....	86
35.	Gráfico de control de media	90
36.	Gráfico de control de rangos	92
37.	Gráfico de control de desviación estándar	93
38.	Plan de mantenimiento.....	97
39.	Análisis beneficio-costo	107
40.	Diagrama de flujo, proceso de reciclaje de vidrio	109
41.	Instructivo de instalación	114
42.	Procedimiento de control.....	120
43.	Diagrama de procedimiento de control.....	125
44.	Diagrama de producción y reproceso.....	126
45.	Diagrama de puntos de control	127
46.	Bitácora de control propuesta.....	128
47.	Inspección visual	132
48.	Orden de trabajo: base de pistones	136
49.	Orden de trabajo: cilindros guía	137
50.	Orden de trabajo: pistón	137
51.	Orden de trabajo: conductos de aire	138
52.	Orden de trabajo: sensor Heye	138

53. Orden de trabajo: mangas	139
54. Orden de trabajo: cuellos.....	139
55. Orden de trabajo: sacadoras	140
56. Orden de trabajo: obturadores.....	140
57. Orden de trabajo: bisagras	141
58. Orden de trabajo: noria.....	141
59. Orden de trabajo: cuchillas	142
60. Orden de trabajo: molduras	142
61. Procedimiento de mantenimiento correctivo	144
62. Procedimiento de capacitación	150
63. Clasificación de residuos	156
64. Plan de mejora continua	159
65. Formato de control de peso	166
66. Proyección <i>pack to melt</i> posterior al proyecto	169
67. Proyección de envases al templados vs <i>pack to melt</i>	170
68. Proyección de tiempos muertos.....	172
69. Formato de monitoreo de control de calidad	174
70. Monitoreo de producción	175
71. Gestión de órdenes de trabajo.....	177
72. Plan de mantenimiento incluyendo plan selectivo	181

TABLAS

I. Producto de VIGUA, S.A.	7
II. Áreas del chorreador.....	29
III. Elementos de mecanismo alimentador	32
IV. Frecuencia de mantenimientos	45
V. Capacidad de producción, VIGUA, S.A.....	57

VI.	Acciones correctivas a errores de producción	61
VII.	Análisis de causa y efecto.....	64
VIII.	Tabla de análisis FODA	69
IX.	Montaje de mecanismos básicos	79
X.	Cronograma de capacitación	82
XI.	Procedimiento de variación de peso	89
XII.	Tabla de costos.....	103
XIII.	Análisis beneficio-costo.....	105
XIV.	Plan de implementación.....	112
XV.	Plan de mantenimiento	130
XVI.	Plan de mantenimiento preventivo	135
XVII.	Costos de implementación.....	148
XVIII.	Manejo según tipo de residuo	157
XIX.	Acciones correctivas previo a la realización del proyecto	160
XX.	Acciones a realizar durante el montaje	162
XXI.	Acciones a realizar durante la operación	164
XXII.	Clasificación de prioridad y tiempo de respuesta	180
XXIII.	Clasificación selectiva de maquinaria	180

LISTA DE SIMBOLOS

Símbolo	Significado
δ	Desviación estándar
\$	Dólar estadounidense
A	Mantenimiento anual
E	Mantenimiento semanal
S	Mantenimiento semestral
%	Porcentaje
\bar{X}	X barra, media estándar

GLOSARIO

Almacén	Área designada para el almacenaje de materia prima o producto terminado.
Asesoría	Préstamo de asistencia técnica y profesional sobre un tema específico. En el presente trabajo la asesoría obtenida fue sobre los mecanismos básicos por instalar.
Bien intermedio	Producto utilizado como insumo de producción de otros bienes o como producto final.
Cadena de insumos	Involucra todas las áreas que tienen una relación directa o indirecta con el proceso de producción y satisfacción de las necesidades de los clientes.
Cal	Materia prima utilizada para la producción del vidrio, químicamente es conoce como óxido de calcio (CaO)
Calidad	Cumplimiento de especificaciones, las cuales se determinan buscando la satisfacción del cliente.
Calidad integral	Área destinada al control del sistema de gestión de calidad.

Capacitación	Actividades didácticas impartidas para ampliar los conocimientos, habilidades y aptitudes del personal dentro de la empresa.
Costo	Desembolso realizado por una empresa para producir un bien, se puede definir como una inversión realizada para cumplir con el bien que genera ganancias en la empresa.
Cuantificable	Todos aquellos valores que se pueden determinar mediante números. El peso del vidrio es un valor cuantificable.
Cullet	Vidrio limpio y triturado listo para su utilización en el proceso de fundición de vidrio.
Demanda	Cantidad total de bienes que pueden ser adquiridos en el mercado.
Especificaciones del producto	Características generalmente determinadas por el consumidor, que determinan el diseño del producto final y las bases que debe cumplir. Ejemplo: peso del producto, color, etc.
Estandarización	Ajustar características de un producto para que sean lo más similar posibles en su producción.
Factores	Elementos que pueden condicionar una actividad. En el caso de la producción de vidrio un factor determinante es el tamaño de las máquinas

	formadoras de vidrio que limita el tamaño de envase que se puede producir.
Fundición	Derretir o licuar vidrio a altas temperaturas (a 1500°C para este trabajo de investigación).
Gasto	Desembolso realizado por el cumplimiento de actividades de la empresa, no agrega valor directo al bien, por lo que no se determina como una inversión.
Heye	Marca del sensor a implementar junto con los mecanismos básicos para cumplir el objetivo de estandarización.
Horno	Dispositivo que genera calor y lo mantiene dentro de un compartimento cerrado. Para el vidrio alcanza temperaturas de hasta 1 500 °C.
Implementar	Llevar a cabo todos los planes y procedimientos para llevar a cabo una tarea determinada.
Incoloro	Que carece de color.
Incurrir	Tener la necesidad de algo, ejemplo: incurrir en gastos.
Indicador	Dato utilizado para valorar la eficiencia de una actividad, en este caso para medir la producción y la eficiencia de la misma.
Investigación	Herramienta de estudio que se basa en datos

cuantitativa	numéricos para la toma de decisiones y cumplimiento de objetivos.
ISO 9001:2008	Certificación en un Sistema de Gestión de Calidad (SGC), indica que la empresa cuenta con un sistema que permite administrar y mejorar la calidad de sus productos, procesos o servicios.
Línea de producción	Forma de organizar la maquinaria para que la producción se realice con una trayectoria recta, usualmente en las empresas se identifican las líneas de producción por cada tipo de proceso que se realiza.
Lotes de producción	Numeración asociada con el orden de producción que posee la empresa, en el caso de VIGUA, S.A. el lote está relacionado con la fecha de producción y tipo de moldura utilizada.
Manejo de residuos	Todo el proceso que se le da a los residuos, desde su captación, transporte, tratamiento, reciclaje y eliminación de los materiales no deseados.
Mantenimiento	Acciones para prolongar la vida o restaurar un objeto.
Máquina formadora de vidrio	Artefacto diseñado especialmente para operar vidrio, se le conoce como formado al proceso de formar envases a partir de vidrio fundido a altas temperaturas.

Máquinas I.S.	Siglas en inglés que significan sección individual (<i>individual section</i>)
Materia prima	Todos los materiales que pasan el proceso de producción para transformarse en un bien.
Mecanismos básicos	Elementos mecánicos utilizados para formar el envase en el proceso de producción.
Mejora continua	Proceso realizado para mejorar continuamente en todos los ámbitos de la empresa.
Molduras	Elemento utilizado como base para obtener una forma determinada dentro de este, en este trabajo las molduras determinan la forma de los envases de vidrio.
Monopolio	Situación en que un productor es el único que ofrece un determinado bien.
Optimizar	Buscar la mejor manera de realizar una actividad, utilizando la menor cantidad posible de materia prima, tiempo y esfuerzo.
<i>Pack to melt</i>	Indicador de producción, con el que se crea una relación entre la materia prima utilizada y el producto final obtenido.
Plan	Programa base en el cual se detalla el orden en que se realizará una tarea y los medios necesarios para

llevarlo a cabo.

Planta de producción Lugar equipado con maquinaria, destinado para la transformación de materia prima a un producto final.

Proceso Secuencia de actividades que se llevan a cabo con el fin de lograr un objetivo específico, en el caso de la empresa: producción de vidrio.

Producción Actividad que transforma la materia prima en un producto elaborado y le agrega valor.

Producción masiva Transformación de materia prima en un producto elaborado en grandes cantidades, generalmente para cubrir grandes áreas de venta o clientes industriales.

Productividad Capacidad de producir, se determina por la eficiencia del proceso, aprovechando de mejor forma la materia prima para obtener la mayor cantidad de producto terminado, con la menor cantidad de residuos generados.

Producto terminado Objeto que obtuvo una transformación y que se encuentra listo para entregar al cliente.

Propiedad refractaria Capacidad de resistir altas temperaturas sin descomponerse.

Recursos Todos aquellos suministros de los cuales se puede

obtener un beneficio, pueden ser recursos materiales, financieros, personales, entre otros.

Refinador	área utilizada para ingresar materia prima al horno de fundición de vidrio.
Regenerador	Área del horno que permite liberar los gases generados por el vidrio a altas temperaturas
Regional	En el trabajo se determina a la región como México, Centroamérica (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica) y Panamá
Sistema de gestión de calidad	Fundamentos creados para que una organización tenga la capacidad de planificar, controlar y mejorar los elementos que influyen en la satisfacción del cliente y mejora de resultados de la empresa.
Silicio	Compuesto químico (SiO) utilizado como materia prima para la producción de vidrio.
Silo	Construcción diseñada para el almacenaje de materiales a granel.
Templado	Tratamiento térmico aplicado al vidrio para aumentar su dureza.
Tiempo muerto	Tardanza en cumplir con el proceso de producción por algún impedimento en la línea de producción.

También conocido como demora.

Vela de vidrio

También conocido como “columna de vidrio”, es el vidrio sin formación, que se encuentra a altas temperaturas y que ingresa a la máquina formadora de vidrio para darle la forma deseada.

Viabilidad

Determinación del éxito o fracaso de un proyecto, mediante diversos análisis.

Vidrio

Material cerámico, caracterizado por su transparencia, dureza, utilidad para contener y capacidad de conservación.

RESUMEN

La producción de vidrio en VIGUA, S.A. es la razón de existir de la empresa, con la cantidad de producto que se genera en la planta es capaz de cubrir la demanda centroamericana, del caribe y un segmento de México, gracias a su elevada capacidad de producción, eficiencia y efectividad de la maquinaria.

La producción de vidrio considera varios factores para su elaboración como: materia prima y cadena de suministros, mezcla de los insumos, fundición de la mezcla, que se realiza a 1 500 °C, la moldura, la formación del envase, el templado del vidrio, enfriamiento y mantenimiento apropiado de la maquinaria para mantener una producción eficaz. VIGUA cuenta con todas estas etapas en su producción y vela por el correcto funcionamiento de todas para garantizar la satisfacción de sus clientes.

Conforme se desarrolló la producción surge la necesidad de mejorar los estándares de calidad que posee la organización, donde se han integrado controles de calidad mediante medios electrónicos y visuales, realizado por los operarios de la misma empresa. Los controles de calidad vigentes se ubican en el área posterior al enfriamiento del envase. Por ello, se determina la necesidad de instalar un punto de control en una etapa previa de producción, incorporando un estándar específico de control de peso de la vela en los mecanismos básicos. Con esta incorporación se facilita el reciclaje del producto y se garantiza que los clientes reciban un envase de mejor calidad, reduciendo las

posibles quejas de los clientes porque el envase no cumple con los estándares de calidad requeridos.

En el presente trabajo de graduación se realiza la propuesta de mejora mediante la implementación de mecanismos básicos en una línea de producción de vidrio. Con base en el estudio realizado, se determina que el punto de control es útil dentro de la línea de producción y se predice que aumente la productividad de la línea, y se produce una mejora cuantificable, al implementar e instalar los nuevos mecanismos básicos en la línea 42 de la planta de producción de VIGUA, S.A.

OBJETIVOS

General

Estandarizar la producción de envases de vidrio por medio de la instalación de mecanismos básicos en una máquina formadora de envases de vidrio.

Específicos

1. Analizar la línea de producción para definir debidamente el problema presente.
2. Administrar los recursos necesarios y disponibles óptimamente en la realización del proyecto.
3. Determinar los índices a medir para analizar las mejoras en la estandarización, y la producción de la línea y ejecución.
4. Definir los programas de capacitación y adiestramiento a los empleados que llevarán a cabo el plan de instalación.
5. Identificar los procesos para el manejo efectivo y eficaz de residuos generados por la línea de producción.

INTRODUCCIÓN

La empresa encargada de la producción de vidrio incoloro en la región es VIGUA, S.A. parte del grupo Centroamericano de producción de vidrio VICAL. Son los productores de una gran variedad de artículos de vidrio. Debido a que la demanda regional de botellas de vidrio es alta, la planta de VIGUA debe contar con una elevada capacidad de producción de vidrio que la satisfaga. Para ello, se utilizan maquinas formadoras de vidrio.

La empresa VIGUA, S.A. complementa su producción de vidrio con empresas en Costa Rica y en México. La empresa guatemalteca, en su planta cuenta con seis líneas de producción, las cuales se establecen con base en el horno del cual proviene el vidrio y el número de máquina que recibe el vidrio a altas temperaturas y lo moldea en la forma del envase diseñado o modelo. Se cuentan con dos hornos numerados como el 1 y el 4. Cada uno provee de vidrio a tres máquinas distintas, por lo que los números de las líneas del horno 1 se identifican bajo el número 11, 12 y 13; y la maquinaria del horno 4 con los números 41, 42 y 45.

Este trabajo de graduación se divide en cinco capítulos: el primer capítulo se enfocará en la obtención de la información de la empresa. En el segundo capítulo se estudia la situación actual de la empresa; en el tercer capítulo se aplicará un análisis de gestión, en el cual se busca determinar las mejoras que presentará la actualización de los mecanismos básicos. Es necesario realizar un plan de instalación, mantenimiento y utilización de los mecanismos, aplicado en el cuarto capítulo, se aprovecha el quinto capítulo para determinar la mejora que estos presentarán.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Historia

La empresa Vidriera Guatemalteca, S.A. inició como una idea conformada por tres empresas visionarias: Cervecería Centroamericana, Cervecería Costa Rica y Grupo Vitro. Con base en dicha cooperación se formó la empresa Cavisa a mediados de los años sesenta y deseaban cubrir la demanda de productos de vidrio en la región. Debido a problemas sindicales, la empresa tomó la decisión de parar actividades, con ello, se paró la maquinaria y se detuvo el funcionamiento de los hornos para fundición del vidrio.

En el año 1991, para retomar la idea de producción original de la empresa, surge VIGUA, S.A. la cual aprovecha las instalaciones y maquinaria utilizadas por Cavisa e inicia sus operaciones bajo un nuevo mando administrativo. Vigua se unió al grupo Vidriero Centroamericano Vical.

Actualmente la Vidriera Guatemalteca, S.A. es la única empresa productora en el país, y con base en la distribución de labores con el grupo centroamericano, la planta guatemalteca produce artículos de vidrio incoloro para cubrir la demanda centroamericana y del caribe de dichos productos, entre los cuales se enlistan: botellas, tarros, vasos y envases varios.

La planta de producción se encuentra ubicada en la zona 12 de la ciudad capital. Cuenta con dos hornos de fundición de vidrio y seis líneas de fabricación de envases. La empresa posee la certificación ISO 9001:2008 y busca cumplir con la excelencia en fabricación y calidad de sus productos.

1.1.1. Giro de la empresa

La actividad primordial de la empresa VIGUA, S.A. es la transformación de materia prima en recipientes de vidrio. Por ello, la empresa se clasifica como una organización manufacturera, que produce bienes intermedios, los envases de vidrio son un bien intermedio. Los ofrece, principalmente, a empresas manufactureras de bebidas, alimentos, licores, medicinas y cuentan con disponibilidad de productos para consumidor final, como producto para el hogar, principalmente vasos.

La empresa comercializa y distribuye sus productos a través de la empresa Distincomer, S.A.

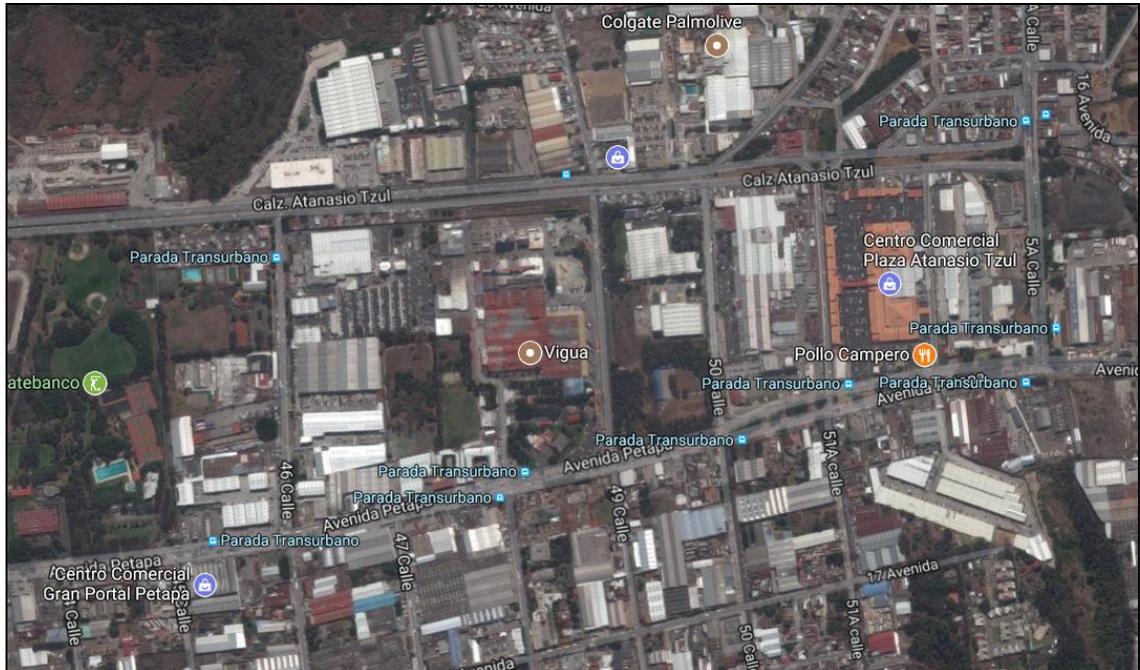
1.2. Ubicación de la empresa

La planta de producción y oficinas administrativas de VIGUA, S.A. se ubican en la avenida Petapa 48-01, zona 12. Guatemala, código postal 1759.

1.2.1. Mapa de ubicación

En la figura 1 se muestra la ubicación satelital de la empresa VIGUA, S.A.

Figura 1. Ubicación satelital de VIGUA, S.A.

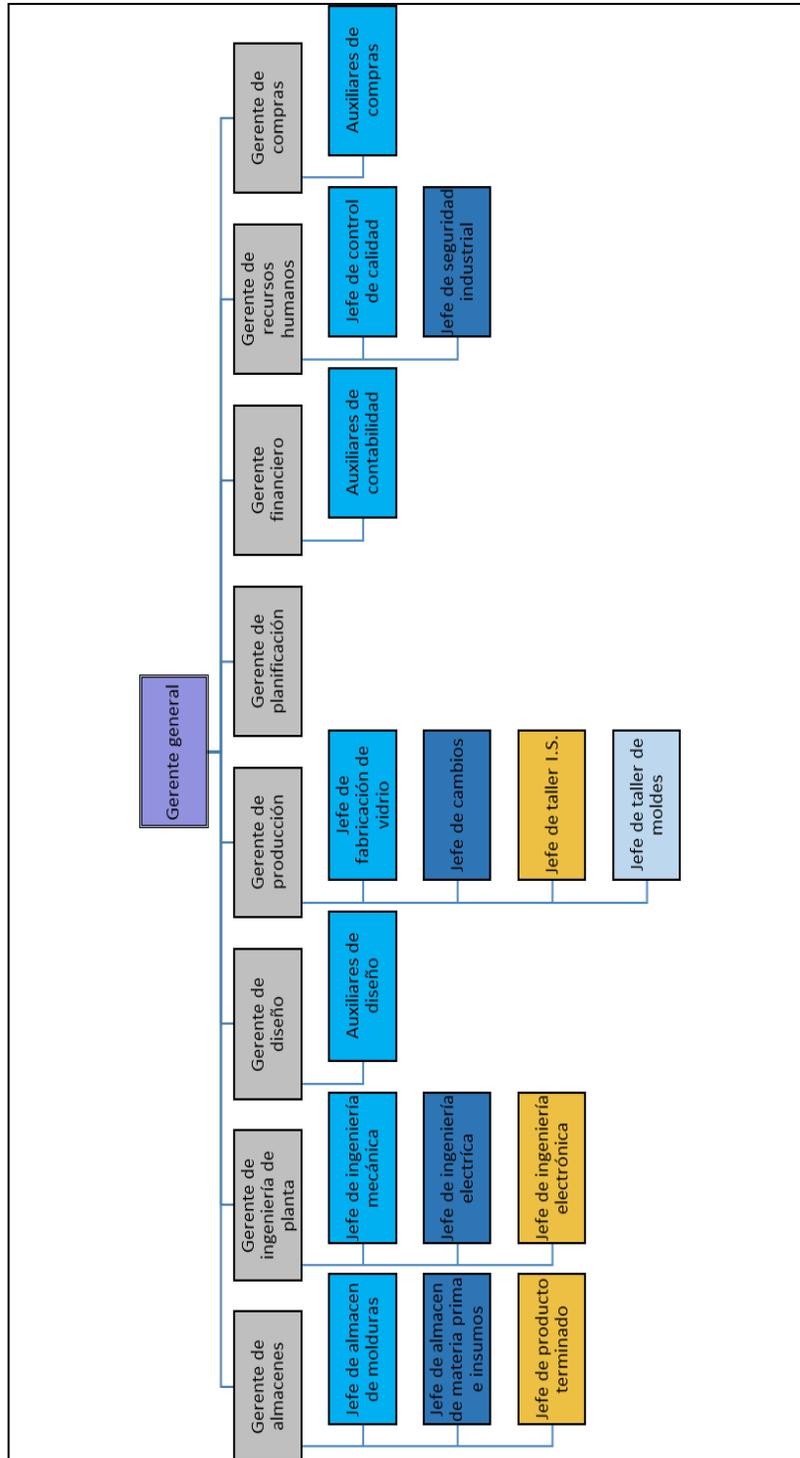


Fuente: <https://www.google.com.gt/maps/place/Vigua/>. Consulta: noviembre de 2015.

1.3. Organigrama de la empresa

La empresa utiliza un formato de organización por departamentos. En la figura 2 se muestra el organigrama utilizado por VIGUA, S.A. y la jerarquía utilizada por la administración.

Figura 2. Organigrama de la empresa



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

1.4. Misión

“Lograr en el mercado de Centro América una posición de liderazgo en envases de vidrio e insumos industriales relacionados con nuestro giro principal y comercializar productos afines y complementarios o que representen un negocio de interés, asumiendo la responsabilidad de conquistar el reconocimiento de proveedor confiable de alta calidad que no deteriora el medio ambiente y respaldado por un servicio eficiente, con el fin de dar el mayor grado de satisfacción al cliente.”¹

1.5. Visión

“Satisfacer competitivamente las necesidades de envase y cristalería de mesa del mercado centroamericano y de exportación, produciendo nuestras materias primas y comercializando productos afines y complementarios a las líneas de nuestro giro principal, sin deterioro del medio ambiente.”²

1.6. Política

“Es política de la empresa cumplir proveer a los clientes con envases y artículos de vidrio que cumplan con los requerimientos y especificaciones acordadas para mantener o mejorar su satisfacción, dentro del marco legal vigente.

Con este fin, el personal debe enfocarse al control de los procesos en que participa y la empresa debe mantener un ambiente de trabajo óptimo que, dentro del marco legal, permita el desarrollo de los trabajadores y de la empresa, apoyando la protección del medio ambiente.”

¹ Vidriera Guatemalteca, S.A.

² *Ibíd.*

1.7. Política de calidad

“Es política de nuestra compañía proveer a nuestros clientes con envases y vasos de vidrio, que cumplan con los requerimientos, especificaciones acordadas y requisitos legales correspondientes.

Con este fin, el personal debe enfocarse al control de los procesos, la operación eficaz, la satisfacción del cliente, prevención de contaminación ambiental y el mejoramiento continuo de nuestro Sistema de Gestión de la Calidad, basado en los requerimientos de la norma ISO 9001:2008”

1.8. Productos de la empresa

VIGUA, S.A. produce para el área centroamericana y del caribe diversos artículos de vidrio. La planta produce vidrio incoloro por lo que la demanda varía únicamente en el tipo de producto que se forma. Para la utilidad de la empresa, se comprenden los productos en los siguientes grupos:

En la tabla 1 se indican los productos que actualmente produce la empresa. Además, se describen después de la misma para ampliar su descripción y tipos de divisiones que posee cada división

Tabla I. **Producto de VIGUA, S.A.**

Producto	Ejemplo
Botellas	
Vasos	
Tarros	

Continuación tabla I.

Envases de boca angosta	
Envases de cuello ancho	

Fuente: elaboración propia.

1.8.1. Botellas

Aquellos productos que cumplen con necesidades de múltiples franquicias, ofrecen una extensa variedad de envases para utilizar en la producción. Entre los tipos de botella se conocen los de gaseosas, licoreras, y cervezas.

La empresa ofrece las botellas con diversidad de diseños, con base en las exigencias de los clientes, además, pueden ser retornables o no retornables e incluir decorado o espacio para etiquetado, en función de la necesidad del cliente.

1.8.2. Vasos

Vasos para utilizar en el hogar. Cuentan con diversos diseños en forma e impresiones. Los vasos pueden dárseles uso industrial, comercial o publicitaria. La forma, los acabados y la decoración se adaptan a los requerimientos del cliente.

1.8.3. Tarros

Envases que tienen diversas funciones se caracterizan por tener cuello ancho, los productos que se agrupan en esta categoría son los envases dedicados a contener productos líquidos o productos medicinales,

1.8.4. Envases

Es todo recipiente que se utiliza para contener otro material dentro del mismo. Los envases se utilizan con diversos fines, entre ellos, se encuentra el transporte de artículos, almacenamiento de materia para prolongar su tiempo de vida, formar parte del llamativo de venta del producto y proteger un producto.

En la empresa, los envases son de vidrio y se utilizan para su venta posterior en la industria alimenticia. Se ofrecen a los clientes dos tipos de envases que se clasifican de la siguiente forma:

1.8.4.1. Boca angosta

Los envases de boca angosta son aquellos en los que la corona de la botella es reducida, por lo general, este tipo de envases se utilizan para

contener líquidos diferentes a las sodas, licores y cerveza; las cuales se incluían como categoría de botellas. Este producto se ofrece con decoración de acuerdo con los requerimientos del cliente. En esta categoría, se incluyen los envases de gran tamaño para licor, que cuentan con una boquilla de tamaño reducido, y los vinos.

1.8.4.2. Cuello ancho

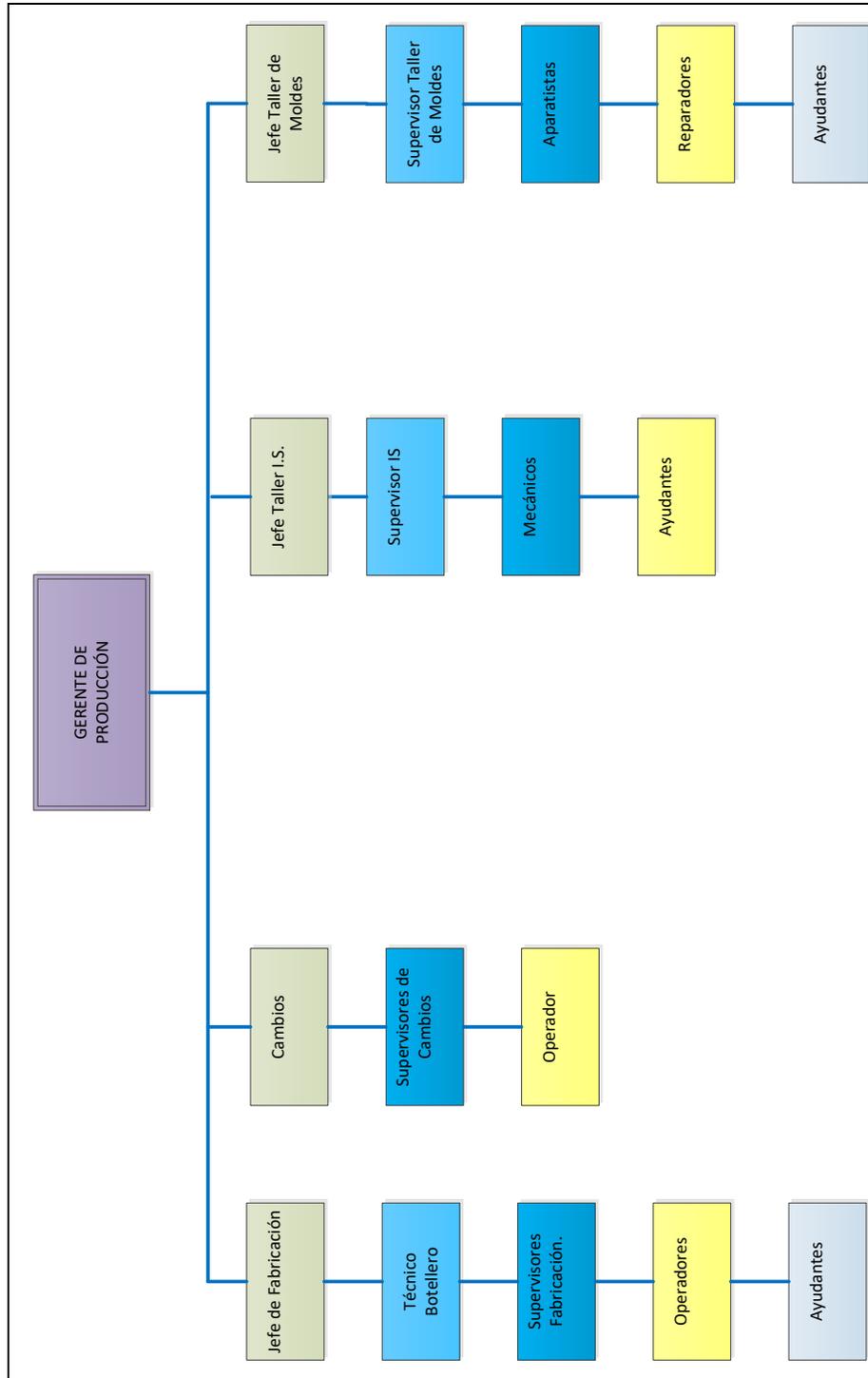
En esta categoría se clasifican los envases que cuentan con una corona amplia, se parecen a los tarros, únicamente que estos pueden ser utilizados para cualquier fin, a diferencia de los tarros. Por lo general, este tipo de envases carece de rosca para tapaderas, lo cual lo diferencia de los tarros. Su maniobrabilidad en la maquinaria es delicada.

1.9. Organigrama de producción

VIGUA, S.A. es una empresa que utiliza la departamentalización para delimitar tareas de trabajo y controlar la producción de forma más eficiente. El organigrama de producción se presenta a continuación y cuenta con cuatro divisiones de trabajo: fabricación, cambios, maquinas IS (sección individual, las siglas corresponden al nombre en inglés) y taller de moldes.

La figura 3 muestra el organigrama con las divisiones de trabajo previamente expresadas, con sus subdivisiones específicas.

Figura 3. Organigrama de producción



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

1.9.1. Líneas de producción

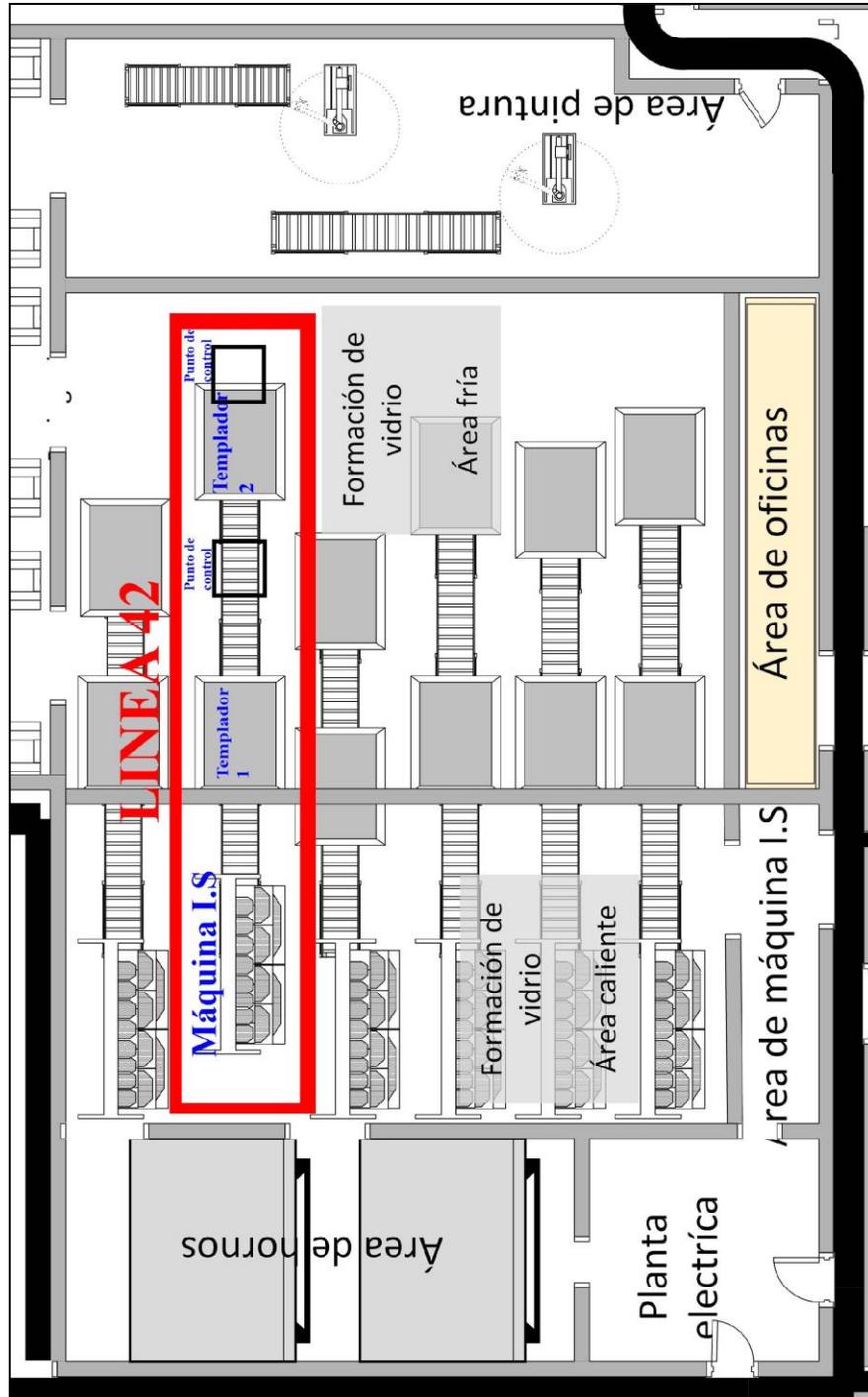
VIGUA, S.A. cuenta con seis líneas de producción. Todas están dedicadas a la producción de envases de vidrio transparente, laboran durante las 24 horas del día, los 7 días de la semana para cumplir la demanda de producto.

La línea de producción se divide en área caliente y área fría.

- Área caliente en línea de producción: está destinada a la formación del envase. Incluye el horno, la máquina de sección individual y un templador. Se caracteriza por manejar temperaturas de hasta 1 500 °C en el horno y aproximadamente 700 °C en el templador.
- Área fría en línea de producción: el envase termina su traslado por el templador del área caliente, se filtra por puntos de inspección y un segundo templador que asegura la dureza del envase. La temperatura en esta área es equivalente a la temperatura ambiente.

En la figura 4 se indica la disposición física de las áreas en una línea de producción dentro de las instalaciones de VIGUA, S.A. En el plano es posible visualizar la división entre áreas que posee el área caliente y la fría.

Figura 4. Plano de línea 42 VIGUA, S.A



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

1.10. Número de empleados de la compañía

VIGUA, S.A. se clasifica como una empresa grande; cuenta con más de 250 personas en planilla, entre ellas, aproximadamente 50 personas desempeñan trabajo administrativo y 250 personas son operativas. Este personal está distribuido en todas las áreas de la planta y forman cuatro equipos que rotan cada 8 horas en producción. Gozan de dos días de descanso.

2. SITUACIÓN ACTUAL

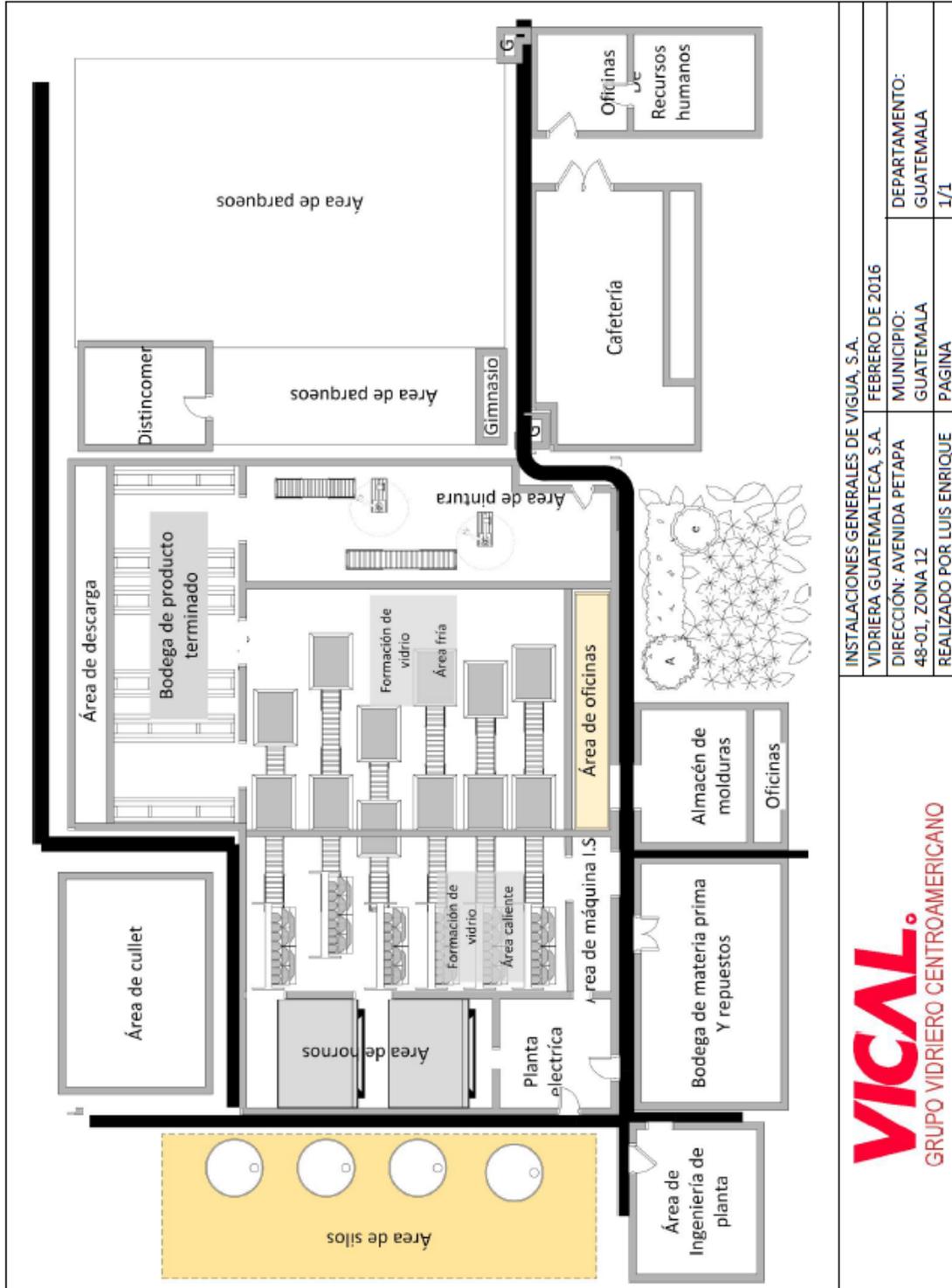
En el proceso de producción de un envase de vidrio se involucran diversas áreas que se complementan para fundir el vidrio, moldearlo, templarlo, decorarlo y almacenarlo.

Las áreas en que se divide la empresa son:

- Almacenes
- Ingeniería de planta
- Cambios
- Diseño
- Seguridad industrial
- Preparación de vidrio
- Producción
- Control de calidad
- Gerencia financiera
- Planificación
- Compras y
- Recursos humanos

En la figura 5 se muestra el plano general de instalaciones de VIGUA, S.A. y su distribución por áreas.

Figura 5. Plano de instalaciones VIGUA, S.A.



VICAL
GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Todas las áreas tienen relevancia para que la empresa produzca y comercialice sus productos correctamente. El plan de instalación de mecanismos básicos involucra directamente el área de producción y se instalan en la máquina de sección individual. Para comprender la situación actual de la empresa y la importancia de los mecanismos básicos en el proceso, así como su mejoramiento esperado, se analizan los problemas de producción, áreas del proceso, indicadores y manejo de residuos.

2.1. Área de producción

Se compone de cuatro áreas: fabricación, cambios, máquinas IS (*individual section*), y taller de moldes. Las cuatro áreas se complementan para la producción de los envases de vidrio y se necesita de una comunicación efectiva entre ellas para una producción eficiente y que los indicadores de producción sean favorables.

- Fabricación: área que se encarga de la producción de las botellas de vidrio y la constituyen las personas directamente relacionadas con el proceso productivo del envase. Entre ellos están el jefe de fabricación, técnico botellero, supervisores de fabricación, operarios y ayudantes. Tienen relación directa con toda la maquinaria y deben mantener un control de las botellas, por ello, los técnicos botelleros llevan un control de calidad de las botellas producidas.
- Taller de máquinas IS: la maquinaria de sección individual moldea el vidrio, por lo que las máquinas reciben el vidrio a altas temperaturas y utilizan moldes para darle forma, de acuerdo con el diseño de envase del cliente. las máquinas cuentan con diversos elementos mecánicos los cuales deben

mantenerse bajo mantenimiento, entre los elementos que deben mantener un control se encuentran:

- Cuchillas
- Bisagras
- Canales
- Cuellos
- Pistones
- Sacadoras
- Mangas y
- Equipo de manejo

Su importancia radica en mantener las máquinas en constante funcionamiento, evitando demoras por fallos de los mecanismos enlistados, para que el proceso de producción sea óptimo y hay la menor cantidad de pérdidas. El taller de máquinas IS cuenta con supervisores de máquinas, mecánicos y ayudantes.

- Taller de moldes: supervisa, almacena y distribuye los moldes y partes esenciales relacionadas con el proceso de moldura del vidrio. Estos se utilizan en las máquinas de sección individual. Los moldes varían dependiendo el tipo de proceso de formado y el tipo de artículo que se producirá. Dada la demanda de productos de vidrio que posee la empresa, el taller debe mantener un control estricto y llevar un registro, tanto de los moldes que se encuentran en uso, como de los que se utilizarán en el futuro. El taller de moldes cuenta con un área fuera de planta para la realización de su trabajo.

- Cambios. La característica de la producción de vidrio es que se deben realizar cambios en el producto para cumplir con la demanda de los clientes. Por eso, es necesario llevar a cabo cambios en la maquinaria. Dado que se necesita de una organización correcta para realizar los cambios en la producción de diversos productos, se genera la división de cambios y ésta se coordina con el taller de moldes y de máquinas IS para llevarlos a cabo conforme la planeación.

En el área de producción es importante mantener una correcta comunicación entre las áreas. Esto permitirá un mejor control de la maquinaria, tomando en cuenta factores importantes, como horarios de fabricación, fechas de cambios, estado de las molduras, y mantenimientos de los elementos de las máquinas IS.

2.2. Diagnóstico de la línea 42

La línea 42 inicia en el horno número cuatro y de dicho horno es la línea número dos por lo que se le numera con base en el número del horno. La línea cuenta con un sistema de entrega de vidrio a altas temperaturas que se denomina chorreador. Luego, se encuentra la máquina de sección individual, la cual cuenta con ocho secciones funcionales para moldeo de vidrio. Las secciones individuales se encuentran bajo el monitoreo de los operarios de fabricación los cuales se encargan de tareas como el control de la máquina, seguimiento de lubricación de la moldura y correcciones necesarias.

Después de la máquina de sección individual se encuentra el templador, el cual utiliza distintas temperaturas de calor para darle la rigidez necesaria al producto para su utilización. Dependiendo del tipo de producto, se aplican diversos tratamientos a las botellas para esta mantenga sus propiedades de

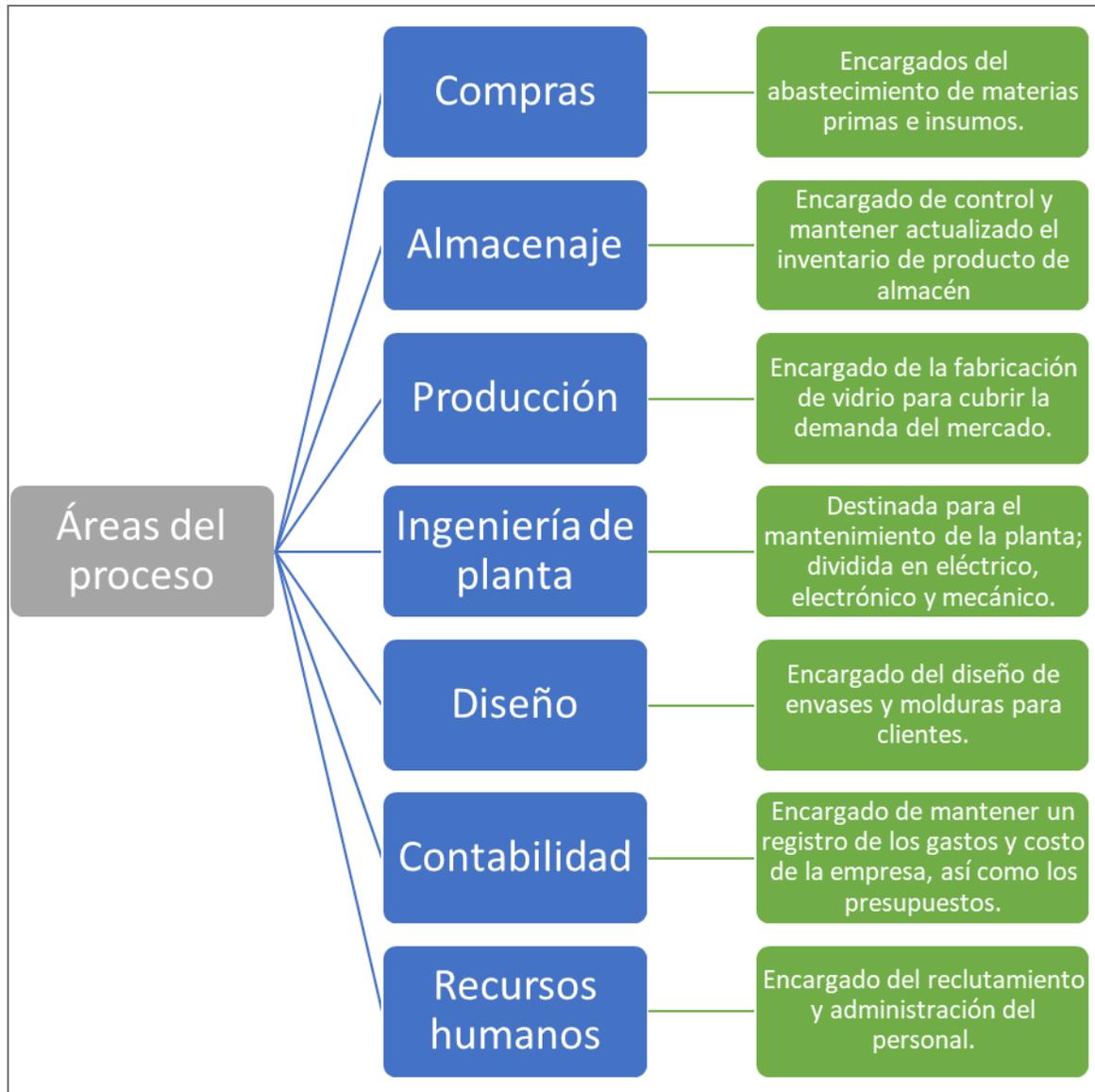
inocuidad cuando se empaque y almacene conforme las especificaciones. Para los envases de utilización industrial el tratamiento sirve para que el producto se pueda reutilizar sin afectar la salud de los consumidores.

La línea número cuarenta y dos, posterior al templador y al tratamiento aplicado, se traslada a puestos de control de calidad, donde se llevan a cabo inspecciones de fallas conocidas y que incumplen las especificaciones del cliente. De ser aprobado el lote, este se empaca y almacena. Si el producto necesitar decorado, se trasladará al área de decorado donde se aplica la pintura con base en el diseño del cliente.

2.3. Descripción del proceso

El proceso de formado del vidrio consta de varios pasos para obtener un producto final con capacidad de portar líquido, alimentos, medicamentos, entre otros. En VIGUA, S.A. el proceso se realiza con colaboración de proveedores, los cuales suplen las materias primas esenciales para la formación del vidrio tales como la cal, arena silicio, entre otros. El proceso industrial de producción de vidrio cuenta con diversas áreas que se encargan de coordinar las operaciones desde la materia prima hasta el producto terminado. Por ello, la empresa trabaja bajo el concepto de la departamentalización y se divide en las áreas mostradas en la figura 6.

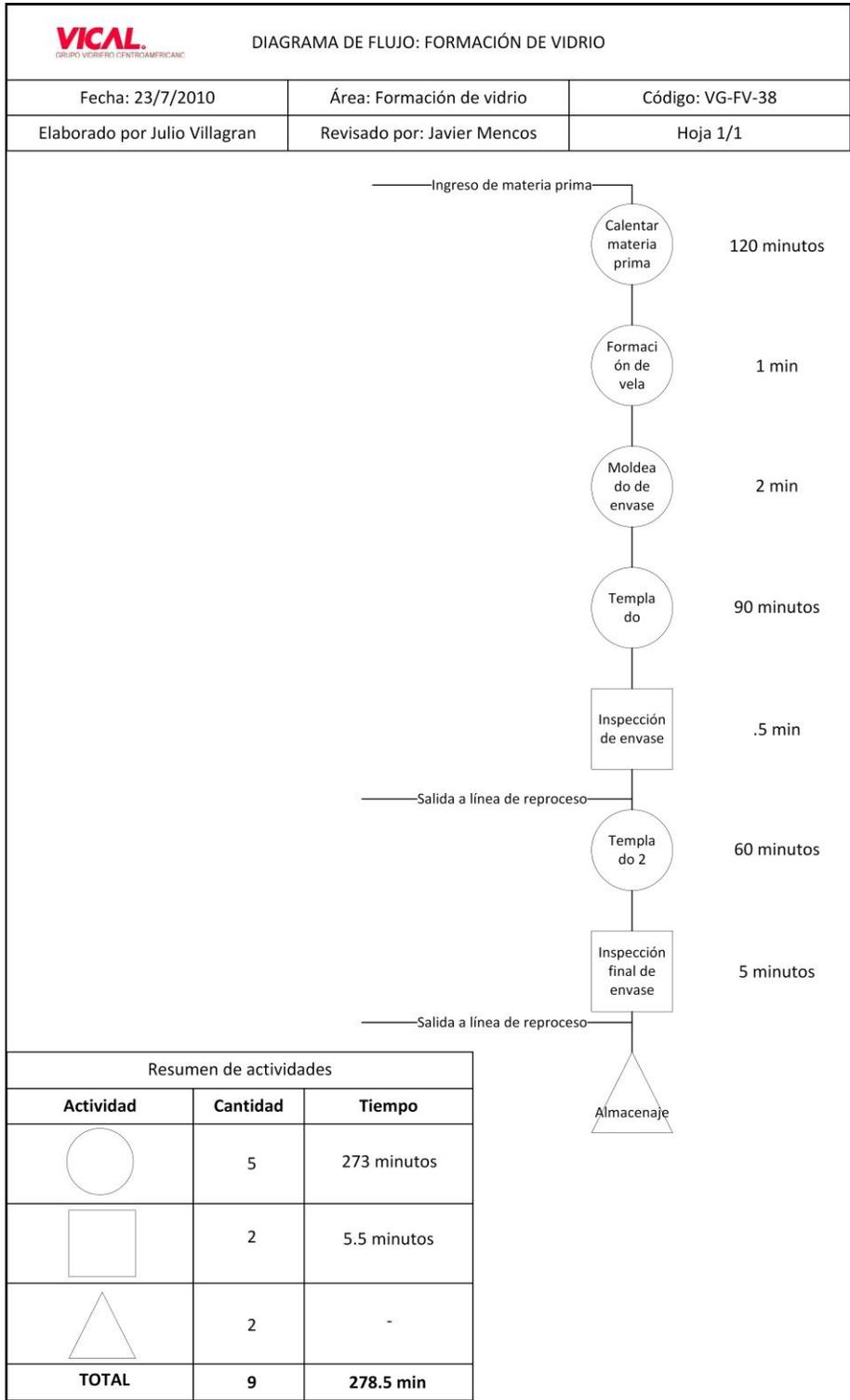
Figura 6. Diagrama de áreas en proceso



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

El Departamento de Producción se involucrará en la implementación del proyecto de estandarización. Por eso, se indica el proceso de producción en el diagrama mostrado en la figura 7.

Figura 7. Diagrama de flujo, proceso de producción



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

2.3.1. Materia prima o cadena de insumos

Es el espacio designado para mantener las materias necesarias para obtener vidrio, las materias primas de mayor utilización son:

- Arena silicio
- Piedra caliza
- Carbonato de sodios y
- Cullet (vidrio reciclado)

La planta cuenta con un área de almacenamiento para los materiales enlistados. Tiene dos silos que se utilizan para albergar la materia prima que luego se trasladan al área de mezclado para realizar la fórmula del vidrio deseado. Además de los silos, la materia prima cuenta con un área para lavar el Cullet, el cual es vidrio reciclado. Este vidrio llega a la empresa como parte de un programa de reciclaje. Para cumplir con la política y velar por el medio ambiente es necesario mantener una cantidad de este material. El Cullet se mantiene separado de la materia prima y no se introduce en los silos. Solo se clasifica por color y se limpia, para introducirlo en el proceso posterior a la mezcla de la materia prima. VIGUA, S.A. utiliza el Cullet incoloro, porque se encarga de la producción de dicho tipo de vidrio. El Cullet clasificado por color se traslada a la empresa que produzca con el color clasificado.

El interior del silo se separa en contenedores de almacenamiento, con lo que se tiene la capacidad de contener diversos materiales conforme las especificaciones de la mezcla.

Antes de mezclar la materia prima para obtener el vidrio se deben estandarizar las cantidades que se agregarán, por lo que el área de materias

primas las pesa, hasta obtener la cantidad exacta de la fórmula. Al cumplir con el pesaje se agrega el Cullet en la mezcla y con una batidora se mezcla la materia prima que se transporta por medio de un contenedor.

Figura 8. **Contenedor de materia prima y sistema de rieles**



Fuente: *Manual de proceso*. VIGUA, S.A.

En la figura 8 se muestra el contenedor de mezcla que la lleva al horno de fundición. Con esto, el área de materia prima concluye sus labores de producción. Dicha área debe cubrir los requerimientos de producción por lo que es de suma importancia que la cantidad de materia prima cubra las necesidades de producción y que se entregue la mezcla para que los hornos no se encuentren sin producto.

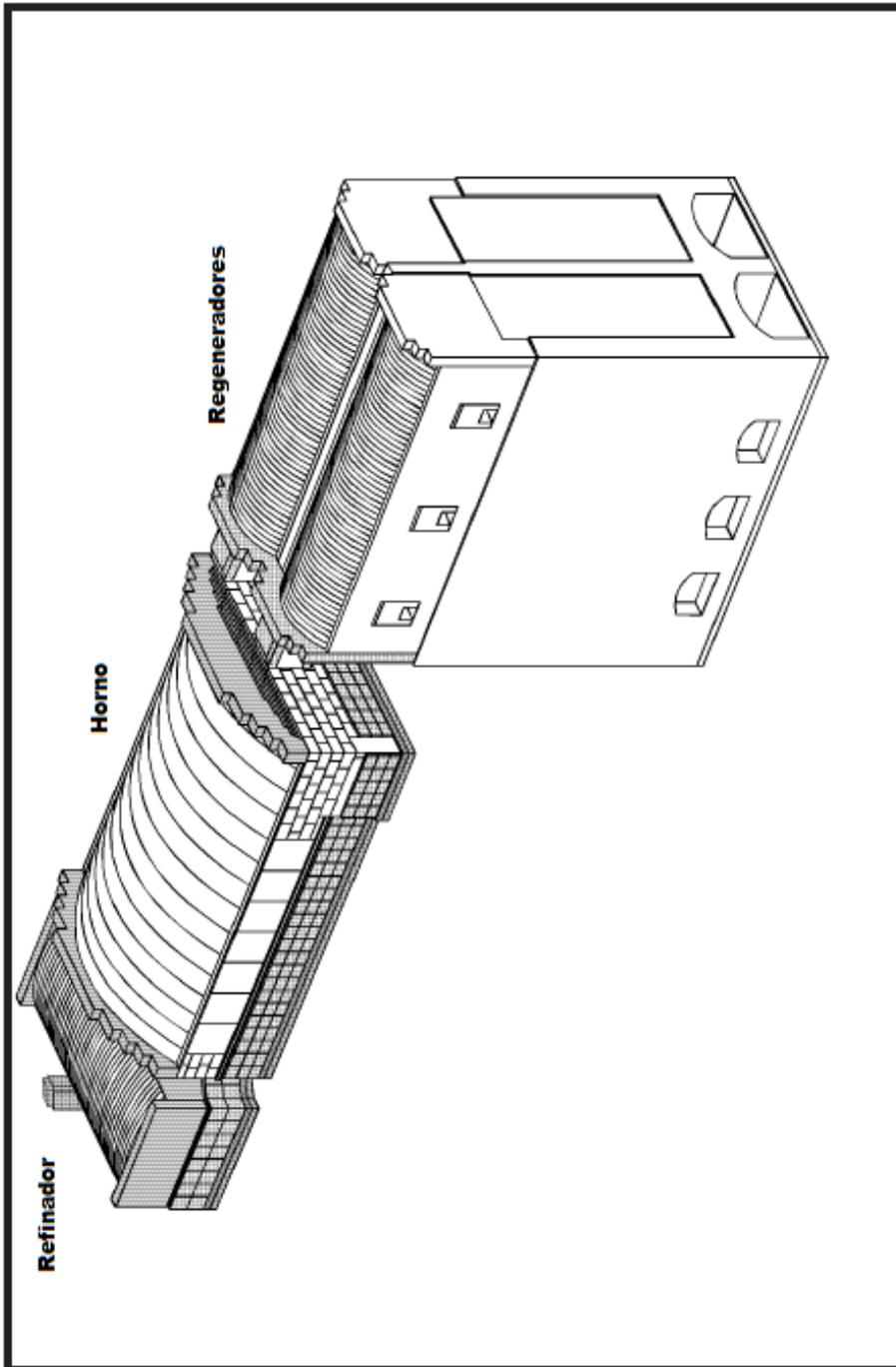
2.3.2. Área de hornos

El área incluye dos hornos que se numeran como 1 y 4. Cada uno alimenta con vidrio fundido a tres líneas de producción para cubrir las seis líneas disponibles en la empresa. El horno calienta la materia prima y la lleva al punto de fusión para crear vidrio fundido.

El horno trabaja a temperaturas de aproximadamente 1 500°C. Cuando se alcanza esa temperatura se pierde un quince por ciento del peso original de la materia prima debido a la reacción de la fusión.

En el área trabaja un número reducido de personas, debido a las altas temperaturas, el control del proceso es automatizado. Se utilizan cámaras e instrumentos de medición de temperatura para llevar un control del proceso. El horno utilizado es de puerto posterior, cuenta con un refinador, que es donde el contenedor ingresa la materia prima, posteriormente se encuentra el horno en donde la materia prima se somete a la temperatura de fusión del vidrio. Además, están los regeneradores, que son parte del horno y permiten la liberación de los gases producidos por el vidrio a altas temperaturas. Es necesaria la liberación para que el vidrio se encuentre en el mejor estado posible y no se produzcan errores de producción por el contenido de gas en el vidrio. En la figura 9 se muestra el diseño del horno y las partes descritas.

Figura 9. **Diseño del horno**



Fuente: *Manual de proceso*. VIGUA, S.A.

El área de hornos es monitoreada por el jefe de fundición para controlar las temperaturas del vidrio, para ello, en los hornos, debe mantener la cantidad de materia prima necesaria para la fundición correcta del vidrio.

2.3.3. Área de formado de vidrio

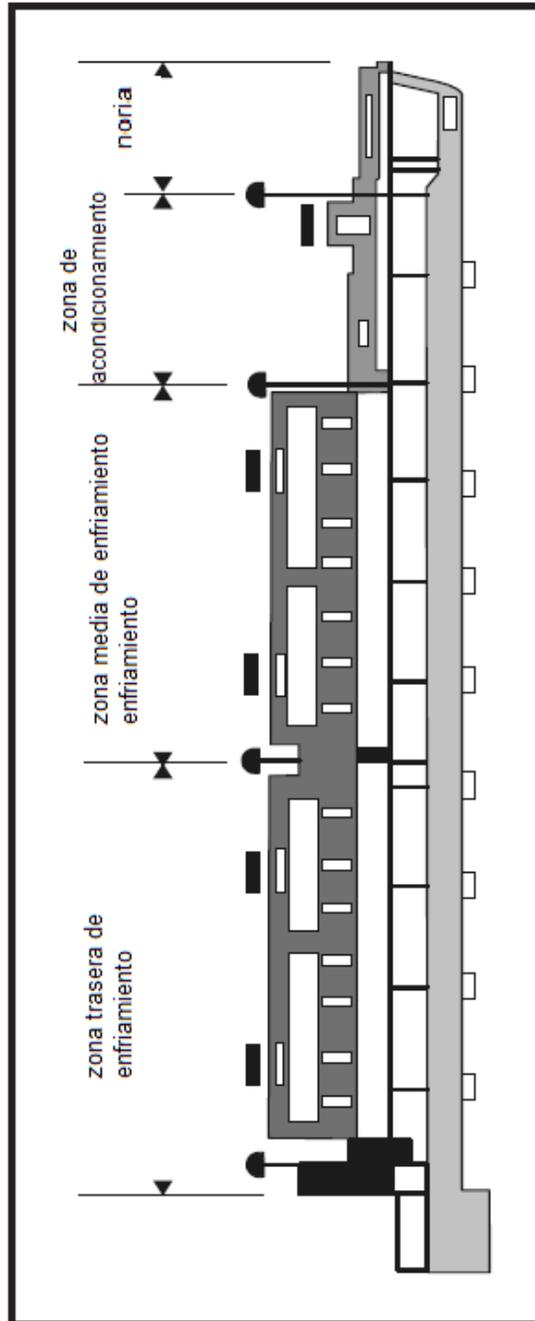
Se encuentra en el control de la producción, en ella se realiza la conversión de vidrio fundido encontrado en los hornos a vidrio moldeado y preparado para la entrega del producto al cliente. Para forma correctamente el vidrio se requiere de diversos pasos que garantizarán la producción correcta de vidrio. Después de los hornos, el área de formado inicia la recepción del vidrio a altas temperaturas y lo moldea. Para ello, debe controlar las variaciones de calor en el vidrio y mantener un flujo constante de vidrio en las máquinas para reducir errores en la producción de envases.

El proceso de formado se compone de diversas máquinas que permiten el formado del vidrio.

2.3.3.1. Chorreador

Es un complemento del horno. Está diseñado para igualar la temperatura del horno y alimentar las líneas de producción. Por ello, es necesario que tenga la capacidad de transportar el vidrio fundido. El chorreador también se conoce como alimentador, por su función de alimentar de vidrio las líneas de producción. El chorreador se muestra a continuación en la figura 10.

Figura 10. Diseño del chorreador



Fuente: *Manual de proceso*. VIGUA, S.A.

El alimentador cuenta con cuatro áreas esenciales para trasladar correctamente el vidrio fundido, las cuales se describen en la tabla 2.

Tabla II. **Áreas del chorreador**

Parte de chorreador	Descripción
Zona trasera de enfriamiento	Se encuentra a la misma temperatura del horno, con la capacidad de alcanzar los 1 500 °C es la zona donde el vidrio ingresa a altas temperaturas y se inicia el proceso de traslado hacía las máquinas.
Zona media de enfriamiento	Utilizando un sistema de enfriamiento de viento, inicia el proceso de enfriar lenta y uniformemente el vidrio. La temperatura en el área, dependiendo de los requisitos de producción, puede reducirse hasta la mitad de la temperatura en la zona trasera de enfriamiento.
Zona de acondicionamiento	Representa la última etapa de enfriamiento, además reduce el caudal del vidrio para que su ingreso a la noria sea continuo y no se afecte el proceso por la velocidad del vidrio.
Noria	Zona en la que el vidrio fundido ingresa a la máquina, situada sobre la máquina es la encargada de resistir la presión de caída del vidrio hacia la máquina. Puede alcanzar temperaturas de 1 000 °C

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

En la figura 11 se presenta el chorreador y la noria.

Figura 11. **Chorreador y noria**

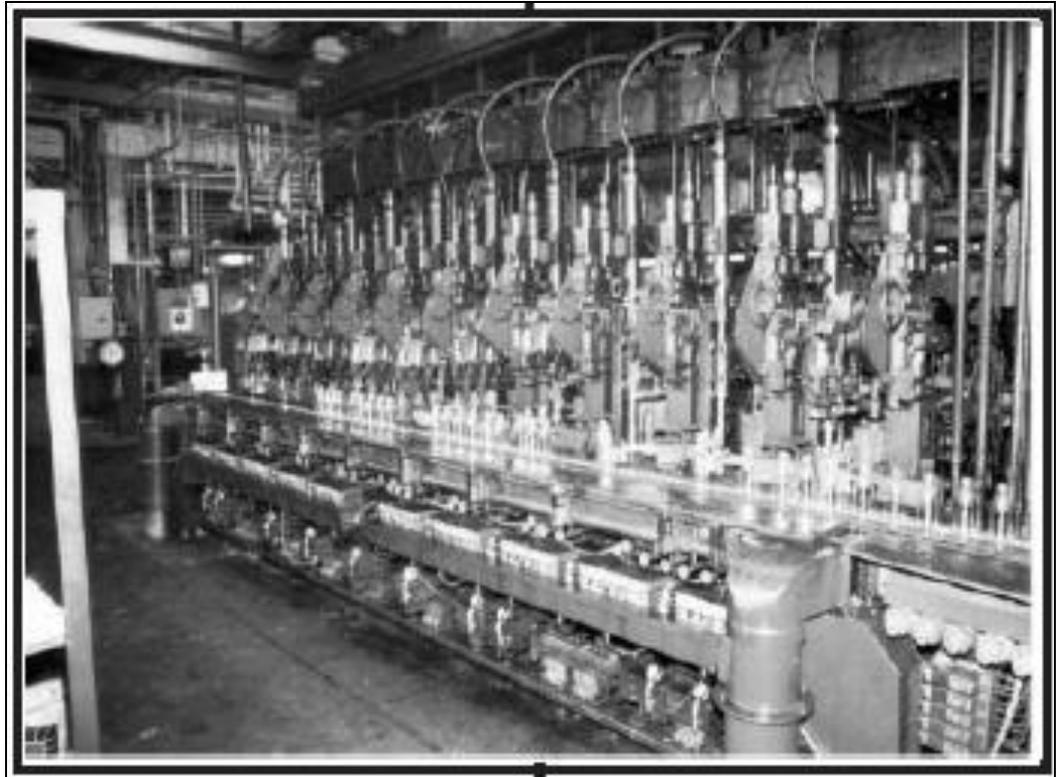


Fuente: elaboración propia.

2.3.3.2. Máquina de formado

Se comprende como toda la estructura que, mediante elementos mecánicos, lleva a cabo la formación de los envases de vidrio. Su utilización es de suma importancia en la empresa y es necesario mantener en óptimas condiciones la máquina para obtener la mayor cantidad de producto. La máquina se encuentra bajo el Chorreador, con el cual la máquina inicia con el mecanismo alimentador, contiene las secciones individuales de moldeado y culmina con el manejo de equipo en una banda transportadora, la cual transporta los envases producidos al templador para concluir con el trabajo de formado. Esta máquina se observa en la figura 12.

Figura 12. **Máquina de formado**



Fuente: *Manual de proceso*. VIGUA, S.A.

2.3.3.3. Mecanismo alimentador

Tienen la función de controlar el tamaño y la forma del vidrio fundido. Se conoce como vela a la cantidad de vidrio que el mecanismo alimentador permite circular hacia la máquina, esta debe ser suficiente para la producción de una botella únicamente. El mecanismo alimentador utiliza diversas piezas para lograr la forma y el tamaño de la vela. En la tabla 3 se describe los elementos que componen el mecanismo alimentador y la función de cada uno de ellos.

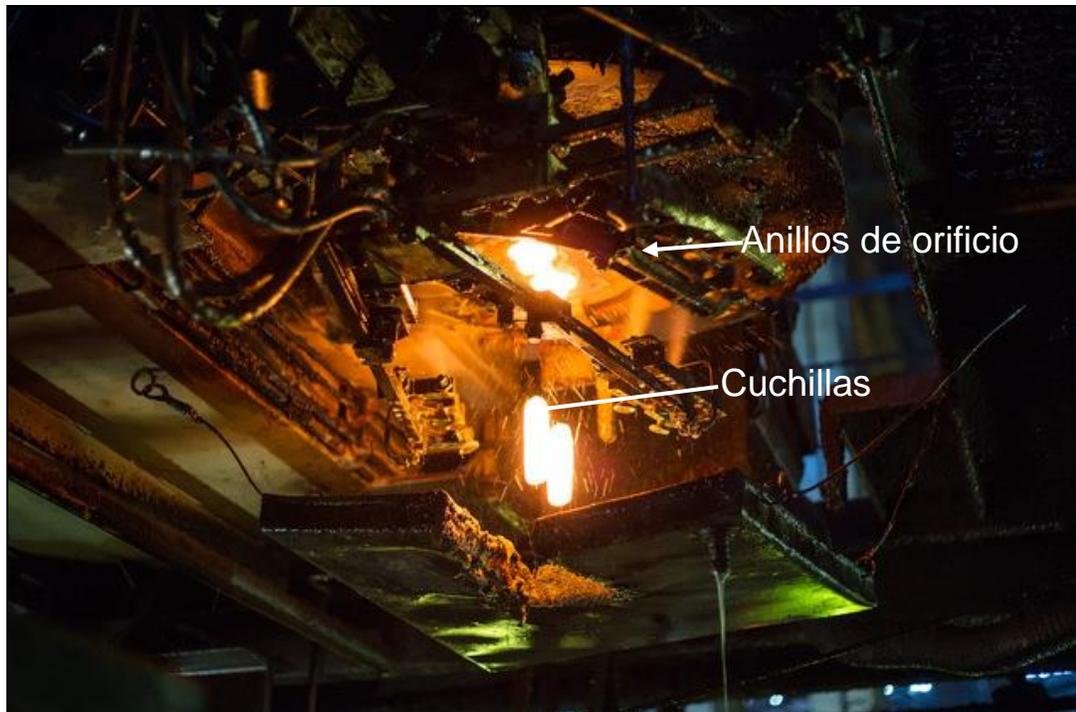
Tabla III. **Elementos de mecanismo alimentador**

Elemento	Descripción
Anillos de orificios	Instalados en la noria, definen el diámetro de la vela. Estas se sustituyen cuando el diseño del envase que se producirá se modifica.
Cuchillas	Primer elemento específico de la máquina que tiene contacto con el vidrio a altas temperaturas y realiza cortes en el vidrio, esos cortes forman la vela. El mantenimiento de las cuchillas consta de una revisión del filo e inspección de la integridad de su material. La programación de velocidad de corte determina el tamaño de la vela. Las cuchillas deben lubricarse constantemente, para ello, se ha instalado un sistema de agua que las lubrica con cada corte realizado.
Distribuidor de carga	Funciona en conjunto con los canales y distribuye las velas en los canales para que se dirijan hacia las secciones individuales. Su secuencia se programa para que las secciones individuales siempre estén en funcionamiento, además posee un sistema de desecho en caso no se encuentre la máquina en uso o una sección no esté disponible.
Canales	Guía que permite a la vela movilizarse y posicionarse en la máquina de sección individual.

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

La figura 13 muestra el mecanismo de alimentación desde la parte inferior del mismo. En la figura se encuentra el mecanismo de cuchillas y los anillos de orificios que determinan la forma de la vela.

Figura 13. **Mecanismos de alimentación durante la caída de vela**



Fuente: *Manual de proceso*. VIGUA, S.A.

2.3.3.4. Máquina de sección individual

La máquina de sección individual forma los productos de vidrio, en conjunto con las molduras realiza el proceso de formado el cual cuenta con dos pasos de formación.

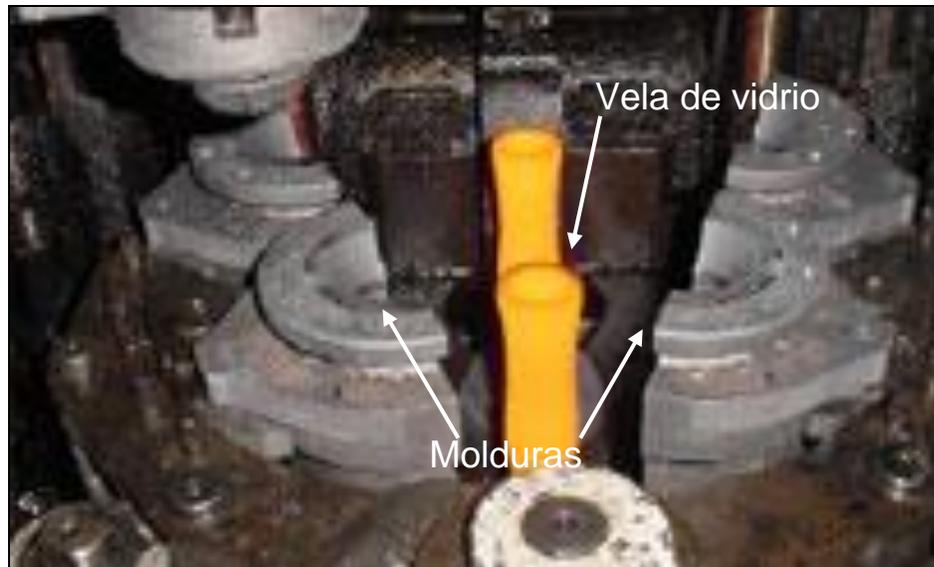
- Lado del blanco o premolde: se conoce como el primer paso de formación y realiza un premolde en el envase para facilitar el proceso final de moldura. Cuenta con diversos elementos mecánicos para realizar premolde.
 - Bisagras: elemento mecánico en el que se colocan los moldes de los envases. Cada sección individual incluye 4 bisagras que sostienen un premolde que funciona en relación con el pistón para

formar un premolde del envase. Luego el premolde se traslada al molde final, donde otro juego de bisagras sostiene el molde y le da la forma final al producto.

- Cuellos: sostienen el elemento de moldura que se conoce como la corona. En ella se forma la boquilla del envase y por medio de los cuellos se realiza el traslado del lado premolde hacia el lado de molde.
- Mecanismos básicos: encargados de la recepción y formación del envase de vidrio.

El procedimiento se cumple cuando la vela se entrega desde el canal y las bisagras se cierran. El molde, al estar cerrado, contiene a la vela y los mecanismos básicos forman el premolde, dependiendo del tipo de proceso de formación. Posteriormente, los cuellos trasladan el vidrio hacia el lado molde. El lado premolde aparece en la figura 14 en donde se identifica la vela y la primera moldura utilizada.

Figura 14. **Lado premolde**



Fuente: *Manual de proceso*. VIGUA, S.A.

- Lado de molde. Utilizando un juego distinto de bisagras y el molde final colocado en ellas, da el soplo final a la vela para la obtención del envase. Cuenta con los elementos mecánicos que permiten cumplir su función de moldeo del producto.
- Bisagras: transporta la vela del lado premolde al lado de molde donde se da el soplo final.
- Obturador: da el soplo final a la vela con aire comprimido a 45psi de presión.
- Sacadoras: después del soplo final de vela, las sacadoras se posicionan en la corona del producto y lo movilizan desde el molde hacia el mecanismo de manejo. Se encuentran programadas para funcionar en el momento que las bisagras terminan su trabajo de moldura y se abren permitiendo observar el envase en su diseño final, en ese momento funcionan las sacadoras y retiran el producto del lado molde.
- Mecanismo de manejo: posiciona el molde final en la banda transportadora. Cuenta con un sistema de placa muerta, en la cual se inyecta aire para

enfriar el fondo de la botella para evitar la deformación por el peso de la misma botella o envase.

- Rastras: mecanismos que desliza el envase de vidrio hacia la banda transportadora de la máquina
- Banda transportadora: moviliza el producto moldeado hacia el templador.

La figura 15 muestra el mecanismo de manejo durante la operación. En esta etapa el envase ya está formado, únicamente tiene pendiente el templado para ingresar al área fría de la línea de producción

Figura 15. **Mecanismo de manejo, rastras y banda transportadora**



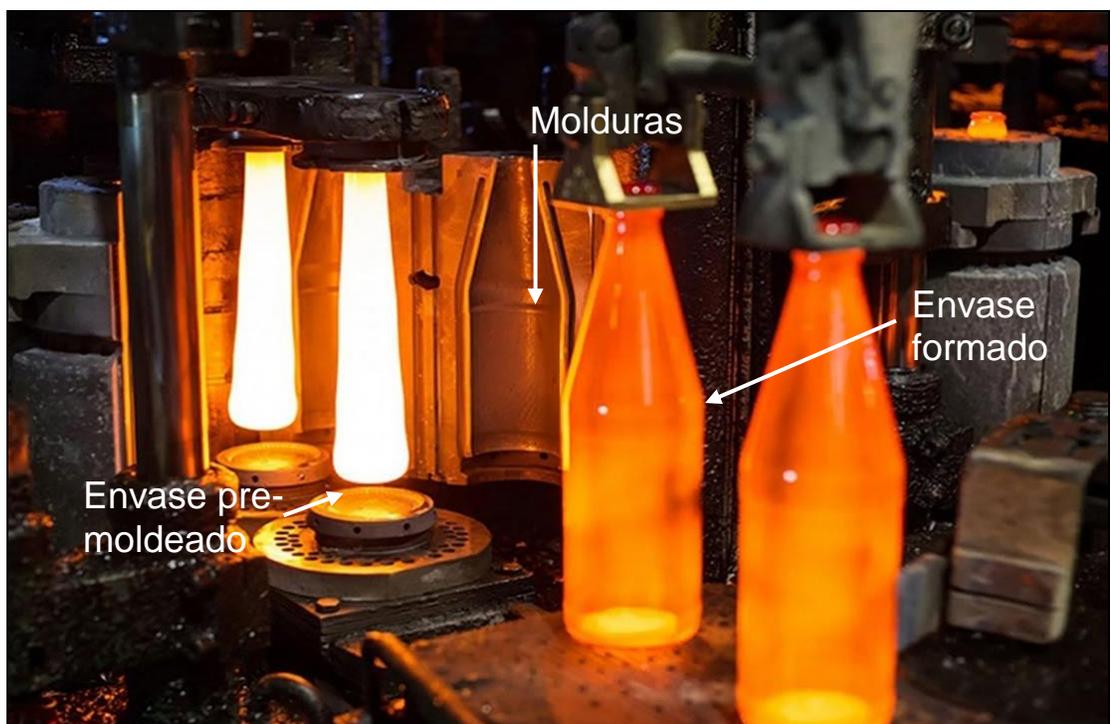
Fuente: *Manual de proceso*. VIGUA, S.A.

Es importante que el operario del lado molde mantenga un control del proceso de formado. Si surge algún problema con el vidrio en el molde o nota alguna imperfección en el vidrio, lo retira de la línea de producción y reporta la

falla para determinar la corrección necesaria para que el proceso mantenga su curso con normalidad

El lado de molde se muestra en la figura 16, donde se identifica la segunda moldura utilizada para el diseño final del envase y el envase formado.

Figura 16. Lado de molde



Fuente: *Manual de proceso*. VIGUA, S.A.

2.3.3.5. Tipos de proceso de formación

La formación del vidrio consta de todo el proceso de fundición del vidrio hasta que es moldeado y se presenta con su forma final. El proceso de formación inicia desde el momento en el que la vela tiene contacto con el lado de premolde. Es importante tomar en cuenta que el proceso de formación depende de factores como:

- Tiempo de contacto de la vela
- Tiempo de recalentamiento
- Corrida del pistón
- Tiempo de contacto del molde

El proceso de formado depende del tipo de envase que se producirá, por eso, se utilizan tres tipos de procesos, los cuales tienen la capacidad de formar el vidrio cumpliendo con las características de diseño y peso del producto que requieran los clientes.

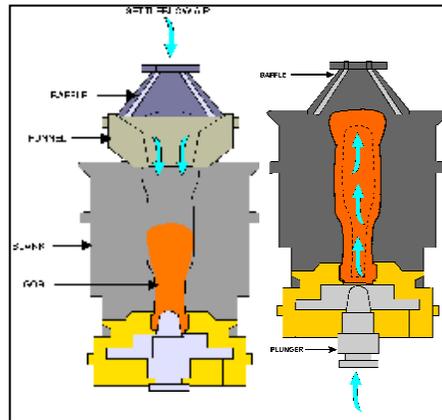
2.3.3.5.1. Soplo-soplo

Se denomina así, porque cumple con la característica de utilizar dos soplos para formar el producto. Tomando en cuenta la división de la máquina de sección individual, el procedimiento del proceso soplo-soplo es similar en ambos lados de la máquina

Lado premolde: mediante la utilización de aire comprimiendo, aplica dos cargas de aire, primero inyecta aire desde un obturador situado sobre la vela, esta inyección crea la corona de la botella, posteriormente el pistón realiza su carrera e inyecta aire hacia arriba, lo cual empuja el vidrio hacia arriba para completar el premolde.

El proceso soplo-soplo se puede observar en la figura 17

Figura 17. **Proceso soplo-soplo del lado premolde**



Fuente: *Manual de operador de formado. VIGUA, S.A.*

- Lado de molde: se inyecta aire dentro de la corona de la botella mediante un obturador, el cual permite que el vidrio se expanda hasta cubrir el molde y formar el envase.

La característica del proceso soplo-soplo cuenta es que en la botella finalizada es posible ver una sombra en la altura media, esto se debe al proceso que se lleva a cabo en el lado premolde en el cual el tiempo entre el primer soplo y el soplo del pistón se enfría ligeramente el vidrio y presenta dicha marca, esta no afecta las características del producto.

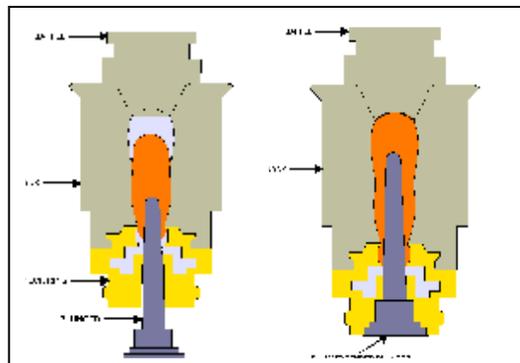
2.3.3.5.2. Prensa-soplo boca angosta

Método utilizado por las características del producto el cual presenta una boca angosta, también conocida como corona. Se utiliza cuando las propiedades de la pared del producto tienen la versatilidad de ser más angostas, por ello, presentan un producto con peso reducido

En este caso, el pistón en lugar de utilizar aire comprimido aprovecha la carrera para empujar el pistón hacia el vidrio y toma la forma del pistón y retracta el vidrio hacia las paredes del premolde. En este caso, la corona de la botella se forma por la gravedad.

Su realización es de mayor velocidad que el proceso de soplo-soplo, es más económico de producir al reducir la inyección de dos soplos de aire en el lado de premolde. Luego, en el lado de molde, el proceso es igual y se culmina la realización del envase con un soplo final brindado por un obturador en la parte superior del molde. El proceso prensa-soplo boca angosta se muestra en la figura 18.

Figura 18. **Proceso prensa-soplo boca angosta, lado premolde**



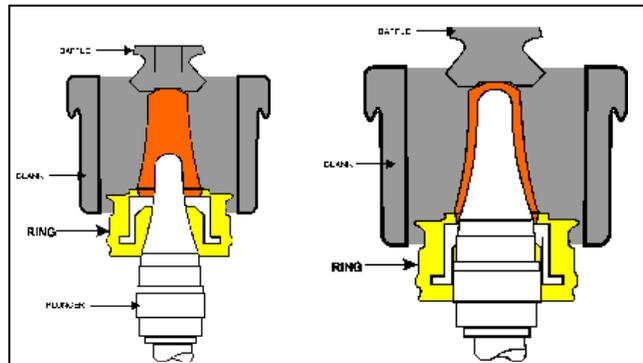
Fuente: *Manual de operador de formado*. VIGUA, S.A.

2.3.3.5.3. Prensa-soplo boca ancha

El método prensa-soplo boca ancha cuenta con las mismas características del método prensa-soplo boca angosta, se diferencia porque el producto que se realizará cuenta con una corona amplia y el espacio para que ingrese el pistón es mayor. Se utiliza para la realización de envases de tarro y

envases de cuello ancho. La figura 19 muestra el proceso prensa-soplo boca ancha

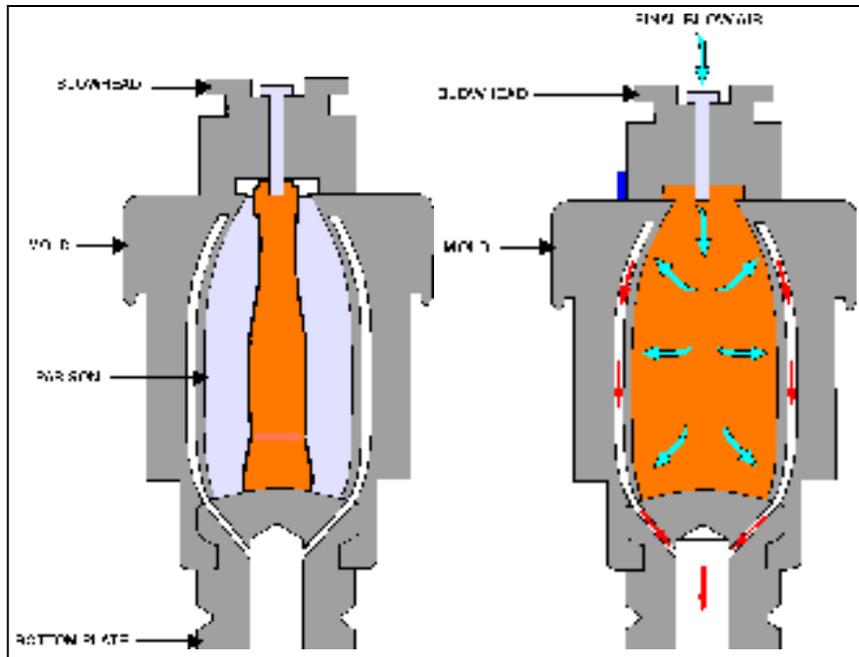
Figura 19. **Proceso prensa-soplo boca ancha**



Fuente: *Manual de operador de formado. VIGUA, S.A.*

Los tres procesos cuentan con distintos métodos, aparte de ello en el lado de molde, cuentan con la misma característica de funcionamiento y es que el dicho lado siempre se utiliza un obturador que mediante la inyección de aire comprimido retracta el vidrio hacia las paredes del molde. Este proceso de inyección de aire se muestra en la figura 20.

Figura 20. **Proceso de formado, lado molde**



Fuente: *Manual de operador de formado. VIGUA, S.A.*

2.3.3.6. Mecanismos básicos

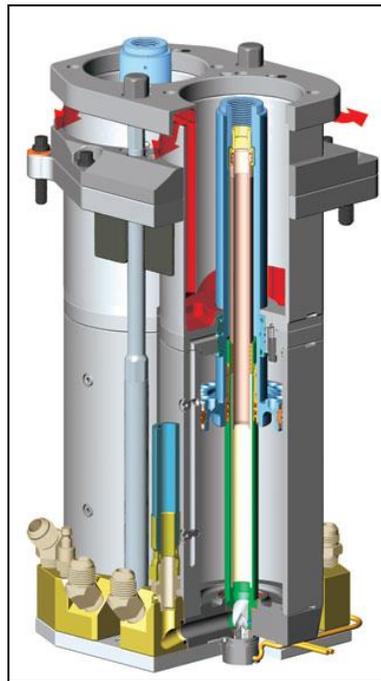
Son los elementos mecánicos utilizados en la máquina de sección individual y, en conjunto, forman el premolde con los siguientes componentes.

Guía de pistón: guía el pistón. Se compone de un cilindro guía, el cual funciona como las paredes que guían al pistón en su carrera hacia arriba y hacia abajo conforme el tiempo del proceso lo requiera, el funcionamiento de la guía del pistón es con aire comprimido y utiliza una presión de 45psi para su correcto funcionamiento.

Pistón: dependiendo el tipo del proceso, el pistón tiene la función de dar el soplo inicial al premolde o tiene la función de movilizar la prensa hacia el

vidrio para formar el premolde. Se instala directamente sobre la guía del pistón para que la carrera sea uniforme y conforme las repeticiones de carrera mantenga la dirección deseada. En la figura 21 se detalla el diseño del mecanismo de pistón.

Figura 21. **Diseño interno de mecanismo de pistón**



Fuente: <http://www.Quantumforming.com/products/plunger-mechanisms/>. Consulta: noviembre de 2015.

Mangas: elemento mecánico que se coloca sobre el cilindro del pistón, consta de un resorte que marca la amplitud de carrera del pistón, mediante la inclusión de este mecanismo el pistón tiene la capacidad de regresar a su posición inicial de carrera, para posteriormente ser accionada por aire.

Sensor *Heye*: aplica en algunos de los mecanismos básicos de la empresa, buscando la instalación en todas las líneas existentes, mide el peso de la carga recibida en el pistón, mediante esta medida registra la variación de

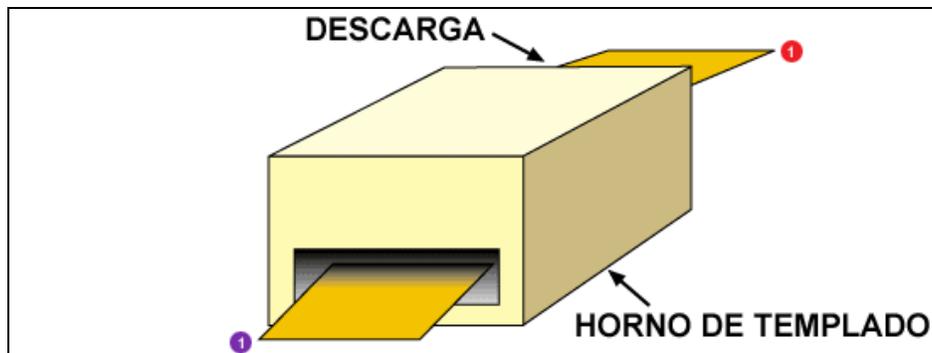
peso conforme el tiempo y así permite estudiar la eficiencia del proceso y la repetitividad que presenta la sección para poder realizar los productos uniformemente.

2.3.3.7. Templador

Se utiliza para templar el producto, en este ingresan las botellas en grandes cantidades y se aplica calor a la temperatura de la botella al final del proceso. Conforme el paso de las botellas en el templador este reduce la temperatura gradualmente para que la botella gane rigidez suficiente para su utilización industrial o casera según sea el caso.

Este paso en el proceso asegura que las tensiones en el envase sean mitigadas y reduce la fragilidad mediante el templado. El esquema de funcionamiento de un templador de vidrio se aprecia en la figura 22.

Figura 22. **Esquema de funcionamiento templador**



Fuente: http://www.ashworth.com/sites/default/files/page-images/container_glass_SPANISH.gif. Consulta: noviembre de 2015.

2.4. Diagnóstico de mantenimientos

En VIGUA, S.A. se realizan mantenimientos preventivos y correctivos de forma periódica. Para cubrir eficientemente el área de producción, ingeniería de planta se encarga de ambos mantenimientos y se divide en tres áreas.

- Mantenimiento mecánico
- Mantenimiento eléctrico
- Mantenimiento electrónico

Para cada tipo de mantenimiento, VIGUA, S.A. maneja una regularidad distinta que se muestra en la tabla 4.

Tabla IV. **Frecuencia de mantenimientos**

Tipo de mantenimiento	Frecuencia
Mantenimiento mecánico	Se considera uno de los mantenimientos más críticos en la empresa y las tareas varían conforme la necesidad de los componentes. La frecuencia varía según la maquinaria que se trabaja. Las molduras se lubrican diariamente. El mantenimiento puede ser semanal, mensual o anual.
Mantenimiento eléctrico	Debe realizar un mantenimiento de la línea mensualmente. Se organiza al personal para cumplir con las 6 líneas de producción durante el mes, siguiendo un plan interno de programación de mantenimiento eléctrico
Mantenimiento electrónico	Su frecuencia de mantenimientos preventivos es anual. Cuenta con menor cantidad de personal y en muchos casos (como los puntos de control de calidad electrónicos) son solicitados los mantenimientos a otra empresa especialista.

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Las frecuencias de los mantenimientos se indican en el inciso 3.4.5. Plan de mantenimiento preventivo.

Esta división permite mantener un control de todos los elementos de la planta y velar por su correcto funcionamiento. Las áreas deben trabajar en sintonía para que la planta tenga la capacidad de producción con el menor retraso posible.

Para los mantenimientos de los mecanismos básicos, se encuentra el taller de máquinas IS, el cual vela por los elementos mecánicos que utiliza la máquina formadora. Para ello se tienen diversos tipos de mantenimientos los cuales son:

- Mantenimiento preventivo: la empresa cuenta con un operario encargado de dar el servicio de mantenimiento a los mecanismos básicos y lleva un registro de las fechas de realización de mantenimientos. Con ello, es posible determinar las fechas de los siguientes mantenimientos, debido al tiempo de uso indicado por las marcas de los componentes.
- Mantenimiento correctivo: se realizan cuando el operario de fabricación indica que los mecanismos básicos poseen un problema o avería y que es necesario efectuar el mantenimiento. En estos casos se cuentan con mecanismos básicos extras que reemplazan al dañado, se registra el cambio y el operario se encarga de su mantenimiento.
- Mantenimiento predictivo: se realiza para determinar posibles defectos en maquinaria o fallas en el proceso. Para ello se utilizan técnicas de inspección o controles del proceso. Actualmente, la empresa no cuenta con un programa definido para el mantenimiento predictivo, por lo que el inciso 3.4.3. muestra el proyecto para su implementación en la organización.

- Mantenimiento selectivo: como su nombre lo indica se selecciona la maquinaria o componentes de mayor relevancia en el proceso y se da prioridad a sus mantenimientos. La empresa determina la prioridad conforme su importancia en el proceso y los tiempos de operación establecidos por el proveedor para el mantenimiento de los equipos. Esta selección se determina en el plan de mantenimiento preventivo.

2.5. Estudio de indicadores de estandarización

Los indicadores son valores numéricos que permiten medir la eficiencia, eficacia con base en las especificaciones de la producción. Por ello, VIGUA, S.A. enfatiza dichas mediciones para obtener la óptima calidad en la producción. Los indicadores tienen la capacidad de medir diversas eficiencias y es posible aplicar un indicador para cada área de la planta.

Cada área traza una meta mensual con la cual se motiva al personal para un gran desempeño, además la producción debe velar por el cumplimiento de los estándares de producción, por lo que se llevan registros de los indicadores: *Pack to melt* (Fundido a envasado), Envases al templador y tiempos muertos.

2.5.1. *Pack to melt* (fundido a envasado)

Indicador que mide la relación entre la cantidad de vidrio fundido y la cantidad de vidrio envasado, de ahí el nombre *pack to melt*.

La medición de este indicador se realiza en el área de ingeniería de planta. Diariamente se indica el valor de *pack to melt* que posee la empresa. La meta de la empresa es de mantener dicho indicador sobre el ochenta y siete por

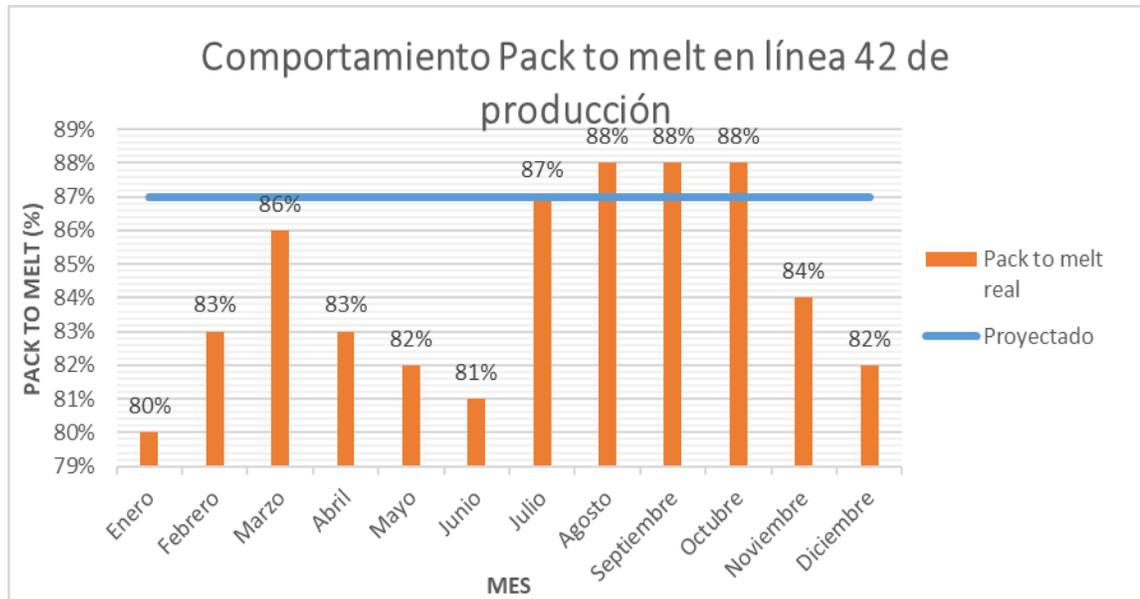
ciento al mes, con ello se garantiza que el producto final presenta buena calidad, la satisfacción del cliente y la utilidad para la empresa.

El indicador es útil para determinar problemas en una línea específica, porque se mide de forma individual en cada línea de producción. Únicamente es promediado entre las líneas para obtener la eficiencia diaria del proceso y mensual, según sea el caso. El conocimiento de una deficiencia en una línea específica es útil para que la empresa lleve a cabo una acción correctiva en menor tiempo.

Como motivación la empresa VIGUA, S.A. les ofrece a los trabajadores un bono salarial si se cumple en totalidad la meta del *pack to melt* al mes, de esta manera busca la satisfacción de los clientes, el bienestar de los trabajadores y cumple con la política de la empresa.

En la figura 23 se aprecia el comportamiento actual de indicador Actualmente el indicador *pack to melt* de la línea 42 de producción.

Figura 23. Comportamiento *pack to melt* línea 42 de producción



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Con base en la gráfica anterior se determina que la variación del indicador *pack to melt* en la línea es de 84 %, el cual es variable. Según las investigaciones se determina que los mecanismos básicos en la línea requieren mantenimiento constante, por lo que los meses de bajo *Pack to melt*, generalmente, se deben a mantenimientos realizados a los mecanismos básicos. Luego, se observa la tendencia a mejora, conforme la línea funciona correctamente sin necesidad de mantenimientos. Además, se analiza el mes de junio, cuando el indicador alcanza su punto menor por cambios realizados en la línea para producir envases de mayor tamaño. Por ello, se perdieron muchos tiempos en el cambio de mecanismos básicos, obturadores, banda transportadora, entre otros. Con la implementación de los mecanismos básicos se espera que el *pack to melt* alcance un valor constante de 92 %.

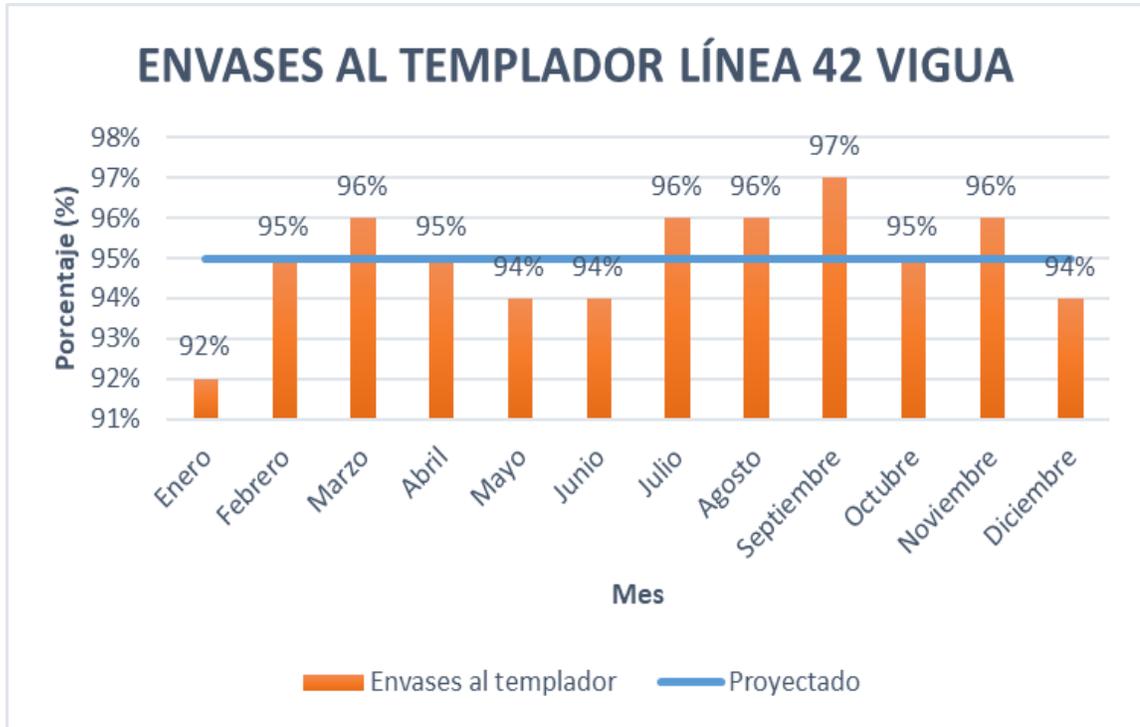
2.5.2. Envases al templador

Indicador utilizado para medir la cantidad de envases formados. Se mide mediante la relación de los envases que se esperan que salgan de la máquina formadora de vidrio y la cantidad de envases que salen del templador y que se consideran aptos para su empaque.

El indicador es mensual, se mide para determinar junto con el indicador de *pack to melt*, la eficiencia del proceso, si el indicador es muy bajo es necesario realizar un análisis de las líneas de producción por lo que se complementan con los indicadores para determinar la línea deficiente y buscar la mejora necesaria. Este indicador, posteriormente, es comparado con el indicador *pack to melt*, con la comparación se determina si la misma cantidad de producto que ingresa en el templador posteriormente califica como producto de calidad para su comercialización.

La situación actual del comportamiento del indicador envases al templador se presenta en la figura 24, en la cual se determina la comparación entre el indicador proyectado, y el resultado real mensual del indicador.

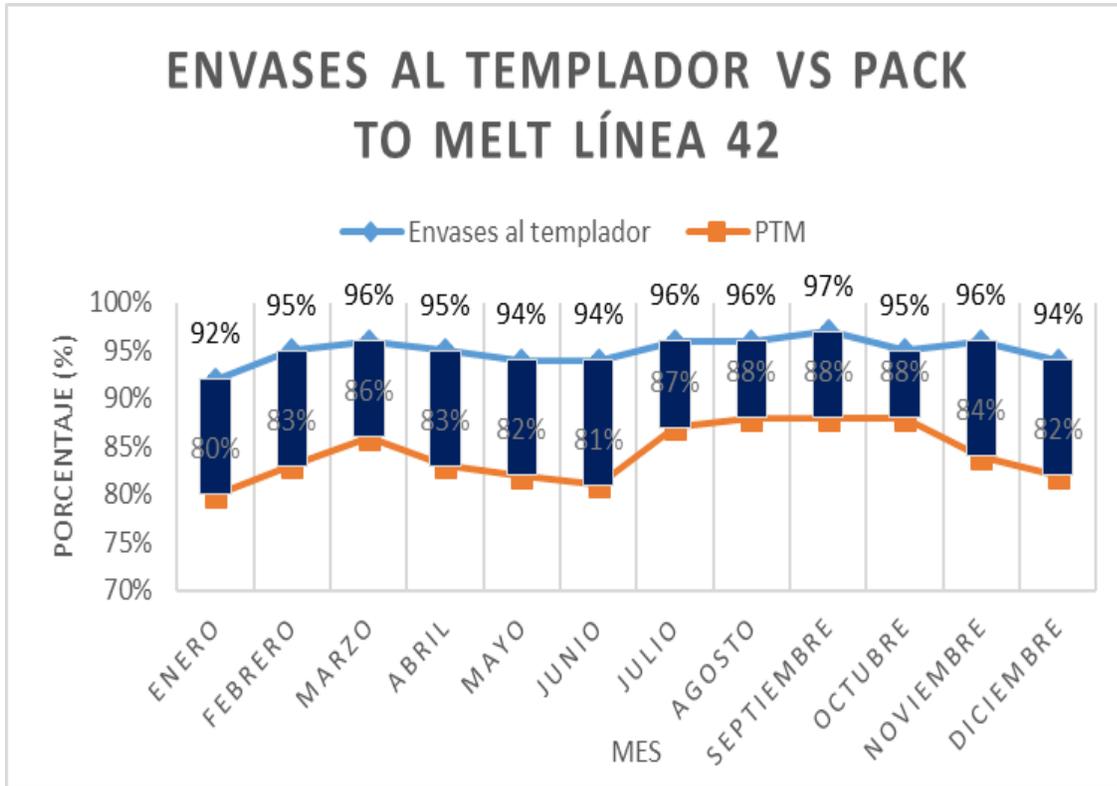
Figura 24. Comportamiento envases al templador



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Con base en la gráfica mostrada en la figura 24 se establece que únicamente en 4 de los 12 meses del año estudiado no se cumplió el indicador. Al analizar esta información se comprende que la línea de producción es eficiente y que durante el año se obtuvo un promedio de 95 % en el indicador. Cabe recalcar que el cálculo de este indicador se ubica antes del ingreso del primer templador, lo cual quiere decir que los productos no han pasado ningún filtro de inspección. Para corregir esto, se evalúa mensualmente el indicador en comparación con el indicador de *pack to melt*; este es el resultado obtenido de la comparación:

Figura 25. Comparación de indicador envases al templador y PTM



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

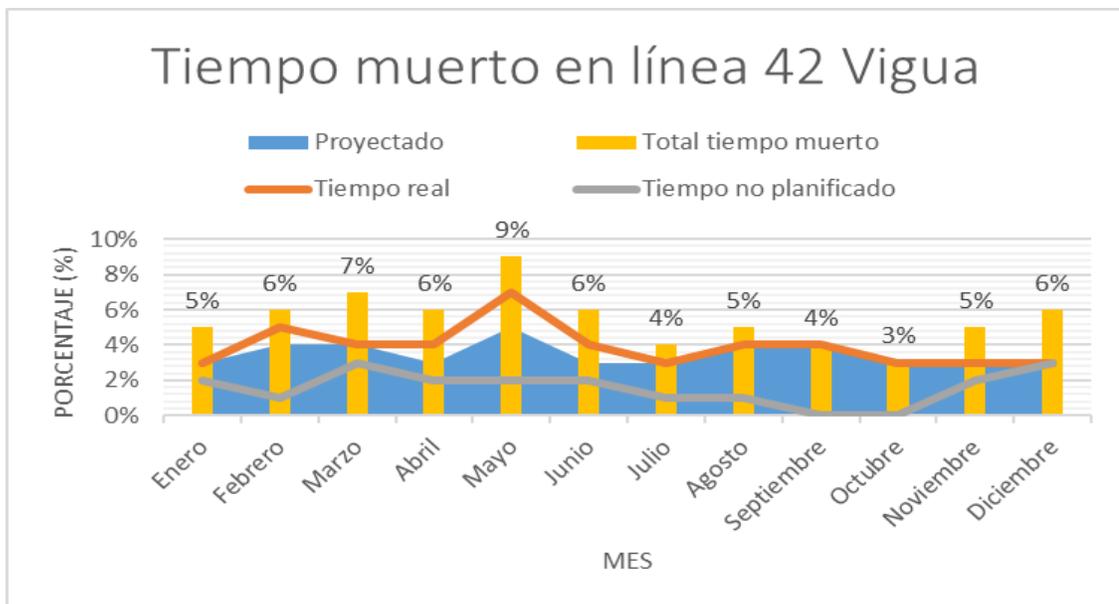
La figura 25 muestra la gráfica con la que se determina que existe una diferencia considerable entre el producto que ingresa en el templador posterior a la etapa de formación del envase y el producto que efectivamente llega a los clientes. En promedio, durante el año analizado, se obtuvo una diferencia de 11 % entre ambos. Esta diferencia es una de las principales razones por las cuales se busca implementar el proyecto de instalación de mecanismos básicos para estandarizar la línea y reducir esta diferencia entre indicadores.

2.5.3. Tiempos muertos

Valor numérico que determina el tiempo en el cual no existe producción, es importante su medición porque este indica la cantidad de tiempo perdido en relación con el tiempo de utilización.

Los tiempos muertos se deben a diversos motivos y su estudio permite a la empresa reducir los paros de la producción y aprovechar la mayor cantidad de tiempo. Por la naturaleza de producción de la empresa, existen varios cambios en las molduras de las máquinas, por lo que los tiempos muertos se deben muchas veces a estos cambios y en algunas ocasiones a mantenimientos correctivos y preventivos de elementos mecánicos, eléctricos o electrónicos que provocan la detención de una o varias líneas, y en algunos casos de una sección individual de la máquina. Para comprender el comportamiento del indicador, se graficó el historial de tiempos muertos en la figura 26.

Figura 26. Comportamiento del tiempo muerto



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Con base en la gráfica de la figura 26 se determina que únicamente en los meses septiembre y octubre se cumple con el tiempo muerto proyectado por el área de planificación. Esto indica que la línea no cuenta con la capacidad para cumplir con el indicador como se proyecta. Se analizaron los motivos por los cuales se daban tiempos muertos no planificados; estos son: mantenimiento de los mecanismos básicos, cambios de molduras en mal estado, y en dos meses hubo problema con el tamaño de vela.

Con el proyecto de cambio de mecanismos básicos se espera la reducción de este indicador para aumentar la productividad de la línea en conjunto con los indicadores *pack to melt* y envases al templador.

2.6. Análisis de manejo de residuos

VIGUA, S.A. tiene como prioridad la utilización eficiente de los recursos para evitar la contaminación del medio ambiente. Por ello, posee un plan de reutilización del vidrio, el vidrio que se reutilizará se conoce como Cullet y se considera una materia prima.

Los residuos de vidrio que se presentan en la producción se consideran como Cullet, esto se debe a que los residuos se producen por fracturas en el vidrio, errores de producción y demás. Los residuos tienen la característica de ser un vidrio que no se ha utilizado, por lo tanto, se considera un vidrio limpio, por lo que se trasladan al área de Cullet en materias primas, se revisa la limpieza del mismo, posteriormente se permite la utilización del residuo como materia prima. Es así como VIGUA, S.A. reduce el porcentaje de formación de residuos en una forma considerable, y aprovecha todos los recursos que posee para controlar la contaminación producida.

2.6.1. Plan de reutilización de vidrio

VIGUA, S.A. cuenta con un plan de reutilización de vidrio que es la guía que se utiliza para el reciclaje de vidrio. El vidrio se obtiene de dos fuentes:

- Basurero municipal: se tiene un acuerdo, en el cual se clasifica todo el producto de vidrio y se vende a la empresa para que lo utilice como materia prima y cumpla su compromiso con el medio ambiente de reciclar el producto de vidrio.
- Proceso: todo el producto descartado por motivos de calidad es almacenado y utilizado posteriormente como materia prima.

Todo el vidrio recibido del basurero debe pasar por un proceso de limpieza para retirar el material ferroso y suciedad impregnados. Por ello en el área de Cullet se utiliza un detector de metales para remover cualquier metal y se limpia el producto para remover cualquier residuo o contaminante adherido.

El vidrio que se obtiene del proceso se considera un vidrio limpio y no es necesario realizarle el proceso de limpieza y detección de metales porque proviene directamente de la línea de producción. Por esta razón, todas las líneas de producción poseen una línea de reproceso, que es un contenedor que se traslada posteriormente al área de Cullet. En la figura 27 se muestra el plan de reutilización de vidrio que utiliza VIGUA, S.A. según lo descrito anteriormente.

Figura 27. Plan de reutilización de vidrio

VICAL. GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO		PLAN DE REUTILIZACIÓN DE VIDRIO				CÓDIGO DE CONTROL: VG-FV-PL-04	
						Edición: 02	
						Fecha de elaboración: septiembre 2015	
Tipo de vidrio	Area	Parámetro de control	Especificación	Responsable de Control	Frecuencia	Acciones Correctiva	
REPROCESO							
Vidrio proveniente del basurero municipal	Basurero municipal	Color	Transparente	Jefe de área de cullet	Semanal	Separar vidrio de color ambar, azul y verde. El color ambar y azul se envía mensualmente a planta de Costa Rica. Color verde se envía bimensualmente a planta Vitro de México	
Vidrio aprobado en área de cullet	Cullet	Materiales ferrosos Limpio	0% de metales limpieza aprobada por jefe de cullet	Jefe de área de cullet	Diario	Si existe presencia de materiales ferrosos, se debe recalibrar el detector de metales y repetir procedimiento de limpieza de metales. Si el vidrio no está limpio se debe repetir limpieza del mismo hasta ser aprobado por el jefe de cullet.	
Vidrio proveniente de líneas de producción	Producción	Temperatura	< 30°C	Jefe de fabricación de vidrio	Diario	Almacenar en un contenedor todo el producto que se obtuvo durante el día, cuando cumpla con la temperatura se puede utilizar como materia prima. La especificación debe cumplirse para que el personal encargado de añadirlo como materia prima no tenga riesgo de quemarse.	

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

2.7. Capacidad de producción

Se determina por la cantidad de vidrio que la empresa es capaz de producir durante un periodo determinado. Como se muestra en la tabla 5, cada línea tiene una capacidad distinta de producción y la suma de todas determina la capacidad de producción de la empresa.

Tabla V. **Capacidad de producción, VIGUA, S.A.**

Línea	Capacidad de producción		
	Envases/hora	Envases/día	Envases/año
11	720,00	17 280,00	6 307 200,00
12	780,00	18 720,00	6 832 800,00
13	900,00	21 600,00	7 884 000,00
41	600,00	14 400,00	5 256 000,00
42	600,00	14 400,00	5 256 000,00
43	480,00	11 520,00	4 204 800,00
TOTAL	4 080,00	97 920,00	35 740 800,00

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Con base en la tabla número 6 se determina que VIGUA, S.A. tiene la capacidad de producir 35,7 millones de envases al año, además de ello se debe tomar en cuenta la productividad de la planta, según se indica en el inciso 2.7.1: productividad de planta.

2.7.1. Productividad de la planta

Determinada con base en los indicadores de estandarización determinados en el inciso 2.5 Estudio de indicadores de estandarización. VIGUA, S.A. determina su productividad mediante los indicadores *pack to melt* (fundido a envasado), envases al templador y tiempos muertos

La productividad de la línea número 42 es de 84 % según el análisis de la figura 23 comportamiento *pack to melt*, el cual está 3 % debajo de lo proyectado para cada mes. Además, la planta posee un porcentaje promedio de 86,45 % en todas las líneas. Por motivos de protección de información,

únicamente se brindó el porcentaje total de productividad para el desarrollo del presente trabajo.

Con base en el porcentaje indicado, se determina que, de 35,74 millones de envases producidos en un año, únicamente 30,897 millones están autorizados para su venta por motivos de calidad, tiempos de paro de las máquinas, errores de producción y desperdicios característicos de la operación.

2.8. Calidad integral

Área de la empresa dedicada para el control, seguimiento y mejora del sistema de gestión de la empresa. Calidad integral además debe velar por el cumplimiento de todas las regulaciones ISO, además de ser el encargado de buscar renovaciones en certificación de la misma.

Actualmente, la empresa cuenta con certificación ISO 9001:2008 y se espera que la empresa obtenga renovación de la actualización denominada ISO 9001:2015.

Calidad integral se encarga de monitorear diariamente los indicadores de estandarización indicados en el inciso 2.6, además, realiza un monitoreo diario de cumplimiento de uniforme, además de seguimiento a las revisiones de calidad del vidrio producido. Como parte importante de la calidad es el seguimiento con los clientes, por lo que calidad integral también es el encargado de la retroalimentación con los clientes del desempeño del producto.

De todos los reclamos se lleva un registro y en cooperación con el área afectada se generan planes de trabajo para corregir un problema. Por ello, el

jefe de calidad integral ayudó en el análisis de la causa raíz del problema en la línea núm. 42, para que el presente trabajo fuera de ayuda para la empresa.

Calidad integral se compromete a realizar un seguimiento y actualización de todos los planes, formatos, registros y oportunidades de mejora que se propongan en el presente trabajo e incluirlos como parte del sistema de gestión para que todos sean reconocidos dentro del sistema de la empresa.

2.8.1. Métodos de control de calidad

VIGUA, S.A. actualmente, cuenta con dos puntos de inspección de calidad en la línea de producción, según se indica en la figura 7. Los puntos de control se localizan en el área fría y se utilizan tres métodos de control de calidad: inspección visual, medición y pesaje.

2.8.1.1. Inspección visual

Método en el cual el inspector de calidad utiliza una luz blanca de fondo para observar imperfecciones en el vidrio. La inspección visual se realiza al 100% del producto y está acoplado a la banda transportadora, por lo que el operario no entra en contacto con el producto para realizar la inspección.

Con la inspección visual se determinan primordialmente errores en producción relacionados con la limpieza del vidrio, descartan todo producto que presente suciedad impregnada entre el vidrio y envases con muchas burbujas. El problema más común detectado es de las burbujas y se descartan inmediatamente para evitar que el cliente reciba un producto frágil.

2.8.1.2. Medición

Parte del puesto de control es la medición de muestras no destructivas. Estas se eligen de forma aleatoria durante el tiempo. Según lo establecido por las políticas de la empresa se debe analizar, por lo menos, un envase por cada 150 envases producidos, esto significa que en la línea 42 con un ritmo de producción de 600 envases por hora, según se determina en el inciso 2.7.1; el control de medición se realiza cada 15 minutos por un operario encargado del área de control.

La medición del envase se realiza en 3 puntos, como se muestra en la figura 28. En función de las especificaciones de los clientes se adaptan mediciones del diámetro del envase en los puntos que lo solicite el cliente.

Figura 28. Medición de envases



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

2.8.1.3. Pesaje

Se revisa el peso para garantizar que se encuentre dentro de las especificaciones, si no cumple con las especificaciones, se desecha la muestra evaluada y se evalúan 5 muestras más. Si se determina que el pesaje incorrecto fue único se realiza un análisis de cada sección individual de la máquina. Para ello el técnico botellero obtiene toma del área caliente una muestra y la traslada al punto de control para evaluar la muestra, así hasta determinar la sección que está provocando que el producto tenga peso incorrecto.

2.8.1.4. Acciones correctivas

El punto de control se encuentra ubicado en el área fría por lo que cualquier acción correctiva se realiza con producto ya elaborado en camino al punto de control. Por eso, la empresa determina las acciones que deben seguir por los operarios, como se muestran en la tabla VI.

Tabla VI. **Acciones correctivas a errores de producción**

Evaluación reprobada	Acción correctiva	Reportar a
Inspección visual	Descartar producto que no cumple con especificación y colocarlo en banda de línea de reproceso.	Supervisor de fabricación, únicamente si la cantidad de desecho supera 1 envase por minuto.
Medición	Tomar una muestra de mayor tamaño, se descarta por completo la producción si el producto incorrecto es mayor o	Supervisor de fabricación inmediatamente.

Continuación de tabla VI.

Medición	igual al 10 %. Se detendrá la producción y se evaluarán todas las molduras para determinar la fuente del problema y cambiarlas.	Supervisor de fabricación inmediatamente
Pesaje	Revisar todos los envases desde el área caliente. Comprobar las dimensiones y resistencia del envase. Si cumple con estas características, notificar al cliente y entregar el lote producido.	Supervisor de fabricación y técnico botellero inmediatamente.

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

3. PROPUESTA

El proyecto de estandarización contempla todos los procesos necesarios para la planificación, instalación y operación de los mecanismos básicos. Es importante tomar en cuenta que la propuesta realizada considera la mejor forma de realizar el proyecto alterando lo mínimo posible el proceso de producción.

3.1. Planteamiento del problema

En algunos casos de producción se ha determinado que hay envases que no cumplen con los estándares de calidad solicitados por los clientes, por lo que se deben realizar cambios de los envases rechazados. Esto presenta una complicación para la empresa, tomando en cuenta que se deben cambiar programaciones de producción para cumplir con el cliente, lo cual conlleva cambios operativos e incumplimiento de producción según lo estipulado.

Actualmente VIGUA, S.A. cuenta con dos puntos de control, según se muestra en la figura 7 Diagrama de flujo, proceso de producción, mostrada en el inciso 2.3 descripción del proceso. En los dos puntos se analizan los envases producidos y se determina con una muestra significativa, si el producto cumple con la calidad característica del mismo. A pesar de los dos puntos de control es posible mejorar la productividad y evitar errores de producción. Con base al estudio realizado a los reclamos de clientes, y rechazos por control de calidad, indicados en los incisos 3.1.1 al 3.1.3, se determinó como solución al problema la implementación de mecanismos básicos para estandarizar la línea con un nuevo punto de control en el área caliente de la línea 42 de producción.

3.1.1. Diagrama Ishikawa

Con base en el problema que se determina en el inciso 3.1 se realizó el análisis de causa y efecto utilizando el diagrama Ishikawa como metodología de análisis en la figura 29. En la tabla VII se determinan las causas y efectos indicadas en el gráfico Ishikawa y se analiza el problema de reclamos de clientes y devolución por baja calidad de envases y alta cantidad de desperdicio de vidrio en la línea 42.

Tabla VII. **Análisis de causa y efecto**

Efecto: Reclamos de clientes, devolución por baja calidad de envases y alta cantidad de desperdicio de vidrio en línea número 42		
Causa Raíz	Sub-causa	Observación
Mano de obra	Desconocimiento de medición	No se mide la pared del envase en el área caliente por dificultad de trabajo en área caliente para la mano de obra.
		Medición innecesaria con implementación de tecnología de lectura de peso.
	Desgaste del operario	Horarios largos de trabajo implican que puede haber errores de calidad por cansancio del operario por fatiga.
	Falta de entrenamiento	Personal nuevo sin la capacitación necesaria para identificar correctamente los errores de producción.

Continuación tabla VII.

Material	Vidrio incorrectamente formulado	El vidrio utilizado es muy ligero para el encase que se encuentra en producción. Formulación para las tres líneas del horno 4 es la misma y únicamente la línea 42 cuenta con bajo <i>pack to Melt</i> .
	Especificaciones incorrectas	Las especificaciones de calidad no son las correctas en la operación.
	Medio ambiente	Temperatura exterior
Medición	Equipo descalibrado	El equipo utilizado en los puntos de control no cuenta con calibración en los últimos 6 meses.
	Desconocimiento de peso de vela	Línea no cuenta con punto de control para determinar el peso de la vela, únicamente se mide en el área fría.
	Equipo inadecuado	La inspección en la vela únicamente es visual, no se cuenta con una medición electrónica de las especificaciones de vela.
Máquina	Presión de aire incorrecta	La presión de aire en los compresores es de suma importancia y una presión incorrecta provoca errores en el proceso de moldeo.
	Equipo	El equipo es anticuado para el ritmo de producción solicitado, por lo que no es posible aumentar la velocidad de producción.
	Mantenimiento deficiente	Las órdenes de mantenimiento preventivo no se cumplen todas, afecta la producción y la calidad de servicio de la máquina.

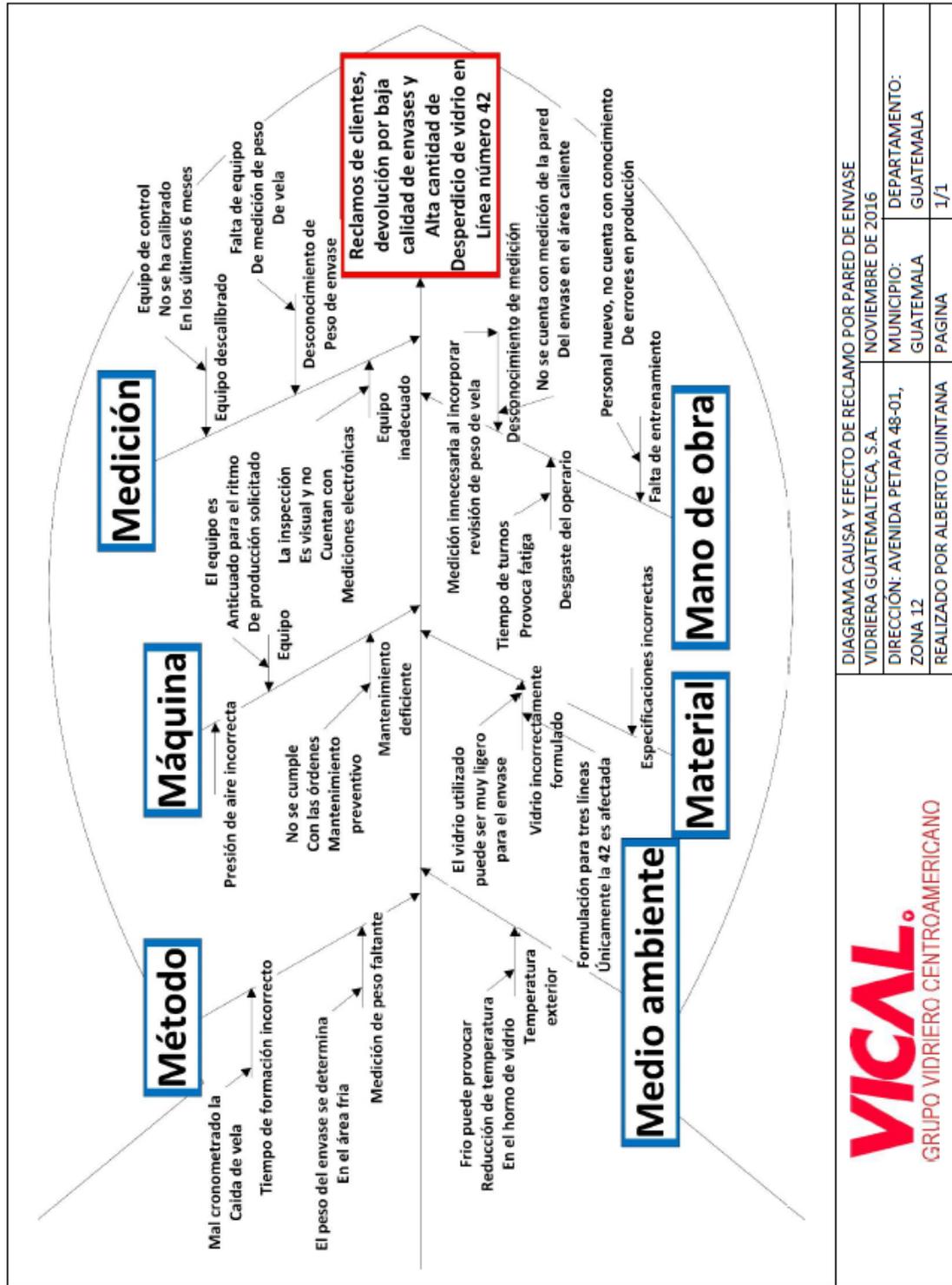
Continuación tabla VII.

Método	Tiempo incorrecto de formación	Tiempo de formación mal cronometrado provoca que la caída de vela no sea con un peso constante, por lo tanto, el envase no posee características estandarizadas.
	Medición de peso faltante	Peso de vela no es determinado en el área caliente, únicamente se mide en el área fría.

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

En relación con la tabla VII se determina la figura 29, la cual contiene el gráfico Ishikawa y la visualización de las 6 causas analizadas con las sub-causas, que provocan el efecto estudiado.

Figura 29. Diagrama de Ishikawa



 GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO		DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO DE RECLAMO POR PARED DE ENVASE	
		VIDRIERA GUATEMALTECA, S.A.	NOVIEMBRE DE 2016
		DIRECCIÓN: AVENIDA PETAPA 48-01, ZONA 12	MUNICIPIO: GUATEMALA
		REALIZADO POR ALBERTO QUINTANA	DEPARTAMENTO: GUATEMALA
			PAGINA 1/1

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Según el análisis de Ishikawa se determinó que una de las causas que se considera común en las diversas áreas de evaluación es la falta de un punto de control en el área caliente por deficiencia de método, incapacidad de personal, medición y máquina, por lo que se define que la implementación de mecanismos básicos en la máquina será un aporte importante para la estandarización de la línea 42.

3.1.2. Análisis FODA

La línea 42 de la empresa VIGUA, S.A. cuenta con diversas cualidades y debilidades, para comprender mejor el estado de la línea respecto a la producción. Se realizó el análisis FODA, mostrado en la tabla VIII, donde se especifica el tipo de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que posee la empresa y la línea de producción ante la demanda de la empresa VIGUA, S.A.

Tabla VIII. **Tabla de análisis FODA**

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Monopolio de producción de vidrio transparente en la región.	Clientes fieles a la empresa.	Cobertura de la demanda complicada en época alta. Reducida capacidad de paro de	Demanda superior a capacidad de oferta. Competencia regional con México.
Producto 100% reciclable.	Reutilización de desechos de producción. Reducción de materia prima en formulación. Campañas de cuidado al medio ambiente.	No es posible reciclar vidrio de color.	Envases de plástico reduzcan la cantidad de vidrio desechado.
Certificación ISO 9001:2008	Certificación ISO 9001:2015 Certificación HACCP	Falta de credibilidad de clientes por incapacidad de renovación de certificación ISO 9001.	Pérdida de clientes en la región, por solicitud de certificación más reciente. Clientes con certificación HACCP inconformes por incumplimiento de requisito de proveedor.

Continuación tabla VIII.

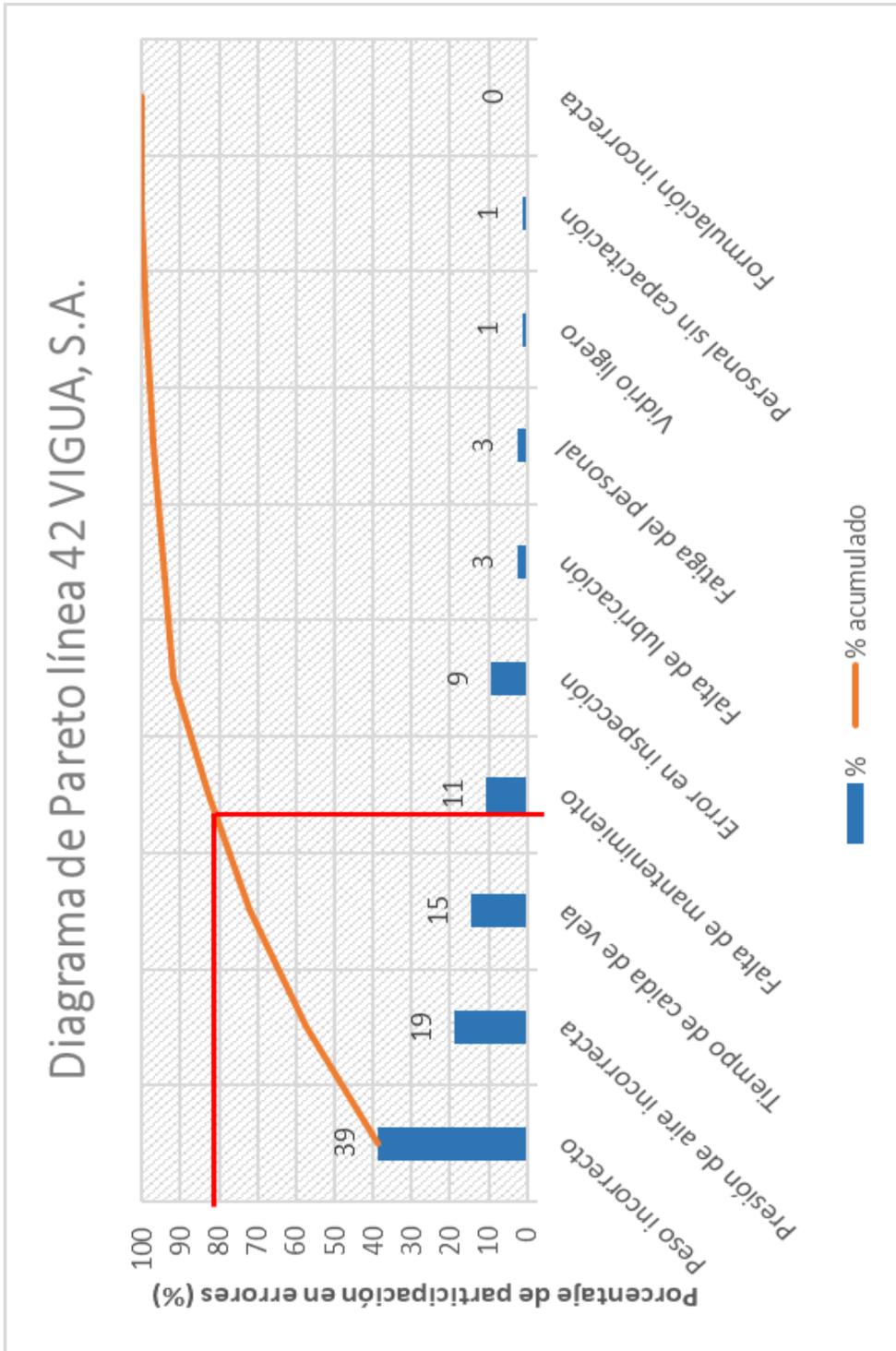
<p>Clientes industriales, equivalen a mayor volumen de producción.</p>	<p>Ampliar cartelera de clientes a nivel regional.</p>	<p>Tiempo de pedido es de mínimo 1 mes de antelación, el tiempo para pedidos extraordinarios es reducido.</p>	<p>Tendencia de utilización de plástico en industrias es alta por precio menor y buena maniobrabilidad.</p>
<p>Dimensiones de la máquina permiten su flexibilidad en operación.</p>	<p>Línea cuenta con espacio físico para la inclusión de un punto de control en el área caliente.</p>	<p>Inclusión de punto de control implica la dificultad de modificar la línea a producción de un envase grande por sección individual de la línea.</p>	<p>Cultura de consumismo exige envases fuera de la capacidad de la máquina. Tecnología en punto de control se discontinúa por el proveedor.</p>
<p>Empresas asociadas cubren demanda de vidrio de color de la región.</p>	<p>Ampliación de cartelera de clientes con empresas asociadas.</p>	<p>No se cuenta con control de calidad de las empresas asociadas.</p>	<p>Empresas asociadas pueden absorber los clientes de VIGUA.</p>

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Diagrama de Pareto

Para analizar de mejor forma las causas del problema identificadas en el diagrama Ishikawa mostrado en la figura 29, se analiza el historial de fallas registrado en el área de Control de Calidad. La tabla con detalle se encuentra en el anexo 1, de la cual se obtiene la gráfica mostrada en la figura 30 donde se define que problemas son las causas más significativas de problemas y los primeros que se deben trabajar para mejorar en mayor cantidad los reclamos por problemas con el envase.

Figura 30. Diagrama Pareto de la línea 42 de VIGUA, S.A.



Fuente: Calidad Integral, Vidriera Guatemala, S.A.

Con base en el gráfico se determina que los tres factores que inciden recurrentemente en la deficiente calidad del producto son: peso incorrecto del envase, presión incorrecta del aire comprimido y tiempo de caída de vela mal desajustado. El peso incorrecto del envase tiene mayor porcentaje de incidencia en los problemas de calidad del producto.

Por esta razón, este trabajo de investigación establece una solución de control en el peso de la vela para reducir el porcentaje de errores debido al peso del envase, tratando de esta forma el problema mayor de la línea 42 de producción en VIGUA, S.A.

3.2. Plan de instalación

Instalación es la secuencia de pasos para cumplir con la correcta ubicación de un bien deseado. Para realizar una instalación mecánica es necesario tomar en cuenta factores propios: de la maquinaria, del personal a realizar la instalación o montaje, el diseño de los mecanismos básicos, entre otros.

Uno de los factores importantes en la instalación de mecanismos básicos es el tiempo que el mismo tomará en realizarse, su importancia se da desde el punto de vista de producción, porque es necesario detener la producción para efectuar el cambio deseado. El plan de instalación es uno de los aspectos importantes para tomar en cuenta en la propuesta y en conjunto con diversos aspectos, es vital para la toma de decisión para la aprobación del proyecto.

3.2.1. Investigación

Para definir la importancia de una actualización de mecanismos básicos es necesaria una investigación de indicadores de producción. De esta manera se determina la mejora operacional que la instalación traerá y desde el punto de vista de costos obtenidos por el montaje.

La investigación toma en cuenta puntos relativos a la producción por la línea 42 la cual cuenta con un set de mecanismos básicos que se encargan de la recepción de la vela de vidrio a utilizar para la formación de un envase de vidrio. La línea cuenta con 10 secciones de formación de vidrio, y cada sección cuenta con dos mecanismos básicos, también conocidos como pistones.

El chorreador pasa la vela de vidrio a los pistones que componen las secciones individuales de la línea, las cuchillas determinan el tamaño de la vela de acuerdo con un tiempo específico para realizar el corte. Este peso es corroborado en una balanza antes de que la línea inicie su funcionamiento. A lo largo de la producción la velocidad de corte es constante y los mecanismos básicos en sincronía con los moldes y el obturador dan forma al envase, posteriormente, las mangas retiran el producto del molde y lo colocan en la banda transportadora

Este trabajo de graduación se planteó la interrogante ¿qué factores se deben tomar en cuenta para la instalación de los mecanismos básicos? De ahí nace la importancia de la etapa de investigación. Con base en la observación y el análisis de peso de los envases obtenidos después del templado, se determina que uno de los factores más importantes es estandarizar el peso que poseen los envases, ya que varía dependiendo del momento en que se

producen. Es decir que el peso del primer envase de la producción difiere del peso del último.

La variación de peso en el producto afecta desde diversos puntos de vista a la empresa, tomando en cuenta los siguientes factores:

- Calidad del producto: variaciones en el peso de la vela de vidrio resultan posteriormente en una distribución distinta de peso en las paredes del envase o en la base. Esta alteración puede provocar un aumento de la fragilidad del producto o una variación en las especificaciones del cliente.
- Contable: el uso de mayor cantidad de vidrio representa un gasto innecesario para la empresa, que se multiplica en función de las cantidades de producción.
- *Pack to melt*: el indicador de productividad se ve alterado al tomar en cuenta que se está utilizando mayor cantidad de materia prima que la recomendable para la realización de un envase.

3.2.2. Distribución de aplicación

La aplicación del proyecto se distribuye en cuatro fases, cada una de ellas con un propósito específico para obtener la mejora en el proceso de la forma esperada y brindar a la empresa un método de control de alta precisión y un sistema de alta calidad diseñado para trabajar continuamente todos los días del año.

Las fases del proyecto se dividen de la siguiente forma:

- Capacitación para la instalación: durante un periodo de 4 semanas se entrenará a un grupo designado de operarios. El grupo de instalación se conforma por 10 operarios encargados de desmontar el equipo anterior de la máquina e instalar los nuevos mecanismos básicos en la línea.

- Instalación de los mecanismos: durante un tiempo establecido por el área de planeación se realiza la instalación de los mecanismos básicos. Esta fase se debe completar en un periodo no mayor a 9 horas, de lo contrario, puede afectar la producción y comprometer los planes de entrega de producto establecidos.
- Medición de indicadores: después de la instalación es de suma importancia definir la mejora obtenida con la instalación de los mecanismos básicos, por lo cual se realiza una medición y seguimiento de los indicadores de producción utilizados, en los cuales se debe reflejar una reducción de tiempo para corregir imperfecciones y una mejora de producto final que cumpla con las especificaciones del cliente y de calidad de la empresa.
- Mantenimiento: es importante mantener una calidad de producción, lo cual es el motivo de la instalación de los mecanismos básico en la máquina formadora de vidrio. Parte de esta calidad es asegurar que los mecanismos mantienen un estándar en su medición, por lo que se debe asegurar que los valores que estos indican son verídicos. Debido a ello nace la importancia del mantenimiento, de forma periódica para asegurar que los mecanismos mantengan su exactitud con el paso del tiempo o corregir algún problema en sus mediciones.

3.2.3. Diseño de mecanismos básicos

El diseño de los mecanismos básicos debe cumplir con las características de espacio que dispone la máquina formadora de vidrio. Esta máquina está diseñada para contener 10 secciones de mecanismos, cada sección compuesta por dos pistones como se muestra en la figura 31.

Figura 31. **Diseño de pistones**



Fuente: <http://www.Quantumforming.com/wp-content/uploads/coating-210x300.jpg>.

Consulta: septiembre de 2016.

El diseño de dos pistones permite la formación de dos envases de forma simultánea en una misma sección de la máquina. Se implementarán mecanismos de marca *Quantum* y cuentan con un diseño que utiliza aire comprimido para movilizar el pistón y formar el envase dentro de un molde ubicado sobre el mismo pistón.

El mecanismo, además, cuenta con un sistema de cartuchos operativos, los cuales mejoran la operación del pistón, estos se pueden observar en la figura 32.

Figura 32. **Cartuchos acoplados a mecanismos básicos**



Fuente: <http://www.Quantumforming.com/products/forming-processes/>. Consulta: septiembre de 2016.

El diseño de estos mecanismos se ha desarrollado durante aproximadamente 30 años, en una compañía de renombre en la formación de vidrio. Parte del diseño incluye el sensor *Heye*, el cual determinará la carga de la vela de vidrio y la reportará. Este sensor se incluirá en una de las paredes del mecanismo básico, tomando en cuenta que cada sección contará con dos sensores.

3.2.4. Montaje

Reviste importancia en una empresa con un plan de producción de 24 horas, los 7 días de la semana. El montaje se define en términos de tiempo necesarios para llevarlo a cabo correctamente, de lo contrario la planificación de producción y sus indicadores se verán afectados.

El montaje de los mecanismos básicos consta de tres fases que se indican en la tabla IX.

Tabla IX. **Montaje de mecanismos básicos**

Desinstalación de mecanismos	En un periodo que no exceda las nueve horas, el personal encargado, con conocimiento sobre los mecanismos, deberá desinstalar los mecanismos que operan actualmente. Los mecanismos que operan en la actualidad se parecen a los propuestos en la instalación, por lo que su desmontaje no debe ser un problema para el personal calificado. El periodo de montaje es importante porque se libera el espacio para la instalación de los nuevos mecanismos.
Limpieza de área de montaje	La limpieza del área de montaje se realiza con aire comprimido para liberar del área todos los sedimentos adheridos durante el proceso de producción. A partir de la presión de aire comprimido que posee la empresa Vidriera de Guatemala, el personal puede realizar la limpieza en un periodo no mayor a una hora. Finalizada la limpieza, los trabajadores descansarán una hora; luego, iniciarán la instalación de los mecanismos. Esta última tarea es la más exigente y abarca un lapso temporal mayor.
Montaje de mecanismos básicos	El montaje de los mecanismos básicos se debe cumplir en un periodo máximo de 9 horas, en las cuales la línea no tendrá capacidad de producción por lo cual esta actividad debe planificarse cuidadosamente para evitar la pérdida de tiempo.

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Para realizar el montaje, se debe capacitar al personal según el inciso 3.2.5. Capacitación. En él, se programan las capacitaciones para el personal encargado de la instalación. De esta forma se garantiza la instalación correcta de los mecanismos.

El personal encargado de la instalación de los mecanismos debe disponer de espacio e iluminación. Por esta razón, se planifica la creación de equipos de trabajo, en los cuales dos personas del personal de Guatemala detengan el flujo de vidrio para impedir que salgan del chorreador. Además, se aprovechará para realizar un cambio en la Noria, tomando en cuenta que el paro de la línea es prolongado. Por ello, es necesario realizar todos los cambios que el tiempo lo permita y no obstruya de alguna forma el proyecto.

Una vez detenido el flujo de vidrio, el equipo de montaje instalará los mecanismos básicos con el sensor *Heye*. Simultáneamente, un equipo de trabajo moverá las piezas pesadas al área de montaje. Entre estas piezas se toman en cuenta los mecanismos que se instalarán, los obturadores, llaves de traslado entre áreas de moldura, mecanismo de dedos, entre otras.

La planificación del montaje se realiza en correlación con el instructivo. Ver inciso 4.1 para mayor información sobre la planificación del montaje y todos los pasos que deben seguir los operarios para su correcta instalación.

3.2.5. Capacitación y adiestramiento

Para realizar correctamente el montaje del proyecto es necesario que el personal propuesto para la instalación esté capacitado en este campo y en el manejo de eventualidades en el momento del montaje. Dado que la empresa Vidriera Guatemalteca, S.A. debe realizar un paro, del menor tiempo posible, en

la producción, se debe garantizar que el nuevo equipo montado funcione correctamente y no genere más pérdidas que la establecida para la instalación de los mecanismos básicos. Con base en ello nace la necesidad de capacitar correctamente al personal encargado de la realización del montaje.

La capacitación del personal consta de diversas etapas. En ellas, se elegirá a las personas más aptas para la instalación, tomando en cuenta los siguientes factores:

- Tiempo de instalación
- Habilidad motriz fina
- Entendimiento de la maquinaria
- Capacidad de resolución de problemas.

Con base en estos aspectos en la tabla X se define el cronograma para la realización de las capacitaciones.

Tabla X. Cronograma de capacitación

CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN																					
	Mes	Mayo				Junio				Julio				Agosto							
		Semana				Semana				Semana				Semana							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Etapa 1																					
Estudio sobre mecanismos básicos en producción de vidrio																					
Primer curso magistral: Funcionamiento de los mecanismos básicos																					
Estudio sobre sensores de peso																					
Segundo curso: Funcionamiento del sensor Heye																					
Análisis de resultados en pruebas																					
Etapa 2																					
1er prueba de montaje																					
Análisis de resultados y estudio de mejoras																					
2da prueba de montaje																					
Análisis de resultados con mejoras indicadas																					
3er prueba de montaje																					
Elección de mejores resultados																					
Etapa 3																					
Examen escrito sobre funcionamiento y partes de mecanismos																					
Etapa 4																					
Simulaciones de eventualidades en el montaje																					
Evaluación de resultados de todas las etapas																					
Presentación de capacitación a Jefe de Máquinas I.S.																					
Elección del personal mejor capacitado																					

Fuente: *Procedimiento de capacitación*. Vidriera Guatemalteca, S.A.

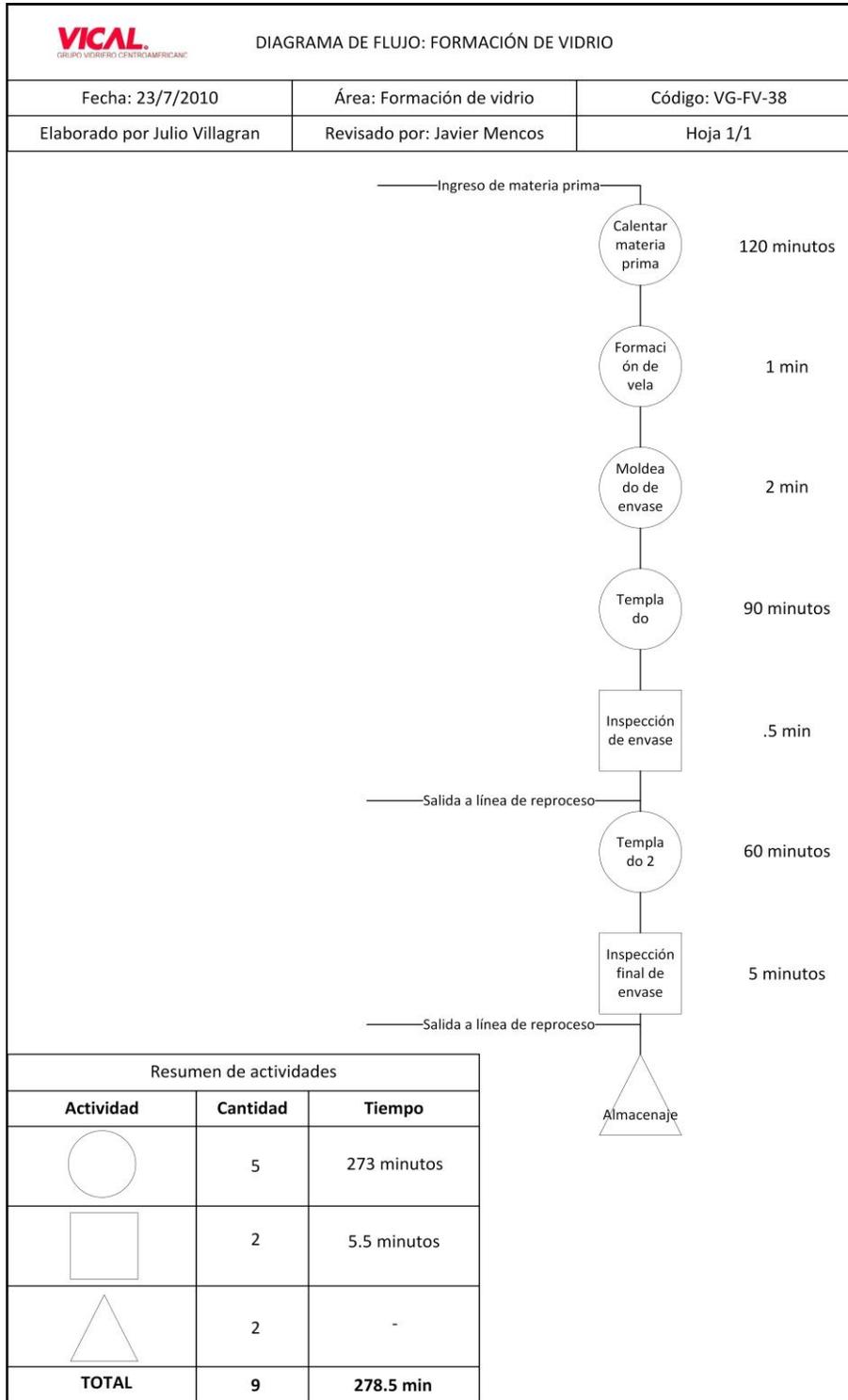
Como se define en la tabla X cronograma de capacitación, se definen 4 etapas de la capacitación en las cuales se realizarán evaluaciones de los aspectos definidos para escoger a las personas con mayor capacidad de instalación.

- Etapa 1: consta de 2 cursos expositivos impartidos por trabajadores concedores del funcionamiento de los mecanismos. El fin es que comuniquen sus conocimientos y que los participantes comprendan mejor los mecanismos que instalarán.
- Etapa 2: Incluye 3 pruebas de montaje de los mecanismos que se instalarán en la sede de Vitro, S.A., en México.
- Etapa 3: se realiza un examen escrito sobre las composiciones de los mecanismos y el orden de instalación.
- Etapa 4: en las instalaciones Vitro, S.A. se realizan simulaciones de eventualidades en el proceso de montaje y se evalúa la resolución de problemas de las personas.

3.2.6. Proceso de producción

El proceso de formación de vidrio en la línea 42 de VIGUA S.A. se presenta en la figura 33. El proceso se realiza para producir la mayor cantidad de producto con el menor precio y con la mejor calidad.

Figura 33. Diagrama de flujo, proceso actual de línea 42



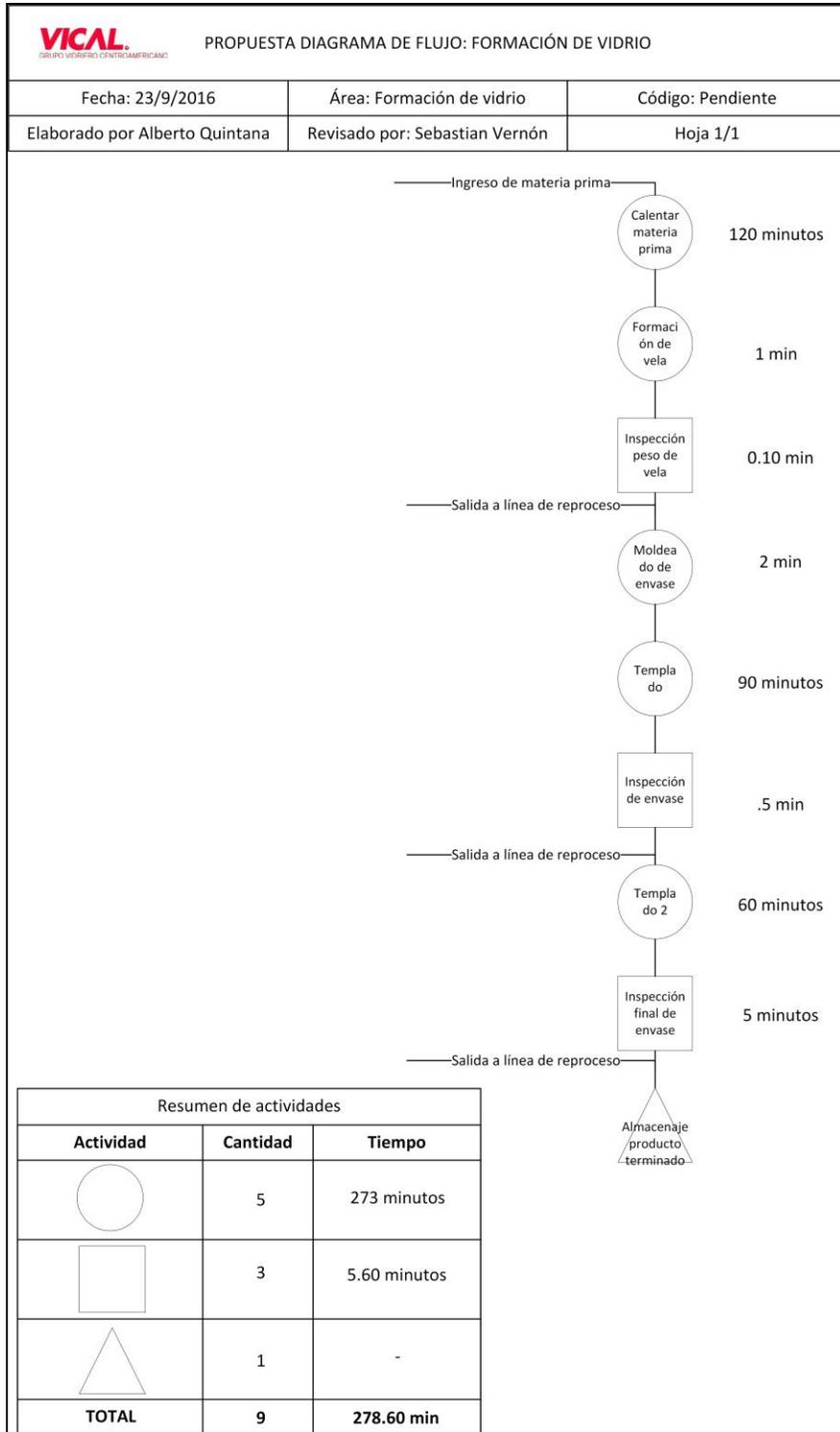
Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Mediante la instalación de los mecanismos básicos y para corregir la falla determinada como la de mayor criticidad en los errores de producción, en este trabajo se propone la estandarización de la línea de producción 42.

La implementación de los mecanismos básicos permitirá la inclusión de un punto de control en el área caliente, asegurando que la calidad del producto de la línea sea óptima para todas las utilidades que los clientes los utilicen.

La inclusión de este punto de control generará mayor cantidad de producto desechado, es por ello que además se propone la inclusión de un nuevo punto de salida del producto hacía reproceso como se determina en la figura 35 estandarización de línea 42.

Figura 34. Diagrama de flujo, estandarización de línea 42



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A:

Con base en los diagramas de flujo presentados se espera aumentar la calidad de producto que se obtiene de la línea 42, mediante la inclusión de un punto de control y línea de reproceso que esta inclusión representa. Según análisis de tiempos se espera que el proceso se demore 0,10 minutos, lo cual indica que el proceso se demorará 6 segundos más del tiempo normal establecido.

Según el ritmo de templado que se posee, el tiempo adicional no representará un atraso en el proceso y se espera que aumente los indicadores de producción según se muestra en el inciso 5.4.1: Monitoreo de indicadores de estandarización. La cantidad de producto que se descarta se analiza en la sección 3.6: Manejo eficiente de residuos.

3.3. Plan de estandarización

Parte importante del montaje de la nueva maquinaria es la relevancia que este mecanismo tendrá en el proceso. Su relevancia radica en la estandarización del proceso, reduce las no conformidades obtenidas en producción por la falta de un registro de peso en el momento de formación y soplo del vidrio. La importancia de la estandarización se fundamenta en la constante detección de no conformidades en la línea de producción. Con base en las características de la línea las no conformidades en los envases se pueden determinar cuando estos sufrieron la primera etapa de templado. Con los nuevos mecanismos se tendrá un control previo a la fase de templado y se espera la reducción significativa de producto no conforme posterior al proceso de templado.

3.3.1. Registro de peso

Para corroborar que los registros de peso determinados por los sensores *Heye* acoplados en los mecanismos por instalar, se propone el formato de registro de peso, en el cual el operario encargado de la línea 42 toma una lectura de peso, registrada en la bitácora de peso mostrada en la figura 82, inciso 5.3; con el fin de corroborar que los valores registrados por los sensores son veraces y validar la información obtenida.

El Jefe de Ingeniería analizará la información recopilada por los sensores y determinará los indicadores de estandarización desarrollados en el inciso 2.5. Según la planificación los indicadores deberán demostrar mejoras en el proceso, de lo contrario, con base en los resultados obtenidos durante un mes se evaluará la veracidad entre los datos obtenidos por el sensor y los pesos registrados por el operario en el momento de la operación. Si se encuentran dentro del rango de aceptación se aprueba la utilización de los datos del sensor.

Con base en los resultados se podrán determinar las acciones para obtener una estandarización del proceso si no cumple con los estándares de la empresa.

3.3.2. Límites de variación de peso

Es la relación entre el peso registrado por el sensor y el peso determinado en el registro. Los límites definidos en este inciso evalúan la veracidad de los resultados obtenidos por el sensor, para determinar si este se ha calibrado correctamente y los datos son verídicos y útiles para obtener las estadísticas de estandarización.

Tomando en cuenta la dificultad que presenta el proceso para realizar una comparación de peso instantáneamente posterior a la lectura de peso en el registro, se define en la tabla XI, el procedimiento de variación de peso.

Tabla XI. **Procedimiento de variación de peso**

Política a seguir	Procedimiento
La comparación de pesos se realizará diariamente conforme tanda de producción.	Determinar: media, mediana, rango, desviación estándar.
Solicitar formatos de control a los operarios y analizar los pesos registrados, éstos deben ser los mismos que la tanda de producción por analizar.	Determinar: media, mediana, rango, desviación estándar.

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Los límites aceptados son de $\pm 0,10$ gramos. Estos se definen con base en las especificaciones del producto. Estos límites fueron determinados por la empresa y cumplen con las características especificadas por los clientes, como espesor de la pared del producto, maniobrabilidad del vidrio en un proceso de producción, fragilidad.

3.3.3. Control de estándares

Para obtener un control correcto de los estándares de producción y cumplir con las especificaciones del producto, es necesario tener un record histórico del comportamiento de los estándares de producción. Por eso, el

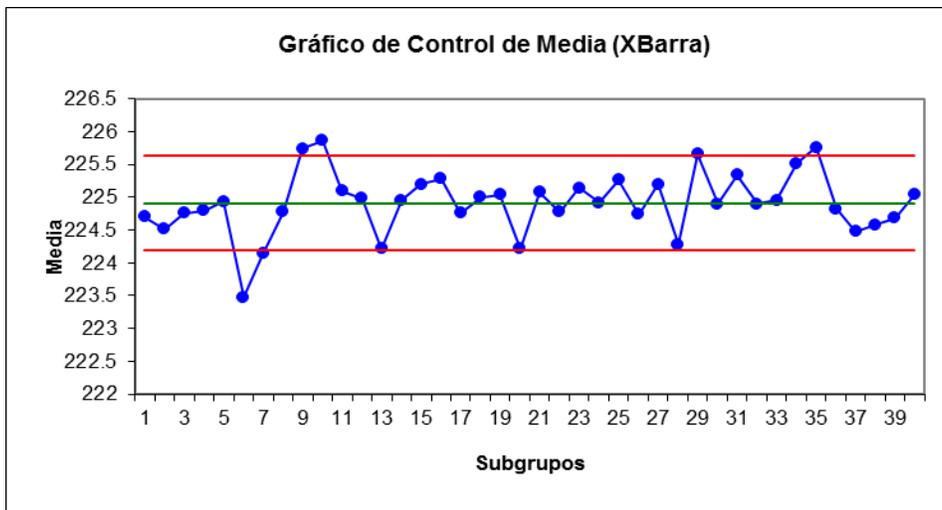
proyecto contempla tres controles para basar en ellos la verificación de la estandarización del proceso en su operación.

El control correcto de la producción se obtuvo a partir del análisis de la información de producción mediante gráficos de control. Los gráficos de control se obtuvieron mediante el análisis de 25 subgrupos de estudio, con 5 muestras cada uno, como se muestra en el anexo 2. Para ello, se analizó la producción de un mismo envase en la línea número 42 de VIGUA, S.A.

3.3.3.1. Gráfico de media

Es útil para determinar la calidad promedio de una ronda de producción. Con el gráfico se determinarán los promedios obtenidos, conforme el tiempo de diversas producciones y si el proceso es constante. Según los datos investigados se obtuvo la siguiente gráfica de media observada en la figura 35.

Figura 35. Gráfico de control de media



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Con base en el gráfico se determina que la línea de producción no tiene una tendencia definida de control en el momento de la producción. Mediante las inspecciones de calidad se determinó que los envases, a pesar de encontrarse fuera de la gráfica de control en algunos puntos, sí evidenciaban las características de grosor y forma. El problema con una gráfica tan variable es que la empresa puede incurrir en gastos extra por entregar un producto con mayor cantidad de vidrio de la especificada y el cliente (que utiliza el envase en una línea de envasado) corre el riesgo de que la maquinaria no soporte el envase entregado. Por esta razón, la inclusión de los mecanismos básicos medirá el peso de todos los envases y desde una etapa prematura garantizará la entrega de productos con el peso indicado y se estandarizará la línea de producción.

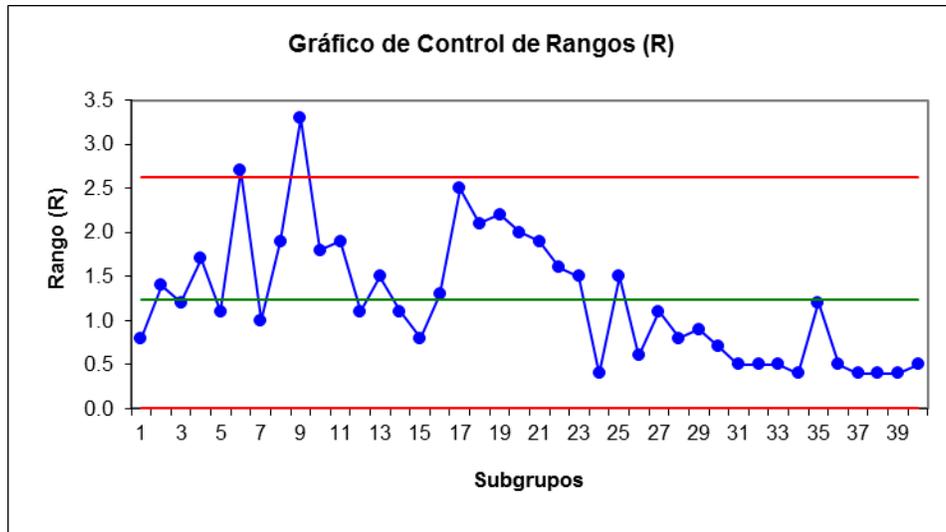
Se espera que, con la realización del proyecto, VIGUA, S.A. mantenga una gráfica de control más cerrada con resultados menos variables.

La tabla de datos utilizados para construir la gráfica se adjunta en el anexo 3.

3.3.3.2. Gráfico de rango

Permite determinar la variabilidad del proceso, tomando en cuenta que el rango se determina entre el valor mínimo y máximo obtenidos en un subgrupo de producción o lote del mismo. A la empresa le interesa reducir el rango en cada una de las producciones, de ahí que el gráfico propuesto permitirá conocer mejor los límites que posee la línea de producción y, por consiguiente, determinar los planes de acción para su reducción. La gráfica de rango se especifica a continuación, en la figura 36.

Figura 36 **Gráfico de control de rangos**



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Con base en la gráfica de control de rangos, se determina que la línea 42, generalmente, se encuentra dentro de los límites de control a pesar de que dos subgrupos se salen de los límites. Esto, probablemente, se deba a un error del operario al obtener el dato o por una variación grande en el peso de vela dentro de un mismo subgrupo. A pesar de estar dentro de los límites de control se considera que es posible mejorar las tendencias mediante la estandarización de la línea utilizando los datos obtenidos por el sensor a instalar en los mecanismos básicos. la tabla utilizada para determinar la gráfica en la figura 36 se muestra en el anexo 5.

3.3.3.3. Gráfico de desviación

Indica la variabilidad del proceso con base en la desviación de los valores obtenidos. Cuanto menos variable haya en el proceso, se espera que la gráfica posea una tendencia constante. Esto indica que el proceso posee un estándar apropiado y los productos son muy similares entre ellos. En la figura

37 se aprecia la gráfica de desviación obtenida en el proceso de producción de vidrio en la línea 42 de VIGUA, S.A.

Figura 37. **Gráfico de control de desviación estándar**



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Con base en la gráfica se determina que la línea de producción se mantiene dentro de los límites de control y se puede presentar como un resultado aceptable. La desviación estándar de la línea de producción determina que el producto resultante cumple, generalmente, con los estándares definidos por la producción. De conformidad con la gráfica de control es necesario analizar los indicadores de producción en los cuales se debe garantizar que, además de cumplir con los límites de peso en la línea de producción, los envases cumplen con la calidad correcta para la entrega a los clientes. En el anexo 4 se muestran los datos utilizados para la obtención de la gráfica mostrada en la figura 37.

3.4. Planes de mantenimiento

El mantenimiento conforma una parte de gran importancia en la estandarización de un proceso, considerando que la estandarización es el comportamiento de la máquina conforme el tiempo, y para que la misma posea un desempeño adecuado, es necesario que el equipo cuente con los servicios necesarios para su correcto funcionamiento.

Las piezas que componen la máquina formadora de vidrio son diversas. Todas ellas deben funcionar correctamente y mantener los estándares conforme el tiempo, para que el producto sea el esperado. Esto justifica que se cuente con un plan de mantenimiento para reducir los paros de la maquinaria por problemas mecánicos. Es decir, una máquina que no falla no afecta el estándar del producto. Por ello se proponen los cuatro siguientes ejes de trabajo para el mantenimiento.

3.4.1. Preventivo

Consta de todos los mantenimientos que se realizan con planificación y para los cuales el fallo de la máquina no es la que determina la necesidad del mismo. Para la planificación de estos mantenimientos se basa en dos ejes de conocimiento:

- **Manuales:** con base en los manuales de fabricante se determina la frecuencia con la que las diversas partes de los mecanismos básicos deben recibir un mantenimiento correctivo.
- **Experiencia del mecánico:** tomando en cuenta que el personal de VIGUA, S.A. ha laborado durante varios años en la empresa y su conocimiento sobre el comportamiento de los mecanismos es amplia, es importante

valorizar su conocimiento y aprovecharlo para programar las frecuencias con las cuales los mecanismos pueden llegar a necesitar un servicio.

3.4.2. Correctivo

Es el que no se planifica. Este mantenimiento se realiza para corregir una falla. Una de sus características es que no existe algún indicio para planificar en tiempo y en presupuesto el alcance que puede tener la falla.

Este mantenimiento es el menos recomendable porque representa mayor costo económico, además no se tiene alcance sobre qué piezas serán las que fallan por lo que difícilmente se poseen sus repuestos almacenados. Esto incrementa el tiempo de respuesta para que la maquinaria funcione correctamente, por consiguiente, la cantidad de producción disminuye y se pierde el costo de oportunidad por paro de la máquina. Es necesario, por ello, evitar este mantenimiento y aplicar mantenimientos preventivos que reduzcan tiempos de paro y costos por no producción.

3.4.3. Predictivo

Se realizan con base en el tiempo estimado de vida que se les otorga a los componentes que conforman la maquinaria, este tiempo se puede definir conforme el manual del componente o con la experiencia que posee el trabajador. El mantenimiento predictivo no se planifica con mucho tiempo de anticipación y está muy relacionado con el análisis del desempeño que observe el mecánico en los componentes. El fin principal de este mantenimiento es predecir las fallas de maquinarias, equipos, hornos, obturadores, sacadoras, entre otros.

La propuesta es la implementación del mantenimiento predictivo para los mecanismos básicos de producción. Para ello, se indica el plan de mantenimientos en la figura 38.

3.4.4. Selectivo

Se realiza una selección de los mecanismos o componentes que poseen mayor relevancia en la producción. En este caso, se propone que el plan de producción cuente con una rúbrica de selección en la cual se determina la importancia que posee el mantenimiento de una máquina conforme a su relación con la necesidad en la producción. Para ello, se realiza la propuesta del plan de mantenimiento contemplando el mantenimiento selectivo en la figura 39.

3.4.5. Plan de mantenimiento propuesto

Con base en los planes de mantenimiento nombrados del inciso 3.4.1 al 3.4.4 se determinan los lineamientos para los mantenimientos preventivos, selectivos; y predictivos. El plan que se muestra en la figura 38 incluye los mantenimientos preventivos y selectivos. En el inciso 5.7.3 se incluirá la propuesta de mejora continua del mantenimiento predictivo para que la empresa incluya en su planificación su implementación, además el selectivo reflejado en la figura es la sugerencia, quedará a discreción de la empresa utilizar la propuesta o realizar un estudio específico para esta valoración de criticidad.

Figura 38. Plan de mantenimiento

Frecuencia	Selectivo	Tipo	Mes	MES													
			Fecha	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
			Día	LU	MA	MI	JU	VI	SA	DO	LU	MA	MI	JU	VI	SA	
A	B	IS	Base de pistones	A													
S	A	IS	Cilindro guía		S												
S	A	IS	Pistón		S												
A	A	IS	Conductos de aire						A								
A	C	IE	Sensor Heye						A								
A	C	IE	Receptor de señal electrónica					A									
T	B	IS	Mangas				T										
T	A	IS	Cuellos				T										
M	A	IS	Sacadoras					M									
E	A	IS	Obturadores		E						E						
E	A	IS	Bisagras			E						E					
A	A	IS	Noria								A						
E	A	IS	Cuchillas		E						E						
D	B	IS	Molduras		D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

Frecuencia de mantenimiento	Selectivo
D	Diario
E	Semanal
M	Mensual
T	Trimestral
B	Bimensual
S	Semestral
A	Anual

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

El plan se presenta como una guía para la programación, sin indicar el mes y la fecha del año en que se deben realizar los mantenimientos. Para ello, es necesario que el área de ingeniería de planta, utilice la base propuesta para la creación del plan de mantenimiento.

3.5. Análisis de recursos

Para llevar a cabo la propuesta de estandarización para la empresa Vidriera Guatemalteca, S.A. es necesario tomar en cuenta varios factores claves. Entre los factores importantes para la realización de un proyecto, se encuentran los recursos para llevar a cabo un proyecto de manera eficiente. Por ello, se analizan y se determinan los recursos que se deben tomar en cuenta para la realización del proyecto. Se analizarán cuatro áreas de interés de los

cuales es necesario cumplir con todos los recursos solicitados para realizar el proyecto correctamente.

3.5.1. Recursos tecnológicos

Incluyen instrumentos tecnológicos que se utilizarán en el proyecto. Para facilitar la comprensión de los recursos que se necesitarán, se toman en cuenta las tres diversas etapas que el proyecto debe llevar para concluir la propuesta: planificación, instalación y operación.

- Etapa de planificación
 - 1 computador
 - 1 proyector
 - 1 sistema de audio
 - 1 sistema de video
 - Mecanismos básicos y área de práctica

Esta etapa es clave para el desarrollo del proyecto, por lo cual los recursos son muy importantes, tomando en cuenta que el ejecutor del proyecto utilizará el computador para procesar la documentación antes de la ejecución y para comunicarse con el personal de México encargado de la instalación de los mecanismos básicos, si fuera necesario. También servirá para las capacitaciones al personal antes de elegir a las personas más aptas para la ejecución. El proyector es una herramienta de apoyo cuando se dicten las clases expositivas; el sistema de audio y de video se utilizarán en las capacitaciones de instalación para documentar las pruebas y repasarlas en busca de aspectos por mejorar en la ejecución. Los mecanismos básicos necesarios y el área de práctica se utilizarán de igual forma para las capacitaciones.

- Etapa de instalación
 - 1 sistema de video
 - 1 cámara fotográfica
 - 10 mecanismos básicos
 - 10 sensores *Heye*
 - Cables de los mecanismos básicos

Los recursos tecnológicos se reducen durante la instalación porque es una ejecución física del personal. Un sistema de video se utilizará para supervisar la ejecución y una cámara fotográfica para registrar la evidencia en la instalación. Los mecanismos básicos necesarios son aquellos que se instalarán en las máquinas de sección individual y que se utilizarán para la transformación de la vela de vidrio en envases.

- Etapa de operación
 - 1 computadora
 - 1 sensor *Heye*
 - 1 receptor del sensor *Heye*
 - 1 software de interpretación

La etapa de operación constituye la fase final del proyecto donde se monitorea la instalación y se determina si la propuesta concuerda con lo determinado. Se toman en cuenta factores importantes para el monitoreo del proyecto para lo cual se requiere del sensor *Heye*, el cual se instalará en los mecanismos básicos y por medio del receptor de señal del sensor y el software de interpretación propuesto de la compañía *Quantum Mechanisms*, tendrá la capacidad de documentar los resultados de lectura en el sensor conforme el tiempo. Con la computadora se analizarán los datos para obtener con ellos los indicadores de estandarización.

3.5.2. Recursos materiales

Son herramientas para el cumplimiento que se enlistan a continuación:

- 11 bases de pistones
- 22 cilindros guías
- 22 pistones
- 96 conductos de aire o mangueras
- 22 cables transmisores
- 26 mangas
- 26 cuellos
- 10 juegos de herramientas para sustitución de mecanismos básicos
- Molduras
- Bisagras
- Obturadores

En el instructivo de instalación se encuentran enlistados los recursos materiales para el montaje en la figura 42 al 46 instructivo de instalación

3.5.3. Recursos humanos

- Jefe de máquinas de sección individual: Ing. Sebastián Vernón

Es el encargado de la gestión del proyecto, brindará la información pertinente y realizará la programación para llevar a cabo el proyecto. Supervisará las capacitaciones y elegirá al personal con mejor aptitud para la instalación, además supervisará el montaje de los mecanismos básicos y analizará las mejoras que presente la operación.

- Equipo de montaje: personal de Vitro, S.A.

Será su responsabilidad el montaje del proyecto, por lo que deberán realizar el proceso de capacitación y llevar a cabo la instalación de la mejor forma y en el menor tiempo posible.

- Jefe de Ingeniería Industrial

Entre sus funciones se encuentra la recopilación de datos obtenidos por los sensores *Heye*, analizarlos y reportarlos al jefe de máquinas de sección individual.

- Operario encargado de la máquina I.S.: personal de VIGUA, S.A.

Realizará la bitácora de control, actualizará el registro de peso y reportará cualquier eventualidad en el proyecto.

- Investigador y ejecutor del proyecto: Alberto Josué Quintana Hernández

Realizará el estudio y planificación del proyecto, en conjunto con el jefe de máquinas I.S. Supervisará el proceso de realización del proyecto y presentará las mejoras obtenidas por su ejecución.

3.5.4. Recursos de infraestructura

Los recursos necesarios de infraestructura los aporta el área de producción cedida para la investigación del trabajo. Para ello VIGUA, S.A. cuenta con la presente infraestructura:

- 1 planta de producción
- 1 línea de producción habilitada para la investigación
- 1 oficina para la realización del trabajo escrito de investigación.
- Área de capacitación en VITRO, S.A.
- Salón de capacitaciones en VIGUA, S.A. y VITRO, S.A.

Toda la infraestructura es entregada por VIGUA, S.A. en relación con Vitro, S.A. para que el proyecto se realice dentro de la empresa.

3.5.5. Recursos financieros

Para la realización del proyecto de instalación de mecanismos básicos en una línea de producción de la empresa VIGUA, S.A. es necesario determinar cuáles serán los costos del proyecto, porque este es un factor clave para determinar su viabilidad. La mejora en la estandarización debe complementarse con una reducción del costo de producción.

A continuación, en la tabla XII, se describen todos los rubros financieros necesarios para llevar a cabo el proyecto.

Tabla XII. **Tabla de costos**

		VIDRIERA GUATEMALTECA, S.A.		
COSTOS DE REALIZACIÓN DE PROYECTO				
MAQUINARIA Y EQUIPO				
Elemento	Cantidad	Precio unitario	Precio total (\$)	Precio total (Q)
Base de pistones	11	\$ 1,311.00	\$ 14,421.00	Q 110,320.65
Cilindro guía	22	\$ 1,218.00	\$ 26,796.00	Q 204,989.40
Pistón	22	\$ 999.00	\$ 21,978.00	Q 168,131.70
Conductos de aire	96	\$ 41.00	\$ 3,936.00	Q 30,110.40
Sensor Heye	22	\$ 543.00	\$ 11,946.00	Q 91,386.90
Cable transmisor	22	\$ 71.00	\$ 1,562.00	Q 11,949.30
Receptor de señal electrónica	1	\$ 146.00	\$ 146.00	Q 1,116.90
Mangas	26	\$ 410.00	\$ 10,660.00	Q 81,549.00
Cuellos	26	\$ 345.00	\$ 8,970.00	Q 68,620.50
MANO DE OBRA				
Transporte	11	\$ 462.00	\$ 5,082.00	Q 38,877.30
Capacitaciones (etapas)	4	\$ 200.00	\$ 800.00	Q 6,120.00
Evaluaciones	45	\$ 10.00	\$ 450.00	Q 3,442.50
Horas de montaje	88	\$ 35.00	\$ 3,080.00	Q 23,562.00
Hospedaje	8	\$ 130.00	\$ 1,040.00	Q 7,956.00
Alimentación	44	\$ 10.00	\$ 440.00	Q 3,366.00
SUBTOTAL EN DOLARES (\$)				\$ 111,307.00
SUBTOTAL EN QUETZALEZ (Q)				Q 851,498.55
COSTOS POR CAMBIO DE MAQUINARIA				
Costo de oportunidad	1		\$ 26,352.95	Q 201,600.07
Desechos			\$ 941.18	Q 7,200.00
Electricidad			\$ 98.04	Q 750.00
Equipo de seguridad industrial	10	\$ 321.00	\$ 3,210.00	Q 24,556.50
TOTAL COSTO EN DOLARES (\$)				\$ 141,909.17
TOTAL COSTO EN QUETZALES (Q)				Q 1,085,605.12

Fuente: Vidriera Guatemala, S.A.

Nota: el tipo de cambio utilizado es de 1USD=Q7,65, por motivos de confidencialidad los rubros presentados son un aproximados del costo real del proyecto.

Con base en el costo planteado por el proyecto con sus diversas fases de implementación, se analiza el costo-beneficio para determinar la viabilidad

del proyecto y el beneficio que se obtiene con su implementación. Para ello, se toman en cuenta factores clave como el costo de oportunidad por no producir en un tiempo especificado para la producción de envases diversos de vidrio.

3.5.5.1. Análisis costo-beneficio

Para obtener la relación costo-beneficio se determinan los siguientes valores como costo y beneficio respectivamente

- Costos
 - Descritos en el inciso 3.4.3 con total: Q 1.1 millones
 - Costos fijos: producción y mantenimiento de planta

- Beneficios
 - Eliminación de inspección manual de peso de vela.
 - Utilización de una inspección electrónica para el peso de vela acoplado en mecanismo básico.
 - Reducción de vidrio inconforme que ingresa al templador.
 - Reducción de mano de obra para supervisión de envases en la línea.
 - Disminución de mantenimiento preventivo a los mecanismos básicos en comparación con los mecanismos utilizados de mayor antigüedad.
 - Mejor retroalimentación del peso de vela.
 - Estandarización de la línea 42.
 - Aumento de la productividad de la línea 42.

Para analizar el beneficio costo se estudiaron los costos y los beneficios durante el periodo establecido para la implementación del proyecto y se determinó la cantidad necesaria de meses para recuperar la inversión.

Tabla XIII. **Análisis beneficio-costo**

Rubro	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Costo fijo (\$)	45000	45000	45000	45000	45000
Costo total (\$)	90000	160303.75	230832.5	301236.25	371665
PTM	83 %	82 %	81 %	87 %	88 %
Beneficio (\$)	57369.6	115937.28	171924.48	234063.36	296916.48
Beneficio/costo	0.637	0.723	0.745	0.777	0.799

Continuación tabla XIII.

SEP	OCT (Instalación)	NOB	DIC	ENE	FEB	MAR
45000	41000	42000	41000	42000	41000	42000
466262.1	507262.1	549262.1	590262.1	632262.1	673262.1	715262.1
88 %	92 %	92 %	92 %	92 %	92 %	92 %
357742.08	423452.16	487042.56	552752.64	618462.72	677813.76	743523.84
0.767	0.835	0.887	0.936	0.978	1.007	1.040

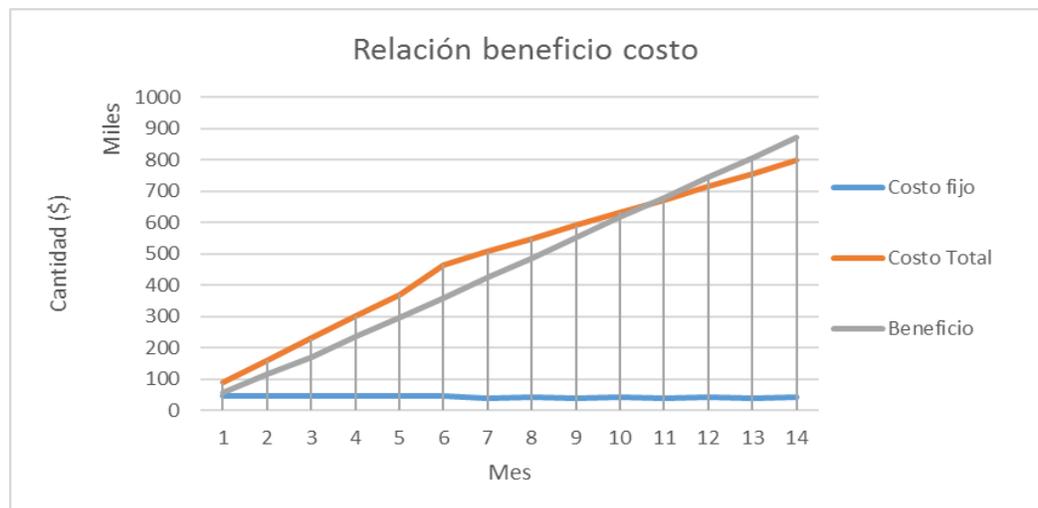
Continuación tabla XIII.

MAY2	42000	798262.1	92 %	872824.32	1.093
	41000	756262.1	92 %	807114.24	1.067

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Con base en la tabla XIII análisis beneficio-costo, se determina que el proyecto cuenta con los beneficios necesarios para su rentabilidad. Para analizar con mayor facilidad los resultados obtenidos la figura 40 muestra la gráfica del análisis beneficio-costo.

Figura 39. **Análisis beneficio-costo**



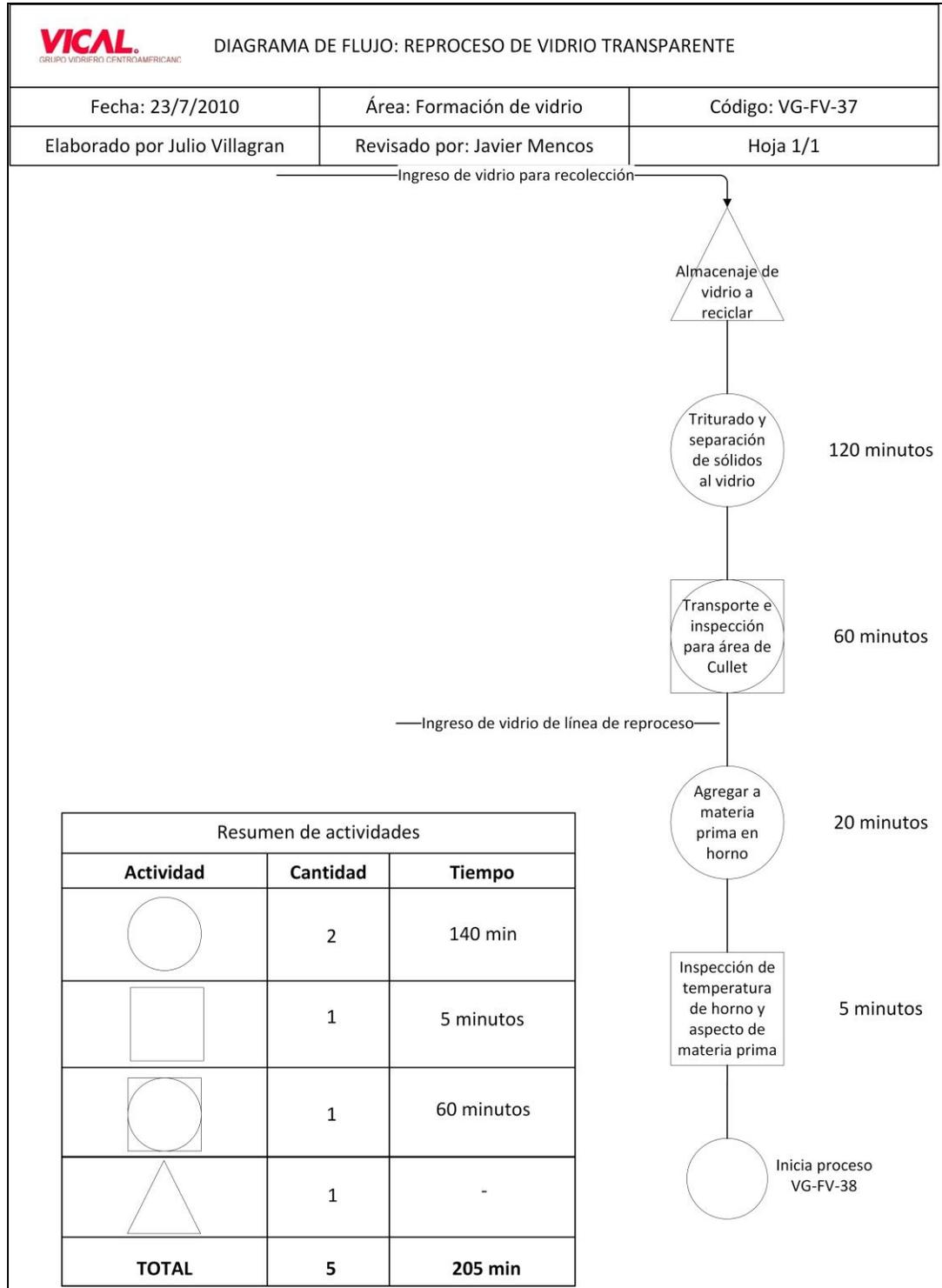
Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Con base en la gráfica de la figura 39 se determina que para el mes número 11 (febrero) se espera que el proyecto presente ganancias aprovechando la economía de escala, en la cual se aprovecha el ritmo de producción y se reduce el costo de producir un envase. El aumento en el indicador *pack to melt* se espera de un 92 % de productividad. Se concluye que el proyecto es viable desde el punto de vista financiero y que será necesario un periodo de 11 meses para la recuperación de la inversión.

3.6. Manejo eficiente de residuos

Una de las ventajas al trabajar vidrio en comparación con diversos materiales, es que se recicla el 100 %. Por ello, el manejo de los residuos es una estrategia importante para la empresa, con la cual se pueden reducir costos. Actualmente, se realiza la operación según se muestra en la figura 40.

Figura 40. Diagrama de flujo, proceso de reciclaje de vidrio



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

La utilización de residuos reduce en gran cantidad la materia prima para la producción de vidrio. El manejo de residuos en la empresa VIGUA, S.A. se mantendrá sin ningún cambio. El único cambio que se refleja en el proceso es en la línea 42 y afecta en el proceso del mismo.

La mejora en el proceso se compone de la inclusión del punto de control gracias a la tecnología de medición de peso que presenta el sensor Heye. El nuevo punto de control se incluye en el diagrama del proceso mostrado en el inciso 3.2.6, figura 34, donde, además, se incluye una salida de producto rechazado.

Con base en la inclusión de un nuevo punto de control se espera aumentar la cantidad de producto que se ingresa en la línea de reproceso y mejorar el indicador de comparación entre *pack to melt* y envases al templador para reducir la diferencia existente de 11 %, obtenida en la sección 2.5.2.

La utilización de los residuos vidrio, como parte de la materia prima, se justifica en el procedimiento interno de Vigua VG-PO-GV-002: Formulación del vidrio. El cual no se coloca en el presente documento por contener información clasificada de la empresa.

4. IMPLEMENTACIÓN

Un paso clave en el proyecto es cuando se ponen en práctica los procedimientos. A continuación, se presentan los documentos y acciones para la implementación del proyecto y todos los factores que debe tomar en cuenta el personal administrativo y el personal operativo.

4.1. Plan de implementación

Para cumplir con el objetivo de estandarizar la línea 42 de producción de vidrio en VIGUA, S.A. se propone el plan de implementación en la tabla XV, en el cual se detallan las actividades que se deben realizar para implementarlo.

Tabla XIV. Plan de implementación

VICAL GRUPO VIDRIERÍA GUATEMALTECA		CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN PROYECTO: ESTANDARIZACIÓN LÍNEA NÚMERO 42																																											
		Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
Mes	Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
	Análisis de implementación																																												
	- Observación y documentación de línea																																												
	- Planificación del reemplazo																																												
	- Compra de mecanismos																																												
	Documentación																																												
	- Proyecto																																												
	- Instructivo de instalación																																												
	- Análisis beneficio-costo																																												
	Capacitación																																												
	- Etapa 1																																												
	- Etapa 2																																												
	- Etapa 3																																												
	- Etapa 4																																												
	Montaje																																												
	- Organización de mecanismos																																												
	- Instalación en línea de producción																																												
	Control y seguimiento																																												
	- Implementación de registros																																												
	- Documentación																																												

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

4.2. Instructivo de instalación

La instalación de los mecanismos es un proceso que se debe estandarizar desde el momento en que se imparten las capacitaciones de instalación. Como parte de las políticas de la empresa es importante que la documentación concuerde con las acciones del personal, por lo que todos los operarios deben cumplir con el instructivo presentado para la instalación o montaje de los mecanismos básicos. En el siguiente instructivo se detallan las actividades, responsabilidades y tiempos esperados por realizar por cada operario.

El instructivo presentado en la figura 41 fue aprobado por el Jefe de Máquinas de Sección Individual y el supervisor de operaciones de la empresa Vitro y muestra todas las actividades por realizar para cumplir con la instalación de los mecanismos. Durante toda la operación, el documento debe encontrarse al alcance del jefe de máquinas de sección individual, supervisor de operaciones y operarios; por ello, se incluirá durante la instalación en el cartapacio de operaciones del área de formación de vidrio, máquinas de sección individual, cumpliendo además con el requisito de la norma ISO 9001:2008

Figura 41. Instructivo de instalación

 GRUPO VIDRIERA CENTRAMERICANO VIDRIERA GUATEMALTECA, S.A.		Instructivo de instalación		CÓDIGO	
				VG-PR-IN-204	
REALIZADO POR: ALBERTO QUINTANA		ÁREA: MÁQUINAS I.S.		PROYECTO: ESTANDARIZACIÓN DE LÍNEA	
		MÁQUINAS DE SECCIÓN INDIVIDUAL		LÍNEA 42	

Nota: para todas las actividades los operarios contarán con un juego de herramientas compuestas por todas las llaves necesarias para el desmontaje y montaje de los mecanismos básicos.

No.	Actividad	Encargado	Acción a realizar	Instrumentos necesarios	Tiempo (min)
1		Operario	Revise la lubricación de todo el equipo a instalar - En caso sea necesario lubrique alguna pieza, utilizar Polietilenglicol	N/A	10
2		Operario (V)	Realice el procedimiento VG-FV-PR-056: Procedimiento para detener caída de vela	N/A	5
3	Preparación	Operario	Desmonte: molduras, bisagras, sacadoras y obturadores de	N/A	35
4		Ayudante	Ingrese las herramientas y palets para desmontaje	N/A	2
5		Supervisor	Cierre las válvulas de acción de mecanismos básicos y revise que ningún comando active la sección individual, de lo contrario proceda a corroborar el cerrado de válvulas contactando al Jefe de Máquinas I.S.	N/A	5
6	Desmontaje	Operario	Desatornille los cuellos de la máquina de sección individual	N/A	2

Continuación figura 41.

7	Operario	Retire los cuellos y ubíquelos en los palets definidos para equipo de desmontaje	N/A	5
8	Operario	Desatornille las mangas	N/A	3
9	Operario	Retire las mangas, ubicaquelas en el palet para desmontaje	N/A	6
10	Operario	Retire el pistón del cilindro guía	N/A	2
11	Operario	Desatornille el cilindro guía	N/A	3
12	Operario	Retire los cilindros base de la máquina I.S. Para esto ubique el polipasto de la línea sobre la sección individual donde se trabaja, coloque el gancho de carga dentro de los tornillos del cilindro y enganche el polipasto.	Polipasto Gancho	10
13	Operario	Desconecte las mangueras de aire comprimido, asegúrese que las mangueras retiradas sumen 4 mangueras por la sección	N/A	20
14	Operario	Desatornille el soporte de la base de la máquina de sección individual. Asegúrese de retirar todos los tornillos	N/A	4

Desmontaje

Continuación figura 41.

15	Desmontaje	Operario	Retire la base de los pistones, si fuera necesario utilice el polipasto para elevar la base.	N/A	5
16		Ayudante	Retirar de la línea de producción todo el equipo desmontado por los operarios.	Carreta de carga	2
17	Limpieza	Operario	Limpie la sección individual de la máquina, velando por que el área donde se instalará la base de los pistones debe estar completamente limpia. Al finalizar la limpieza notifique al supervisor para aprobar el resultado final	Manguera de aire comprimido	23
18		Jefe de I.S.	Revisión de limpieza y revisión de salidas de aire. Para ello active las válvulas de aire comprimido de la sección individual a trabajar y notifique al personal de otras secciones que detenga su trabajo para evitar accidentes mientras se realizan pruebas de salida de aire	Linterna	20
19		Jefe de I.S.	Realice una revisión de salidas de aire en la sección, de ser necesario solicite más limpieza al operario.	Linterna	5
20		Operario	Descanso	N/A	30
21	Montaje	Ayudante	Ingreso de equipo para montaje	Carreta de carga	3

Continuación figura 41.

22	Operario	Ubique la base de los pistones en la máquina de sección individual, es de suma importancia que el área esté totalmente limpia y que la base se coloque alineada a la base, de lo contrario las vibraciones de la máquina afectarán el resultado.	Linterna Nivel	5
23	Operario	Atornille la base	N/A	3
24	Operario	Conecte los conductos de aire	N/A	25
25	Operario	Coloque el cilindro guía sobre la guía base de los pistones, para esto utilice el polipasto sobre la sección individual y enganche el cilindro.	Polipasto Gancho	17
26	Supervisor	Revise la alineación del montaje respecto a la máquina.	Nivel	1
27	Operario	Introduzca el pistón dentro de la guía y asegúralo atornillándolo	N/A	4
28	Supervisor	Revise los comandos del pistón. En caso lo considere aprobado, permita al operario continuar con la instalación, lo contrario regresar al paso 24 y verifique que todas las mangueras permitan el paso del aire comprimido	N/A	5
29	Operario	Coloque los cuellos y asegúrelos, corrobore que funcionen correctamente mediante los comandos de ascender y descender el pistón	N/A	24

Montaje

Continuación figura 41.

30	Montaje	Operario	Notifique al supervisor que en su sección se finalizó el montaje de los mecanismos básicos	N/A	1
31	Instalación de ingeniería electrónica	Supervisor	Notifique al jefe de ingeniería electrónica de la finalización del montaje	Radio	1
32		Operario	Conecte el cable transmisor del sensor Heye hacia el receptor de la señal.	N/A	100
33		Jefe de I.E.	Revise el funcionamiento del sensor	N/A	2
34	Montaje final	Operario	Montaje de: bisagras, molduras, obturadores y sacadoras	N/A	35
35		Operario (V)	Reanude la caída de vela y verifique el peso registrado para la vela	N/A	5
36	Operación	Operario (V)	Lubrique las molduras y corrobore el correcto funcionamiento de la línea	Estación de lubricación	20
37		Operario (V)	Inspeccione la calidad de los envases producidos y registre sus resultados en la bitacora de control VG-FV-PR-071	Formato VG-FV-PR-071	10
				Tiempo esperado (min)	458

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Con el instructivo propuesto, se espera que la instalación se realice en las 9 horas proyectadas y aprobadas por el área de planificación. Es importante mantener la comunicación del progreso del montaje con las diversas áreas para mantener al tanto del estado del procedimiento.

4.3. Procedimiento de control

El control de un proceso de producción es importante para determinar cuáles son los aspectos que se deben mejorar, conforme el avance en el tiempo de la producción. Para mantener un control correcto en la producción de vidrio en la línea 42, se plantea el siguiente procedimiento de control, en el cual se busca garantizar una estandarización en los aspectos a evaluar para controlar la producción.

El análisis de los datos obtenidos por los mecanismos básicos montados en la línea de producción es importante en el procedimiento de controles. Por ello el procedimiento de control mostrado en la figura 42, indica las responsabilidades de cada persona y el análisis posterior que se debe realizar el procedimiento y la instalación.

Figura 42. Procedimiento de control



VICAL
GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO

NOMBRE DEL DOCUMENTO: CONTROL DE PRODUCCIÓN EN LÍNEA 42 POR IMPLEMENTACIÓN DE MECANISMOS BÁSICOS CON SENSOR HEYE INTEGRADO	No. DE CONTROL:
RAZÓN DE LA SUSTITUCIÓN:	COPIA CONTROLADA No.:
JEFE DE MAQUINAS I.S. APROBÓ	

1. ANTECEDENTES

El presente documento surge por la necesidad de estandarizar el proceso de producción en la línea 42 de VIGUA, S.A. con el fin de mejorar los indicadores de producción. Actualmente la línea de producción cuenta con inspecciones de calidad en área fría de la misma y no se posee un control definido en el área caliente.

Los motivos por lo que no se tiene un control en el área caliente de producción es por la dificultad de determinar errores en el envase cuando este está en proceso de formación, además que la exposición del personal a altas temperaturas por periodos prolongados no es recomendada para el personal.

La implementación del sensor Heye en los mecanismos básicos permite añadir un punto de control en la línea de producción. Para que este funcione se utiliza la tecnología desarrollada con el sensor, el cual mide el peso de la vela que recibe, mediante estándares de producción definidos, se controla y descartan todos aquellos envases que no cumplen con las especificaciones de peso, permitiendo de esta forma mejorar la calidad de los envases y reducir los posibles errores en la producción.

2. OBJETIVO

Implementar un nuevo punto de control en la línea 42 de Vidriera Guatemalteca, S.A. mediante la instalación de mecanismos básicos con sensor Heye.

Página | 1

Continuación figura 42.



3. ALCANCE

El proyecto tiene alcance a las siguientes áreas:

- Máquinas I.S.
- Ingeniería Electrónica
- Ingeniería Industrial

4. REFERENCIA INTERNA

No aplica.

5. REFERENCIA EXTERNA

No aplica

6. RESPONSABLE(S) DE APLICACIÓN

Los responsables de aplicación de este procedimiento son el Jefe de máquinas I.S., Supervisores de máquinas I.S. y Técnicos mecánicos encargados de los mecanismos básicos.

7. RESPONSABILIDADES ESPECÍFICAS

Jefe de máquinas I.S.

Encargado de implementar y velar por el cumplimiento del procedimiento.

Supervisores de máquinas I.S.

Responsable de la supervisión en el momento de la ejecución del procedimiento.

Técnicos mecánicos encargados de los mecanismos básicos

Responsable de realizar los mantenimientos, limpieza y lubricación necesaria a los mecanismos básicos.

Jefe de Ingeniería Electrónica

Instalar y corroborar el funcionamiento del sensor Heye en la línea.

Jefe de Ingeniería Industrial

Responsable del análisis de los datos recopilados por el sensor Heye.

Todos los responsables deben de estar atentos a cualquier información que concierne al procedimiento vía correo electrónico, mensaje de texto, tablero de notificación, etc.

Continuación figura 42.



8. ASIGNACIÓN DE TRABAJO

A continuación, se presentan los pasos a seguir para cumplir este procedimiento:

8.1 Análisis de los mecanismos básicos

Los practicantes asignados al área de máquinas I.S. están encargados de realizar un análisis visual y numérico de los mecanismos básicos, además deben determinar la concordancia entre los indicadores de producción en comparación con los indicadores finales de venta. El técnico encargado de los mecanismos básicos participa en el análisis y propone mejoras posibles en el proceso.

8.2 Propuestas de mejora

Las propuestas de mejora serán entregadas al Jefe de máquinas I.S. para que las analice, las apruebe y modifique de ser necesario.

8.3 Cotización de las propuestas

Cada propuesta aprobada será cotizada con el proveedor correspondiente, utilizando al área de compras como mediador para la cotización. La cotización obtenida será presentada al Jefe de máquinas I.S. para su aprobación.

8.4 Capacitación para la implementación

Con la ayuda de personal calificado de la empresa Vitro, S.A. se realizan 4 etapas de capacitación para garantizar que los técnicos mecánicos encargados de la instalación de los mecanismos básicos cumplan con el conocimiento necesario para la instalación de los mismos. Además se capacita al personal de Vigua, S.A. para que registre la actividad de los mecanismos básicos, y así corroborar que el control propuesto sea útil.

8.5 Implementación de mejoras

Con la ayuda de los técnicos mecánicos encargados de los mecanismos básicos se procede al montaje de los mecanismos básicos y adaptación del sensor Heye en la línea según el instructivo VG-PR-IN-204: instructivo de instalación de mecanismos básicos.

Posterior al montaje, el técnico mecánico es encargado de registrar el funcionamiento de los mecanismos básicos en la bitácora de control VG-PR-FR-181: Bitacora de control de mecanismos básicos.

Continuación figura 42.



8.6 Seguimiento de las mejoras

Al terminar el procedimiento, el técnico mecánico debe presentar la bitácora de control al Jefe de Ingeniería Industrial, este se encargará de analizar los resultados y determinar las mejoras que presenta la línea mediante la instalación de los mecanismos propuestos. Este análisis se realizará los primeros tres meses posteriores al montaje para determinar la confiabilidad del sensor Heye.

9. ANEXOS

Mecanismos básicos propuestos para instalación



Repuestos de base de guía para el pistón

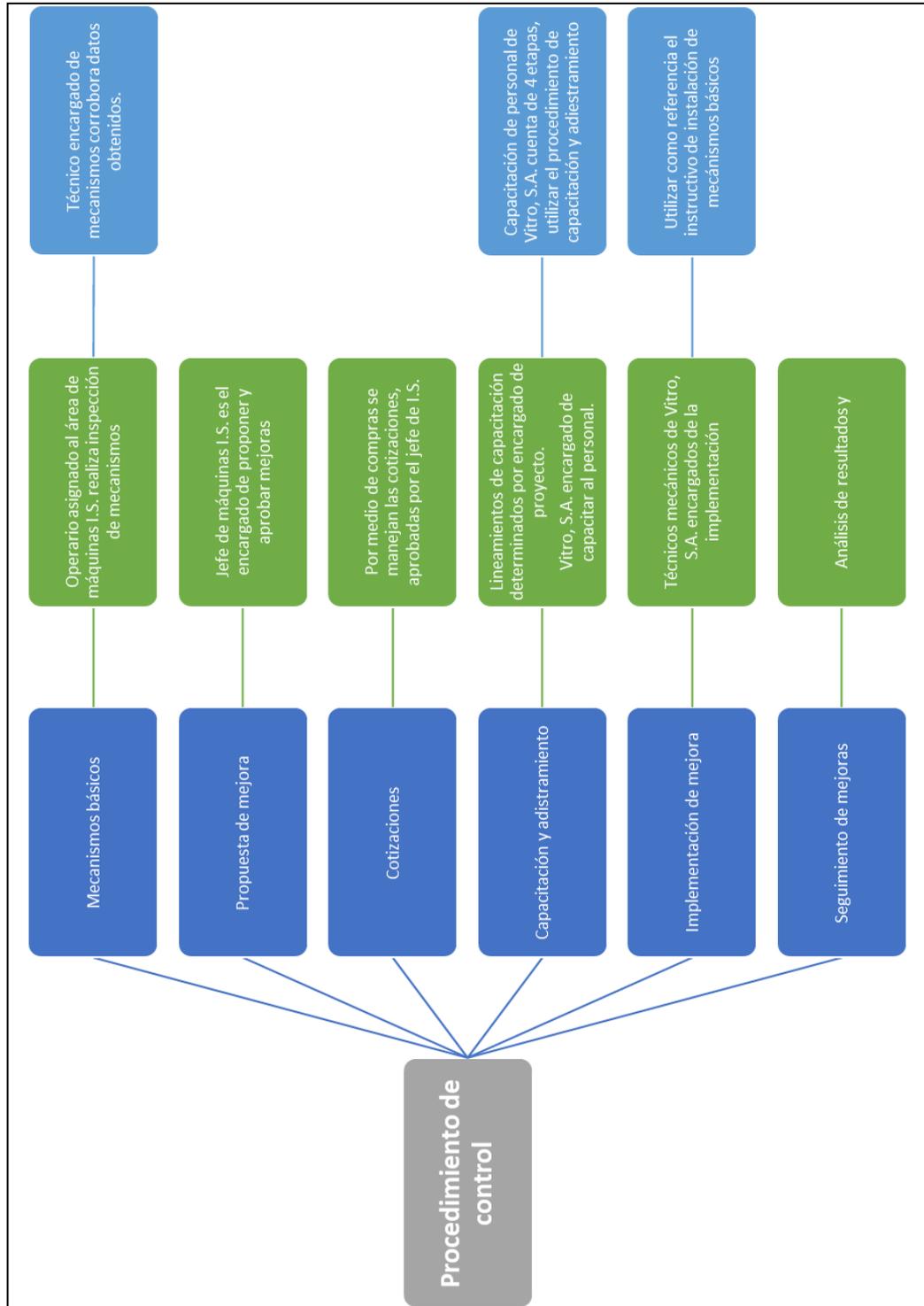


4.3.1. Diagrama de procedimiento de control

El control del proyecto es relevante dentro de la empresa. Por eso, surgió la idea de utilizar el procedimiento de control, para definir las responsabilidades de cada una de las personas involucradas en el proyecto.

Al ser un cambio que influirá en toda la línea de producción es importante que todas las áreas estén alineadas y en búsqueda de un objetivo en mente: la estandarización de la línea 42. La figura 43 muestra en forma de diagrama el procedimiento de control con la responsabilidad de cada área. El documento en cuestión se muestra de la figura 42.

Figura 43. Diagrama de procedimiento de control

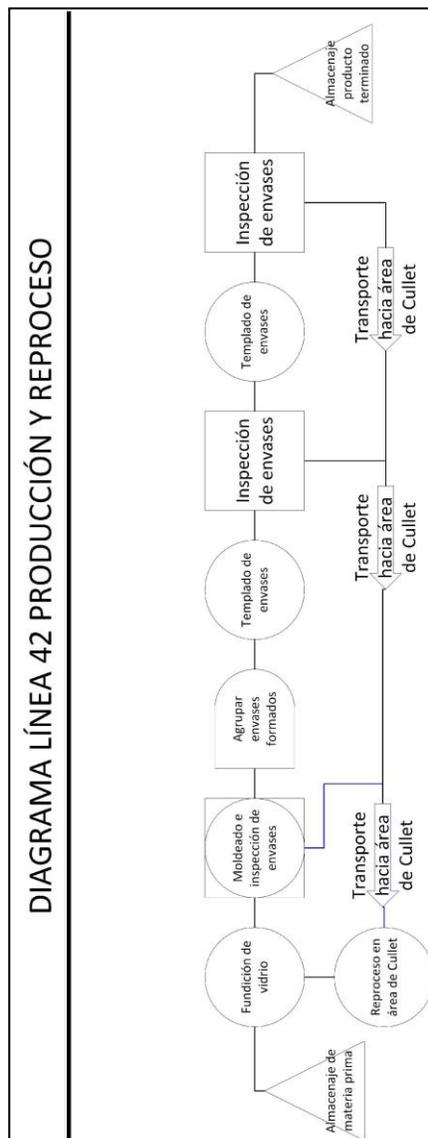


Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

4.3.2. Diagrama de recorrido de control

El recorrido que posee el procedimiento de control dentro de la línea de producción se muestra en la figura 44, donde se determina el diagrama del proceso que debe cumplirse en la línea.

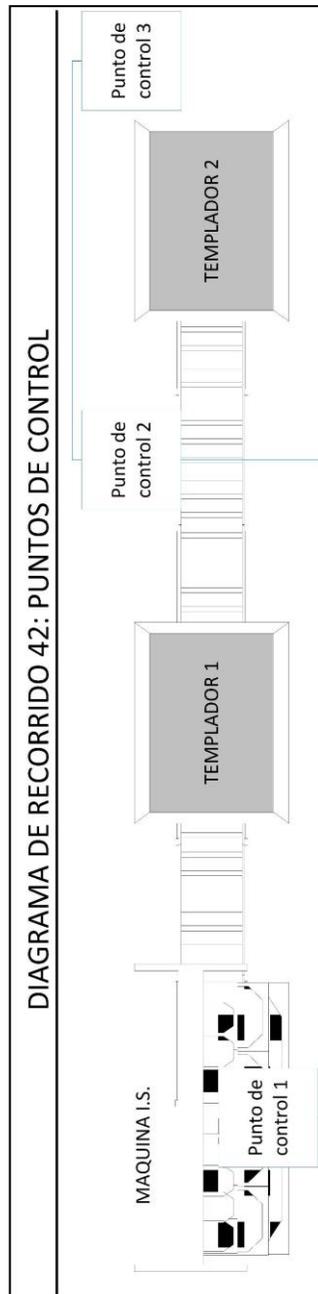
Figura 44. Diagrama de producción y reproceso



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Para cumplir el diagrama del proceso, los puntos de control se ubican dentro de la línea de producción como se muestra en la figura 45.

Figura 45. **Diagrama de puntos de control**



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

4.3.3. Bitácora de control

En conjunto con los datos obtenidos por el sensor, el Jefe de Ingeniería Industrial debe analizar los resultados registrados en la bitácora mostrada en la figura 46 comparando con los registros de fallas de la bitácora de control.

Figura 46. Bitácora de control propuesta

VICAL GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO		HORNO 4 MAQUINA 2				
MOLDURA <u>C-521</u>	DESCRIPCION <u>PAROS EN LA LÍNEA 42 POR FALLAS</u>	TURNO <u>C</u>	NOMBRE <u>A QUINTANA</u>			
LOCALIDAD DE LA MAQUINA <u>12 CPM</u>	ENVASES AL TEMPLADOR <u>565</u>	FECHA <u>1/10/2016</u>				
BITACORA DE CONTROL						
SECCION	FALLA EN RENDIMIENTO	CAUSA	SOLUCION	HORA PARO	HORA ARRAO	TOTAL
9	CANAL DE VIDRIO RETIENE PARTE DE LA VELA, POR LO QUE ENVASE NO SE PRODUCE CORRECTAMENTE	FALTA DE LUBRICACIÓN DE LÍNEA	CANALES MUY DESGASTADOS POR USO. CAMBIO DE CANALES Y LUBRICACIÓN DE LOS NUEVOS	10:35	11:43	0:08
10	OBTURADOR NO SOSTIENE ENVASES PRODUCIDOS	OBSTRUCCIÓN DE AIRE EN OBTURADOR	CAMBIO DE OBTURADOR CON UN REPUESTO Y LIMPIEZA DEL ANTERIOR	7:45	8:05	0:20
1	ENFRIAMIENTO PREVIO A LA BANDA TRANSPORTADORA NO FUNCIONA	OBSTRUCCIÓN DE AIRE POR FRECUENCIA DE USO	DETENER LA CAIDA DE VELA Y CON AIRE COMPRIMIDO LIMPIAR LA BASE DE LA MÁQUINA. CON ESO LIMPIAR LAS OBSTRUCCIONES	8:05	8:09	0:04
4	BISAGRAS NO CUMPLEN CORRECTAMENTE LA FUNCIÓN DE ABRIR Y CERRAR	FALTA DE LUBRICACIÓN EN BISAGRAS Y EN CORONA DE LA MOLDURA	DETENER LA OPERACIÓN, DESMONTAR LAS BISAGRAS PARA LUBRICAR CORRECTAMENTE EL MECANISMO Y CAMBIO DE CORONAS	11:00	11:23	0:23
4	ENVASE SE DEFORMA AL MOMENTO DE SOPLO	MOLDURA FRACTURADA POR TIEMPO PROLONGADO DE USO	CAMBIO DE MOLDURA EN LA SECCIÓN	6:03	6:15	0:12
FALLA MAQUINA O MECANISMO						
	CUCHILLAS	FALTA DE FILO	CAMBIO DE CUCHILLAS	19:15	19:45	0:30
	CHORREADOR	DUCTO DE GAS NO FUNCIONA CORRECTAMENTE	CAMBIO DEL CODUCTO	9:01	10:15	1:14
	REFRIGERACIÓN DE CUCHILLAS	NO ESTÁ POSICIONADA EL AGUA PARA CUCHILLAS	REUBICACIÓN DE LA LUBRICACIÓN	21:01	21:03	0:02
	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

4.4. Plan de mantenimiento

Según lo descrito en el inciso 3.4: planes de mantenimiento; el proyecto de estandarización abarcará los planes preventivos y el correctivo. Para realizar el siguiente plan de mantenimiento para el proyecto de estandarización se tomaron en cuenta, inicialmente, las especificaciones del proveedor relacionadas con los mecanismos básicos propuestos, además se analizó el comportamiento de los mecanismos con base a la experiencia de los operarios, y se determinó la mejor manera de realizar los mantenimientos, buscando tener un paro de producción en la menor forma posible o inexistente.

El plan previsto por la empresa consta por una división de maquinaria con una semana estipulada para la realización del mantenimiento anual o semestral de la máquina. El detalle de las actividades la empresa las realiza en las órdenes de trabajo para el mantenimiento preventivo, inciso 4.4.1. El plan previsto por la empresa se muestra en la figura 47:

Tabla XV. Plan de mantenimiento

MES SEMANA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
VICAL VIDRIERÍA GUATEMALTECA, S.A.	Anual																																															
ELEMENTO	Semestral																																															
TIEMPO	S																																															
Horno 1	A	A	S																																													
Máquina 1					A	S																																										
Máquina 2																																																
Máquina 3																																																
Horno 4																																																
Máquina 1																																																
Máquina 2																																																
Máquina 4																																																
Templador 11-1																																																
Templador 11-2																																																
Templador 12-1																																																
Templador 12-2																																																
Templador 13-1																																																
Templador 13-2																																																
Templador 41-1																																																
Templador 41-2																																																
Templador 42-1																																																
Templador 42-2																																																
Templador 44-1																																																
Templador 44-2																																																
Paletizadora																																																
Montacargas 1																																																
Montacargas 2																																																
Montacargas 3																																																
Montacargas 4																																																
Montacargas 5																																																

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

En el plan de mantenimiento se determinan los servicios que se deben aplicar a las máquinas. Por motivo de confidencialidad no se presentan todas las máquinas que reciben mantenimiento, pero se utilizan como una base para el plan de mantenimiento y la importancia de su planificación. A continuación, se presentan los planes a seguir para cada tipo de mantenimiento.

4.4.1. Predictivo

Actualmente, VIGUA, S.A: no cuenta con la capacidad de realizar un mantenimiento predictivo, en tal virtud, se determina un plan de ejecución del mantenimiento predictivo como parte de la implementación para los mecanismos básicos de la línea 42. Además, en el inciso 5.7.3 se incluye la implementación de mantenimiento predictivo para toda la línea, como parte de la mejora continua y, sí la organización considera correcto, se aplicará para todas las líneas de producción.

El plan de mantenimiento predictivo que se propone, se realiza con base en dos metodologías de evaluación que la empresa puede analizar:

- Evaluación visual: técnica con la cual se determinará el estado mecánico de los mecanismos básicos. esta evaluación consta de 3 minutos de evaluación, donde se detendrá una sección individual de la maquinaria. Con el paro se evalúa el desgaste externo del mecanismo básico y su velocidad de accionamiento al impulso de aire comprimido. El análisis realizado se registra según se indica en la figura 47 con el cual se genera un historial del desgaste de los mecanismos de cada sección. Conforme el avance de desgaste de los mecanismos se tendrá un historial útil para la predicción de mantenimiento. Toda la información relacionada se documenta en el formato

de inspección visual mostrado en la figura 47, donde se muestra con color azul cómo se deben llenar el espacio.

Figura 47. Inspección visual

VICAL
GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO

INSPECCIÓN VISUAL

No. Control: VG-CI-FR-53

Horno: 1 4 Línea: 1 2 3 Turno: C

Instrucciones: revise el estado físico de los componentes enlistados a continuación. Indique "aprobado" si los componentes cumplen con un estado correcto y "desaprobado" si es necesario la revisión del elemento y evaluación del cambio. Indique las observaciones que considere pertinentes según se observa durante la inspección. (si aplica) Indique la línea revisada marcando el horno y la línea inspeccionada.

x	Estado	Hora	Encargado de revisión	Observación
Horno (temperatura)	Aprobado	8:30	Alberto Quintana	
Chorreador	Aprobado	8:32	Alberto Quintana	
Noria	Aprobado	8:33	Alberto Quintana	
Cuchillas	Aprobado	8:34	Alberto Quintana	
Lubricación de cuchillas	Aprobado	8:35	Alberto Quintana	
Distribuidor de vela	Aprobado	8:40	Alberto Quintana	
Canales	Aprobado	9:20	Alberto Quintana	
Corona	Aprobado	9:22	Alberto Quintana	
Cilindro guía	Aprobado	9:24	Alberto Quintana	
Pistón	Aprobado	9:24	Alberto Quintana	
Mangas	Desaprobado	9:24	Alberto Quintana	Cambiar manga en sección 6
cuellos	Aprobado	9:28	Alberto Quintana	
Molduras	Desaprobado	9:30	Alberto Quintana	Bisagras incorrectamente lubricadas, realizar cambio, limpieza y lubricación
Bisagras	Aprobado	9:35	Alberto Quintana	
Obturadores	Aprobado	9:40	Alberto Quintana	
Sacadoras	Aprobado	9:41	Alberto Quintana	
Banda transportadora	Aprobado	9:42	Alberto Quintana	Suciedad aparente. Verificar limpieza realizada
Templador	Aprobado	9:45	Alberto Quintana	
Luz en puesto de control	Aprobado	10:00	Alberto Quintana	
Templador 2	Aprobado	10:01	Alberto Quintana	
Luz en puesto de control 2	Aprobado	10:03	Alberto Quintana	
Puntos de control electrónico (si aplica)	N.A	N.A.	N.A.	N.A.

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

- Revisión de los indicadores de producción: conforme la producción en la línea 42, se estudia la tendencia de los indicadores de producción respecto a la misma. En caso no cumplan con las gráficas planteadas en el inciso 5.4.1 se determinará que es necesario un mantenimiento predictivo.

Debido a la naturaleza del mantenimiento predictivo, no se pueden programar los mantenimientos, estos dependen del comportamiento y desgaste de la maquinaria. Por eso, se propone el formato de registro y el seguimiento diario como plan de mantenimiento con el cual se permite trabajar y reducir el *stock* de inventarios, porque según la inspección diaria se determina la necesidad de un repuesto previo a su fallo.

4.4.2. Selectivo

El mantenimiento selectivo incluye la selección de las máquinas a las cuales se le da la prioridad de mantenimientos, basada en la criticidad de la operación que estas realizan. Tomando en cuenta que actualmente la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento selectivo, los mecanismos básicos se rigen por el procedimiento de mantenimiento correctivo, mostrado en la figura 61, en donde se determinan los plazos de tiempo para la realización de los mantenimientos correctivos.

Como plan de mejora se propone en el inciso 5.7.4 la inclusión del mantenimiento selectivo en el plan de mantenimiento, Esto significa que la empresa asignará un equipo de trabajo para determinar la criticidad en la producción de cada máquina y con este dictamen crear una clasificación para los mantenimientos de las máquinas.

4.4.3. Preventivo

El mantenimiento de prevención es el pilar del plan ya que su costo es menor que el de un mantenimiento correctivo. Con las fechas estipuladas en el plan de mantenimiento preventivo se busca:

- Reducir en la mayor cantidad posible el riesgo de un error de producción por desperfecto de mecanismos básicos.
- Asegurar el funcionamiento de los mecanismos básicos.
- Operar con maquinaria en óptimas condiciones que permita maximice la producción de la línea 42.
- Evitar paros de la línea por falla de los mecanismos básicos.

Para realizar el mantenimiento preventivo conforme el cronograma presentado en el plan de mantenimiento, el jefe de máquinas de sección individual y el jefe de ingeniería electrónica propusieron un cronograma para desarrollarse durante un año de operaciones a partir del montaje de los mecanismos básicos. Para facilitar la comprensión, en este inciso únicamente se presenta el cronograma en las fechas estipuladas para los mantenimientos de las piezas instaladas. Ambos jefes deben velar por el cumplimiento de la planificación propuesta para garantizar el correcto funcionamiento de los mecanismos y el mayor tiempo de vida posible. Además, garantizar que la calidad de los productos sea la mejor posible y se alcance la meta de *pack to melt* propuesta. El plan establecido se muestra en la tabla XVI donde las fechas se establecieron iniciando el funcionamiento de los mecanismos a partir del mes de octubre, en el cual ya estarán operando los mecanismos básicos, según lo contemplado en el cronograma de implementación en el inciso 4.1 plan de implementación.

Nota: El plan de mantenimiento presentado indica únicamente las fechas de diciembre del año de implementación y abril a diciembre del año siguiente de operaciones. Las siglas IS representan Sección Individual, mientras que IE Ingeniería Electrónica, para determinar el área encargada del mantenimiento

Para corroborar el cumplimiento de los mantenimientos programados se entregan las ordenes de trabajo a los operarios, en las que se determina la acción que debe realizar para cumplir con el mantenimiento programado. El supervisor encargado del operario debe garantizar que el mantenimiento se realizó correctamente, por lo que se encarga de revisar el mantenimiento realizado. Las órdenes de mantenimiento se realizan para todos los elementos mostrados en el plan de mantenimiento predictivo y se muestran de la figura 48 a la 60.

Figura 48. Orden de trabajo: base de pistones

VICAL GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO		ORDEN DE TRABAJO MÁQUINAS DE SECCIÓN INDIVIDUAL		
ELEMENTO MECÁNICO:		Base de pistones		
FECHA:		9 de octubre	TURNO	A
TIPO DE MANTENIMIENTO	ENCARGADO	SUPERVISIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
1 A	Juan	Sebastian Vernón	Desmontaje de base de cilindros	
2 A	Juan	Sebastian Vernón	Limpieza de base con aire comprimido	
3 A	Juan	Sebastian Vernón	Lubricación de la base	
4 A	Juan	Sebastian Vernón	Revisión de mangueras	
5 A	Juan	Sebastian Vernón	Evaluación visual de estado de la base	
6 A	Pedro	Sebastian Vernón	Medición de altura de base	Indicar si altura varía de la original, tomada un año previo al montaje
7 A	Juan	Sebastian Vernón	Limpieza de máquina I.S.	
8 A	Juan	Sebastian Vernón	Montaje de base de cilindros	
9				
10				

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Figura 49. Orden de trabajo: cilindros guía

VICAL
GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO

ÁREA: ORDEN DE TRABAJO
MÁQUINAS DE SECCIÓN INDIVIDUAL

ELEMENTO MECÁNICO: Cilindros guía

FECHA: 9 de octubre TURNO A

TIPO DE MANTENIMIENTO	ENCARGADO	SUPERVISIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
1 S	Juan Perez	Sebastian Vernón	Desmontaje de cilindros guía	
2 S	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisión visual del cilindro guía	
3 S	Juan Perez	Sebastian Vernón	Limpieza de cilindro guía en taller	
4 S	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisión de ingreso de aire comprimido	
5 S	Juan Perez	Sebastian Vernón	Medición de pared de cilindro	Corroborar medida anterior de pared del cilindro
6 S	Juan Perez	Sebastian Vernón	Pruebas de movimiento de pistón	
7 S	Juan Perez	Sebastian Vernón	Pruebas de fugas en paredes internas	
8				
9				
10				

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Figura 50. Orden de trabajo: pistón

VICAL
GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO

ÁREA: ORDEN DE TRABAJO
MÁQUINAS DE SECCIÓN INDIVIDUAL

ELEMENTO MECÁNICO: Pistón

FECHA: 9 de octubre TURNO A

TIPO DE MANTENIMIENTO	ENCARGADO	SUPERVISIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
1 S	Juan Perez	Sebastian Vernón	Desmontaje del pistón	
2 S	Juan Perez	Sebastian Vernón	Limpieza del pistón en taller	
3 S	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisión del estado físico del pistón	
4 S	Juan Perez	Sebastian Vernón	Medición de pistón	Corroborar medida anterior de pistón
5 S	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisión de empaques de pistón	
6 S	Juan Perez	Sebastian Vernón	Corroborar estado de pistón dentro de cilindro guía	
7 S	Juan Perez	Sebastian Vernón	Corroborar presiones de trabajo	
8				
9				
10				

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Figura 51. Orden de trabajo: conductos de aire

VICAL.
GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO

ÁREA: ORDEN DE TRABAJO
MÁQUINAS DE SECCIÓN INDIVIDUAL

ELEMENTO MECÁNICO: Conductos de aire

FECHA: 9 de octubre TURNO A

	TIPO DE MANTENIMIENTO	ENCARGADO	SUPERVISIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
1	A	Juan Perez	Sebastian Vernón	Desmontaje de conductos	
2	A	Juan Perez	Sebastian Vernón	Limpieza de conductos	
3	A	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisión de fugas en mangueras	
4	A	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisar estado de la manguera	Determinar tiempo de vida restante
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Figura 52. Orden de trabajo: sensor Heye

VICAL.
GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO

ÁREA: ORDEN DE TRABAJO
MÁQUINAS DE SECCIÓN INDIVIDUAL

ELEMENTO MECÁNICO: Sensor Heye

FECHA: 9 de octubre TURNO A

	TIPO DE MANTENIMIENTO	ENCARGADO	SUPERVISIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
1	A	Juan Perez	Sebastian Vernón	Desmontaje del sensor	
2	A	Juan Perez	Sebastian Vernón	Limpieza del sensor	
3	A	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisar funcionamiento de impulsos electrónicos	
4	A	Juan Perez	Sebastian Vernón	Calibrar sensor con referencia de sensor patrón	
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Figura 53. Orden de trabajo: mangas

VICAL. GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO		ORDEN DE TRABAJO MÁQUINAS DE SECCIÓN INDIVIDUAL		
ELEMENTO MECÁNICO:		Mangas		
FECHA:		9 de octubre	TURNO	A
TIPO DE MANTENIMIENTO	ENCARGADO	SUPERVISIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
1 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Cambio de mangas	
2 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Enfriar las mangas	
3 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Limpieza de mangas con aire comprimido	
4 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Limpieza de mangas en taller	
5 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisión de estado físico de manga	
6 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Medición del elemento para determinar desgaste	Comparar con la lectura anterior
7 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Lubricación de manga	
8 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Almacenaje en bodega	Recolocación de manga en próximo cambio de molduras
9				
10				

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Figura 54. Orden de trabajo: cuellos

VICAL. GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO		ORDEN DE TRABAJO MÁQUINAS DE SECCIÓN INDIVIDUAL		
ELEMENTO MECÁNICO:		Cuellos		
FECHA:		9 de octubre	TURNO	A
TIPO DE MANTENIMIENTO	ENCARGADO	SUPERVISIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
1 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Cambio de cuellos	
2 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Enfriar	
3 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Limpieza con aire comprimido	
4 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Limpieza en taller	
5 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisión de estado físico	
6 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Medición del elemento para determinar desgaste	Comparar con la lectura anterior
7 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Lubricación de cuello	
8 T	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisión de funcionamiento de roscas para tornillos	
9			Almacenaje en bodega	Recolocación de manga en próximo cambio de molduras
10				

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Figura 55. Orden de trabajo: sacadoras

VICAL. GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO		ORDEN DE TRABAJO MÁQUINAS DE SECCIÓN INDIVIDUAL		
ELEMENTO MECÁNICO:		Sacadoras		
FECHA:		9 de octubre	TURNO	A
TIPO DE MANTENIMIENTO	ENCARGADO	SUPERVISIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
1 M	Juan Perez	Sebastian Vernón	Cambio de sacadoras	
2 M	Juan Perez	Sebastian Vernón	Limpieza en taller	
3 M	Juan Perez	Sebastian Vernón	Desarmar sacadora	
4 M	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisar canales de aire comprimido	
5 M	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisar estado físico	
6 M	Juan Perez	Sebastian Vernón	Limpieza y revisión de roscas de tornillos	
7 M	Juan Perez	Sebastian Vernón	Lubricación de sacadora	
8 M	Juan Perez	Sebastian Vernón	Armado de sacadora	
9 M	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisión de paso de aire comprimido	El aire debe cerrar libremente con la presión del aire
10 M	Juan Perez	Sebastian Vernón	Almacenaje de elemento	

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Figura 56. Orden de trabajo: obturadores

VICAL. GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO		ORDEN DE TRABAJO MÁQUINAS DE SECCIÓN INDIVIDUAL		
ELEMENTO MECÁNICO:		Obturadores		
FECHA:		9 de octubre	TURNO	A
TIPO DE MANTENIMIENTO	ENCARGADO	SUPERVISIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
1 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Cambio de elemento	
2 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Limpieza en taller	
3 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisión de paso de aire comprimido	
4 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Lubricación de mecanismos	
5 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	revisión de estado físico	
6 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisión de movimiento	
7 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisión de funcionamiento de roscas para tornillos	
8				
9				
10				

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Figura 57. Orden de trabajo: bisagras

VICAL. GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO		ORDEN DE TRABAJO MÁQUINAS DE SECCIÓN INDIVIDUAL		
ELEMENTO MECÁNICO:		Bisagras		
FECHA:		9 de octubre	TURNO	A
TIPO DE MANTENIMIENTO	ENCARGADO	SUPERVISIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
1 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Cambio de elemento	
2 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Limpieza en taller	
3 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisión de estado físico del espacio para corona	
4 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisión de alineación entre ambos brazos	
5 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Almacenaje	Reubicación en próximo cambio de molduras
6				
7				
8				
9				
10				

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Figura 58. Orden de trabajo: noria

VICAL. GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO		ORDEN DE TRABAJO MÁQUINAS DE SECCIÓN INDIVIDUAL		
ELEMENTO MECÁNICO:		Noria		
FECHA:		9 de octubre	TURNO	A
TIPO DE MANTENIMIENTO	ENCARGADO	SUPERVISIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
1 A	Juan Perez	Sebastian Vernón	Paro de la línea	
2 A	Juan Perez	Sebastian Vernón	Retirar noria	
3 A	Juan Perez	Sebastian Vernón	Limpieza de base de noria	
4 A	Juan Perez	Sebastian Vernón	Retirar residuos de vidrio	
5 A	Juan Perez	Sebastian Vernón	Colocar nueva Noria	
6 A	Juan Perez	Sebastian Vernón	Reanudar línea	
7				
8				
9				
10				

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Figura 59. Orden de trabajo: cuchillas

VICAL.
GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO

ÁREA: ORDEN DE TRABAJO MÁQUINAS DE SECCIÓN INDIVIDUAL

ELEMENTO MECÁNICO: Cuchillas

FECHA: 9 de octubre TURNO A

TIPO DE MANTENIMIENTO	ENCARGADO	SUPERVISIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
1 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Cambio de cuchillas	
2 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Limpieza en taller	
3 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Revisión física de cuchillas	si el estado físico es malo se desechan
4 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Afilar cuchillas	
5 E	Juan Perez	Sebastian Vernón	Almacenar	Montarlas en la línea en el siguiente cambio de moldura
6				
7				
8				
9				
10				

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Figura 60. Orden de trabajo: molduras

VICAL.
GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO

ÁREA: ORDEN DE TRABAJO MÁQUINAS DE SECCIÓN INDIVIDUAL

ELEMENTO MECÁNICO: Molduras

FECHA: 9 de octubre TURNO A

TIPO DE MANTENIMIENTO	ENCARGADO	SUPERVISIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
1 D	Juan Perez	Sebastian Vernón	Cambio de molduras	
2 D	Juan Perez	Sebastian Vernón	Enfriar molduras	
3 D	Juan Perez	Sebastian Vernón	Limpieza con aire comprimido	
4 D	Juan Perez	Sebastian Vernón	Traslado a taller de molduras	
5 D	Juan Perez	Sebastian Vernón	Medición de pared interior y cantidad de envases producidos	Descartar si superan los 2,000 envases producidos
6 D	Juan Perez	Sebastian Vernón	Lubricar	
7 D	Juan Perez	Sebastian Vernón	Almacenar hasta próxima programación	
8				
9				
10				

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

El supervisor es el responsable de que todas las acciones y el mantenimiento se hayan realizado. En caso esté de acuerdo, firma la orden de trabajo y marca el mantenimiento como realizado en el plan de mantenimiento preventivo.

4.4.4. Correctivo

A pesar de ser el mantenimiento menos recomendado, es un error grave no tomar en cuenta su necesidad en todo tipo de proceso productivo. El mantenimiento correctivo, como se indicó en el inciso 3.4.2, “se realiza con el fin de corregir una falla existente”. Esto significa que la empresa VIGUA, S.A. debe estar capacitada y calificada para atender cualquier eventualidad en que los mecanismos básicos fallen durante la operación. Como consecuencia, se establece el siguiente procedimiento de mantenimiento correctivo, indicando los compromisos que adquiere cada área al momento de tratar una falla, que genera la necesidad de un mantenimiento correctivo.

El procedimiento de mantenimiento correctivo se muestra en la figura 61, como constancia del acuerdo que posee el área de ingeniería con la producción y los límites de tiempo que posee para responder eventualidades.

Figura 61. Procedimiento de mantenimiento correctivo

VICAL.
GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO

NOMBRE DEL DOCUMENTO: PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	No. DE CONTROL:
RAZÓN DE LA SUSTITUCIÓN:	COPIA CONTROLADA No.:
<p style="text-align: center;">JEFE DE MAQUINAS I.S. APROBÓ</p>	

1. ANTECEDENTES

El presente documento surge por la necesidad de mantener las líneas de producción en funcionamiento el mayor tiempo posible en Vidriera Guatemalteca, S.A. conforme se han desarrollado las operaciones, se ha determinado que mucho tiempo de operaciones es desperdiciado por fallos de la maquinaria, por lo que la empresa se vio en la necesidad de establecer un equipo de ingeniería de planta. El grupo de ingeniería de planta se divide en los tres ejes que permiten la operación en las líneas: ingeniería mecánica, eléctrica y electrónica.

Siendo todas de gran importancia en la planta, estos tres equipos se encargan de los mantenimientos de todas las áreas de la planta. Conforme la operación se determinó que es necesario un área específica para el mantenimiento de las secciones individuales, otorgando a un área el control total de todos los mantenimientos específicos del área de las secciones individuales debido a la carga de trabajo en las tres áreas de ingeniería.

Con el objetivo de tener un control de todos los mantenimientos correctivos se realizó el siguiente documento, detallando todas las actividades a seguir para realizar un mantenimiento correctivo y reducir la cantidad de tiempo de paro de una máquina.

Página | 1

Continuación figura 61.



2. OBJETIVO

Producir la mayor cantidad de tiempo posible, organizando los mantenimientos correctivos necesarios en todas las líneas de producción de Vidriera Guatemalteca, S.A.

3. ALCANCE

El proyecto tiene alcance a las siguientes áreas:

- Máquinas I.S.
- Ingeniería Electrónica
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería industrial

4. REFERENCIA INTERNA

No aplica.

5. REFERENCIA EXTERNA

No aplica

6. RESPONSABLE(S) DE APLICACIÓN

Los responsables de aplicación de este procedimiento son el Jefe de máquinas I.S., Supervisores de máquinas I.S. y Técnicos mecánicos encargados de los mecanismos básicos.

7. RESPONSABILIDADES ESPECÍFICAS

Operarios de las máquinas I.S.

Responsable de realizar la limpieza y lubricación necesaria de las molduras, bisagras y obturadores en el momento de la operación. Además, es responsable de reportar, al supervisor de máquinas I.S., cualquier anomalía en el rendimiento de la línea.

Supervisores de máquinas I.S.

Responsable de la supervisión en el momento de la ejecución del procedimiento, y coordinar los mantenimientos correctivos.

Continuación figura 61.



Jefe de máquinas I.S.

Encargado de implementar y velar por el funcionamiento de todas las líneas de producción en la máquina de sección individual.

Jefe de Ingeniería Electrónica

Encargado de responder ante cualquier problema electrónico presente en una máquina de sección individual.

Jefe de Ingeniería Eléctrica

Responsable del mantener el funcionamiento de todos los componentes eléctricos correctamente, además, debe tener la capacidad de responder ante cualquier eventualidad que presente la máquina de sección individual en el ámbito eléctrico.

Jefe de Ingeniería Industrial

Responsable de determinar los indicadores de producción y determinar el porcentaje perdido de productividad por los mantenimientos correctivos.

8. COMPROMISOS DE TRABAJO

A continuación, se presentan los compromisos de cada área para cumplir con los mantenimientos correctivos y reducir la cantidad de paro en una línea de producción

8.1 Área de máquinas I.S.

Se compromete a mantener por lo menos tres repuestos de todos los mecanismos que componen las secciones individuales y al recibir un reporte de fallo en una línea se compromete a resolver el problema en un máximo de dos horas en horario matutino, y 3 horas en horario nocturno.

Cuando el problema de funcionamiento no concierne al área de máquinas I.S. (el paro se genera por un proceso previo o posterior al área de sección individual, o el motivo son comandos electrónicos, eléctricos o mecánicos que no se encuentran bajo el control del área de máquinas I.S.) el jefe de máquinas I.S. deberá notificar en un periodo de tiempo no mayor a 15 minutos después de recibir el reporte del paro, al área específica responsable de la reparación.

En caso se sobrepase el tiempo determinado de reacción ante una anomalía, el Jefe de máquinas I.S. deberá indagar el motivo del problema, notificar al Gerente

Continuación figura 61.



de fabricación de vidrio y determinar el tiempo necesario para resolver el problema.

8.2 Ingeniería Electrónica

El área de ingeniería electrónica se compromete a estar atenta de cualquier llamada de emergencia por parte del jefe de máquinas I.S. (o el supervisor en ausencia del jefe), atender la emergencia y generar un diagnóstico del problema electrónico en un periodo máximo de 45 minutos.

El personal de ingeniería electrónica se compromete a resolver el problema en un periodo no mayor a 3 horas posterior al diagnóstico.

Nota: en caso que el diagnostico dictamine que no se podrá resolver en el periodo estipulado, se deberá notificar al Jefe de máquinas I.S. y al Jefe de ingeniería industrial, el cual asigna determina los indicadores de producción y sanciona al área de ingeniería electrónica por no cumplir con el tiempo establecido.

8.3 Ingeniería eléctrica

Se compromete a mantener la red eléctrica funcionando correctamente. En caso de existir problemas en la distribución de electricidad por apagones, el área cuenta con cinco minutos para reanudar la distribución interna con una planta eléctrica.

Además, el jefe de ingeniería eléctrica debe velar por el correcto funcionamiento de todos los aparatos eléctricos y del correcto funcionamiento del sistema de iluminación, cualquier problema reportado, lo deberá resolver en un periodo no mayor a 2 horas.

8.4 Ingeniería Industrial

Se compromete a mantener los indicadores al día y reportar diariamente el comportamiento de las líneas de producción, incluyendo los reportes de mantenimientos correctivos. Todos los reportes se envían a las once de la mañana a cada área involucrada.

9. ANEXOS

No aplica

Página | 4

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

4.5. Costos de implementación

El análisis del costo de implementación tiene relación con el análisis de costos realizado en el inciso 3.5.5 en el cual se determina el beneficio que se obtendrá con la inversión realizada. Los costos de implementación incluyen los rubros de inversión que no tienen una repercusión en la operación, es decir, los gastos de coordinar e implementar el proyecto. Los rubros se muestran en la tabla XVII.

Tabla XVII. **Costos de implementación**

	VIDRIERA GUATEMALTECA, S.A.			
	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTO			
Elemento	Cantidad	Precio unitario	Precio total (\$)	Precio total (Q)
MANO DE OBRA				
Transporte	11	\$ 462.00	\$ 5,082.00	Q 38,877.30
Capacitaciones (etapas)	4	\$ 200.00	\$ 800.00	Q 6,120.00
Evaluaciones	45	\$ 10.00	\$ 450.00	Q 3,442.50
Horas de montaje	88	\$ 35.00	\$ 3,080.00	Q 23,562.00
Hospedaje	8	\$ 130.00	\$ 1,040.00	Q 7,956.00
Alimentación	44	\$ 10.00	\$ 440.00	Q 3,366.00
SUBTOTAL EN DOLARES (\$)				\$ 10,892.00
SUBTOTAL EN QUETZALEZ (Q)				Q 83,323.80
COSTOS POR CAMBIO DE MAQUINARIA				
Costo de oportunidad	1		\$ 26,352.95	Q 201,600.07
Desechos			\$ 941.18	Q 7,200.00
Electricidad			\$ 98.04	Q 750.00
Equipo de seguridad industrial	10	\$ 321.00	\$ 3,210.00	Q 24,267.60
TOTAL COSTO EN DOLARES (\$)				\$ 41,494.17
TOTAL COSTO EN QUETZALES (Q)				Q 317,141.47

Fuente: Vidriera Guatemala, S.A.

Nota: el tipo de cambio utilizado es de 1USD=Q7,65.

Con base en el resultado, la cantidad necesaria para inversión asciende a Q317 141,47, con esta cantidad se espera cubrir todos los costos de implementación. Tomando en cuenta que este costo está incluido en el análisis financiero del inciso 3.5.5.1 Análisis beneficio-costos se determina que es un valor de inversión que generará utilidades a corto plazo.

4.6. Capacitación o adiestramiento

La capacitación es una etapa vital en el proceso de implementación, porque en este momento se garantiza que las personas que realizarán el montaje cuentan con los conocimientos para realizar las tareas asignadas. Para cumplir con la capacitación se presentó en el inciso 3.2.5 el cronograma de capacitación, con el que se espera obtener un equipo capaz de instalar los mecanismos básicos.

El procedimiento que utilizará la empresa VIGUA, S.A. en conjunto con Vitro, S.A. para capacitar al personal se muestra en la figura 62. Incluye las formas de evaluación para elegir al personal que debe realizar el montaje. Para cumplir con las capacitaciones se indican las responsabilidades de cada persona involucrada en la capacitación tomando en cuenta que por ser Vitro, S.A. una empresa que se encuentra en México, el jefe de máquinas I.S. tendrá poca participación en el proceso de evaluación, pero será el quien supervise las evaluaciones y aprobar el listado final de personas elegidas para la instalación.

Figura 62. Procedimiento de capacitación



NOMBRE DEL DOCUMENTO: PROCEDIMIENTO CAPACITACIÓN PARA EL MONTAJE DE LOS MECANISMOS BÁSICOS EN LA LÍNEA 42 EN VIGUA, S.A.	No. DE CONTROL:
RAZÓN DE LA SUSTITUCIÓN:	COPIA CONTROLADA No.:
JEFE DE MAQUINAS I.S. APROBÓ	

1. ANTECEDENTES

El presente documento surge como parte del proyecto de estandarización de la línea número 42 en Vigua, S.A., en el cual una fase de suma importancia es la capacitación del personal encargado del montaje de los mecanismos básicos propuestos.

Para realizar la instalación de los mecanismos básicos se cuenta con el apoyo de la empresa Vitro, S.A. que es parte de la corporación vidriero Latinoamérica y del caribe (Vical) a la que pertenece Vigua, S.A. Tomando en cuenta que el personal operativo encargado del montaje de los mecanismos son de México, se presenta este documento como una directriz de capacitación, con la cual se deberá elegir a los mejores prospectos para la instalación, y los 10 elegidos serán los encargados del montaje final del proyecto en Guatemala.

2. OBJETIVO

Elegir a los candidatos más aptos para el montaje de los mecanismos básicos en la línea número 42 de Vigua, S.A. utilizando las capacitaciones como medio de evaluación de desempeño.

3. ALCANCE

El proyecto tiene alcance a las siguientes áreas:

- Calidad integral

Página | 1

Continuación figura 62.



- Máquinas I.S. de Vitro, S.A.

4. REFERENCIA INTERNA

VG-FV-PR-028: Cambio de mecanismos básicos y molduras en máquinas de sección individual

5. REFERENCIA EXTERNA

No aplica

6. RESPONSABLE(S) DE APLICACIÓN

Los responsables de aplicación de este procedimiento son: el Jefe de máquinas I.S., Supervisores de máquinas I.S. y Operarios de la máquina de sección individual en Vitro, S.A..

7. RESPONSABILIDADES ESPECÍFICAS

Operarios de las máquinas I.S.

Responsables de obtener todo el conocimiento sobre los mecanismos básicos a instalar y realizar todas las etapas de capacitación para ser elegidos como especialistas de montaje para la empresa Vigua, S.A.

En caso sean elegidos por sus habilidades para la instalación, deberán llevar a cabo el montaje de los mecanismos básicos en la línea 42 de Vigua, S.A.

Supervisores de máquinas I.S.

Responsable de velar por la correcta ejecución de este procedimiento y por realizar una evaluación justa de los candidatos.

Jefe de máquinas I.S.

Encargado de aprobar a los candidatos escogidos por el supervisor como encargados de la instalación en Vigua, S.A.

8. CAPACITACIÓN

La capacitación de los operarios consta de 4 etapas, las cuales se deben cumplir según el siguiente cronograma:

Continuación figura 62.



CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN																
Semana	Mes Mayo				Junio				Julio				Agosto			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Etapa 1																
Estudio sobre mecanismos básicos en producción de vidrio																
Primer curso magistral: Funcionamiento de los mecanismos básicos																
Estudio sobre sensores de peso																
Segundo curso: Funcionamiento del sensor Heye																
Análisis de resultados en pruebas																
Etapa 2																
1er prueba de montaje																
Análisis de resultados y estudio de mejoras																
2da prueba de montaje																
Análisis de resultados con mejoras indicadas																
3er prueba de montaje																
Elección de mejores resultados																
Etapa 3																
Examen escrito sobre funcionamiento y partes de mecanismos																
Etapa 4																
Simulaciones de eventualidades en el montaje																
Evaluación de resultados de todas las etapas																
Presentación de capacitación a Jefe de Máquinas I.S.																
Elección del personal mejor capacitado																

A continuación, se presentan los procedimientos a seguir para cumplir con el plan de capacitación y obtener el mejor equipo de instalación posible.

8.1 Etapa 1

La etapa 1 consiste en ampliar el conocimiento de los operarios mediante dos métodos de aprendizaje, el primer método es el estudio en el hogar, y el segundo son los cursos magistrales, que se impartirán dentro de las instalaciones de Vitro, S.A. para cumplir con esta etapa se debe realizar lo siguiente:}

- Estudio en el hogar: todos los operarios que sean parte de esta prueba deberán estudiar en sus casas, teoría sobre los mecanismos básicos que se utilizan para la producción de vidrio, sus características, historia y demás; también deberán aprender sobre la tecnología de los sensores de peso, funcionamiento y razón de utilización en producción de vidrio. Cada tema se evaluará en el curso magistral específico para cada punto. El material de estudio a entregar a cada operario será suministrado por el proveedor de los mecanismos (Quantum Forming), el cual proveerá a la empresa con el manual de cada uno de los componentes utilizados en los mecanismos básicos.
- Dar un curso magistral por cada tema, con lo cual durante esta etapa sumaria dos cursos, sobre los temas de mecanismos básicos y sensores de peso y funcionamiento del sistema Heye; la importancia del estudio en

Continuación figura 62.

casa es que durante cada curso magistral se realizará una prueba, con la que se valorará el conocimiento de cada operario para tomarlo en cuenta en la decisión final de elegirlo como encargado de montaje.

- Los cursos serán impartidos por los operarios de mayor experiencia en el área de la empresa Vitro, S.A. con la cantidad de años en funcionamiento de la planta y con personal que conoce el trabajo desde más de 10 años se considera que es correcto que ellos capaciten a los nuevos operarios.. Además, ellos realizarán la prueba con un mínimo de 20 preguntas relevantes a los mecanismos básicos y el funcionamiento del sensor Heye.

Las evaluaciones deben contener un mínimo de 20 preguntas sobre el tema y será calificado sobre un total de 100 puntos.

8.2 Etapa 2

La segunda etapa cuenta con una característica distinta a la primera etapa, y es que esta etapa es práctica, quiere decir que se pondrán a prueba todos los conocimientos que poseen los operarios, mediante 3 pruebas de montaje.

Las pruebas de montaje evaluarán: tiempo, limpieza, ejecución y funcionamiento. Para esto cada operario deberá llevar pruebas que consisten en: fijación de la base de los pistones; desinstalación de guía de pistones, mangueras y base de pistones; e instalación del sistema de aire comprimido a los mecanismos básicos.

Cada prueba será grabada para su posterior evaluación. Cada etapa tiene una valoración para elegir al mejor candidato. Este se encuentra en el inciso 8.5: Puntaje de evaluación.

Para la realización de esta etapa se utilizará el área de entrenamiento y desarrollo en Vitro, S.A.

8.3 Etapa 3

Consta de un único examen para todos los participantes, en este examen se deben evaluar las capacidades de los operarios para entender los mecanismos básicos, los materiales que los componen. Además deberán ser capaces de

Continuación figura 62.



reconocer visualmente todos los componentes y ordenar según el orden que se deben montar en la máquina.

8.4 Etapa 4

Etapa final en la cual se evaluará nuevamente en el área práctica a todos los operarios que se encuentren en el periodo de evaluación. En esta etapa se realizará una evaluación con eventualidades que pueden surgir durante el montaje de los mecanismos básicos. para ello las simulaciones serán sobre los siguientes puntos: imposibilidad de alinear la base de la máquina con el soporte guía de los pistones; rotura del empaque en los pistones, mal funcionamiento del sensor Heye; y fuga en las mangueras conductoras de aire comprimido.

Con base a la solución que lleguen los operarios se evaluarán. Todas las soluciones deben permitir que la línea funcione correctamente para considerarse como una solución.

8.5 Puntaje de evaluación

Los resultados obtenidos durante el periodo de capacitación se ponderarán según la siguiente tabla:

CRITERIO DE EVALUACION	VALORACION
Etapa 1: Examen sobre funcionamiento de los mecanismos básicos	7.5 puntos
Etapa 1: Examen sobre sensores de peso y funcionamiento del sensor Heye	2.5 puntos
Etapa 2: prueba de montaje	15 puntos
Etapa 2: segunda prueba de montaje	15 puntos
Etapa 2: tercer prueba de montaje	25 puntos
Etapa 3: Examen sobre funcionamiento y partes de mecanismos	10 puntos
Etapa 4: resolución de problemas	25 puntos
TOTAL	100 PUNTOS

Continuación figura 62.

VICAL.
GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO

Los elegidos se determinarán mediante los mejores 10 punteos y deben ser aprobados por el Jefe de máquinas I.S. tomando en cuenta que dos de ellos estarán en las secciones de los extremos donde se dificulta el área de trabajo de las mangueras, por lo que se recomienda elegir a los dos mejores puntajes para esta sección.

9. ANEXOS
No aplica

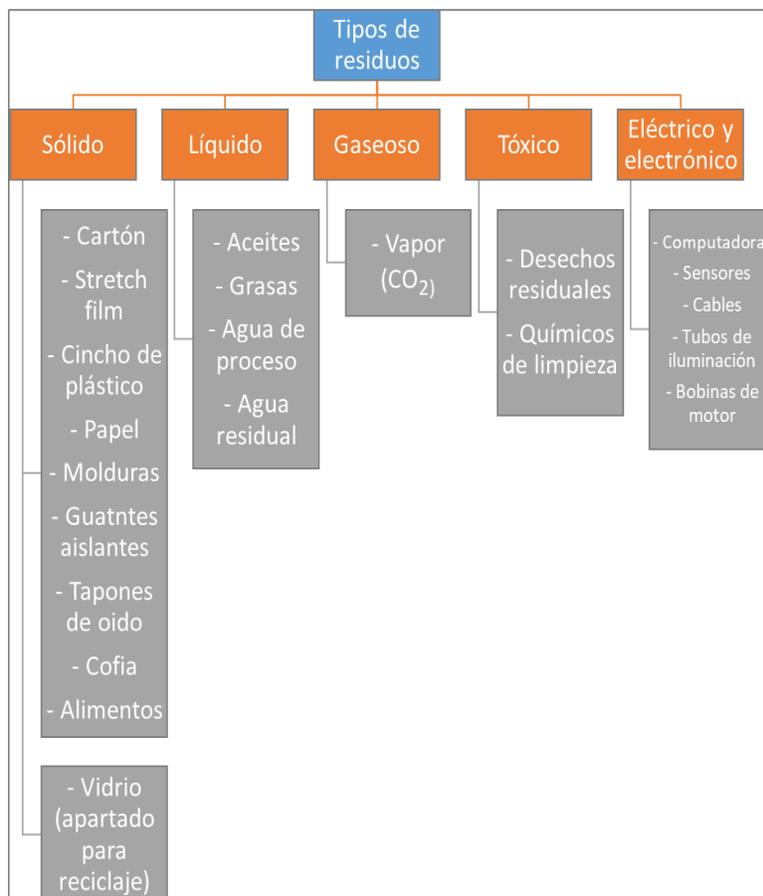
Página | 6

Fuente Vidriera Guatemalteca, S.A.

4.7. Manejo de residuos

La mayoría de los residuos de la empresa VIGUA, S.A. son desechos de la línea de reproceso en los tres puntos de control indicados en el diagrama de flujo del inciso 3.6 figura 40, proceso del reciclaje de vidrio. La empresa realiza la división de residuos según su tipo. A continuación, en la figura 63 se presentan los tipos de residuos que maneja la empresa, el lugar definido para desecho y las áreas que generan dichos desechos.

Figura 63. Clasificación de residuos



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

De acuerdo con la clasificación de residuos, se determina el manejo asignado a cada uno y el volumen que se espera de cada desecho, como se muestra en la tabla XVIII.

Tabla XVIII. **Manejo según tipo de residuo**

Tipo de residuo		Lugar de ubicación	Observaciones para el manejo	Volumen de desecho
Vidrio	Transparente	Línea de reproceso	Independientemente si el envase posee pintura o no, se puede colocar en la línea de reproceso.	400,000 uni/mes
	Con color	Área de vidrio de color	En ningún momento puede mezclarse con el vidrio transparente y se maneja únicamente para exportación.	N/A Depende del desecho municipal
Orgánico		Amarillo	Incluye todos los materiales considerados como frutas, vegetales y carnes. Por regulaciones de la planta no deben existir este tipo de desperdicios dentro de planta.	50 lb mensuales
Inorgánico		Verde	Todo material que sea Plástico, papel y cartón. Cada área debe contar con un basurero color verde.	130 lb mensuales
Materiales peligrosos		Rojo	No aplica a la compañía.	-

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

5. MEJORA CONTINUA

Para mantener una línea en óptimas condiciones se realiza la propuesta de una mejora continua, con la cual se espera que VIGUA, S.A. continúe con los proyectos de mejora de línea y beneficiar su proceso con lo mismo.

5.1. Plan de mejora continua

Junto con la implementación del proyecto se presenta un plan de mejora continua que incluye un cronograma con los puntos sugeridos para verificar que la implementación cumpla con los objetivos trazados.

En la figura 64 se muestra el plan de mejora continua, con las fechas en que se deben realizar las actividades definidas en los incisos 5.2 al 5.8.

Figura 64. Plan de mejora continua

		CRONOGRAMA DE MEJORA CONTINUA												PROYECTO: ESTANDARIZACIÓN LÍNEA NÚMERO 42																			
		Mes Septiembre				Mes Octubre				Mes Noviembre				Mes Diciembre				Mes Enero				Mes Febrero				Mes Marzo							
Semana		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Montaje																																	
- Organización de mecanismos																																	
- Instalación en línea de producción																																	
Control y seguimiento																																	
- Implementación de registros																																	
- Documentación																																	
Monitoreo de indicadores																																	
- Pack to melt																																	
- Envases al templador																																	
- Tiempos muertos																																	
Mantenimiento																																	
- Mantenimiento preventivo																																	
- Mantenimiento selectivo																																	
- Mantenimiento predictivo																																	

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

5.2. Acciones correctivas

Dados procedimientos que se deben realizar en caso de eventualidades durante la implementación del proyecto, el entrenamiento del personal encargado del montaje de los mecanismos básicos en eventualidades durante la instalación, exige que se determinen las acciones si son necesarias las correcciones durante la instalación y los procedimientos para evitar demoras y comunicar las eventualidades correctamente.

Las acciones correctivas se plantean para cada uno de las eventualidades que podrían ocurrir con el avance del proyecto.

5.2.1. Acciones correctivas, previo al proyecto

Antes del montaje del proyecto, se determinaron eventualidades que pueden suceder, para ello, se estableció un plan preventivo que incluye las acciones para enmendarlas. En la tabla XIX se determinan todas las acciones correctivas previas a la realización del proyecto.

Tabla XIX. **Acciones correctivas previo a la realización del proyecto**

Eventualidad	Acción correctiva
Personal encargado del montaje no aprueba las capacitaciones	El jefe de máquinas I.S. notifica al encargado del personal en Vitro, S.A. que es necesario una re-capacitación y se programa inmediatamente. El jefe de máquinas I.S. notifica al

Continuación tabla XIX.

	Jefe de Planificación la recalendarización de la instalación para que se mantenga planificación de producción en la línea.
Mecanismos básicos no ingresan en bodega en las fechas establecidas	El Jefe de máquinas I.S. notifica al Jefe de Compras la demora en el proceso y solicita retroalimentación de nueva fecha de llegada del producto, de ser necesario recalendariza el montaje.
Por motivos desconocidos, los mecanismos vienen dañados después de la importación.	Se solicita al proveedor un cambio en el producto, contemplando que la compra realizada posee 2 mecanismos extras que se mantendrán como repuestos, se determina si es necesaria una recalendarización únicamente si la cantidad de mecanismos básicos con fallo supera la cantidad de dos.
El vuelo del personal de México se demora y no llegan a tiempo para la instalación.	El vuelo se programa un día antes a la instalación para evitar este problema, en caso se llegue a dar una demora de algunas horas, no será determinante para recalendarizar la instalación.

Fuente: elaboración propia

5.2.2. Acciones correctivas durante el montaje

Es uno de los pasos más críticos en la ejecución del proyecto. Del montaje depende el correcto funcionamiento de los mecanismos básicos y la estandarización de la línea. En la tabla XX indica todas las acciones correctivas en caso ocurra una eventualidad durante el montaje de los mecanismos básicos.

Tabla XX. **Acciones a realizar durante el montaje**

Eventualidad	Acción correctiva
Se enferma o lastima una persona encargada de la instalación	Se notifica al Jefe de máquinas I.S. de la baja en la persona. Se le dará asistencia en la enfermería de la empresa. Se revisan los records de las capacitaciones y se elegirá al personal con mayor calificación para asignarle el montaje de dos secciones, y se notifica al Jefe de Planeación que la instalación tendrá una demora.
Se imposibilita la instalación de un mecanismo básico por deformación en la máquina de sección individual	Se busca reducir este problema con la capacitación otorgada, y se realiza un análisis del estado de la máquina previo a la instalación para evitar este tipo de problemas. De ser necesario se determinará que no es posible realizar la instalación, el

Continuación tabla XX.

	<p>Jefe de Máquinas I.S. contactará al proveedor de la máquina I.S. para corregir el error y la sección en específico no funcionará hasta que corrijan el error.</p>
<p>No se instala el sensor <i>Heye</i> en los mecanismos básicos</p>	<p>Se notifica al Jefe de máquinas I.S., se retiran los mecanismos instalados y se les colocan los sensores correctamente.</p> <p>El Jefe de Máquinas I.S. se encarga de reportar la demora a las áreas necesarias, en especial al Jefe de Planeación.</p>
<p>Los mecanismos básicos no están alineados con la recepción de la vela de vidrio</p>	<p>El encargado de la instalación revisa y determina el motivo de la desalineación, si el caso fuera por los canales que conducen la vela hacia los mecanismos, únicamente se repositionarán correctamente.</p> <p>De ser necesario corregir la instalación de los mecanismos básicos se retirarán los mismos y se repetirá correctamente el montaje evitando el desfase.</p>

Fuente: elaboración propia

5.2.3. Acciones correctivas, durante la operación

La operación de la línea 42 determina la calidad de producto que se obtiene después de su operación. Por esta razón, es importante que todo opere correctamente para evitar desperdicios en la producción. Como consecuencia, se determinan las acciones correctivas durante la operación, esto se muestra en la tabla XXI.

Tabla XXI. **Acciones a realizar durante la operación**

Eventualidad	Acción correctiva
Peso de la vela no concuerdo con el reportado por el sensor <i>Heye</i> .	El operador notifica la discordancia al jefe de máquinas I.S. y este notifica al jefe de ingeniería Electrónica para la revisión y calibración del sensor.
Los mecanismos básicos no inyectan el suficiente aire a la vela para formar el envase.	El jefe de máquinas I.S. asigna a un Encargado de mantenimiento para revisar el motivo del fallo, de ser necesario este reemplazará el mecanismo básico con los repuestos disponibles, y procederá a limpiar y darle servicio al mecanismo que presentaba problemas.
El sensor <i>Heye</i> no descarta los envases que no cumplen con los límites de peso establecidos.	El jefe de máquinas I.S. notifica al Jefe de ingeniería electrónica sobre el fallo en el comando y solicita su asistencia. Este debe cumplir con la corrección en un lapso no mayor a 2 días.

Continuación tabla XXI.

El manejo de residuos no cumple con el procedimiento establecido.	El jefe de Calidad Integral se encarga de la revisión del procedimiento de manejo de residuos, en caso se evidencie un fallo en el proceso, este notifica al Jefe de Máquinas I.S. el cual realiza un plan de acción para corregir la falla en un lapso no mayor a dos semanas y se compromete a reanudar el proceso.
---	---

Fuente: elaboración propia.

Cualquier eventualidad no tomada en cuenta, será asignada al jefe de máquinas I.S. para su resolución y este, conforme las políticas establecidas por la empresa VIGUA, S.A. deberá proseguir, además tomando en cuenta su experiencia tiene la capacidad de solicitar asesoría de las personas que considere necesarias.

5.3. Formato de control

El formato propuesto para el proyecto se implementará durante un mes para corroborar los pesos registrados por el sensor *Heye*. El formato que se utilizará se muestra en la figura 65 Formato de control y en él se presenta la información que se registre por los operarios.

Figura 65. Formato de control de peso

		HORNO 4	MÁQUINA 2	FECHA
GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO		CONTROL DE PESO		8/09/2017
Instrucciones: cada 30 minutos tome una muestra de vela y utilice la balanza ubicada en su línea para determinar el peso de la vela. Anote el resultado en el formato.				
No.	HORA	NOMBRE	TURNO	PESO (gramos)
1	7:00	Juan carlos	A	460
2	7:30	Juan carlos	A	458
3	8:00	Juan carlos	A	460
4	8:32	Juan carlos	A	460
5	9:00	Juan carlos	A	462
6	9:30	Juan carlos	A	464
7	10:05	Juan carlos	A	464
8	10:30	Juan carlos	A	464
9	11:00	Juan carlos	A	462
10	11:36	Juan carlos	A	462
11	12:00	Juan carlos	A	461
12	12:30	Juan carlos	A	461
13	13:00	Juan carlos	A	461
14	13:30	Juan carlos	A	521
15	14:00	Juan carlos	A	520
16	14:30	Juan carlos	A	521
17	14:55	Juan carlos	A	520
18	15:30	José Pérez	C	522
19	16:00	José Pérez	C	522
20	16:30	José Pérez	C	522
21	17:00	José Pérez	C	522
22	17:30	José Pérez	C	522
23	18:00	José Pérez	C	522
24	18:30	José Pérez	C	525
25	19:00	José Pérez	C	525
26	19:30	José Pérez	C	523
27	20:00	José Pérez	C	523
28	20:30	José Pérez	C	521
29	21:00	José Pérez	C	523
30	21:30	José Pérez	C	523
31	22:00	José Pérez	C	523
32	22:30	José Pérez	C	523
Aprobado por		Fecha de revisión	Fecha de ingreso en Ingeniería industrial	
Sebastian Vernón		10/09/2017	9/09/2017	

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

El formato presentado debe entregarse al Jefe de Ingeniería Industrial al tener todos los datos ingresados, para que compare entre la veracidad de los sensores y el peso real de la vela. El reporte de comparación se entregará al finalizar el mes de estudio determinada, si el resultado es el esperado se detendrá la utilización del formato.

5.4. Monitoreo de indicadores de estandarización

Actualmente, los indicadores de estandarización se registran mensualmente y es en la rendición de cuentas mensual que se determina si los resultados fueron los correctos en los tres indicadores analizados para el área de producción.

Para mejorar los indicadores de la línea número 42, se propone la implementación de un monitoreo semanal para aprovechar que se reúne el jefe de máquinas I.S. con el personal operativo de las mismas áreas para coordinar el trabajo durante la semana. A partir del montaje de los mecanismos básicos se propone la inclusión de los indicadores en la reunión, lo cual permitirá analizar el avance de los resultados con un dato de comparación del resultado esperado mensual con el resultado obtenido durante la semana; así si fuera posible realizar los servicios necesarios para mejorar la eficiencia de la línea.

5.4.1. Tipos de indicadores

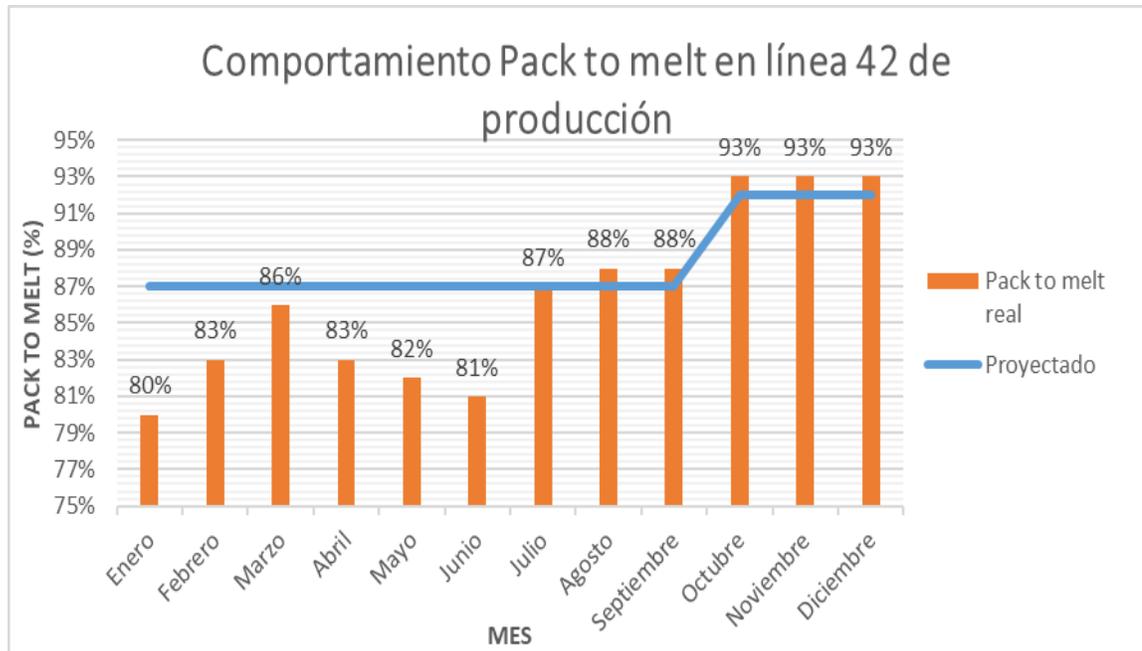
Los tipos de indicadores que se deben controlar son: *pack to melt* (fundido a envasado), envases al templador y tiempos muertos. Estos se calculan e interpretan para comparar las gráficas mostradas en los incisos 2.5.1, 2.5.2 y 2.5.3; se espera que la ejecución del proyecto presente mejora en los indicadores de producción

5.4.1.1. Pack to melt

Se encontró que una debilidad de la empresa es que este indicador se calcula únicamente en la planta de producción, por lo que este indicador es la suma de producción de todos los envases partido toda la materia prima utilizada para la fundición. Con este indicador no se puede determinar exactamente la eficiencia de producción de la línea 42 por lo cual se acordó con el Jefe de ingeniería industrial que al digitar las producciones se agregue una columna en el registro con la denominación “Línea de producción” con ella se calculará cada línea por separado y se analizarán las mejoras en la línea 42.

La meta del *pack to melt* para la línea 42 posterior a la implementación del proyecto es mantener el indicador sobre un 92 %. Actualmente, la meta que se utiliza para que la empresa le otorgue al trabajador su incentivo laboral es del 87 %, pero se propone evaluar este valor dependiendo el desempeño de la línea, para mantener el estándar de producción con un indicador sobre el 92 %. Gráficamente, como se indica en la figura 66, se espera la implementación mantenga el indicado sobre la proyección de PTM realizada.

Figura 66. **Proyección pack to melt posterior al proyecto**



Fuente: elaboración propia

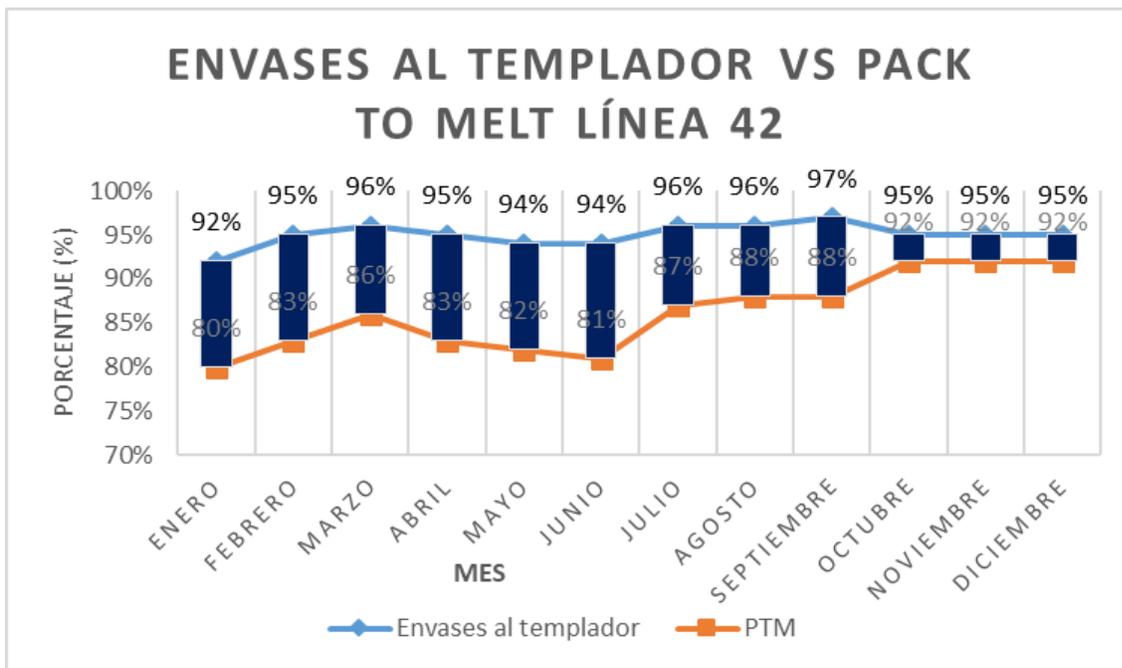
5.4.1.2. Envases al templador

Indicador utilizado para medir la relación entre envases esperados de producción y envases que superan la etapa de templado y que se encuentran en aptas condiciones para su utilización. Es un indicador importante en la empresa y la inclusión del proyecto afectará directamente a este indicador.

Contemplando el hecho que la inclusión del proyecto permite una estandarización de la línea desde la etapa de envasado, esto permite obtener un filtro previo a la etapa de templado, por lo que inicialmente si existen variaciones de peso en la vela de vidrio, se descartaran muchos envases, pero conforme se vaya estandarizando el proceso se espera reducir en gran cantidad los envases descartados por variación de peso.

La meta del indicador mensual es mantenerla sobre el 95 % por lo que se espera que, con el proyecto, se logre la meta y de ser posible sostenerla. Además, se espera que la diferencia entre el *pack to melt* vs el indicador de Envases al Templador se vea reducida conforme la implementación. Según los valores esperados se determina la figura 67 con la gráfica de proyección conforme la ejecución del proyecto y la mejora que representa el mismo.

Figura 67. **Proyección de envases al templados vs *pack to melt***



Fuente: elaboración propia.

Con base en el gráfico presentado se espera obtener una diferencia de un 3 %, con lo que se reduciría considerablemente el desperdicio entre producto que ingresa al templador y que finalmente se aprueba para su venta.

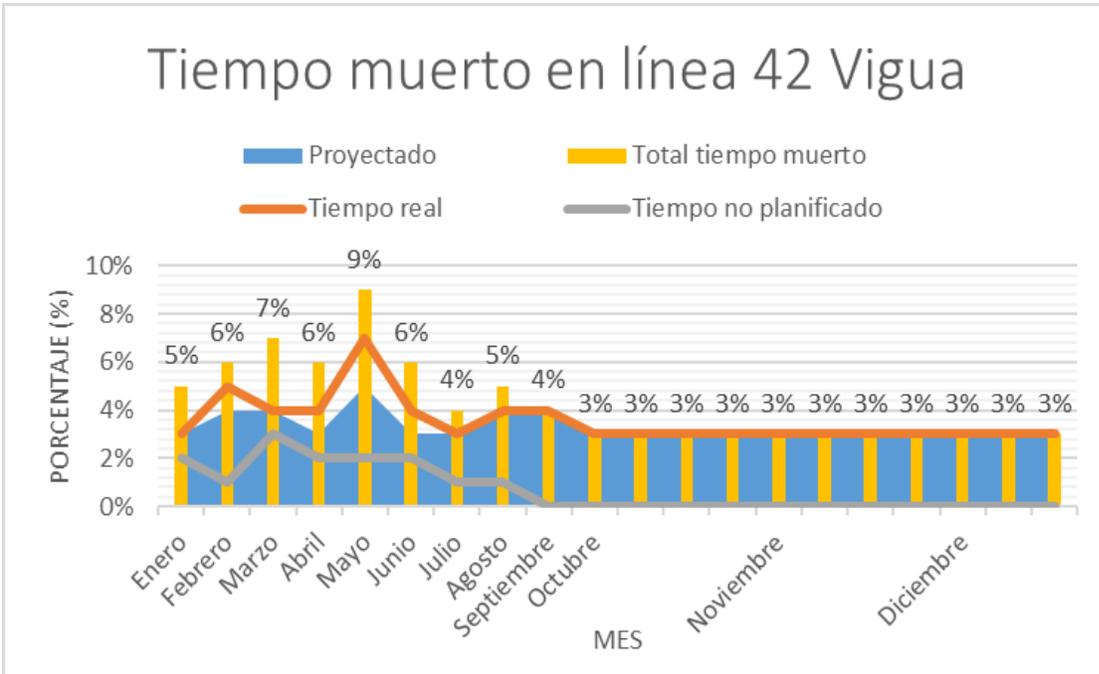
5.4.1.3. Tiempos muertos

Conforme el desarrollo e implementación del proyecto es posible determinar la mejora deseada. Esta es una mejora sustancial en los indicadores y un punto de control mejor ubicado en la línea, que reducirá la introducción de envases que no cumplen con las especificaciones esperadas en el proceso.

La meta de tiempos muertos para la operación posterior al proyecto es mantener la línea con un porcentaje menor al 3,33 %. Esto determina que la máquina de una hora que se encuentre funcionando únicamente se permite que se encuentre parada durante 2 minutos. Este indicador se calcula diariamente y se reporte mensualmente.

Para incrementar el control sobre los tiempos muertos que posee la empresa se define que este indicador se reportará semanalmente, obteniendo con mayor rapidez el análisis de resultados y permitiendo de esta forma actuar a los jefes inmediatos para mejorar y corregir lo necesario conforme el avance de las semanas. Con esta inclusión se espera que los resultados se observen gráficamente según se muestra en la figura 68.

Figura 68. **Proyección de tiempos muertos**



Fuente: elaboración propia

En el gráfico se observa que, a partir del mes de octubre, se presentan semanalmente el indicador y que el total tiempo muerto no debe sobrepasar al tiempo real.

5.5. Monitoreo de control de calidad

Calidad integral es un área importante en la empresa debido a la certificación ISO 9001:2008, con la cual la empresa presenta una mejora imagen para todos los clientes nacionales e internaciones, por lo que es parte importante del presente trabajo de investigación.

El monitoreo de Control de Calidad se incluye como mejora continua, porque es un proceso que actualmente no se lleva a cabo con la frecuencia que

debe ser realizado. Actualmente, el área de calidad integral realiza un monitoreo diario de los uniformes, utilización de cofia y mascarilla.

Tomando en cuenta que la empresa cuenta con tres turnos diarios se realiza la propuesta de inclusión de una revisión por turno, para garantizar que las personas estén cumpliendo correctamente con el procedimiento incluso en los turnos nocturnos, en los cuales el personal administrativo ejerce menor. Para ello se propone la capacitación del personal de supervisión en temas de control de calidad y conocimiento de la Norma ISO 9001:2008, garantizando así que ellos realicen la supervisión en cualquiera de sus turnos y garanticen que se cumplan con los lineamientos del sistema de gestión de calidad.

El método de monitoreo es la inspección visual, esta se realizará con un formato definido por el área de calidad integral como se presenta en la figura 69, según se defina la necesidad en el momento de la implementación de la revisión. Todas las revisiones serán documentadas por el Jefe de Calidad Integral y dará seguimiento a los incumplimientos de calidad integral determinados en las supervisiones realizadas.

Figura 69. **Formato de monitoreo de control de calidad**

		MONITOREO DE CALIDAD				No. Control: VG-CI-FR-53				
Turno: <u> C </u>		Fecha: <u> 27/12/2016 </u>								
Instrucciones: revise el cumplimiento de uniforme por parte del personal. Coloque un cheque "✓" si el personal cumple con el uniforme evaluado, de lo contrario coloque una "X" y anote el nombre del personal en observaciones.										
Área	Mascarilla	Cofia	Camisa	Pantalón	Botas con punta de acero	Pasamontañas	Guantes	Tapones de oído	Lentes de seguridad	Observaciones
Cullet	✓	✓	✓	✓	✓	/	✓	✓	✓	
Hornos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Máquinas I.S.	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	Juan Perez
Templador 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Punto de control 1	✓	✓	✓	✓	✓	/	✓	✓	✓	
Templador 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Punto de control 2	✓	✓	✓	✓	✓	/	✓	✓	✓	
Paletizado	✓	✓	✓	✓	✓	/	✓	✓	✓	
Pintura	✓	✓	✓	✓	✓	/	✓	✓	✓	
Bodega de almacenaje	✓	✓	✓	✓	✓	/	✓	✓	✓	
Bodega de molduras	✓	✓	✓	✓	✓	/	✓	✓	✓	

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

5.6. Monitoreo de control de la producción

Producción es un área que en la empresa se reconoce por su búsqueda de mejora continua. Como continuación del presente trabajo de investigación la empresa VIGUA, S.A. se comprometió a mejorar el control sobre la producción.

La metodología que se utilizará es la supervisión en el momento, por medio de un empleado constante encargado de monitorear y obtener los indicadores en tiempo real. Para ello se implementa el formato indicado en la

figura 70 donde la persona está encargada de monitorear cada 30 minutos la línea de producción y la productividad de la misma.

Figura 70. Monitoreo de producción

Línea		11			12			13			41			42			43			Observaciones
Indicador	PTM	Envases al templador	Tiempo muerto	PTM	Envases al templador	Tiempo muerto	PTM	Envases al templador	Tiempo muerto	PTM	Envases al templador	Tiempo muerto	PTM	Envases al templador	Tiempo muerto	PTM	Envases al templador	Tiempo muerto		
7:00	92	95	0	92	95	15	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	Cambio de moldura en línea	
7:30	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		
8:00	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		
8:30	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		
9:00	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		
9:30	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		
10:00	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		
10:30	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		
11:00	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		
11:30	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		
12:00	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		
12:30	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		
13:00	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		
13:30	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		
14:00	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		
14:30	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		
15:00	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0	92	95	0		

Parámetros de aceptación	
PTM	Mínimo aceptado 87%
Envases al templador	Mínimo aceptado 90%
	Cambio de molduras: máximo 30 minutos
	Cambio de noria: máximo 120 minutos
	Cambio de cuchillas: Máximo 20 minutos
Tiempo muerto	Cambios en sección individual: entre 15 a 40 minutos.

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

El obtener los indicadores en momento real le permitirá a la empresa un tiempo de respuesta mejor a problemas existentes en planta, y a una mejor toma de decisiones desde el área de planeación, compras y demás al tomar en cuenta la productividad de la planta en menor tiempo que el obtenido actualmente, lo cual se puede reflejar en una mejor organización de producción y puede evolucionar en reducción de inventarios de materia prima.

5.7. Mantenimientos

Tomando en cuenta que el plan de mantenimiento se cumple y se realizan los mantenimientos conforme el instructivo presentado en la sección 4.3.1., se propone como una mejora continua, la inclusión de un indicador de mantenimiento de los mecanismos básicos de la máquina formadora de vidrio.

Tomando en cuenta que los mantenimientos se realizarán conforme un plan de mantenimiento preventivo, el indicador propuesto es: Indicador de gestión de órdenes de trabajo.

Indicador de gestión de órdenes de trabajo: indica la relación entre las ordenes de trabajo presentes durante un periodo de tiempo establecido y las ordenes ejecutadas correctamente y con aprobación del cliente, en este caso es el jefe de máquinas I.S. el cliente que recibe el servicio de mantenimiento.

Además de la inclusión del indicador de gestión de órdenes de trabajo, se propone como parte de la mejora continua del área de mantenimiento de VIGUA, S.A., la inclusión del mantenimiento selectivo y predictivo como parte del modelo utilizado para la programación de mantenimientos en la empresa. Estos se describen en el inciso 5.7.3 y 5.7.4 con lo cual se busca reducir los

tiempos de demora por paro en maquinaria y alargamiento del tiempo de vida útil de la maquinaria.

5.7.1. Correctivos

La reducción de los mantenimientos correctivos es parte de la mejora esperada con la inclusión de un plan de mantenimiento. Si se determina que existe una oportunidad de mejora en los mantenimientos correctivos, se debe determinar como un indicador. Por esta razón, se propone como propuesta de mejora continua llevar un registro de mantenimientos correctivos realizados por el área de Ingeniería de Planta. Este indicador se deberá presentar mensualmente, buscando que el valor sea cero, indicando que no fueron necesarios mantenimientos correctivos y no planificados.

La inclusión del indicador determinado será de utilidad en todo nivel de la empresa porque determinará un valor real de tiempos de paro esperados por mantenimientos correctivos, con los cuales el área de planificación podrá tomar en cuenta y otorgarle al área de producción un límite de producción tomando en cuenta los tiempos de paro por mantenimientos correctivos y/o preventivos.

5.7.2. Preventivos

El mantenimiento preventivo posee como propuesta de mejora continua el seguimiento del indicador de gestión de órdenes de trabajo. Para calcular el mismo se presenta la figura 71.

Figura 71. **Gestión de órdenes de trabajo**

$$\text{gestión de ordenes de trabajo} = \frac{\text{Órdenes ejecutadas y entregadas a tiempo}}{\text{Órdenes reales presentes para la fecha}}$$

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Siendo:

- Órdenes ejecutadas y entregadas a tiempo: el número de órdenes de trabajo presentes en el plan de mantenimiento de mecanismos básicos y ejecutados conforme la planificación.
- Ordenes reales presentes para la fecha: todas las ordenes de trabajo presentes en el plan hasta la fecha a presentar el indicador.

Se propone que se mantenga un 90 % de cumplimiento para cubrir la mayor cantidad de errores por falta de mantenimiento preventivo en el área de mecanismos básicos. Además, este indicador se puede adaptar para el mantenimiento de toda la maquinaria de la empresa.

5.7.3. Predictivo

Los mantenimientos correctivos y preventivos, como se indica en los incisos 5.7.1 y 5.7.2, forman parte del funcionamiento de los mecanismos básico. El mantenimiento predictivo se propone como mejora en VIGUA, S.A. tomando en cuenta que, actualmente, no cuentan con este mantenimiento y que su inclusión presenta reducción de inventario en repuestos y disminución de tiempos de paro.

La propuesta realizada en este trabajo de investigación es la implementación del análisis de vibraciones para los mecanismos básicos de la línea; posteriormente, queda a disposición de la compañía, la utilización del equipo para cualquier máquina que considere necesario.

El análisis de vibraciones se realiza con un analizador de vibraciones portátil, el cual se conecta a la máquina que se desea evaluar y se realiza una

evaluación del mismo en funcionamiento aprovechando que es un estudio no destructivo.

Para este análisis, no se enviará vela de vidrio en la sección individual que se evalúa como medida de seguridad por la manipulación dentro de la línea. Únicamente se conectará a los mecanismos básicos y se realizarán pruebas de funcionamiento siguiendo el proceso de producción establecido. Los resultados son registrados por el jefe de máquinas I.S. y analiza las variaciones en las vibraciones, garantizando que no se supera el límite de las mismas.

5.7.4. Selectivo

Para lograr la mejora continua que se propone con la inclusión de nuevas técnicas de mantenimiento se introduce la propuesta de mejora continua de mantenimiento selectivo. El mantenimiento selectivo según se indicó en el inciso 4.4.2 es una herramienta utilizada para determinar la prioridad que posee cada una de las máquinas en la operación y la repercusión que tendrá el paro de cada una.

El mantenimiento selectivo va de la mano con el mantenimiento preventivo, por lo cual la propuesta se basa en crear una clasificación de maquinaria para incluir en el plan de mantenimiento preventivo. La clasificación que se propone se muestra en la tabla XXII, en la cual se indica el tiempo sugerido para realizar los mantenimientos según la criticidad del elemento en línea. Se recomienda incluir la clasificación y el tiempo de respuesta en el procedimiento de mantenimiento correctivo para alinear las operaciones con el área de Ingeniería de Planta.

Tabla XXII. **Clasificación de prioridad y tiempo de respuesta**

Nomenclatura	Prioridad	Tiempo máximo de respuesta
A	Alta prioridad	2 horas
B	Media prioridad	8 horas
C	Baja prioridad	1 semana

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Con base en la propuesta, en la tabla XXIII, se sugiere la clasificación de la maquinaria que podría utilizar la empresa VIGUA, S.A. según su criterio. Además, este tipo de mantenimiento se propone para todas las líneas y su alcance podría incluir la maquinaria utilizada en el taller de molduras.

Tabla XXIII. **Clasificación selectiva de maquinaria**

TIPO DE SELECTIVO	ELEMENTO
B	Base de pistones
A	Cilindro guía
A	Pistón
A	Conductos de aire
C	Sensor Heye
C	Receptor de señal electrónica
B	Mangas
A	Cuellos
A	Sacadoras
A	Obturadores
A	Bisagras
A	Noria
A	Cuchillas
B	Molduras

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Con base en el estudio realizado se propone incluir la clasificación mostrada en la tabla XXIII y agregar una columna en el plan de mantenimiento preventivo, en el cual se indica la criticidad de una máquina. Esta inclusión

daría como resultado una programación más completa, como se muestra en la figura 72 y un parámetro de decisión para el jefe de mantenimiento, para determinar las máquinas que deben recibir mantenimiento prioritario, si no se tiene la capacidad de trabajar todas las órdenes.

Figura 72. Plan de mantenimiento incluyendo plan selectivo

Frecuencia	Selectivo	Tipo	Mes	MES											
			Fecha	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Día			LU	MA	MI	JU	VI	SA	DO	LU	MA	MI	JU	VI	SA
A	B	IS	Base de pistones	A											
S	A	IS	Cilindro guía		S										
S	A	IS	Pistón		S										
A	A	IS	Conductos de aire					A							
A	C	IE	Sensor Heye					A							
A	C	IE	Receptor de señal electrónica				A								
T	B	IS	Mangas			T									
T	A	IS	Cuellos			T									
M	A	IS	Sacadoras				M								
E	A	IS	Obturadores		E					E					
E	A	IS	Bisagras			E					E				
A	A	IS	Noria							A					
E	A	IS	Cuchillas	E						E					
D	B	IS	Molduras	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

Frecuencia de mantenimiento	Selectivo
D	Diario
E	Semanal
M	Mensual
T	Trimestral
B	Bimensual
S	Semestral
A	Anual
	A - alta criticidad
	B - media criticidad
	C - baja criticidad

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

5.8. Seguimiento al manejo de residuos

Se propone implementar el punto de control en las 5 líneas extra que se poseen, reduciendo de esta forma a nivel de planta de producción todos los desperdicios generados por una producción deficiente.

Según el seguimiento que se le otorgue al manejo de residuos se espera que el tiempo de ejecución de reciclaje se reduzca y aumente la cantidad de vidrio utilizado como Cullet. Se reducirá la cantidad de materia prima utilizada para producir un envase de vidrio y que este sea en su mayor cantidad material reciclado. El plan de mejora está diseñado para implementarse en un periodo aproximado de 5 años y debe cumplir con las certificaciones de producción que la empresa busque en un futuro. En este momento son la ISO 9001:2008 y se espera contar con certificación de la actualización ISO 9001:2015 y con una certificación HACCP con enfoque a envases alimenticios.

CONCLUSIONES

1. La estandarización se logra con la inclusión de un punto de control, parte de los mecanismos básicos, que permite el seguimiento y mejora de la línea de producción número 42.
2. Se determinó que el problema actual es la cantidad de reclamos y producto rechazado que se genera en la línea de producción, por el reducido control que se posee sobre la producción de vidrio en la fase caliente.
3. El proyecto requiere de Q 1 090 000,00 para realizarse y ejecutarse, de los cuales Q 800 000,00 mil implican los recursos necesarios para implementar el plan de instalación.
4. La productividad de la línea se mide mensualmente mediante los indicadores internos de producción: *pack to melt*, envases al templador y tiempos muertos y es de 84,5 %, 95 % y 5,5 % respectivamente. El proceso de estandarización permitirá mejorar estos índices en un 7,5 % el PTM, 1 % los envases al templador y reducir 2,5 % los tiempos muertos.
5. La capacitación del personal de montaje implica 4 etapas, 2 de conocimiento teórico de las secciones individuales de la máquina y 2 de habilidad práctica en la instalación del equipo y manejo de situaciones.

6. La mayor parte de los residuos de la línea de producción se utilizarán para reciclaje de vidrio, los demás se clasificarán, según su tipo de reciclaje y desecho.

RECOMENDACIONES

A VIGUA, S.A.

1. Utilizar este documento como una guía adoptando los cronogramas y recursos, buscando optimizar los indicadores de la empresa.
2. Buscar la mejora continua de toda la empresa, mediante la inversión en proyectos de mejora en productividad.
3. Al jefe de máquinas I.S., garantizar el conocimiento de los operarios que realizarán el montaje, revisando conscientemente las capacitaciones impartidas.
4. A la empresa VITRO, S.A., capacitar a conciencia a su personal y enfatizar la importancia de un buen trabajo a todo el personal que sea elegido.
5. A todas las áreas involucradas en el proceso, ser conscientes de sus responsabilidades en el proyecto y cumplir con ellas de forma eficiente, efectiva y eficaz.
6. A todos los operarios, utilizar los formatos de control y bitácoras propuestas en el proyecto, únicamente así se podrá determinar la mejora continua que presenta el proyecto y se demostrará que la estandarización cumple con las metas propuestas.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILERA CLAUDIO, Chandía Karla. *Fabricación de Envases de Vidrio*. Universidad de Santiago de Chile. Departamento de Física. 2010. 95 p.
2. COMESAÑA COSTAS, Pablo. *Montaje e Instalación en Planta de Máquinas Industriales*. España: Ideas propias, 2004. 190 p. ISBN: 978-849-65-8537-9.
3. DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. *La Productividad en el Mantenimiento Industrial*. 10a ed. México DF: Grupo Editorial Patria, 2007. 278 p. ISBN: 978-968-26-1089-9.
4. FERNÁNDEZ NAVARRO, José María. *El Vidrio*. 3a ed. Madrid, España: Artegraf, S.A. 2003, 720 p. ISBN: 84-00-08158-7.
5. Heye International. *Heye Process Control*. [en línea]. <www.hey-international.com>. [Consulta: julio de 2016].
6. MILIAN FIGUEROA, Nelson Elizardo. *Reducción de desechos mediante el análisis y mejora del proceso de reparación de molduras para la producción de envases de vidrio, con la aplicación de producción más limpia, en Vidriera Guatemalteca, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 102 p.

7. SALLENAVE, Jean-Paul. *Gerencia y Planeación Estratégica*. Colombia: Norma, S.A. 1990. 347 p. ISBN: 958-04-7029-4.
8. TORRES RODRÍGUEZ, Luis Fernando. *Automatización de una línea de producción de envases de vidrio*. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Distrito Federal, México, 2010. 101 p.
9. VICAL, S.A. *Manual de Seguridad y Servicio de Limpieza*. Guatemala: Avanti, 2014. 74 p.
10. WANSBROUGH, Heather. *Glass Manufacture*. The New Zealand Institute of Chemistry. [en línea] <www.nzic.org.nz>. [Consulta: enero de 2017].

ANEXOS

Anexo 1. Datos para gráfica de Pareto

Causa de fallo	Cantidad	% acumulado	%
Peso incorrecto	29	39	39
Presión de aire incorrecta	14	57	19
Tiempo de caída de vela	11	72	15
Falta de mantenimiento	8	83	11
Error en inspección	7	92	9
Falta de lubricación	2	95	3
Fatiga del personal	2	97	3
Vidrio ligero	1	99	1
Personal sin capacitación	1	100	1
Formulación incorrecta	0	100	0

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Anexo 2. Datos para obtener el control de estándares

Subgrupo	X1	X2	X3	X4	X5
1	224.2	225	224.9	224.8	224.6
2	225.5	224.7	224.1	224.2	224.1
3	224.2	224.4	224.9	225.4	224.9
4	225.8	224.1	224.3	224.7	225.1
5	224.8	224.3	225.4	225.1	225.1
6	221.8	223.4	223.6	224.1	224.5
7	224.3	224.1	223.9	223.7	224.7
8	224.7	224.8	223.8	224.9	225.7
9	225.1	225.4	225.3	228.1	224.8
10	225.1	225	226.4	226.8	226
11	226.1	226.1	224.3	224.2	224.8
12	224.9	224.6	225.1	225.7	224.6
13	224.6	224.1	223.9	223.5	225
14	224.7	224.9	224.5	225.1	225.6
15	225.3	225.1	225.7	224.9	225
16	224.9	225.1	226	225.7	224.7
17	223.9	224.5	226.4	224.6	224.4
18	224.9	224.7	225.1	226.2	224.1
19	226.3	225.7	224.8	224.1	224.3
20	223.1	224.8	224.7	225.1	223.4

Continuación anexo 2.

21	225.2	226	225.4	224.7	224.1
22	224.9	224.8	223.9	225.5	224.8
23	226.1	224.6	224.7	224.9	225.4
24	225.1	225	224.7	224.8	225
25	224.6	225.6	224.9	225.1	226.1
26	224.6	224.6	224.5	225.1	224.9
27	224.7	224.8	225.3	225.4	225.8
28	223.9	223.9	224.4	224.5	224.7
29	225.2	225.4	225.6	226.1	226
30	224.9	224.8	224.5	225.1	225.2
31	225.1	225.3	225.6	225.4	225.3
32	224.9	224.8	224.6	225.1	225.1
33	225.2	225.2	224.9	224.8	224.7
34	225.6	225.7	225.6	225.4	225.3
35	226	226.2	225.9	225.7	225
36	224.9	225.1	224.7	224.8	224.6
37	224.3	224.3	224.5	224.6	224.7
38	224.8	224.5	224.5	224.4	224.7
39	224.6	224.5	224.6	224.8	224.9
40	225.1	225.3	224.9	224.8	225.1

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Anexo 3. **Datos para gráfica de control de media**

Subgrupo	Xbarra	LCI	LC	LCS
1	224.7	224.19647	224.913	225.62953
2	224.52	224.19647	224.913	225.62953
3	224.76	224.19647	224.913	225.62953
4	224.8	224.19647	224.913	225.62953
5	224.94	224.19647	224.913	225.62953
6	223.48	224.19647	224.913	225.62953
7	224.14	224.19647	224.913	225.62953
8	224.78	224.19647	224.913	225.62953
9	225.74	224.19647	224.913	225.62953
10	225.86	224.19647	224.913	225.62953
11	225.1	224.19647	224.913	225.62953
12	224.98	224.19647	224.913	225.62953
13	224.22	224.19647	224.913	225.62953
14	224.96	224.19647	224.913	225.62953
15	225.2	224.19647	224.913	225.62953
16	225.28	224.19647	224.913	225.62953
17	224.76	224.19647	224.913	225.62953

Continuación anexo 3.

18	225	224.19647	224.913	225.62953
19	225.04	224.19647	224.913	225.62953
20	224.22	224.19647	224.913	225.62953
21	225.08	224.19647	224.913	225.62953
22	224.78	224.19647	224.913	225.62953
23	225.14	224.19647	224.913	225.62953
24	224.92	224.19647	224.913	225.62953
25	225.26	224.19647	224.913	225.62953
26	224.74	224.19647	224.913	225.62953
27	225.2	224.19647	224.913	225.62953
28	224.28	224.19647	224.913	225.62953
29	225.66	224.19647	224.913	225.62953
30	224.9	224.19647	224.913	225.62953
31	225.34	224.19647	224.913	225.62953
32	224.9	224.19647	224.913	225.62953
33	224.96	224.19647	224.913	225.62953
34	225.52	224.19647	224.913	225.62953
35	225.76	224.19647	224.913	225.62953
36	224.82	224.19647	224.913	225.62953
37	224.48	224.19647	224.913	225.62953
38	224.58	224.19647	224.913	225.62953
39	224.68	224.19647	224.913	225.62953
40	225.04	224.19647	224.913	225.62953
XDobleBarra	224.913			

$$A3 = 1.427$$

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Anexo 4. Datos para gráfica de control de desviación

Subgrupo	Desv Std	LCI	LC	LCS
1	0.3162278	0	0.5021235	1.048936
2	0.6016644	0	0.5021235	1.048936
3	0.4722288	0	0.5021235	1.048936
4	0.678233	0	0.5021235	1.048936
5	0.4159327	0	0.5021235	1.048936
6	1.0329569	0	0.5021235	1.048936
7	0.3847077	0	0.5021235	1.048936

Continuación anexo 4.

8	0.6760178	0	0.5021235	1.048936
9	1.3390295	0	0.5021235	1.048936
10	0.7924645	0	0.5021235	1.048936
11	0.9407444	0	0.5021235	1.048936
12	0.4549725	0	0.5021235	1.048936
13	0.5890671	0	0.5021235	1.048936
14	0.4219005	0	0.5021235	1.048936
15	0.3162278	0	0.5021235	1.048936
16	0.5495453	0	0.5021235	1.048936
17	0.9555103	0	0.5021235	1.048936
18	0.7681146	0	0.5021235	1.048936
19	0.9370165	0	0.5021235	1.048936
20	0.9038805	0	0.5021235	1.048936
21	0.7190271	0	0.5021235	1.048936
22	0.5718391	0	0.5021235	1.048936
23	0.6188699	0	0.5021235	1.048936
24	0.1643168	0	0.5021235	1.048936
25	0.594138	0	0.5021235	1.048936
26	0.250998	0	0.5021235	1.048936
27	0.4527693	0	0.5021235	1.048936
28	0.363318	0	0.5021235	1.048936
29	0.3847077	0	0.5021235	1.048936
30	0.2738613	0	0.5021235	1.048936
31	0.181659	0	0.5021235	1.048936
32	0.212132	0	0.5021235	1.048936
33	0.2302173	0	0.5021235	1.048936
34	0.1643168	0	0.5021235	1.048936
35	0.4615192	0	0.5021235	1.048936
36	0.1923538	0	0.5021235	1.048936
37	0.1788854	0	0.5021235	1.048936
38	0.1643168	0	0.5021235	1.048936
39	0.1643168	0	0.5021235	1.048936
40	0.1949359	0	0.5021235	1.048936

Sbarra 0.5021235

B3 = 0

B4 = 2.089

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Anexo 5. Datos para gráfica de control de rangos

Subgrupo	Desv Std	LCI	LC	LCS
1	0.8	0	1.2425	2.626645
2	1.4	0	1.2425	2.626645
3	1.2	0	1.2425	2.626645
4	1.7	0	1.2425	2.626645
5	1.1	0	1.2425	2.626645
6	2.7	0	1.2425	2.626645
7	1.0	0	1.2425	2.626645
8	1.9	0	1.2425	2.626645
9	3.3	0	1.2425	2.626645
10	1.8	0	1.2425	2.626645
11	1.9	0	1.2425	2.626645
12	1.1	0	1.2425	2.626645
13	1.5	0	1.2425	2.626645
14	1.1	0	1.2425	2.626645
15	0.8	0	1.2425	2.626645
16	1.3	0	1.2425	2.626645
17	2.5	0	1.2425	2.626645
18	2.1	0	1.2425	2.626645
19	2.2	0	1.2425	2.626645
20	2.0	0	1.2425	2.626645
21	1.9	0	1.2425	2.626645
22	1.6	0	1.2425	2.626645
23	1.5	0	1.2425	2.626645
24	0.4	0	1.2425	2.626645
25	1.5	0	1.2425	2.626645
26	0.6	0	1.2425	2.626645
27	1.1	0	1.2425	2.626645
28	0.8	0	1.2425	2.626645
29	0.9	0	1.2425	2.626645
30	0.7	0	1.2425	2.626645
31	0.5	0	1.2425	2.626645
32	0.5	0	1.2425	2.626645
33	0.5	0	1.2425	2.626645
34	0.4	0	1.2425	2.626645
35	1.2	0	1.2425	2.626645
36	0.5	0	1.2425	2.626645

Continuación anexo 5.

37	0.4	0	1.2425	2.626645
38	0.4	0	1.2425	2.626645
39	0.4	0	1.2425	2.626645
40	0.5	0	1.2425	2.626645

R 1.2425

D4= 2.114

D3= 0

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Anexo 6. **Máquina formadora de vidrio sin funcionamiento**



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

Anexo 7. **Repuestos de pistones con sensor Heye**



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S.A.

