



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

**PROGRAMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD, EN UNA
EMPRESA PRODUCTORA DE VELAS AROMÁTICAS, ENFOCADO EN LOS
COSTOS DE PRODUCCIÓN Y SU RENTABILIDAD**

Edgar Rolando Hernández Caña
Asesorado por: Inga. Carina Elizabeth Pacay Macz

Guatemala, abril de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD, EN UNA
EMPRESA PRODUCTORA DE VELAS AROMÁTICAS, ENFOCADO EN LOS
COSTOS DE PRODUCCIÓN Y SU RENTABILIDAD**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDGAR ROLANDO HERNÁNDEZ CAÑA

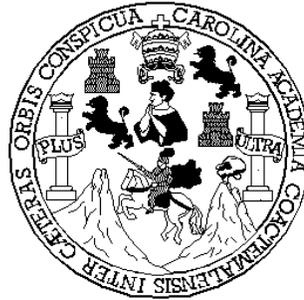
ASESORADO POR: INGA. CARINA ELIZABETH PACAY MACZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR: Ing. Walter Leonel Ávila Echeverría
EXAMINADOR: Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste
EXAMINADOR: Ing. José Rolando Chávez Salazar
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROGRAMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD, EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE VELAS AROMÁTICAS, ENFOCADO EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN Y SU RENTABILIDAD,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 3 de agosto de 2007.

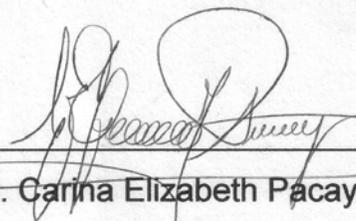
Edgar Rolando Hernández Caña

Guatemala, 30 de enero de 2008

Señor director de escuela:
Ing. Francisco Gómez Rivera
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Como asesora del trabajo de graduación presentado por el estudiante universitario Edgar Rolando Hernández Caña, titulado "**Programa de control estadístico de calidad en una empresa productora de velas aromáticas enfocado en los costos de producción y su rentabilidad**", después de haber indicado las correcciones necesarias y haberlas revisado, mi dictamen es favorable, en relación al informe final del trabajo de graduación mencionado, por lo tanto me permito recomendarlo para su respectiva aprobación.

De usted muy atentamente:



Inga. Carina Elizabeth Pacay Macz

Colegiado No. 720

Carina Elizabeth Pacay Macz
INGENIERO QUIMICO
COLEGIADO No. 720



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROGRAMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE VELAS AROMÁTICAS ENFOCADO EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN Y SU RENTABILIDAD**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Rolando Hernández Caña**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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

César Aku Castillo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO 4,073

Guatemala, marzo de 2008.

/mgp



FACULTAD DE INGENIERIA

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 **PROGRAMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD, EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE VELAS AROMÁTICAS, ENFOCADO EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN Y SU RENTABILIDAD**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Rolando Hernández Caña**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial



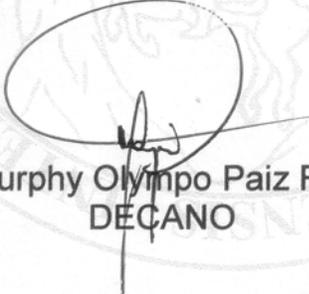
Guatemala, abril de 2008.

/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: **PROGRAMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD, EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE VELAS AROMÁTICAS, ENFOCADO EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN Y SU RENTABILIDAD**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Rolando Hernández Caña**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, abril de 2008.



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por todas las bendiciones que has dado a mi familia y a mí, por guiarme en el camino correcto que me llevó a alcanzar esta meta, y por poner en ese camino a personas que estuvieron dispuestas a ayudarme.

MIS PADRES

Elida Caña Díaz y Francisco Hernández Monroy, por todos sus esfuerzos y sacrificios que han hecho, para que yo llegara a cumplir esta etapa de mi vida.

La Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala

AGRADECIMIENTOS A:

La Ingeniera Carina Elizabeth Pacay Macz

Por su asesoría, sus consejos y gran ayuda para la realización del presente trabajo.

Mis hermanos

Anabella y William Alexis, por haber estado presentes en cada una de las etapas de mi carrera, brindándome siempre su apoyo incondicional.

Mis amigos y compañeros de estudio

Con quienes compartimos momentos desde el inicio de la carrera universitaria, por la amistad y ayuda brindada.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII

1. DEFINICIONES GENERALES DE CONTROL DE CALIDAD

1.1. Definición de calidad	1
1.2. Elementos de un sistema de calidad	2
1.3. Control estadístico de calidad	2
1.4. Control estadístico del proceso	3
1.5. Gráficos de control	5
1.5.1. Definición	5
1.5.2. Importancia	5
1.5.3. Tipo de gráficos	5
1.5.4. Límites de control	10
1.6. Muestreos de aceptación	16
1.6.1. Definición (aspectos generales, generalidades)	16
1.6.2. Importancia	18
1.6.3. Tipos de muestreos	19

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

2.1. Descripción del proceso	25
2.1.1. Insumos principales	27
2.1.2. Proceso de transformación	28
2.2. Descripción actual del control de calidad	31
2.2.1. Áreas destinadas al departamento de control de calidad	31
2.2.2. Formatos utilizados	33
2.2.3. Equipo	37
2.2.4. Procedimientos de control	37
2.5.5. Puntos críticos del proceso	38
2.3. Determinación del estado de costos de producción actual	39

3. DISEÑO DEL PROGRAMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD

3.1. Selección de los puntos de control en cada uno de los procesos	43
3.2. Control de calidad del producto en proceso de producción	46
3.2.1. Control estadístico en los procesos	46
3.2.2. Principales variables a controlar	48
3.2.3. Tipos de gráficos a utilizar	49
3.2.4. Diseño de formatos para el registro de datos	51
3.2.5. Diseño del plan de inspección	54

4. COSTOS DE FABRICACIÓN

4.1. Definición	61
4.2. Costo y valor de la calidad	61
4.3. Objetivos y ventajas económicas de un programa de control de calidad	64
4.4. Clasificación de los costos de calidad	67
4.5. Estado de costos de producción esperado utilizando el programa de control estadístico	71
4.6. Administración de los costos de calidad	75
4.7. Calidad y rentabilidad	77

5. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA

5.1. Metodología a seguir	83
5.2. Obtención de registro de las medidas en los puntos de control seleccionados	84
5.3. Cálculo de límites de control a partir de las mediciones	86
5.4. Representación de los gráficos de control de los puntos de control seleccionados	88

6. IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Descripción general de la situación ambiental en la empresa	91
6.2. Impactos negativos ambientales	92
6.2.1. Ruido	92

6.2.2. Desechos líquidos	94
6.2.3. Desechos sólidos	95
6.2.4. Desechos gaseosos	96
6.3. Medidas de mitigación	97
6.4. Impactos ambientales positivos	98
7. PROPUESTA DE SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA	
7.1. Programa de revisión del sistema	99
7.2. Retroalimentación	99
7.3. Acciones a seguir	100
7.4. Importancia del seguimiento a los cambios y mejoras	101
7.5. Mejora continua	102
CONCLUSIONES	105
RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFÍA	109
ANEXOS	111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Descripción del proceso de fabricación de velas	26
2	Diagrama de flujo del proceso	30
3	Formato de auditoría de productos en proceso	34
4	Formato de auditoría final	35
5	Formato de segunda auditoría final	36
6	Selección de gráficas de control	49
7	Formato de registro para gráficos X y R	52
8	Formato de registro para gráfico P	53
9	Diagrama de costos ocultos de calidad	63
10	Diagrama de costos según el motivo que los origina	70
11	Proceso de costos	76
12	Registro de datos para gráficos X y R	84
13	Registro de datos para el gráfico P	85
14	Gráfico R	88
15	Gráfico X	88
16	Gráfico P	89
17	Diagrama de programa de seguimiento del sistema de control de calidad	101

TABLAS

I	Estado actual de costos de producción	39
II	Estado estimado de costos de producción	73
III	Factores para determinar los límites de control para las gráficas X y R	111
IV	Constantes para determinar los límites de control para las gráficas	112
V	Tabla de valores para la determinación de gráficos de control	113

GLOSARIO

Análisis cualitativo	Cuando la calidad de un producto es expresada en términos tales como bueno o malo, aceptado o rechazado, se dice que la calidad es expresada mediante atributos, esto sucede siempre que el defecto del producto no es susceptible de medirse, pero sí verificable, como el color, olor, apariencia, etc.
Análisis cuantitativo	Cuando se habla de la calidad expresada mediante variables, significa que la característica deseada se puede medir con cualquier instrumento de medición, como altura, largo, peso, diámetro, temperatura, etc.
AQL	Acceptable Quality Level. Nivel de calidad aceptable que se relaciona con el riesgo del productor.
Control	Proceso continuo para evaluar el desempeño, comparándolo con normas o metas y cuando es necesario ejecutar correcciones.
Especificación	Son los rangos que establecen los requisitos o exigencias que el producto o servicio debe cumplir.
Estandarización	Es el establecimiento de especificaciones de diseño (dimensiones, rendimiento de trabajo, características de productos, etc.) a partir de muestreos estadísticos

tomados en algunos casos con base en el tiempo.

- Hoja de registro** Es una hoja de verificación o un formato construido especialmente para recabar datos, de tal forma que sea sencillo el registro sistemático de tales datos, y que sea fácil analizar la manera como influyen los factores principales que intervienen en una situación o problema específico.
- Proceso** Cualquier combinación determinada de máquinas, herramientas, métodos, materiales y/o personal, empleada para lograr determinadas cualidades en un producto o servicio.
- Muestreo** Es el proceso de inspeccionar una muestra de determinado tamaño, con el propósito de aceptar o rechazar un producto.
- Sistema** Es el conjunto de actividades ordenadas que relacionadas entre sí, contribuyen a realizar una determinada tarea.

RESUMEN

El presente trabajo contiene la propuesta de un control estadístico de calidad, enfocado en los costos de producción y su rentabilidad, basados en los procesos de producción de una empresa dedicada a producir y exportar velas aromáticas. Esta empresa presenta problemas relacionados con la calidad del producto, debido a que el actual sistema de control de calidad es insuficiente para cumplir con las expectativas de los clientes.

Contiene un marco conceptual, que incluye varias definiciones para facilitar la comprensión del contenido del trabajo.

Se propone un sistema basado en el control estadístico de calidad, para poder controlar la calidad del producto, el cual se compone de los siguientes aspectos: diseño de formatos para el registro de los datos, diseño de la forma de inspección y diseño del sistema de control de las especificaciones de calidad, estos detallan la forma de realizar el procedimiento, las variables a controlar del producto en proceso utilizando el control estadístico del proceso.

Como un inicio de la implementación del diseño propuesto, se realizó una serie de lecturas en los puntos críticos seleccionados en el proceso de producción, lo que condujo a la obtención de conclusiones sobre el actual nivel de calidad en la empresa.

OBJETIVOS

General

Diseñar un programa de control estadístico para garantizar la calidad en proceso, de una empresa productora de velas aromáticas, enfocado en el impacto económico que representa en la rentabilidad de dicha empresa.

Específicos

1. Determinar el estado actual del sistema de calidad de la empresa, en cuanto a la manera de controlar la calidad en sus productos y procesos.
2. Detectar los puntos críticos dentro de los procesos de producción para la aplicación del diseño de control.
3. Determinar los gráficos de control a utilizar en el programa de control estadístico de calidad.
4. Diseñar formatos específicos para la recopilación de datos que se utilizarán en los gráficos de control.
5. Determinar el grado de rentabilidad que tendrá la empresa al implementar el programa de control estadístico.
6. Proponer una guía para la implementación del uso de los gráficos de control
7. Establecer un plan de seguimiento y mejora del sistema de control estadístico de calidad.

INTRODUCCIÓN

La variabilidad, es un factor con el que convivimos diariamente, los encontramos en todas partes, por ejemplo: el tiempo que empleamos para ir al trabajo no siempre es el mismo, aunque tomemos la misma ruta todos los días, siempre existen factores que aparecen y hacen variar las condiciones que dan como resultado la variabilidad.

Del mismo modo aparecen factores externos e internos que dan como resultado la variabilidad en los procesos de producción, hacen que exista defectos y que esos defectos no siempre sean los mismos ni se presenten en la misma cantidad en cada lote de producción.

Para el control de las variabilidades en los procesos de producción, los controles estadísticos son de mucha utilidad para la reducción de productos defectuosos, y en consecuencia la disminución de costos por mala calidad que en algunas ocasiones son motivo de cuantiosas pérdidas en varias empresas, es posible evitarlos con los controles necesarios, principalmente si se detectan y se corrigen los puntos críticos en cada proceso.

El presente trabajo proporciona una propuesta para implementar los controles estadísticos de calidad en una planta exportadora de velas aromáticas, cuya herramienta básica son los gráficos de control estadístico de calidad y su objetivo primordial es fortalecer el sistema de control de calidad que actualmente existe.

1. DEFINICIONES GENERALES DE CONTROL DE CALIDAD

1.1. Definición de calidad

La calidad tiene diferentes significados según quién la interprete. Es el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio, que tiene la aptitud para satisfacer necesidades explícitas o implícitas preestablecidas.

Calidad es que un producto sea adecuado para su uso. Así, la calidad consiste en la ausencia de deficiencias y aquellas características que satisfagan al cliente. Es la totalidad de detalles y características de un producto o servicio que influye en su habilidad para satisfacer las necesidades dadas.

En términos informales se puede decir que la calidad la define el cliente, es el juicio que éste tiene sobre un producto o servicio y resulta por lo general en la aprobación o rechazo del producto, es la percepción que el cliente tiene de él, la forma como se adecúa el producto al uso que el cliente espera darle.

Un cliente queda satisfecho con la calidad del producto si se le ofrece todo lo que él esperaba encontrar y más. Así, la calidad es ante todo la satisfacción del cliente. La satisfacción está ligada a las expectativas que el cliente tiene sobre el producto o servicio, expectativas generadas de acuerdo con las necesidades, los antecedentes, el precio, la publicidad, la tecnología, etc. Se entiende que hay satisfacción si el cliente percibió del producto o servicio, al menos, lo que esperaba.

La calidad de un producto depende de su apego a las especificaciones. Este concepto involucra a las prácticas de ingeniería y manufactura ya que las especificaciones son metas y tolerancias que establecen los fabricantes y que son esperadas por el cliente.

1.2. Elementos de un sistema de calidad

La calidad no se debe considerar solo desde el punto de vista técnico en cuanto a la forma de controlar la calidad del producto o servicio, también son importantes las actividades gerenciales y administrativas para lograr que todos busquen el mismo objetivo. Esto es lo que se denomina un sistema de calidad total porque involucra desde el operario hasta el gerente general de una empresa.

Un sistema de calidad esta compuesto por el sistema administrativo y técnico. El sistema administrativo comprende: planificación, organización y administración de los recursos humanos que se relacionan con los programas de calidad. El sistema técnico se encarga del aseguramiento de la calidad en el diseño de un producto y su proceso, el diseño de la inspección y medición y el control estadístico de la calidad a través de control estadístico del proceso (CEP) y el muestreo de aceptación.

1.3. Control estadístico de calidad

Se refiere al uso de técnicas estadísticas y herramientas sencillas de registro y análisis de datos que proporcionen información importante para la toma de decisiones en aspectos relacionados con la calidad.

Es un instrumento cuya capacidad reside en distinguir las causas atribuibles a la variación de calidad, que haga posible el diagnóstico y la corrección de muchos problemas de producción y, a menudo, produce mejoras sustanciales en la calidad del producto, así como la reducción de la cantidad de productos desechables y recuperables.

El control estadístico de calidad se divide por lo regular en técnicas que son las herramientas de trabajo más comunes en control de la calidad y son las siguientes:

- a) Las gráficas de control Shewart para características de calidad mensurables, que comúnmente se llaman gráficos de control por variables (X y R).
- b) La gráfica de control Shewart para fracción defectuosa, comúnmente llamada gráfica P (gráfica de control por atributos).
- c) La gráfica de control Shewart para el número de defectos por unidad, llamada gráfica C. (gráfica de control por atributos).
- d) Muestreo de aceptación.

1.4. Control Estadístico del proceso

Es el control de proceso de producción a través de métodos estadísticos como los gráficos de control por variables y los gráficos de control por atributos, que se utilizan para ayudar a los operadores, supervisores y administradores a vigilar el proceso de producción, para identificar y eliminar las causas especiales de la variación del proceso.

Se dice que un proceso se encuentra bajo control (o control estadístico) si solamente tiene causas comunes de variación y no se necesitan cambios o ajustes al proceso, pero, cuando existen causas especiales de variación en el proceso, se dice que se encuentra fuera de control y debe ser corregido. El personal de producción debe ser capaz de determinar cuando un proceso esta fuera de control para corregirlo.

Las causas comunes de variación son los factores que siempre están presentes en el proceso como parte natural del mismo, por ejemplo: las vibraciones de la maquinaria provocan cambios en ajustes, las fluctuaciones en el sistema eléctrico causan variaciones de potencias, los ambientes naturales como la temperatura y la humedad afectan los materiales y el desempeño de los operadores.

Las causas asignables son aquellos factores negativos que surgen de fuentes externas al proceso como: la materia prima que se compra con diversos proveedores, el cambio de operadores (cambio de turno), desgaste de la herramienta y mala calibración del equipo. Cualquier causa especial puede provocar una variación muy significativa en el proceso. Por lo general estas causas son fáciles de detectar así como su corrección.

Por lo general, las causas comunes de variación representan aproximadamente el 85% de las variaciones observadas en un proceso productivo, mientras que el restante 15% es explicado por causas especiales de variación.

El control del proceso equivale a identificar las causas especiales de variación y eliminarlas, ya que si un proceso productivo trabaja solo bajo causas comunes es estable y permanece aproximadamente constante a través del tiempo.

1.5. Gráficos de control de calidad

1.5.1. Definición

El control estadístico de calidad actúa como monitor continuo de los procesos productivos. Tiene como objetivo detectar desviaciones en el proceso de producción y de este modo tomar las acciones preventivas correspondientes.

La herramienta que permite detectar dichas variaciones son los gráficos de control, estos proporcionan una visualización gráfica del desempeño del proceso en el momento de su desarrollo y además, constituyen el punto de partida para el análisis de los datos obtenidos por muestreo.

1.5.2. Importancia

Los gráficos de control dan la certeza de que un proceso esta bajo control, aportan evidencia de que un proceso esta fuera de él, detecta causas de variación, una virtud importante del gráfico de control es que advierte, dentro de ciertos límites, cuando hay que buscar las razones de variación (debidas a causas al azar o asignables).

La variación debida a causas asignables consiste en muy pocas circunstancias individuales que actúan progresiva y repentinamente ocasionando a veces productos defectuosos, estas pueden ser detectadas, generalmente su eliminación se justifica económicamente.

1.5.3. Tipos de gráficos

Existen dos tipos generales de gráficos de control: gráficos para variables y gráficos para atributos.

Gráficos de control por variables:

Se le llama variables a las características de un producto que se pueden medir y que requieran instrumentos de medición, por lo tanto, se dice que son continuos, por ejemplo: peso, largo, ancho, espesor, el tiempo de ciclo, porcentaje de desperdicios, volúmenes, voltajes, etc.

Las gráficas para variables más usuales son:

- **X** (de promedios)
- **R** (de rangos)
- **S** (de desviaciones estándar)

La gráfica **X** se usa para vigilar el centrado del proceso y la gráfica **R** se usa para vigilar la variación del proceso. El rango se usa para medir la variación en vez de la desviación estándar (s) ya que el rango es mucho más fácil de calcular por lo operadores y personal de planta que la desviación estándar. Obviamente para cálculos más exactos con muestras grandes se analizan los datos mediante programas de cómputo, en este caso es preferible usar la desviación estándar como medida de variación.

Estas gráficas de control tienen tres aplicaciones básicas que son:

- 1) Establecer un estado de control estadístico del proceso
- 2) Efectuar el seguimiento del proceso y establecer cuándo esta fuera de control estadístico
- 3) Determinar la capacidad que tiene el proceso

Para la construcción de las gráficas de control por variables se necesita de la recopilación de datos, que se realiza reuniendo de 25 a 30 muestras, cada una de tamaño 5 (es el más común pero puede ser de 3 a 10). Si se considera como k el número de muestras, n el tamaño de cada muestra, se debe calcular el promedio para cada muestra i , representado por X_i , y el rango R_i . Luego se calcula la media y el rango general. Estos valores representan el centro de cada gráfica X y R respectivamente.

Se tiene entonces que la media general es la media de las medias X_i :

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^k X_i/k$$

Y el rango general o promedio de los rangos se obtiene utilizando la siguiente fórmula:

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^k R_i/k$$

El rango general y la media general se usan para calcular los límites superiores e inferiores de control de las gráficas X y R . Estos límites de control se calculan utilizando las siguientes fórmulas:

Límites para el gráfico **X**:

$$LSC = \bar{x} + A_2\bar{R}$$

$$LIC = \bar{x} - A_2\bar{R}$$

Límites para el gráfico **R**:

$$LSC = D_4\bar{R}$$

$$LIC = D_3\bar{R}$$

En donde LSC es igual al límite superior de control, LIC es el límite inferior de control, \bar{X} es la media general, R es el rango general, las constantes A2, D3 y D4 dependen del tamaño de la muestra y se pueden obtener de la tabla III del Anexo.

Gráficos de control por atributos:

Existen muchas características de calidad que no son medidas con un instrumento de medición, en estos casos el producto se juzga como conforme o no conforme, bueno o malo, aceptable o no aceptable, pasa o no pasa. Dependiendo si posee ciertos atributos o no, al producto se le podrá contar el número de defectos o no conformidades que posee el mismo.

Estos datos se pueden obtener fácilmente mediante inspección visual, su desventaja radica en que se deben reunir muestras grandes para obtener resultados estadísticos válidos.

La variabilidad y la tendencia central de este tipo de características de calidad de tipo discreto pueden ser analizadas a través de las siguientes gráficas de control para atributos:

- **P** (proporción o fracción de artículos defectuosos),
- **nP** (n = número de unidades defectuosas, P 0 proporción defectuosa)
- **C** (número de defectos)
- **U** (número de defectos por unidad)

De estas gráficas, las dos más usadas para datos por atributos son: La gráfica P para proporción de artículos defectuosos y la gráfica C para el número de defectos por unidad. Se debe tener en cuenta qué defectuoso es un artículo que no cumple con las especificaciones mientras que defecto es una característica de poca calidad al cumplir con las especificaciones de un producto. Un producto defectuoso es un producto que tiene uno o más defectos.

La gráfica P proporciona información sobre la proporción de artículos que no cumplen con las especificaciones, o sea, la proporción o fracción de artículos defectuosos.

La fórmula para calcular P es la siguiente:

$$P = (p_1 + p_2 + p_3 \dots p_k) / k$$

Donde k es el número de muestras de tamaño n cada una, $p_i = z_i / n$ donde z es la cantidad de artículos defectuosos en determinada muestra.

La desviación estándar es: $SP = \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$

Los límites de control están dados por:

Límite superior de control: $LSC = P + 3SP$

Límite inferior de control: $LSC = P - 3SP$

Si el límite inferior de control es menor que cero su valor será cero, ya que no puede haber valores negativos hablando de unidades defectuosas.

La otra gráfica de control para datos de atributos es la gráfica C, para el número de defectos por unidad que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$C = \text{Número de Defectos} / n$$

$$SC = \sqrt{C}$$

Donde n es el tamaño de la muestra, SC es la desviación estándar. Los límites de control se calculan usando las siguientes fórmulas:

$$\text{Límite superior de control: } LSC = C + 3\sqrt{C}$$

$$\text{Límite inferior de control: } LSC = C - 3\sqrt{C}$$

1.5.4. Límites de control

Son las fronteras establecidas a través del comportamiento real de un proceso, el cual se encuentra afectado por causas inherentes al mismo, o sea, que son los límites o rangos máximos y mínimos en los cuales deben estar enmarcada(s) la(s) característica(s) del proceso que se está evaluando; los límites de control definen la máxima variación permisible de los datos de un proceso normal.

Esto quiere decir que se debe tener un límite máximo y uno mínimo. Estos límites deben estar basados en un cálculo matemático a partir de una

base de datos del proceso. Se indica que enmarcan una característica, esto significa, que si la característica evaluada se encuentra fuera de dichos límites, puede significar que existe un problema en el proceso, ya sea de carácter mecánico, de carácter humano, materiales, métodos o el medio ambiente.

Límites de control para gráficos de control con variables:

Los límites del control son los que definen el espacio donde deben caer todos los puntos en la gráfica si el proceso se encuentra dentro del control estadístico, si se encuentran puntos fuera de los límites de control o se observan tendencias a comportamientos extraños, se puede pensar que el proceso es afectado por alguna causa asignable, entonces se debe estudiar profundamente para establecer la causa de la variación y eliminarla, si hay causas asignables entonces los puntos no representan el estado verdadero de control estadístico y se irán alejando del eje central y de los límites de control, por lo tanto los puntos correspondientes se deben eliminar y calcular de nuevo los valores para X y R además de sus respectivos límites de control.

Al momento de analizar las gráficas de control se debe analizar primero la gráfica R, ya que los límites de control de la gráfica X depende del rango promedio, y si existieran causas especiales en la gráfica R podrían producir comportamientos extraños en la gráfica X aun cuando esta última este bajo control.

La interpretación de patrones en las gráficas de control se puede realizar de la siguiente manera:

Si un proceso se encuentra bajo control estadístico, los puntos deben caer al azar entre los límites de control sin tener un comportamiento definido

que se pueda identificar, no existen puntos fuera de los límites de control, el número de puntos arriba y abajo del eje central es aproximadamente el mismo, casi todos los puntos se encuentran cerca del eje central y solo unos cuantos cerca de los límites de control.

Cuando un proceso se encuentra fuera de control se pueden presentar los siguientes casos:

- a) Un punto se encuentra fuera de los límites de control que por lo general es producido por una causa especial como un error en los cálculos, variación potencial en las máquinas, alguna herramienta rota ó un error de medición.
- b) Cuando varios puntos consecutivos caen a un lado del eje central, es indicación de que el proceso se ha desplazado repentinamente debido a una influencia externa (causa especial) que ha afectado el comportamiento normal del proceso como lo es un operador nuevo, un ajuste a la máquina o cambio de método de trabajo.

En la gráfica R si el desplazamiento es hacia arriba, el proceso se ha hecho menos uniforme y podría deberse a: el descuido de los operarios, mal mantenimiento de la maquinaria, o una pieza que necesita reparación; si el desplazamiento es hacia abajo, el proceso ha mejorado, es uniforme y podría deberse a un mejor operario, mejor maquinaria o mejores materiales, en este último caso se debe determinar el motivo, mantenerlo y / o mejorarlo ya que está optimizando el proceso.

Para detectar este desplazamiento se utilizan tres reglas: si ocho puntos consecutivos caen a un lado del eje central, se puede llegar a la conclusión de

que el promedio se ha desplazado. Dividir la zona entre cada límite y el eje central en tres partes iguales y si dos o tres puntos consecutivos quedan en la zona del tercio exterior en cualquier lado, o si cuatro o cinco puntos consecutivos caen en la zona de los dos tercios exteriores, se puede llegar a la conclusión de que el proceso se encuentra fuera de control estadístico.

También se pueden presentar ciclos repetidos en las gráficas de control, que son el resultado de causas que van y vienen de cierta periodicidad como fatiga del operador o rotación, cambio de turno, calibradores diferentes y temperatura en el gráfico X y programas de mantenimiento, distintos calibradores, cambios de turno en el gráfico R.

Las tendencias también se pueden presentar en las gráficas de control y se deben a alguna causa que gradualmente va afectando las características de un producto, como cuando un operario va adquiriendo experiencia, gradualmente tiene que ir mejorando su calidad y exactitud, o cuando va mejorando el mantenimiento del equipo. En el gráfico X puede deberse a mayor habilidad de un operador nuevo, cuando se ha acumulado polvo o materias extrañas en los accesorios, el desgaste gradual de alguna herramienta o cambios de temperatura. Si hay una tendencia en la gráfica R hacia el límite superior puede ser causada por fatiga del operador que va disminuyendo su habilidad cuando se afloja un accesorio por el desgaste de una herramienta; como una cuchilla que pierde el filo. En esta gráfica la tendencia hacia el límite inferior indica mejor precisión que puede deberse a una mejor habilidad del operador, un mejor método de trabajo o un mejor mantenimiento.

Otro patrón que puede presentarse en las gráficas de control es el acercamiento de los puntos al eje central, en este caso se puede pensar que tomaron en conjunto muestras de un artículo de diversas máquinas, y

operadores, pero cada máquina tiene un rango distinto, por lo que al agrupar todas las muestras, se tendrá un rango más amplio que el que se obtendría si se tomaran muestras de una sola máquina y se pasan a una gráfica X, también puede deberse a errores al calcular los límites de control usando un factor equivocado o por errores de cálculo.

Un caso contrario al anterior es el acercamiento a los límites de control, que puede tener su origen en trazar en una misma gráfica dos comportamientos distintos que mezclados producen el acercamiento a los límites. Esta situación puede detectarse separando ambos comportamientos y trazarlos en distintas gráficas, esto se debe al uso de diferente lotes de material que se utilizan en el proceso de producción, o la producción de un mismo artículo en diferentes máquinas que concurren en un mismo punto de inspección.

En algunos procesos lo más valioso del gráfico X es que indica al operario cuando debe dejar que el proceso siga su curso sin hacer ajustes, como en los casos en los que el operario puede cambiar el promedio del proceso con uno o más ajustes sencillos a la máquina. Cuando alguna característica de calidad no cumple con las especificaciones, y se realiza ajustes lo que ocasiona son cambios frecuentes en una gráfica de control que indique que el proceso este bajo control estadístico y que aunque algunos productos estén fuera de las especificaciones la mayor parte de la producción estaría dentro de los límites de especificación.

Para fines prácticos, cuando se dice que el proceso está bajo control, se dice que es conveniente actuar como si no hubiera causas especiales de variación aunque las haya. Estar bajo control no significa que toda la producción estará dentro de los límites específicos, siempre habrá un pequeño porcentaje que quedará fuera de los límites debido a que existen las variaciones naturales

en los procesos de producción pero que son normales e intrínsecas al mismo y que no afectan al proceso en general aunque existan dentro del proceso.

Después de haber analizado las gráficas y determinado que el proceso se encuentra bajo control estadístico, se debe usar las gráficas diariamente en la producción para identificar cualquier causa especial de variación que pueda afectar la producción y hacer las correcciones respectivas cuando sea necesario. El punto más importante es que la gráfica de control indica cuando dejar solo un proceso o hacer ajustes, en ocasiones los ajustes innecesarios a un proceso causan menos producción, mayor variabilidad en la producción y mano de obra improductiva por paro de máquinas al realizar los ajustes.

Límites de control para gráficos de control con atributos:

La construcción de la gráfica de control P y su análisis es muy semejante a los gráficos de control por variable, los puntos fuera de los límites representan casos fuera de control, así como las tendencias y comportamientos especiales, se debe buscar las causas de estos patrones de comportamiento. Existen dos diferencias muy importantes: si un punto en una gráfica P queda debajo de del límite inferior de control o si hay una tendencia de puntos debajo del eje central, pudiese ser que el proceso hubiera mejorado, ya que lo que se pretende es tener cero artículos defectuosos, en tal caso hay que averiguar la causa de tal comportamiento y mantenerla o mejorarla.

Es recomendable utilizar siempre un tamaño de muestra constante y cuando no sea posible se puede calcular una desviación estándar para cada muestra individual, esto obedece a que en la mayoría de las gráficas P se emplean datos tomados para otros fines que no son los de la construcción de

gráficas de control, en donde las muestras son la producción diaria o semanal, entonces se tendrá un tamaño de muestra variable.

Igual que en la gráfica P, la gráfica C se construye de la misma manera y su interpretación es semejante, ya que lo que se busca es tener menos defectos en cada artículo.

1.6. Muestreos de aceptación

1.6.1. Definición

El muestreo de aceptación es parte importante en el proceso de producción, ya que generalmente no es práctico realizar una inspección al 100% de la producción porque resulta muy costoso. Además, la calidad del producto aceptado puede ser mejor empleando este método estadístico de aceptación por muestreo, que si se utilizara una inspección al 100% del producto, además, el tiempo y el costo para reunir datos es menor. En muchos casos el muestreo de aceptación puede ser más exacto debido a la reducción de errores en la inspección.

La meta de un estudio de muestreo es seleccionar una muestra al costo mínimo posible, que brinde la mejor representación de una población. Se puede aplicar en la recepción de materias primas y materiales, al producto parcialmente terminado en varios estados intermedios del proceso de producción y al producto terminado.

No se puede tener la seguridad de que el producto cumple con las especificaciones utilizando la inspección al 100% ya que el cansancio que

provoca el trabajo de inspección limita la eficiencia de este método, por lo que el muestreo es una buena forma de sustituir la inspección al 100% y trabajar con altas probabilidades de que el producto cumple con las especificaciones requeridas. Obviamente ningún método de muestreo puede eliminar todos los productos fuera de especificación que salen en un lote de producción, la mejor forma de estar seguros de que se tiene productos que cumplen con las especificaciones es fabricarlo correctamente. El muestreo de aceptación a menudo puede contribuir a la obtención de este objetivo provocando una mejora en la calidad del producto que el que se podría conseguir con una inspección al 100%, debido al rechazo de lotes enteros del producto sobre la base del número de artículos defectuosos encontrados en las muestras. El rechazo de un lote entero implica una presión mayor para el fabricante para mejorar la calidad del producto que el rechazo de artículos sueltos.

Una desventaja de la inspección al 100% es que simplemente se corrige las faltas de los demás, separando lo bueno de lo malo y el operario de producción lo toma como algo natural si solamente se le devuelven piezas sueltas, pero si se le devuelve un lote entero, como ocurre cuando se hace un muestreo de aceptación, y se le exige que tome las medias correctivas, el flujo normal de producción se interrumpe, ya que tiene que corregir su propia producción. Si muchos lotes le son devueltos, tiene que hallar la causa y eliminarla para evitar nuevos rechazos; ésta es parte importante del muestreo que obliga a la corrección del proceso donde se encuentra el problema.

Sin embargo, a pesar de que el muestreo de aceptación es una método superior a los utilizados tradicionalmente, se tiene que enfrentar el hecho de que algunos de los productos que no cumplen con las especificaciones pasaran como bueno en cualquier esquema de aceptación por muestreo, lo que se intenta es valorar el riesgo que se corre con distintos métodos y estableciendo

que grado de protección se necesita en cada caso en particular, de esta forma se puede escoger un esquema de muestreo que proporcione el grado de protección deseado considerando los costos que esto implica para la empresa.

La calidad de un producto está sujeta a cierto grado de variación natural debido al azar, cualquier esquema de producción e inspección como el muestreo de aceptación reconoce este hecho, esta variación es inevitable, cuando este grado de variación supera ciertos límites, debe descubrirse y corregirse.

1.6.2. Importancia

La inspección con fines de aceptación se lleva a cabo en muchos momentos durante la fabricación.

Puede haber inspección de recepción de materiales y piezas, inspección en curso de fabricación, inspección del producto acabado por uno o más comparadores.

Todas las pruebas de aceptación del artículo que sean destructivas deben inevitablemente hacerse por muestreo.

En muchos casos se utiliza la inspección de muestras, porque resulta prohibitivo el coste de inspección al 100%.

Posee la ventaja de que ejerce una presión más efectiva para la mejora de la calidad que la que es posible con una inspección al 100%.

1.6.3. Tipos de muestreo

Muestreo por variables: En este tipo de muestreo se extrae una muestra aleatoria del lote y a cada unidad de la muestra se le mide una característica de calidad de tipo continuo. Con las mediciones se calcula un estadístico, que generalmente está en función de la medida y la desviación estándar muestral, y dependiendo del valor de este estadístico al compararlo con un valor permisible, se acepta o rechaza todo el lote.

Muestreo por atributos: En estos planes se extrae aleatoriamente una muestra de un lote, y cada pieza de la muestra es clasificada de acuerdo con ciertos atributos como aceptable o defectuoso, algunos de los planes por atributos son: simple, doble y múltiple.

Muestreo simple: Consiste en un tamaño de muestra n , y en un número de aceptación c , ambos fijados de antemano. Si en la muestra se encuentra c o menos unidades defectuosas, el lote es aceptado. Por el contrario, si hay más de c artículos defectuosos el lote es rechazado.

En el momento de aceptación un artículo defectuoso es el que no esta conforme a las especificaciones de una o más características de calidad. Un procedimiento común en el muestreo de aceptación es tomar cada lote de producto por separado y basar la decisión sobre la aceptación o rechazo del lote en la evidencia de una o más muestras escogidas al azar. Siempre que la decisión se hace por la evidencia de una sola muestra el plan de aceptación se denomina como plan de muestreo simple.

Para el muestreo simple se necesita especificar tres números importantes, el tamaño del lote N del cual se va a extraer la muestra, el tamaño

de la muestra n de artículos extraídos al azar de un lote, y el número c para aceptación. Este número c es el máximo número de artículos defectuosos en una muestra para poder aceptar el lote, si el número de defectuosos es mayor que c se rechaza el lote.

Un plan de muestreo sencillo puede ser: $N = 50$, $n = 5$ y $c = 0$, quiere decir que de un lote de 50 artículos, se toman 5 artículos al azar como tamaño de muestra, si la muestra contiene más de cero artículos defectuosos, se rechaza el lote, en caso contrario se acepta el lote.

Existen muchos planes de muestreo sencillo que involucran distintos tamaños de muestra, tamaños de lote y diferentes números de aceptación, además de la probabilidad de aceptación de un lote con cierto grado de porcentaje de artículos defectuosos como parte normal de la producción

Muestreo doble: La idea de este muestreo es tomar una primera muestra de tamaño pequeño para detectar los lotes buenos o muy malos, y si en la primera muestra no se puede decidir si aceptar o rechazar porque la cantidad de unidades defectuosas ni es muy pequeña ni es muy grande, entonces se toma una segunda muestra, para decidir si se acepta o rechaza tomando en cuenta las unidades defectuosas encontradas en las dos muestras.

En el muestreo simple se toma la decisión de rechazar o aceptar un lote con base en la toma de una sola muestra, en el muestreo doble se toma la decisión de rechazar o aceptar un lote después de haber tomado una segunda muestra.

Primeramente se selecciona una muestra de n_1 artículos en un lote al azar, y se inspecciona, si el número de artículos defectuosos es menor o igual

al número de aceptación c_1 , el lote se acepta. Si el número de artículos defectuosos es mayor que c_2 se rechaza de inmediato. Pero si el número de artículos defectuosos es mayor que c_1 pero menor que c_2 se toma una segunda muestra n_2 , se suman los artículos defectuosos de la primera y segunda muestra y se comparan con c_2 , si este número combinando es menor o igual que c_2 se acepta el lote, de lo contrario si este número combinando es mayor que c_2 se rechaza el lote.

Por ejemplo, con $N = 1000$, $n_1 = 36$, $C_1 = 0$; $n_2 = 59$, $c_2 = 3$, se puede interpretar de la siguiente manera: de un lote de 1000 unidades, se extrae una primera muestra de 36 unidades, si el número de artículos defectuosos en esta primera muestra es igual a 0 se acepta el lote, pero si el número de artículos defectuosos es 1, 2 ó 3 no se rechaza (si es 4 se rechaza de inmediato) si no se toma una segunda muestra de 59 unidades, si el número de artículos defectuosos de la primera muestra sumados a los defectuosos de la segunda muestra es menor o igual que 3 se acepta el lote, si este número de defectuosos combinados es mayor que 3 se rechaza el lote.

El uso de un plan de muestreo doble es justificable por dos razones: a) por lo general los programas de muestreo doble necesitan menos inspección total que los programas de muestreo simple para cualquier protección de calidad dada, además de que posee ciertas ventajas psicológicas como el de dar una segunda oportunidad a los lotes que se consideran dudosos, b) y no se quieren echar a perder por carecer de ese producto o por lo costoso de su producción; situación que cambia cuando la segunda muestra indica que si se debe rechazar.

Muestreo múltiple: Es una extensión del concepto de muestreo doble, aquí se toma una muestra inicial muy pequeña, y si ya se tiene evidencia de

muy buena o muy mala calidad se toma de decisión en consecuencia, si no es así se toma una segunda muestra y se trata de decidir, si todavía no es posible se continua con el proceso hasta tomar la decisión de aceptar o rechazar el lote.

Otros planes de muestreo (AQL, nivel de calidad aceptable)

Como se ha mencionado, los planes de muestreo se pueden diseñar de infinitas formas, ya que alterando uno de los tres números principales se puede tener un plan distinto manteniendo constante los otros dos restantes números, sin embargo, un plan que es muy utilizado es el método de Nivel de calidad aceptable (Acceptable Quality Level, AQL) el cual se detalla a continuación:

Este método se basa en especificar un nivel de riesgo del productor, el riesgo del productor es aquel que tiene el productor porque un cliente puede rechazar un lote con base en una muestra y regresarlo al productor cuando en realidad el lote se encuentra dentro de los límites permisibles de calidad del productor, el riesgo del consumidor es aquel que tiene el cliente cuando al inspeccionar un lote puede aceptarlo como bueno cuando en realidad no lo es.

Este riesgo del productor es el porcentaje máximo de piezas defectuosas que se considera en la inspección. Por ejemplo un consumidor podría desear aceptar lotes el 95% de las veces cuando el porcentajes de artículos defectuosos no sea mayor que el 3%, en este plan el AQL sería 3% y el riesgo del productor sería 5% (probabilidad que le rechacen producto bueno). Los planes de muestreo basado en AQL generalmente se usan para inspeccionar una serie de lotes continuos, ya que su objetivo es mantener el nivel de riesgo del productor con un porcentaje máximo satisfactorio de artículos defectuosos.

Determinación de AQL.

- Para establecer los criterios de aceptación de cualquier característica de calidad es necesario, decidir que porcentaje de artículos defectuosos se considera aceptable como promedio del proceso.
- Al no existir antecedentes de calidad no satisfactoria, es necesario seleccionar un criterio de aceptación que proteja a la empresa contra el rechazo de lotes provenientes de un proceso con valor AQL o mejor.
- Estos criterios de aceptación no dan al cliente una protección satisfactoria contra la aceptación de lotes que son peores que el valor de AQL, por lo tanto se deben seleccionar criterios estrictos para la aceptación destinada a proteger al consumidor.
- Los criterios a utilizar para defectos graves deben ser más estrictos que para los defectos menos graves. Es decir, utilizar valores AQL bajos para defectos graves y valores AQL altos para defectos de escasa importancia. Es muy importante tener una clasificación de defectos en los sistemas de AQL.
- El ahorro para el consumidor se obtiene cuando se utiliza la inspección reducida siempre que el historial de calidad es suficientemente bueno, permitiendo así que los inspectores de calidad concentren su atención en defectos mas graves.
- Al establecer la relación entre el tamaño del lote y de la muestra, es necesario ponderar la mayor dificultad de obtener muestras al azar de lotes grandes y las mas serias consecuencias de una decisión errónea sobre la aceptación o rechazo de lotes.

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

2.1. Descripción del proceso

Las velas aromáticas son una mezcla de una o varias parafinas, o cualquier otro material graso, colorantes, fragancias y aditivos, que le dan una apariencia y aroma diferente a las velas tradicionales que se fabrican en los talleres artesanales.

Las velas se fabrican en una planta acondicionada para el proceso que se describe a continuación:

El proceso inicia en el cuarto de cargas que es el área donde se preparan los materiales que se utilizarán en las velas.

Posteriormente se trasladan los materiales a los tanques de fundición y mezclado, en esta área se utilizan tanques o depósitos a altas temperaturas para fundir la materia prima sólida, y transformarla en líquida, agregando los colorantes y las fragancias.

Se traslada la mezcla al área de llenado y desmoldado, esta parte del proceso consiste en llenar el producto líquido en moldes, según los requerimientos del cliente.

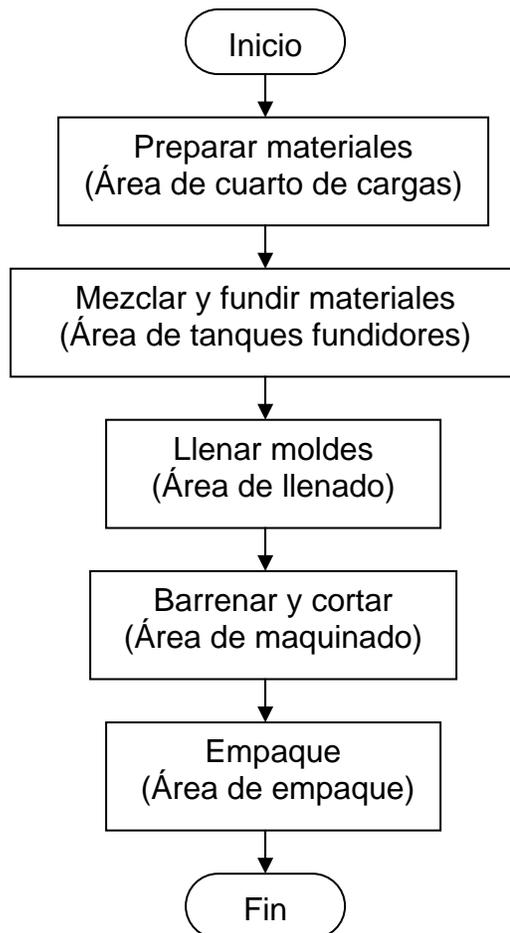
Se dejan enfriar los moldes para que la mezcla se solidifique y adquiera la forma deseada, luego se procede a desmoldar.

Una vez desmoldado se traslada al área de maquinado, que consiste de dos etapas:

- Barrenado: esta etapa consiste en perforar la candela para colocarle el pabilo (mecha) adecuado según sea lo que indique las especificaciones.
- Cortado: esta parte es para darle el tamaño requerido a la candela.

Finalmente se trasladan las velas al área de empaque, en esta área se da la presentación final del producto con el empaque requerido, además, se encaja en corrugado y se prepara para la exportación.

Figura 1. Descripción del proceso de fabricación de velas



2.1.1. Insumos principales

Básicamente se producen velas de dos tipos de materiales:

- a) Velas de parafina
- b) Velas de Clear.

Las parafinas son una mezcla de hidrocarburos parafínicos derivados del petróleo, están saturados de alta masa molecular que se produce al refinar el petróleo. Están compuestos principalmente de hidrocarburos de cadenas rectas, sin ramificaciones. Las parafinas al ser sometidas a procesos de refinación (eliminación de aceite) dan como resultado una variedad de productos, clasificados por su punto de fusión.

La parafina se clasifica según su punto de fusión, penetración, contenido de aceite, color y por su origen.

El clear es un compuesto de aceites y materiales polímeros.

Ambos materiales son complementados por colorantes, fragancias y diferentes aditivos que pueden ser naturales o sintéticos que son utilizados para darle diferente textura, presentación y calidad, según el tipo de vela que se fabrica. Dependiendo del tipo de vela, así será el porcentaje de cada material que contenga esta.

Colorantes: los colorantes son materiales naturales o sintéticos, orgánicos o inorgánicos, caracterizados por su habilidad de absorber luz visible.

Fragancias: Debido a la no-reactividad de las parafinas, la forma en la que las fragancias se incorporan a las velas es llenando los espacios o intersticios entre la estructura cristalina de la parafina.

Aditivos: Los aditivos a excepción de los ácidos grasos y ceras vegetales son hidrocarburos similares a la estructura de las parafinas, pero teniendo mayor peso molecular.

Tipos de aditivos (parafínicos):

Parafinas Macrocristalinas: estas consisten en parafinas de alto peso molecular con estructuras ramificadas y parafinas cíclicas.

Esta produce opacidad, retiene aceites, modifica el punto de fusión y retiene fragancia.

Parafinas sintéticas: La parafina sintética tiene un gran peso molecular, el punto de fusión se encuentra entre 45°C y 106°C, estas pueden usarse para ceras de pulido y recubrimientos.

Otros: BHT, BHA, son utilizados antioxidante, retardador de la oxidación en la mezcla ocasionado por colorantes y fragancias.

Inhibidor Ultravioleta: Es un retardador de la degradación de los materiales expuestos a la radiación ultravioleta.

Ácido esteárico: Es sólido, inorgánico, blanco de apariencia cristalina, insoluble al agua, pero sí en alcohol, se encuentra en abundancia en la mayoría de los aceites y grasas, animales y vegetales,

2.1.2. Proceso de transformación

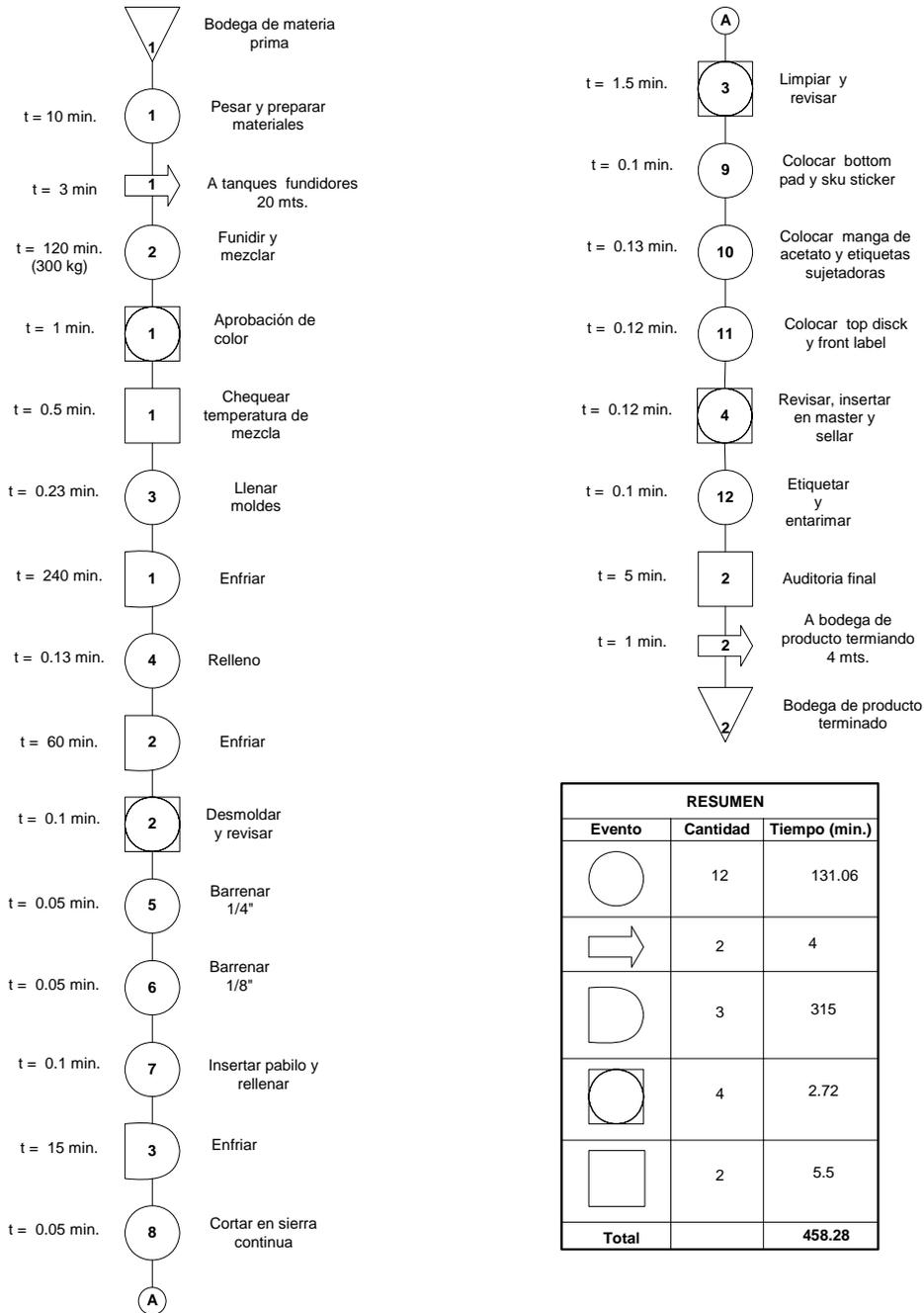
El proceso de transformación inicia cuando se funde la parafina o clear (según sea el caso) en los tanques fundidores a una temperatura que se

encuentra entre 90°C y 100°C. Una vez fundido el material se le agregan los aditivos, se agita y se agregan los colorantes, luego se toma una muestra a la que se le agrega la fragancia para que está sea aprobada para su uso en producción, si la mezcla es aprobada se le agrega el total de la fragancia y se agita. Si la mezcla no es aprobada se realizan ajustes hasta que tenga la apariencia y la consistencia deseada para utilizarla en producción, luego se le agrega la fragancia se agita y se traslada al área de llenado en marmitas (tanques de menor capacidad), cuando la mezcla se encuentre en el rango requerido de temperatura se procede a llenar los moldes o jarras de vidrio. La vela es transportada por una banda que tiene incorporados ventiladores y aire acondicionado para enfriar las velas, una vez esté fría se desmolda y se traslada al área de maquinado en donde se barrena para introducir el pabilo (mecha), luego se corta en una sierra mecánica y se traslada al área de empaque.

Si la mezcla se llena en jarras de vidrio, entonces al enfriarse se traslada directamente al área de empaque, pues no necesita del maquinado. Algunas velas son barnizadas o llevan algún otro proceso antes de ser trasladadas al área de empaque.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso

<p>DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTO: PILLARS 3X3 MÉTODO ACTUAL FECHA: 10/10/07</p>	<p>ELABORADO POR: EDGAR HERNÁNDEZ INICIA: BODEGA DE MATERIA PRIMA FINALIZA: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO HOJA: 1 DE 1</p>
---	--



RESUMEN		
Evento	Cantidad	Tiempo (min.)
	12	131.06
	2	4
	3	315
	4	2.72
	2	5.5
Total		458.28

2.2. Descripción actual del control de calidad

Existe un departamento de control de calidad que esta a cargo de la inspección y aprobación de los materiales, de la inspección del proceso en línea y de la auditoría final producto.

Actualmente existe un sistema de aseguramiento de la calidad, en el cual están involucrados varios departamentos cuyo objetivo primordial es garantizar el adecuado control en el proceso de elaboración de las velas, desde la emisión de la orden de carga, hasta su empaque final en línea para tener una trazabilidad real de los lotes generados. En el control y ejecución interviene directamente el personal de los departamentos de: R&D (Investigación y desarrollo), Empaque, Ingeniería Industrial, Planificación, Área de Color y Tanques, Producción, QA (control de calidad) y Bodegas.

2.2.1. Áreas destinadas al departamento de control de calidad

Laboratorio de Incoming:

Su objetivo principal es revisar que TODAS las materias primas y materiales de empaque que se reciban estén dentro de las especificaciones.

Materia Prima: Son todos los materiales utilizados que son mezclados para hacer la candela, por ejemplo parafina, pabilo, resinas de clear, aceites, etc.

Test Realizados: Color Saybolt, Color Gardner, Flash Point, Open Cup, Viscosidad, Punto de fusión, presentación visual, olor, etc.

Materiales de empaque: Son todos los materiales agregados a la candela para convertirlos en producto final, por ejemplo: Cajas de cartón, etiquetas, jarras de vidrio, accesorios, etc.

Test Realizados: Propiedades físicas como dimensiones, peso, grosor, porcentaje de termoencogimiento, etc.

Laboratorio de aprobación de etiquetas y pabilos:

Esta área se encarga de revisar y aprobar las etiquetas y pabilos para que sean utilizados en producción. Para ello se hace comparación contra el estándar y revisión de las especificaciones.

Auditorías de control de calidad:

Esta área esta en constante verificación de la calidad del producto a través de los Auditores de Calidad, inspecciona que en los procesos de producción se cumplan los procedimientos establecidos para la elaboración de los diferentes productos y audita el producto final para su aprobación, de acuerdo a las especificaciones establecidas.

Las funciones del auditor de proceso son las siguientes:

- Coloca estándares en línea para mantener la calidad requerida del producto.
- Revisa que los mezcladores y los operarios de la línea lleven los controles adecuados de temperatura y proceso que requiere el producto.

La función del auditor del producto final es la siguiente:

- Efectuar la revisión de la tarima, según el formato de AQL utilizado en planta.

Si la tarima cumple con los requisitos, se aprueba (se le coloca etiqueta verde con los datos de fecha, hora y el nombre del auditor).

Si la tarima no cumple con los requisitos, se coloca en observación (se le coloca etiqueta amarilla con los datos de fecha, hora, nombre del auditor y razones del rechazo), si este es el caso producción debe revisar la tarima y verificar que las no conformidades sean eliminadas.

Al revisar producción la tarima, se vuelve a revisar por los auditores de QA con el mismo procedimiento de AQL y se repite los pasos anteriores.

En la última tarima para el cierre del lote, se debe pedir la papelería, se revisa si esta completa, y si se cumple este requisito se repite los primeros dos pasos.

2.2.2. Formatos utilizados

Los formatos utilizados para las auditorías de calidad son:

- Formato de auditoría del proceso
- Formato de auditoría final
- Formato de segunda auditoría final.

A continuación se muestran los formatos que forman parte del sistema de trazabilidad de lotes con que cuenta el sistema de control de calidad de la empresa.

Figura 4. Formato de auditoría final

AUDITORIA DEL PRODUCTO FINAL									
PILLARS PARAFINA									
CLIENTE: _____									
Producto: _____			Presentación: _____			SKU: _____			
Fecha: _____			Turno: _____			Auditor: _____			

Cantidad Muestrada	Tamaño Lote	MUESTRA	NIVEL DE AQL II						
			0.65		1		4		
			Ac-Rc	Ac-Rc	Ac-Rc	Ac-Rc	Ac-Rc	Ac-Rc	
	26 -90	5	0	1	0	1	0	1	
	91 - 150	8	0	1	0	1	1	2	
	151 - 280	13	0	1	0	1	1	2	
	281 - 500	20	0	1	0	1	2	3	
	501 - 1200	32	0	1	1	2	3	4	
	1201 - 3200	50	0	1	1	2	5	6	
	3201 - 10000	80	0	1	2	3	7	8	

	Hora	Linea	No.(s) de Lote	Cantidad
1				
2				
3				
4				
5				

	AQL	Estandar	1	2	3	4	5	Observaciones
Candela								
Muestra								
Variación De Color	0.65	STD						
Fragancia	0.65	STD						
Fracturas	1	STD						
Inclinación, Altura Pillars	1	STD						
Derrames Laterales	1	STD						
Pinholes y/o Burbujas	4	STD						
Suciedad, Contaminación	4	STD						
Defectos de Moldes	4	STD						
Golpes/Abolladuras por Manejo	4	STD						
Rayones Laterales / Superiores	4	STD						
Otros:	4	STD						
Pabito								
Descentrado Superior/Inferior	0.65	STD						
Pabito Flojo	1	NO SE MIDE						
Largo parte Superior	1	1/2"-1-1/16"						
Derrames Parte Superior	1	SIN DERRAMES						
Material de Empaque								
Front Label Incorrecto	0.65	STD						
Wrap Around Incorrecto	0.65	STD						
Sku Incorrecto	0.65	STD						
# ID incorrecto	0.65	STD						
Warning Label Incorrecto	0.65	STD						
Botton Pad Incorrecto	0.65	STD						
Agujeros Cerrados en Top	1	STD						
Mangas (Arrugas, Burbujas, Rotas, Flojas)	4	STD						
Mangas/Top Sucias	4	STD						
Front Label mal Colocado	4	STD						
Botton Pad mal colocado	4	STD						
Sku Borroso, mal colocado	4	STD						
Otros	4	STD						
Corrugado								
Muestra								
Inner Incorrecto	1	STD						
Master Incorrecto	1	STD						
Master / Inner dañados	1	STD						
Master / Inner mal sellados	1	STD						
Etiqueta Corrugado								
Muestra								
Info. En etiquetas de Master Incorrectas	0.65	STD						
Info. En etiquetas de Inner Incorrectas	0.65	STD						
Info. Incorrectas Etiqueta End Panel	0.65	STD						
Etiqueta Inner / Master mal colocadas	4	STD						
Paletizado o Entarimado								
Aprobado / No Aprobado								
Ingeniero Responsable								
Jefe de Línea								

Página 1

2.2.3. Equipo

El equipo que se utiliza par llevar a cabo el control del proceso es el siguiente:

- **Balanza:** es utilizada mayormente cuando se elaboran velas en jarra o vaso de vidrio, estas tienen que tener un peso estándar establecido con cierta tolerancia, según las especificaciones. Cualquier peso fuera de estos márgenes debe ser sometido a discusión y verificar que no afecte las características de calidad del producto, para poder seguir su curso en el proceso de producción, y no tener rechazos por falta o sobrepeso.
- **Termómetro:** es una herramienta muy importante en el control del proceso, pues para la producción de las velas la temperatura es el factor más importante para lograr los efectos y características de calidad del producto. En la planta se utilizan de varios tipos como lo son: el láser, el infrarrojo, el de contacto y el de mercurio.
- **Vernier:** es utilizado para calibrar la medida de corte de la sierra, el centrado del barreno y alguna otra medida que sea importante dentro de la variedad de productos que se fabrican.

2.2.4. Procedimientos de control

Actualmente, el procedimiento que se sigue para controlar la calidad es el siguiente:

En cada área existe un procedimiento Estándar de Operación (PSO) que describe paso a paso los procedimientos y lineamientos generales para cada producto y como proceder para su elaboración, los documentos cuentan con información importante como temperatura de mezclado y de llenado, forma de llenar, de cortar, barrenar, etc., de todos los diferentes procesos que conlleva la fabricación de una vela y así poder cumplir con las especificaciones, a dichos documentos tienen acceso los jefes de línea, auditores de calidad y todo el personal involucrado en la producción y control de calidad. Los auditores de calidad fungen como inspectores en las líneas, verifican que la vela se elabore según el PSO, y que cumpla con las especificaciones.

Cuando se hace la auditoría final del producto se tienen dos opciones: aprobar el producto, o rechazarlo y dejarlo en cuarentena. El primer caso es cuando en la muestra tomada el número de artículos defectuosos es menor que el límite establecido por el AQL, el segundo caso es cuando el número de artículos defectuosos es mayor que los permitidos por el AQL, en este caso se tienen que revisar toda la tarima y corregir el defecto si es que el defecto se puede reparar; una vez corregido el problema se vuelve a auditar para poder continuar con el proceso normal del producto.

2.2.5. Puntos críticos del proceso

Los puntos críticos son aquellos en los que el proceso presenta riesgos de elaborar productos que no cumplan con las especificaciones de calidad, estos puntos críticos pueden controlarse para eliminar o reducir al mínimo la probabilidad de que existan defectos o rechazos por mala calidad. Para el proceso de elaboración de velas existen varios puntos que pueden considerarse críticos debido a la importancia e incidencia que tienen en el producto, dentro de estos podemos mencionar:

- Pesar los materiales requeridos en cada uno de los productos.
- Mezclar los materiales correctamente con la temperatura especificada en los tanques fundidores.
- Utilizar la temperatura correcta de los moldes al momento de llenarlos.
- Utilizar la temperatura correcta de la mezcla al momento de llenar los moldes.
- Calibrar los barrenos.
- Calibrar la sierra.

2.3. Determinación del estado de costos de producción actual

A continuación se detallan los costos de producción (datos ficticios) en que incurre la empresa con el actual sistema de calidad.

Tabla I Estado actual de costos de producción

ESTADO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL 01/01/07 AL 30/09/07

Movimiento de Materia Prima			
Inventario inicial de materia prima		Q65,000.00	
Compras de materia prima	Q98,000.00		
(+) Gastos s/compras de materia prima	Q9,000.00		
Compras brutas	Q107,000.00		
(-) Dev. y Reb. s/compra materia prima	Q1,000.00		
Compras netas de materia prima		Q106,000.00	
Materia prima disponible		Q171,000.00	
(-) Inventario final de materia prima		Q35,000.00	

Continuación Tabla I

Materia prima consumida	Q136,000.00	
(+) Mano de obra directa	Q50,700.00	
Costo primo o costo primario		Q186,700.00
Gastos de fabricación		
Mano de obra directa	Q310,000.00	
Reparación y mant. de maquinaria	Q63,000.00	
Bonificación de fábrica	Q40,000.00	
Cuota patronal de fábrica	Q50,000.00	
Depreciación de maquinaria	Q27,000.00	
Depreciación de herramientas	Q1,200.00	
Depreciación mobiliario y equipo de fábrica	Q720.00	
Amortización de marcas y patentes de fábrica	Q710.00	
Combustibles (bunker)	Q35,800.00	
Alquiler de bodegas	Q35,000.00	
Repuestos y accesorios	Q2,400.00	
Seguros vencidos de fábrica	Q2,160.00	
Equipo contra incendio	Q8,600.00	
Equipo de protección personal	Q900.00	Q577,490.00
Total de cargos		Q764,190.00
(+) Inventario inicial de productos en proceso	Q112,471.00	
(-) Inventario final de productos en proceso	Q112,471.00	Q0.00
Costo de producto terminado		Q764,190.00
Movimiento de ventas		
Ventas		Q1,462,516.92
(-) Deb. y rebajas sobre ventas		Q24,930.00
Ventas netas		Q1,437,586.92
Costo de venta o de lo vendido		
Inventario inicial de artículos terminados	Q22,587.00	
(+) Costo de producción	Q764,190.00	
Artículos disponibles	Q786,777.00	
(-) Inventario final de artículos terminados	Q7,529.00	

Continuación Tabla I

Costo de venta o de lo vendido			Q779,248.00
Ganancia en ventas			Q658,338.92
Gasto de Operación			
Gasto de Laboratorio			
Sueldos Laboratorio	Q33,000.00		
Bonificación Laboratorio	Q5,184.00		
Cuota patronal Laboratorio	Q3,960.00		
Dep. Mob. y equipo Laboratorio	Q1,620.00		
Amortización de marcas y patentes de laboratorio	Q758.00		
Alquiler instalaciones de Laboratorio	Q3,062.50		
Equipo contra incendio de Laboratorio	Q787.50	Q48,372.00	
Gasto Administración			
Sueldos administración	Q135,000.00		
Bonificación administración	Q16,048.00		
Cuota patronal administración	Q14,200.00		
Amortización marcas y patentes de administración	Q586.00		
Alquiler de edificio para administración	Q562.50		
Seguros vencidos de administración	Q1,440.00		
Depreciación mobiliario y equipo de administración	Q1,260.00		
Depreciación equipo de computo	Q7,934.92	Q177,031.42	Q225,403.42
Utilidad en Operación			Q432,935.50
Otros gastos y productos			
Gastos			
Intereses gastos	Q1,675.00		
Cuentas incobrables	Q650.00		
Perdidas en negociación de activos	Q517.24	Q2,842.24	
Productos			
Comisiones percibidas		Q1,500.00	Q1,342.24
Utilidad del ejercicio antes del ISR			Q431,593.26

Guatemala, 30 de septiembre del 2007

3. DISEÑO DEL PROGRAMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD

3.1. Selección de los puntos de control en cada uno de los procesos

Cualquier industria está en posibilidades de diseñar un sistema para controlar la calidad de sus productos. Para efectos del presente se debe seleccionar los puntos críticos en cada una de las etapas del proceso de producción en donde debe ser realizado el control estadístico, es necesario aclarar que en algunos casos será más frecuente o estricto que en otros debido al impacto que éste tiene en el proceso.

Selección de puntos críticos en el proceso de llenado de velas con molde:

	Punto crítico	Tipo de análisis	Justificación
1	Temperatura de horno	Verificar que el horno tenga la temperatura requerida para el producto.	De la temperatura del horno depende la temperatura de los moldes y estos a su vez influyen en la presentación final de la vela.
2	Temperatura de molde	Verificar que la temperatura del molde corresponda al rango establecido.	De la temperatura de los moldes depende el acabado superficial de la vela.
3	Temperatura de mezcla de llenado.	Verificar que la temperatura de la mezcla corresponda al rango establecido.	Al controlar la temperatura de la mezcla se evita que la vela tenga defectos en su superficie.

4	Desmolde de la vela	Inspeccionar los defectos y apariencia de la vela.	Aquí se verifica que la vela no tenga defectos y / o contaminación, también si cumple con los estándares de color, fragancia y apariencia.
---	---------------------	--	--

Selección de puntos críticos en el proceso de llenado en recipiente de vidrio:

	Punto crítico	Tipo de análisis	Justificación
1	Temperatura de horno	Verificar que el horno tenga la temperatura establecida para el vidrio.	De la temperatura del horno depende la temperatura de los recipientes de vidrios y éstos a su vez influyen en la presentación final de la vela.
2	Temperatura de vidrio	Verificar que el vidrio este dentro del rango especificado de temperatura.	La temperatura del vidrio influye en la calidad y presentación de la vela.
3	Temperatura de mezcla de llenado	Verificar que la mezcla este dentro del rango de temperatura requerido.	Al controlar la temperatura de la mezcla se evita que la vela tenga defectos en su superficie.
4	Recepción de jarras	Inspeccionar los defectos y apariencia de la vela.	Aquí se verifica que la vela no tenga defectos y / o contaminación, también si cumple con los estándares de color, fragancia y apariencia.

Selección de puntos críticos en el proceso de maquinado:

	Punto crítico	Tipo de análisis	Justificación
1	Barrenado	Verificar que los barrenos estén calibrados y alineados.	El barrenado debe ir centrado en la vela.
2	Corte en sierra	Verificar que la sierra esta calibrada.	No debe de existir una desviación muy grande en la altura de la vela.

Selección de puntos críticos en el proceso de barnizado:

	Punto crítico	Tipo de análisis	Justificación
1	Condiciones del barniz	Verificar que la temperatura y viscosidad del barniz esté en el rango especificado.	Si no se controlan las condiciones del barniz, la vela presenta problemas de calidad en su superficie.
2	Condiciones del túnel	Verificar que el túnel tenga la temperatura requerida para el producto.	El túnel debe mantener sus condiciones constantes para no dañar la vela y producir defectos en su superficie.
3	Inspección de vela	Verificación de apariencia y defectos en vela.	Se verifica la apariencia de la vela en el proceso de barnizado.

Selección de puntos críticos en el proceso de empaque:

	Punto crítico	Tipo de análisis	Justificación
1	Inspección de vela	Verificación de apariencia, defectos en la vela y en el material de empaque.	De la inspección depende que no pasen velas mal empacadas a la auditoría final.

3.2. Control de calidad del producto en proceso de producción

3.2.1. Control estadístico en los procesos

El control de procesos en una industria es una etapa muy importante, pues su prestigio y la venta de los productos dependerán de la calidad de los mismos. Por ello se hace necesario seleccionar adecuadamente los sistemas de control de calidad.

Si el sistema de control de calidad utilizado es el adecuado, garantiza aun más la elaboración de un producto que cumpla con las especificaciones deseadas, y así también asegurará el éxito del producto para permanecer en el mercado.

El control de calidad en el proceso se da en una serie de actividades que se aplican durante la producción, a fin de asegurar la reducción de las variaciones o desviaciones en el producto elaborado respecto a las especificaciones establecidas, ya que la variación es el elemento o parámetro clave en el control estadístico.

El instrumento clave del control del proceso de producción es la gráfica de control, cuyo propósito es alertar a los operadores o ingenieros sobre los cambios en el proceso, ya que en todo producto elaborado, aunque se empleen siempre los mismos procedimientos e insumos, se producen variaciones y diferencias en la calidad.

Cuando la calidad de un producto es expresada en términos tales como bueno o malo, aceptado o rechazado, se dice que la calidad es expresada mediante atributos, esto sucede siempre que el defecto del producto no sea susceptible de medirse, pero sí verificable, como la apariencia, el color, la contaminación, etc.

Cuando se habla de la calidad expresada mediante variables significa que la característica deseada se puede medir mediante cualquier instrumento de medición, para nuestro caso es el peso, la altura, el diámetro de la vela, el centrado del barreno.

Por lo anteriormente expuesto, en momentos determinados se debe tomar una muestra del producto a verificar (ya sea para análisis cuantitativo o cualitativo), proceso en el cual se seleccionan puntos críticos de control, se calculan los parámetros estadísticos de mediciones, para un promedio o una fracción defectuosa.

3.2.2. Principales variables a controlar

Proceso de llenado con molde

	Punto crítico	Tipo de Parámetro
1	Temperatura de horno	Variable
2	Temperatura de molde	Variable
3	Temperatura de mezcla de llenado	Variable
4	Desmolde de la vela	Atributo

Proceso de llenado en recipiente de vidrio

	Punto crítico	Tipo de Parámetro
1	Temperatura de horno	Variable
2	Temperatura de vidrio	Variable
3	Temperatura de mezcla de llenado	Variable
4	Recepción de jarras	Atributo

Proceso de maquinado

	Punto crítico	Tipo de Parámetro
1	Barrenado	Variable
2	Corte en sierra	Variable

Proceso de Barnizado

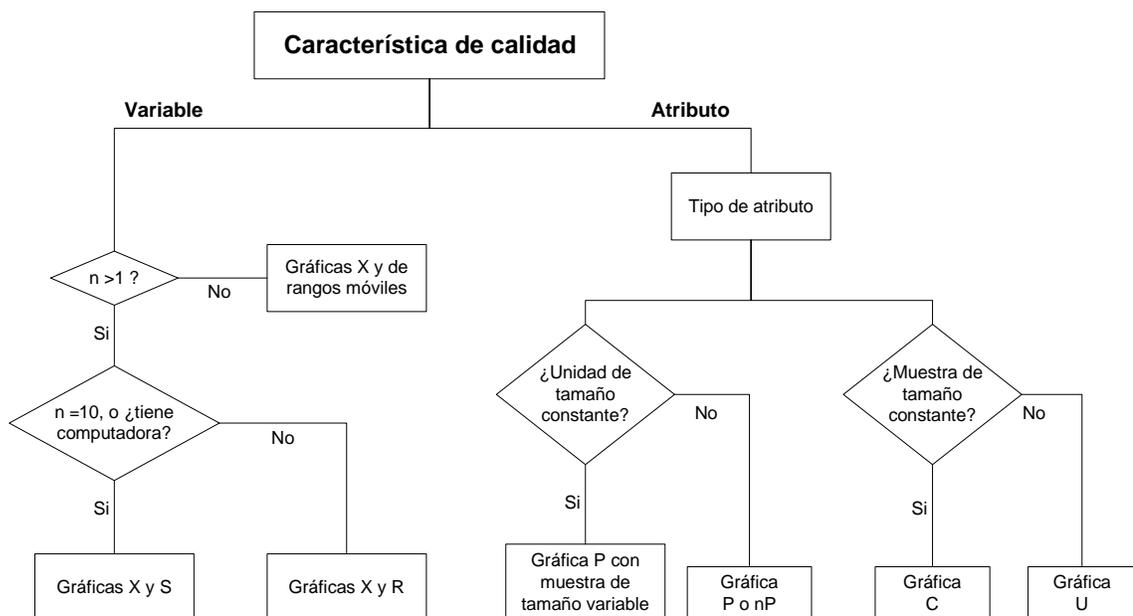
	Punto crítico	Tipo de Parámetro
1	Condiciones del barniz	Variable
2	Condiciones del túnel	Variable
3	Inspección de vela	Atributo

Proceso de Empaque

	Punto crítico	Tipo de Parámetro
1	Inspección de vela	Atributo

3.2.3. Tipo de gráfico a utilizar

Figura 6. Selección de gráficas de control



Proceso de llenado con molde:

	Punto crítico	Tipo de Parámetro	Tipo de Gráfico
1	Temperatura de horno	Variable	X y R
2	Temperatura de molde	Variable	X y R
3	Temperatura de mezcla de llenado	Variable	X y R
4	Desmolde de la vela	Atributo	P

Proceso de llenado en recipiente de vidrio

	Punto crítico	Tipo de parámetro	Tipo de Gráfico
1	Temperatura de horno	Variable	X y R
2	Temperatura de vidrio	Variable	X y R
3	Temperatura de mezcla de llenado	Variable	X y R
4	Recepción de jarras	Atributo	P

Proceso de maquinado

	Punto crítico	Tipo de Parámetro	Tipo de Gráfico
1	Barrenado	Variable	X y R
2	Corte en sierra	Variable	X y R

Proceso de Barnizado

	Punto crítico	Tipo de Parámetro	Tipo de Gráfico
1	Condiciones del barniz	Variable	X y R
2	Condiciones del túnel	Variable	X y R
3	Inspección de vela	Atributo	P

Proceso de Empaque

	Punto crítico	Tipo de Parámetro	Tipo de Gráfico
1	Inspección de vela	Atributo	C y P

3.2.4. Diseño de formatos para el registro de datos

Tabulación de la información.

La hoja de registro para los gráficos X y R según la cual, cada línea contiene todas las mediciones de un sub-grupo. A la par de las mediciones se encuentran dos columnas para calcular la media y rangos que servirán para calcular la media de medias y el rango de los rangos de las muestras, en la parte de abajo se encuentra un espacio para el cálculo de los mismos y de los límites de control. La hoja de registro para el gráfico de control P (para atributos), es un formato para registrar los datos para un gráfico de la fracción defectuosa, mediante la cual se dispone de espacio suficiente para contener toda la información que es esencial para la preparación del gráfico de control.

Figura 7. Formato de registro para gráficos X y R

	Formato Registro de Datos Gráficos X y R	CÓDIGO: Fecha de Aplicación: Fecha de Revisión: Número de Revisión: Página:
--	---	--

ÁREA: _____

Producto: _____

Turno: _____

Lote: _____

Línea: _____

Subgrupo No.	Fecha	Tipo de dato (Nombre de la variable)				Promedio	Rango	Oservaciones
		X ₁	X ₁	X ₃	X ₄	X	R	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
Promedio:								

Gráfico X
 LSC: _____
 LCC: _____
 LIC: _____

Gráfico R
 LSC: _____
 LCC: _____
 LIC: _____

Para n =
 A₂ =
 D₃ =
 D₄ =

Auditor: _____

Figura 8. Formato de registro para gráfico P

	Formato Registro de Datos Gráficos P	CÓDIGO: Fecha de Aplicación: Fecha de Revisión: Número de Revisión: Página:
--	---	--

ÁREA: _____
 Producto: _____ Turno: _____
 Lote: _____ Línea: _____

No.	Fecha	Hora	# Inspeccionado	# defectos	% de unidades defecutas	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
Totales:						

Gráfico P
 LSC: _____ P: _____
 LCC: _____ SP: _____
 LIC: _____

Auditor: _____

3.2.4. Diseño del plan de inspección

La inspección es la función de control que relaciona la calidad del diseño del producto con la calidad final resultante del proceso de producción. La inspección ayuda a evaluar el grado de acercamiento o alejamiento a las especificaciones, proporciona una base para informar sobre las deficiencias del proceso de producción y ayuda a asegurar que se hayan cumplido los requisitos deseados de calidad, ya que la toma de decisiones referentes a la calidad se basa en la inspección y medición, pueden resultar consecuencias indeseables si estas funciones no se realizan adecuadamente.

La inspección antiguamente se realizaba en forma empírica, los inspectores de calidad se dedicaban a inspeccionar únicamente el producto final al 100%, separando lo bueno y lo malo, con el paso del tiempo fueron inspeccionando el producto durante el proceso, pero sin tomar en cuenta al operario que era quien fabricaba el producto.

Actualmente las prácticas modernas de inspección se basan en inspeccionar la materia prima, el producto en proceso y el producto terminado utilizando herramientas estadísticas para el control de calidad, y un plan de inspección.

La aplicación del control estadístico de la calidad requiere tomar datos de un proceso de producción, esta recopilación de datos se debe realizar mediante un sistema de inspección y medición, estos datos deben ser correctos, en cantidades adecuadas y se debe realizar en tiempos adecuados, esto permitirá reflejar el comportamiento real del proceso y así tomar las decisiones pertinentes y oportunas para mejorar la calidad del producto.

La planificación de inspección es evaluar y determinar los requisitos de la inspección, definir métodos y medios para cumplir con lo anterior. Esto incluye la determinación de las instalaciones, equipo, personal y planes de inspección.

El plan de inspección identifica aquello que se va a inspeccionar, el tipo de inspección que se utilizará, la ubicación de las estaciones de inspección, la cantidad a inspeccionar, y el método de inspección que se utilizará.

Para el presente trabajo se propone el siguiente sistema de inspección para controlar la calidad:

a) Sistema de inspección

Instalaciones: Debido al tipo de proceso no se puede tener un área específica para trabajar, la inspección debe de realizarse en el lugar de trabajo de cada proceso. Salvo la auditoría final que se realiza en el área de producto terminado.

Equipo: Es indispensable que se cuente con el equipo necesario para el rápido procesamiento de datos, para ello se debe contar con formatos impresos, termómetro, vernier, balanza electrónica, cronómetro, computadora, así como todo el material y equipo de oficina que sea necesario.

Personal: Es indispensable que el personal este capacitado en técnicas estadísticas de control de calidad para evitar que la información recabada sea incorrecta o tenga resultados erróneos.

b) Plan de inspección

El objeto de la inspección es encontrar productos que no cumplen con las especificaciones de calidad, en un plan de inspección lo primero que se necesita es conocer qué características de calidad se inspeccionarán, es decir, aquella característica que no cumpla con las especificaciones dadas para ese producto.

No es necesario examinar todas las características permisibles de calidad de un producto, es posible dividir las en tres grupos y darles prioridad según el grupo en que se encuentren, así:

- Defecto crítico
- Defecto mayor
- Defecto menor

La inspección de características de calidad divididas en estas 3 categorías, depende de los parámetros de calidad utilizadas por la empresa. Una empresa que desee permanecer en el negocio y lograr ventajas competitivas en el mercado evitará al máximo defectos principales (críticos y mayores), sin embargo, un gran porcentaje de productos con defectos menores que lleguen a los clientes puede afectar la imagen del producto y la empresa.

Tipo de inspección:

Una vez determinada la característica de calidad que se inspeccionará, el siguiente paso es establecer qué tipo de inspección se utilizará, ésta solo puede tener dos categorías: atributo o variable.

Como se describió anteriormente un atributo es una característica de calidad que puede asumir solamente dos valores, pasa o no pasa, se adecua o no se adecua, dentro de la tolerancia o fuera de ella, completo o incompleto, por ejemplo, el color de la vela es una característica de calidad considerada como atributo, ya que el color se puede considerar dentro de la tolerancia o fuera de ella y considerar la vela como buena o mala.

La variable es el segundo tipo de característica de calidad. Esta se evalúa en términos de valores medibles, por ejemplo la temperatura del horno y su impacto en la temperatura en el molde.

La inspección por atributos es más rápida y fácil que la inspección por variables, pero necesita una muestra mayor para obtener la misma cantidad de información estadística acerca de la calidad del producto.

Para cada uno de estos tipos de datos se cuenta con formatos diseñados especialmente que fueron presentados anteriormente para facilitar la recolección de los mismos para elaborar los gráficos de control.

c) Ubicación de las estaciones de inspección

La ubicación de las estaciones de inspección dependerá si el tipo de proceso es lineal o si la distribución es por punto fijo. Por ejemplo en un proceso en donde la distribución del proceso es lineal se podría colocar estaciones de inspección al final de cada línea de producción.

En un proceso de producción de punto fijo, como es el caso de los tanques fundidores, la mezcla es fundida en un mismo lugar, llevando la materia prima y el recurso humano hasta él. En este caso no se puede colocar una

estación de inspección en cada tanque porque sería antieconómico, ni colocar una inspección al final de cada línea de producción porque no existe. Por lo tanto se tendrá únicamente el departamento de control de calidad como punto de recolección y análisis de datos. Los inspectores de calidad son lo que se mueven a cada tanque para tomar muestras e inspeccionarlas durante el proceso de producción y en bodega con el producto ya terminado.

d) Cantidad de inspección

Otra decisión importante es cuánto se va a inspeccionar, al momento de elegir entre realizar una inspección al 100% ó una inspección por muestreo se debe considerar los siguientes factores: el tipo de producto a inspeccionar, las características de calidad que se van a examinar, los antecedentes de calidad del producto, el costo de la inspección y el efecto de la inspección sobre el producto.

La inspección al 100% es la que se realiza a cada vela que se produce, y se utiliza generalmente para características críticas de calidad, por ejemplo cuando se descubre que la vela no esta centrada en el barreno, se realiza una inspección al 100% a todas las velas barrenadas hasta ese momento para no permitir que pase una vela con este defecto ya que afectaría seriamente el quemado y la presentación del mismo.

La inspección por muestreo es la que más se utiliza, por estar demostrado que, es mejor por su capacidad en superar formas de error humano, ya que se basan en conceptos de probabilidad y estadística que forman la base de la mayor parte de los procedimientos de control de calidad que se emplean en la práctica actualmente.

Aquí se inspecciona sólo una parte del lote de producción, por ejemplo tomar una muestra de 5 velas, cada hora de cada proceso de producción e inspeccionarlas durante el mismo. Es más económico que una inspección al 100%, pero esta sujeto a mayor riesgo. Se debe comparar el menor costo de la inspección con este método contra el riesgo de incurrir en mayores costos si se permite la aceptación de productos defectuosos.

e) Método de inspección

Existen varios métodos de inspección como: inspección de aceptación, inspección de clasificación, inspección de control e inspección de auditoría. Para el uso que se pretende en el presente plan se utiliza la inspección de control.

La inspección de control, es la que se realiza a una muestra de velas tomada de uno de los procesos de producción en forma periódica, su objetivo es asegurar que el proceso se encuentra en un estado de control estadístico. Proporciona información para corregir cualquier desviación que indique que el proceso no esta produciendo según las especificaciones dadas. En este tipo de inspección se utilizan las gráficas X y R para indicar que el proceso se encuentra bajo o fuera de control estadístico.

4. COSTOS DE FABRICACIÓN

4.1. Definición

Los costos de fabricación son los costos en que se incurren para elaborar un producto y la información que de ella se obtiene es una herramienta que proporciona datos que le permiten en unidades monetarias, identificar, clasificar, cuantificar y jerarquizar los costos de calidad de la empresa con el propósito de medir en términos económicos las áreas de oportunidad y el impacto monetario del programa que se está implementando para optimizar la calidad y la competitividad.

“La empresa debería de definir resultados financieros que satisfagan necesidades y expectativas de dueños e inversores” (ISO 9004:2000)

4.2. Costo y valor de la calidad

El costo que representa para una empresa las devoluciones por productos vendidos que no complacen al cliente, por reprocesar productos mal fabricados, por los altos volúmenes de desperdicios que se generan durante su producción, si este es muy alto, se debe a la mala calidad de los productos, procesos y operaciones.

La mala calidad no tiene efecto solamente en los costos directos sino también en los costos indirectos que se generan al momento que un cliente por no encontrarse satisfecho con un producto, lo devuelve y no vuelve a comprar más ese producto, esto puede crear una mala imagen ante otros, influidos por esté para que no compren el producto, este es un costo indirecto creado por clientes perdidos que la mayoría de las empresas no toman en cuenta en sus

costos por mala calidad. Por lo tanto mejorar la calidad es un área donde pueden hacer ahorros importantes.

Como se sabe la utilidad es el ingreso menos el costo, y el ingreso es el precio del producto por la cantidad vendida, de esta manera para aumentar las utilidades (ganancias) se tiene que aumentar el ingreso o disminuir los costos, y el ingreso se puede aumentar únicamente elevando el precio manteniendo la cantidad vendida fija, o aumentando la cantidad vendida manteniendo el precio fijo, o bien bajar el costo disminuyendo los costos por devoluciones, reproceso y desperdicios, factores que pueden ser controlados mediante mejores procesos y operaciones.

La calidad se relaciona con cada uno de estos términos: costo, precio y cantidad vendida. Como se mencionó con anterioridad los costos se pueden disminuir con mejores procesos y operaciones que aumenten la calidad del producto. Igualmente el precio se puede aumentar cuando se fabrican mejores productos porque el cliente sabe que a pesar de que paga un poco más, está seguro de que su producto no le fallará y en realidad hasta bajará el costo del producto porque tendrá una vida útil mayor que otros similares. No obstante mayor precio no significa mejor calidad, ya que algunas empresas solamente cargan al precio del producto lo que no pudieron hacer al bajar costos por mala calidad.

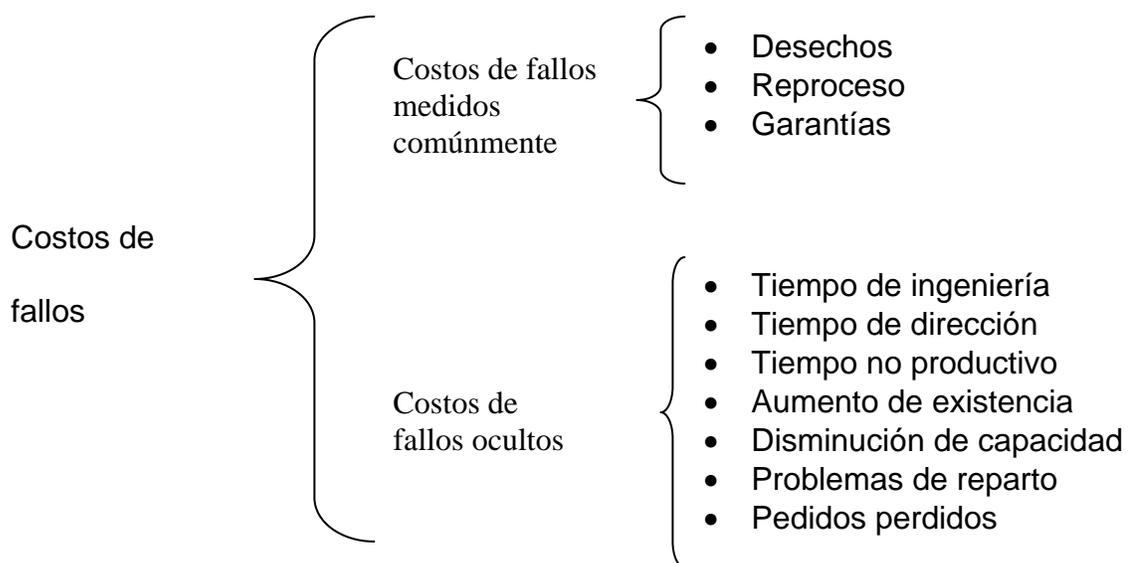
De igual manera si un producto es de alta calidad a un precio razonable tendrá mayor aceptación por parte del cliente que otros productos similares y por lo tanto, abarcará mayor proporción del mercado en que se encuentre.

Mantener un departamento específico de control de calidad requiere mayores gastos en cuanto a equipo, personal, materiales y procesos, pero su

costo no le cuesta más a la empresa porque se tienen ahorros en reproceso, desperdicio y servicios después de la venta, y la satisfacción que el cliente tendrá un producto que llene sus expectativas.

Una mejor calidad implica que el valor del producto sea mayor que su funcionalidad, sus particularidades y la confiabilidad por un producto de calidad mejoran la reputación de la empresa y el valor percibido del producto podrá lograr que la empresa determine mayores precios y mayor aceptación en el mercado logrando con esto mayores ingresos y utilidades, estos ingresos compensarán el costo de inversión que se hace por mejorar la calidad de los productos.

Figura 9. Diagrama de costos ocultos de calidad



4.3. Objetivos y ventajas económicas de un programa de control de calidad

El objetivo de un sistema de calidad es crear e implementar una herramienta administrativa de decisión que permita a la alta dirección de la empresa lo siguiente:

- a) Identificar, clasificar, recopilar, cuantificar monetariamente y jerarquizar de una forma oportuna y confiable las erogaciones.
- b) Medir en términos económicos las áreas de oportunidad.
- c) Medir el impacto monetario del programa de mejora que se está implementando en la empresa para optimizar los esfuerzos en pro de lograr mejores niveles de calidad, costo y / o servicios.

Es necesario lograr que la empresa establezca el objetivo que busca alcanzar con la implementación del sistema de control de calidad.

La meta de todo sistema de control de calidad consiste en facilitar las actividades tendientes a mejorarlas, que darán la oportunidad de reducir los costos operativos. La estrategia para utilizar los costos de calidad debe enfocarse a:

- a) Identificar directamente los costos de la falla con el fin de reducirlos a cero.
- b) Invertir en las actividades adecuadas de prevención para conseguir el mejoramiento.

- c) Reducir los costos de la evaluación atendiendo a los resultados alcanzados.
- d) Evaluar continuamente y reorientar las actividades de prevención para avanzar más en el mejoramiento.

Esta estrategia se basa en las suposiciones que:

- Cada falla tiene su causa y su origen.
- Las causas son previsibles
- La prevención siempre es más barata

En la práctica, los costos reales de la calidad pueden medirse y luego reducirse aplicando un análisis apropiado de causa y efecto.

Entre las ventajas podemos mencionar:

- Unifica y clasifica las erogaciones y las acciones de mejora. Cuando no se tiene un sistema de control de calidad frecuentemente cada área habla de la calidad en términos diferentes creando diversos sistemas, informes y soluciones. Un sistema de control de calidad permite identificar todas las erogaciones y las acciones de mejora y las integra en una herramienta administrativa que las analiza en función de un término común, el valor monetario del costo del ahorro.
- Recopila, cuantifica monetariamente y jerarquiza las erogaciones. El sistema de calidad facilita recabar información, su cuantificación monetaria y la jerarquización de su impacto de tal manera que facilita a la

dirección la decisión y programación de acciones de mejora para reducirlas y / o eliminarlas.

- Cuantifica monetariamente los costos de no-calidad y respalda las decisiones de la dirección de la empresa. Mediante el sistema de control de calidad se presentan a la dirección los soportes que le permitan tener una visión completa de lo que la falta de calidad cuesta a la empresa.
- Identifica las oportunidades de mejora. Las erogaciones clasificadas, cuantificadas monetariamente y jerarquizadas mediante el sistema de control de calidad, facilitan la identificación de las oportunidades de mejora, facilitan, identifican, reducir y / o eliminan las fallas optimizando las erogaciones, incrementando las productividad y mejorando la competitividad.
- Cuantifica monetariamente los avances de las acciones de mejora, facilitando con ello un mayor conocimiento del desempeño real de cada grupo de trabajo.
- Proporciona información para el manejo correcto de los costos. La información ya procesada a través de un sistema de control de calidad permite detectar los puntos en los que es conveniente no hacer algo o dejar de aplicar ciertas acciones de mejora continua y dedicar esos recursos a producir.

4.4. Clasificación de los costos de calidad

En forma general se considera que los costos de la calidad representan la diferencia entre el costo real del producto y lo que sería el costo reducido si no existiera la posibilidad de un servicio deficiente, ni de la falla de los productos ni de defectos en su fabricación. Los costos de calidad pueden clasificarse en las siguientes categorías:

Conforme al motivo que los origina:

a. Costos de calidad: Son las erogaciones para asegurar que los productos, sus procesos y sistemas cumplan con los requerimientos. Los costos de calidad se subdividen en:

Costos de prevención: son las erogaciones que se hacen para prevenir el incumplimiento de los requerimientos en cualquier producto o servicio, sus procesos y / o sistemas de la empresa. Una de las mejores formas de invertir el dinero en una empresa es en los costos de prevención, su uso adecuado disminuye las otras clases de costos. Desde el punto de vista financiero, no son costos sino inversiones para evitar costos futuros.

Entre estos costos podemos citar:

- Estudios de mercado (expectativas presentes y futuras)
- Diseños y rediseños de los productos y / o servicios
- Estudio beneficio / costo
- Revisión del proceso
- Desarrollo del proceso
- Desarrollo de ingeniería
- Revisión de los requerimientos

- Capacitación del personal sobre conocimientos, habilidades y/o actitudes necesarias
- Elaboración de manuales de procedimientos
- Elaboración de manuales de especificaciones (requerimientos)
- Elaboración de manuales técnicos
- Identificación y rastreo habilidad de los productos (trazabilidad)
- Desarrollo de proveedores
- Servicios post-venta
- Mantenimiento preventivo

Costos por Evaluación: son los importes generados por la inspección de los productos o servicios, su proceso y / o sistemas para asegurar que se cumplen los requerimientos. Se implementan cuando la alta dirección no está segura de que los costos de prevención son capaces de eliminar el 100% de la posibilidad de error. Los costos por evaluación sólo serán redituables si, al detectarse un problema, no solo se corrige, si no que se analiza lo que lo provocó y sobre todo se modifica y de esta manera garantiza que el problema no se volverá a presentar, entre estos costos podemos citar:

- Estudios de satisfacción del cliente
- Inspección de material recibido (incoming)
- Inspección de material en proceso (Auditoría de procesos)
- Inspección de producto final (Auditoría final)
- Inspección de producto almacenado para venta y / o exportación
- Material para pruebas
- Material para ensayos
- Evaluación y aprobación técnica de los productos, interna y externa.
- Inspección de prototipos
- Adquisición, mantenimiento y calibración del equipo de medición

- Control de los productos no con-formes
- Medición de los procesos
- Medición de las máquinas
- Medición de los costos
- Medición del personal
- Auditorías del jefe a cada proceso, sistema, operación y producto bajo su responsabilidad
- Análisis y evaluación de los soportes financieros

b. Costos de no calidad: Son las erogaciones por no cumplir con los requerimientos de los productos o servicios, sus procesos y / o sistemas. Los costos de No Calidad se subdividen en:

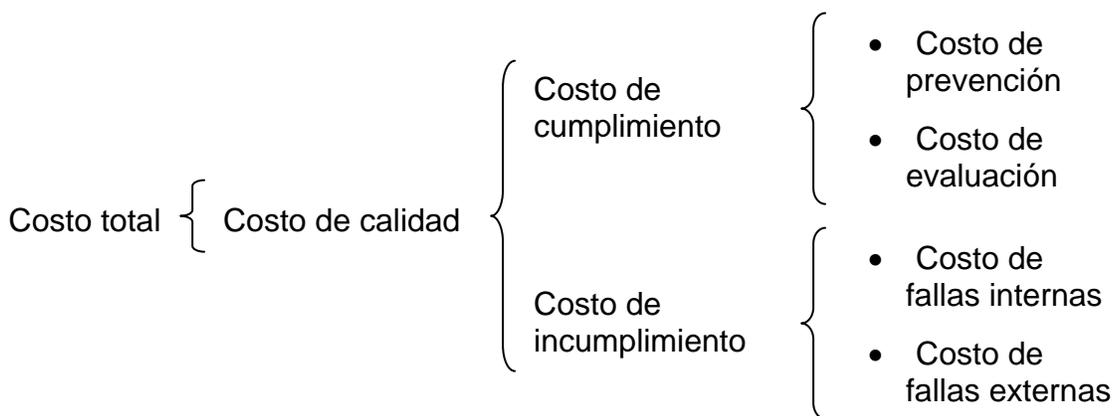
Costos por fallas internas: son aquellos costos generados por no cumplir con los requerimientos de los productos o servicios, sus procesos y / o sistemas, en los cuales la organización tiene un control directo. Entre los costos por fallas internas podemos citar:

- Desperdicios
- Reparaciones
- Acciones correctivas
- Demoras
- Pérdida de materiales
- Reprocesos
- Rechazo interno de productos terminados
- Rechazo interno de productos en proceso
- Uso de materias primas y materiales que sobrepasan las especificaciones de los productos

Costos por fallas externas: son los costos generados por no cumplir con los requerimientos de los productos o servicios, sus procesos y / o sistemas, no controlados directamente por la empresa, tales como:

- Productos rechazados por los clientes
- Quejas
- Fallas descubiertas por el cliente
- Recuperación de productos
- Costos y gastos de atención de reclamos
- Costos de reproceso de productos devueltos
- Rebajas, descuentos, concesiones por problemas de calidad

Figura 10. Diagrama de costos según el motivo que los origina



Conforme a su posibilidad de ser cuantificados:

a. Costos Cuantificables: son aquellos cuyos datos están disponibles en los sistemas de información y se pueden expresar en términos numéricos con o sin necesidad de exhaustivos cálculos de costeo.

b. Costos No Cuantificables: Corresponden a esta categoría aquellos costos cuyo dato exacto se desconoce porque son difícilmente cuantificables o porque su poca relevancia no justifica efectuar cálculos para conocerlos.

4.5. Estado de costos de producción esperado utilizando el programa de control estadístico

Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto.

El costo de producción tiene dos características opuestas, la primera es que para producir bienes se debe gastar; esto significa generar un costo. La segunda característica es que los costos deberían ser mantenidos tan bajos como sea posible y eliminar aquellos que resulten innecesarios. Esto no significa el corte o la eliminación de los costos indiscriminadamente.

Fabricar es consumir o transformar insumos para la producción de bienes o servicios. La fabricación es un proceso de transformación que demanda un conjunto de bienes y prestaciones, denominados elementos, y son las partes con las que se elabora un producto o servicio:

- Materiales directos
- Mano de obra directa
- Gastos indirectos de fabricación

El registro de estos elementos consta de dos partes:

Concentración de los costos por elementos (el debe de la cuenta)

Transformación de los elementos por su incorporación a los procesos (haber de la cuenta).

La administración, planeamiento y control hacen la otra función, la coordinación, que está especialmente referida a:

Número y calidad de las partes componentes

Niveles de inventarios (recursos físicos) o de disponibilidad (recursos humanos)

Políticas de compras o aprovisionamiento y de contratación

Esquemas de costos.

Costo primo: o primer costo, compuesto por la suma: MATERIALES + MANO DE OBRA.

Costo de conversión: MANO DE OBRA + COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN.

Costo de producción: MATERIALES + MANO DE OBRA + COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN.

A continuación se presenta el estado de costos de producción esperado si se mejora el actual sistema de control de calidad, el cual presenta variaciones que se detallan mas adelante.

Tabla II Estado estimado de costos de producción

**ESTADO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN
DEL 01/01/07 AL 30/09/07**

Movimiento de Materia Prima			
Inventario inicial de materia prima		Q65,000.00	
Compras de materia prima	Q68,000.00		
(+) Gastos s/compras de materia prima	Q6,000.00		
Compras brutas	Q74,000.00		
(-) Dev. y Reb. s/compra materia prima	Q800.00		
Compras netas de materia prima		Q73,200.00	
Materia prima disponible		Q138,200.00	
(-) Inventario final de materia prima		Q40,000.00	
Materia prima consumida		Q98,200.00	
(+) Mano de obra directa		Q40,700.00	
Costo primo o costo primario			Q138,900.00
Gastos de fabricación			
Mano de obra directa		Q260,000.00	
Reparación y mantenimiento de maquinaria		Q58,000.00	
Bonificación de fábrica		Q30,000.00	
Cuota patronal de fábrica		Q42,000.00	
Depreciación de maquinaria		Q27,000.00	
Depreciación de herramientas		Q1,200.00	
Depreciación mobiliario y equipo de fábrica		Q720.00	
Amortización de marcas y patentes de fábrica		Q710.00	
Combustibles (bunker)		Q28,800.00	
Alquiler de bodegas		Q35,000.00	
Repuestos y accesorios		Q2,400.00	
Seguros vencidos de fábrica		Q2,160.00	
Equipo contra incendio		Q8,600.00	
Equipo de protección personal		Q900.00	Q497,490.00
Total de cargos			Q636,390.00

Continuación Tabla II

(+) Inventario inicial de productos en proceso		Q112,471.00	
(-) Inventario final de productos en proceso		Q112,471.00	Q0.00
Costo de producto terminado			Q636,390.00
Movimiento de ventas			
Ventas			Q1,462,516.92
(-) Deb. y rebajas sobre ventas			Q24,930.00
Ventas netas			Q1,437,586.92
Costo de venta o de lo vendido			
Inventario inicial de artículos terminados		Q22,587.00	
(+) Costo de producción		Q636,390.00	
Artículos disponibles		Q658,977.00	
(-) Inventario final de artículos terminados		Q7,529.00	
Costo de venta o de lo vendido			Q651,448.00
Ganancia en ventas			Q786,138.92
Gastos de Operación			
Gasto de Laboratorio			
Sueldos Laboratorio	Q33,000.00		
Bonificación Laboratorio	Q5,184.00		
Cuota patronal Laboratorio	Q3,960.00		
Dep. mob y equipo Laboratorio	Q1,620.00		
Amortización de M & P Laboratorio	Q758.00		
Alquiler instalaciones de Laboratorio	Q3,062.50		
Equipo contra incendio de Laboratorio	Q787.50	Q48,372.00	
Gasto Administración			
Sueldos administración	Q135,000.00		
Bonificación administración	Q16,048.00		
Cuota patronal administración	Q14,200.00		
Amortización marcas y patentes de administración	Q586.00		
Alquiler de edificio para administración	Q562.50		
Seguros vencidos de administración	Q1,440.00		
Depreciación mob. y equipo admón.	Q1,260.00		

Continuación Tabla II

Depreciación equipo de computo	Q7,934.92	Q177,031.42	Q225,403.42
Utilidad en Operación			Q560,735.50
Otros gastos y productos			
Gastos			
Intereses gastos	Q1,675.00		
Cuentas incobrables	Q650.00		
Perdidas en negociación de activos	Q517.24	Q2,842.24	
Productos			
Comisiones percibidas		Q1,500.00	Q1,342.24
Utilidad del ejercicio antes del ISR			Q559,393.26

Guatemala, 30 de septiembre del 2007

Al comparar el estado de producción descrito anteriormente con el esperado se podrá notar un aumento en la utilidad del 29.6%, esto se debe básicamente a que existiría disminución en los costos en cuanto a materia prima, mano de obra y combustible, entre otros, producto del reproceso y desperdicios de materia prima.

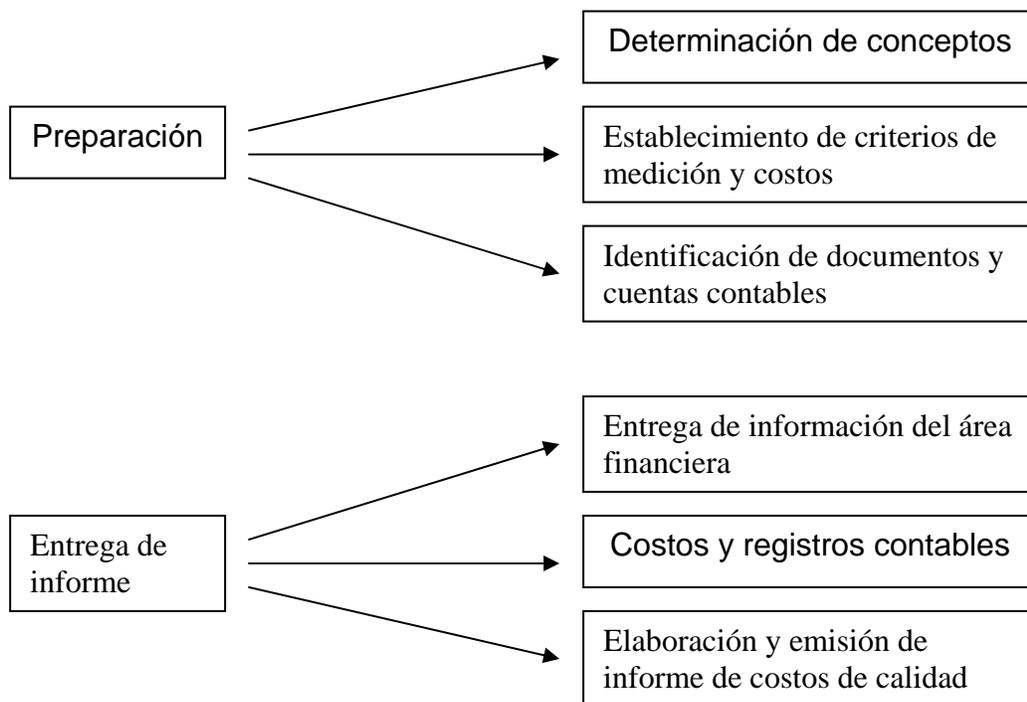
4.6. Administración de los costos de calidad

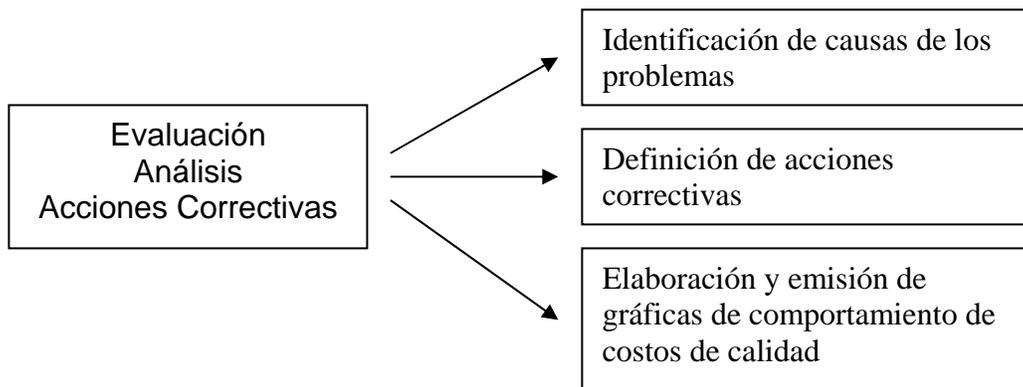
La administración de los costos de calidad comienza con un conocimiento y convicción general de que el mejoramiento del desempeño de la calidad, en lo relativo al producto y la reducción de los costos de calidad, son sinónimos. El siguiente paso consiste en reconocer que un mejoramiento cuantificable de la calidad también ejerce un efecto tangible sobre otras medidas del negocio, como las ventas y la participación en el mercado.

Se debe estar consciente que el costo de la calidad es un sistema global. Un sistema de control de la calidad puede convertirse en una excelente herramienta de la administración de una empresa. Puede ser un indicador de la salud del desempeño gerencial en muchas áreas. Medirá el costo de las actividades relacionadas con los errores que se cometen en ellas.

El programa de costos de calidad debe introducirse en forma positiva, por tal razón es sumamente importante que todos los empleados afectados, iniciando con los directivos, reciban suficiente información y reconozcan que los costos de la calidad son un pilar importante para la productividad de la empresa.

Figura 11. Proceso de costos





4.7. Calidad y rentabilidad

Una productividad más eficiente tiene un efecto directo en la rentabilidad. A más eficiencia en la producción más utilidades.

La rentabilidad puede mejorarse a través de los cambios que se generen, entre los que puede citarse:

Mayor participación en el mercado:

Uno de los resultados empresariales que se pueden obtener es la mayor participación en el mercado, obtenida a través de la información del cliente y en un proceso de análisis de calidad.

La utilización de los requerimientos del cliente y los resultados obtenidos del proceso de mejoramiento de calidad, se integran a las prácticas empresariales diarias de cada unidad funcional para mejorar los procesos internos tales como facturación, políticas y prácticas de manejo de efectivo y la comunicación con los clientes.

Desarrollo e introducción de nuevos productos

Los resultados del mejoramiento de la calidad deben ir reforzados con entrevistas con los clientes, para la implementación y desarrollo de nuevos productos, en sus diversas etapas, luego de completar el ciclo completo del proceso de análisis de calidad, probar los procedimientos, el envío y el proceso de documentación, debe existir un contacto regular con el cliente para asegurar que el producto cubre sus requerimientos.

En la mayoría de las empresas las nuevas ideas de producto vienen de los clientes. La integración efectiva de estas nuevas ideas con la función de investigación y desarrollo, crea el compromiso con el cliente. Este compromiso tiene como base la habilidad de los empleados para desarrollar nuevos productos que respondan a las expectativas y necesidades de los clientes.

Retención del cliente:

El mejoramiento de la calidad debe ser dinámico y del cual pueden tomarse acciones que repercutan en el resultado empresarial. Las estrategias de calidad que lleven al conocimiento de las necesidades del cliente para obtener su retención, son las que pueden tomarse al llevarse a cabo este proceso de mejoramiento. El proceso de análisis de calidad es un sistema que pone la información del cliente en la misma posición que la información financiera y operacional.

Es un sistema de manejo diseñado para implicar a los clientes, a los proveedores y a los empleados en un proceso continuo de mejoramiento de la calidad. Las relaciones de una empresa con sus clientes están en un estado de constante flujo, de acuerdo con Massaki Imai, "debe existir un esfuerzo continuo

por mejorar y hasta mantener la estabilidad de la relación”, debe faltar tal esfuerzo para que el cliente sea susceptible de abandonarnos.

Personal más capacitado e identificado con la calidad:

Una de las principales funciones del departamento de RRHH es ayudar al empleado a entender que la misión de la empresa es satisfacer los requerimientos de los clientes y que la visión de la organización es crear clientes comprometidos.

Esta función puede ayudarse con acciones tales como:

- Reestructurar los programas de reconocimiento al empleado en función del enfoque externo de la empresa
- Reestructurar las descripciones de los puestos haciéndoles ver la responsabilidad del empleado de establecer relaciones efectivas con los clientes
- Incorporar en la evaluación del desempeño de los empleados, criterios claros relacionados con los clientes
- Implementar el compromiso del cliente como una alternativa de recompensas económicas por mérito, consideraciones de promoción, etc.
- Poner en uso el proceso de análisis de calidad para evaluar la iniciativa de los empleados con las funciones de los clientes internos

Los principios del proceso de mejoramiento de la calidad pueden incluirse en la capacitación de una organización de varias formas:

- Capacitar a los empleados para entrevistar a los clientes
- Capacitar al personal de ventas para que use el proceso de análisis de calidad como una estrategia gerencial
- La información obtenida de los clientes, sirve de base para determinar las necesidades de entrenamiento y en que área

Administración efectiva de los recursos:

Como parte del proceso de planeación estratégica, la calidad conlleva la administración efectiva de los recursos con los que se cuentan. Al implantarse un proceso de mejoramiento de la calidad como una forma de identificar los requerimientos de los clientes, se obtiene una visión más realista del tiempo y de los recursos con que se cuenta. Con el objeto de obtener la productividad requerida, para lograr un beneficio en el aspecto económico, social y humano, es necesario que se administre en la empresa la gestión de la calidad, considerando ciertos aspectos como:

- La situación de las ventas en relación con el cliente, volumen de ventas, número de visitas a los clientes, número de pedidos de clientes, plazo promedio de abastecimiento de los clientes.
- Cumplimiento de objetivos.
- El costo actual de la calidad, o sea, el costo en que incurre la empresa para poder satisfacer las necesidades de sus clientes.

Reducción de costos:

Cada quetzal que se ahorra al mejorar la calidad tiene un impacto directo en las utilidades, al reducir mermas, reprocesos, trabajo innecesario, etc., podrá disminuir el importe de sus costos y gastos de operación, especialmente el costo de calidad, que puede llegar a representar de un 15% a un 25% de sus ingresos brutos.

Con el fin de obtener la calidad y productividad deseadas, es necesario que se tomen acciones con una metodología establecida. Para el desarrollo de dicha metodología es conveniente que se considere el entorno de su campo de actividades que comprenden:

- Conocimiento de las necesidades de sus clientes
- Conocimiento de la competencia
- Establecimiento de un proceso para estudiar y mejorar la calidad

La meta de todo sistema de calidad consiste en facilitar las actividades tendientes a mejorarlas, esto conlleva a la oportunidad de reducir costos operativos.

5. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA

5.1. Metodología a seguir

Para el presente se tomará pillar de 3"x3" (vela cilíndrica de 3 pulgadas de ancho por tres pulgadas de alto) que servirá como prueba y base del programa, este producto se elabora constantemente en la planta y ayudará a analizar los resultados ya que los datos son más frecuentes y por lo tanto serán más verídicos.

Para la realización de esta prueba es necesario seleccionar una variable que sea representativa e importante como característica de calidad por el efecto que podría tener en el producto si no se tiene un control estricto sobre él, además, esta variable deberá mostrar la importancia y utilidad de las herramientas estadísticas que se utilizan para su interpretación.

Se escogió para la realización de las gráficas X y R la variable temperatura de molde, ya que como se mencionó con anterioridad es muy importante controlar dicho factor debido a que influye determinantemente en la calidad y presentación del producto.

Para la realización de la gráfica P se escogió el atributo contaminación, por ser éste, un defecto que se presenta con frecuencia y es causante de rechazos en el producto.

Para las gráficas X y R se tomaran 20 subgrupos de 4 muestras cada una. Y para la gráfica P se tomará 500 muestras para que sea representativo.

5.2. Obtención de registro de las medidas en los puntos de control seleccionados

Figura 12. Registro de datos para gráficos X y R

	Formato Registro de Datos Gráficos X y R	CÓDIGO: Fecha de Aplicación: Fecha de Revisión: Número de Revisión: Página:
--	---	--

ÁREA: Llenado

Producto: 3x3 Pillar

Turno: Diurno

Lote: 7782P5

Línea: 5

Subgrupo No.	Fecha	Tipo de dato (Nombre de la variable)				Promedio X	Rango R	Oservaciones
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄			
1	03/09/2007	50.70	52.50	48.00	51.60	50.70	4.50	
2	04/09/2007	50.90	54.00	48.00	52.30	51.30	6.00	
3	05/09/2007	54.60	57.00	51.50	55.50	54.65	5.50	
4	06/09/2007	53.20	55.00	51.00	54.20	53.35	4.00	
5	07/09/2007	51.30	54.00	48.00	51.40	51.18	6.00	
6	10/09/2007	50.60	53.50	48.50	52.90	51.38	5.00	
7	11/09/2007	50.30	51.50	48.00	51.70	50.38	3.70	
8	12/09/2007	49.50	52.00	48.00	50.00	49.88	4.00	
9	13/09/2007	57.70	60.00	54.50	57.60	57.45	5.50	
10	14/09/2007	57.80	60.00	55.00	58.50	57.83	5.00	
11	17/09/2007	55.69	55.90	50.00	53.50	53.77	5.90	
12	18/09/2007	55.10	57.50	52.50	56.40	55.38	5.00	
13	19/09/2007	63.40	57.00	60.00	60.00	60.10	6.40	
14	20/09/2007	63.30	68.00	63.30	66.2	64.87	4.70	
15	21/09/2007	62.60	64.50	60.50	60.00	61.90	4.50	
16	24/09/2007	60.30	63.50	58.00	61.00	60.70	5.50	
17	25/09/2007	62.00	64.00	60.00	63.00	62.25	4.00	
18	26/09/2007	60.70	63.50	58.50	62.00	61.18	5.00	
19	27/09/2007	62.00	66.00	60.00	65.50	63.38	6.00	
20	28/09/2007	65.30	69.50	66.00	67.00	66.95	4.20	
Promedio:						56.93	5.02	

Gráfico X
 LSC: 60.59
 LCC: 56.93
 LIC: 53.26

Gráfico R
 LSC: 11.45
 LCC: 5.02
 LIC: 0

Para n = 4
 A₂ = 0.73
 D₃ = 0
 D₄ = 2.28

Auditor: _____

Figura 13. Registro de datos para el gráfico P

	Formato Registro de Datos Gráficos P	CÓDIGO: Fecha de Aplicación: Fecha de Revisión: Número de Revisión: Página:
--	---	--

ÁREA: Llenado

Producto: 3x3 Pillar

Turno Diurno

Lote: 7782P5

Línea: 5

No.	Fecha	Hora	# Inspeccionado	# defectos	% de unidades defecuosas	Observaciones
1	03/09/2007	7:30	25	0	0	
2	04/09/2007	8:00	25	2	0,08	
3	05/09/2007	8:30	25	1	0,04	
4	06/09/2007	9:00	25	0	0	
5	07/09/2007	9:30	25	0	0	
6	10/09/2007	10:00	25	3	0,12	
7	11/09/2007	10:30	25	1	0,04	
8	12/09/2007	11:00	25	1	0,04	
9	13/09/2007	11:30	25	2	0,08	
10	14/09/2007	12:00	25	1	0,04	
11	17/09/2007	12:30	25	1	0,04	
12	18/09/2007	13:00	25	1	0,04	
13	19/09/2007	13:30	25	1	0,04	
14	20/09/2007	14:00	25	1	0,04	
15	21/09/2007	14:30	25	2	0,08	
16	24/09/2007	15:00	25	2	0,08	
17	25/09/2007	15:30	25	3	0,12	
18	26/09/2007	16:00	25	1	0,04	
19	27/09/2007	16:30	25	0	0	
20	28/09/2007	17:00	25	3	0,12	
Totales:			500	26	1,04	

Gráfico P

LSC: 0,0817
 LCC: 0,0520
 LIC: 0,0223

P: 0,052
 SP: 0,0099

Auditor: _____

5.3. Cálculo de límites de control a partir de las mediciones

Las fronteras establecidas a través del comportamiento real de una característica medida, o sea, los límites o rangos máximos y mínimos en los cuales deben estar enmarcada(s) la(s) característica(s), este es el caso de las variables y atributos que se está evaluando, las cuales son las siguientes:

Límites de los gráficos por variables:

X = Media de medias

R = Media de rangos

LCS = Límite superior de control

LC = Límite central de control

LCI = Límite inferior de control

Límites para el gráfico R

$$R = \sum_{i=1}^k Ri / k = \frac{100.40}{20} = 5.02$$

Donde para n = 4

D₄ = 2.28

D₃ = 0

$$LSC = D_4R = 2.28 * 5.02 = 11.45$$

$$LC = R = 5.02$$

$$LIC = D_3R = 0 * 5.02 = 0$$

Límites para el gráfico X

$$X = \sum_{i=1}^k Xi / k = \frac{1138.6}{20} = 56.93$$

Donde para n = 4

A₂ = 0.73

$$LSC = X + A_2R = 56.93 + (0.73 * 5.02) = 60.59$$

$$LC = X = 56.93$$

$$LIC = X - A_2R = 56.93 - (0.73 \cdot 5.02) = 53.26$$

Límites de los gráficos por atributos:

P = Proporción o fracción de artículos defectuosos

U = Número de defectos por unidad

LCS = Límite superior de control

LC = Límite central de control

LCI = Límite inferior de control

Límites para el gráfico P

$$P = (p_1 + p_2 + p_3 \dots p_k) / k = 26 / 500 = 0.052$$

$$SP = \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} = \sqrt{\frac{0.052(1-0.052)}{500}} = 0.0099$$

$$LSC = P + 3SP = 0.052 + 3(0.0099) = 0.0817$$

$$LC = P = 0.052$$

$$LIC = P - 3SP = 0.052 - 3(0.0099) = 0.0223$$

Estos límites se basan en la premisa que hay un patrón de variación aleatorio y fueron creados según esta teoría. Al graficar los límites se pretende mantener este patrón.

5.4. Representación de los gráficos de control de los puntos de control seleccionados

Figura 14. Gráfico R

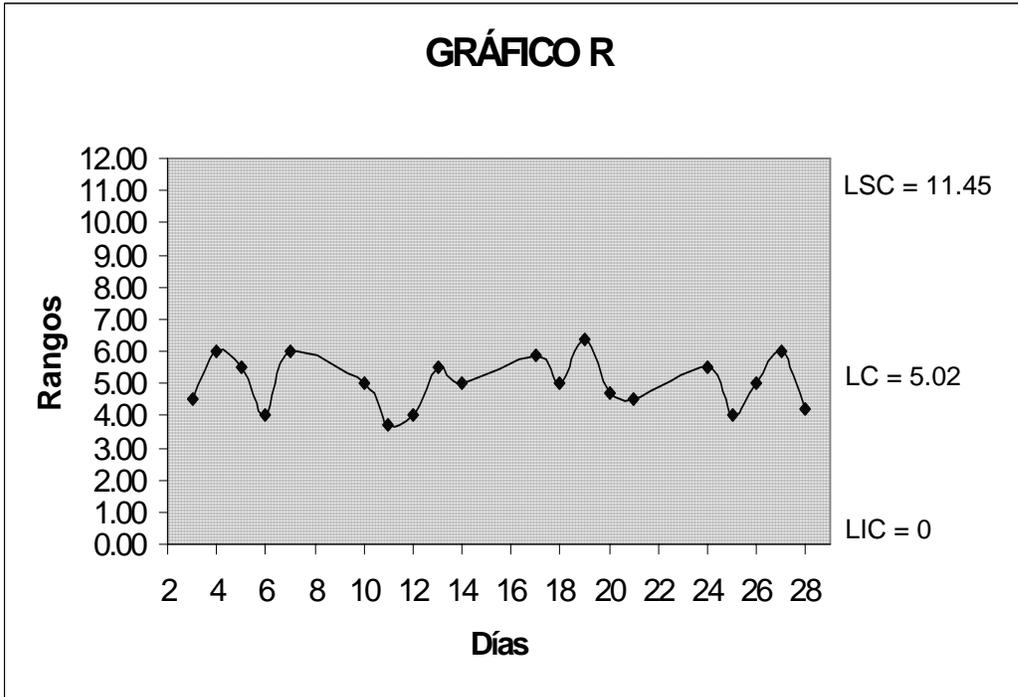


Figura 15. Gráfico X

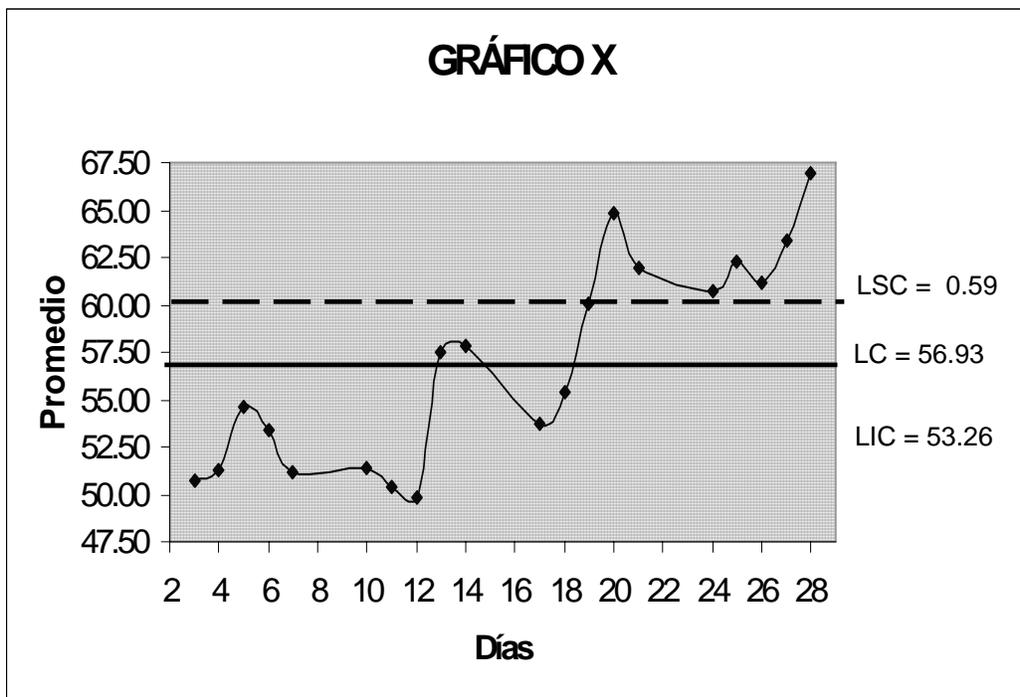
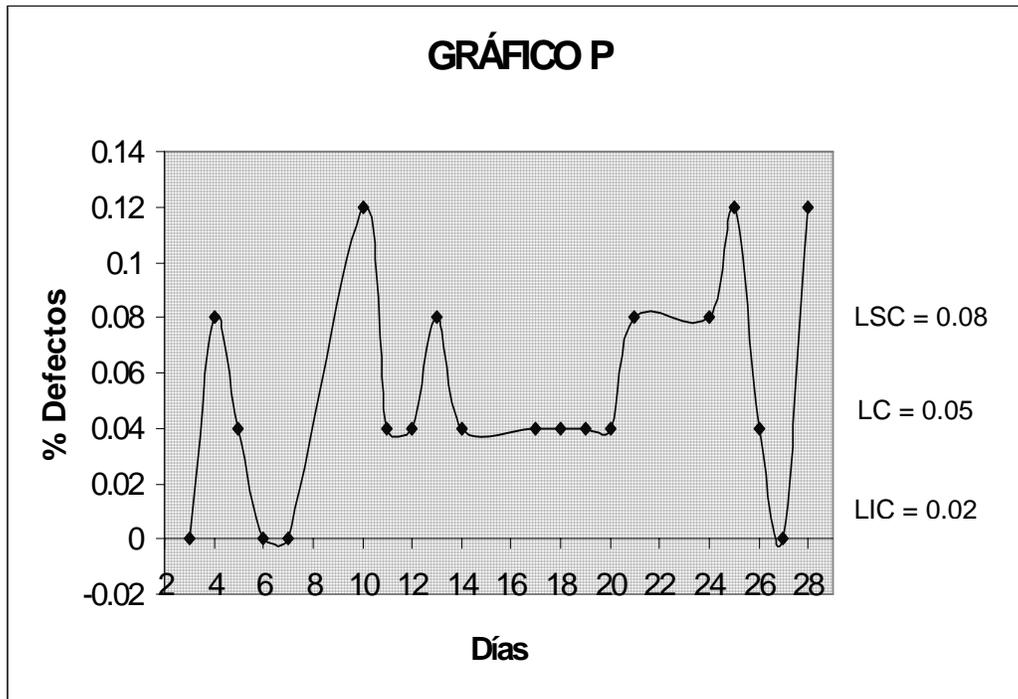


Figura 16. Gráfico P



En la gráfica R observamos que el rango está dentro de los límites, aparentemente el proceso estaría bajo control, sin embargo, al analizar la gráfica X existe cierta tendencia en aumento hacia la derecha, con varios puntos fuera de los límites de control, esto indica claramente que el proceso está fuera de él, esto podría ser debido a que el horno no calienta homogéneamente los moldes en todas las posiciones, por lo que es conveniente revisarlo para corregir la falla.

En la gráfica P se observa algunos puntos fuera de los límites de control los cuales están ubicados en los lados laterales de la gráfica, esto quiere decir que existe una variación en la cantidad de productos defectuosos fabricados en el

área de llenado, producidos por la temperatura del molde, considerando que es uno de los factores más importantes para que la vela no presente defectos en su superficie.

6. IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Descripción general de la situación ambiental en la empresa

La contaminación industrial es la emisión de sustancias nocivas y tóxicas o peligrosas, directa o indirectamente de las instalaciones o procesos industriales. Estas emisiones pueden ser:

- Emisiones a la atmósfera
- Vertidos a las redes públicas de saneamiento
- Vertidos directos al suelo o cauces de aguas superficiales
- Almacenamiento o disposición de residuos industriales
- Ruidos en el entorno

Durante la producción de las velas en la empresa se desarrollan varios procesos que generan agentes contaminantes al medio ambiente, entre estos sobresalen la contaminación producida por los desechos sólidos, gaseosos y el ruido.

No existe información precisa de la cantidad de desechos que son generados por la empresa, y de las medidas preventivas que puedan disminuir los daños ocasionados al medio ambiente. Únicamente a los desechos sólidos y algunos líquidos se les da seguimiento, se contrata a otras empresas para que les den tratamiento como: reciclaje en el caso del papel y cartón, así como de desechos líquidos y sólidos que son nocivos para el medio ambiente.

6.2. Impactos negativos ambientales

6.2.1. Ruido

El ruido es provocado por los compresores de aire, ventiladores, barrenadoras, sierras, tanques fundidores, montacargas y mecánicos. Este conjunto de equipos produce ruido en el entorno bastante fuerte.

Los sonidos indeseados constituyen el estorbo público más generalizado en la sociedad actual. Y es más que un estorbo. El ruido es un peligro real y efectivo para la salud de la población. De día y de noche, el ruido puede ocasionarnos serias tensiones físicas y emocionales. Nadie es inmune al ruido. Aunque aparentemente nos adaptamos a él ignorándolo, la verdad es que el oído siempre lo capta, y el cuerpo siempre reacciona, a veces con extrema tensión, como cuando oímos un sonido extraño en medio de la noche.

Otros peligros más serios causados por el ruido han sido menos atendidos quizá por ser más sutiles. Pero debemos estar atentos a las molestias que el ruido nos ocasiona, pueden inducir a otros males físicos y emocionales.

Efectos del ruido:

Los principales males causados por la exposición al ruido son: la interferencia en la comunicación, la pérdida de la audición, la perturbación del sueño y el estrés.

Entre los peligros a la salud causados por el ruido, el más notable suele ser la pérdida auditiva que ha sido observada científicamente, medida y establecida con un efecto de los impactos sonoros excesivos. La pérdida de la

audición puede ser permanente o temporal. El desplazamiento temporal del umbral inducido por el ruido representa una pérdida transitoria de la agudeza auditiva, después de una exposición relativamente breve al ruido excesivo. El desplazamiento permanente del umbral inducido por el ruido constituye una pérdida irreversible causada por la exposición prolongada al ruido, el cual provoca dificultad para conciliar el sueño. Algunos estudios han indicado que la perturbación del sueño se manifiesta cada vez más a medida que los niveles de ruido ambiental sobrepasan los límites de serenidad.

El ruido puede actuar como elemento de distracción, afecta el estado psicofisiológico, el estado de alerta y aumentar o disminuir la eficiencia del individuo. El ruido nos afecta durante través de toda la vida. Existen indicios de perjuicio al feto cuando las madres han estado expuestas a ruidos industriales o a otros ruidos ambientales excesivos durante el período de embarazo.

Fuentes de ruido:

El equipo mecánico es el que genera el problema más grave a causa del ruido en gran escala y somete a una parte importante de la población activa a niveles de ruido peligroso. Los niveles más altos de ruido son comúnmente causados por componentes o corrientes gaseosas que se mueven a gran velocidad o por operaciones con percusión. Entre los equipos generadores de ruido en la empresa están: los compresores, ventiladores, pistolas de aire a presión, barrenadoras, sierras y los tanques fundidores.

El ruido de los vehículos (transporte de carga) es producido fundamentalmente por el motor y la fricción causada por el contacto del vehículo con el suelo y el aire.

Hay una serie de sonidos provocados por grúas, operaciones de soldadura, martilleo, perforación y otros trabajos producidos en el taller de mantenimiento.

Existe clara conciencia del efecto negativo que provoca sobre las personas un entorno ruidoso. Las molestias que ocasiona pueden ser de muy distinta índole y van desde trastornos a la hora de dormir e incapacidad para concentrarse, hasta lesiones propiamente dichas, dependiendo de la intensidad y duración del ruido. La contaminación producida por el ruido se ha convertido en un grave problema para las urbes y centros de producción.

La expresión contaminación por ruido engloba una infinidad de problemas que de una u otra forma sufrimos a diario.

6.2.2. Desechos líquidos

Toda industria que consume agua tendrá algún efluente líquido. La calidad de los efluentes puede variar mucho más que la de las emisiones atmosféricas y dependerá completamente del proceso industrial. En la ciudad, la industria y el área urbana no están separadas y por lo tanto las aguas residuales industriales y las aguas servidas urbanas se mezclan en los ríos, lo cual dificulta la determinación del aporte de contaminación que le corresponde a la industria.

La situación se complica, porque gran parte de los residuos sólidos industriales y domésticos es descargada directamente a los ríos. Sin duda, las industrias en la ciudad contribuyen con una porción de carga con relación al contaminante total. Sin embargo, aún se desconoce la magnitud real del aporte

de cada industria, debido a la falta de información técnica y a la actitud poco cooperativa de éstas.

Los residuos peligrosos líquidos, son aquellos que por sus características no pueden ser tratados en los sistemas convencionales de tratamiento de efluentes, por ejemplo solventes usados, aceites lubricantes gastados, etc. Los desechos líquidos que genera la empresa son:

- Fragancias contaminadas
- Fragancias oxidadas
- Fragancias caducadas
- Aceites contaminados con colorantes, agua o alcohol
- Barniz contaminado

6.2.3. Desechos sólidos

Los desechos sólidos se pueden subdividir en dos grupos: los sólidos comunes y los peligrosos. Los comunes que son inertes o con características similares a los residuos domésticos (papel, cartones, retazos de tela, plástico, etc.). Los peligrosos, son aquellos que por su corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad o inflamabilidad, causan efectos negativos en el medio ambiente y al ser humano, si se utilizan en forma inadecuada.

En la empresa podemos encontrar que dentro de sus desechos sólidos peligrosos están los recipientes usados con contenido de materia prima tóxica entre las cuales están:

- Fragancias
- Petrolato
- Desmoldante
- Ritamoliente

- Drakeol
- Otros aceites y / o aditivos

6.2.4. Desechos gaseosos

Una de las causas principales de contaminación en el aire es la combustión, principalmente la combustión de los combustibles fósiles, cuando ocurre la combustión, el hidrógeno y el carbono del combustible se combinan con el oxígeno del aire para producir calor, luz, dióxido de carbono (CO₂) y vapor de agua (H₂O), sin embargo, las impurezas del combustible, una incorrecta relación de mezcla entre el aire y el combustible, o temperaturas de combustión demasiado altas o bajas; son causa de la formación de productos secundarios, tales como monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), partículas (MP), hidrocarburos no quemados (HC), plomo y otros.

El carburante en un motor de combustión interna genera una serie de emisiones contaminantes, las cuales dependerán del tipo y calidad del combustible utilizado, de la relación entre aire y combustible, del sistema de suministro de combustible, del sistema y tiempo de encendido, de la energía del encendido, de la relación de compresión, de la temperatura de combustión, del régimen de carga y del tratamiento ulterior de los gases de escape.

Dióxido de carbono: El exceso de CO₂ es responsable del "Efecto Invernadero", por el cual, la temperatura en el globo terrestre tiende a aumentar y a no ser estable, lo que podrá ocasionar crecimiento de los desiertos, aumento del nivel del mar, inmersión de islas y costas y otras catástrofes climatológicas.

Partículas: Pueden ser sólidas y / o líquidas, se muestran en el aire como neblinas y / o humos. En parte se obtienen por combustión de combustibles contaminados o por deficiencia de oxígeno.

Hidrocarburos no quemados: Son una gran cantidad de compuestos diferentes, reaccionan con otras sustancias en el aire y en presencia de luz producen oxidantes fotoquímicos, responsables de neblina y disminución de la visibilidad en las urbes metropolitanas. Se producen por combustión incompleta, evaporación y problemas de encendido.

Para la caldera se utiliza el bunker (alrededor de 300 galones diarios, según lo requiera la planta.).

6.3. Medidas de mitigación

Se debe establecer para que el impacto ambiental causado por diversas fuentes de contaminación pueda ser controlado, minimizado y corregido.

Existen muchos residuos peligrosos que pueden ser reciclados de manera adecuada, y evitar su contacto con el medio ambiente. La utilización de filtros para que retengan las partículas antes de salir al aire y contaminar la atmósfera; algunos solventes pueden ser re destilados y reutilizados.

El mantenimiento de la maquinaria, equipos y materiales puede ser instrumento de prevención. Todo el equipo físico de una instalación industrial que procesa materiales y sustancias químicas es susceptible de fallar, descomponerse, de deteriorarse debido al tiempo y uso, y llegar a la obsolescencia debido a los avances de la tecnología. Estas características producen un efecto de contaminación de la siguiente forma:

Falla: Da por resultado pérdidas imprevistas en la generación de: productos o servicios, desechos y en el potencial de fallas.

Deterioro: Suele ocasionar un incremento en las formas de falla, en niveles inaceptables de calidad y los aumentos en la generación de desechos.

Obsolescencia: Provoca que los competidores pueden lograr un costo de proceso unitario menor, costos más bajos por disposición de desechos o un mejor desempeño con respecto al medio ambiente.

El objetivo del mantenimiento es lograr un equilibrio entre los gastos, inversión, mantenimiento, costos agregados de las fallas y la obsolescencia. Con este nivel de inventario en equipo y mano de obra para mantenimiento, es factible que se encuentren numerosas oportunidades para prevenir la contaminación al ambiente.

6.4. Impactos positivos ambientales

Dentro de los impactos positivos podemos mencionar:

- Generación de ingresos económicos para las personas que laboran en la empresa
- Beneficios indirectos para los negocios cercanos a la empresa
- Brigada de emergencia y capacitación de primeros auxilios
- Capacitación del personal sobre producción
- Apertura comercial
- Ingreso de divisas al país

7. PROPUESTA DE SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA

7.1. Programa de revisión del sistema

Para que el programa trabaje adecuadamente es necesario contar con un procedimiento que involucre al personal relacionado con el sistema de calidad, y revisar el programa periódicamente, estableciendo fechas específicas.

El objetivo principal de la revisión del sistema es determinar el estado actual de la calidad de los productos y procesos, analizando los cambios desde el inicio del programa de control estadístico y los inconvenientes que se pueden presentar. Además, de tratar asuntos importantes como: el personal, equipo y los procedimientos que sean necesarios para el mejorar el funcionamiento del sistema.

Este programa de revisión del sistema debe ser respaldado por los directivos, con el fin de apoyar el programa, y de esta forma motivar al personal del departamento de control de calidad a seguir mejorando.

7.2. Retroalimentación

La retroalimentación sobre el funcionamiento del sistema, se irá dando conforme el programa de control de calidad se vaya desarrollando, La retroalimentación es la información de cómo se está comportando el sistema diseñado, sus ventajas y fallas en el momento de utilizarse.

Puede ser obtenida por las personas que utilizan el sistema, los clientes internos y externos de la empresa, y personal involucrado en el mismo.

Se debe tomar en cuenta esta información para mejorar el sistema y saber en qué grado se está avanzando en el mejoramiento de la calidad de los productos y procesos de la empresa.

7.3. Acciones a seguir

Para que el sistema de calidad esté funcionando eficientemente es indispensable realizar ciertas actividades para lograr los cambios que sean necesarios, a continuación se proponen las siguientes:

- Capacitar al personal, del departamento de control de calidad y personas ajenas al mismo, sobre técnicas estadísticas que serán utilizadas para mejorar el control de calidad de los productos y procesos de la empresa
- Asignar capacitadores para cada reunión
- Elaborar un cronograma con fechas y actividades específicas para cada capacitación
- Definir fechas específicas para la revisión del sistema
- Definir fechas y actividades específicas para cada fecha de seguimiento
- Definir personal específico para cada reunión
- Cuando se detecta un problema, la respuesta y solución, ha de ser inmediata. No se puede demorar, pues podría originar consecuencias desastrosas

Estas actividades pueden realizarse los lunes, ya que es el día en que existen menos presiones por embarque de productos a exportar.

Figura 17. Diagrama de programa de seguimiento del sistema de control de calidad.

Fecha	Actividad	Personal
Primer lunes	Discusión de problemas sobre calidad	Gerente de planta, Gerente de calidad y supervisores de C. C.
Segundo lunes	Sesión ordinaria del departamento de C .C.	Gerente de calidad, Inspectores y supervisores C. C.
Tercer lunes	Revisión del sistema de C. C.	Gerente de planta, Gerente de calidad y Supervisores de C. C.
Cuarto lunes	Sesión ordinaria del departamento de C .C.	Gerente de Calidad, Inspectores y Supervisores de C .C.

7.4. Importancia del seguimiento a los cambios y mejoras

Un sistema de control de calidad puede estar diseñado de la mejor manera, pero si no existe conciencia sobre la importancia de mejorar la calidad y la forma en que será realizada por el departamento de control de calidad, se obtendrán pocos logros, y aunque el personal departamento de control de calidad aplique las técnicas estadísticas, tenga una conciencia y cultura de calidad bien definidas, se presentarán obstáculos con los que el resto del personal no estará familiarizado y qué es lo que se pretende con la implementación del sistema de control de calidad propuesto.

Los procesos de modernización y renovación, deben tomarse dentro del sistema de una manera estratégica. Considerarlas al más largo plazo previsible que se pueda planificar según las previsiones obtenidas del análisis de los datos.

7.5. Mejora continua

La mejora continua permite, entre otras ventajas reducir costos, desperdicios, el índice de contaminación al medio ambiente, tiempos de espera y aumentar los índices de satisfacción de los clientes, aprovechar al máximo la capacidad intelectual de todos los empleados manteniéndolos motivados y comprometidos con la empresa. Esto se logra involucrando a todos los miembros de la empresa a una estrategia que este destinada a mejorar de manera sistemática los niveles de calidad y productividad, de esa forma mejorar los rendimientos sobre la inversión y la participación en el mercado.

La mejora continua implica la implantación del sistema, el aprendizaje continuo de la empresa, el seguimiento de una filosofía de gestión y la participación activa de todo el personal.

Alcanzar los mejores resultados, no es labor de un día. Es un proceso progresivo en el que no puede haber retrocesos. Han de cumplirse los objetivos de la empresa, y prepararse para los próximos requerimientos superiores.

El personal debe participar en los equipos de trabajo tales como: los círculos de control de calidad, mejora de procesos y resolución de problemas. Con distintas características, objetivos especiales y forma de accionar, todos tienen la meta fundamental de mejorar continuamente los procesos, productos y servicios de la empresa.

Siempre hay que intentar mejorar los resultados. Lo que lleva aparejada una dinámica continua de estudio, análisis, experiencias y soluciones cuyo propio dinamismo tiene como consecuencia un proceso de mejora continua de la satisfacción del cliente.

Mejorar no implica tratar de hacer mejor lo que siempre se ha hecho. Mejorar de manera continua implica aplicar la creatividad e innovación, en los tiempos de preparación de las máquinas y herramientas, mejorar la forma de organizar el trabajo pasándolo del trabajo por proceso al trabajo por producto o en células y mejorar la capacitación del personal ampliando sus conocimientos y experiencias mediante un incremento de sus polivalencias laborales.

Mejorar significa cambiar la forma de ver, producir y controlar la calidad, significa dejar de controlar la calidad para empezar a diseñarla y utilizarla. Todo ello y mucho más significan la mejora continua, por ello tantos huyen de ella y por ello tan necesaria es, lo cual lleva a los que la adoptan a conciencia y como una filosofía de vida y de trabajo a mejorar no sólo la empresa, sino, además, la calidad de vida en el trabajo.

CONCLUSIONES

1. Se ha diseñado un programa de control estadístico con el fin de garantizar la calidad en el proceso de producción de la empresa.
2. Se ha determinado que el estado actual de la empresa, en cuanto a la forma de controlar la calidad de sus productos en proceso no es del todo satisfactoria, ya que el actual sistema para realizarla es insuficiente para cumplir con los estándares de calidad exigidos por el cliente.
3. Los puntos críticos dentro del proceso para la aplicación del programa son: la temperatura de la mezcla y la temperatura del molde, ya que estos son las variables principales por las cuales surgen defectos en la superficie de la vela.
4. Para la implementación del programa se han diseñado tres formatos para la recopilación de datos, que serán de mucha utilidad para tener un registro histórico en el momento de evaluar los resultados del programa.
5. Los gráficos propuestos a utilizar en programa de control estadístico de calidad son los gráficos X, R para las variables y el gráfico P para los atributos, porque según sus características son las que ayudarían a tener un mayor control de los parámetros de calidad en la vela durante el proceso de producción.

6. Se ha estimado que el ahorro económico en la empresa si se implementara el programa de control estadístico, sería de aproximadamente el 22%.

7. Se propone una guía para la implementación del programa de control estadístico, basado principalmente en una prueba de aplicación a un producto de constante producción, una vela cilíndrica de tres pulgadas de ancho por tres pulgadas de largo, que presenta varios defectos en su superficie, ocasionados principalmente por variabilidad en la temperatura del molde.

8. El plan de seguimiento está enfocado principalmente a evaluar el programa mensualmente, con el fin de detectar las mejoras y los cambios que deban realizarse en dicho programa, con el fin de obtener los resultados.

RECOMENDACIONES

1. Se debe tomar en consideración que en la implementación del programa de control estadístico se obtendrán los resultados esperados, si se siguen y se respetan los procedimientos bajo los cuales estará sujeto.
2. Para que mejore el actual sistema de control de calidad, es necesario que exista un compromiso real y sincero por parte de todo el personal de la empresa, desde la Gerencia General, hasta el personal operativo, y estar conscientes que la calidad debe ser un esfuerzo en conjunto por parte de todos y no solamente una responsabilidad del departamento de control de calidad.
3. Para disminuir la variabilidad de la temperatura de los moldes, se recomienda supervisar y calibrar los hornos en las líneas de producción, ya que son el principal factor por el cual en el molde existe variación en su temperatura superficial.
4. Calibrar los diferentes termómetros que son utilizados para la medición de la temperatura.
5. Debe realizarse una supervisión constante en la correcta utilización de los formatos de recopilación de datos, pues de ello depende en gran parte que los resultados sean los más efectivos.
6. Los gráficos propuestos a utilizar en el programa de control estadístico de calidad son los gráficos X, R para las variables y los gráficos P y U para los atributos, porque según sus características son las que

ayudarían a tener un mayor control de los parámetros de calidad en la vela durante el proceso de producción.

7. Contemplar programas de capacitación, tanto a nivel gerencial, técnico y operativo, a través de seminarios, cursos y pláticas que permitan tener una visión más amplia sobre lo que es necesario realizar para lograr que el sistema de control de calidad brinde los resultados esperados.

BIBLIOGRAFÍA

1.

Álvarez Paz, Jesús. **Aplicación de normas de calidad en las industrias guatemaltecas.** Tesis Contador Público y Auditor, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, 2000.

2.

Besterfield, Dale H. **Control de calidad.** Editorial Prentice Hall, México 1995.

Lamprecht, James L. **Guía interpretativa de ISO 9001-2000 con énfasis en la metodología estadística.** Editorial Panorama, México 2002.

3.

Canter, Larry W. **Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para elaboración de estudios de impacto.** McGraw Hill, Madrid 1998.

4.

Duncan, Acheson. **Control de calidad y estadística industrial.** Editorial Alfaomega, México 1997.

5.

Feigenbaum, A.V. **Control de calidad, ingeniería y administración,** México 1990.

6.

García Barrios, Luis Rolando. **El costo de implementar la calidad total en la industria guatemalteca.** Tesis Contador Público y Auditor, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, 1995.

7.

Gutiérrez, Humberto. **Calidad total y productividad**. Editorial McGraw Hill, México 1997.

8.

Montgomery, Douglas. **Control estadístico de calidad**. 3ra. Edición, Editorial Limusa Wiley, México 2004.

9. Morales Bran, Evelyn. **Control estadístico de calidad en los procesos de una industria alimenticia**. Tesis Ingeniero Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001.

10.

Morales Griselda, Hilda María. **Aplicaciones de normas de manufactura para el aseguramiento de la calidad en la elaboración de jabón de lavandería en barra**. Tesis Ingeniero Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001.

ANEXOS

Tabla III Factores para determinar los límites de control para gráficas X y R

Número de unidades de la muestra n	Constantes		
	A_2	D_3	D_4
2	1,880	0	3,267
3	1,023	0	2,574
4	0,729	0	2,282
5	0,577	0	2,114
6	0,483	0	2,004
7	0,419	0,076	1,924
8	0,373	0,136	1,864
9	0,337	0,184	1,816
10	0,308	0,223	1,777
11	0,285	0,256	1,744
12	0,266	0,283	1,717
13	0,249	0,307	1,693
14	0,235	0,328	1,672
15	0,223	0,347	1,653
16	0,212	0,363	1,637
17	0,203	0,378	1,622
18	0,194	0,391	1,608
19	0,187	0,403	1,597
20	0,180	0,415	1,585

Fuente: Daniel Peña, Estadística, modelos y métodos. Fundamentos (Alianza Universidad).

Tabla IV Factores para determinar los límites de control para gráficas

Número de unidades de la muestra n	Constantes		
	A ₃	B ₃	B ₄
2	2,66	0	3,27
3	1,95	0	2,57
4	1,63	0	2,27
5	1,43	0	2,09
6	1,29	0,03	1,97
7	1,18	0,12	1,89
8	1,10	0,19	1,82
9	1,03	0,24	1,76
10	0,98	0,28	1,72
11	0,93	0,32	1,68
12	0,89	0,35	1,65
13	0,85	0,38	1,62
14	0,82	0,41	1,59
15	0,79	0,43	1,57
16	0,76	0,45	1,55
17	0,74	0,47	1,53
18	0,72	0,48	1,52
19	0,70	0,50	1,50
20	0,68	0,51	1,49

Fuente: Daniel Peña, Estadística, modelos y métodos. Fundamentos (Alianza Universidad).

Tabla V Tabla para la confección de gráficos de control

N° de observaciones n	Gráfico desviaciones estándares				Gráfico para rangos				
	c2	c4	B3	B4	d2	D1	D2	D3	D4
2	0.5642	0.798	0.000	3.267	1.128	0.000	3.686	0.000	3.276
3	0.7236	0.886	0.000	2.568	1.693	0.000	4.358	0.000	2.575
4	0.7979	0.921	0.000	2.266	2.059	0.000	4.698	0.000	2.282
5	0.8407	0.940	0.000	2.089	2.326	0.000	4.918	0.000	2.115
6	0.8686	0.952	0.030	1.970	2.534	0.000	5.078	0.000	2.004
7	0.8882	0.959	0.118	1.882	2.704	0.205	5.203	0.076	1.924
8	0.9027	0.965	0.185	1.815	2.847	0.387	5.307	0.136	1.864
9	0.9139	0.969	0.239	1.761	2.970	0.546	5.394	0.184	1.816
10	0.9227	0.973	0.284	1.716	3.078	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.9300	0.975	0.321	1.679	3.173	0.812	5.534	0.256	1.744
12	0.9359	0.978	0.354	1.647	3.258	0.924	5.592	0.284	1.719
13	0.9410	0.979	0.382	1.618	3.336	1.026	5.646	0.308	1.692
14	0.9453	0.981	0.406	1.594	3.407	1.121	5.693	0.329	1.671
15	0.9490	0.982	0.428	1.572	3.472	1.207	5.737	0.348	1.652
16	0.9523	0.984	0.448	1.552	3.532	1.285	5.779	0.364	1.636
17	0.9551	0.984	0.466	1.534	3.588	1.359	5.817	0.379	1.621
18	0.9576	0.985	0.482	1.518	3.640	1.426	5.854	0.392	1.608
19	0.9599	0.986	0.497	1.503	3.689	1.490	5.888	0.404	1.596
20	0.9619	0.987	0.510	1.490	3.735	1.548	5.922	0.414	1.586
21	0.9638	0.988	0.523	1.477	3.778	1.606	5.950	0.425	1.575
22	0.9655	0.988	0.534	1.466	3.819	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.9670	0.989	0.545	1.455	3.858	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.9684	0.989	0.555	1.445	3.895	1.759	6.031	0.452	1.548
25	0.9696	0.990	0.565	1.435	3.931	1.804	6.058	0.459	1.541

Fuente: Daniel Peña, Estadística, modelos y métodos. Fundamentos (Alianza Universidad).