



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

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL
CONTROL DE LA CALIDAD, EN UNA EMPRESA DE BORDADO,
BASADO EN CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD.**

Eddy Frank Subuyú Fuentes

Asesorado por: Inga. Claudia Yesenia Muñoz Rojas

Guatemala, julio de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL
CONTROL DE LA CALIDAD, EN UNA EMPRESA DE BORDADO,
BASADO EN CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDDY FRANK SUBUYÚ FUENTES

ASESORADO POR: INGA. CLAUDIA YESEÑIA MUÑOZ ROJAS
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia Garcia Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Jose Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Veliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

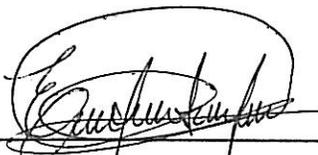
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Lenny Virginia Gaitán Rivera
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Veliz Vargas

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:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL
CONTROL DE LA CALIDAD, EN UNA EMPRESA DE BORDADO,
BASADO EN CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 23 de mayo de 2008.



Eddy Frank Subuyú Fuentes

Guatemala, 05 de Mayo de 2009

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

Estimado Ingeniero Gómez:

En atención a la designación que se me hiciera, tengo el agrado de informarle que he cumplido con la asesoría y revisión del trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD EN UNA EMPRESA DE BORDADO BASADO EN CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD”**, proyecto presentado por el estudiante Eddy Frank Subuyú Fuentes, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Industrial.

Considerando que cumple satisfactoriamente con los requisitos establecidos, recomiendo que el presente trabajo sea aprobado.

Sin otro particular, me suscribo. Atentamente,


Claudia Yesenia Muñoz Rojas
Ingeniera Industrial
ASESOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD EN UNA EMPRESA DE BORDADO BASADO EN CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD**, presentado por el estudiante universitario **Eddy Frank Subuyú Fuentes**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2009.

/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 **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD, EN UNA EMPRESA DE BORDADO, BASADO EN CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD**, presentado por el estudiante universitario **Eddy Frank Subuyú Fuentes**, 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, junio de 2009.



/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: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD, EN UNA EMPRESA DE BORDADO, BASADO EN CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD**, presentado por El estudiante universitario **Eddy Frank Subuyú Fuentes**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Glenda García Soriano
Decana en Funciones



Guatemala, julio de 2009.

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS	Por su amor y darme la oportunidad de alcanzar esta meta y permitirme llegar a ella con el apoyo de toda mi familia.
MIS PADRES	Jerónimo Subuyú y Elsa Fuentes, por sus sabios consejos y amor incondicional.
MIS HIJOS	Marlon y Angie, mi mundo es un mejor lugar gracias a ustedes.
MI ESPOSA	Alba Canté Ramírez, por su amor y cariño.
MIS HERMANOS	Ingrid, Oliver y Karen, por todo el apoyo y las muestras de cariño recibidas en cada momento de mi vida.
MI FAMILIA EN GENERAL	Especialmente a mis abuelos: Tomasa González (D.E.P), Florencio Subuyú (D.E.P), Marta Ponce (D.E.P) y Benjamín Fuentes, por su ejemplo de perseverancia y trabajo.
MIS SOBRINOS	Kevin, Gabriela, Denisse, Briyan, Brandon, con mucho cariño.
MIS AMIGOS	especialmente a Carlos, Magaly, Walter y Zulma, por su apoyo y amistad.
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	Por ser la entidad de estudios superiores que me dio la oportunidad de superarme y culminar mis estudios.
USTED	Por su lectura y atención al presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis padres por darme siempre la ayuda y apoyo necesario para culminar mis estudios. Por el amor, comprensión y valiosa guía que siempre me han dado, haciendo posible este y todos los éxitos que tenga en la vida.

Ingeniera Claudia Muñoz, por el apoyo, la guía y supervisión brindada durante la elaboración de este trabajo de graduación.

Ingeniera Nora García, por apoyarme a seguir adelante y culminar mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX

1. DEFINICIONES BÁSICAS DE CONTROL DE CALIDAD

1.1	Qué es calidad	1
1.2	Propósito del control de calidad	2
1.3	Costo y valor de la calidad	3
1.4	Elementos de un sistema de control de calidad	4
1.5	Control estadístico de calidad	6
1.6	Control estadístico de proceso	7
	1.6.1 Aspectos generales	8
	1.6.2 Gráfico de control por variables	10
	1.6.3 Gráfico de control por atributos.	15
1.7	Muestreo de aceptación	18
	1.7.1 Aspectos generales	18

1.7.2	Muestreo simple	20
1.7.3	Muestreo doble	20
1.7.4	Otros planes de muestreo	22
1.7.4.1	Determinación del AQL	23
1.7.4.2	Algunos aspectos de las tablas maestras de la norma ABC	25
1.7.4.3	Determinación de la clave del tamaño de la muestra	26
1.7.4.4	Criterios para cambiar de inspección rigurosa y recalificación para inspección normal	26
1.7.4.5	Criterios para calificación y pérdida de calificación para inspección reducida	27

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE LA CALIDAD EN LA BORDADORA

2.1	Proceso productivo	29
2.1.1	Insumos principales	29
2.1.2	Proceso de transformación	31
2.1.3	Diagrama de flujo de operaciones	31
2.1.4	Elaboración de lay out	33
2.2	Situación actual del control de la calidad	34
2.2.1	Área destinada al departamento de control de calidad	34
2.2.2	Formatos utilizados	35
2.2.3	Equipo	36

2.2.4	Procedimiento de control	37
-------	--------------------------	----

3. DISEÑO DE UN SISTEMA PARA CONTROLAR LA CALIDAD DE LAS BORDADORAS

3.1	Control de calidad del producto en proceso	39
3.1.1	Control estadístico de proceso	40
3.1.2	Principales variables a controlar	40
3.1.3	Diseño de formatos para el registro de datos	43
3.1.4	Diseño del sistema de inspección	46
3.1.5	Diseño del sistema de control de las especificaciones de calidad	52
3.1.5.1	Procedimiento de prueba.	52
3.1.5.2	Normas de aceptación y rechazo	54
3.2	Control de calidad de producto terminado	55
3.2.1	Muestreo de aceptación	56
3.2.2	Principales variables a controlar	57
3.2.3	Diseño de formatos para el registro de datos	57
3.2.4	Diseño del sistema de inspección	58
3.2.5	Diseño del sistema de control de las especificaciones de calidad	63
3.2.5.1	Procedimiento de prueba	64
3.2.5.2	Normas de aceptación y rechazo	65

4. PRUEBA PILOTO PARA CONTROLAR LA CALIDAD

4.1	Metodología a seguir	67
4.2	Selección de variable	68
4.3	Herramientas a utilizar	70
4.4	Medición de la variable seleccionada.	70
4.5	Interpretación de resultados experimentales	76

5. SEGUIMIENTO DEL SISTEMA PARA SU MEJORA CONTINUA

5.1	Programa de revisión del sistema	81
5.1.1	Medición y revisión de los indicadores de calida	82
5.1.2	Revisión de metas	83
5.2	Programa de desarrollo del personal en técnicas de control de calidad de bordado	85
5.2.1	Programa de capacitación de supervisores	87
5.2.2	Programa de capacitación de operadores	88
5.2.3	Programa de capacitación de inspectores y auditores	90
5.3	Establecer políticas de calidad	92
5.3.1	Eslogan de calidad	93
5.3.2	Política de sistema de pago	93
5.3.3	Programa de reconocimientos	95
5.4	Establecer equipos autodirigidos	96
5.4.1	Formación de equipos	97

5.4.2 Medición de los equipos autodirigidos.	100
	101
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	103
BIBLIOGRAFÍA	105
ANEXOS	107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Elementos de un sistema de calidad	5
2	Control estadístico del proceso	8
3	Ciclo de vida de las aplicaciones de un gráfico de control	9
4	Estructura de un gráfico X	11
5	Estructura de un gráfico R	12
6	Estructura de un gráfico p	17
7	Diagrama de flujo de operaciones	32
8	Lay out del proceso de bordado	33
9	Formato actual de control de calidad	35
10	Diagrama de causa y efecto	38
11	Gráfico de control de variables X y R	44
12	Gráfico de control por atributos p	45
13	Formato para el muestreo de aceptación simple y doble	58
14	Procedimiento del muestreo simple	65
15	Procedimiento del muestreo doble	66
16	Diagrama de Pareto	69
17	Gráfico de control de variables X y R con datos experimentales	73
18	Gráfico de control por atributos p con datos experimentales	74

19	Formato de muestreo de aceptación simple y doble con datos experimentales	75
20	Eslogan de calidad de la empresa	93
21	Hoja técnica de bordado	116

TABLAS

I	Tipo de defectos y número de defectos encontrados	69
II	Programa de capacitación de supervisores de producción	87
III	Programa de capacitación operarios de producción	89
IV	Programa de capacitación de inspectores y auditores	91
V	Tabla de pago de eficiencia	95
VI	Tabla para pago de bono por indicadores	95
VII	Tabla para evaluación y calificación	96
VIII	Evaluación de los equipos autodirigidos	100
IX	Factores para los gráficos de control X, R, S	107
X	Curva característica de operación para diferentes números de aceptación	108

XI	Curvas características de operación del proceso de doble muestreo $n_1 = 50$, $n_2 = 100$, $c_1 = 2$, $c_2 = 6$	109
XII	Letras código para el tamaño de las muestras (Mil. Std. 105D, tabla I)	110
XIII	Tabla maestra para inspección normal 1 – muestreo sencillo (Mil. Std. 105D, tabla II-A)	111
XIV	Tabla maestra para inspección mas severa – (Mil. Std. 105D, tabla II-B)	112
XV	Tabla maestra para inspección abreviada – muestreo sencillo (Mil. Std. 105D, tabla II-C)	113
XVI	Tabla maestra para inspección normal – muestreo doble (Mil. Std 105D, tabla III-A)	114
XVII	Tabla maestra para inspeccion severa – muestreo doble (Mil . Std. 105D, tabla III-B)	115

GLOSARIO

- Bobina de hilo** Accesorio metálico que utiliza un carrete para devanar hilo y va insertado en la bordadora.
- Cabeza de bordado** Comprende todo el sistema mecánico controlado por un sistema automático programado por medio de software, donde se diseñan el número de puntadas el número de revoluciones por minuto, los cortes de hilo, la instrucción del hilo a utilizar, ya que cada cabeza puede tener 20 agujas y cada aguja puede tener un color de hilo diferente.
- Carta de hilos** Documento en el que se especifica los códigos de hilo, color, calidad y textura a utilizar en cada operación, así como el consumo en yardas por cada unidad producida.
- Círculo Deming** Comprende un ciclo de planear, hacer, comprobar, actuar y hacer y se refiere al grado en el cual la tarea del trabajador está planeada adecuadamente y refleja el punto en el que aquel se sitúa en un estado de autocontrol.

Cuenta puntadas Accesorio de una pulgada, utilizado para contabilizar el número de puntadas especificadas en hoja técnica.

Defecto Se refiere a condiciones que aplican a producto de segunda y/o son inaceptables porque es notorio, afecta la venta y es significativamente diferente de la especificación.

Estándares de medición Documento elaborado por el cliente donde especifica los detalles de cada estilo en cuanto a su construcción, tipo de puntadas y tipo de máquina a utilizar, la diferentes medidas por rangos de tallas y sus respectivas tolerancias máximas y mínimas que puede tener el producto terminado.

Fibras artificiales Aquellas que no son puramente de origen de proceso en un laboratorio, pero tampoco son naturales totalmente; son fibras que las constituyen materias que han cambiado sus características físicas por medio de procesos químicos.

Fibras sintéticas Aquellas que son puramente de origen de proceso en un laboratorio, las constituyen polímeros cuya materia cumple con características físicas y químicas alcanzadas por medio de procesos químicos.

Gasa de la puntada	Es la formación de la puntada entre el hilo principal de la aguja y la bobina que forma la puntada.
Hoja técnica	Documento que muestra el diseño y medidas de bordado, especifica los códigos de hilo y textura que serán utilizados para el desarrollo del mismo y el número de digitalización a utilizarse cuando aplica.
Patrón de bordado	Es el pliego de papel que se ubica sobre el pieza cortada donde van dibujados todos los diseños que componen el bordado, el objetivo es mostrar el diseño a escala natural.
Sinergia	Acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales.
Tex	Es el peso en gramos de 1000 metros de hilo sin su acabado y sin teñir. Si 1000 metros de hilo pesan de 60 a 69 gramos, la medida es TEX 60, entre más alto sea el número de TEX el hilo será más grueso.
Tira hilos	Parte metálica del sistema mecánico de la bordadora que genera la tensión del hilo para alimentar todo el sistema para la formación de la puntada.

RESUMEN

Actualmente, la industria del bordado ha incrementado su participación en el mercado global, esta situación obliga a las empresas a ajustar sus procesos y productos a exigencias mayores por parte de los clientes

La empresa bordadora en estudio no tiene definido un sistema de calidad, y no existe una política de calidad para sus procesos y productos. La calidad es evaluada de acuerdo al criterio de las jefaturas.

El sistema de calidad diseñado para controlar la calidad de una empresa de bordado describe las medidas de control de calidad que deben ser aplicadas durante el proceso y al producto terminado y el propósito del sistema es conducir al fabricante a obtener altos estándares de calidad utilizando métodos como: los gráficos de control por variable y atributos. Muestreo de aceptación: simple y doble. Los programas de calidad no solamente nos permiten identificar y rechazar artículos defectuosos, sino más importante, señalan las operaciones de producción que necesitan atención especial, definidas como las variables más importantes a controlar en el sistema de calidad.

El programa de calidad incluye una serie de formatos que permiten la tabulación de los datos obtenidos y permite ver gráficamente los datos recopilados. El muestreo da un nivel de confianza de los productos fabricados, el sistema de calidad incluye los métodos que se deben seguir para obtener el resultado propuesto y su respectivo plan de seguimiento para capacitar y definir las metas que se tienen que lograr con el mismo.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar e implementar un sistema de calidad basado en el control estadístico de calidad para una empresa bordadora, mediante el uso de los gráficos de control y el muestreo de aceptación para reducir costos por reprocesos y aumentar la rentabilidad de la empresa.

ESPECÍFICOS:

1. Evaluar la situación actual del sistema de calidad, para diagnosticar y facilitar alternativas para implementar un sistema de calidad para mejorar la calidad de bordado en la empresa.
2. Determinar las variables que afectan la calidad del producto bordado.
3. Interpretar y usar la información de las variables para ejecutar acciones predictivas y correctivas en el proceso de bordado.

4. Crear la estructura para el control y mejoramiento continuo de los diferentes procesos de la empresa.
5. Implementar el sistema de control de calidad y medirlo constantemente a través de indicadores que demuestren el desempeño de la empresa.
6. Diseñar un plan de capacitación para el personal operativo y administrativo responsables del control estadístico de calidad.
7. Servir de referencia para elaborar futuros proyectos de desarrollo de sistema de calidad basado en control estadístico para procesos de bordado.

INTRODUCCIÓN

Un creciente número de empresas de todo el mundo está aplicando internamente normas sobre sistemas de calidad y herramientas de control estadístico de procesos. Las industrias, comercios y consumidores demandan que para que el producto se ofrezca en el mercado debe cumplir con las especificaciones establecidas.

Esta situación debe observarse y analizarse bajo la óptica del control estadístico de calidad, evidenciando que en todo proceso de producción existe variación, en esencia ayuda a la organización a detectar en sus procesos la presencia de causas especiales de variación, mejorando la calidad, reduciendo costos y desperdicios, aumentando la rentabilidad de la empresa.

El presente trabajo de graduación está estructurado de la siguiente forma: la primera, de carácter teórico, usando la metodología para la medición de las variables; luego la descripción del proceso y terminología de bordado; dando paso a proponer un sistema de calidad para una empresa de bordado; seguidamente se expone una prueba piloto demostrando la factibilidad del sistema propuesto para su implementación. Por último, se desarrolla todo el sistema de seguimiento del programa de calidad. Provee un lenguaje común para la discusión y el mejoramiento a través de un adecuado seguimiento de los indicadores propuestos en el diseño del sistema de calidad facilitando la capacitación del personal con un contenido programático y dosificado para poder proveer de las herramientas al personal para poder alcanzar las metas propuestas por la empresa.

1. DEFINICIONES BÁSICAS DE CONTROL DE LA CALIDAD

Se define la terminología a utilizar en el sistema de calidad a implementar, las técnicas estadísticas sencillas que proporcionan información importante para la toma de decisiones en aspectos relacionados con la calidad y los gráficos de control por variables y atributos para identificar y eliminar las causas especiales de la variación del proceso.

1.1 Qué es calidad

Calidad se puede definir brevemente como “satisfacción y lealtad del cliente” o “Adaptabilidad de uso”. Aunque una definición como ésta tiene un enfoque, debe desarrollarse más para que ofrezca una base para la acción.

La calidad es definida por el cliente. Las características y la ausencia de deficiencias son los principales determinantes de la satisfacción. Por ejemplo, un cliente externo de un automóvil desea características de desempeño junto con un registro de pocos defectos y fallas. El departamento de manufactura, como cliente interno del desarrollo de productos, quiere una especificación de ingeniería que se pueda producir y que esté libre de errores u omisiones. Estos dos clientes buscan el “derecho de producir bien”.

La importancia de la calidad de los productos en la mente del público ha dado como resultado que ésta llegue a ser una prioridad fundamental para la mayoría de las organizaciones. La identificación de la calidad como una

preocupación crucial ha evolucionado a través de una serie de condiciones cambiantes en el negocio.

1.2 Propósito del control de la calidad

El propósito del control de la calidad es ayudar a los fabricantes a obtener altos estándares que satisfagan los requerimientos de los clientes. Los programas de calidad no solamente ayudan a identificar y rechazar artículos defectuosos, sino más importante aún, señalan las operaciones de producción que necesitan atención especial. Este tipo de control de calidad provee una base para manejar decisiones en proceso de producción.

Lograr la calidad requiere de una amplia variedad de actividades identificables o de tareas de calidad. Ejemplos obvios son el estudio de las necesidades de calidad de los clientes, la revisión de diseños, las pruebas de producto y el análisis de quejas en el campo. En una empresa diminuta, todas estas tareas pueden ser desempeñadas por unas pocas personas. Sin embargo, cuando la compañía crece, las tareas específicas pueden llegar a consumir tanto tiempo que se deben crear departamentos especializados para desempeñarlas. Las corporaciones han creado departamentos como los de diseño de producto, operaciones y servicio al cliente, ya que en ellos se realizan evaluaciones de calidad que son esenciales para lanzar cualquier producto nuevo o modificado. Además de las principales actividades, se necesitan otras de tipo administrativo y de apoyo como finanzas, recursos humanos y tecnología de información.

Se deben desempeñar muchas actividades y tareas para controlar la calidad y obtener como resultado productos competitivos y desde luego la lealtad de los clientes.

1.3 Costo y valor de la calidad

Los costos relativos a la calidad son definidos como: los costos ocasionados para garantizar una calidad satisfactoria y dar la confianza correspondiente, así como las pérdidas en que se incurre cuando no se obtiene calidad satisfactoria.

Los costos relativos a la calidad se clasifican en cada organización según sus propios criterios, por ejemplo algunas pérdidas podrían ser difíciles de cuantificar, pero pueden ser de importancia, tales como el deterioro de la imagen.

La calidad puede ser el factor más importante para determinar el éxito o fracaso a largo plazo de cualquier empresa. La alta calidad de bienes y servicios puede dar margen competitivo a una organización; ya que reduce costos por devoluciones, reproceso y desperdicio, e incrementa la productividad, las ganancias y otras medidas de éxito; obteniendo como resultado clientes satisfechos, que recompensan a la empresa con pedidos continuos y propaganda verbal favorable.

De manera que el no cumplir con un producto de calidad genera una cantidad de costos ocultos que no agregan valor al proceso productivo, aumentando el precio del producto y retirándolo automáticamente del mercado competitivo obligando a las empresas a cierre a corto plazo.

El valor es la calidad dividida entre el precio. La realidad es que los clientes no separan la calidad del precio; consideran ambos parámetros simultáneamente. Como los clientes comparan fuentes de suministro, las organizaciones deben evaluar el valor que proporcionan en relación con la

competencia. La publicidad ha trivializado la palabra valor, pero el concepto en sí mismo es acertado porque valor es lo que los clientes demandan.

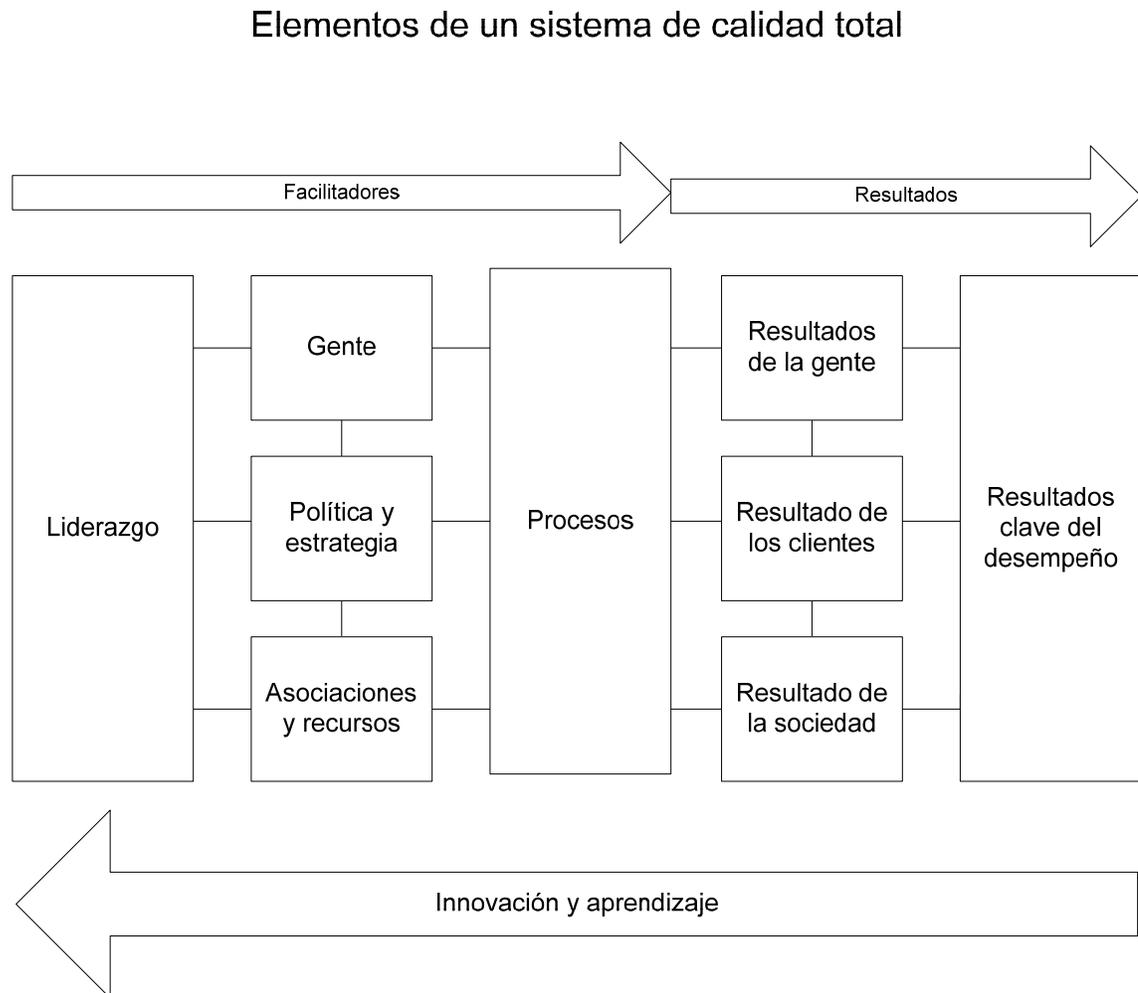
1.4 Elementos de un sistema de control de calidad

Los sistemas de calidad tratan sobre la evaluación de cómo y porqué se hacen las cosas. Gran número de empresas pequeñas ya están realizando muchas de las operaciones que especifican las normas de calidad como ISO 9001.

Todas las empresas grandes y pequeñas, ya tienen una forma establecida o un sistema de hacer negocios. En una empresa pequeña, lo más probable es que el sistema sea muy efectivo, pero informal y probablemente no documentado. Las normas del sistema de calidad identifican estos rasgos que pueden ayudar a que la empresa satisfaga consistentemente los requisitos de sus clientes.

Para entender los elementos de un sistema como se muestra en la figura 1, se requiere conocer los conceptos de alineación y vínculos. Alineación es la traducción de los objetivos de una organización en metas, submetas y estándares a todos los niveles: niveles de organización, de procesos clave y unidades de trabajo. Los vínculos son las conexiones entre las actividades específicas de la dirección relacionadas con la calidad, de tal forma que las actividades se refuerzan mutuamente para producir los resultados deseados. Estos vínculos pueden ser tan importantes como las mismas actividades.

Figura 1. Elementos de un sistema de calidad



Razones para tener un sistema de calidad en una empresa de bordado:

- Mejorar el desempeño, coordinación y productividad.
- Enfocarse en los objetivos de la empresa y las expectativas de sus clientes.
- Lograr y mantener la calidad del bordado para satisfacer las necesidades de los clientes.

- Confianza en que la calidad que busca, se está logrando y manteniendo.
- Apertura de nuevas oportunidades en el mercado, o mantener la participación en el.

Aunque el sistema de calidad puede ayudar a llenar estas expectativas, es solo un medio y no puede tomar el lugar de los objetivos fijados para la empresa.

Un sistema de calidad, en sí mismo, no conduce automáticamente a mejorar los procesos de trabajo o la calidad del producto, no resuelve todos los problemas esto significa que debe dar un enfoque más sistemático a la empresa.

Sistema de calidad no significa la solución a todos los problemas, pero en estos tiempos de alta competitividad e internacionalización más vale contar con uno.

1.5 Control estadístico de calidad

El control de calidad ha llegado a ser el primer punto de ataque en la mejora de métodos, porque en muchas plantas las pérdidas originadas por rechazos, sobrantes, desperdicios, recuperación y re fabricación, alcanzan un valor de 25% de la producción total. Un margen o intervalo de variación entre el 5% y 25% no es diferente, en tanto que un sistema adecuadamente diseñado puede reducir estas pérdidas hasta un máximo de 1%, y permanecer en esta cifra.

El control de calidad hace posible los nuevos niveles de precios más bajos. En algunos casos muestra aumentos en la producción de hasta el 10%, además

de una reducción en desperdicios, material de recuperación, sobrantes y productos que requirieron nuevo procesamiento. Una conveniencia adicional del control adecuado de calidad es una mejoría en la moral o estado de ánimo de los trabajadores. El 90% del personal que labora en producción desea “hacer su trabajo como es debido, y en forma subconsciente resiente llevarlo a cabo en forma que de lugar a rechazos y realizar reparaciones muy complejas”.

Los nuevos métodos son únicos en el sentido de que no requieren inversiones de capital, sino únicamente un mínimo de reeducación del personal de supervisión y sistema de pago adecuado que garanticen el cumplimiento de las metas de producción y calidad.

El control estadístico de calidad garantiza que un proceso de bordado puede satisfacer las necesidades y objetivos del cliente bajo condiciones normales de operación. Cuando es posible cuantificar las necesidades de los clientes en parámetros particulares, entonces se pueden usar los índices de capacidad del proceso para evaluarlo. Se puede obtener la medición preliminar de la capacidad simplemente recolectando una muestra de datos y comparándola con las especificaciones de un proceso. Las especificaciones pueden ser: cantidad de puntadas, tonalidad del hilo, altura de bordado, medida del diseño de bordado.

1.6 Control estadístico de proceso

Control estadístico de proceso es la aplicación de métodos estadísticos para la medición y análisis de la variación en un proceso. Esta técnica se aplica tanto a los parámetros dentro del proceso como al final de éste (producto terminado).

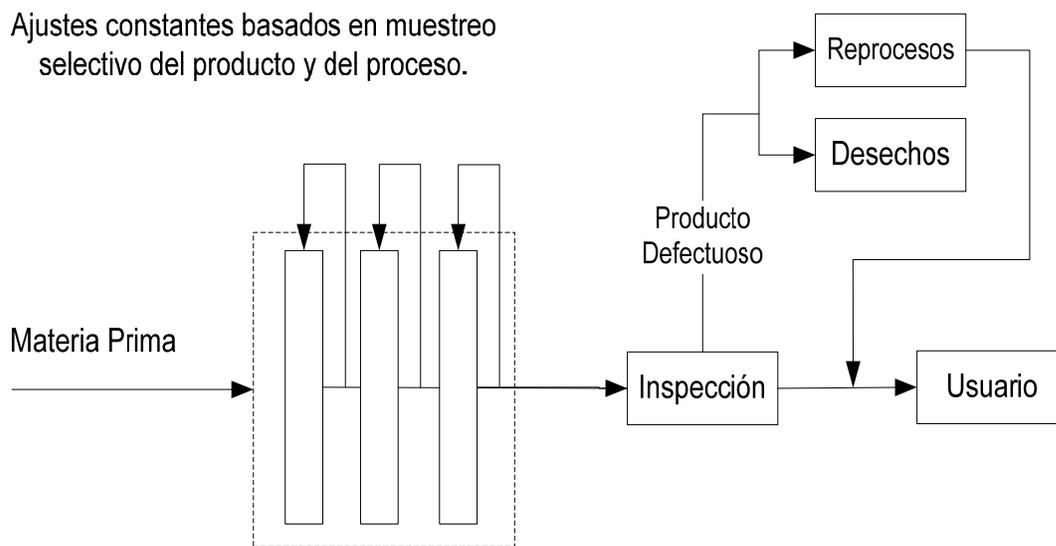
1.6.1 Aspectos generales

Se dice que un proceso esta bajo control estadístico cuando solo esta afectado por causas comunes como variabilidad. Esto significa que podemos predecir lo que va a suceder con el proceso y sus productos. El significado de control está más vinculado con el monitoreo del sistema que con la actuación sobre el mismo.

Sus objetivos son monitorear y vigilar el desempeño del proceso en cuanto a las características de calidad críticas del producto, para minimizar la producción defectuosa. Eliminando los reprocesos y desechos con el fin de entregar productos de buena calidad al proveedor. Ver figura 2.

Figura 2. **Control estadístico de proceso**

Control estadístico de proceso



Para el control estadístico de proceso se puede utilizar gráficos de control y estimar los parámetros del proceso para comparar la producción con las especificaciones utilizando estudios de capacidad.

Una de las herramientas necesarias en el control estadístico es el gráfico de control. El gráfico de control estadístico compara los datos del desempeño con los “límites de control estadístico” computados, que en el gráfico se presentan como líneas límite. Los datos sobre el desempeño del proceso normalmente constan de grupos de mediciones de una secuencia regular de producción que conservan el orden de los datos. Existen gráficos de control por variables y por atributos. Ver Figura 3 para conocer a detalle las etapas en la aplicación de los mismos.

Figura 3. **Ciclo de vida de las aplicaciones de un gráfico de control**

Ciclo de vida de las aplicaciones de un gráfico de control		
Etapa	Paso	Método
Preparatoria	Establecer el objetivo de la investigación	Relacionar con el sistema de calidad
	Determinar el estado de control	Diagrama de atributos
	Determinar las variables críticas	Espina de pescado
	Determinar los candidatos de control	Pareto
	Elegir el tipo de gráfica adecuado	Depende de los datos y el objetivo
	Decidir como tomar la muestra	Subgrupos racionales
	Elegir el tamaño y la frecuencia del subgrupo	Sensibilidad deseada
Iniciación	Garantizar cooperación	Enfoque de equipo
	Capacitar al usuario	Acciones de captura
	Analizar resultados	Buscar patrones
Operativo	Evaluar efectividad	Revisa periódicamente el uso y la relevancia
	Mantener el interés	Cambiar el diagrama, involucrar a los usuarios
	Modificar el diagrama	Mantener frecuencia y naturaleza del diagrama al día los resultados
Salida	Eliminar el diagrama después de que se ha cumplido el objetivo	Revisar los puntos, inspección periódica de muestras, p general, diagramas c

1.6.2 Gráficos de control por variables

Uno de los principales objetivos de un gráfico de control es detectar las causas especiales o asignables de variación en un proceso, mediante el análisis de datos tanto del pasado como el futuro. Conocer el significado de las “causas especiales” es esencial para entender el concepto de un gráfico de control.

Para los datos de variables o datos continuos, el gráfico de control para muestras de promedios y rangos constituye una poderosa técnica en el análisis de los datos de un proceso.

Se toma periódicamente una pequeña muestra de un proceso, y se calculan el promedio \bar{X} y el rango R de cada muestra. Un total de al menos 50 mediciones individuales por ejemplo, 10 muestras de cinco cada una deben recopilarse antes de calcular los límites de control. Los límites de control se establecen $\pm 3\sigma$ para promedios de muestras y rangos. Los valores R se diagraman en gráficos de control separados en relación con sus límites de $\pm 3\sigma$.

El primer paso en la elaboración de las gráficas \bar{X} y \bar{R} es recopilar los datos. Por lo general, se reúnen de 25 a 30 muestras. Se usan también, generalmente, tamaños de muestras entre 3 y 10; 5 es el más común.

k = el número de muestras

n = el tamaño de la muestra

Para cada muestra se calcula el promedio, representado por \bar{x}_i , y la amplitud, R_i .

Estos valores especifican las líneas de centro de las gráficas \bar{X} y \bar{R} , respectivamente.

Las fórmulas para el límite de control superior (UCL, por sus siglas en inglés) y el límite de control inferior (LCL, por sus siglas en inglés) para promedios de las muestras son:

$$UCL = \bar{X} + A_2 \bar{R} \text{ Fórmula 1.6.2.1}$$

$$LCL = \bar{X} - A_2 \bar{R} \text{ Fórmula 1.6.2.2}$$

Donde: \bar{X} = gran promedio = promedio de los promedios de la muestra.

$$\bar{X} = \sum \bar{x}_i / k, \text{ promedio general Fórmula 1.6.2.3}$$

\bar{R} = promedio de los rangos de muestra

$$\bar{R} = \sum R_i / k, \text{ amplitud general Fórmula 1.6.2.4}$$

A_2, D_3, D_4 son constantes encontradas en tablas para el diagrama \bar{X} y \bar{R} y dependen del tamaño de la muestra ver tabla IX del anexo.

Figura 4. Estructura de un gráfico X.

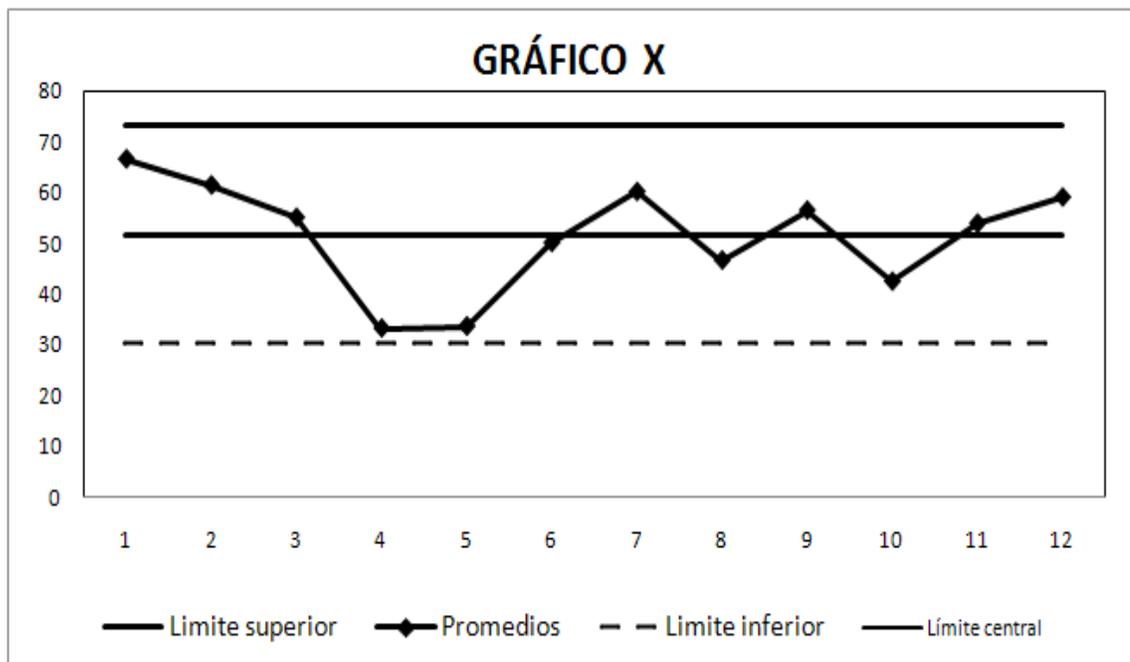
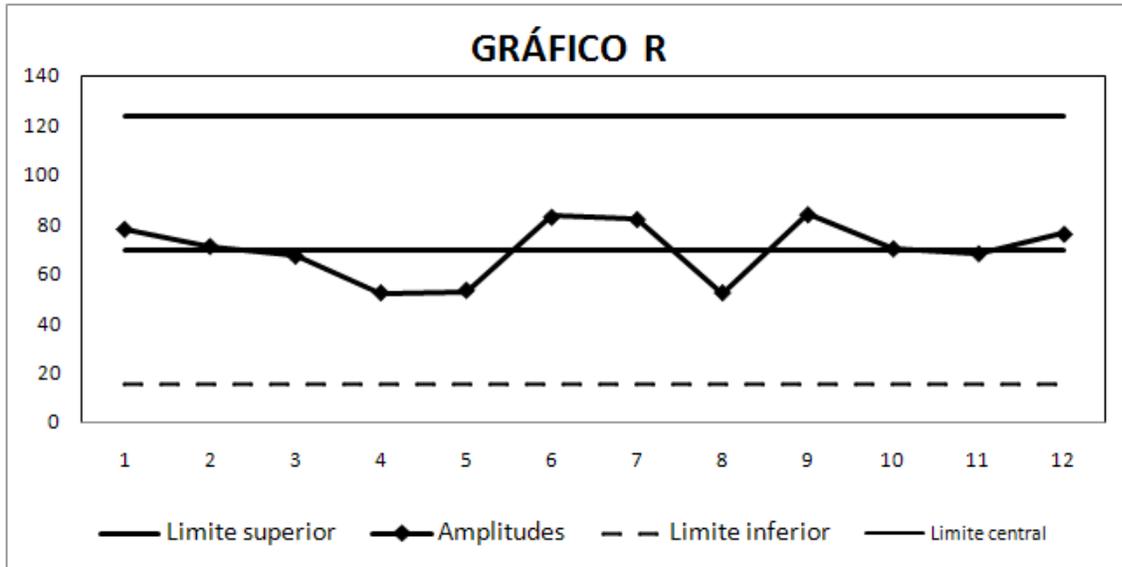


Figura 5. Estructura de un gráfico R.



Al observar el gráfico \bar{X} y \bar{R} todos los puntos están fluctuando dentro los límites de control con lo que se tiene un proceso bajo control estadístico. Lo más importante es darle seguimiento a la producción, identificar cualquier causa especial que pueda surgir, y llevar a cabo las correcciones necesarias y en base a esta información se puede dejar solo el proceso, los ajustes innecesarios a un proceso solo causan mano de obra improductiva, menos producción y mayor variabilidad de los artículos producidos.

Para interpretar los gráficos de \bar{X} y \bar{R} hay que colocar una encima de otra para que el promedio y el rango de cualquiera de los subgrupos estén en la misma línea vertical. Es importante observar si alguno de los dos o ambos indican una falta de control para ese subgrupo.

Cuando el promedio de medias \bar{X} está fuera de los límites de control es prueba de un cambio general que afecta todas las piezas después de primer subgrupo fuera de los límites. El registro que se mantuvo durante la recopilación de datos, la operación del proceso y la experiencia del trabajador deberían estudiarse para descubrir una variable que pueda haber ocasionado los grupos fuera de control. Las causas típicas son un cambio en el material, personal, ajustes de la máquina, desgaste de las herramientas, temperatura o vibración.

Cuando el promedio de rangos \bar{R} está fuera de los límites de control es evidencia de la uniformidad del proceso cambiado. Las causas típicas son un cambio en el personal, un aumento en la variabilidad del material o el desgaste excesivo en la maquinaria del proceso.

Una sola \bar{R} fuera de control puede ser provocada por un cambio en el proceso ocurrido mientras se estaba tomando el subgrupo. Hay que buscar patrones inusuales y hechos que no sean aleatorios.

Lo más importante en el control del proceso es captar el estado del proceso de manera precisa leyendo el gráfico de control diligentemente y tomar acciones apropiadas cuando se encuentre algo anormal en el proceso. El estado controlado del proceso es el estado en el cual el proceso es estable, es decir, el promedio y la variación del proceso no cambian. Si un proceso está o no controlado se juzga según los siguientes criterios a partir del gráfico de control.

Fuera de los límites de control:

Puntos que están por fuera de los límites de control

Racha:

La racha es el estado en el cual los puntos ocurren continuamente en un lado de la línea central y el número de puntos se llama longitud de la racha. Una longitud de siete puntos es una racha se considera normal. Aun así la longitud de la racha esta por debajo de 6, se consideran anormales los siguientes casos:

- a) Al menos 10 de 11 puntos consecutivos ocurren en un mismo lado de la línea central.
- b) Al menos de 12 de 14 puntos consecutivos ocurren en un mismo lado de la línea central.
- c) Al menos 16 de 20 puntos consecutivos ocurren en un mismo lado de la línea central.

Tendencia:

Cuando los puntos forman una curva continua ascendente o descendente, se dice que hay una tendencia

Acercamiento a los límites de control:

Teniendo en cuenta los puntos que se acercan a los límites de control de 3 sigma, sí 2 de 3 puntos ocurren por fuera de las líneas de 2 sigma, en el caso se considera anormal.

Acercamiento a la línea central:

Cuando la mayoría de los puntos están dentro de las líneas de 1.5-sigma los bisectores de la línea central y de cada uno de los límites de control, esto se

debe a una forma inapropiada de hacer los subgrupos. El acercamiento a la línea central no significa un estado de control, sino una mezcla de la información de diferentes poblaciones en los subgrupos, lo cual hace que los límites de control sean demasiado amplios. Cuando se presenta esta situación es necesario cambiar la manera de hacer los subgrupos.

Periodicidad:

También es anormal que la curva muestre repetidamente una tendencia ascendente y descendente para casi el mismo intervalo.

1.6.3 Gráficos de control por atributos

Los gráficos de control \bar{X} y \bar{R} requieren mediciones numéricas reales, por ejemplo el ancho de la línea de un proceso de fotorresistencia. Los gráficos de control para los datos de atributos solo requieren una cuenta de las observaciones de una característica, como el número de artículos no conformes en una muestra. Los datos de atributos solo asumen dos valores: bueno o malo, pasa no pasa, con frecuencia los atributos no se pueden medir, pero se pueden contar, y son útiles en muchos casos prácticos. Por ejemplo, al imprimir paquetes de productos al consumidor, la calidad del color se puede calificar como aceptable o no aceptable; una hoja de cartón está dañada o no lo está. Normalmente, los datos de atributos son fáciles de recopilar, con frecuencia mediante inspección visual.

Para los datos de atributos el gráfico más común es el p (para fracciones no conformes). Al igual que con los datos de variables, un gráfico p se forma reuniendo primero 25 a 30 muestras del atributo que se ha de medir. El tamaño de cada muestra deber ser lo suficientemente grande como para que tenga

varios artículos defectuosos. Si es pequeña la probabilidad de encontrar un artículo que no cumple con las especificaciones, es necesaria una muestra grande. Las muestras se sacan en periodos de tal manera que se pueden identificar e investigar causas especiales.

Suponga que se toman k muestras, cada una de tamaño n . Si y representa el número de artículos defectuosos en determinada muestra, la proporción de los que no cumplen las normas es y/n . Sea p_i la fracción de artículos defectuosos en la i -ésima muestra; la fracción promedio de los que no cumplen especificaciones para el grupo es \bar{p} , entonces.

$$\bar{p} = (p_1 + p_2 + \dots + p_k) / k \quad \text{Fórmula 1.6.3.1}$$

Esta medida estadística refleja la capacidad del proceso. Podríamos esperar que un gran porcentaje de las muestras tuvieran una fracción de defectuosos dentro de tres desviaciones estándar de \bar{p} . Una estimación de la desviación estándar es:

$$s_{\bar{p}} = \sqrt{\bar{p}(1 - \bar{p}) / n} \quad \text{Fórmula 1.6.3.2}$$

Por consiguiente, los límites superior e inferior de control son

$$UCL_p = \bar{p} + 3 s_{\bar{p}} \quad \text{Fórmula 1.6.3.3}$$

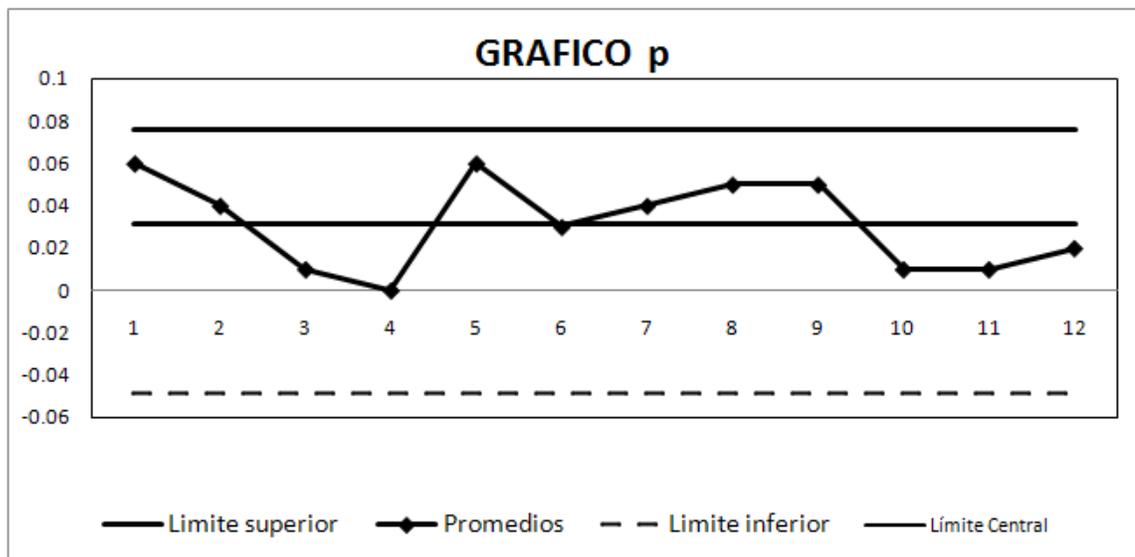
$$LCL_p = \bar{p} - 3 s_{\bar{p}} \quad \text{Fórmula 1.6.3.4}$$

Si LCL_p es menor que cero, se adopta el valor cero.

El análisis de un gráfico p es semejante al del gráfico \bar{R} o \bar{X} . Los puntos fuera de los límites de control representan un caso fuera de control. También se debe tratar de identificar las causas especiales de comportamiento y tendencias. Sin embargo, hay dos diferencias importantes. Si un punto en un gráfico \bar{p} queda abajo del límite inferior o superior de control, o si se observa una tendencia debajo de la línea central, pudiera ser que hubiera mejorado el

proceso porque, idealmente, buscamos cero artículos defectuosos. Sin embargo, se recomienda precaución antes de llegar a esa conclusión, porque se pueden haber cometido errores en el cálculo.

Figura 6. Estructura de un gráfico p



Debido a que los puntos caen dentro de los límites de control estadístico, como se observa en la figura 6 concluimos que no hay causas especiales de variación en el proceso e indica que ninguna fracción está fuera de conformidad, por lo tanto, este es estadísticamente predecible. Una característica importante y poderosa de los límites de control es su capacidad para detectar la presencia de al menos algunas causas especiales, aunque los límites de control están influidos por esas causas.

Para administrar un proceso por medio del uso de un gráfico de control, es necesario examinar si la capacidad del proceso es adecuada; es decir si el proceso es estable y si los rangos de variación de la característica de control en el gráfico indican conformidad satisfactoria con el estándar requerido para

producir cierto producto. Cuando se encuentra que el proceso es inadecuado y su característica de control no está en un estado de control, es necesario iniciar actividades tentativas de control contra las anomalías fijando líneas temporales de control, y al mismo tiempo mejorar el proceso.

Para los datos de atributos se pueden utilizar otros gráficos como son: np (para la cantidad de no conformes) y los c y u (para inconformidades).

1.7 Muestreo de aceptación

El muestreo de aceptación es un proceso para la evaluación de una porción del producto en un lote con el objeto de aceptar o rechazar el lote entero.

1.7.1 Aspectos generales

Los planes de muestro se dividen en dos tipos: Planes de atributos en los cuales se toma del lote una muestra aleatoria, y cada unidad se clasifica como aceptable o defectuosa. El número defectuoso se compara entonces con el número permisible establecido en el plan, y se toma la decisión de aceptar o rechazar el lote. Y el plan de variables, en el que se toma una muestra y se mide una característica de calidad específica en cada unidad. Estas mediciones se sintetizan luego en una muestra estadística, y el valor que se observa se compara con el valor permisible definido en el plan. Se toma entonces la decisión de aceptar o rechazar el lote.

La ventaja clave del plan de muestra de variables es la información adicional que se da en cada muestra y que resulta en un tamaño de muestra en menor comparación con el plan de atributos que tiene los mismos riesgos. Sin

embargo, si un producto tiene varias características de calidad importantes, cada una deberá ser evaluada en relación con un criterio separado de las variables de aceptación. En un plan de atributos el tamaño de muestra requerido puede ser mas alto, pero las diferentes características pueden tratarse como un grupo y evaluarse en relación con una serie de criterios de aceptación.

El muestreo de aceptación es un proceso para la evaluación de una porción del producto en un lote con el objeto de aceptar o rechazar el lote entero y para el proceso de bordado es más adecuado usar el plan de muestro por atributos.

La principal ventaja de la muestra es la economía. Pese a la existencia de algunos costos añadidos para el diseño y la administración de planes de muestra, los bajos costos de inspeccionar solo una parte del lote dan como resultado una reducción general de los costos. Además el equipo de inspección es más pequeño y menos completo y el costo administrativo es mas bajo. No se daña el producto, el tiempo de disponibilidad del producto es casi inmediato, evita la monotonía que produce la inspección al 100% y así evita los errores producidos por el mismo, y permite realizar un estudio del nivel real de calidad que requiere el usuario. Las desventajas son los riesgos de las muestras, menos información acerca del producto que la que brinda la inspección al 100 por ciento.

La muestra de aceptación se usa cuando el costo de la inspección es alto en relación con el costo de los daños resultantes de la aprobación de un producto defectuoso. O la inspección al 100 por ciento es monótona y causa errores de inspección o la inspección es destructiva. La muestra de aceptación

es más efectiva cuando es precedida por un programa de prevención que logra un nivel aceptable de calidad de conformidad.

1.7.2 Muestreo simple

Un plan de muestreo sencillo por fracción defectuosa específica el tamaño de la muestra que debe tomarse y el número límite de unidades defectuosas para que el lote no sea rechazado y este se llama número de aceptación. Por ejemplo si se toma una muestra de 100 unidades de un lote de producción y se encuentran una o dos unidades defectuosas, el lote es aceptado, pero si se encuentra 3 unidades o más defectuosas será rechazado y este proceso puede representarse como $n = 100$ y $c = 2$. Un procedimiento de muestreo aparece revelado en su curva característica de operación, o curva CO, como normalmente la conocemos, esta curva muestra que la probabilidad de aceptar un lote varía con la calidad de material sometido a inspección. Podemos considerar que el proceso de bordado opera en forma aleatoria para producir $100p'$ por ciento unidades defectuosas. El producto de este proceso se dirá que tiene una calidad p' . Si se toman lotes de un tamaño N , las fracciones defectuosas de los lotes seguirán una distribución binomio. Si cada lote es sometido a un proceso de inspección por muestreo como el que se describe anteriormente, la probabilidad de aceptados de acuerdo con el proceso. La curva característica de operación del proceso de muestreo será la curva que indique como esta probabilidad de aceptación varía con la calidad p' del producto ver tabla X del anexo.

1.7.3 Muestreo doble

Un proceso de muestreo doble se indica con cinco números n_1 , n_2 , c_1 , c_2 y c_3 , siendo c_1 menor que c_2 menor o igual que c_3 . El proceso funciona de

la siguiente manera. Se toma una muestra de tamaño n_1 de un lote determinado. Si contiene c_1 o menos unidades defectuosas, es aceptado inmediatamente. Si contiene más de c_2 unidades defectuosas, es rechazado inmediatamente. Si el número de unidades defectuosas se encuentra entre c_1 y c_2 , se toma una segunda muestra de tamaño n_2 . Si las muestras combinadas hay c_3 o menos unidades defectuosas, el lote es aceptado. Si hay más de c_3 unidades defectuosas, es rechazado. Normalmente c_2 se considera igual a c_3 . La falta de flexibilidad debido a esta restricción no afecta seriamente la eficiencia del proceso de muestreo en la realidad. Cuando $c_2 = c_3$ el proceso de muestreo doble se describe mediante cuatro números n_1 , n_2 , c_1 y c_2 , y así se le designara en la grafica.

Un proceso de muestreo doble tiene dos ventajas posibles sobre el muestreo sencillo. En primer lugar, puede reducir la cantidad total de inspección; la muestra tomada es menor que la que se requiere para un proceso semejante de muestreo simple, y en consecuencia, en todos los casos en que es aceptado o rechazado un lote en la primera muestra, existe un ahorro considerable en la inspección total. Es también posible rechazar un lote sin inspeccionar completamente la totalidad de la segunda muestra. En segundo lugar, un proceso de muestreo doble tiene ventaja psicológica de dar al lote una segunda posibilidad. Para algunas personas, especialmente los productores, puede parecer poco legal rechazar los lotes sobre la base de una muestra sencilla. La muestra doble permite tomar dos muestras sobre las cuales basar la decisión.

Como ocurre con los procesos de muestreo sencillo, el de muestreo doble tiene una curva característica de operación que da la probabilidad de aceptación como función de la calidad de entrada. Un proceso de doble muestreo tiene también curvas CO suplementarias que muestran la

probabilidad de aceptación en la primera muestra y la probabilidad de rechazo en la primera muestra. Las curvas CO principal y suplementarias para el proceso $n_1 = 50$, $n_2 = 100$, $c_1 = 2$ y $c_2 = 6$, ver tabla XI del anexo.

1.7.4 Otros planes de muestreo

Existen más muestreos como el muestreo múltiple por fracción defectuosa donde si el número de unidades o elementos defectuosos es igual o inferior al número de aceptación, el lote es aceptado. Si durante cualquier etapa, el número de unidades defectuosas es igual o superior al número de rechazo, el lote es rechazado. De otra manera, se toma otra muestra. Este procedimiento de decisión múltiple continua hasta que se ha tomado la séptima muestra, ya que en ese momento debe tomarse la decisión de aceptar o rechazar. La primera muestra es inspeccionada habitualmente al 100 por ciento, por conveniencia de los registros, pero la inspección se detiene frecuentemente tan pronto como el número de rechazo ha sido alcanzado en cualquier etapa posterior a la primera. A pesar de ser un procedimiento relativamente sencillo es más costoso por el tiempo que hay que emplear y el tiempo que hay que retardar los lotes de producción.

La desventaja de los muestreos analizados pueden ser casos individuales o ideados para reunir ciertas características. Sin embargo un método de muestreo de AQL (por sus siglas en inglés nivel de calidad aceptable) consiste en una combinación de un proceso de muestreo normal, uno de muestreo severo y uno de muestreo reducido o abreviado, con reglas para cambiar de uno a otro. Puede tener también cláusulas para discontinuar la inspección si un número especificado de lotes consecutivos permanecen en inspección severa.

La Mil. Std. 105E esta diseñada para muestreo de atributos lote por lote. Su objetivo principal es aceptar lotes, con alta probabilidad, cuyo nivel de calidad sea mayor o igual a un nivel promedio de calidad. Al aplicar el estándar que se espera entre un fabricante y un comprador, el cual quedará especificado claramente para el proveedor lo que para fines de muestreo de aceptación, el comprador considera como nivel aceptable de calidad para una determinada característica del producto. El fabricante someterá a inspección varios lotes de su producto, y es el propósito del procedimiento de muestreo del Mil. Std. 105D forzar al proveedor para que produzca, por lo menos un producto de calidad AQL. Esto se logra no solamente mediante aceptación y rechazo de un proceso de muestreo particular, sino al disponer el cambio a otro procedimiento de muestreo más exigente, en cuanto se presenten pruebas de que el producto del contratista se ha deteriorado, pasando a ser inferior al AQL establecido por el fabricante y comprador.

Para los procesos de fracción defectuosa, el AQL varía desde 0.10% a 10%. Para procedimientos de defectos-por unidad hay 10 AQLs adicionales que llegan hasta mil defectos por cada cien unidades. Se observará que para los niveles más bajos de AQL, el mismo proceso de muestreo puede ser utilizado para controlar, ya sea una fracción defectuosa o el número de defectos por unidad.

1.7.4.1 Determinación del AQL

Una decisión inicial acerca de un AQL, es también necesaria, al aplicar la Mil. Std. 105D, se debe decidir acerca del nivel de inspección. Esto determina la relación entre los tamaños del lote y la muestra. Se ofrecen tres niveles generales de inspección. El nivel II es el que se considera como normal. El nivel puede especificarse cuando se necesita menos selección, y el

nivel III cuando se requiere una diferencia mayor. La decisión acerca de cual nivel de inspección se usará, se basa en el tipo de producto que se trate. Para elementos poco costosos y sencillos, el nivel puede ser bajo, para piezas costosas y complejas deberá ser alto. Si la inspección es perjudicial para el producto, puede utilizarse un bajo nivel de inspección. El nivel de inspección se adopta al iniciar el programa de muestreo, y no se le cambia, en general, a partir de dicho momento.

La tabla Mil. Std. 105D ofrece tres tipos de procedimientos de muestreo, correspondiendo generalmente una decisión al comprador. Los tres tipos se refieren a procesos de muestreo sencillo doble y múltiple. La selección entre uno y otro se hace generalmente sobre la base de la conveniencia administrativa.

Los pasos en el uso de las normas Mil. Std. 105E puede considerarse de la siguiente manera:

- ✓ Decisión del AQL el cual debe reflejar las necesidades del consumidor y del productor, y no ser elegido principalmente por conveniencia estadística.
- ✓ Decisión del nivel de inspección.
- ✓ Determinación del tamaño del lote.
- ✓ Consultar la tabla XII del anexo para encontrar la letra código correspondiente al tamaño de la muestra.
- ✓ Decisión en cuanto al procedimiento de muestreo a utilizar. El plan debe minimizar el costo total de la inspección de todos los productos.
- ✓ Uso de la tabla correcta para encontrar el proceso a utilizar.
- ✓ Uso de la tabla de inspección más estricta, para el mismo tipo de proceso, cuando se requiera cambiar a este tipo de inspección
- ✓ Tabular los resultados para mantener un registro de las decisiones de aceptación.

- ✓ El plan debe usar conocimientos, como la capacidad del proceso, datos del proveedor y otra información,
- ✓ El plan debe ser sencillo de explicar y administrar.

1.7.4.2 Algunos aspectos de las tablas maestras de la norma ABC.

En un sistema de muestra de atributos el índice de calidad es el nivel de calidad aceptable AQL. El AQL es el número máximo de no conformidades por 100 unidades que para efectos de muestra, puede considerarse satisfactorio como un promedio del proceso, usando el término no conformidad en lugar de unidad defectuosa. La probabilidad de aceptar material de calidad AQL siempre es alta, pero no exactamente la misma para todos los planes. Para una calidad de lote igual a AQL, el porcentaje de lotes que se espera sean aceptados varía entre 89 y 99. Se puede hacer una elección de entre 26 valores AQL disponibles que van desde 0.010 hasta 1000.00. Los valores AQL de 10.0 o menos pueden ser interpretados como un porcentaje de no conformes o conformidades por 100 unidades; los valores superiores a 10.0 se interpretan como no conformidades por 100 unidades. Las tablas especifican la cantidad relativa de inspección que se va usar como nivel de inspección I, II, III; el nivel II es considerado como normal. El concepto de nivel de inspección permite al usuario equilibrar el costo de la inspección con la cantidad de protección requerida. Los tres niveles implican inspección en cantidades aproximadas a la proporción de 0.4:1.0:1.6. Se presentan cuatro niveles de inspección adicionales para situaciones que requieren inspección de pequeña muestra.

1.7.4.3 Determinación de la letra clave para el tamaño de muestra

La letra clave es la relación entre el tamaño del lote, los niveles especiales de inspección y los niveles generales de inspección o inspección normal.

Es importante elegir un plan a partir de las tablas como se muestra a continuación:

1. Se debe conocer la siguiente información:
 - AQL
 - Tamaño del lote
 - Tipo de muestra (única, doble o múltiple)
 - Nivel de inspección (usualmente nivel II)
2. Sabiendo el tamaño del lote y el nivel de inspección, se obtiene un código de letra en la tabla de código de letras de tamaño de muestra, ver tabla XII del anexo
3. Conociendo el código de letra, el AQL y el tipo de muestra se lee en la tabla maestra para inspección normal (muestra única), el estándar también presenta tablas para muestra doble y múltiple.

1.7.4.4 Criterios para cambiar de inspección rigurosa y recalificación para inspección normal.

El criterio incluye medidas para una inspección rigurosa en caso de que se deteriore la calidad. Si dos de cinco lotes consecutivos no son aceptados (rechazados) en la inspección original, se impone un plan de inspección rigurosa. El tamaño de la muestra es el mismo de siempre, pero se

reduce el número de aceptación, el plan riguroso requiere tamaños de muestra mayores si la probabilidad de aceptación para un lote AQL es menor a 0.75, también ayuda a una inspección reducida cuando el registro del proveedor ha sido bueno. Los 10 lotes precedentes deben haber pasado por una inspección normal con todos los lotes aceptados. Se cuenta con una tabla de límites inferiores para el promedio del proceso para ayudar a decidir si el registro del proveedor ha sido suficientemente bueno como para cambiar a una inspección reducida. Sin embargo, el plan ofrece una opción de cambiar a la inspección reducida sin usar la tabla de límites inferiores. Bajo una muestra reducida, el tamaño de la muestra es regularmente 40 por ciento de la muestra normal. Estas reglas de cambio se aplican cuando la producción se presenta a un ritmo constante. El plan cuenta con reglas adicionales para usar inspección normal, rigurosa y reducida ver tabla XIV del anexo.

1.7.4.5 Criterios para calificación y pérdida de calificación para inspección reducida

El estándar ofrece curvas OC para la mayoría de los planes individuales, junto con los valores restrictivos de calidad para una probabilidad de aceptación de 10 y 5 por ciento. Las curvas para el tamaño de la muestra promedio para una doble y múltiple también están incluidas. Las últimas curvas señalan los tamaños de muestra promedio que se esperan como una función de la calidad del producto presentado. Sí bien las curvas OC son aproximadamente las mismas para la muestra única doble o múltiple, las curvas para el tamaño de muestra promedio varían considerablemente debido a las diferencias inherentes entre los tres tipos de muestra. El estándar establece el AOQL que debería resultar si todos los lotes rechazados fueran revisados en busca de unidades no conformes.

La etapa previa a definir el plan de muestreo adecuado, abarca el examen de la posibilidad de producción, las necesidades del cliente y los antecedentes de calidad. Si se observan antecedentes amplios de calidad excelente, no es necesaria la inspección al 100%. Si hay pocos antecedentes, y se nota mala calidad, será necesaria la inspección al 100%. Entre esos extremos por lo general, se puede realizar un procedimiento de muestreo, los niveles de calidad y los riesgos también se deben especificar a través de la calificación.

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE LA CALIDAD EN LA BORDADORA

Se describe la materia prima que se utiliza para la producción de artículos bordados, se detalla la secuencia de operaciones y lay out del proceso de producción y calidad, se define el procedimiento de control de calidad actual, los formatos, los equipos utilizados y los procedimientos de control.

2.1 Proceso productivo

Para conocer el proceso en estudio, es decir el Bordado, se detallan aspectos importantes del mismo.

2.1.1 Insumos principales

La materia prima empleada para la elaboración del producto es material cortado e hilos, ambos son propiedad de las empresas que sub-contratan el proceso de bordado, ya que este proceso requiere de una gran inversión de capital en máquinas bordadoras.

2.1.1.1 Material cortado

El material cortado corresponde a figuras o partes de una prenda de vestir que llevan diferentes aplicaciones de bordado para resaltar una marca o

una expresión escrita que sea creativa y cumpla con las expectativas de moda que exige el consumidor final.

2.1.1.2 Hilos para bordar

Las materias primas más comunes usadas para bordar son hilos de los tipos:

Naturales:

- Algodón
- Seda
- Lino

Regenerados:

- Rayón viscosa

Sintéticos:

- Polyester
- Polyamide (Nylon)
- Polipropileno
- Aramids (Klevar/Nomex)

Sin embargo de todos, el Rayón viscosa Alcázar es usado casi exclusivamente en máquinas de bordar y sus características son:

- Excelente lustre.
- Se rompe más que el polyester para bordar
- Difícil proceso de fabricación
- Pierde resistencia cuando se moja
- Solidez de color pobre en el lavado industrial

El tilobal poliéster puede reemplazar el Rayón viscosa Alcázar y también es usado por los bordadores.

2.1.2 Proceso de transformación

Una vez aceptada la especificación de medidas y diseño del producto, se realizan muestras y pruebas piloto para garantizar la adecuación a la organización y ajustarlo a las especificaciones definitivas a través de una preproducción la cual consiste en producir cantidades suficientes para comprobar el diseño, las herramientas y las especificaciones. Hasta esta etapa pueden congelarse los dibujos, o sea, considerarlos definitivos y no sujetos a cambios sin autorización.

El proceso de transformación inicia cuando se realiza la operación de bordado y es aquí donde se aplica el diseño especificado y el producto va cobrando sus principales características en tipo de puntada, la posición del diseño de bordado, tamaño del diseño de bordado, la mezcla de colores de hilo, y el diseño de las puntadas las cuales son previamente programadas en la máquina por medio de un panel de control electrónico autómeta. A continuación se describe el proceso a través de un diagrama de flujo.

2.1.3 Diagrama de flujo de operaciones

El diagrama de flujo muestra en la figura 7 que el tipo de producción es un flujo continuo y la inspección se realiza al final de la operación y el tiempo de inspección es mayor que todos los elementos de la operación siendo la actividad más lenta nos permite inspeccionar una fracción de la producción diaria, el desbalance del tiempo de las actividades provoca un deterioro de la

calidad del producto al no realizar una inspección al 100 por ciento de los producto producidos y tampoco tener un plan de muestreo.

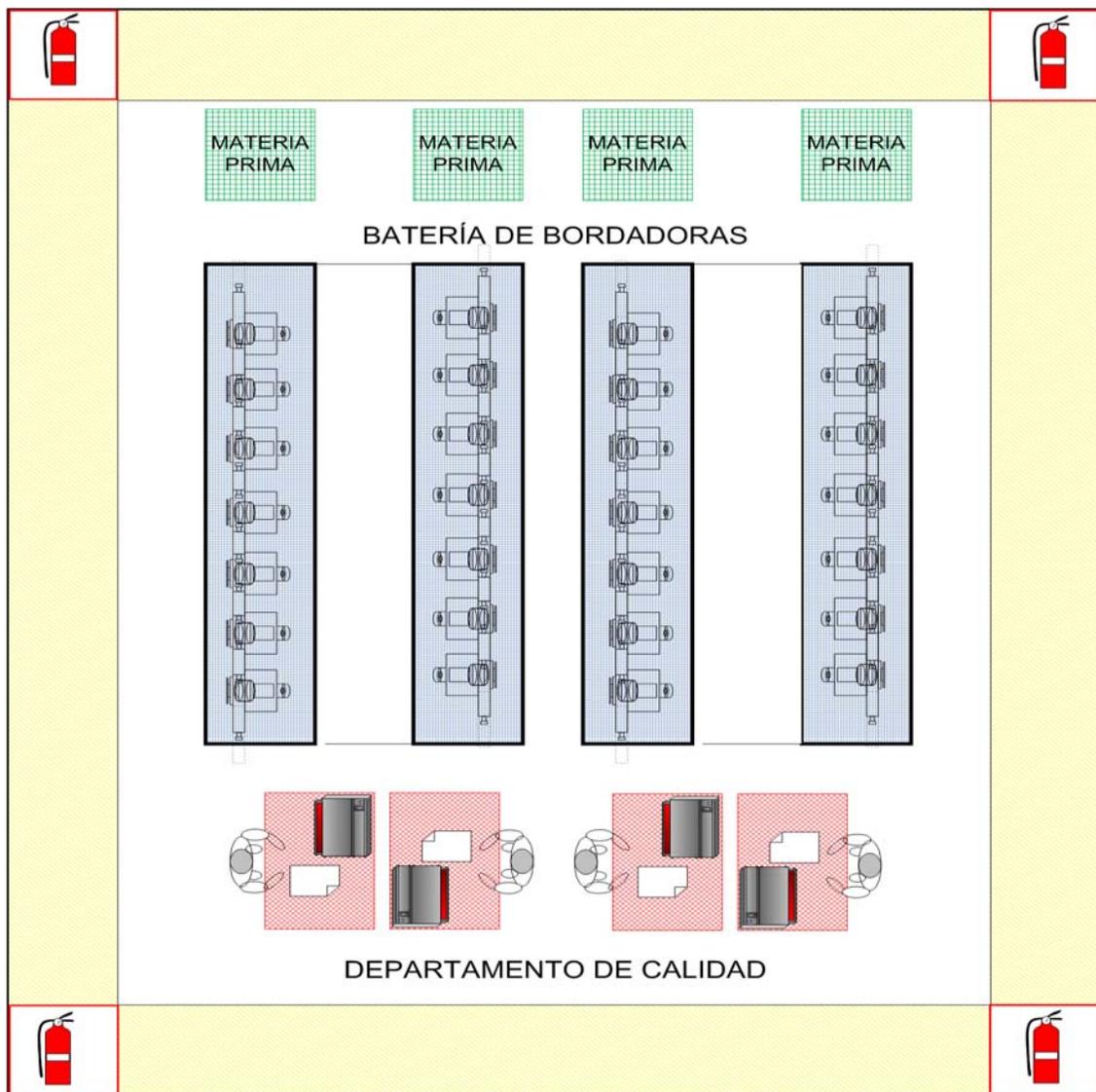
Figura 7. Diagrama de flujo de operaciones

Diagrama de flujo de operaciones							
Ubicación:	Empresa de Bordado	Resumen					
		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros		
Actividad:	Bordar bolsa trasera.	Operación	7				
Fecha:	07/03/2009	Transporte	2				
Operador:	Grupo No. 1	Analista:	Eddy Frank.	Demora	0		
Marque el método y tipo apropiados		Método:	Actual	Propuesto	Inspección		
		Tipo:	Obrero	Material	Máquina		
Comentarios		Almacenaje	2				
		Tiempo (minutos)	8.58				
		Distancia (metros)	30.5				
		Costo					
Descripción de la actividad	Símbolo				Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Método recomendado
	○	⇒	D	□			
Bodega de materia prima							Se retira previa una orden de producción
Retirar bolsas de bodega de materia prima		⇒			1	15	
Colocar papel craft en pantógrafo	○				0.1		
Colocar piezas frente a cabezas bordadoras	○				0.8		
Posicionar piezas en pantógrafo		⇒			1.19	0.5	
Predisponer nueva tira de papel	○				0.38		Esta operación se realiza simultáneamente
Bordado de piezas	○				0.43		
Retirar tira de papel con piezas bordadas y llevar a mesa de trabajo	○				0.17		Se lleva a mesa para quitarle el papel craft
Separar piezas de tira de papel	○				1.08		
Ordenar piezas	○				1.31		Se ordenan tal y como vienen de bodega
Inspeccionar piezas bordadas			□		1.92		
Llevar el producto a la bodega de P.T				⇒	0.2	15	
Almacenar producto terminado				▽			Identificarlo para almacenarlo

2.1.4 Elaboración de lay out

Este es un plano de distribución de maquinaria y departamentos de producción y calidad actuales de la planta de bordado ver figura 8.

Figura 8. Lay out del proceso de bordado



2.2 Situación actual del control de la calidad

Actualmente el supervisor es el responsable de la calidad del producto y el define con los inspectores asignados a su área los paquetes para revisar sin embargo no existe un plan de inspección, el inspector verifica las características de calidad con un simple inspección visual y táctil, si a su criterio se encuentra un defecto se lo comunica al operario y si es repetitivo se lo hace saber al supervisor , si no lo pueden controlar le piden al mecánico que revise la máquina y realice el ajuste respectivo.

2.2.1 Área destinada al departamento de control de calidad

Actualmente la producción es un sistema de producción continua, sin embargo existe únicamente un lugar centralizado para el análisis de calidad ver figura 8, y no existe una política bien definida para el control del producto en proceso y terminado. Lo ideal es que la inspección se lleve a cabo durante el proceso de producción en las máquinas, no debiendo tomar un tiempo mayor que el de cada operación. Además, como el sistema esta balanceado, cualquier falla afecta no solo a la etapa en la que ocurre, sino también a las demás etapas de la producción. Por tanto, una falla que ocurra en una etapa de producción en proceso y que no puede eliminarse dentro del ciclo de tiempo de proceso, detendrá la siguiente etapa. Esto provoca la detención total de las etapas previas y la falta de material de trabajo en todas las subsiguientes. Bajo tales circunstancias, la producción debe considerarse en conjunto como una entidad aislada y no permitiéndose ningún problema de calidad en ningún punto.

2.2.3 Equipo

El equipo requerido para medir la calidad del bordado es el siguiente:

- Cinta métrica
- Tensiómetro
- Patrón de bordado
- Escalímetro.
- Cuenta puntadas.

La cinta métrica es utilizada por los auditores para rectificar las medidas de toda la pieza que se borda y se determina si está dentro de las especificaciones de las medidas de la materia prima y la tolerancia de corte de las piezas es $\pm \frac{1}{8}$ pulgadas, la tolerancia está establecida por el proveedor de la materia prima y este es el margen de error que no afecta la pieza al momento de bordarla, si esta tolerancia es superada puede provocar problemas en las medidas del bordado y deberá ser rechazado al proveedor.

El tensiómetro es un instrumento que mide la tensión del hilo que recorre el mecanismo de la bordadora y representa una medida de fuerza, utilizando los dimensionales gramos. La tensión es determinada en un rango de que utiliza la relación del consumo del hilo de la aguja versus el hilo de la bobina y esta establecida de 150 a 225 gramos.

Patrón de la pieza bordada es un pliego de papel impreso por medio de un sistema de dibujo CAD el cual es utilizado para rectificar las medidas de la pieza cortada y la posición del bordado.

El escalímetro es capaz de medir hasta $\frac{1}{64}$ de pulgada con divisiones de medida de 1 pulgada y es utilizado directamente para medir la posición del bordado de acuerdo a las especificaciones del proveedor.

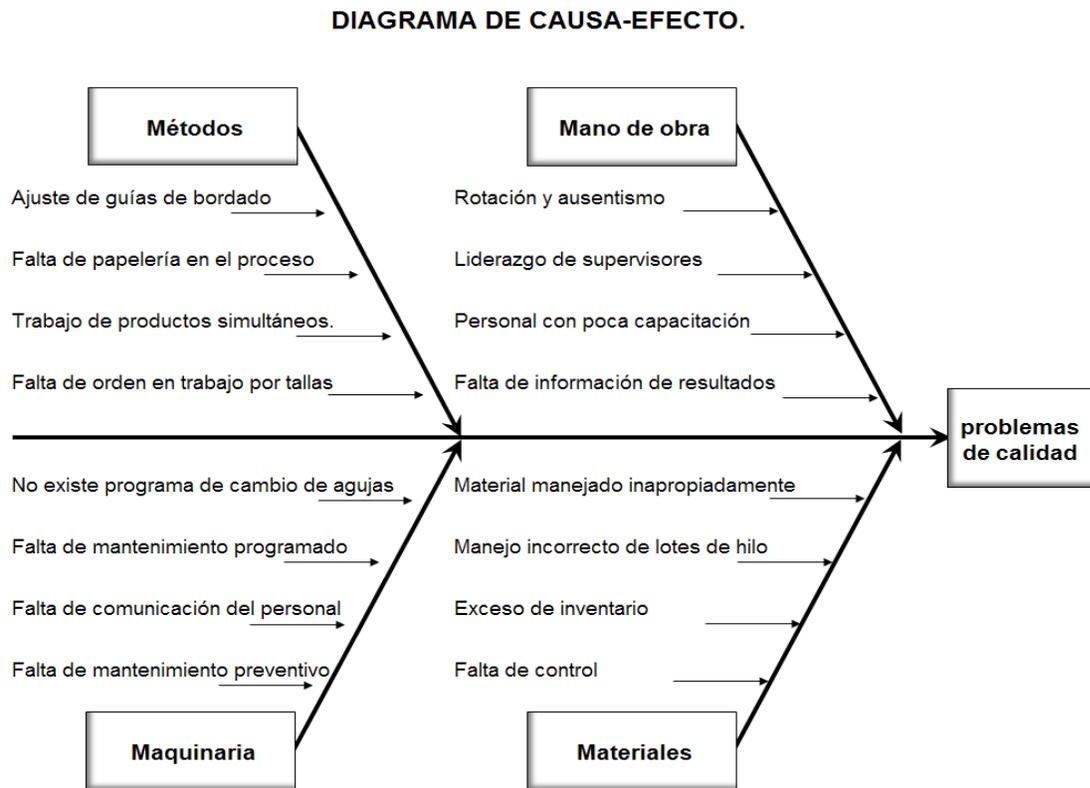
Cuenta puntadas es un escalímetro especial con lupa, con la medida de 1 pulgada y es utilizado para contar el número de puntadas por pulgada.

2.2.4 Procedimiento de control

Para bordar se deben obtener las piezas cortadas por medio del patrón según el estilo, y luego se empiezan a procesar en las máquinas bordadoras guiándose por la especificación del nombre de la digitalización, la secuencia de colores de hilo y la cantidad y tipo de pieza a bordar. Las piezas son previamente marcadas con talco del tipo industrial para que puedan ser bordadas y después el supervisor simplemente va verificando junto con el auditor que se cumpla con los requisitos establecidos: revisando apariencia, colocación y posición del bordado y si a su criterio considera que cumple con los requisitos da instrucciones de seguir bordando y únicamente rechaza las piezas para que sean reparadas y en algunos casos son revisados después de la reparación. La inspección se realiza al azar sin ningún plan de muestreo.

El diagrama de causa y efecto en la figura 10 muestra la situación actual de la calidad en el proceso de bordado.

Figura 10. Diagrama de causa y efecto



3 DISEÑO DE UN SISTEMA PARA CONTROLAR LA CALIDAD DE LAS BORDADORAS

El propósito principal de una auditoría en proceso es identificar los problemas al principio del proceso de producción. Un problema puede ser causado por un operario, una máquina, el corte u otros factores. La inspección en proceso nos ayuda a identificar problemas específicos de la producción y a concentrarnos en corregirlos.

Un sistema de control de la calidad, basado en control estadístico debe incluir como mínimo las siguientes actividades: Definir los gráficos de control y determinar si el proceso se encuentra bajo control estadístico, establecer los tipos de defectos, clasificarlos y definir los estándares de medición, planificar la inspección y definir métodos y medios para cumplir con los estándares y esto incluye la determinación de las instalaciones, equipo, personal y planes de aceptación, proponer el procedimiento para realizar la prueba de control de calidad y dividirlos en sus respectivas categorías dependiendo si la prueba es para una característica de calidad por variable o por atributo.

3.1 Control de calidad del producto en proceso

Una de las claves para producir bordado de buena calidad es tener un programa de control de calidad en el proceso. Es posible controlar la calidad con una inspección al final del proceso de producción sin embargo no es recomendable emplear únicamente dicha inspección final, es más efectivo

corregir los problemas a través de un seguimiento activo de defectos utilizando los gráficos de control \bar{X} , \bar{R} y \bar{p} .

3.1.1 Control estadístico de proceso

Es fundamental que se instale un programa efectivo de control estadístico de calidad en proceso, el costo del exceso de segundas y reparaciones será muy alto si no se lleva dicho control. Es más efectivo corregir el problema cuando está en manos del operario, que cuando el producto está completamente ensamblado, empacado y preparado para su exportación, en adición a esto, el tener la capacidad de entregar la mercancía a tiempo es importante para nuestros clientes.

Los gráficos \bar{X} y \bar{R} serán utilizados para controlar características de calidad mensurables como: medidas fuera de especificación, bordado no centrado.

El gráfico \bar{p} será utilizado para controlar características que no son mensurables como: puntada floja, puntada saltada, puntada reventada, hilo con código equivocado y otros defectos varios.

3.1.2 Principales variables a controlar

La calidad del bordado depende del manejo de todas sus variables las cuales pueden incidir en los diferentes tipos de defectos considerados como defecto mayor o defecto menor.

Previo al proceso de bordado las piezas generalmente son cortadas, lo cual puede afectar dicho proceso y generar algún defecto en la posición o el

centrado. Las máquinas son programadas electrónicamente en un panel de control automática, toda máquina sufre desgaste de sus piezas metálicas en el proceso de fabricación de los productos, estos desgastes provocan puntada saltada, puntada floja, rotura de puntada o nudos por imperfección del hilo.

3.1.2.1 Medidas fuera de especificación

Las piezas cortadas son previamente marcadas con una máquina activada por sistema neumático, y la marca es efectuada con talco del tipo industrial de color blanco y es una referencia para garantizar que el bordado se coloque en la marca respetando los diferentes rangos de medida para cada diseño. Los rangos de tolerancia son $\pm\frac{3}{8}$ de pulgadas.

3.1.2.2 Bordado no centrado

Los diseños generalmente son simétricos el lado derecho debe ser idéntico al lado izquierdo para mantener la apariencia del producto al momento de vestir la prenda.

Las medidas fuera de especificación son provocadas generalmente por mala colocación de la pieza a bordar en las guías de la máquina bordadora, las cuales deben ser revisadas y ajustadas todos los días para no provocar variación en el centrado.

3.1.2.3 Puntada floja

Las máquinas bordadoras están fabricadas con piezas de metal, las cuales sufren desgaste conforme transcurre el tiempo, desajustándose el tiempo mecánico de la máquina lo que provoca que la gaza de la puntada no se

complete de forma satisfactoria dándole una apariencia desagradable a la puntada, la puntada floja reduce la durabilidad del producto.

3.1.2.4 Puntada saltada

La mala colocación de una aguja o de la bobina o mal recorrido del hilo en la máquina, no permite completar el ciclo de la puntada, dejando puntadas sueltas, aparentando puntadas más grandes de lo solicitado. La cantidad de puntadas por pulgada es un requerimiento crítico del cliente.

3.1.2.5 Puntada reventada

El hilo recorre el sistema de la máquina bordadora la cual cuenta con un sistema de tensiones y tira hilos para regular la distribución adecuada del hilo. La tensión es controlada con una tabla de tensiones que mide la tensión del hilo en gramos y debe estar en los rangos predeterminados (150grs-225grs), pudiendo variar el grosor del hilo y tipo de hilo.

Sin embargo el hilo puede tener obstrucciones o un mal recorrido en el sistema de la máquina o la aguja puede estar mal colocada provocando un aumento en la tensión permitiendo que el hilo se reviente o quede próximo a reventarse.

3.1.2.6 Hilo con código equivocado

El proveedor del hilo tiene una codificación de todos sus tipos: colores, tex, y composiciones naturales o sintéticas, la codificación es utilizada para asignar a cada orden de bordado los diferentes códigos de hilos especificados en las hojas técnicas ver figura 21 del anexo para evitar colocar un código

equivocado al estilo, es importante mencionar que existe una bodega con hilo suficiente para los próximos 3 meses y por esta razón es conveniente un control más estricto de todos los códigos en existencia para no entregar hilo con código equivocado.

3.1.2. 6 Defectos varios

Se refiere a defectos menores como las diferencias mínimas en la tonalidad del hilo en diferentes cortes o contratos, puntadas no completas al final de la costura de bordado y alguna distorsión de la puntada que no afectan al producto pero que significativamente pueden afectar la apariencia del bordado y deben ser tomadas en cuenta.

3.1.3 Diseño de formatos para el registro de datos

El objetivo de los formatos es darle soporte al proceso de inspección, debido a que es un cambio de cultura será necesario evaluar su cumplimiento constantemente. Todos los resultados de las inspecciones en proceso deben tabularse, archivarse y dar a conocer al personal involucrado como retroalimentación para la mejora, la gerencia es la responsable de programar auditorías para medir la adecuada ejecución del proceso de inspección. Los formatos que se utilizarán serán los mostrados en las figuras 11 y 12.

Figura 11. Gráfico de control de variables \bar{X} y \bar{R}

GRAFICO DE CONTROL DE VARIABLES X Y R

Operación de bordado: _____ Inspector: _____

Máquina bordadora: _____ Fecha: _____

Limite de especificación: _____ Contrato: _____

Características: _____ Estilo: _____

Medida fuera de especificación

Bordado no centrado

Número de muestras	OBSERVACIONES DE LA MUESTRA																			
	1																			
2																				
3																				
4																				
5																				

SUMA																					Σ
PROMEDIO, \bar{X}																					0.00
AMPLITUD, \bar{R}																					0.00

PROMEDIOS

0.4	
0.3	
0.2	
0.1	

AMPLITUDES

0.4	
0.3	
0.2	
0.1	

Figura 12. Gráfico de control por atributos \bar{p}

GRAFICO DE CONTROL POR ATRIBUTOS \bar{p}

Operación de bordado: _____ Inspector: _____

Máquina bordadora: _____ Fecha: _____

Limite de especificación: _____ Contrato: _____

Características: Estilo: _____

Puntada floja

Puntada saltada

Puntada reventada

Hilo código equivocado

Defectos varios

OBSERVACIONES DE LA MUESTRA																										
MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
DEFECTOS																										
n																										
P																										
$UCL_{\bar{p}}$																										
$LCL_{\bar{p}}$																										
\bar{p}	0.000																									
$S_{\bar{p}}$	0.000																									

GRAFICO \bar{p}

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	0.10																								
	0.08																								
	0.06																								
	0.04																								
	0.02																								
	0.00																								

3.1.4 Diseño del sistema de inspección

El control estadístico contempla la inspección del proceso y el producto, aunque ya debe estar claro que la pura inspección no trae consigo la calidad, “la calidad es responsabilidad de todos”. La inspección se encarga de comparar el rendimiento con los criterios establecidos. El rendimiento puede ser el proceso mismo de manufactura, durante el cual el inspector necesita garantías de la manera en que se lleva a cabo la fabricación si ajusta a las instrucciones, o bien puede ser alguna característica de producto terminado.

La inspección no tiene como propósito quitarle al supervisor de producción sus responsabilidades respecto a la calidad, más bien pretende ayudarlo en este aspecto de sus deberes previniendo que haya trabajo defectuoso para evitar los costos excesivos que ocasionan los rechazos.

3.1.4.1 Estructura del sistema de inspección del producto en proceso

3.1.4.1.1 Personal

- ✚ El nivel académico de los inspectores debe ser egresados del nivel básico para poder procesar la información requerida
- ✚ El número de inspectores que se necesitan para una inspección depende del nivel de calidad proyectado para la inspección final. Una herramienta que se puede utilizar para proyectar el nivel de calidad para su producción final es teniendo a un inspector calificado que inspeccione toda la mercancía que vaya saliendo. Usualmente esta información establece el nivel de calidad de una producción en proceso y ayuda a identificar los problemas en las operaciones

- ✚ La proporción recomendada es de un inspector por cada 30 cabezas de bordado. Una vez que la producción saliente este dentro del Nivel de Calidad Aceptable (AQL), la proporción de inspectores puede ser disminuida. Se recomienda que todos los operarios sean inspeccionados un mínimo de dos veces al día
- ✚ Otro factor que afectará la proporción de inspectores es el cambio de operarios. Todos los operarios deben ser monitoreados de cerca hasta que las inspecciones demuestren que han alcanzado su nivel de calidad.

3.1.4.1.2 Documentación

A continuación se presenta una lista de documentos que se deben proveer al inspector en proceso:

- ✚ Formularios para registrar la información, descritos en el inciso 3.1.3
- ✚ Plan de muestreo con la cantidad de defectos permitidos ver tabla XII del anexo
- ✚ Estándares de calidad por escrito
- ✚ Plantillas de acetatos donde esta impreso el diseño de bordado
- ✚ Carta de hilos
- ✚ Patrón de bordado

3.1.4.1.3 Herramientas

- ✚ Cinta métrica suave, de material reforzado con fibra de vidrio (fiberglas) para prendas de vestir.
- ✚ Etiquetas adhesivas de ¼ de pulgada para identificar los defectos
- ✚ Muestra física ya bordada
- ✚ Tensiómetro para medir la tensión del hilo en las máquinas
- ✚ Cuenta puntadas

3.1.4.1.4 Instalaciones

- ✚ No se necesita un área específica, la inspección se realiza en el proceso en las estaciones de trabajo del operario
- ✚ Mueble para guardar la documentación adquirida

3.1.4.1.5 Plan de inspección del producto en proceso

Un plan de muestreo contiene el número estadísticamente calculado de piezas de muestreo que se deben inspeccionar y el número de defectos permitidos. A continuación se detalla el plan de muestreo recomendado para la inspección en proceso que especifica el número de piezas en el muestreo y el número de piezas defectuosas permitido.

- ✚ Cantidad de piezas para inspeccionar: el plan de muestreo para la auditoria en proceso requiere usar los planes de muestreo sencillo para inspección normal (tabla maestra) ver tabla XIII del anexo
- ✚ Nivel de calidad aceptado o AQL (sus iniciales en ingles) el porcentaje de unidad defectuosa que se ha establecido como aceptable es del 1%. Es indispensable utilizar el 1% de AQL de otro modo las auditorías finales podrían ser rechazadas debido a una cantidad más alta de defectos aceptados durante la inspección en proceso. Por lo tanto, cada vez que el inspector en proceso encuentre una unidad defectuosa de las muestras inspeccionadas, el paquete debe ser inspeccionado al 100 por ciento
- ✚ El inspector en proceso no debe hacer el 100 por ciento de inspección de los paquetes rechazados. Esto reduce el número de paquetes inspeccionados por día.

3.1.4.1.6 Procedimiento para la inspección en proceso

Las actividades que debe realizar el inspector para la inspección de las unidades son:

- ✚ El inspector debe inspeccionar los paquetes sobre la base de la XII del anexo (letras código para el tamaño de las muestras) los paquetes inspeccionados deberán estar terminados y completos. No se debe aceptar que el inspector inspeccione paquetes incompletos. Debido al tipo de producto el nivel de la inspección es del tipo II (selección normal) y se usará en los niveles especiales el nivel más bajo por tratarse de productos no tan costosos y sencillos.
- ✚ El inspector debe seleccionar las piezas al azar.
- ✚ El inspector debe recorrer el área asignada de acuerdo a su rutina para inspeccionar al azar los paquetes que considere apropiado.
- ✚ Los inspectores deben ser rotados de lugar de inspección para evitar que inspeccione al mismo operario por mucho tiempo, esta rotación permite evaluar al inspector, comparando un inspector con otro con relación al mismo operario. Los niveles de calidad de un operario no deberían cambiar si se cambia al inspector.
- ✚ Si el inspector determina una unidad defectuosa, se debe llevar a cabo la siguiente acción correctiva:
 - Si el inspector encuentra una unidad defectuosa, debe identificar con una etiqueta de flecha roja para mostrárselo al supervisor para que lo puedan reparar.
 - El inspector debe entregar todos los paquetes rechazados a los supervisores de bordado.
 - El supervisor debe entregar los paquetes rechazados al operario responsable de provocar el defecto y el operario deber

inspeccionar todas las unidades del paquete rechazado y reparar todos los defectos marcados.

- ✚ Re-inspección del paquete rechazado, para asegurarse que el problema ha sido corregido debe inspeccionar bajo el siguiente mismo criterio: la regla es que el cambio del proceso normal al más exigente, se realice después de que dos de cinco lotes consecutivos han sido rechazados durante la inspección original. Se vuelve a la inspección normal. Si se encuentran 10 lotes consecutivos de acuerdo con el proceso más estricto, se detiene la inspección para proceder como convenga con respecto a la calidad. Si el problema es recurrente la inspección del producto la deberá hacer el supervisor, esta hará que el supervisor se entere de los problemas ocasionados por la mala calidad e informar al personal de los defectos encontrados. El propósito de la inspección es dirigir la atención al problema de la causa o raíz que lo esta generando.
- ✚ Toda la información estadística registrada se va utilizar para determinar la frecuencia de la inspección en proceso y las acciones que se deben tomar para eliminar la causa que está generando el problema y que posteriormente podría ocasionar reprocesos aumentando el costo de la operación.

3.1.4.1.7 Manejo de paquetes con defectos en el proceso de producción de bordado

- ✚ El supervisor y los operarios involucrados son los responsables de inspeccionar al 100 por ciento el paquete rechazado, y deberán realizar las reparaciones y parar el proceso de producción si es necesario para evitar seguir produciendo productos con defectos.
- ✚ El supervisor deberá entregar el paquete rechazado al inspector para que lo re inspeccione.

- ✚ El empacador del producto deberá recibir los cortes cuando le sea entregada la papelería para poder entregarlo al siguiente proceso.

3.1.4.1.8 Registro de la información de los paquetes inspeccionados

El inspector debe mantener un registro individual de las inspecciones realizadas en la jornada de trabajo la cual debe tener la siguiente información:

- ✚ Nombre de la operación inspeccionada.
- ✚ Nombre del operario al que le revisó la operación.
- ✚ Número de máquina bordadora.
- ✚ Nombre del supervisor a cargo del área.
- ✚ Registro diario de las inspecciones donde se indiquen los cortes inspeccionados y las unidades defectuosas encontradas, donde se detallan los defectos.
- ✚ Resumen diario del nivel de AQL para cada corte.

3.1.4.1.9 Determinación de la característica a inspeccionar

Definido el tipo de inspección que se va a utilizar es importante identificar las características de calidad que se van a inspeccionar y clasificarlas en dos categorías: por variable o atributo.

- Variable es una característica evaluada en términos mensurables y están clasificadas en:
 - ✓ Medidas fuera de especificación.
 - ✓ Bordado no centrado.

- Atributo es una característica que puede asumir solamente dos criterios: pasa, no-pasa y están clasificadas en:
 - ✓ Puntada floja.
 - ✓ Puntada saltada.
 - ✓ Hilo con código equivocado.
 - ✓ Puntada reventada.
 - ✓ Defectos varios.

Para cada tipo de característica se va usar diferente criterio y formato diseñados para registrar toda la información necesaria.

3.1.5 Diseño del sistema de control de las especificaciones de calidad

El sistema de control es el conjunto de actividades que nos van a producir un resultado con altos estándares de calidad, los programas de control no solo ayudan a identificar y rechazar artículos defectuosos sino también señalan las operaciones de producción que necesitan atención especial y esta información da la pauta para mejorar el manejo de las decisiones en una planta de bordado.

3.1.5.1 Procedimiento de prueba

El propósito de la inspección del producto en proceso es tener bajo control la variabilidad y garantizar el nivel de calidad del producto. El control del proceso centra la atención en la recopilación y análisis de la información sobre el proceso, a fin de que pueda tomarse medidas para perfeccionar el mismo.

3.1.5.1.1 Método de inspección de la característica por variable

Esta información deberá colocarse en el formato de la figura 11 y posteriormente archivarla.

Estilo: número 1

Fecha: fecha del día de la inspección

Límite de la especificación: $\pm \frac{3}{8}$ de pulgadas

Contrato: identificar los contratos inspeccionados

Cantidad: número de unidades que tiene el contrato

Máquina bordadora: número #

Inspector responsable: código No. #

Característica de calidad a inspeccionar:

- Bordado no centrado
- Medida fuera de especificación

Forma de muestreo: se tomará 25 muestras de 5 unidades

Observaciones: se hacen 5 observaciones de la muestra

Documentación: formato de gráfico de control de variables \bar{X} y \bar{R}

Acciones tomadas: marcar los defectos con cinta de $\frac{1}{4}$ de color rojo

Supervisor: debe revisar los paquetes rechazados.

3.1.5.1.2 Método de inspección de la característica por atributo

Esta información deberá colocarse en el formato de la figura 12 y posteriormente archivarla.

Estilo: número 1

Fecha: fecha del día de la inspección

Contrato: identificar los contratos inspeccionados

Cantidad: número de unidades que tiene el contrato

Máquina bordadora: número 1

Inspector responsable: código 1

Característica de calidad a inspeccionar:

- Puntada floja
- Puntada saltada
- Hilo con código equivocado
- Puntada reventada
- Defectos varios

Forma de muestreo: se tomará 25 muestras como tamaño de muestra

Observaciones: se hacen 5 observaciones de la muestra

Documentación: formato de gráfico de control de atributos p

Acciones tomadas: marcar los defectos con cinta de ¼ de color rojo

Supervisor: debe revisar los paquetes rechazados.

3.1.5.2 Normas de aceptación y rechazo

Criterio para la aceptación de las características por variables:

- La muestra cuya medida se encuentre dentro de los límites de control de los gráficos \bar{X} y \bar{R} , se considerará como aceptada y se dará la instrucción de continuar produciendo.

Criterio para el rechazo de las características por variables:

- La muestra cuya media y rango se encuentre fuera de los límites de control, se considera rechazada, se debe determinar el origen del punto

fuera de control y corregirlo inmediatamente. Determinar patrones inusuales y hechos que no sean aleatorios utilizando los criterios de racha, tendencia, acercamiento a los límites de control, acercamiento a la línea central y periodicidad, descritos en el inciso 1.6.2.

Criterio para la aceptación de las características por atributos:

- La muestra cuya medida se encuentre dentro de los límites de control del gráfico \bar{p} , se considerará como aceptada y se dará la instrucción de continuar produciendo.

Criterio para el rechazo de las características por atributos:

- La muestra cuya medida se encuentre fuera de los límites de control, se considera rechazada, se debe determinar el origen del punto fuera de control y corregirlo inmediatamente. Determinar patrones inusuales y hechos que no sean aleatorios.
- Si el punto esta dentro de los límites de control, pero se presenta algún tipo de comportamiento o patrones extraños en los gráficos de control, también se debe revisar y hacer los ajustes que se consideren apropiados.

3.2 Control de calidad de producto terminado

El control de calidad del producto terminado es una de las funciones más importantes del programa. El propósito es encontrar los problemas antes de entregarles el producto a nuestros clientes y brindarle el nivel de calidad de la producción.

3.2.1 Muestreo de aceptación

Debido a lo económico del plan de muestreo de aceptación es importante definir como se realizara dicho muestreo.

3.2.1.1 Definición de unidades a inspeccionar

El primer paso en la inspección final es determinar cuántas unidades del lote se deben inspeccionar y cómo se deben inspeccionar.

3.2.1.2 Lote para inspección

Consiste en determinar el lote de producción que deberá ser inspeccionado.

- Se refiere al grupo de artículos que corresponde a un contrato
- Fácil acceso a la localización antes y después de la inspección
- Si pasa la inspección, el contrato es aceptable para exportar
- Si no pasa la inspección, el contrato se debe someter a una acción correctiva

3.2.1.3 Tamaño del lote

El tamaño del lote debe ser definido por la norma ABC, en base a la cantidad de artículos del contrato.

3.2.1.4 Nivel aceptable de calidad

El nivel aceptable de calidad (AQL) es el porcentaje máximo de unidades defectuosas determinadas en la tabla XIII del anexo.

3.2.1.5 Selección de la muestra

Los artículos para la inspección de muestreo deben ser seleccionados al azar, y diferentes paquetes del contrato, la inspección estadística es de algunas unidades del contrato completo, haciendo una inspección detallada de esas unidades, y efectuando una proyección basada en esos resultados. Por lo tanto, es extremadamente importante que las unidades sean seleccionadas al azar.

3.2.2 Principales variables a controlar

El seguimiento a través del diagrama de Pareto nos mostró en el inciso 3.1.2 la frecuencia y el tipo de defecto que son provocados en el proceso de producción y que afectan la calidad del producto y de no ser corregidos seguramente se presentarán en el producto terminado y lo que se busca evitar es que el cliente reciba el producto con estos defectos previamente definidos como defectos.

3.2.3 Diseño de formatos para el registro de datos

Todos los resultados de las inspecciones de producto terminado deben tabularse, archivarse como se muestra en la figura 13 y dar a conocer al personal involucrado como retroalimentación para la mejora. La gerencia es la responsable de programar auditorías para medir la adecuada ejecución del proceso de inspección del producto terminado.

Figura 13. Formato para el muestreo de aceptación simple y doble

REPORTE DE MUESTREO SIMPLE Y DOBLE															
EMPRESA: _____			MAQUINA BORDADORA: _____				INSPECTOR: _____								
CONTRATO: _____			OPERACIÓN DE BORDADO: _____				FECHA: _____								
Número de corte	Letra clave del tamaño de la muestra	Determinar cantidad unidades para aceptar o rechazar		Determinar muestra de acuerdo de la tabla de muestreo	Cantidad de unidades por corte	Defectos encontrados							Estatus deL muestreo		Observaciones
		Cantidad de unidades para aceptar	Cantidad de unidades para rechazar			Medida fuera de especificación	Bordado no centrado	Puntada floja	Puntada saltada	Puntada reventada	Hilo con código equivocado	Defectos varios	Aprobado 1 er. Muestreo	Aprobado 2 do. Muestreo	
Muestreo simple:															
Muestreo doble:															

3.2.4 Diseño del sistema de inspección

La inspección del producto terminado está basada en tomar una muestra al azar y determinar si se acepta o se rechaza el lote completo. Si las unidades defectuosas están dentro de la cantidad permitida el lote puede aceptarse. Si el

número de piezas defectuosas encontradas en el muestreo excede la cantidad permitida, se deberá rechazar el lote.

3.2.4.1 Estructura del sistema de inspección del producto terminado

3.2.4.1.1 Personal

El inspector del producto terminado es responsable de llevar a cabo una inspección completa para determinar el nivel de calidad de los lotes revisados y esta inspección es llevada a cabo en un número determinado de artículos seleccionados al azar en un lote plenamente identificable.

- ✚ El nivel académico de los inspectores debe ser egresados del nivel diversificado.
- ✚ Los inspectores deben ser cuidadosamente seleccionados y se les debe proporcionar la capacitación sobre control estadístico.
- ✚ Determinar la cantidad de artículos a seleccionar para la inspección refiriéndose al plan de muestreo de la tabla XII del anexo
- ✚ Seleccionar artículos terminados después de la producción, previos a ser empacados.
- ✚ Seleccionar la cantidad de artículos al azar
- ✚ Identificar todos los defectos definidos en el inciso 3.1.2
- ✚ Marcar todos los defectos con cinta
- ✚ La cantidad de inspectores de producto terminado es proporcional a la cantidad de producción comparada con los niveles de selección y niveles especiales de inspección
- ✚ Mantener el área de trabajo asignada limpia y ordenada

3.2.4.1.2 Documentación

A continuación se presenta una lista de documentos que se deben proveer al inspector de producto terminado:

- + Formularios para registrar la información
- + Plan de muestreo con la cantidad de defectos permitidos
- + Reporte de inspección de producto terminado
- + Estándares de calidad por escrito
- + Carta de hilos

3.2.4.1.3 Herramientas

- + Cinta métrica suave para prendas de vestir
- + Etiquetas adhesivas de ¼ de pulgada para identificar defectos
- + Muestra física
- + Cuenta puntadas
- + Boleta de rechazo para producto terminado

3.2.4.1.4 Instalaciones

- + Mesa especial para realizar la inspección de producto terminado
- + Iluminación a 90 cm de donde esta la pieza a revisar
- + Mueble para guardar la documentación adquirida
- + Alfombra anti fatiga para estar de pie todo el día en su estación de trabajo
- + Mesa para recibir los paquetes a inspeccionar
- + Mesa para entregar los paquetes inspeccionados

3.2.4.1.5 Plan de inspección del producto terminado

Un plan de muestreo contiene el número estadísticamente calculado de piezas de muestreo que se deben inspeccionar y el número de defectos permitidos. El Plan de muestreo recomendado para la inspección de producto terminado, especifica el número de piezas en el muestreo y el número de piezas defectuosas permitido.

El nivel aceptable de calidad esta definido en 2.5%, utilizando el nivel de selección nivel II y el nivel especial esta determinado como el nivel bajo.

La inspección del producto en proceso nos permite tener el control de la calidad del producto terminado sin embargo se deben inspeccionar todos los cortes antes de ser entregados al cliente. La inspección deberá llevarse a cabo antes de ser empacados, el empaque con el que se envía el producto son bolsas de polietileno transparente sellados con cinta adhesiva para evitar que el producto se dañe, por esta razón no es necesario hacer inspección después de empacarlo.

3.2.4.1.6 Procedimiento para la inspección del producto terminado

Las actividades que debe realizar el inspector para la inspección de las unidades son:

- ✚ El inspector debe inspeccionar los paquetes en base a la tabla XII del anexo (letras código para el tamaño de las muestras) No se debe aceptar que el inspector inspeccione paquetes incompletos. Debido al

tipo de producto el nivel de la inspección es del tipo II (selección normal) y se usará en los niveles especiales el nivel más bajo por tratarse de productos no tan costosos y sencillos,

- ✚ El inspector debe seleccionar las piezas al azar.
- ✚ El inspector debe revisar a profundidad las piezas obtenidas del lote para evaluar la calidad de manufactura del lote.
- ✚ Medir todas las unidades de cada talla inspeccionada el análisis de esta información determinará si existen problemas de medidas
- ✚ Aceptar el producto cuando el número de piezas defectuosas no excede el número de piezas defectuosas permitidas en el plan de muestreo
- ✚ Rechazar el producto cuando el número de piezas defectuosas excede el número de piezas defectuosas permitidas en el plan de muestreo
- ✚ El inspector debe ser firme con su criterio y la decisión de aceptar o rechazar el lote y no dejarse influenciar en su decisión.

3.2.4.1.7 Manejo de paquetes con defectos del producto terminado

- ✚ El propósito de la inspección de producto terminado es determinar los resultados de la inspección para tomar acciones correctivas
- ✚ El supervisor y los operarios involucrados son los responsables de inspeccionar al 100 por ciento el lote rechazado
- ✚ El supervisor deberá entregar el lote rechazado al inspector para que lo re inspeccione.
- ✚ El empacador del producto deberá recibir los cortes cuando le sea entregada la papelería para poder entregarlo al siguiente proceso.

3.2.4.1.8 Registro de la información de los paquetes inspeccionados

El inspector debe mantener un registro individual de las inspecciones realizadas en la jornada de trabajo la cual debe tener la siguiente información:

- ✚ Número del lote inspeccionado
- ✚ Nombre del auditor que realizó la inspección
- ✚ Nombre del supervisor a cargo del área
- ✚ Registro diario de las auditorías donde se indiquen los cortes inspeccionados y las unidades defectuosas encontradas, donde se detallan los defectos.
- ✚ Resumen del nivel de AQL de los lotes inspeccionados.
- ✚ Resumen de los cortes aceptados, rechazados y re-inspeccionados

3.2.4.1.9 Determinación de la característica a inspeccionar

Las características de calidad se mantendrán como se definieron en el inciso 3.1.4.1.9 debido a que es un producto homogéneo y no sufre cambios en sus características a lo largo de su fabricación y los defectos se pueden encontrar en la inspección del producto terminado.

3.2.5 Diseño del sistema de control de las especificaciones de calidad

Las actuaciones sobre la producción están orientadas al pasado, porque la misma implica la detección de productos ya producidos que no se ajustan a las especificaciones.

Si los productos bordados no satisfacen las especificaciones, será necesario clasificarlos y retirar y reprocesar aquellos no conformes con las especificaciones. Este procedimiento deberá continuar hasta haberse tomado las medidas correctivas necesarias sobre el proceso y haberse verificado las mismas, o hasta que se modifiquen las especificaciones del producto.

3.2.5.1 Procedimiento de prueba

El propósito del procedimiento de prueba es alinear a la organización con las políticas del cliente, teniendo como objetivo el cumplimiento de los requisitos del producto, para lograr incrementar la satisfacción del cliente y generar su lealtad a la organización.

3.2.5.1.1 Método de inspección

Muestreo simple o sencillo:

Después de definir el AQL, el nivel de inspección del nivel II y nivel especial bajo, el tamaño del lote se procede a obtener la letra clave del tamaño de la muestra, el tamaño de la muestra n_1 , el número de aceptación c_1 y el número de rechazo r_1 ver tabla XIII del anexo.

Muestreo doble:

Después de haber definido el AQL, el nivel de inspección del nivel II nivel especial bajo, el tamaño del lote se procede a obtener la letra clave del tamaño de muestra, el tamaño de las muestras n_1 y n_2 , los números de aceptación c_1 y c_2 y los números de rechazo r_1 y r_2 , ver tabla XVI del anexo.

3.2.5.2 Normas de aceptación y rechazo.

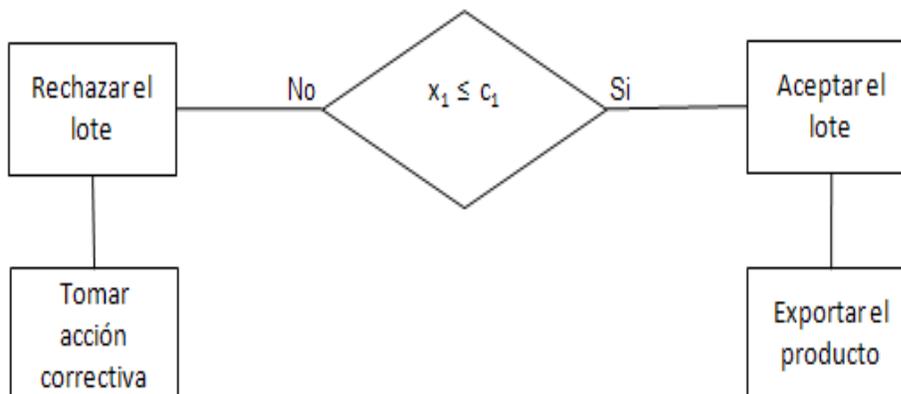
Tipo de inspección:

La inspección del producto terminado se realizará por variables y por atributos por considerarse un producto homogéneo.

Muestreo simple o sencillo:

El lote se acepta si x_1 es menor o igual a c_1 . Caso contrario se rechaza, como se muestra en la figura 14.

Figura 14. Procedimiento del muestreo simple

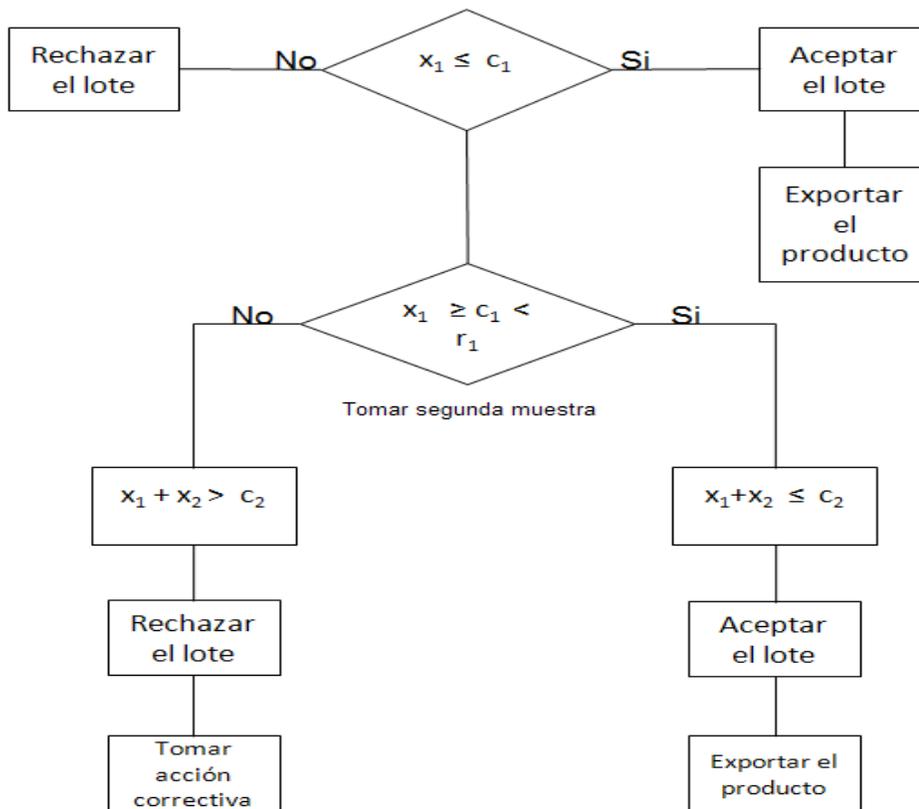


Muestreo doble:

Si x_1 es menor o igual a c_1 se acepta el lote de inmediato, si x_1 es mayor o igual a r_1 se rechaza de inmediato. Pero si x_1 es mayor que c_1 pero menor que r_1 , entonces, se toma una segunda muestra x_2 . Si $x_2 + x_1$ resulta ser menor o igual

que c_2 entonces se acepta el lote, si es mayor se rechaza el lote como se muestra en la figura 15.

Figura 15. **Procedimiento del muestreo doble**



Un proceso de muestreo doble tiene dos ventajas posibles sobre el muestreo sencillo. En primer lugar, puede reducir la cantidad total de inspección, la muestra tomada es menor que la que se requiere para un proceso semejante de muestreo sencillo, y en consecuencia, en todos los casos en que es aceptado o rechazado un lote en la primera muestra, existe un ahorro considerable en la inspección total. Es posible rechazar un lote sin inspeccionar completamente la totalidad de la segunda muestra. La muestra doble permite tomar dos muestras sobre las cuales se puede basar la decisión.

4. PRUEBA PILOTO PARA CONTROLAR LA CALIDAD

La prueba piloto está diseñada para el control de calidad en el bordado y su propósito es involucrar a todo el personal de supervisión y operarios de máquinas bordadoras. El objetivo es tener un producto de calidad a la primera vez, evitando el desperdicio, el reproceso y generación de piezas de segunda por defectos.

4.1 Metodología a seguir

La metodología a seguir se detalló en el inciso 3.1.5 para las características por variable y atributo y el defecto mayor encontrado es medida fuera de especificación como se demuestra en el inciso 4.2.

La metodología para la inspección se definió en el inciso 3.2, sin embargo es importante considerar los siguientes pasos:

- ✚ Planificación de los aspectos de calidad, esto realizado por parte de los encargados de la producción y supervisión de la misma, para el efecto deben analizarse los elementos y acabados requeridos por el cliente, puntos más delicados en el bordado y en donde se puede presentar mayor falla en el momento de ejecutarse el mismo
- ✚ Elaboración de muestras físicas y revisión por parte del personal técnico y producción de la empresa. Deben analizarse si están apegadas a la hoja técnica, es decir que cumplen con todos los requisitos del cliente. Si

es así, se firman las muestras como señal de aprobación, esto si es posible que lo firme el mismo cliente

- ✚ Se capacita al personal operativo, dándole a conocer los aspectos de la hoja técnica, así mismo que observe los detalles de la muestra física autorizada. Debe hacerse énfasis en los aspectos que más interesan al cliente
- ✚ En producción normal, se establece que con cierta periodicidad el operador debe revisar la calidad del producto que esta bordado, así mismo el inspector de calidad revisa de igual forma que el producto cumpla con los requisitos de la hoja técnica o exija que se realicen los ajustes necesarios. Este paso es el más importante para controlar la calidad en el mismo proceso y no que se determine en la inspección final
- ✚ Habiendo asegurado la calidad del producto desde su salida de máquina, pasa la inspección final en el cual se mide el AQL de salida del producto, ya que es inevitable que en el proceso se cometan fallas en el bordado, lo que si es importante es estar dentro del nivel diseñado de no conformidad para no producir desperdicio o producto no conforme y afectar la rentabilidad del proceso
- ✚ Si la producción es aprobada, se procede a digitar los resultados de las inspecciones y se llevan a gerencia de la empresa y conjuntamente con el personal encargado de producción y calidad analizan los resultados para efectuar el ciclo de mejora continua del proceso.

4.2 Selección de la variable

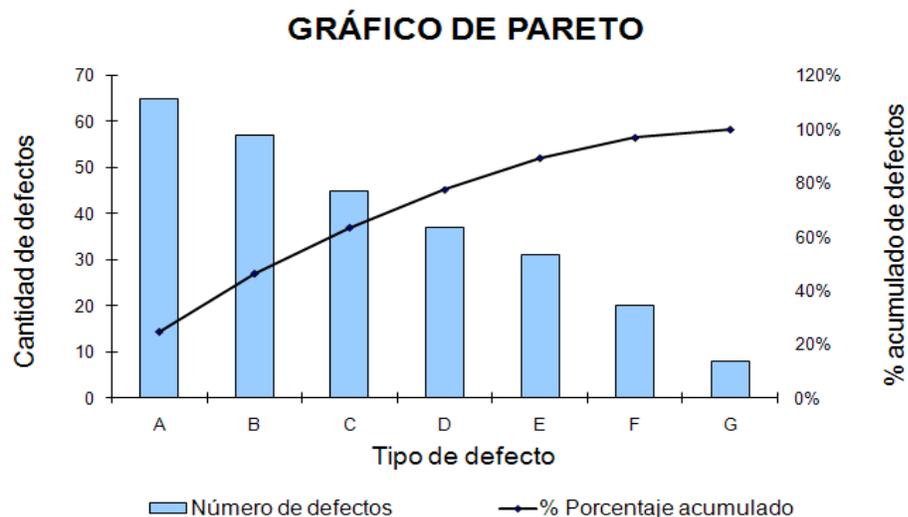
Se presenta en la tabla I un listado de defectos los cuales se evaluaron por medio de un diagrama de Pareto, el gráfico se muestra en la figura 16 y nos da los defectos con mayor frecuencia y el tipo de defectos que son provocados en el proceso de producción y afectan la calidad del producto y son

considerados como defectos mayores y por tal razón son motivo de estudio y la serie defectos varios que se presenta con baja frecuencia, la medida fuera de especificación es la variable a evaluar en el capítulo. En los formatos 17, 18 y 19 se deberán anotar todos los defectos que aparecen en la muestra observada y determinar si en el proceso aparece algún otro tipo de defecto no tabulado y darle el debido seguimiento.

Tabla I. Tipo de defectos y número de defectos encontrados

	Tipo de defecto	Numero de defectos	% Porcentaje acumulado
A	Medida fuera de especificación	65	25%
B	Bordado no centrado	57	46%
C	Puntada floja	45	63%
D	Puntada saltada	37	78%
E	Puntada reventada	31	89%
F	Hilo con código equivocado	20	97%
G	Defectos varios	8	100%
Total número de defectos		263	

Figura 16. Diagrama de Pareto



4.3 Herramientas a utilizar

Como herramientas en la prueba piloto para verificar la calidad del bordado se van a utilizar los formatos establecidos en el inciso 3.1.3 para las características por variables y en el inciso 3.2.3 para la evaluación de las características por atributos, en donde se recopilarán las mediciones y se elaborarán los gráficos respectivos \bar{X} , \bar{R} y \bar{p} . Además la empresa debe proporcionar a los inspectores los instrumentos de medición necesarios y la papelería que se requiera según lo descrito en los incisos: 3.1.4.1.3 y 3.2.4.1.3.

4.4 Medición de la variable seleccionada

En las figuras 18 y 19 se detallan las mediciones realizadas en las variables. A continuación se procede a calcular los límites para elaborar los gráficos respectivos.

Cálculo para los gráficos X y R de la muestra observada:

$$k = 25$$

$$n = 5$$

$$\bar{R} = \sum R_i / k = 4.553 / 25 = 0.1821$$

$$\bar{X} = \sum \bar{x}_i / k = 3.456 / 25 = 0.1382$$

$$A_2 \bar{R} = (0.577) (0.1821) = 0.1050$$

Cálculos para los límites de control del gráfico \bar{X} :

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 \bar{R} = 0.1382 + 0.1050 = 0.2432$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 \bar{R} = 0.1382 - 0.1050 = 0.0332$$

Cálculos para los límites de control del gráfico \bar{R} :

$$UCL_{\bar{R}} = D_4 \bar{R} = (2.114) (0.1821) = 0.3850$$

$$LCL_{\bar{R}} = D_3 \bar{R} = (0.000) (0.1382) = 0$$

Los valores A_2 , D_3 , D_4 respectivamente están en la tabla IX del anexo.

Cálculo para el gráfico p de la muestra observada:

$$k = 25$$

$$n = 100$$

$$p_1 = 6 / 100 = 0.06; \dots; p_{25} = 0 / 100 = 0$$

$$\begin{aligned} \bar{p} &= (0.06 + 0.04 + 0.01 + 0 + 0.06 + 0.03 + 0.04 + 0.05 + 0 + 0.05 + 0.01 + \\ &0.01 + 0.02 + 0.04 + 0.01 + 0.02 + 0.03 + 0 + 0 + 0.02 + 0.05 + 0.01 + 0.04 + \\ &0.05 + 0 + 0) / 25 = 0.65/25 \end{aligned}$$

$$\bar{p} = 0.026$$

Cálculo de la desviación estándar:

$$s_{\bar{p}} = \sqrt{(0.026*(1-0.026)/100)}$$

$$s_{\bar{p}} = 0.016$$

$$UCL_{\bar{p}} = 0.026 + 3*(0.016) = 0.074$$

$$LCL_{\bar{p}} = 0.026 - 3*(0.016) = -0.022.$$

En este caso como el límite inferior es negativo se usa un valor para el límite inferior un valor igual a cero.

Cálculo para el muestreo simple del contrato observado:

El contrato observado tiene un total de 1,100 unidades, el AQL es 2.5%, el nivel de inspección es normal.

En la tabla XII del anexo se determina:

✚ La letra clave del tamaño de la muestra es J

En la tabla XIII del anexo se determina:

- + El tamaño de la muestra para la letra clave J es 80 unidades
- + Criterio de aceptación: se acepta con 3 unidades defectuosa
- + Criterio de rechazo: se rechaza con 6 unidades defectuosas

Cálculo para el muestreo doble del contrato observado:

El contrato observado tiene un total de 1,100 unidades, el AQL es 2.5% el nivel de inspección es normal.

En la tabla XII del anexo se determina primer muestreo doble:

- + La letra clave del tamaño de la muestra es J

En la tabla XVI del anexo se determina primer muestreo doble:

- + El tamaño de la muestra para letra clave J es 50 unidades
- + Criterio de aceptación: se acepta con 2 unidades defectuosas
- + Criterio de rechazo: se rechaza con 5 unidades defectuosas
- + Si el número de defectos encontrados es mayor que el número de aceptación pero menor que el número de rechazo se realiza una 2da inspección
- + En este caso no se rechazo en la primer inspección de muestreo doble por lo tanto no es necesario tomar una segunda muestra.

Figura 17. Gráfico de control de variables X y R con datos experimentales

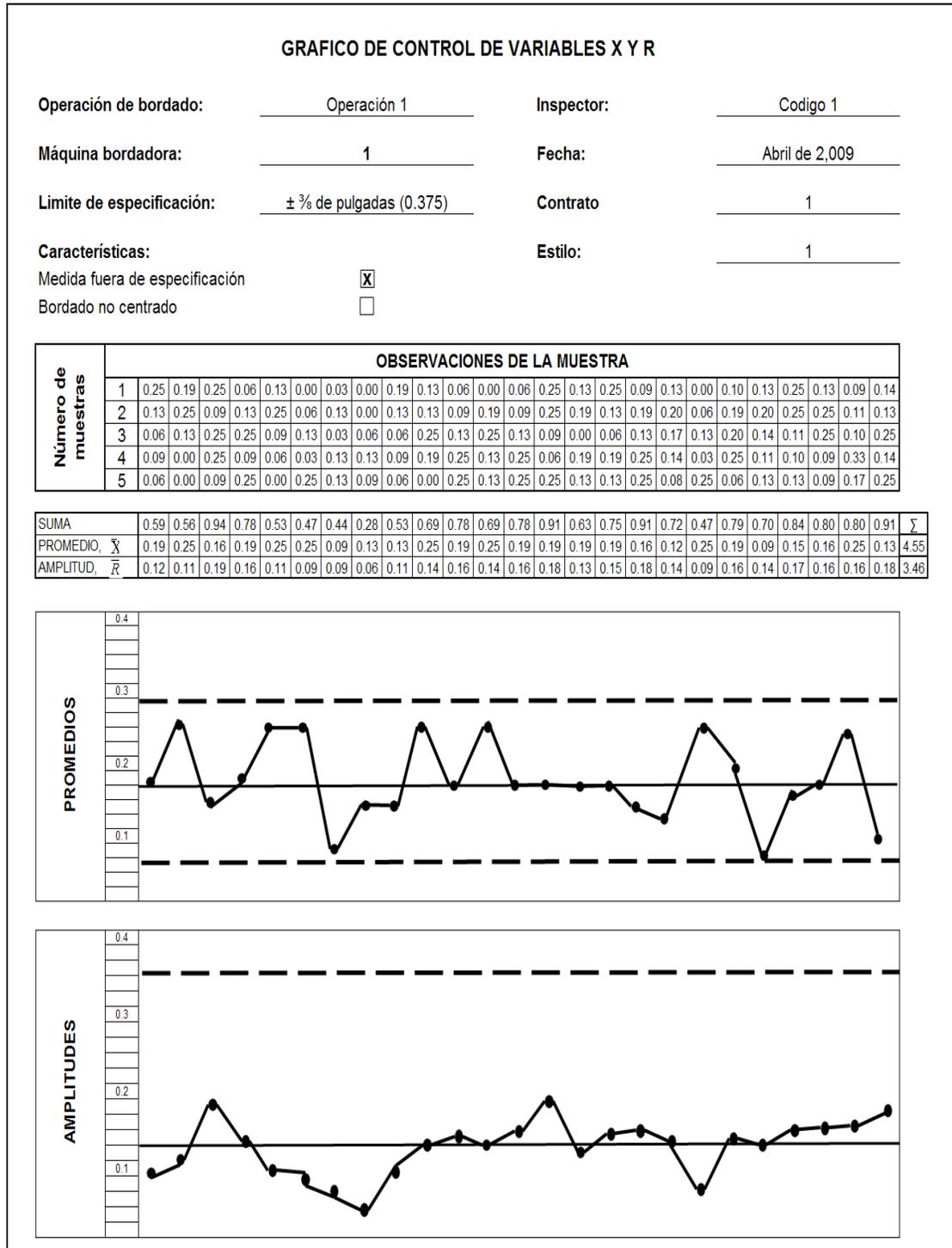


Figura 18. Gráfico de control por atributos p con datos experimentales

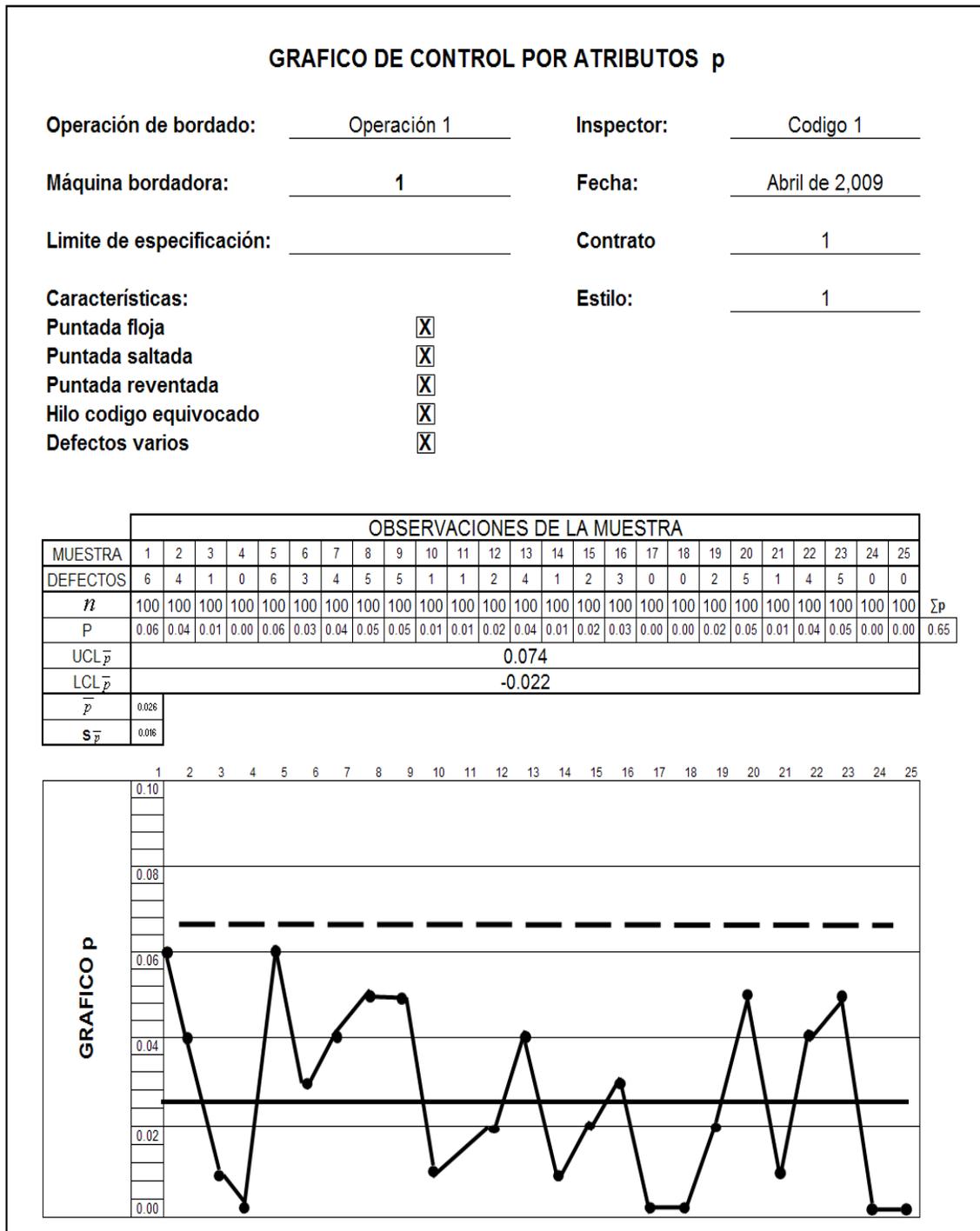


Figura 19. Formato de muestreo de aceptación simple y doble con datos experimentales

REPORTE DE MUESTREO SIMPLE Y DOBLE																
EMPRESA:		BORDADORA			MAQUINA BORDADORA:		1			INSPECTOR:		1				
CONTRATO:		1			OPERACIÓN DE BORDADO:		Operación 1			FECHA:		Abril de 2,009				
Número de corte	Letra clave del tamaño de la muestra	Determinar cantidad unidades para aceptar o rechazar		Determinar muestra de acuerdo de la tabla de muestreo	Cantidad de unidades por corte	Medida fuera de especificación	Defectos encontrados						Estatus deL muestreo		Observaciones	
		Cantidad de unidades para aceptar	Cantidad de unidades para rechazar				Bordado no centrado	Puntada floja	Puntada saltada	Puntada reventada	Hilo con código equivocado	Defectos varios	Aprobado 1 er. Muestreo	Aprobado 2 do. Muestreo		Cantidad de unidades defectuosas
Muestreo simple:																
Corte 1	J	3	4	80	1100	1							X	1	1	Aceptado
Muestreo doble:																
Corte 2	J	2	5	50	1100	1								1	0	Aceptado

4.5 Interpretación de resultados experimentales

Todos los resultados obtenidos en las diferentes fases de control de la calidad deben analizarse e interpretarse. A continuación se presenta la interpretación de los resultados de cada variable seleccionada.

4.5.1 Interpretación de los resultados experimentales del gráfico X y R:

Como se definió en el inciso 1.6.2 un proceso esta o no controlado según los siguientes criterios a partir del gráfico de control, ver figura 17 y 18.

Fuera de los límites de control:

Se tomó una muestra de 5 con 25 observaciones y todos los puntos están dentro de los límites de control. El proceso se encuentra bajo control estadístico y ambos gráficos se muestran estables y además las medidas cumplen con las especificaciones del cliente.

Racha:

La cantidad de puntos consecutivos no es mayor de 7 por lo tanto se considera un gráfico con una racha normal.

Tendencia:

Los puntos del gráfico muestran tendencia con sus curvas ascendentes y descendentes.

Acercamiento a los límites de control:

Ningún punto está fuera de los límites de control por lo que se considera normal.

Acercamiento a línea central:

Los puntos presentan una variación a lo largo de la línea central por lo tanto en esta situación no es necesario cambiar la manera de hacer los subgrupos.

Periodicidad:

El gráfico no muestra repetidamente tendencias ascendentes o descendentes, por lo tanto tiene una periodicidad normal.

Y se puede concluir que dentro de las causas asignables al proceso de bordado, se pueden mencionar las siguientes condiciones a mejorar:

- ✚ Fatiga de los operarios
- ✚ Desgaste y falta de control de las máquinas bordadoras
- ✚ Error del operador al colocar la pieza a bordar

4.5.2 Interpretación de los resultados experimentales del gráfico p:

Como se definió en el inciso 1.6.2 un proceso esta o no controlado según los siguientes criterios a partir del gráfico de control, ver figura 19.

Fuera de los límites de control:

Se tomó una muestra de 5 con 25 observaciones y se observa que todos los puntos están dentro de los límites de control, es decir que la cantidad de elementos que presentan puntada floja y se consideran no conformes es aceptable ya que el proceso se encuentra bajo control estadístico y el gráfico se muestra estable y además cumple con las especificaciones del cliente.

Racha:

La cantidad de puntos consecutivos no es mayor de 7 por lo tanto se considera un gráfico con una racha normal.

Tendencia:

Los puntos del gráfico muestran tendencia con sus curvas ascendentes y descendentes.

Acercamiento a los límites de control:

Ningún punto está fuera de los límites de control por lo que se considera normal. El acercamiento muestra un satisfactorio número de productos con una baja cantidad de defectos y acercándose a cero.

Acercamiento a línea central:

Los puntos presentan una variación a lo largo de la línea central por lo tanto en esta situación no es necesario cambiar la manera de hacer los subgrupos.

Periodicidad:

El gráfico no muestra repetidamente tendencias ascendentes o descendentes, por lo tanto tiene una periodicidad normal.

Dentro de las causas asignables al proceso de bordado, se pueden mencionar las siguientes:

- ✚ Mal enhebrado de la máquina
- ✚ Desajuste del hilo de la bobina
- ✚ Es obligatorio parar la máquina para que el departamento de mantenimiento efectúe los ajustes necesarios

4.5.3 Interpretación de los resultados experimentales del muestreo de aceptación simple y doble:

En la figura 19 se detallan los datos, para el corte observado 1 en todas sus características se determinó no rechazar en el muestreo sencillo se encontraron 2 unidades defectuosas de 50 unidades de la muestra de 1,100 unidades del corte observado.

Para corte de la observado 2 se utilizó el muestreo de aceptación doble y se tomó una muestra de 50 unidades y se encontró una unidad defectuosa razón por la cual se acepta en el primer muestreo doble, lo más importante es tomar las unidades al azar garantizando al cliente entregarle producto de primera calidad.

5 SEGUIMIENTO DEL SISTEMA PARA SU MEJORA CONTINUA

Al establecer una cultura de calidad bien definida, se pretende familiarizar y comprometer al personal con la implementación del sistema de control de calidad propuesto en el capítulo tres, hacer un programa con fechas específicas y el personal que debe estar presente, para revisar el sistema diseñado para controlar la calidad para que ésta sea corregida cuando sea necesario, a fin de mantener el sistema trabajando en óptimas condiciones, seguimiento semanal de los indicadores de calidad para ver el aumento o disminución en el grado de calidad con el cual se inició el programa de calidad y los problemas que se presentan para controlar la calidad y la mejora continua del proceso y el producto.

5.1 Programa para revisión del sistema

El seguimiento de un sistema tiene dos propósitos: servir como instrumento de apoyo para mejorar la eficiencia y efectividad del personal en el manejo de actividades; y como proceso de mejora continua mediante el cual los participantes puedan tomar conciencia e incrementar su comprensión de los diferentes factores que influyen en el proceso de producción siendo el de mayor impacto la calidad de los productos. Con el logro de estos dos aspectos, aumenta el control del personal sobre el proceso productivo y la calidad.

El seguimiento y evaluación permite a todos los involucrados en el proceso de la mejora de la calidad examinar el progreso e impacto del

proyecto, establecer la viabilidad de los objetivos, e identificar y anticipar los problemas, permitiéndoles así tomar las medidas necesarias para evitarlos o resolverlos. El proceso de seguimiento y evaluación está ligado a la toma de decisiones: permite a la organización redefinir sus objetivos y hacer ajustes en las actividades, cuando sea necesario.

Cuando se implementa conjuntamente, el seguimiento y evaluación proporciona oportunidades para la satisfacción individual, la creatividad y el intercambio de nuevas ideas.

5.1.1 Medición y revisión de indicadores de calidad

El sistema integral del control de la calidad utiliza distintos tipos de indicadores; cada uno mide un aspecto diferente de la calidad y proporciona información suplementaria. Hay muchas maneras de concebir y definir los indicadores. Los indicadores del sistema están adaptados específicamente para los programas de producción de bordado:

Nivel de calidad aceptable, AQL

El valor AQL es uno de los criterios de calidad más importantes en la producción de bordados para el cual está diseñado el programa y por medio del seguimiento se busca un buen resultado en la mejora de calidad.

AQL es un método estadístico de control de la calidad que, a partir de un número limitado de muestras, permite determinar la calidad del total de la producción con una fiabilidad inicialmente definida del 2.5%.

El historial de AQL de las bordadoras deberá registrarse cada semana para ver cual es la tendencia del indicador.

Porcentaje de segundas

Las piezas defectuosas que el cliente devuelve o no compra son consideradas como producto inservible y se van a definir como segundas y tienen costos directos e indirectos además del costo de la reposición. Generando una pérdida por no poder percibir el ingreso del producto.

El indicador se obtiene de dividir el número de segundas entre el número total de unidades de cada corte para llevar el control a detalle de los cortes y estilos con mayor segundas y la meta es del 0.30%.

5.1.2 Revisión de metas

Con la finalidad de verificar el cumplimiento de las metas planteadas sobre los proyectos, programas y estrategias prioritarias concertadas por la alta dirección de la empresa de bordado en el ámbito de sus respectivas competencias deberán revisar y verificar la integridad, congruencia, suficiencia y razonabilidad de la información reportada en los indicadores que anteriormente se expusieron en el inciso 5.1.1.

El enfoque de revisión de metas será con fines de identificar acciones de mejora para el cumplimiento de las metas establecidas, por lo que sus determinaciones no deberán ser interpretadas como observaciones sino como acciones correctivas y preventivas.

Las metas serán sujetas a la revisión del primer y segundo nivel jerárquico de la organización.

Se asignará un semáforo de señales según los comportamientos de las metas como se detalla a continuación:

Verde:

Cuando el avance alcanzado indique que se cumplieron las metas programadas al período revisado, o que exista la factibilidad de lograr por lo menos el compromiso establecido en la meta mínima semanal del indicador concertado.

Amarillo:

Cuando el cumplimiento de la meta mínima semanal esté en riesgo de alcanzarse y sean necesarias acciones correctivas para asegurar su cumplimiento.

Rojo:

Cuando el avance de la meta reportado al período muestre que no será posible alcanzar la meta mínima semanal concertada.

En el supuesto de existir semáforos en rojo o amarillo se deberá solicitar al responsable de la meta, un informe, que explique las causas de su incumplimiento y de las medidas que se están aplicando para la solución de la problemática detectada.

De identificarse variaciones, entre el avance reportado al Sistema y lo realizado, se deben encontrar los factores que las originaron (internos y externos) y promover que los responsables deben analizar las causas y revisar el sistema de calidad implementado y velar por su cumplimiento.

Cuando no se cumplan las metas establecidas por inadecuadas programaciones o construcción deficiente de indicadores, podrá emitirse opinión respecto a la procedencia de actualización, modificación o redefinición de cada meta o indicador misma que deberá mencionarse en el dictamen con el objetivo de disminuirlo para tener una mejora significativa.

Si existiesen metas en las que el avance reportado difiriera de lo señalado por la institución, la directiva deberá asentar en el dictamen correspondiente, las razones o motivos de estas discrepancias, y en su caso valorar si es necesario programar una auditoría específica sobre determinado proyecto o meta.

5.2 Programa de desarrollo del personal en técnicas de control de calidad de bordado

La capacitación se refiere a los métodos que se usan para proporcionar a las personas dentro de la organización las habilidades que necesitan para realizar su trabajo, esta abarca desde pequeños cursos sobre terminología hasta cursos que le permitan al usuario entender el funcionamiento del sistema de calidad ya sea teórico o basándose en prácticas o mejor aún, combinando los dos.

Este es un proceso que lleva a la mejora continua y a implantar nuevas formas de trabajo, como en este caso un sistema que será automatizado para agilizar los procesos y llevar a la empresa a generar un valor agregado.

Los objetivos que se pretenden alcanzar por medio de la capacitación son:

- Proporcionar a la empresa recursos humanos altamente calificados en términos de conocimiento, habilidades y actitudes para un mejor desempeño de su trabajo.
- Desarrollar el sentido de responsabilidad hacia la empresa a través de una mayor competitividad y conocimientos apropiados.
- Lograr que se perfeccionen los ejecutivos y empleados en el desempeño de sus puestos tanto actuales como futuros.
- Mantener a los ejecutivos y empleados permanentemente actualizados frente a los cambios científicos y tecnológicos que se generen proporcionándoles información sobre la aplicación de nueva tecnología.
- Lograr cambios en su comportamiento con el propósito de mejorar las relaciones interpersonales entre todos los miembros de la empresa

Para poder realizar capacitaciones a todo nivel se han dividido por especialidad dentro del proceso de bordado de la manera siguiente:

- ✚ Supervisores de producción
- ✚ Inspectores y auditores de calidad
- ✚ Operarios de producción

Metodología:

La capacitación será impartida por expertos en el tema de control estadístico de calidad, por medio de clases magistrales y ejercicios prácticos en grupos de 20 personas.

5.2.1 Programa de capacitación de supervisores

En la actualidad la capacitación del Supervisor es la respuesta a la necesidad que tienen las empresas de contar con un personal calificado y productivo. La obsolescencia, también es una de las razones por la cual, la institución se preocupa por capacitar a sus Supervisores, pues ésta procura actualizar sus conocimientos con las nuevas técnicas y métodos de trabajo que garantizan eficiencia y la calidad. La capacitación de Supervisores debe ser de vital importancia porque contribuye al desarrollo personal y profesional de los individuos a la vez que redundan en beneficios para la empresa.

Para la capacitación de los supervisores de producción se ha hecho el siguiente plan de capacitación como se muestra en la tabla II:

Tabla II. Programa de capacitación de supervisores de producción

Contenido	Descripción	Duración
Liderazgo y estrategia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Como liderar la estrategia actual ✓ Alcanzar metas estratégicas ✓ Definir estrategias de su grupo de trabajo 	6 horas
Manejo del comportamiento emocional	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Técnicas de comunicación ✓ Sacar provecho a las emociones de sus colaboradores ✓ Como mantener el control de las emociones 	12 horas
Técnicas para la creatividad en equipo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Técnicas para el pensamiento horizontal colectivo ✓ Técnicas para aprovechar 	4 horas

	pensamientos	
Innovación personal	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Que es innovación ✓ Método para la innovación ✓ Como se diferencia la creatividad ✓ Técnicas para llevar a cabo la innovación 	6 horas
Productividad a través de la calidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Administración de la calidad ✓ Comprender como se relacionan la calidad de la producción con la eficiencia ✓ Control estadístico de calidad ✓ Definición de AQL ✓ Cumplimiento de normas de calidad y producción 	8 horas
Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compromiso ✓ Buenos hábitos de comunicación ✓ Como desarrollar confianza en los demás miembros del equipo 	8 horas
Ética	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La ética laboral ✓ Evitar compromisos no éticos 	6 horas

5.2.2 Programa de capacitación de operadores

La capacitación continua es la base del progreso, por eso hemos diseñado programas de capacitación y entrenamiento con metodologías avanzadas para ofrecer herramientas básicas que le permitan al operario desempeñarse con éxito en el mundo de la manufactura, especializándose en su área de trabajo.

Para ello, se ha desarrollado un programa académico como se muestra en la tabla III.

Tabla III. Programa de capacitación operarios de producción

Contenido	Descripción	Duración
Como enfrentar el cambio: desarrollo de competencias	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Utilizar las competencias básicas necesaria ✓ Mejora de la capacidad cognoscitiva ✓ Capacidad para aprender 	6 horas
Autoestima	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar la autoestima a partir del descubrimiento personal ✓ Naturaleza humana ✓ Potencialidad de la persona 	6 horas
Auto imagen	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar concepto positivo ✓ Rasgos de sí mismo 	6 horas
Control de la actitud y auto-control	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Controlar sus emociones y expresarse con compostura en toda ocasión ✓ Como tomar medidas correctivas ✓ Carácter y temperamento ✓ Hacer lo que tiene que hacer cuando lo debe hacer 	6 horas
Trabajo en equipo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crear compromiso y espíritu de trabajo en equipo ✓ Como desarrollar confianza en los demás miembros ✓ Comunicación en equipo 	4 horas
Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comunicarse positivamente con las 	4 horas

	<p>demás personas</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Comunicación asertiva ✓ Escuchar activamente ✓ Comprender al supervisor 	
Enfoque de las necesidades del cliente interno	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tomar conciencia de que el compañero de trabajo es también un cliente interno ✓ Plan de acción para mejorar el servicio del cliente interno 	4 horas
Orden y limpieza en el lugar de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mantener el área de trabajo ordenada y limpia ✓ Fundamentos de 5's 	4 horas
Productividad a través de la calidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entender la importancia de la calidad como impulsor de la productividad ✓ Los sistemas de calidad aplicados a la producción ✓ Medición de la calidad ✓ Cumplimiento de normas de calidad y producción 	4 horas

5.2.3 Programa de capacitación de inspectores y auditores

Auditar e inspeccionar la calidad de un producto es un proceso complejo cuando no se cuenta con la capacitación y entrenamiento necesario. Con este entrenamiento estará en condiciones de auditar la calidad apegándose a un método práctico como se describe en el capítulo 3 y dado que las auditorías internas son uno de los procesos más importantes de los sistemas modernos de gestión de calidad se propone el siguiente plan de capacitación en la tabla IV.

Tabla IV. Programa de capacitación de inspectores y auditores

Contenido	Descripción	Duración
Orden y limpieza	✓ Fundamentos de 5's	4 horas
Productividad a través de la calidad	✓ Medición de la calidad ✓ Cumplimiento de las normas de calidad y producción	8 horas
Estadística	✓ Medición estadística de calidad ✓ Control estadístico de los procesos ✓ Equipos de trabajo	6 horas
Herramientas de calidad	✓ Las siete herramientas básicas de calidad ✓ Gráficos de control: X, R, p ✓ Muestreo de aceptación ✓ Definición de AQL ✓ Medición de % de segundas	8 horas
Resolución de problemas de mejoramiento de la calidad	✓ Circulo Deming ✓ Soluciones varias	8 horas
El enfoque del cliente	✓ Planificar con base en las necesidades del cliente ✓ Diseñar los procesos de auditoria pensando en el cliente ✓ Diseñar servicios sobre la base de las necesidades del cliente	8 horas
El costo de la	✓ Identificar los procesos ineficientes	8 horas

no-calidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar los 7 desperdicios ✓ Medición e informes de costos de no-calidad 	
Ética	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desempeñarse laboralmente en los principios de la ética laboral 	6 horas
Importancia de la orientación hacia el cliente	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar la conciencia calidad ✓ Mejorar la calidad de los procesos ✓ Satisfacer las necesidades de los trabajadores como clientes internos 	10 horas
Alineación de valores	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar los valores personales para alinearlos con los de la organización 	6 horas

Para cada plan de capacitación se deberá hacer una calendarización para poder cubrir los temas propuestos y lograr mejorar la calidad.

5.3 Establecer políticas de calidad

La alta dirección de la empresa debe estar consciente que el desarrollo de sus actividades está relacionado con la satisfacción de sus clientes, considerar la calidad como parte integral de la gestión de la empresa, para lo cual debe crearse una política de calidad, y un sistema de pago. Los cuales se presentan en los siguientes incisos.

Política de calidad:

Brindar a los clientes productos bordados que cumplen las especificaciones establecidas a precios competitivos y rentables, destinando los recursos obtenidos al crecimiento de la organización y de sus colaboradores,

así como el fortalecimiento de los diferentes programas de la comunidad y del país.

5.3.1 Eslogan de calidad

Para obtener y mantener el nivel de calidad en la producción se han definido indicadores de calidad. Sin embargo es fundamental llevar el mensaje al personal de la empresa que es realmente quien se encarga de hacer la calidad. El término debe ser sencillo como se muestra en la figura 20 y que motive al personal a comprometerse con su trabajo y con la empresa para lograr el objetivo establecido.

Figura 20. **Eslogan de calidad de la empresa**



Deberán hacerse campañas publicitarias dentro de la empresa a través de medios auditivos y visuales.

5.3.2 Política de sistema de pago

Para la producción de bordado se establece un sistema de incentivo variable por producción y niveles de calidad del operario.

El sistema de pago se realizará bajo las siguientes regulaciones:

- El incentivo de producción y de calidad los podrán devengar todos aquellos colaboradores que estén asignados a las máquinas de bordado y tienen el puesto asignado de operador de máquina bordadora
- El cálculo de incentivo se realizará semanalmente de lunes a viernes
- El incentivo en un día adicional a la jornada se pagará de acuerdo a la eficiencia y calidad alcanzada como en los días de la semana regular más las horas extras laboradas.
- Si hay un día de asueto en una semana laboral y no se labore en dicho día el incentivo será sobre la base de los días laborados. Ahora bien si se labora el día de asueto se pagará el incentivo de acuerdo a lo que se obtuvo más sus horas extras.
- Ausencias parciales es decir permisos por horas incluyendo los otorgados para asistir al IGSS, el incentivo será pagado proporcionalmente al tiempo trabajado.
- Las ausencias justificadas e injustificadas por un trabajador harán que este automáticamente pierda el incentivo del día.
- Para el pago de incentivos se pagará sobre la base de los indicadores establecidos en el inciso 5.1.1.

Incentivo de pago:

Se les asignará un bono por eficiencia a aquellos operarios que cumplan con la siguiente tabla.

Tabla V. **Tabla para pago de eficiencias**

Nivel de eficiencia	Simple	Doble
70 a 79.99 %	Q.10.00	Q.20.00
80 a 89.99 %	Q.12.50	Q.25.00
90 a 99.00 %	Q.15.00	Q.30.00
> 100%	Q.20.00	Q.40.00

También se asignará un bono de calidad si se encuentra en algún punto de la siguiente tabla.

Tabla VI. **Tabla para pago de bono por indicadores**

AQL	% Segundas	Incentivo
0 %	0 %	Q10.00
1.5	0.1 %	Q8.00.
2.5%	0.2 %	Q.6.00
>2.5%	0.3 %	Q.0.00

5.3.3. Programa de Reconocimientos

Se propone realizar un plan de reconocimiento mensual a los mejores operadores de acuerdo a un plan de evaluación individual. Dicho reconocimiento será el primer viernes de cada mes, premiando los resultados del mes anterior.

Para la premiación se debe tener un presupuesto fijo el cual debe contemplar los premios para los ganadores y el gasto en general de la actividad. Una vez obtenidos los puntajes se toman los rangos como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla VII. **Tabla para evaluación y calificación**

Rango	calificación
100- 75.00	Bueno
74.99 – 60.00	Regular
59.99 - 0	Malo

5.4 Establecer equipos autodirigidos

Los equipos autodirigidos se definen como un número reducido de personas con habilidades complementarias incorporadas con un propósito común, responsables de su desempeño y de la consecución de dicho fin. En virtud de que una sola persona no puede controlar todos los detalles en el desempeño de una tarea, los equipos de trabajo autodirigidos plantean una solución a este problema, pues el enfoque diverso permite que las actividades se lleven a cabo de mejor manera a través de una mayor y más rápida generación de las ideas y de una relación interpersonal más cercana entre los miembros del equipo. Esto implica una visión mucho más amplia por parte de los integrantes sobre el objetivo a realizar, se concretan las acciones para llevarlo a cabo y se mejora el desempeño en la realización de las tareas.

Se tienen tres elementos básicos en esta forma de trabajo. En primer lugar, una combinación de habilidades complementarias de los miembros del equipo (conocimientos, toma de decisiones y relaciones interpersonales). Un

compromiso, que significa la planeación y desarrollo de un propósito común. Y en tercer lugar, la responsabilidad de cada uno de los integrantes para asegurar la consecución del propósito y las metas del equipo. Los integrantes deben tener un alto nivel de confianza entre sí, además de una serie de valores como lealtad, honestidad y veracidad, así como diversas habilidades.

El equipo autodirigido es capaz de solucionar problemas, coordinar el trabajo, coordinar asuntos interpersonales, realizar tareas administrativas y, por lo tanto, tiene un nivel mayor de responsabilidad. La participación y la cooperación efectiva, una comunicación amplia, la confianza, la definición de roles, la capacitación y el aprendizaje constante son la clave del éxito de esta forma de trabajo y la razón por la cual se emplea en muchas compañías como una técnica innovadora de la administración. Origina la responsabilidad voluntaria de cada integrante del equipo, lo cual facilita la realización de las metas establecidas sin la intervención de un supervisor que vigile el desempeño, así pues, el equipo evolucionará a un comportamiento maduro en el que la cooperación, el aprecio y el compañerismo se presenten de manera espontánea para la obtención de los objetivos esperados por la empresa.

5.4.1 Formación de equipos

Para poder formar un equipo autodirigido es necesario que existan por lo menos dos condiciones:

- ✚ Compromiso de los niveles superiores en el desarrollo de los equipos y de sus integrantes. Al iniciar el trabajo con grupos autodirigidos, los participantes deberán desarrollar nuevas capacidades, lo cual requiere que la gerencia esté dispuesta a proporcionar los recursos y el entrenamiento para que éstas se desarrollen.

- ✚ Confianza entre los integrantes de la organización, este es punto crucial, puesto que en la fase inicial existirá una mayor probabilidad de error en el trabajo de los grupos autodirigidos, por lo cual los integrantes de éste deben tener claro que no colocarán en riesgo su futuro dentro de la organización, por los posibles errores que puedan cometer, como resultado de generar nuevas soluciones.

La sinergia es el resultado más significativo de formar equipos de trabajo, es mayor a la suma de los resultados individuales. Al trabajar en equipo, las tareas se dividen, se aprovecha la competencia de cada integrante y se alcanza una mayor productividad. Un equipo es: "un grupo de individuos unidos con un objetivo común; usando una metodología común; actuando en un espacio y tiempo determinado teniendo habilidades complementarias basándose en valores compartidos y con responsabilidad mutua". Los equipos tienen un proceso de formación antes de llegar a la madurez. Inician con la afiliación, después el poder, realización y finalmente madurez. La afiliación se refiere a la integración inicial que lleva a cabo el equipo. Los miembros se conocen entre sí; aprenden y fijan las reglas del equipo; y comparten los valores en los que el grupo se sustentará. Las características de esta etapa son: inseguridad de los integrantes ante los demás, timidez de actuación, falta de liderazgo, carencia de aceptación de algunos miembros, confusión en el planteamiento de valores y objetivos.

En esta etapa deberán formularse políticas para normar la actuación del grupo, los miembros deberán designar un líder-moderador para el mejor desempeño del grupo. Los integrantes establecerán fronteras y objetivos.

En la etapa de poder se va formado ese espíritu de grupo, necesario para amalgamar el equipo. Los integrantes conocen los valores, reglas, y

objetivos. La confianza va creciendo y empiezan a exteriorizar opiniones al grupo. En este punto se inicia la dinámica del equipo.

Se gesta la figura de un líder, cuya función es estimular la comunicación e interacción; modera a los integrantes; y retroalimenta a los miembros respecto a sus conductas y actitudes. En esta etapa deberá quedar acordado quién será el líder. Éste a su vez deberá motivar y facilitar la integración del equipo. Es muy importante notar que la presencia del líder es temporal, ya que se busca que el equipo de trabajo sea autodirigido, y no "jalado" por un líder.

La etapa de realización es en la que se llega a la productividad. Productividad es tener mayores resultados con los mismos o menores recursos. Para esta etapa el equipo ya está integrado, los miembros ya conocen y manejan las reglas y los valores compartidos. Se aplica un método común, se aprovechan las habilidades de cada uno, y el talento de los integrantes para solucionar los problemas. En esta etapa el líder del equipo, facilita los procesos y ayuda a la toma de decisiones de grupo. El líder apoya las opiniones y motiva a los miembros a mejorar la solución a la que se ha llegado. El líder ayuda también a trazar el plan de acción relativo a la solución del problema. En esta etapa el líder lograra la completa integración de los miembros y resaltará las cualidades de cada uno. Los integrantes deberán crear un mecanismo para toma de decisiones en grupo. Se trazarán planes de trabajo para las acciones acordadas. Finalmente, la madurez es la etapa donde los miembros actúan de manera interdependiente. Cada miembro actúa de manera individual, pero apoyando y apoyándose en el equipo. Los miembros responden automáticamente a los problemas. Los objetivos se logran con base en decisiones sinérgicas. El líder en la etapa de madurez se retira como tal, sólo ayuda a catalizar para el mejoramiento continuo. Ahora deberá ponerse

énfasis en alcanzar la productividad y la mejora continua. El equipo deberá establecer mecanismos con los cuales se asegure su permanencia.

5.4.2 Medición de los equipos autodirigidos

No existe un modelo único aplicable a todos los equipos y a todas las situaciones, en la siguiente tabla se presenta como se evalúan los equipos.

Tabla VIII. **Evaluación de los equipos autodirigidos**

¿Quién evalúa?	¿Qué se evalúa?
Integrantes del equipo	Los resultados alcanzados
Líder y/o directivos	La forma y el proceso en que se realizó la tarea
Integrantes del equipo, coordinador y directivos	Realización de la tarea y en el alcance de los resultados previstos

Evaluación de los equipos:

- ✚ Los equipos planifican su tarea para alcanzar los resultados. La actividad misma de planificar implica la realización de una evaluación.
- ✚ Para diseñar una estrategia hay que basarse en las fortalezas y en las debilidades de cada uno de los integrantes
- ✚ Se realiza un análisis del avance alcanzado por el equipo, por medio del cumplimiento de las metas establecidas y el cumplimiento de las mismas.

CONCLUSIONES

1. La calidad total ya no es meta, es un requerimiento mínimo de la existencia empresarial. Una organización que no encamine sus objetivos a la búsqueda y consecución de ella, es una empresa que se rezagará, la calidad es la clave para lograr la competitividad: con buena calidad es posible captar un mercado y mantenerse en él.
2. La industria de bordado asegurará la calidad de los productos bordados proporcionando un producto cuya calidad este bien diseñada, producida a un costo optimo que satisfaga por completo las necesidades y expectativas del cliente.
3. El diseño del sistema de calidad basado en control estadístico de calidad, expuesto en el capítulo uno es un modelo a seguir en una empresa para asegurar la calidad, pero no define como hacerlo y esta es la importancia del presente trabajo.
4. Los métodos estadísticos expuestos para el control de calidad son bastante eficientes, sencillos, económicos y fáciles de entender y han demostrado su efectividad. La aplicación del sistema de control estadístico ayuda a transformar un método provisional de control de calidad, en un sistema de gestión de calidad estructurado y rentable.

5. Mediante el desarrollo del capítulo dos se presentaron las características generales del proceso de bordado dividido en sus etapas principales, obteniendo los fundamentos técnicos para la evaluación del proceso de la planta estudiada.
6. El capítulo tres esta constituido por la propuesta de un diseño de control de calidad que establece los parámetros de calidad que deben evaluarse en la manufactura y la metodología a seguir para su respectiva aplicación.
7. La validación se presenta en el capítulo cuatro, demostrando ejemplos realizados para aplicar el sistema que fundamentan que el control de calidad basado en el control estadístico tienen una relación profunda y puede llegar a aplicarse de forma sencilla como técnicas del mejoramiento de calidad.
8. La calidad es lograda por las personas y para las personas por esta razón en el capítulo cinco se presenta un programa de capacitación y entrenamiento para todo el personal responsable de la calidad del producto, teniendo como propósito erradicar el desperdicio, tener una actitud sistemática hacia el no-error despertando la conciencia de no equivocarse. Estableciendo un sistema de medición y control de indicadores que se establecen como meta para que la organización alcance las metas propuestas.

RECOMENDACIONES

1. Llevar adecuadamente los procedimientos de recopilación y registro de los datos resulta altamente beneficioso y valioso respecto a la información que pueda evaluar el sistema de calidad de la empresa de bordado.
2. La empresa debe crear el departamento de control de calidad para que cumpla con su visión, mediante la puesta en práctica del programa de calidad que incluya valores corporativos y la constante planeación, para lograr la competitividad que coadyuve a un crecimiento rentable.
3. Informar al cliente sobre el nivel de la calidad de los productos que se manufacturan, con el fin de crear un nivel de confianza con los mismos.
4. El sistema de calidad no se limita a una técnica administrativa o de gestión, su concepción es mas profunda, ya que empieza y termina con las personas, es decir es una filosofía que se demuestra en el ser, pensar y actuar de las personas de calidad. Personas de calidad obtienen productos de calidad y brindan servicios de calidad por tal razón exige un constante entrenamiento y la certificación del personal para el aseguramiento de la calidad.
5. El seguimiento del método de calidad propuesto es esencial para cumplir con el programa de calidad para que el departamento de calidad

que interviene en las mediciones tenga una guía fiel para alcanzar las metas establecidas por la empresa.

6. Reducir los costos totales de calidad, revisando constantemente el sistema de control estadístico: observando tendencias, midiendo la variabilidad, determinando la frecuencia de las causas y eliminando los puntos de inspección donde ya no sea necesario.

7. Formar los equipos autodirigidos guiados por el líder para alcanzar las metas establecidas por la empresa y tomar en cuenta las ideas y sugerencias del personal ya que a través de estas se mejoran los procesos y en consecuencia se logra un mejor nivel de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Duncan, Acheson J. **Control de Calidad y Estadística Industrial**. México, Alfa Omega. 1989. 1084 pp.
2. Coats, Fabricantes de Hilos, **Tecnología de hilos y costuras**. España. C.A. Hilaturas, Fibras & Coats, La Noográfica-Sabadell, 8ª edición. 150 pp.
3. Evans, James R / William M. Lindsay. **Administración y Control de la Calidad**. México, Grupo Editorial Iberoamérica. 1995. 727 pp.
4. Gryna, Frank M, Richard H. Chua y Joseph A. Defeo. **Método Juran Análisis y Planeación de la calidad**. México, McGraw-Hill Interamericana, 2007. 774 pp.
5. Lockyer, Keith. **La Producción Industrial, su administración**. México, Representaciones y servicios de ingeniería, 1988. 577 pp.
6. Mansilla Mejía, Carlos Enrique. **Métodos estadísticos en el control de calidad**. Tesis Ingeniería Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1972. 141pp.

7. Niebel, Benjamín W. y Andris Freivalds. **Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del trabajo.** México, Alfa omega. 2004. 745pp.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

8. www.juran.com (Diciembre 2008)
9. www.apqc.org (Diciembre 2008)
10. www.efqm.org (Enero 2009)
11. www.emtech.net (Enero 2009)

ANEXOS

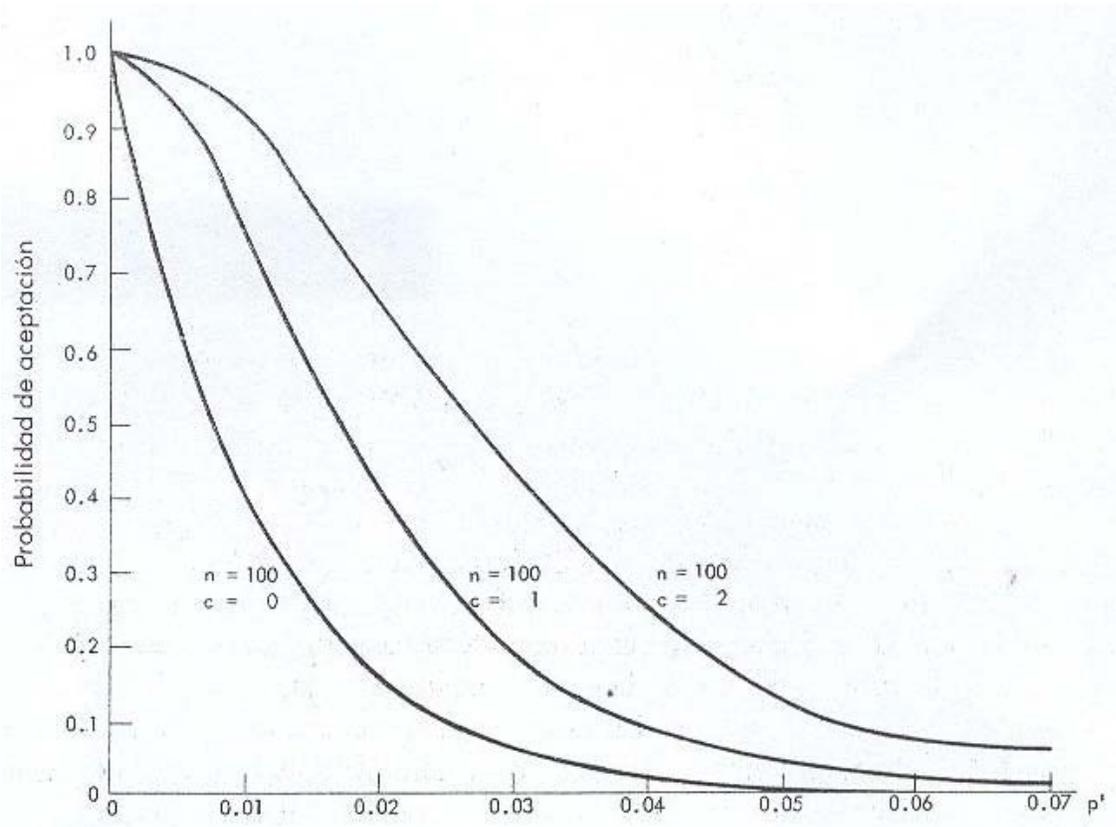
Tabla IX. Factores para las gráficas de control X, R y S

n	Gráficas \bar{x}				Gráficas s						Gráficas R					
	A	A ₂	A ₃	c ₄	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄		
2	1.21	1.88	2.65	0.79	0	3.27	0	2.60	1.12	0.85	0	3.68	0	3.27		
3	1.73	1.02	1.95	0.88	0	2.58	0	2.27	1.69	0.88	0	4.35	0	2.57		
4	1.50	0.72	1.62	0.92	0	2.26	0	2.08	2.05	0.88	0	4.69	0	2.28		
5	1.34	0.57	1.42	0.94	0	2.08	0	1.96	2.32	0.86	0	4.91	0	2.11		
6	1.25	0.48	1.28	0.95	0.03	1.97	0.02	1.87	2.53	0.84	0	5.07	0	2.00		
7	1.13	0.41	1.18	0.95	0.11	1.88	0.11	1.80	2.70	0.83	0.20	5.20	0.07	1.92		
8	1.06	0.37	1.09	0.96	0.18	1.81	0.17	1.75	2.84	0.82	0.38	5.30	0.13	1.86		
9	1.00	0.33	1.03	0.96	0.23	1.76	0.23	1.70	2.97	0.80	0.54	5.39	0.18	1.81		
10	0.94	0.30	0.97	0.97	0.28	1.71	0.27	1.66	3.07	0.79	0.68	5.46	0.22	1.77		
11	0.90	0.28	0.92	0.97	0.32	1.67	0.31	1.63	3.17	0.78	0.81	5.53	0.25	1.74		
12	0.86	0.26	0.88	0.97	0.35	1.64	0.34	1.61	3.25	0.77	0.92	5.59	0.28	1.71		
13	0.83	0.24	0.85	0.97	0.38	1.61	0.37	1.58	3.33	0.77	1.02	5.64	0.30	1.69		
14	0.80	0.23	0.81	0.98	0.40	1.59	0.39	1.56	3.40	0.76	1.11	5.69	0.32	1.67		
15	0.77	0.22	0.78	0.98	0.42	1.57	0.42	1.54	3.47	0.75	1.20	5.74	0.34	1.65		
16	0.75	0.21	0.76	0.98	0.44	1.55	0.44	1.52	3.52	0.75	1.28	5.78	0.36	1.63		
17	0.72	0.20	0.73	0.98	0.46	1.53	0.45	1.51	3.58	0.74	1.35	5.82	0.37	1.62		
18	0.70	0.19	0.71	0.98	0.48	1.51	0.47	1.49	3.64	0.73	1.42	5.85	0.39	1.60		
19	0.68	0.18	0.69	0.98	0.49	1.50	0.49	1.48	3.69	0.73	1.48	5.89	0.40	1.59		
20	0.67	0.18	0.68	0.98	0.51	1.49	0.50	1.47	3.73	0.72	1.54	5.92	0.41	1.58		
21	0.65	0.17	0.66	0.98	0.52	1.47	0.51	1.45	3.77	0.72	1.60	5.95	0.42	1.57		
22	0.64	0.16	0.64	0.98	0.53	1.46	0.52	1.44	3.81	0.72	1.65	5.97	0.43	1.56		
23	0.62	0.16	0.63	0.98	0.54	1.45	0.53	1.43	3.85	0.71	1.71	6.00	0.44	1.55		
24	0.61	0.15	0.61	0.98	0.55	1.44	0.54	1.42	3.89	0.71	1.75	6.03	0.45	1.54		
25	0.60	0.15	0.60	0.98	0.56	1.43	0.55	1.42	3.91	0.70	1.80	6.05	0.45	1.54		

FUENTE: Adaptado de la Tabla 27 de ASTM STP 15D, ASTM Manual on Presentation of Data and Control Chart Analysis. Copyright 1976. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.

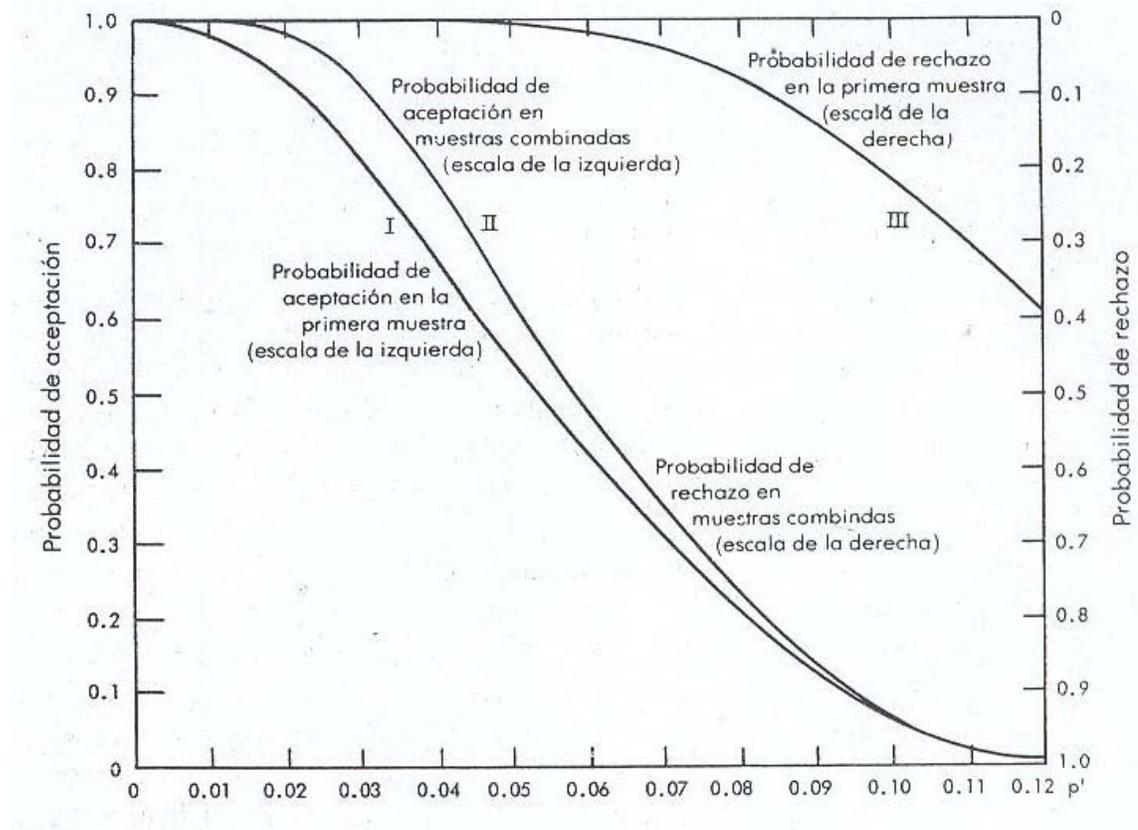
Fuente: James R. Evans / William M. Lindsay. Administración y control de la calidad, pagina 687.

Tabla X. Curva característica de operación para diferentes números de aceptación



Fuente: Acheson J Duncan. Control de calidad y Estadística Industrial, pagina 164.

Tabla XI. **Curvas características de operación del proceso de doble muestreo $n_1 = 50$, $n_2 = 100$, $c_1 = 2$, $c_2 = 6$**



Fuente: Acheson J Duncan. Control de calidad y Estadística Industrial, pagina 180.

Tabla XII. Letras código para el tamaño de las muestras (Mil. Std. 105D, tabla I)

TABLA 10.2
Letras código para el tamaño de las muestras (Mil. Std. 105D, tabla I)

Tamaño del lote o conjunto	Niveles especiales de inspección				Niveles Generales de inspección		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2	A	A	A	A	A	A	B
a	A	A	A	A	A	B	C
8	A	A	A	B	A	C	D
15	A	A	B	C	B	D	E
a	A	B	C	C	C	E	F
25	A	B	C	D	D	F	G
a	A	B	C	E	E	G	H
50	A	B	D	E	F	H	I
a	B	C	E	F	I	I	J
90	B	C	F	G	J	J	K
a	B	C	G	H	K	K	L
150	B	C	H	I	L	L	M
a	B	C	I	J	M	M	N
280	B	C	J	K	N	N	P
a	B	C	K	L	O	O	Q
500	B	C	L	M	P	P	R
a	B	C	M	N	Q	Q	
1 200	C	D	N	O	R	R	
a	C	D	O	P			
3 200	C	D	P	Q			
a	C	D	Q	R			
10 000	C	D	R				
a	C	D					
35 000	D	E					
a	D	E					
150 000	D	E					
a	D	E					
500 000	D	E					
a	D	E					
500 001 y más	D	E					

Fuente: Acheson J Duncan. Control de calidad y Estadística Industrial, pagina 223.

Tabla XVI. Tabla maestra para inspección normal – muestreo doble (Mil. Std. 105D, tabla III-A)

Letra código del tamaño de la muestra	Tamaño de la muestra	Tamaño de muestra acumulado	Niveles aceptables de calidad (inspección normal)																						
			0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250
A			→																						
B	primera segunda	2 4	→																						
C	primera segunda	3 6	→																						
D	primera segunda	5 10	→																						
E	primera segunda	8 16	→																						
F	primera segunda	13 26	→																						
G	primera segunda	20 40	→																						
H	primera segunda	32 64	→																						
J	primera segunda	50 100	→																						
K	primera segunda	80 160	→																						
L	primera segunda	125 250	→																						
N	primera segunda	200 400	→																						
V	primera segunda	315 630	→																						
P	primera segunda	500 1000	→																						
U	primera segunda	800 1600	→																						
W	primera segunda	1250 2500	→																						

Fuente: Acheson J Duncan. Control de calidad y Estadística Industrial, pagina 227.

Tabla XVII. Tabla maestra para inspección severa – Muestreo doble (Mil. Std. 105D, tabla III-B)

Letra código del tamaño de la muestra	Tamaño de muestra	Tamaño de muestra acumulado	Niveles aceptables de calidad (inspección severa)																																
			0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	270	500	1000								
			Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
A			→																																
B	primera segunda	2 2	→																																
C	primera segunda	3 3	→																																
D	primera segunda	5 5	→																																
E	primera segunda	8 8	→																																
F	primera segunda	13 13	→																																
G	primera segunda	20 20	→																																
H	primera segunda	32 32	→																																
I	primera segunda	50 50	→																																
J	primera segunda	80 80	→																																
K	primera segunda	125 125	→																																
L	primera segunda	200 200	→																																
M	primera segunda	320 320	→																																
N	primera segunda	500 500	→																																
O	primera segunda	800 800	→																																
P	primera segunda	1250 1250	→																																
Q	primera segunda	2000 2000	→																																
R	primera segunda	3200 3200	→																																
S	primera segunda	5000 5000	→																																

Fuente: Acheson J Duncan. Control de calidad y Estadística Industrial, pagina 228.

Figura 21. Hoja técnica de bordado

HOJA TÉCNICA DE BORDADO			
EMPRESA DE BORDADO:		_____	
FECHA INICIAL:		_____	
CLIENTE:		_____	
ESTILO:		_____	
TEMPORADA:		_____	
PIEZAS BORDADA:		_____	
ANÁLISIS DE BORDADO			
ESCALADO DE PIEZA			
FIGURA 1 BORDADA		FIGURA 2 BORDADA	
TALLAS	Rango 1	TALLAS	Rango 1
TALLAS	Rango 2	TALLAS	Rango 2
TALLAS	Rango 3	TALLAS	Rango 3
TALLAS	Rango 4	TALLAS	Rango 4
TALLAS	Rango 5	TALLAS	Rango 5
MATERIALES APROBADOS		MATERIALES SUSTITUTOS	
C 7167 Poly Cotton Tex 40 top		_____	
C 8381 Poly Cotton Tex 40 bot		_____	
C 3950 tex 27 relleno poly/poly		_____	
C 3950 tex 27 orilla poly/poly		_____	
PUNTO DE REFERENCIA PARA LA COLOCACIÓN			

DIGITALIZACIONES			
Para la figura a bordar se utilizara la digitalización código No.1			
se utilizara material de soporte del bordado y hay que retirarlo por completo sin dejar residuos			
TOLERANCIAS ACEPTADAS			
BORDADO		±%	
FIGURA BORDADA 1	MEDIDAS APROBADAS	FIGURA BORDADA 1	MEDIDAS APROBADAS
Rango 1	4	Rango 1	4
Rango 2	4,5	Rango 2	4,5
Rango 3	5	Rango 3	5
Rango 4	5,5	Rango 4	5,5
Rango 5	6	Rango 5	6
COMENTARIOS IMPORTANTES			

ACTUALIZACIONES DE LA HOJA TÉCNICA			
APROBACIONES		_____	
FECHA		_____	
RESPONSABLE		_____	
FIRMAS		_____	