



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

MEJORA A LA OPERACIÓN DE INSPECCIÓN, DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA S.A.

German Estuardo Peña de León

Asesorado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano

Guatemala, mayo de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MEJORA A LA OPERACIÓN DE INSPECCIÓN, DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA S.A.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

GERMAN ESTUARDO PEÑA DE LEÓN

ASESORADO POR LA INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA DE SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

MEJORA A LA OPERACIÓN DE INSPECCIÓN, DE CONTROL DE CALIDAD EN AL EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha julio de 2010.



German Estuardo Peña de León



Guatemala, 23 de noviembre de 2011.
REF.EPS.D.1070.11.11

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

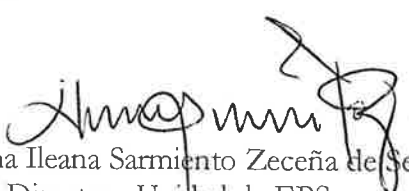
Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“MEJORA A LA OPERACIÓN DE INSPECCIÓN DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA, S.A.”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **German Estuardo Peña De León** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

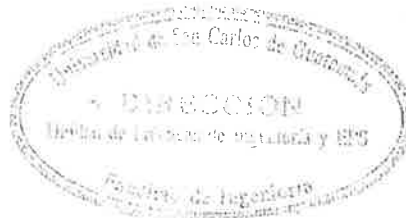
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo como Asesora-Supervisora de EPS y Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra

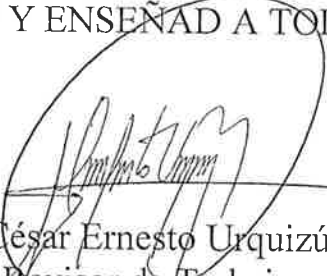




REF.REV.EMI.226.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORA A LA OPERACIÓN DE INSPECCIÓN DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **German Estuardo Peña De León**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2011.

/mgp



REF.DIR.EMI.076.012

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 **MEJORA A LA OPERACIÓN DE INSPECCIÓN DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **German Estuardo Peña de León**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



Guatemala, mayo de 2012.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **MEJORA DE LA OPERACIÓN DE INSPECCIÓN DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **German Estuardo Peña de León**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large loop and several vertical strokes.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, mayo de 2012



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- A Dios y a la Virgen** Seres todopoderosos, que me han dado la vida y derramado sus bendiciones para alcanzar todas mis metas.
- A mis padres** Lic. José German Peña Santos y Lisbeth Georgina de León de Peña, por el ejemplo, esfuerzo, sacrificio y apoyo que me dieron durante toda mi carrera con el único objetivo de verme triunfar.
- A mi hermana** Silvia G. Peña de Juárez por su apoyo incondicional.
- A mi cuñado** Manuel A. Juárez R. por su apoyo incondicional.
- A mis sobrinos** María Fernanda y José Manuel.
- A mi tía** Corona Afre, por sus consejos durante todos estos años.
- A mi novia** Brenda L. Barrios H. por su cariño, inspiración y empuje para alcanzar este triunfo.
- A mis amigos** Ing. Ángel González y su familia, al Ing. Víctor Gutiérrez y su familia, por su amistad y apoyo incondicional hacia mi persona.

AGRADECIMIENTOS A:

**Inga. Norma Ileana
Sarmiento Z. de Serrano**

Por su valiosa colaboración y asesoría en el desarrollo de este trabajo de graduación.

Vidriera Guatemalteca, S.A.

Por haberme permitido la realización del presente trabajo de graduación.

**Ing. Pedro Hugo
García Toledo**

Por la confianza, consejos y amistad que me ha brindado este tiempo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
RESUMEN.....	VII
OBJETIVOS.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	XI
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Antecedentes de la empresa.....	1
1.2. Visión.....	3
1.3. Misión.....	4
1.4. Estructura organizacional.....	4
1.4.1. Funciones de los puestos.....	5
1.5. Descripción y características del producto.....	12
1.6. Descripción de la materia prima.....	14
2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Herramientas de diagnóstico.....	17
2.1.1. Reconocimiento e identificación de la necesidad de cambio.....	19
2.1.2. Realización de diagnóstico.....	19
2.1.3. Diagrama Pareto.....	19
2.1.4. Diagrama causa-efecto o Ishikawa.....	21
2.1.5. Resultados.....	22
2.2. Proceso de fabricación.....	23
2.2.1. Diagrama de flujo o de proceso.....	23
2.3. Control de calidad.....	25

2.4.	Ventajas de control de calidad	26
2.5.	Mejora de operaciones en un proceso de producción.....	27
2.5.1.	El rol del personal	27
3.	SITUACIÓN ACTUAL.....	29
3.1.	Descripción del proceso de fabricación.....	29
3.1.1.	Máquina I.S.....	33
3.1.2.	Templadores	33
3.2.	Descripción del proceso de control de calidad	36
3.3.	Descripción general de la problemática.	38
3.4.	Diagnóstico.....	39
3.5.	Uso de herramientas de diagnóstico	39
3.5.1.	Cuestionario para el diagnóstico de la operación inspección.....	40
3.5.2.	Diagrama de causa y efecto	41
3.5.3.	Diagrama de Pareto.....	42
3.6.	Resultados.....	46
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	49
4.1.	Programa informático	49
4.2.	<i>Software</i>	49
4.3.	Descripción de la propuesta	49
4.4.	Punto destinado a mejorar.....	51
4.5.	Definición y justificación del punto de inspección en línea	51
4.5.1.	Estudio de tiempos.....	51
4.5.2.	Análisis de los estudios de tiempo efectuados en la operación inspección en las líneas de producción.....	60
4.6.	Formato virtual.....	60
4.6.1.	Diseño propuesto del formato virtual.....	60

4.6.2.	Programa a utilizar	63
4.6.3.	Lenguaje virtual RPG	64
4.7.	Descripción del nuevo proceso	64
4.8.	Implementación del método	65
4.9.	Descripción del nuevo equipo	68
4.9.1.	Ubicación del nuevo equipo	69
4.9.2.	Diseño de módulos para protección del equipo.....	71
4.10.	Vigilancia y auditorias	75
4.11.	Beneficio del nuevo sistema de control de defectos	76
4.12.	Costo del sistema propuesto	78
CONCLUSIONES		81
RECOMENDACIONES		83
BIBLIOGRAFÍA.....		85
ANEXOS.....		87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Fotografía de las instalaciones de la fábrica	3
2.	Organigrama de la empresa VIGUA.....	11
3.	Fotografía de cristalería y envases de vidrio	14
4.	Fotografía de Cullet molido	16
5.	Flujograma de diagnóstico	18
6.	Símbolos para los diagramas de flujo	24
7.	Diagrama de etapas de fabricación de botellas de vidrio	34
8.	Representación del proceso completo	35
9.	Diagrama de flujo del proceso de producción de envases de vidrio.....	37
10.	Diagramas de Ishikawa	42
11.	Gráfico del diagrama de Pareto.....	45
12.	Formato virtual de inspección de línea en el área de control de calidad.....	63
13.	Cronograma de actividades para la implementación del formato virtual en las líneas de producción	67
14.	Fotografía del equipo instalado en las líneas de producción.....	68
15.	Mapa de ubicación de computadoras en las líneas de producción	70
16.	Esquema de módulos de protección para las computadoras	72
17.	Módulo de protección de computadoras vista frontal	74
18.	Módulo de protección de computadoras vista trasera	75

TABLAS

I.	Ventajas y desventajas de una estructura organizacional funcional	5
II.	Resumen del proceso	38
III.	Tabla de resultados de cuestionarios para la escritura de defectos en el formato de papel por parte del inspector de calidad	40
IV.	Diagrama de Pareto aplicado a la operación de inspección del departamento de calidad de VIGUA.....	43
V.	Diagrama de Pareto aplicado a la operación de inspección del departamento de calidad de VIGUA, en porcentaje.....	44
VI.	Estudio de tiempo en la operación inspección en la línea 1.....	53
VII.	Estudio de tiempo en la operación inspección en la línea 2.....	54
VIII.	Estudio de tiempo en la operación inspección en la línea 3.....	55
IX.	Estudio de tiempo en la operación inspección en la línea 1.....	57
X.	Estudio de tiempo en la operación inspección en la línea 2.....	58
XI.	Estudio de tiempo en la operación inspección en la línea 3.....	59
XII.	Calificación de factores dentro de la planta de producción	69
XIII.	Costo de materiales para la implementación de computadoras en las líneas de producción	79

RESUMEN

VIGUA, S.A., cuenta con una planta de fabricación, constituida por un horno de fundición y tres líneas de fabricación de envases de vidrio.

Está estructurada a través de departamentos que optimizan el trabajo, formados por personal calificado en diferentes áreas de producción, de envases de vidrio.

Por lo tanto, es necesario el realizar un estudio sobre las diferentes variables que afectan la operación inspección del área de calidad y que causan pérdidas de tiempo en la descripción de los defectos de los envases, para poder realizar una operación eficiente y ágil.

Se tomó la decisión de proponer un nuevo procedimiento para la operación inspección del área de control de calidad, obteniendo con esto la ventaja de asegurar la calidad del producto y satisfacción de los clientes internos como a los clientes externos, también se analizó cuáles eran los factores que afectaban la operación inspección del área de control de calidad.

La implementación de un nuevo sistema de control dentro de la operación inspección de la empresa, pretende reducir el tiempo de control de defectos, a la vez contribuirá a hacer más óptimo y confiable el procedimiento de inspección.

La mejora como una disciplina de la ingeniería es más que un procedimiento de control industrial, para supervisar y controlar las operaciones de plantas y procesos industriales. Las computadoras en las líneas de producción no da comienzo, ni significa de por sí una mejora completa.

La inspección asistida por computadora se encargará por una parte del control de defectos en la inspección de unidades producidas.

Actualmente la empresa posee un formato en hojas de papel para llevar un control estadístico, de defectos y reportes de moldes rechazados que se dan en las líneas de producción pero no en tiempo real de lo que sucede en el tiempo de producción.

Con el método propuesto se espera obtener que la operación de los inspectores de línea agilicen sus operaciones y que los jefes de las diferentes áreas y gerentes estén siempre en observación de lo que sucede en las líneas de producción, para lograr un mejor flujo productivo y utilizar eficientemente el tiempo productivo.

OBJETIVOS

General

Diseñar un nuevo formato en la operación inspección en la industria de envases de vidrio, con el fin de optimizar dicha operación para asegurar el cumplimiento de las especificaciones deseadas por los clientes de acuerdo al tipo de moldura de los diferentes productos que ahí se fabrican, así como su calidad, obteniendo con esto su prestigio actual en el mercado.

Específicos

1. Elaborar un nuevo formato de control de defectos en la operación inspección que pertenece al departamento de control de calidad del proceso de fabricación de envases de vidrio.
2. Hacer ágil y confiable el reporte de control de defectos en la operación de inspección.
3. Consultar en tiempo real el control de defectos, por parte del personal en las líneas de producción y otras personas que lo requieran.
4. Hacer más accesible la operación para los inspectores en la recopilación de datos de control de defectos de los envases de vidrio.

5. Disminuir el tiempo de elaboración de reportes hora a hora de los inspectores de línea en la operación inspección del área de control de calidad.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación, se enfoca en mejorar el procedimiento actual de la operación de inspección en el área de control de calidad, en la producción de envases de vidrio.

Actualmente es necesario implementar la alta competitividad en las empresas, así como sistemas de control de calidad que permitan tener una cultura empresarial orientada hacia la optimización de recursos disponibles, tomando en cuenta la calidad del proceso de la misma, para la obtención de un producto final de alta calidad, logrando la plena satisfacción del cliente.

Debido a que el control de calidad tiene como objetivo asegurar a la administración, que el producto que se fabrica cumple con las necesidades y especificaciones requeridas por el cliente, el presente trabajo tiene como objetivo principal diseñar un nuevo formato en la operación inspección en la producción de envases de vidrio, para asegurar el cumplimiento de las especificaciones deseadas de acuerdo al tipo de producto y su calidad, obteniendo con esto su prestigio dentro del mercado centroamericano y el Caribe.

La implementación de un nuevo formato de control de defectos dentro de las líneas de producción de la empresa, pretende reducir el tiempo de la operación inspección de control de defectos, a la vez contribuirá a hacer más eficiente el sistema de inspección, consultar en tiempo real el control de los defectos, además este sistema complementa los procedimientos de calidad en la producción de envases de vidrio.

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes de la empresa

VIGUA inició operaciones en febrero de 1991 y es una de las empresas que forman el Grupo VICAL. Se encuentra ubicada en las instalaciones que ocupara –CAVISA-, que cerró operaciones en enero de 1990, ubicada en la 48 calle, avenida Petapa zona 12 de la ciudad capital de Guatemala.

El Grupo VICAL es líder en la producción y comercialización de envases de vidrio en Centroamérica y El Caribe. El Grupo Vidriero centroamericano VICAL está formado por nueve empresas ubicadas en diferentes países centroamericanos:

- En Guatemala
 - Vidriera Guatemalteca, S. A. – VIGUA
 - Sílice de Centroamérica, S. A. – SICASA
 - Distribuidora Industrial y Comercial, S. A. – DISGUA

- En Costa Rica
 - Vidriera Centroamericana, S. A. - VICESA
 - Sílice de Costa Rica, S. A. – SICORSA
 - Centroamericana de Tapas, S. A. –CATASA
 - Distribuidora Industrial y Comercial, S. A. – DISCO
 - Cerámica Florentina, S. A. – FLORENTINA

- En Nicaragua
 - Proveedor industrial y Comercial, S. A. – PROVINCO

VIGUA cuenta con una planta de fabricación, constituida por un horno de fundición, tres líneas de fabricación de envases y cristalería y cinco líneas de decorado para envases y cristalería, cuya capacidad de producción es de 30 millones de envases por día. En la actualidad cuenta con alrededor de 600 trabajadores entre ejecutivos y operarios.

El tipo de edificio de VIGUA es de segunda categoría ya que predomina el acero estructural con una combinación de concreto armado, las cubiertas superiores del edificio son de lámina galvanizada y en algunas secciones son de loza de concreto armado.

Está estructurada a través de departamentos que optimizan el trabajo, formados por personal calificado en el área de producción, preparación de vidrio, materia prima, diseño de molduras, decorado, operaciones, control de calidad y recursos humanos.

VIGUA S.A., como ya se ha mencionado con anterioridad es una empresa exclusivamente dedicada a la fabricación de cualquier tipo de envases de vidrio y cristalería de mesa.

A continuación en la figura 1, se presenta una fotografía de las instalaciones de la fábrica.

Figura 1. **Fotografía de las instalaciones de la fábrica**



Fuente: Manual Vical.

1.2. Visión

“La visión de Vigua es elaborar envases de vidrio y cristalería que cumplan las expectativas de calidad de sus clientes de acuerdo al programa de producción, optimizando los recursos técnicos y humanos disponibles para buscar un incremento constante de la productividad y a la vez desarrollar a su personal en un ambiente de respeto y armonía fomentando el mejoramiento continuo en todos sus procesos sin perjudicar el medio ambiente.”¹

¹ Elaborado por Gerencia de personal. Manual de inducción VIGUA 2005. p. 3.

1.3. Misión

“La misión de Vigua es empacar envases de vidrio que cumplan con las normas de calidad establecidas con sus clientes a través de una revisión efectiva, confiable y oportuna dentro de un ambiente laboral de respeto que cumpla con las normas de seguridad.”²

1.4. Estructura organizacional

Actualmente la empresa se basa en una estructura organizacional funcional, que es encabezada por el Gerente General, seguido de los Gerentes de cada departamento, que a la vez cuenta con los Jefes respectivos de cada área.

Dentro de una estructura organizacional funcional cada puesto subordinado a otro se representa por cuadros en un nivel inferior, ligados por líneas que representan la comunicación de responsabilidad y autoridad es decir que la estructura organizacional de VIGUA comienza en la alta administración, seguido de una administración intermedia, terminado por una administración inferior. (Figura 2)

A continuación se detallan las ventajas y desventajas que conlleva un tipo de estructura organizacional funcional, como la de VIGUA.

² Elaborado por Gerencia de personal. Manual de Inducción VIGUA 2005. p.3.

Tabla I. **Ventajas y desventajas de una estructura organizacional funcional**

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la capacidad y eficiencia de los jefes por la especialización. • Permite separar las actividades en sus elementos más simples. • Existe la posibilidad de rápida adaptación en casos de cambios en los procesos 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificulta definir la autoridad y responsabilidad de cada jefe en los aspectos que no son comunes. • Se duplica el mando y genera la fuga de responsabilidad. • Se reduce la iniciativa para acciones comunes. • Existen quebrantamientos de disciplina y numerosos conflictos.

Fuente: elaboración propia.

1.4.1. Funciones de los puestos

- Gerente general: es la persona responsable de dirigir a toda la planta en la toma de decisiones y de inversión, es el que vela por el bienestar de toda la empresa y es la voz de los gerentes ante los directivos o inversionistas.
- Gerente de operaciones: es la persona responsable de dirigir la logística de distribución y calidad del producto hacia los clientes.

- Gerente de fabricación: es la persona responsable de controlar los procedimientos de producción y las respectivas decisiones, para que está genere la producción apropiada.
- Gerente de planta: es la persona responsable de velar que toda la planta de producción cuente con el equipo y máquinas adecuados para el buen uso del mismo.
- Gerente de recursos humanos: es la persona responsable de velar por el reclutamiento, y selección del personal adecuado para el trabajo de la planta de producción y administración de la empresa.
- Gerente de finanzas: es la persona responsable de administrar y analizar los recursos financieros de la empresa.
- Gerente de moldes: es la persona responsable sobre el uso adecuado de moldes para la producción de la planta.
- Jefe de ingeniería industrial: es la persona responsable de calcular, analizar y dar a conocer los resultados diarios de la producción diaria de la planta de producción.
- Jefe de calidad: es la persona responsable de analizar la calidad del producto que genera la planta de producción.
- Jefe de mantenimiento: es el responsable de dirigir y programar los mantenimientos preventivos y correctivos a todo el equipo de la planta de producción.

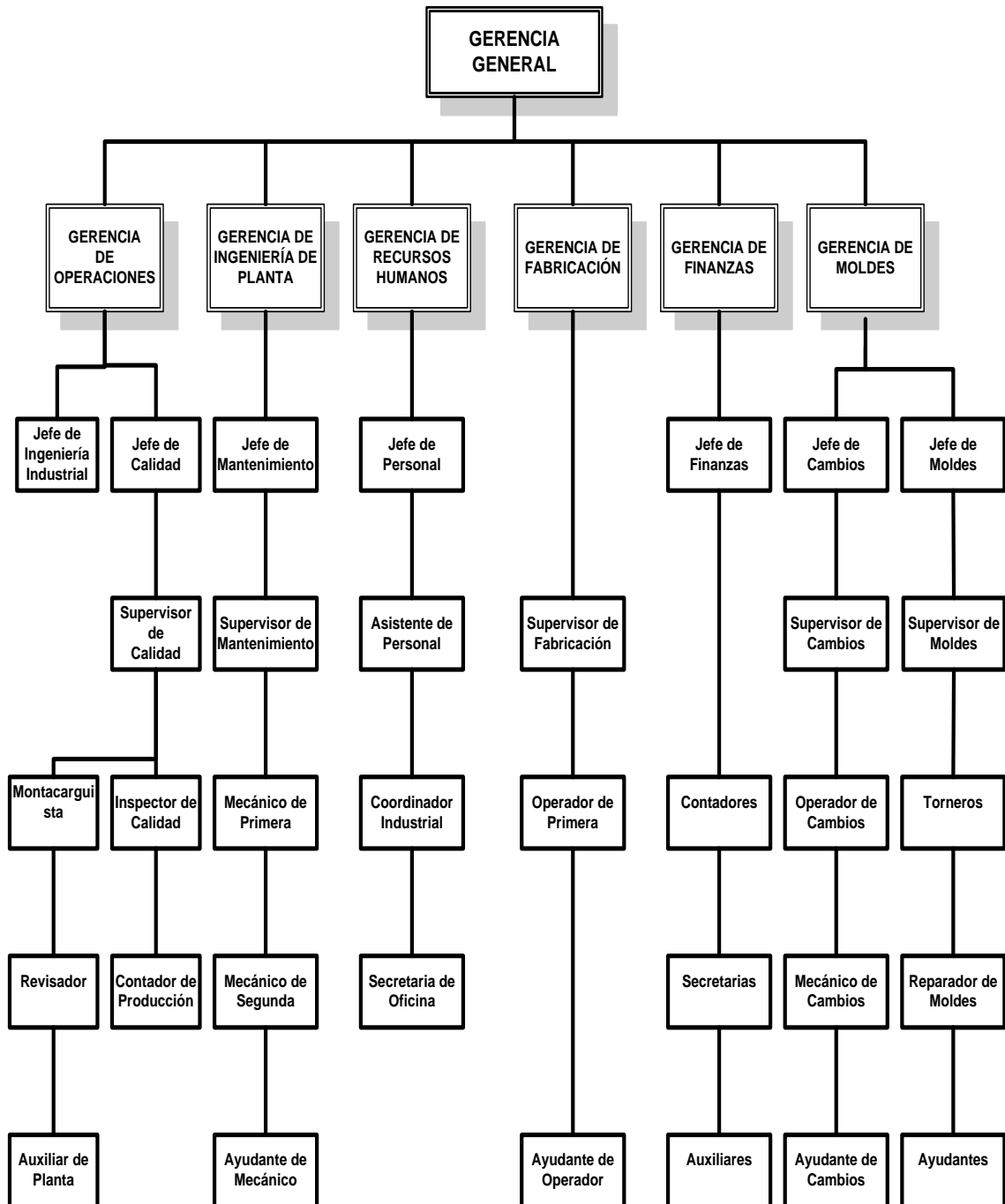
- Jefe de personal: es el responsable de evaluar el rendimiento de los trabajadores de la planta y administrativos de la empresa.
- Jefe de finanzas: es la persona responsable de auxiliar en reportes al gerente de finanzas y establecer parámetros de recursos monetarios en categoría de gastos de la empresa.
- Jefe de cambios: es la persona responsable de programar cambios de molduras (estilos de envases) para que se realicen en un menor tiempo posible.
- Jefe de moldes: es la persona que junto al jefe de cambios y los gerentes de producción y operación, que se coordinan para programar la producción y que los cambios de moldes se realicen bien dentro de la máquina I.S.
- Supervisor de calidad: es la persona responsable de dirigir a los inspectores y montacarguistas de respetar los controles de calidad del producto, durante el proceso de revisión y distribución.
- Supervisor de mantenimiento: es la persona responsable de dirigir a los mecánicos para que mantengan el buen funcionamiento del equipo que se encuentra dentro de la planta de producción.
- Supervisor de fabricación: es la persona responsable de dirigir a los operadores de las máquinas I.S. para que mantengan las especificaciones del producto dadas por el cliente.

- Supervisor de cambios: es la persona responsable de dirigir a los operadores para que el cambio de producción en cierre los parámetros correctos del producto.
- Supervisor de moldes: es la persona responsable de dirigir a los mecánicos del equipo de moldes para que el cambio de estos sea correcto.
- Asistente de personal: es la persona responsable que lleva los archivos de empleados activos, suspendidos y accidentados, dentro de la empresa.
- Operador de primera: es la persona encargada de mantener el buen funcionamiento de la máquina I.S.
- Operador de cambios: es la persona encargada de hacer el cambio correcto de moldes dentro de la máquina I.S.
- Mecánico de primera: es la persona encargada de brindarle el mantenimiento preventivo y correctivo a la máquina.
- Inspector de calidad: es la persona responsable de que el producto que se esté fabricando cumpla con los requerimientos y especificaciones acordados por el cliente.
- Montacarguista: es el encargado de llevar las tarimas ya terminadas con el producto debidamente empacado hacia el área de embarques.

- Coordinador industrial: es la persona responsable de la asistencia puntual de los trabajadores y por la seguridad de acciones de riesgo dentro de la planta de producción.
- Torneros: son las personas dedicadas al mantenimiento específico de los moldes de producción.
- Contadores: son las personas que conforman el departamento de finanzas y son estas personas que llevan el registro de contabilidad de la empresa.
- Revisor: es el responsable de detectar los defectos y separar los malos envases o mala cristalería en la línea de producción.
- Contador de producción: es la persona responsable de contar la producción hora por hora en todas las máquinas I.S. y calcular su respectiva eficiencia.
- Mecánico de segunda: es la persona que apoya al mecánico de primera en circunstancias eléctricas y electrónicas.
- Mecánico de cambios: es la persona que ejecuta y desarrolla el cambio de molde en cada máquina I.S.
- Reparador de moldes: es la persona que se dedica a reparar y verificar los defectos de los moldes para su buen funcionamiento y su prolongación de vida útil.

- Secretaria: es la persona asistente que ayudan con la escritura y redacción de documentos, archivos de papelería con que cuenta cada departamento.
- Ayudante de cambios: es la persona encargada de llevar y traer la moldura buena y mala que está trabajando en la máquina I.S.
- Ayudante de operador: es la persona encargada del relevo o ausencia de cualquier operador de primera.
- Ayudante de mecánico: es la persona encargada del relevo o ausencia de cualquier mecánico de planta.
- Auxiliar de planta: es la persona encargada del relevo o ausencia de cualquier revisor o contador de producción.
- Auxiliar: es la persona encargada de la mensajería del departamento de finanzas de la empresa.

Figura 2. Organigrama de la empresa VIGUA



Fuente: Manual de Inducción VIGUA 2005. p.4.

1.5. Descripción y características del producto

“El vidrio se forma con diferentes tipos de sales. El componente más importante es el dióxido de silicio en forma de arena. Para fabricar el vidrio común se añaden carbonato sódico y piedra caliza (carbonato de calcio).

El vidrio es el más universal de los envases, al no contar con contraindicación de uso alguna.

Está presente en la práctica total de los sectores y en algunos de ellos en exclusiva, aunque es la industria agroalimentaria a la que más estrechamente ligado se encuentra.

Es un material de estructura amorfa, que se obtiene por enfriamiento rápido de una masa fundida lo cual impide su cristalización.

De aquí surge otra definición que dice que el vidrio es un líquido sobre enfriado. Esto quiere decir de altísima viscosidad a temperatura ambiente, por lo que parece un sólido.

Cuando se encuentra a 1450 °C es un líquido de baja viscosidad. A esa temperatura su viscosidad es parecida a la de la miel. A temperatura ambiente el vidrio se comporta estructuralmente como un líquido congelado, dicho de otra forma es un líquido que se enfría tan rápidamente que es imposible que se formen cristales.

En la actualidad el envase de vidrio ocupa una parte muy importante dentro de la industria alimenticia, ya que por ser el único empaque que conserva la pureza, calidad y mantiene inalterable el sabor de los alimentos brinda la confianza que todo consumidor busca en los productos que ingiere.

VIGUA cuenta con una amplia gama de envases alimenticios, idóneos para salsas de tomate, alimentos en conserva, mayonesa, mostaza, aderezos, jaleas, bebidas, etc., los cuales comercializa localmente con clientes de alto consumo a través de sus distribuidoras que atienden clientes al detalle.

VIGUA también cuenta con una amplia variedad de diseños de envases para el área farmacéutica, principalmente fabricados en color ámbar para protegerlos de la luz y conservar sus propiedades químicas, a excepción de algunos como los que se utilizan para sueros que en su mayoría son cristalinos.

Diseñados para envasar jarabes, cápsulas, etc., existe una amplia gama de capacidades en presentaciones desde 13 ml. hasta 1 litro y la mayoría de ellos son envases redondos con corona rosca.

Además cuentan con una línea de cristalería de amplia variedad de vasos con diseños impresos y sin impresión para todo uso, para cubrir todas las necesidades de sus clientes en cuanto a formas, capacidades, acabados usos y gustos de diferentes mercados, a continuación en la figura 3, se muestra algunos de los productos de cristalería y envases fabricados en VIGUA.”³

³ Elaborado por Gerencia de personal Manual de inducción VIGUA 2005. p.8

Figura 3. **Fotografías de cristalería y envases de vidrio**



Fuente: Manual Vical.

1.6. Descripción de la materia prima

A continuación solo se describe la materia prima empleada en la producción de cristalería y en envases de vidrio, además se describen los tipos de colorantes empleados para la fabricación del producto mencionado así como su procedencia. Por motivos de ética profesional solo se mencionaran.

➤ **Materia prima**

La materia prima consiste en moler y mezclar los diferentes compuestos inorgánicos que son:

- Arena Sílice
- Feldespato
- Caliza
- Soda Ash
- Cullet

➤ Colorantes

Los colorantes que se utilizan para los diferentes colores de envases de vidrio son:

- Ámbar: hematita (mineral de hierro) y azufre.
- Verde esmeralda: cromita (en mayor porcentaje).
- Verde georgia: cromita (en menor porcentaje).
- Cristalino: pequeñas cantidades de selenio y cobalto para resaltar el cristalino.

➤ Procedencia

La procedencia de los componentes para la manufactura del vidrio es:

- Arena sílice: en Pochuta, Chimaltenango – Guatemala.
- Soda Ash: Estados Unidos de América.
- Caliza: Guatemala.
- Feldespato: Guatemala.
- Cullet (Pedacería de vidrio): embotelladores, basureros y centros de acopio de países centroamericanos.

A continuación en la figura 4, se presenta una fotografía de como se muele el cullet.

Figura 4. **Fotografía de cullet molido**



Fuente: Manual Vical.

2. MARCO TEÓRICO

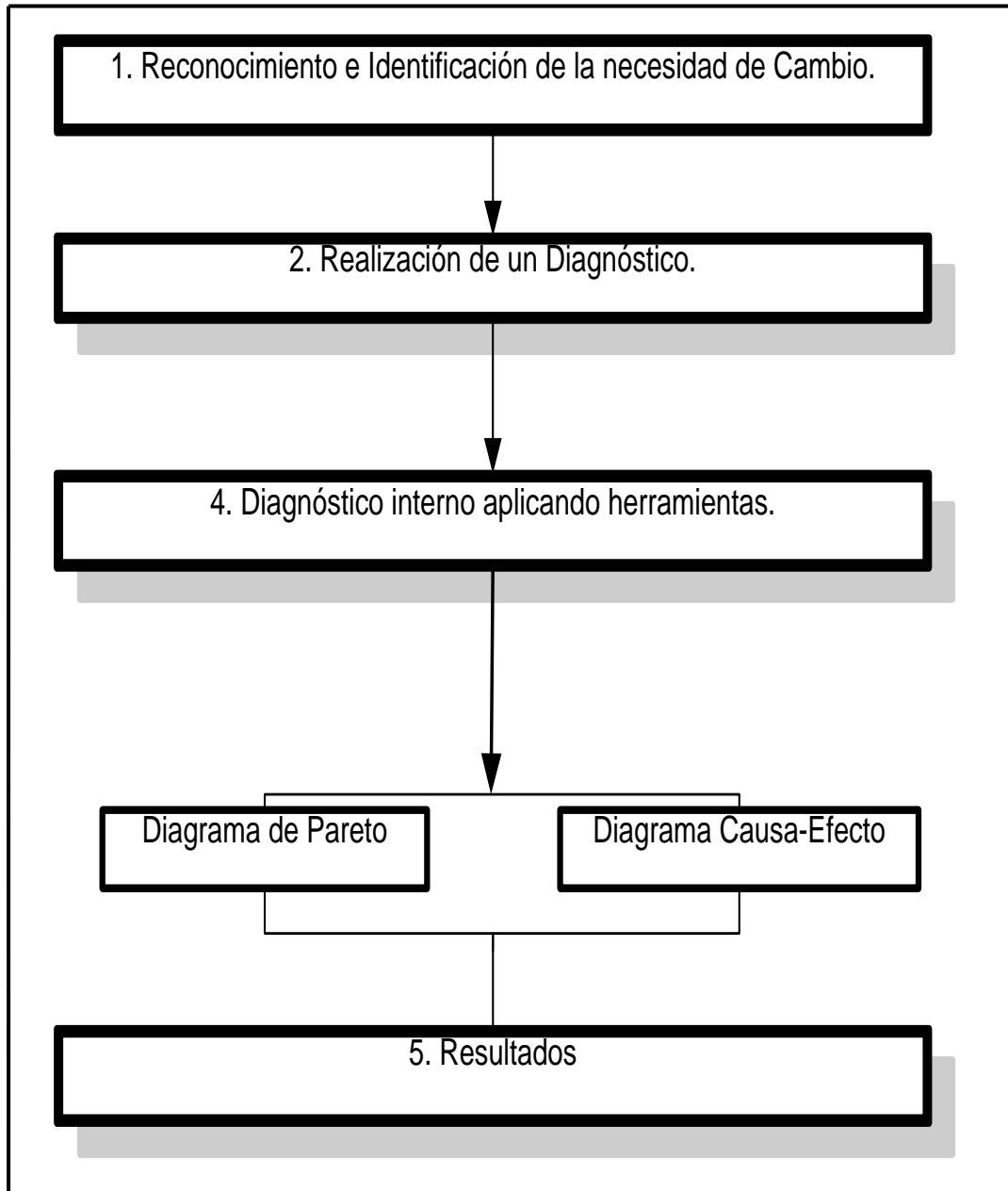
2.1. Herramientas de diagnóstico

Las herramientas de diagnóstico organizacional son procesos que permiten decidir cuál es la forma adecuada de dividir y de coordinar las actividades de la organización a la luz de las metas y del plan estratégico de la empresa, así como de las circunstancias del entorno en el cual se pone en práctica un plan de mejora.

En realidad al carecer de un sistema claro y preciso para especificar un problema, se entorpece la adecuada solución o mejora del mismo, hablando en términos de economía de recursos. Se requiere, por lo tanto, de un método funcional, basado en el pensamiento racional, para realizar un diagnóstico de problemas que requieran de la aplicación de la ingeniería.

A continuación en la figura 5, se presenta un flujograma del método de diagnóstico propuesto para dar solución a aquellos entornos empresariales que presentan áreas de oportunidad de mejora en los procesos.

Figura 5. **Flujograma de diagnóstico**



Fuente: FRANKLIN FINKOWSKY, Benjamín. Organización de empresas, análisis, diseño y estructura. p. 22.

2.1.1. Reconocimiento e identificación de la necesidad de cambio

El método de diagnóstico empieza cuando se reconoce e identifica una necesidad de cambio, lo que equivale a percibir un problema.

2.1.2. Realización de diagnóstico

Para que se analice correctamente el asunto a mejorar, es conveniente conocer lo mejor posible los entornos externos e internos donde éstos se encuentren.

La realización de los diagnósticos interno y externo de las empresas, se utilizan para establecer la posición de partida de la organización en cuanto a sus recursos principales y sus habilidades para hacer frente al entorno, permitiendo conocer sus competencias tecnológicas claves. Estas funciones constituyen la base sobre la cual se erige la estrategia.

2.1.3. Diagrama Pareto

El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Joseph Juran en honor del economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. Con esto estableció la llamada Ley de Pareto donde, la desigualdad económica es inevitable en cualquier sociedad.

El análisis de Pareto es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto.

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías: las Pocas Vitales (los elementos muy importantes en su contribución) y los Muchos Triviales (los elementos poco importantes).

Lo que significa que el análisis de Pareto afirma que en todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son responsables de la mayor parte de dicho efecto.

A continuación se comentan una serie de características que ayudan a comprender la naturaleza de la herramienta.

- Priorización: identifica los elementos que más peso o importancia tienen dentro de un proceso.
- Unificación de criterios: enfoca y dirige el esfuerzo de los componentes de un proceso hacia un objetivo prioritario común.
- Carácter objetivo: su utilización fuerza a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.
- Simplicidad: tanto la tabla como el diagrama de Pareto no requieren ni cálculos complejos ni técnicas sofisticadas de representación gráfica.
- Impacto visual: el diagrama de Pareto comunica de forma clara, evidente y de un vistazo, el resultado del análisis de comparación y priorización.

Finalmente un diagrama de Pareto es una gráfica de barras que enumera las categorías en orden descendente de izquierda a derecha. Que permite analizar causas y planear una mejora continua.

2.1.4. Diagrama causa-efecto o Ishikawa

Diagrama de causa efecto o de espina de pez ideado por el ingeniero Ishikawa. El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa-efecto, es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria y posteriormente en el de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como es la calidad de los procesos, los productos y servicios.

Fue concebido por el ingeniero japonés Dr. Kaoru Ishikawa en 1953. Se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pescado, que consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha.

A este eje horizontal van llegando líneas oblicuas como las espinas de un pez que representan las causas valoradas como tales por las personas participantes en el análisis del problema. A su vez, cada una de estas líneas que representan una posible causa, reciben otras líneas perpendiculares que representan las causas secundarias. Cada grupo formado por una posible causa primaria y las causas secundarias que se le relacionan forman un grupo de causas con naturaleza común.

En resumen el diagrama de causa y efecto es un gráfico con la siguiente información:

- El problema que se pretende diagnosticar.
- Las causas que posiblemente producen la situación que se estudia.

- Un eje horizontal conocido como espina central o línea principal.
- El tema central que se estudia se ubica en uno de los extremos del eje horizontal. Este tema se sugiere encerrarse con un rectángulo. Es frecuente que este rectángulo se dibuje en el extremo derecho de la espina central.
- Líneas o flechas inclinadas que llegan al eje principal. Estas representan los grupos de causas primarias en que se clasifican las posibles causas del problema en estudio.
- A las flechas inclinadas o de causas primarias llegan otras de menor tamaño que representan las causas que afectan a cada una de las causas primarias. Estas se conocen como causas secundarias.

Buena parte del éxito en la solución de un problema está en la correcta elaboración del diagrama de causa y efecto. Cuando un equipo trabaja en el diagnóstico de un problema y se encuentra en la fase de búsqueda de las causas, seguramente ya cuenta con un diagrama de Pareto. Este diagrama ha sido construido por el equipo para identificar las diferentes características prioritarias que se van a considerar en el estudio de causa-efecto. Este es el punto de partida en la construcción del diagrama de causa y efecto.

Para una correcta construcción del diagrama de causa y efecto se recomienda seguir un proceso ordenado.

2.1.5. Resultados

Al analizar las relaciones por los distintos métodos, se revela la importancia y el poder relativo de cada una de ellas, así como su interrelación dinámica. Al concluir con la aplicación de las herramientas, se deben haber

obtenido la generación de soluciones preliminares, para enfocarse a la solución verdadera del problema.

2.2. Proceso de fabricación

Un proceso de fabricación, también denominado proceso industrial, manufactura o producción, es el conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de las materias primas.

Dichas características pueden ser de naturaleza muy variada tales como la forma, la densidad, la resistencia, el tamaño o la estética. Se realizan en el ámbito de la industria.

En la inmensa mayoría de los casos, para la obtención de un determinado producto serán necesarias varias operaciones individuales de modo que, dependiendo de la escala de observación, puede denominarse proceso tanto al conjunto de operaciones desde la extracción de los recursos naturales necesarios hasta la venta del producto como a las realizadas en un puesto de trabajo con una determinada máquina-herramienta.

2.2.1. Diagrama de flujo o de proceso

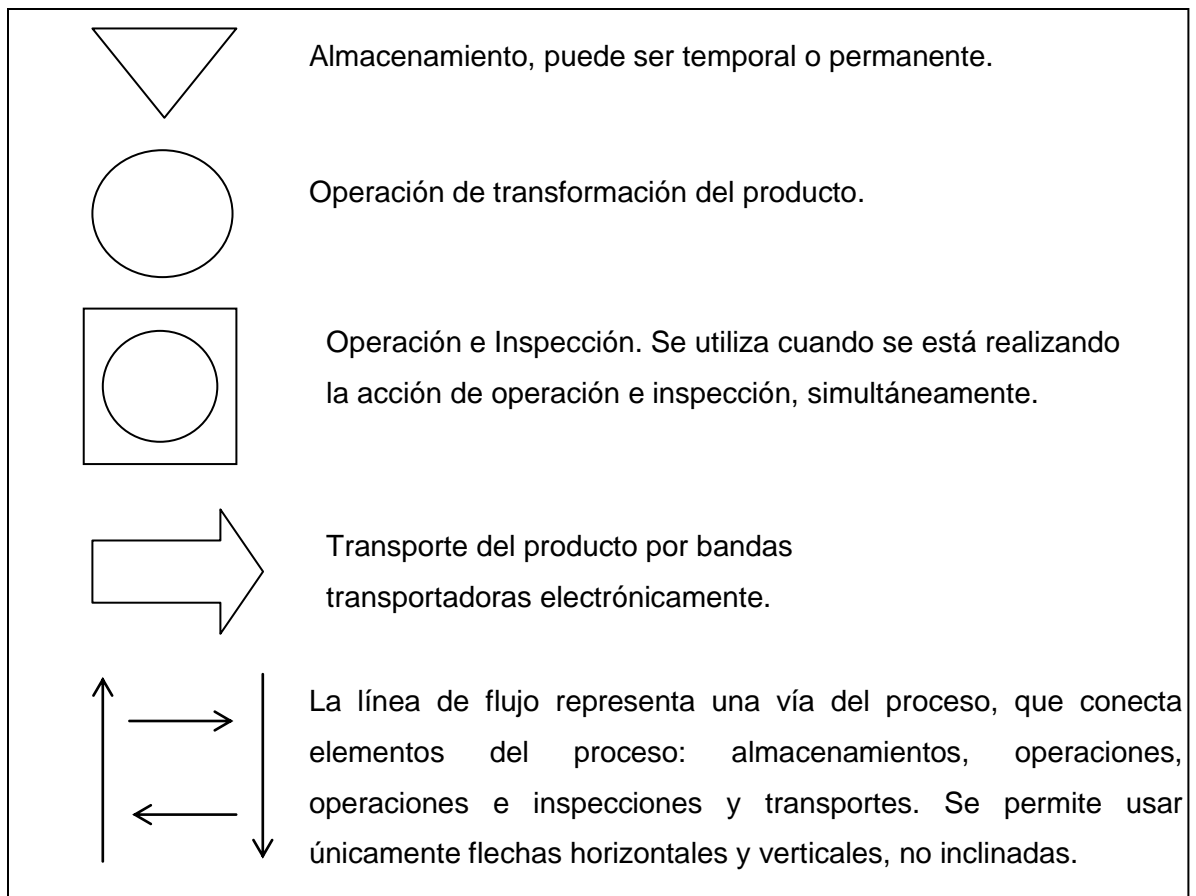
Son gráficos que indican el desplazamiento, movimiento o curso que sigue una actividad, formulario, informe, persona o cualquier otro recurso, dentro de un procedimiento de trabajo.

Su propósito es ir al detalle de una macro actividad o proceso, representando gráficamente los pasos, operaciones o actividades que lo componen, la secuencia en que estos ocurren y sus interrelaciones.

Sirven en la formulación, análisis y modificación de un procedimiento. Asimismo ofrecen una visión panorámica del flujo de trabajo.

También sirven como instrumento de comparación entre la situación real para el momento de la revisión del procedimiento y la situación futura con el nuevo modelo propuesto. Para representar las actividades se utilizan los siguientes símbolos:

Figura 6. **Símbolos para los diagramas de flujo**



Fuente: elaboración propia.

2.3. Control de calidad

“Control de calidad es el proceso mediante el cual se verifica el cumplimiento de las normas de calidad en la elaboración de los productos para que cumplan una vida útil, tengan una aceptabilidad en el mercado y satisfacción por parte de los consumidores.”⁴

También se define como el conjunto de características que tiene un producto y que le permite satisfacer necesidades al cliente, otra forma es, como los procesos destinados a asegurar que la calidad de los bienes o servicios producidos satisfagan una serie de estándares superiores.

Estas características pueden referirse, dependiendo del artículo considerado, a su durabilidad, color, cantidad, textura, resistencia y en forma general, que posea las dimensiones que permitan efectivamente emplearlo para los fines establecidos para su uso.

Todas estas características son impuestas de una u otra forma por el consumidor que compra el artículo producido, de forma directa o indirecta.

Esto es lo que se conoce como Control de Calidad, la cual posee como finalidad, garantizar que las características del artículo producido sean estables y uniformes.

Esto se realiza mediante la inspección de un muestreo estadístico sobre los artículos producidos.

⁴ J. M. Juran; F. M. Tryna. Análisis y planeación de la calidad. p. 2.

El muestreo estadístico se realiza al azar teniendo cuidado que abarque en forma uniforme todo un lote representativo. El muestreo de aceptación es el proceso de evaluación de una porción del producto en un lote, que tiene como propósito aceptar o rechazar un lote completo, considerando que se apega o no con la especificación de calidad requerida por el cliente.

Se toma en cuenta que el muestreo del lote debe ser al azar y aleatorio, además de abarcar de forma uniforme todo el lote para reducir la posibilidad de cometer errores como que se han rechazados lotes buenos o que sean aceptados lotes malos.

2.4. Ventajas de control de calidad

Entre los que se pueden mencionar es que crea un hábito de, mejoramiento en todos los aspectos del trabajo y en la motivación propia de los trabajadores.

Hacen que disminuyan los costos, pues eficiencia productiva del empaque, ya que disminuyen los desperdicios causados por la mala calidad, los rechazos de grandes lotes dentro y fuera de la planta de fabricación, pérdidas de tiempo, mano de obra y recursos productivos utilizados para reprocesos.

Fomenta las ganancias de la empresa al incrementar su participación en el mercado por el incremento y estabilidad de calidad del empaque, que se hace perceptible para los clientes.

2.5. Mejora de operaciones en un proceso de producción

La mejora de operaciones en un proceso de producción, significa optimizar la efectividad y la eficiencia, mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias y las demandas de los clientes internos. La mejora de procesos es un reto para toda empresa de estructura tradicional y para sistemas jerárquicos convencionales.

La mejora de operaciones en un proceso significa que todos los integrantes de la organización deben esforzarse en hacer las cosas bien siempre. Para conseguirlo, una empresa requiere responsables de los procesos, documentación, necesidades del cliente interno bien definidos y establecimiento del grado de satisfacción de los clientes internos, indicadores, criterios de medición y herramientas de mejora estadística.

En otras palabras la mejora operaciones, es reconocer que se tiene una no-conformidad, desviación o problema, por lo que se concluye que el mejoramiento gana más terreno cuando se resuelve un problema.

2.5.1. El rol del personal

Cualquier sistema es fundamentalmente un sistema humano. Aún en el caso de que el progreso haya avanzado tanto que a través de una empresa se complete sin que ningún trabajador toque el material, el control y los posteriores avances de los métodos de producción se harán por personas.

Aunque todas las máquinas y computadoras funcionen con controles programados, alguien debe saber lo que hay que hacer para obtener los resultados deseados.

La mejora de un proceso puede desplazar trabajadores manuales, pero no puede desplazar el elemento humano y tener éxito. En términos humanos esto significa que ningún trabajador debe contemplarse como una fuerza física apta solo para actividades manuales.

Este simple cambio en la consideración cambia la atmósfera de una empresa que quiera adoptar mejoras en sus líneas de producción, requiere personal entrenado durante un periodo de tiempo.

3. SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Descripción del proceso de fabricación

Para poder fabricar envases de vidrio se inicia con la realización de los análisis físicos y químicos a la materia prima, los cuales verifican el cumplimiento de las especificaciones.

Primero se debe cumplir con el requisito de la granulometría, es decir, el tamaño de los granos de cada material, el cual, debe estar entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de milímetro. Para el feldespato y la arena se debe cumplir unos requisitos, tales como tener una composición química estable y determinada.

Después la mezcla es enviada por medio de elevadores y transportadores hasta los silos donde queda finalmente lista para ser cargada al horno.

El horno es el sitio donde se lleva a cabo la fusión de las materias primas. Consiste en un recipiente rectangular construido con materiales refractarios resistentes al desgaste producido por el vidrio líquido y a las llamas.

El horno utiliza como combustible el crudo de castilla para producir el calor, por medio de dos quemadores, los cuales funcionan alternadamente veinte veces cada uno. Por uno de sus extremos se carga la mezcla, mientras que por el otro se extrae el vidrio fundido.

Posteriormente hay una entrada de aire de 1000 grados centígrados, con el fin de enfriar el vidrio que se encuentra dentro del horno.

Los gases producidos por el horno son expulsados por los regeneradores (1300 grados centígrados).

El primer proceso que se identifica claramente en el horno es el de fusión; aquí todas las materias primas no son propiamente fundidas, sino que al suministrarles calor primero se descomponen y después reaccionan; así los componentes que poseen menor punto de fusión se vuelven líquidos más rápido que los que tienen mayor punto de fusión (para la sílice es mayor de 1600 °C, y para el casco entre 1050 °C y 1100 °C); a medida que va aumentando la temperatura estos últimos también se funden y desaparecen como materiales cristalinos.

A continuación se realiza el proceso de refinación, en el cual se eliminan las semillas (gran número de pequeñas burbujas que se originan a partir de las reacciones de las materias primas); este proceso empieza casi simultáneamente con el proceso de fusión y continúa hasta que la mezcla de materias primas esté completamente líquida.

Luego el vidrio fundido pasa a un segundo tanque, llamado tanque de refinación, donde se intenta igualar la temperatura del vidrio en toda su extensión, para posteriormente repartirlo a las máquinas formadoras por medio de los canales.

En el canal se transporta el vidrio desde el horno hasta el lugar donde están las máquinas formadoras de envases.

Durante este trayecto se disminuye la temperatura del vidrio gradualmente (con lo cual aumenta su viscosidad), de tal manera que al final del canal se

obtenga el vidrio en un estado en el que se pueda modelar, correspondiendo a una cierta temperatura para fabricar una botella determinada.

Se denomina acondicionar el vidrio al hecho de controlar la temperatura en el flujo del vidrio que está dentro de la canal desde refinación hasta el orificio refractario y se forme la gota.

La homogeneidad de la mezcla del vidrio se mide revisando las temperaturas existentes desde el fondo hasta la superficie y de lado a lado a la entrada del tazón (última sección del canal antes de las máquinas I.S.); estas temperaturas afectan directamente la distribución del vidrio en la botella, la forma de la gota, y su cargue en la máquina, por esto una falla en esta parte del proceso puede resultar en la formación de botellas deformes, con una masa mal distribuida y, por lo tanto más frágiles.

Para obtener una temperatura uniforme en el vidrio se deben tener en cuenta las pérdidas de calor existentes a través del techo, las paredes y el piso del canal, así como el calor suministrado por los quemadores. Igualmente para acondicionar el vidrio, es necesario tener en cuenta el color del vidrio, la cantidad de vidrio que extrae cada máquina, la forma de la botella, la cantidad de aire disponible para enfriar el equipo de moldura de la máquina y la velocidad de fabricación de la máquina I.S.

Una vez se ha acondicionado el vidrio, en el alimentador se forma la gota de vidrio con el peso correcto y la forma deseada por medio de un sistema de partes refractarias compuesto por: un tubo que controla el flujo de vidrio hacia el orificio, una aguja que impulsa intermitentemente el vidrio hacia el orificio, que determina la cantidad de vidrio que tendrá la gota. Para formar la gota el flujo de vidrio se corta por el sistema de tijera.

Posteriormente, la gota se hace llegar a la máquina I.S. mediante el equipo de entrega, que consiste en una cuchara, encargada de recibir la gota, una canal por donde la gota resbala hacia cada sección y un deflector que la entrega al equipo de moldura.

Para formar una botella se necesita de la moldura; que generalmente está hecha de fundición o en aleaciones metálicas especiales (el valor de cada molde está alrededor de los cien mil dólares).

Las piezas usadas son: la camisa, la aguja y la boquillera para formar el terminado; el premolde, la tapa y el embudo para formar el palezón o preforma de la botella; y el molde, el fondo y la sopladora, para formar la botella.

Las pinzas se encargan de sacar la botella del lado del molde hacia la plancha muerta en donde se traslada hacia el transportador, mediante los barredores, el cual finalmente la llevará al templador de recocido.

Es aquí donde a partir de las porciones de vidrio por medio de los moldes montados en las máquinas I.S. se forman los envases.

Cuando se forma la botella, el vidrio se enfría muy rápido, creándose una gran cantidad de esfuerzos internos, que debilitan la botella. El templador de recocido es la encargada de aliviar esas tensiones.

En el templador calienta de nuevo la botella ya formada a una temperatura de unos 550° grados centígrados, durante unos diez minutos, disminuyendo luego lenta y controladamente la temperatura, que garantiza alivio de tensiones y el surgimiento de nuevos esfuerzos en la botella.

Con ello se aprovecha esta etapa del proceso para aplicar algunos tratamientos especiales que le prestan algunas características deseables al envase como más facilidad en el despacho, más resistencia a la ralladura, etc.

3.1.1. Máquina I.S

Son máquinas industriales que sirven para la fabricación de envases de vidrio calizo.

Aquí la sigla I.S. significa máquinas de secciones independientes, en estas una sección se puede parar sin afectar el funcionamiento de las otras o de la máquina completa.

Las empresas vidrieras utilizan en la actualidad máquinas de 6, 8, 10 y 12 secciones. Cada sección puede fabricar una botella (gota sencilla) o dos botellas (doble gota). Las botellas se pueden fabricar en dos procesos básicos: Soplo y Soplo (S.S.) y Prensa y Soplo (P.S.).

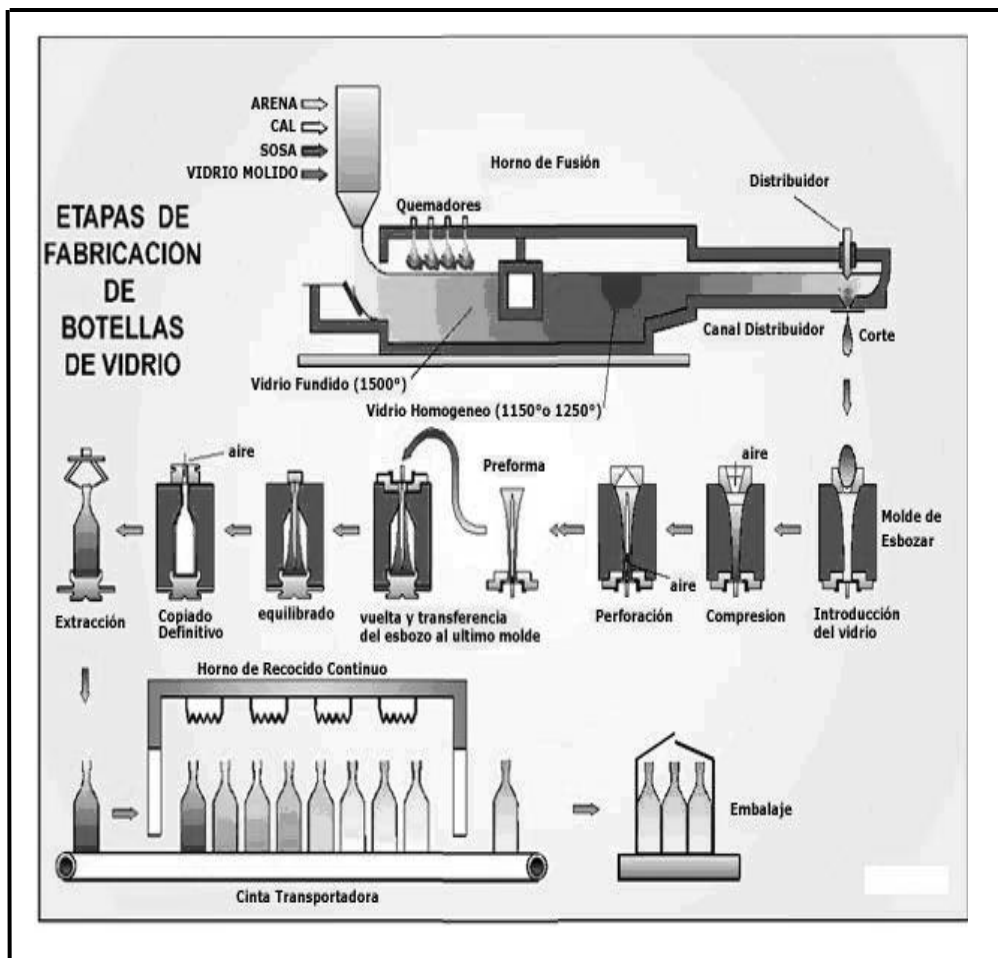
3.1.2. Templadores

Son hornos diseñados para el enfriamiento, no brusco, de los envases de vidrio, miden 5 metros de ancho por 20 metros de largo, inician con una temperatura de 1200 grados centígrados y finalizan en 90 grados centígrados.

En el templador se calienta de nuevo el envase ya formado a una temperatura de unos 1200 grados centígrados, durante unos diez minutos, disminuyendo luego lenta y controladamente la temperatura, teniendo como base una curva de temperatura que garantiza alivio de tensiones y el surgimiento de nuevos esfuerzos en el envase.

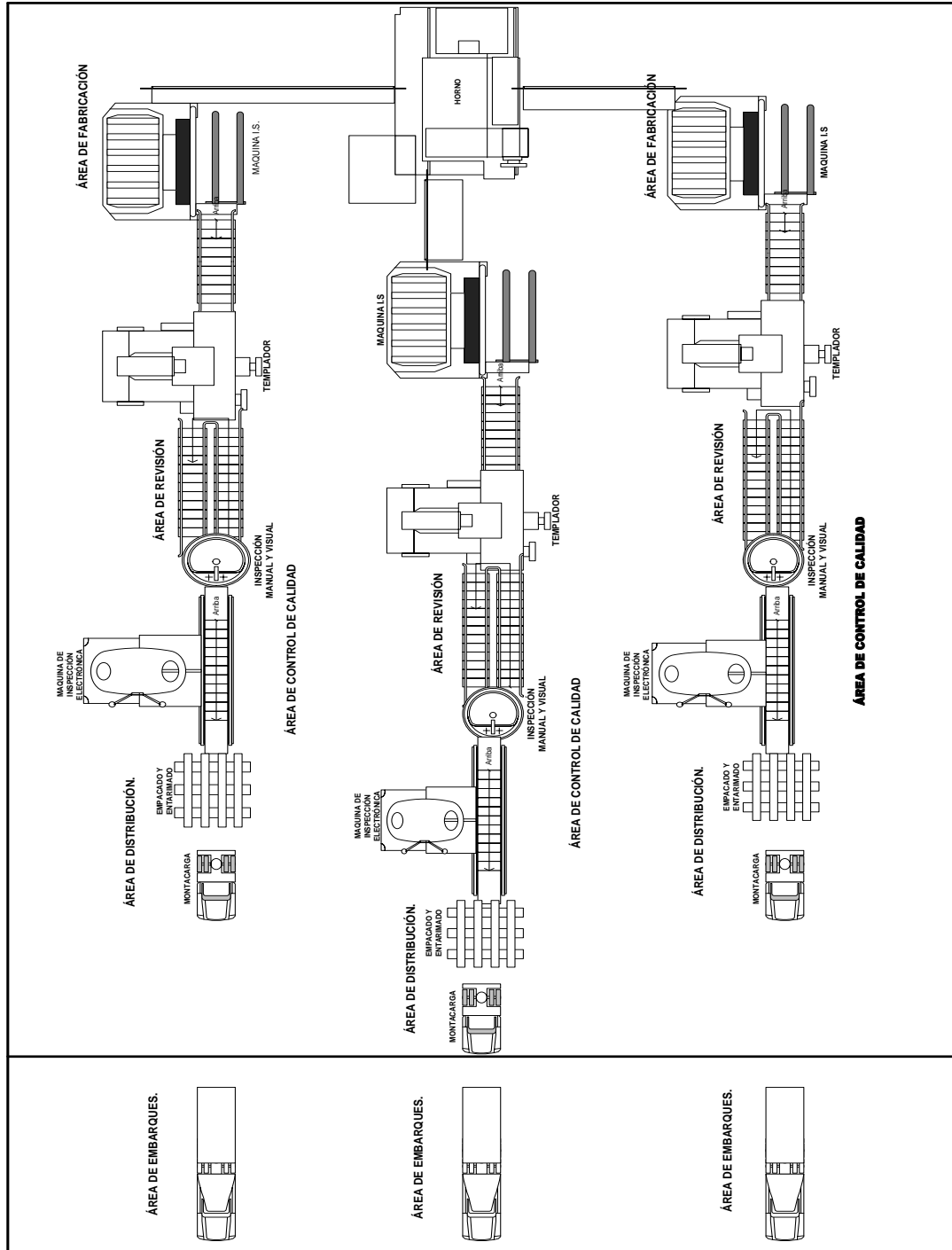
A continuación en la figura 6 y 7, se representan el área de fabricación, el área de templadores, el área de revisión o control de calidad, hasta el área de distribución, es decir una representación del proceso completo en la elaboración de envases de vidrio.

Figura 7. Diagrama de las etapas de fabricación de botellas de vidrio



Fuente: Manual Vical.

Figura 8. Representación del proceso completo



Fuente: elaboración propia.

3.2. Descripción del proceso de control de calidad

Después que los envases salen de los templadores son conducidos por medio de bandas transportadoras hacia una zona de revisión, compuesta por el inspector de calidad, este inspector de calidad realiza una serie de pruebas al envase en una mesa de inspección en la línea de producción, toma a cada media hora una muestra al azar de 50 envases de la salida del templador, buscando representatividad de todos los moldes de envases, utiliza calibradores debidamente identificados en base a las especificaciones de cada producto.

Luego revisa visualmente cada unidad de la muestra avisa a los revisadores de los defectos que se encuentran y verifica criterio de muestras límites y a la vez informa al encargado de equipos automáticos de inspección para que ajuste los dispositivos automáticos de inspección, también es el encargado de avisar al área de fabricación los defectos encontrados en los envases para que rectifiquen la producción.

Seguidamente los envases son transportados por la banda transportadora a una gran cantidad de dispositivos automáticos, dotados de sistemas capaces de detectar defectos provenientes de la formación del envase; ahí las máquinas de inspección retiran de la línea de producción todos aquellos envases que tengan defectos de forma y/o dimensionales, como grietas, arrugas, distribución irregular del vidrio en las paredes del envase y resistencia.

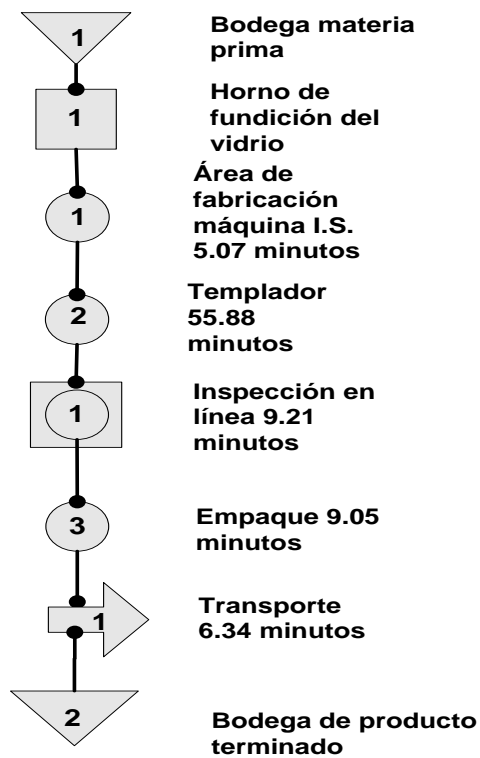
Luego continúan en la banda transportadora y son inspeccionadas visualmente por revisadores en pantallas de fondo blanco para la detección de cualquier error de producción que no cumpla el envase y que no hayan sido detectadas por las máquinas de inspección, después son transportados al área

de aduana donde son empacados los envases de vidrio en las tarimas para su transportación al área de embarque, garantizando así que la producción que se envíe cumpla los estándares requeridos por el cliente final.

Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de producción de envases de vidrio





Empresa: VIGUA, S.A.
 Área: Producción
 Proceso: Envases y cristalería de vidrio
 Inicio: Bodega materia prima
 Termina: Bodega producto terminado

Diagrama No. 1
 Diagrama del método: Actual
 Elaborado por: German Peña
 Hoja No.1



Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Resumen del proceso**

SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO MINUTOS
	Operación e Inspección	1	9.21
	Operación	3	70.45
	Transporte	1	6.34
	Almacenamiento	2	-----
	Total	7	86

Fuente: elaboración propia.

3.3. Descripción general de la problemática

Con frecuencia el procedimiento del inspector de calidad cuando escribe los defectos donde se verifica la calidad de los envases de vidrio, no mantiene los datos actualizados porque el inconveniente que tiene es de ser tardado y lento al escribir los defectos de los envases de vidrio en una hoja de papel con dimensiones de 40 centímetros de alto por 60 centímetros de largo, que tiene determinado el número de defectos, el nombre del defecto, la hora en que se encontró y el molde al que pertenece.

Por lo tanto no son suficientemente efectivos para poder controlar la información que transmite el inspector de calidad en el formato de papel, para poder comunicar al jefe del departamento de calidad y al jefe del departamento de fabricación.

Con el desarrollo de un nuevo sistema para la recolección de datos del inspector de calidad se vuelve importante una buena administración ya que es ampliamente reconocido y valorado que un buen manejo de la información de producción permite un mejor rendimiento y optimización de los recursos en la empresa.

3.4. Diagnóstico

Actualmente la empresa no posee ningún tipo de recopilación de defectos encontrados en los envases de vidrio, ágil en tiempo real de lo que sucede en las líneas de producción, volviendo a la operación inspección lenta, no actualizada y no inmediata en un momento específico a los jefes de los departamentos de control de calidad y fabricación, lo cual se convierte en el objetivo del presente trabajo de graduación.

3.5. Uso de herramientas de diagnóstico

El uso de herramientas de diagnóstico ayuda de un modo sencillo a conocer y detectar las causas más específicas de los problemas de manera más efectiva.

A continuación para encontrar las causas de la operación inspección del área de control de calidad se utilizaran las siguientes herramientas de diagnóstico:

- Cuestionario
- Diagrama de causa y efecto
- Diagrama de Pareto

3.5.1. Cuestionario para el diagnóstico de la operación inspección

Para principiar se efectuara un análisis de la operación de inspección mediante un cuestionario que consiste en una serie de preguntas cerradas y estructuradas para identificar la percepción que tiene el personal que trabaja en la inspección de envases de vidrio en el área de control de calidad. (Ver anexo 3).

A continuación se presenta el resultado de la encuesta realizada a los 12 inspectores del área de control de calidad:

Tabla III. **Tabla de resultados de cuestionario para la escritura de defectos en el formato de papel por parte del inspector de calidad**

No. Pregunta	SI	NO
1	10	2
2	1	11
3	0	12
4	12	0
5	0	12
6	0	12
7	9	3

Fuente: elaboración propia.

En los resultados arrojados por el cuestionario se concluye que el gran problema del inspector de calidad es reportar por escrito en el formato de la

hoja de papel, es decir en la escritura de los defectos encontrados en la producción de envases de vidrio ya sean menores (tolerables) o mayores (no tolerables).

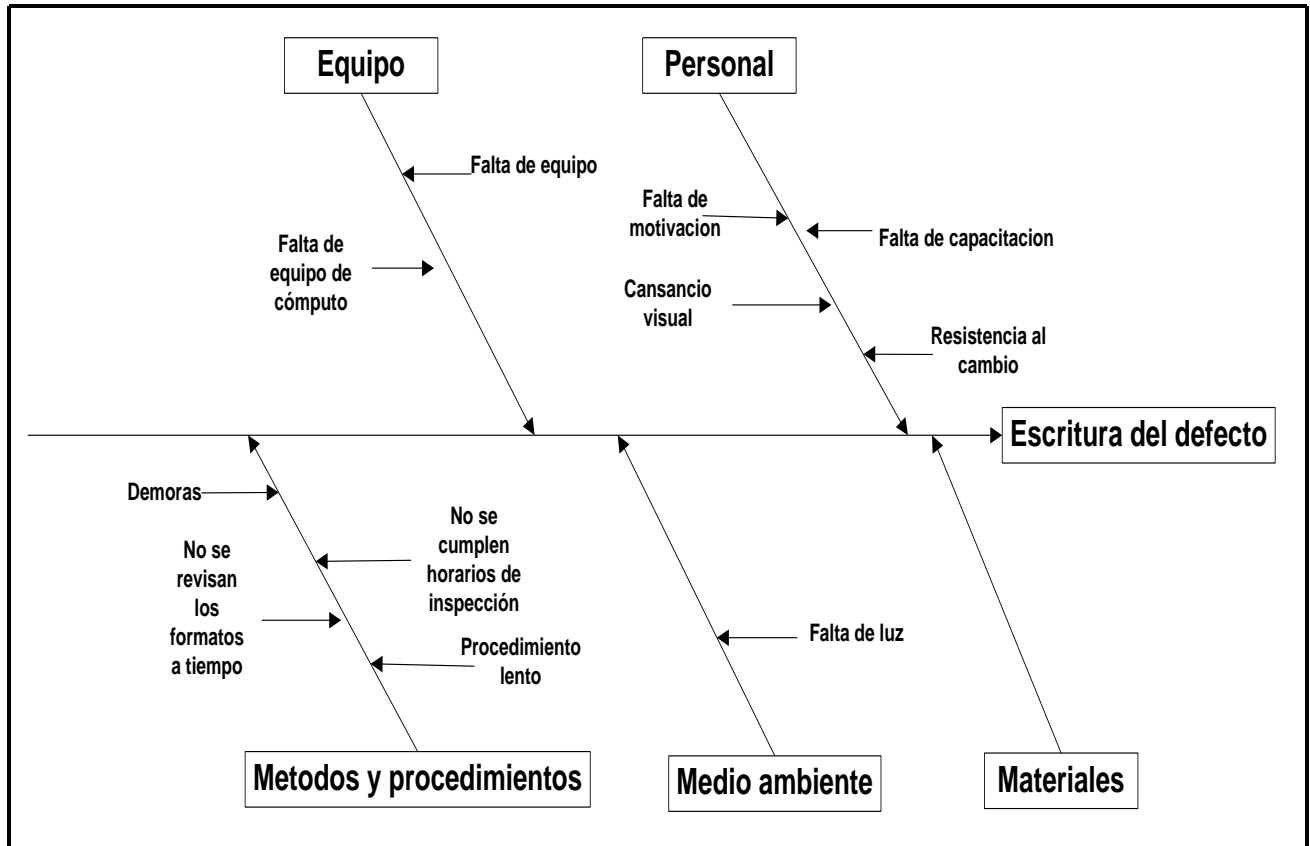
3.5.2. Diagrama causa y efecto

Para la aplicación del diagrama de causa y efecto se realizó, a petición del jefe de control de calidad, una junta con los inspectores, ya que cada uno tiene el conocimiento conciso y preciso de todo el proceso de la operación del inspector de control de calidad. Esto junto con los resultados obtenidos anteriormente analizados, se identificó la acción a mejorar, que es la escritura de los defectos en el formato de papel que es el que se inscribe en el cuadro central del diagrama de causa y efecto.

Luego sobre la línea que va al recuadro del problema central se colocaron como flechas las 5 M's que son maquinaria (equipo), mano de obra (personal), métodos y procedimientos, medio ambiente y materiales.

Después se identificó el diagrama con las causas más frecuentes y posteriormente se priorizaron las causas de acuerdo a su recurrencia.

Figura 10. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

3.5.3. Diagrama de Pareto

El objetivo del análisis de Pareto es utilizar los hechos para identificar la máxima concentración de potencial de la operación en estudio en el número mínimo de elementos que a él contribuyen.

Un inspector revisa cada envase a medida que sale del templador del área de producción registrando sus defectos en una hoja de papel tamaño doble

oficio de acuerdo con dichos tipos. Después de inspeccionar cada 30 minutos 12 envases, en un turno de 8 horas, se obtuvo una tabla como esta:

Tabla IV. **Diagrama de Pareto aplicado a la operación de inspección del departamento de calidad de VIGUA**

Tipo de la acción	Detalle del problema	Frecuencia
Agarrar envase	Se resbala el envase de las manos del inspector al ponerlo en la mesa después de las pruebas físicas	1
Sacar hoja de la mesa	Sacar la hoja de la gaveta de la mesa de inspección desdoblarla y ponerla sobre la mesa y se le cae al piso.	4
Agarrar lapicero azul	Tomar lapicero azul con la mano, y se le cae al piso	4
Caída lapicero azul	Se pone a buscarlo y levantarlo del piso	4
Código	Buscar en el formato de papel que número de código tiene el tipo de defecto encontrado en el envase inspeccionado y repite la búsqueda y confirma el código	44
Escribir código	El inspector busca la hora en que fue encontrado el defecto del envase y de que molde corresponde y lo escribe y se equivoca de renglón	33
Perdida del renglón	Se pierde el renglón del formato de papel en que debe de anotar el defecto encontrado en la inspección	36
Falta de luz	Falta de claridad en la mesa donde se encuentra el formato de papel y prende una linterna	3
Guardar la hoja	Doblar la hoja de papel y guardarla en la gaveta de la mesa y se le cae al piso.	3
Defecto critico	Apuntar defecto critico con un lapicero de color rojo y se le cae	6
Caída lapicero rojo	Se pone a buscarlo y levantarlo del piso	6
No lapicero	No encuentra lapicero rojo o azul el inspector al momento de apuntar en el formato los defectos encontrados o no encontrados	11
Total:		155

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Diagrama de Pareto aplicado a la operación de inspección del departamento de calidad de VIGUA, en porcentaje**

Tipo de la acción	Detalle del problema	Frecuencia	Frecuencia %
Agarrar envase	Se resbala el envase de las manos del inspector al ponerlo en la mesa después de las pruebas físicas	1	0.65
Sacar hoja de la mesa	Sacar la hoja de la gaveta de la mesa de inspección desdoblarla y ponerla sobre la mesa y se le cae al piso.	4	2.58
Agarrar lapicero azul	Tomar lapicero azul con la mano y se le cae al piso	4	2.58
Caída lapicero azul	Se pone a buscarlo y levantarlo del piso	4	2.58
Código	Buscar en el formato de papel que número de código tiene el tipo de defecto encontrado en el envase inspeccionado y repite la búsqueda y confirma el código	44	28.39
Escribir código	El inspector busca la hora en que fue encontrado el defecto del envase y de que molde corresponde y lo escribe y se equivoca de renglón	33	21.29
Perdida del renglón	Se pierde el renglón del formato de papel en que debe de anotar el defecto encontrado en la inspección	36	23.23
Falta de luz	Falta de claridad en la mesa donde se encuentra el formato de papel y prende una linterna	3	1.94
Guardar la hoja	Doblar la hoja de papel y guardarla en la gaveta de la mesa y se le cae al piso.	3	1.94

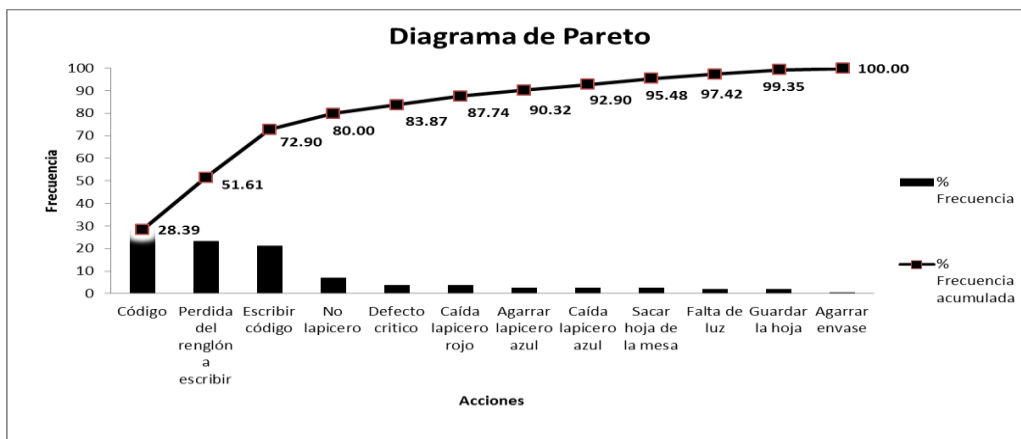
Continuación de la tabla V.

Defecto critico	Apuntar defecto crítico con un lapicero de color rojo y se cae	6	3.87
Caída lapicero rojo	Se pone a buscarlo y levantarlo del piso	6	3.87
No lapicero	No encuentra lapicero rojo o azul el inspector al momento de apuntar en el formato los defectos encontrados o no encontrados	11	7.10
Total:		60	100

Fuente: elaboración propia.

En la tabla III, la última columna muestra la frecuencia con que se presenta cada acción. En lugar de la frecuencia numérica se puede utilizar la frecuencia porcentual, es decir el porcentaje de problemas en cada tipo de acción:

Figura 11. Gráfico del diagrama de Pareto



Fuente: elaboración propia.

Lo que se presenta en la figura 9, es que el 80% de las tardanzas del inspector es en la búsqueda del código en el formato de papel, junto con la pérdida del renglón, escritura del código y con la pérdida o cambio de lapicero.

De esta manera, se obtiene una lectura fácil sobre cuáles deben ser las causas del problema que deben ser atacadas mediante un plan de mejora, de manera que si se eliminan las causas que los provocan desaparecería el 20% de las causas restantes que ocasionan las tardanzas.

El diagrama pone en relieve la importancia de resolver el problema relacionado con el reporte del defecto inspeccionado en el envase; y los problemas que tiene el inspector al momento de reportarlo en el formato de papel, con las causas más repetitivas al momento de escribirlo.

3.6. Resultados

Como se pudo analizar anteriormente la causa más frecuente en la operación de inspección es el escribir los defectos en el formato de papel, que se debe a la falta de un formato más flexible, ágil y en tiempo real; lo que implica que la empresa no cuenta con un sistema eficaz y adecuado.

Llevando a que la operación de los inspectores en las líneas de producción sea complicada, tediosa y con problemas de reportar a tiempo los defectos detectados, al área de producción para que puedan corregir la fabricación de los envases de vidrio.

La información derivada del análisis del control de defectos es necesaria para el conocimiento en tiempo real del ritmo de la producción, porque es

importante para la función de retroalimentación en beneficio claro de la producción y calidad del producto.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Programa informático

Un programa informático es un conjunto de instrucciones que una vez ejecutadas realizarán una o varias tareas en una computadora.

Sin programas, estas máquinas no pueden funcionar, al conjunto general de programas, se le denomina software, que más genéricamente se refiere al equipamiento lógico o soporte lógico de una computadora digital.

4.2. Software

Se conoce como *software* al equipamiento lógico o soporte lógico de un sistema informático; comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas.

4.3. Descripción de la propuesta

En la actualidad el uso de las computadoras está concentrado en operaciones muy simples, además los sistemas de fabricación asistidos por computadora son la última tendencia, esto debido a los avances tecnológicos en el control de los procesos.

Entonces la propuesta que debe de darse es de tener otro método de reportar y agilizar la inspección por medios tecnológicos en este caso sería el diseño de un formato virtual, similar al de la hoja de papel de control de defectos por medio de una computadora en las tres líneas de producción, capacitando al personal en el uso de una computadora y el uso del formato virtual.

Todo esto con la colaboración del departamento de informática de la empresa para la realización de un *software* diseñado, para que cubra la expectativa y necesidad de los inspectores de línea de producción.

Sin embargo se debe hacer en la forma más adecuada de modo que se pueda absorber gradualmente la nueva tecnología en un tiempo adecuado; todo esto sin olvidar los factores de rendimiento de la inversión y capacidad de producción.

Uno de los elementos importantes dentro de este resurgir de las computadoras que se utilizan como herramientas de control numérico computarizado, las cuales brindan algunas ventajas adicionales que son de importancia a considerar detenidamente, lo cual es el propósito de este estudio.

Lo que permite al ingeniero del departamento de calidad un acceso inmediato al control de defectos en las unidades de vidrio a aquella en la que se encuentran trabajando, de forma que precisa mayor atención.

También los ingenieros del área fabricación puedan comprobar que las demoras del área de fabricación se reducen o se incrementan con determinado tipo de moldura, así como el tiempo de organización.

4.4. Punto destinado a mejorar

La inspección se debe llevar a cabo en la operación de inspección en línea. En esta área será inspeccionada como fuente de recolección de datos.

Esta inspección se llevará a cabo en intervalos de tiempo específicos de aproximadamente cada hora, dependiendo de la carga de trabajo del encargado de calidad, utilizando el equipo de control adecuado al proceso de producción.

Como ya se mencionó anteriormente, los procesos para el control de defectos de la empresa, se realizan de forma manual y se lleva un registro en hojas de papel, lo que provoca pérdida de tiempo en la actualización de datos y la falta de información inmediata en un momento específico.

4.5. Definición y justificación del punto de inspección en línea

Esta área es la parte final del proceso de producción y refleja el resultado de los controles de calidad a lo largo del proceso. Los aspectos a controlar en esta área son: la garantía al consumidor final de que cada producto cumpla con sus propias especificaciones.

4.5.1. Estudio de tiempos

El tiempo de reloj, es el tiempo que el operario está trabajando en la ejecución de la tarea encomendada y que se mide con el reloj, (no se cuentan los paros realizados por el productor, tanto para atender sus necesidades personales como para descansar de la fatiga producida por el propio trabajo).

Este estudio de tiempo se realizó midiendo la actividad del llenado de datos sobre el formato de papel para el registro del control de defectos.

Se realizó con un cronómetro de reloj normal, a cada uno de los operadores de las tres líneas de producción de cada turno, donde la casilla de operador de turno indica el turno en el que fue efectuado el registro de tiempo en las tres líneas de producción, la casilla de día se refiere al día realizado para la toma de datos con el cronómetro y la casilla de tiempo minutos es el promedio de tiempo que se registró durante el turno de las tres líneas de producción en el día referido, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla VI. Estudio de tiempo en la operación inspección en la línea 1

Operador de turno	Día	Tiempo en minutos promedio por día
A	1	9,20
B	1	9,12
C	1	9,16
D	1	9,11
A	2	9,21
B	2	9,14
C	2	9,05
D	2	9,10
A	3	9,18
B	3	9,08
C	3	9,09
D	3	10,00
A	4	9,15
B	4	9,18
C	4	9,25
D	4	9,20
A	5	8,59
B	5	9,10
C	5	9,14
D	5	9,28
PROMEDIO		9,16

Fuente: investigación de campo área de control de calidad.

Tabla VII. Estudio de tiempo en la operación inspección en la línea 2

Operador de Turno	Día	Tiempo en minutos promedio por día
A	1	9,01
B	1	8,55
C	1	9,10
D	1	9,09
A	2	9,10
B	2	9,05
C	2	9,10
D	2	9,15
A	3	9,05
B	3	9,12
C	3	9,14
D	3	9,00
A	4	9,16
B	4	9,20
C	4	9,02
D	4	9,16
A	5	9,21
B	5	9,07
C	5	9,12
D	5	9,15
PROMEDIO		9,08

Fuente: investigación de campo área de control de calidad.

Tabla VIII. Estudio de tiempo en la operación inspección en la línea 3

Operador de Turno	Día	Tiempo en minutos promedio por día
A	1	9,20
B	1	9,15
C	1	9,11
D	1	9,08
A	2	9,22
B	2	9,16
C	2	9,08
D	2	9,07
A	3	9,14
B	3	9,05
C	3	9,00
D	3	9,16
A	4	8,58
B	4	9,05
C	4	9,19
D	4	9,13
A	5	9,15
B	5	9,07
C	5	9,01
D	5	9,18
PROMEDIO		9,09

Fuente: investigación de campo área de control de calidad.

Este estudio de tiempo se realizó midiendo la actividad del llenado de datos sobre el formato virtual en las computadoras en el registro de control de defectos.

Se desarrolló con un cronómetro de reloj normal, a cada uno de los operadores de las tres líneas de producción de cada turno, así como los inspectores de las tres líneas de producción de cada turno, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla IX. Estudio de tiempo en la operación inspección en la línea 1

Operador de Turno	Día	Tiempo en minutos promedio por día
A	1	2,15
B	1	2,12
C	1	2,10
D	1	2,01
A	2	2,15
B	2	2,14
C	2	2,01
D	2	2,15
A	3	2,10
B	3	2,05
C	3	2,10
D	3	1,56
A	4	2,10
B	4	2,10
C	4	2,25
D	4	2,15
A	5	2,30
B	5	2,10
C	5	2,14
D	5	2,27
PROMEDIO		2,10

Fuente: investigación de campo área de control de calidad.

Tabla X. Estudio de tiempo en la operación inspección en la línea 2

Operador de Turno	Día	Tiempo en minutos promedio por día
A	1	2,00
B	1	1,52
C	1	2,05
D	1	2,05
A	2	2,12
B	2	2,03
C	2	2,05
D	2	2,10
A	3	2,04
B	3	2,10
C	3	2,10
D	3	1,59
A	4	2,15
B	4	2,16
C	4	2,02
D	4	2,10
A	5	2,11
B	5	2,05
C	5	2,13
D	5	2,17
PROMEDIO		2,03

Fuente: investigación de campo área de control de calidad.

Tabla XI. Estudio de tiempo en la operación inspección en la línea 3

Operador de Turno	Día	Tiempo en minutos promedio por día
A	1	2,10
B	1	2,07
C	1	2,01
D	1	2,05
A	2	2,20
B	2	2,10
C	2	2,06
D	2	2,00
A	3	2,10
B	3	2,07
C	3	2,00
D	3	1,58
A	4	1,55
B	4	2,05
C	4	2,19
D	4	2,12
A	5	2,12
B	5	2,08
C	5	2,11
D	5	2,15
PROMEDIO		2,04

Fuente: investigación de campo área de control de calidad.

4.5.2. Análisis de los estudios de tiempo efectuados en la operación inspección en las líneas de producción

En términos generales, los recuentos presentados en las tablas VI a XI indican que las mejoras de un formato de papel a un formato de virtual se catalogan como mejoras productivas.

Las mejoras productivas se resumen en:

- Mejor utilización del tiempo productivo de los inspectores de línea ya que se reduce su operación de 7 minutos por hora.
- Se agiliza la forma de reportar el control de defectos que se encuentra en la línea de producción.
- Se consulta en tiempo real los reportes de los inspectores en las 3 líneas de producción.

4.6. Formato virtual

En esta etapa comprende el desarrollo de la descripción del formato virtual.

4.6.1. Diseño propuesto del formato virtual

Al momento de iniciar el sistema será necesario que los datos del usuario sean autenticados, deberá ingresar su nombre de usuario y su contraseña, personal estos serán asignados por el departamento de informática a cada uno de los inspectores, de cada línea, de cada turno.

Después de haber iniciado la sesión en el sistema se mostrara el formato virtual el cual contiene las diferentes opciones que permitirán llenar a base de la información que recolecta el inspector de línea.

Cabe mencionar también que existirán campos que solo una vez por turno llenara el inspector de línea estos datos se almacenaran automáticamente hasta que el inspector finalice su sesión en el sistema o sea al finalizar su turno.

El diseño virtual consta de 3 partes las cuales son:

- a. Carrera: en esta parte abra un campo donde se escribirá el número de la máquina (línea de producción) este dato permanecerá con este número hasta que termine el inspector de línea su turno luego el inspector del siguiente turno deberá de llenar nuevamente la información de este campo, otro campo donde se escribirá el tipo de moldura inmediatamente otro campo describirá a base del código de la moldura el nombre descriptivo de la moldura, luego aparece otro campo donde se escriba la fecha de inicio de la carrera y otro campo donde se escriba la fecha de finalización de la carrera.
- b. Parámetros de captura: en esta parte se marcarán como una opción el tipo de defecto encontrado en las muestras los cuales pueden ser de tipo de defectivo mayor o defectivo menor, o la opción de clasificación de rechazo mayor y rechazo menor. Además se escribirá en otro campo el turno al que pertenece el inspector de línea (esto se hará solo una sola vez por cada inspector cuando entren en su respectivo turno), otro campo en donde se especifique el horario (puede ser en la mañana, tarde o noche, solo una sola vez por cada turno se ingresara esta información), en otro campo se especificará la fecha del defecto (esto se hará también solo una

vez por turno), otro campo donde se escribirá la hora de la inspección, otro campo donde escriba el número de tarjeta del inspector a la par deberá aparecer el nombre del inspector (se ingresara una sola vez por turno), otro campo donde se escriba el número de muestras inspeccionadas a la hora realizada.

- c. Defectos: en esta parte se escribirán en un campo el código del defecto automáticamente aparecerá a la par la descripción del defecto reportado anteriormente escrito por el inspector de línea, luego en otro campo se escribirá la cantidad encontrada de envases por ese defecto, al finalizar se indicara en otro campo si llevan guía de decorado “N” no aplica o “A” si aplica (se ingresa una vez por turno), Seguido de otro campo donde se indica el tipo de manejo “N” no aplica manejo muy frágil o “A” si aplica manejo muy frágil (se ingresa una vez por turno), luego otro campo donde se indica el tipo tratamiento “N” no aplica o “A” si aplica tratamiento (se ingresa una vez por turno), después un campo de donde se escribirá el peso del envase antes de la entrada al templador, y luego otro campo donde se escribirá el peso después de la salida del templador, seguido de un campo donde automáticamente el formato virtual sumara el total de defectos encontrados por el inspector de línea a la hora indicada.

Figura 12. **Formato virtual de inspección de línea en el área de control de calidad**

Inspección de Línea

Primero Grabar < Pasa Anterior Grabar > Pasa Siguiente Ultimo Limpiar Salir

Carrera

Máquina: 112 LISO

Moldura: C0223 SODERA SHANGRILA VERDE

Inicio carrera: 17/01/2005 Final carrera: 00/00/0000

Parámetros de captura

Tipo defecto: Defectivo Rechazo

C.M.S.: Def. Mayor Def. Menor

Muestra: 50

Turno: A Horario: Tarde

Fecha Defecto: 26/01/2005 Hora: 10

Tarjeta: [] []

Defectos

Opc.	Codigo Defecto	Descripcion	Cantidad
4 = Borrar	178	Ovalado	4
	22	Arruga en la Corona	2
	85	Cuello rayado	2
	189	Piedra	2
	0		0

Guía Deco.: N/A Manejo: N/A Tratamientos: N/A

Peso AD: 0 Peso AF: 0

Total: 10

Fuente: Manual de informática VIGUA. p.2.

4.6.2. Programa a utilizar

El programa a utilizar por las computadoras de las líneas de producción estaría diseñado en un lenguaje llamado Visual RPG, elaborado por el departamento de informática de VIGUA, que permite ofrecerles a los usuarios; pantallas y entornos interactivos más amigables por ejemplo con controles, colores y botones que hacen más fácil la realización de las tareas y permiten mejorar el análisis de la información, este se activa en una plataforma de

Microsoft Windows XP, que a su vez tiene un soporte de red empresarial con otro *software* llamado AS/400 de IBM.

El programa estaría diseñado para ser lo más semejante al formato de papel utilizado actualmente por los inspectores de línea en el área de control de calidad.

4.6.3. Lenguaje virtual RPG

El lenguaje de programación RPG es un lenguaje de programación desarrollado por IBM en 1964 y diseñado para generar informes comerciales o de negocios. Sus siglas en inglés significan Report Program Generator, el RPG es un lenguaje legible, claro, flexible y moderno.

Entre sus principales características puede destacar las siguientes:

- Está orientado a la producción de informes.
- Realiza cálculos fácilmente.
- Emplea hojas de codificación diferentes para la descripción de ficheros, entrada de datos y salida de resultados, etc.

4.7. Descripción del nuevo proceso

El nuevo procedimiento en la operación inspección en el área de control de calidad consiste en que el inspector ingrese todos los defectos detectados en las líneas de producción por medio del *software* creado especial para el área de control de calidad, comunicando los defectos de los envases al gerente de producción, así como al jefe de control de calidad y los supervisores de línea a cada hora en tiempo real y grabando el historial automáticamente de cada molde fabricado.

Sustituyendo el formato de papel con formato virtual descrito en el punto 4.6.1., en las computadoras instaladas en las líneas de producción en el área de control de calidad.

Para que los operadores del área de producción, cambien los moldes o realicen ajustes a la máquina I.S., mejorando la producción en la elaboración de envases y cristalería, en este momento antes de que se produzcan más pérdidas en las líneas de producción.

4.8. Implementación del método

Cada turno se capacitará en un salón con que cuenta la empresa, con toda la información necesaria del *software* que tendrá cada computadora esta capacitación será a través de un equipo de video, equipo de proyección de imagen, presentaciones de la persona responsable de implementar el nuevo método.

A nivel del equipo se impartirán cursos de habilidades del uso eficiente del equipo de computación, en donde se cimentarán las bases en conceptos del programa de control de defectos.

La empresa proporcionará las computadoras para que se habiliten en las líneas de producción esto se refiere a tanto el equipo como las conexiones eléctricas y conexiones de redes, así como el *software* necesario y apto para la captura de datos por medio de los inspectores en el área de control de calidad.

A fin de establecer una forma de medir la confiabilidad de los sistemas de control de defectos los responsables del nuevo método auditarán a los inspectores durante la implementación de este, los cuales aseguran el

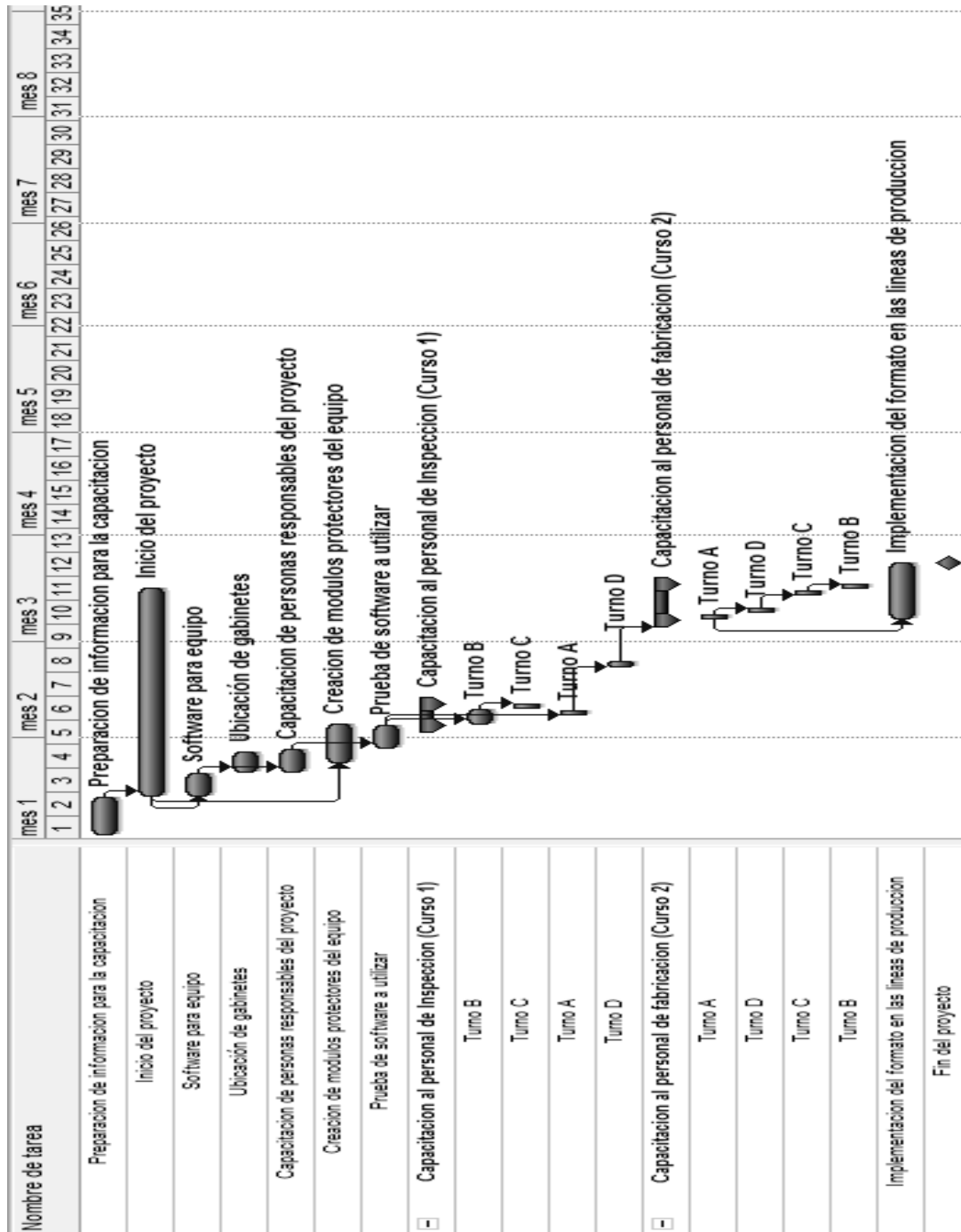
cumplimiento de los compromisos adquiridos por los inspectores, así se mantendrá una revisión constante.

El nuevo método tiene una fuerte orientación hacia la satisfacción del inspector en la línea de producción.

Toda esta labor estará sustentada en manuales técnicos, asegurándose así la memoria tecnológica de la empresa, y se seguirán los lineamientos establecidos en la norma ISO-9001.

A continuación en la figura 12, se representa el cronograma de actividades desarrolladas para la implementación del formato virtual en las líneas de producción.

Figura 13. Cronograma de actividades para la implementación del formato virtual en las líneas de producción



Fuente: elaboración propia.

4.9. Descripción del nuevo equipo

El equipo a utilizar son computadoras de escritorio llamadas PC usadas anteriormente en las oficinas administrativas de la empresa, clasificadas por el departamento de informática como computadoras de segunda mano, que ya no cumplen con las expectativas necesarias por el personal administrativo, pero que si funcionan para tareas específicas de recopilación y almacenamiento de datos.

Este equipo cuenta con monitor de color SVGA de 14", un teclado de 101 teclas en español, una unidad de procesos central conectada a la red informática de la empresa, además cuenta con un procesador Pentium III con 256 mega bites de memoria RAM, con un disco duro de 20 Giga bites, y un *mouse*, todo el equipo cuenta con un almacenador de energía en caso de cortes eléctricos temporales.

Figura 14. **Fotografía del equipo instalado en las líneas de producción**



Fuente: departamento de informática VIGUA.

4.9.1. Ubicación del nuevo equipo

La ponderación de factores se utiliza este sistema porque es el más práctico y fácil, ya que es estimativo, para la ubicación de los módulos de las computadoras que estarán en las líneas de producción.

Tabla XII. **Calificación de factores dentro de la planta de producción**

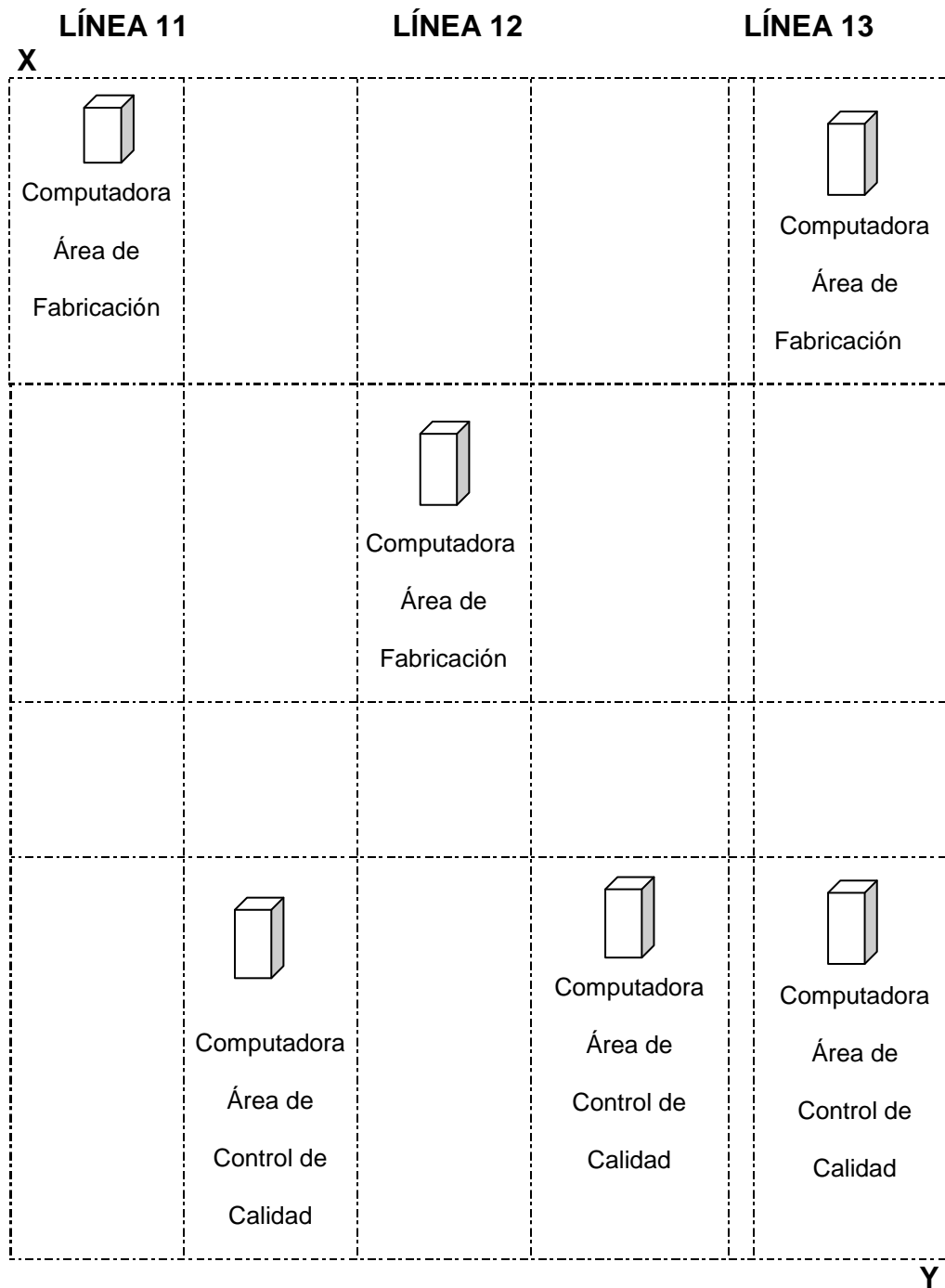
Factores de Importancia	Puntaje de Importancia	Ubicaciones Posibles		
		A	B	C
Cercanía a las fuentes de energía	10	9/90	10/100	8/80
Cercanía a los puntos de red	9	9/81	10/90	8/72
Disponibilidad de mano de obra técnica	8	10/80	8/64	6/48
Disponibilidad de espacio	9	10/90	10/90	10/90
Ambiente	7	9/63	4/28	4/28
Acceso	10	7/70	9/90	9/90
TOTAL		474	463	408

Fuente: elaboración propia.

Se utiliza un centro gravedad para evaluar la perfecta ubicación de las computadoras en las tres líneas de producción.

Se utiliza un mapa con una escala conveniente, para la representación de las líneas de producción de la planta.

Figura 15. **Mapa de ubicación de computadoras en las líneas de producción**



Fuente: elaboración propia.

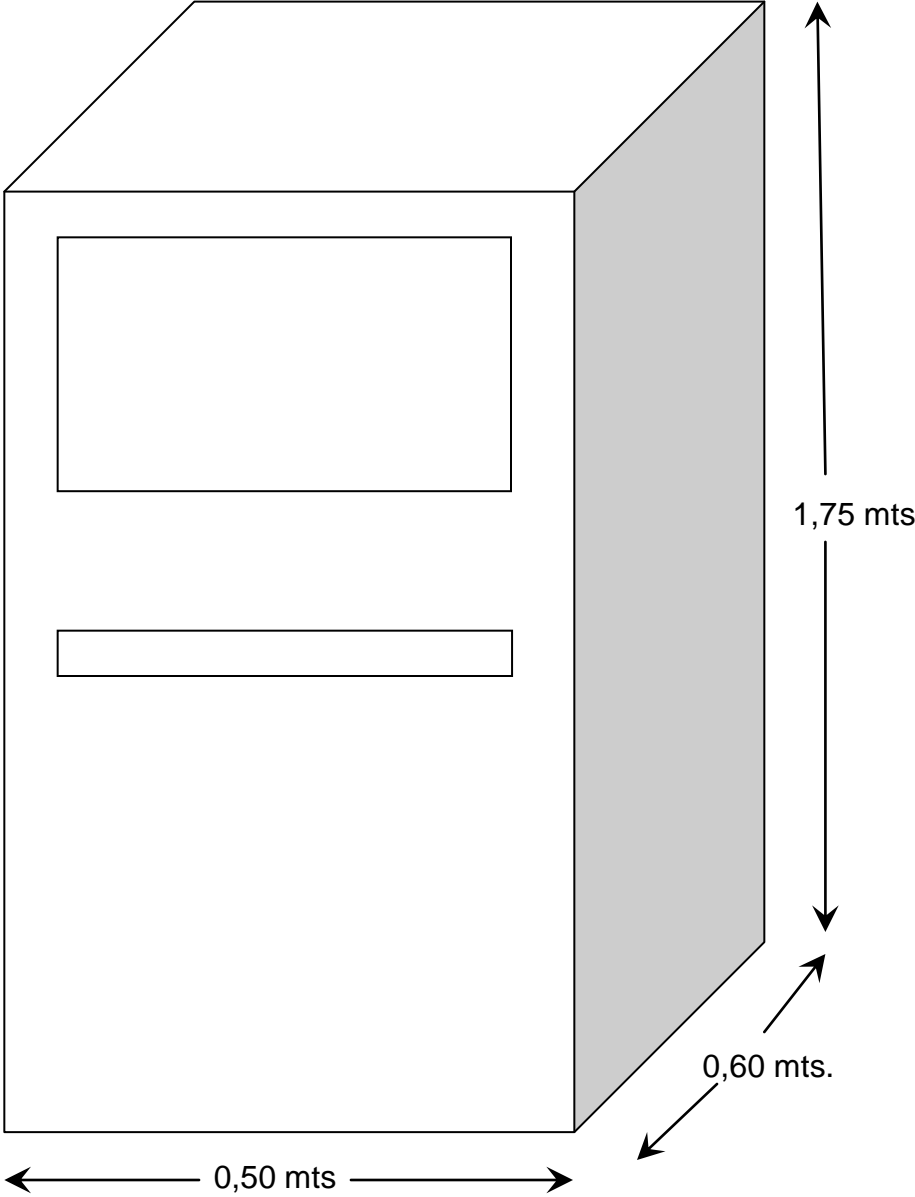
El uso de este método es para encontrar la ubicación más conveniente para un módulo que contiene una computadora dentro las líneas de producción que pueda satisfacer las necesidades del personal técnico.

4.9.2. Diseño de módulos para la protección del equipo

Se ha diseñado un módulo para las computadoras con la finalidad de proporcionar protección para el equipo, que sea hermético, y a la vez aislante del calor que existe en las líneas de producción, pues por el tipo de proceso se ven afectados los equipos electrónicos como las computadoras por el intenso calor que concentran las máquinas que elaboran los envases de vidrio y los templadores.

A continuación se muestra el esquema diseñado para los módulos de protección de las computadoras.

Figura 16. Esquema de módulos de protección para las computadoras



Fuente: elaboración propia.

El módulo está construido con material de aluminio, que en la parte superior en el espacio del monitor con un vidrio para protección del mismo y en la parte inferior del módulo va instalado el CPU protegido con una puerta de aluminio con llave para evitar riesgos de golpes, y mala manipulación quedando únicamente en la parte externa el teclado y el mouse para uso de los inspectores de línea.

Las dimensiones de los módulos de protección de las computadoras son de 1,75 metros de alto, 0,50 metros de ancho y de 0,60 metros de fondo.

A continuación se muestran los módulos para las computadoras en las figuras 16 y 17.

Figura 17. **Módulo de protección de computadoras vista frontal**



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Módulo de protección de computadoras vista trasera**



Fuente: elaboración propia.

4.10. Vigilancia y auditorías

Una auditoría de la calidad es una revisión independiente realizada para comparar algún aspecto del desempeño de la calidad con un estándar para ese desempeño.

El propósito principal de una auditoría de calidad es evaluar el cumplimiento del estándar adoptado. No se refiere a la calidad de los productos o servicios de salida, sino a la de los procesos que constituyen el ámbito de la misma.

Para que las auditorías tengan credibilidad, es necesaria que sean realizadas por una persona independiente. Esto significa que debe ser llevada a cabo por cualquier individuo preparado que no tenga relación con la empresa.

El propósito de las auditorías de la calidad es asegurar de manera independiente que:

- Se identifiquen las deficiencias y se tomen acciones correctivas.
- Exista conformidad con las especificaciones.
- El sistema de datos proporcione información precisa y adecuada sobre la calidad a todos los interesados.

4.11. Beneficio del nuevo sistema de control de defectos

El beneficio de un sistema de control de defectos en el área de control de calidad son múltiples, a través de un programa diseñado para un proceso frente al control manual del mismo proceso, brinda ciertas ventajas y beneficios de orden económico, social y tecnológico, pudiendo resaltar las siguientes:

- Se asegura una mejora en la calidad del trabajo del inspector en el desarrollo del proceso, esto depende de la eficiencia del sistema implementado.

- Se obtiene una reducción de costos, puesto que se racionaliza el trabajo, se reduce el tiempo y dinero dedicado al uso de papel.
- Existe una reducción en los tiempos de procesamiento de información.
- Flexibilidad para adaptarse a nuevos productos (fabricación flexible y multifabricación).
- Se obtiene un conocimiento más detallado del proceso, mediante la recopilación de información y datos estadísticos del proceso.
- Factibilidad técnica en procesos y en operación de equipos.
- Factibilidad para la implementación de funciones de análisis, optimización y auto diagnóstico.
- Aumento en el rendimiento de los equipos y facilidad para incorporar nuevos equipos y sistemas de información.
- Disminución de la contaminación y daño ambiental.
- Racionalización y uso eficiente de la energía.

Cuanto más sepa un gerente acerca de la empresa y que ocurre en la planta de producción, más eficiente será en su trabajo con los sistemas. Bajo la presión del tiempo en situaciones reales.

4.12. Costo del sistema propuesto

Cuando se toma una decisión para empeñarse en determinada alternativa, se abandonan los beneficios de otras opciones.

Los beneficios perdidos al descartar la siguiente mejor alternativa son los costos de oportunidad de la acción escogida.

Cuando se elige esta opción se puede clasificar como costo de oportunidad.

El costo del sistema propuesto es mínimo ya que el equipo que se empleará es equipo de computación no utilizado en las oficinas administrativas, pues el costo radicaría más en la instalación de los puntos de red informática dentro de las líneas de producción y en la construcción de los módulos de protección térmica para el equipo de computación, ya que los técnicos del departamento de informática se encargarán de la respectiva instalación de red informática de la planta de producción; a continuación se presentan los costos en la siguiente tabla:

Tabla XIII. **Costo de materiales para la implementación de computadoras en las líneas de producción**

Descripción	Costo unidad	Costo total
Rotetas	Q.9,50	Q.57,00
Cable de red por metro	Q.10,00	Q.600,00
Módulo de protección de computadora	Q.1150,00	Q.6900,00
Instalación eléctrica por módulo	Q.100,00	Q.600,00
Lámpara de iluminación del teclado	Q.25,00	Q.150,00
Total	Total Individual Q. 1294,50	Total de los 6 Módulos Q. 7767,00

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Con un formato virtual computarizado, la empresa mejora la operación inspección ayudando a innovar su proceso mediante la tecnología y se logra una mayor confiabilidad en tiempo real.
2. Para que la toma de decisiones sea efectiva y confiable en un determinado tiempo durante el proceso de producción se debe tener un conocimiento detallado del proceso de producción en un reporte confiable e inmediato y así tener un buen control de calidad del producto fabricado e inspeccionado.
3. Al momento de consultar como se ha encontrado la producción en un determinado momento se incrementan los conocimientos de indicadores y comportamientos de producción para garantizar el normal desarrollo de la producción.
4. Al utilizar un formato virtual los inspectores de línea agilizan el proceso de captura de datos en el área de control de calidad haciendo más eficiente su labor de detectar defectos en la fabricación de los envases de vidrio, para brindar al cliente productos de calidad de acuerdo a sus necesidades y especificaciones.
5. Los resultados obtenidos indican que la implementación del formato virtual en la operación inspección, si disminuye el tiempo de recolección de datos hora a hora por parte del inspector de calidad, contribuyendo a la mejora de la operación en estudio.

6. Tal vez lo más importante es que el desarrollo de las líneas de producción de la empresa, llegan en un momento que la dependencia tecnológica es casi absoluta, colocando a los ingenieros industriales en un gran reto por dar ese granito de arena, que consiste en el mejoramiento continuo de los procesos productivos en la organización en la cual se desempeñan.

RECOMENDACIONES

1. Es conveniente analizar el concepto de visión y misión que tiene la empresa porque los conceptos se encuentran planteados erróneamente.
2. Para disminuir la captura del control de defectos debe de implementarse este sistema computarizado en las líneas de producción para el mayor aprovechamiento de recursos, mejores condiciones de trabajo para el trabajador, más y mejor obtención de datos cuantitativa y cualitativamente.
3. Durante este proceso es de suma importancia que el personal esté facultado y capacitado para hacer capturas de datos con la computadora.
4. Después de haber realizado el diseño del formato virtual dentro de la empresa no se ha realizado un análisis de los resultados, es decir, no se ha evaluado la efectividad del sistema propuesto. Es necesario que la empresa realice una evaluación para conocer si efectivamente el cambio dará los resultados que la empresa planteó al iniciar el nuevo método.
5. Por último, también se recomienda que no se pierda de vista el monitoreo dentro de las líneas de producción para no menos preciar la labor de los inspectores de línea.
6. Es conveniente que se lleven a cabo auditorías internas de calidad para verificar que realmente que los inspectores estén cumpliendo con el uso adecuado del equipo y del llenado del formato virtual.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHASE AQUILANO, Jacobs. *Administración de producción y operaciones*. México: McGraw-Hill, 2001. 200 p.
2. FRANKLIN FINKOWSKY, Benjamín. *Organización de empresas, análisis, diseño y estructura*. México: McGraw-Hill, 1993. 192 p.
3. GARCÍA MARTÍNEZ, José. *Fundamentos de administración*. México: Trillas, 1990. 210 p.
4. HAMMER, James. *Reingeniería*. Colombia: Norma, 1994. 200 p.
5. JURAN, J. M. *Análisis y planeación de la calidad*. México: McGraw-Hill, 1995. 633 p.
6. KOONTZ HEINZ, Harold, *Administración moderna*. México: 5ª ed. McGraw-Hill, 1994. 515 p.
7. TERRAZAS CALDERON, Armando, *La reingeniería como una herramienta de competitividad*. México: McGraw-Hill, 1996. 185 p.
8. Vidriera Guatemalteca, S.A., *Manual de inducción*. Guatemala: 2005 22 p.

ANEXOS


- Anexo 1. Formato de control de unidades defectuosas vista delantera de la hoja
- Anexo 2. Formato de control de unidades defectuosas vista posterior de la hoja.
- Anexo 3. Cuestionario para el diagnóstico de la operación

ANEXO 1

Formato de control de unidades defectuosas vista delantera de la hoja

2013 REPORTE DE DEFECTOS

INSPECTOR / TURNO: _____ FECHA: _____

MAQUINA:	Nb. MOLIDURA:	DESCRIPCION:	PERCENTAJE DEFECTIVO	EFICIENCIA MAQUINA	PERCENTAJE RECHAZO	GUIA DECORADO	MANEJO	TRATAMIENTOS	PE AD
 VIGUA # Rinde / Porcentaje 6:00 - 7:00 7:00 - 8:00 8:00 - 9:00 9:00 - 10:00 10:00 - 11:00 11:00 - 12:00 12:00 - 13:00 13:00 - 14:00									
DIRECCION: _____ TURNO: _____ INSPECTOR: _____									
OBSERVACIONES:									
PROMEDIO									

MAQUINA:	Nb. MOLIDURA:	DESCRIPCION:	PERCENTAJE DEFECTIVO	EFICIENCIA MAQUINA	PERCENTAJE RECHAZO	GUIA DECORADO	MANEJO	TRATAMIENTOS	PE AD
VIGUA # Rinde / Porcentaje 14:00 - 15:00 15:00 - 16:00 16:00 - 17:00 17:00 - 18:00 18:00 - 19:00 19:00 - 20:00 20:00 - 21:00 21:00 - 22:00									
DIRECCION: _____ TURNO: _____ INSPECTOR: _____									
OBSERVACIONES:									
PROMEDIO									

ANEXO 2

Formato de control de unidades defectuosas vista posterior de la hoja.

VIGUA	MAQUINA	No. MOLDURA	NOMBRE	FECHA	DEFECTOS
6:00 - 7:00					
7:00 - 8:00					
8:00 - 9:00					
9:00 - 10:00					
10:00 - 11:00					
11:00 - 12:00					
12:00 - 13:00					
13:00 - 14:00					
14:00 - 15:00					
15:00 - 16:00					
16:00 - 17:00					
17:00 - 18:00					
18:00 - 19:00					
19:00 - 20:00					
20:00 - 21:00					
21:00 - 22:00					
22:00 - 23:00					
23:00 - 24:00					
24:00 - 1:00					
1:00 - 2:00					
2:00 - 3:00					
3:00 - 4:00					
4:00 - 5:00					
5:00 - 6:00					

ARCHIVAR 1 AÑO

VB - PO - CC - 00

ANEXO 3

Cuestionario para el diagnóstico de la operación

1. ¿encuentra usted en la mesa, la hoja de control de defectos fácilmente? SI___ NO___
2. ¿encuentra usted su lapicero azul o rojo fácilmente cuando desea a notar en la hoja de defectos? SI___ NO___
3. ¿encuentra usted fácilmente el código del defecto en la hoja de papel? SI___ NO___
4. ¿se ha equivocado de renglón en la hoja de control alguna vez? SI___ NO___
5. ¿cuenta con suficiente claridad para escribir en la hoja de control? SI___ NO___
6. ¿se le ha extraviado su lapicero azul o rojo alguna vez? SI___ NO___
7. ¿le lleva tiempo doblar y guardar la hoja de papel en la gaveta de la mesa de inspección? SI___ NO___